



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: RUEDA CASTRO CRISTIAN FERNANDO
VILLAMARÍN CHACÓN WILSON GEOVANNY**

**TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MINI
TRACTOCAMIÓN UTILIZANDO EL TREN MOTRIZ DE UN FORD
BRONCO.”**

**DIRECTOR: ING. MENA EURO
CODIRECTOR: ING. ZAMBRANO DANILO**

LATACUNGA, SEPTIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO**

ING. EURO MENA (DIRECTOR)

ING. DANILO ZAMBRANO (CODIRECTOR)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MINI TRACTO CAMIÓN UTILIZANDO EL TREN MOTRIZ DEL FORD BRONCO”** realizado por CRISTIAN FERNANDO RUEDA CASTRO y WILSON GEOVANNY VILLAMARÍN CHACÓN, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, Si recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan a: CRISTIAN FERNANDO RUEDA CASTRO Y WILSON GEOVANNY VILLAMARÍN CHACÓN que lo entreguen al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Septiembre del 2014.

Ing. Euro Mena
DIRECTOR

Ing. Danilo Zambrano
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**CRISTIAN FERNANDO RUEDA CASTRO
WILSON GEOVANNY VILLAMARÍN CHACÓN**

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “Diseño y construcción de un mini tractocamión utilizando el tren motriz del Ford Bronco”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Septiembre del 2014.

Cristian Fernando Rueda Castro

C.C: 0503505414

Wilson Geovanny Villamarín Chacón

C.C: 0503425985

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****AUTORIZACIÓN**

Nosotros, CRISTIAN FERNANDO RUEDA CASTRO
 WILSON GEOVANNY VILLAMARÍN CHACÓN

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MINI TRACTO CAMIÓN UTILIZANDO EL TREN MOTRIZ DEL FORD BRONCO”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Septiembre del 2014.

Cristian Fernando Rueda Castro
C.C: 0503505414

Wilson Geovanny Villamarín Chacón
C.C: 0503425985

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a Dios por protegerme, guiarme y darme las fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida, así como el haber puesto en mi camino a personas muy valiosas que han sido mi apoyo y compañía.

A mi madre, por demostrarme su amor y apoyo incondicional en todo momento, gracias a su sabiduría supo darme consejos de perseverancia y humildad, por corregir mis faltas y celebrar mis triunfos, por hacer de mí una persona de buenos sentimientos y valores.

A mi padre, por demostrarme su cariño incondicional, por ser quien me enseñe el amor a esta carrera desde pequeño, por demostrarme que con responsabilidad y sacrificio se logran grandes cosas, por sus consejos que supieron guiarme por la senda del bien.

A mi hermanito, por ser en mi vida la motivación que me ayuda a luchar por mis sueños día a día, por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos, por ser esa parte esencial y única de mi vida.

Cristian

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis sueños y objetivos.

A mi hermano por estar siempre presente, acompañándome en las buenas y en las malas que con su ternura y ocurrencias de niño supo sacarme una sonrisa en los momentos más difíciles.

A mi amada novia María Belén que ha sido el impulso durante toda mi carrera y el pilar principal para la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amiga y compañera inseparable, fuente de sabiduría, calma y apoyo en todo momento.

A mi familia en general, porque me ha brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar.

Wilson

AGRADECIMIENTO

Queremos exaltar nuestro agradecimiento a DIOS por ser nuestra guía demostrándonos la luz verdadera y el camino hacia él.

A nuestros queridos padres quienes a base de sacrificio y esfuerzo han logrado cumplir sus anhelos de vernos como profesionales.

A nuestros hermanos quienes supieron brindar el apoyo moral y espiritual en el momento indicado.

A nuestra querida Universidad, que fuiste testigo de los momentos más alegres y tristes a la vez, siendo el pilar para saciar nuestros conocimientos.

Como olvidar nuestro más sincero agradecimiento, respeto y consideración a nuestros queridos amigos docentes que sin ser egoístas nos impartieron sus conocimientos y de manera especial a nuestros tutores de tesis Ing. Euro Mena e Ing. Danilo Zambrano quienes fueron los guías incondicionales de nuestro proyecto, quienes con sus conocimientos, alegría y esfuerzo supieron guiarnos por el camino correcto hasta llegar a finalizar con éxito y culminar nuestro más anhelado sueño.

Cristian y Wilson.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
CERTIFICADO.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xix
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES	1
1.1 TÍTULO DEL PROYECTO	1
1.2 ÁREA DE INFLUENCIA	1
1.3 ANTECEDENTES	1
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.5 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO	2
1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.7 PROYECTOS RELACIONADOS	3
1.8 OBJETIVOS	4
1.8.1 Objetivos Generales.....	4
1.8.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II.....	5
2.1 GENERACIONES DEL FORD BRONCO.....	5
2.1.1. Bronco 1966 – 1977	5
2.1.2. Bronco 1978 - 1979.....	6
2.1.3. Bronco 1980 - 1986.....	7

2.1.4.	Bronco 1987 - 1991	7
2.1.5.	Bronco 1992 – 1996	8
2.2.	LA HISTORIA DE LOS TRACTOCAMIONES	9
2.2.1	Partes de un Tractocamión	10
a.	Bastidor	10
b.	Bastidor de largueros longitudinales.....	11
c.	Bastidor de perfil en U	11
d.	Carrocería.....	12
e.	Quinta Rueda	12
2.2.2.	Tipos de camiones	13
2.2.3.	Clasificación de los camiones por sus usos.	14
2.3	TEORÍA PARA EL DISEÑO	15
2.3.1	Para el bastidor de un camión	15
2.3.2	Para la suspensión.....	16
CAPÍTULO III		18
DISEÑO Y ESTUDIO.....		18
3.1.	ANÁLISIS DE VIGA DEL BASTIDOR	18
3.1.1	Resultados del estudio viga del bastidor.....	20
3.2	ANÁLISIS DEL BALANCÍN DE SUSPENSIÓN POSTERIOR.....	22
3.2.1.	Resultados del estudio de balancín de suspensión posterior	24
3.3.	ANÁLISIS DE SOPORTE DE SUSPENSIÓN POSTERIOR	26
3.3.1	Resultados del estudio soporte de suspensión posterior	29
3.4	ANÁLISIS SOPORTE DE QUINTA RUEDA.....	31
3.4.1	Resultados del estudio soporte quinta rueda	33
3.5	ANÁLISIS DE LA VIGA DE ANCLAJE DE LA QUINTA RUEDA.....	35
3.5.1	Resultados del estudio viga de anclaje para soporte quinta rueda ...	38
3.6	ANÁLISIS DE LA BARRA DE TORSIÓN	40
3.6.1	Resultados del estudio barra de torsión.....	42
3.7	ANÁLISIS DEL CARDÁN	43
3.7.1.	Resultados del estudio al cardán.....	46
3.8.	ANÁLISIS DEL GUARDACHOQUE	48

3.8.1. Resultados del estudio al guardachoque.....	50
3.9 ANÁLISIS DE LA GRADA DE INGRESO	52
3.9.1 Resultados del estudio a la grada de ingreso	54
3.10 ANÁLISIS DEL ALARGAMIENTO DEL BASTIDOR	56
3.10.1 Resultados del estudio alargamiento del bastidor	59
3.11 ESTUDIO AERODINÁMICO	61
3.11.1 Simulación del estudio aerodinámico	64
CAPÍTULO IV.....	66
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.....	66
4.1. CONSTRUCCIÓN DEL CHASIS.....	67
4.1.1. Construcción de los soportes de suspensión posterior.....	68
4.1.2. Construcción del balancín de suspensión posterior.....	71
4.1.3. Construcción del eje de apoyo.....	72
4.1.4. Construcción de monturas de ejes	73
4.1.5. Barra de torsión	74
4.1.6. Ballestas	75
4.1.7. Alargamiento del bastidor	75
4.1.8. Alargamiento del cardán	76
4.1.9. Ensamble del chasis.....	77
4.2. ADECUACIÓN DE LA QUINTA RUEDA.....	77
4.3. CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA Y LITERA	79
4.3.1. Modificación de parantes.....	80
4.3.2. Modificación de las puertas	81
4.3.3. Implementación de laterales	82
4.3.4. Implementación de la litera	82
4.4. CONSTRUCCIÓN DEL CAPOT.....	84
4.5. CHAPISTERÍA	86
4.5.1 Esmerilado de la carrocería	86
4.5.2 Aplicación de la masilla.....	87
4.6. PINTURA	89
4.6.1. Trabajos de pintura.....	89

4.6.2. Etapas para preparar la pintura	90
a. Eliminación de impurezas del mini tractocamión	90
b. Lavado del mini tractocamión	90
c. Lijado en húmedo	90
4.6.3 Proceso de pintado del mini tractocamión	91
a. Imprimación de fondo	91
b. Primera imprimación de pintura	92
4.7. ACABADOS DEL MINI TRACTOCAMIÓN.....	92
4.7.1 Tanques de combustible	92
4.7.2 Tubos de escape	93
4.7.3 Balizas	93
4.7.4 Visera.....	94
4.7.5 Persiana.....	94
4.7.6 Estribos	95
4.7.7 Guardalodos	95
4.7.8 Guardachoques	95
4.7.9 Luces frontales.....	96
4.8 TAPICERÍA	97
4.8.1 Procesos de los trabajos de tapicería	97
CAPÍTULO V.....	100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
5.1. CONCLUSIONES	100
5.2. RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Bronco de 1966 – 1977.....	6
Figura 2. 2. Bronco 1978 -1979	6
Figura 2. 3. Bronco 1980 -1986	7
Figura 2. 4. Bronco 1987 - 1991	8
Figura 2. 5. Bronco 1992-1996	8
Figura 2. 6. Primer modelo de tractocamión	10
Figura 2. 7. Bastidor de largueros longitudinales con perfil en U.....	11
Figura 2. 8. Carrocería de un tractocamión SCANIA	12
Figura 2. 9. Quinta rueda	13
Figura 2. 10. Tipos de camiones.....	14
Figura 2. 11. Suspensión tándem vista lateral	17
Figura 3. 1 Viga del bastidor	18
Figura 3. 2 Mallado de viga del bastidor	20
Figura 3. 3 Tensión de von Mises en la viga del bastidor	21
Figura 3. 4 Factor de seguridad en la viga del bastidor	22
Figura 3. 5 Balancín de suspensión posterior.....	22
Figura 3. 6 Mallado de balancín de suspensión posterior.....	24
Figura 3. 7 Tensiones del balancín de suspensión posterior	25
Figura 3. 8 Factor de seguridad de balancín de suspensión posterior.....	26
Figura 3. 9 Soporte de suspensión posterior	27
Figura 3. 10 Mallado de soporte suspensión posterior	28
Figura 3. 11 Tensiones del soporte de suspensión posterior.....	29
Figura 3. 12 Factor de seguridad de soporte de suspensión posterior	30
Figura 3. 13 Soporte de la quinta rueda.....	31
Figura 3. 14 Mallado del soporte de la quinta rueda	33
Figura 3. 15 Tensiones en el soporte de la quinta rueda	34
Figura 3. 16 Factor de seguridad del soporte de la quinta rueda.....	35
Figura 3. 17 Viga de anclaje para soporte de la quinta rueda.....	35
Figura 3. 18 Mallado de viga de anclaje para soporte de la quinta rueda.....	37
Figura 3. 19 Tensión en la viga de anclaje del soporte de la quinta rueda	38

Figura 3. 20 Factor de seguridad de la viga de anclaje de la quinta rueda.....	39
Figura 3. 21 Barra de torsión	40
Figura 3. 22 Mallado de la barra de torsión	42
Figura 3. 23 Tensiones de la barra de torsión	43
Figura 3. 24 Cardán	43
Figura 3. 25 Mallado del cardán.....	45
Figura 3. 26 Tensiones del cardán.....	46
Figura 3. 27 Factor de la seguridad del cardán	47
Figura 3. 28 Guardachoque	48
Figura 3. 29 Mallado del guardachoque.....	50
Figura 3. 30 Tensiones en el guardachoque.....	51
Figura 3. 31 Factor de seguridad del guardachoque	52
Figura 3. 32 Grada de ingreso	52
Figura 3. 33 Mallado de la grada de ingreso.....	54
Figura 3. 34 Tensiones a la grada de ingreso.....	55
Figura 3. 35 Factor de seguridad de la grada de ingreso	56
Figura 3. 36 Alargamiento del bastidor	57
Figura 3. 37 Mallado del alargamiento del bastidor	59
Figura 3. 38 Tensiones del alargamiento del bastidor	60
Figura 3. 39 Factor de seguridad alargamiento del bastidor	61
Figura 3. 40 Parámetros para el área frontal	63
Figura 3. 41 Líneas de flujo a través de la cabina.....	65
Figura 4. 1 Ford Bronco vista lateral	66
Figura 4. 2 Ford Bronco vista isométrica	67
Figura 4. 3 Corte del vehículo en la parte posterior	67
Figura 4. 4 Desarmado de la suspensión	68
Figura 4. 5 Corte de la plancha de acero	68
Figura 4. 6 Piezas cortadas del soporte de suspensión posterior.....	69
Figura 4. 7 Piezas del soporte pulidas en sus bordes.....	69
Figura 4. 8 Soldadura de las piezas del soporte de ballestas.....	70
Figura 4. 9 Soporte de suspensión posterior ensamblado.....	70

Figura 4. 10 Soporte montado en el bastidor.....	71
Figura 4. 11 Piezas cortadas del balancín.....	71
Figura 4. 12 Balancín de la suspensión posterior ensamblado.....	72
Figura 4. 13 Balancín montado en el bastidor	72
Figura 4. 14 Base de anclaje en la rueda para el eje de apoyo	73
Figura 4. 15 Eje de apoyo terminado	73
Figura 4. 16 Montura de eje para conjunto de ballestas	73
Figura 4. 17 Montura soldada sobre el eje.....	74
Figura 4. 18 Montura de eje soportando la ballesta	74
Figura 4. 19 Barras de torsión.....	75
Figura 4. 20 Ballestas	75
Figura 4. 21 Punto de suelda de material adicional del bastidor.....	76
Figura 4. 22 Material adicional para alargamiento bastidor	76
Figura 4. 23 Cardán alargado	77
Figura 4. 24 Chasis ensamblado	77
Figura 4. 25 Corte de la quinta rueda	78
Figura 4. 26 Quinta rueda terminada	78
Figura 4. 27 Acoples para sujetar la quinta rueda.....	78
Figura 4. 28 Montaje de la quinta rueda en el chasis.....	79
Figura 4. 29 Modificación de la carrocería	80
Figura 4. 30 Modificación de parantes del parabrisas.....	80
Figura 4. 31 Reducción de los parantes delanteros.....	81
Figura 4. 32 Puerta modificada	81
Figura 4. 33 Implementación laterales de la cabina.....	82
Figura 4. 34 Soldadura de parte de la litera en la cabina.....	82
Figura 4. 35 Soldadura del espaldar de la litera	83
Figura 4. 36 Soldadura de parantes en el interior de la litera	83
Figura 4. 37 Molde para el capot del mini tractocamión.....	84
Figura 4. 38 Capot terminado y montado.....	84
Figura 4. 39 Gancho de seguridad del capot.....	85
Figura 4. 40 Bases de la cabina.....	85

Figura 4. 41 Base del capot	86
Figura 4. 42 Alambre tensor del capot	86
Figura 4. 43 Carrocería lavada	87
Figura 4. 44 Carrocería pulida	87
Figura 4. 45 Mezcla de las masillas a usarse	88
Figura 4. 46 Carrocería masillada.....	88
Figura 4. 47 Carrocería lijada y masillada.....	89
Figura 4. 48 Carrocería pintada con fondo	90
Figura 4. 49 Parte posterior con fondo.....	91
Figura 4. 50 Mini tractocamión con fondo en su totalidad.....	91
Figura 4. 51 Chasis con fondo	91
Figura 4. 52 Mini tractocamión pintado	92
Figura 4. 53 Tanques de combustible.....	92
Figura 4. 54 Tubos de escape	93
Figura 4. 55 Baliza con su base.....	93
Figura 4. 56 Visera.....	94
Figura 4. 57 Persiana.....	94
Figura 4. 58 Estribos.....	95
Figura 4. 59 Bases para guarda lodos	95
Figura 4. 60 Guardachoque modificado y adaptado al mini tractocamión	96
Figura 4. 61 Guardachoque forrado con lámina de acero cromado.....	96
Figura 4. 62 Luces frontales	97
Figura 4. 63 Trazado de moldes en cartón prensado	98
Figura 4. 64 Tapizado del interior de la carrocería.....	98
Figura 4. 65 Tapizado del interior de las puertas	99

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3. 1 Información de la malla viga del bastidor	19
Cuadro 3. 2 Detalles de la malla viga del bastidor	19
Cuadro 3. 3 Tensiones viga del bastidor.....	20
Cuadro 3. 4 Factor de seguridad viga del bastidor	21
Cuadro 3. 5 Información de malla balancín de suspensión posterior.....	23
Cuadro 3. 6 Detalles de la malla de balancín de suspensión posterior.....	24
Cuadro 3. 7 Tensiones del balancín de suspensión posterior	25
Cuadro 3. 8 Factor de seguridad balancín de suspensión posterior	26
Cuadro 3. 9 Información de malla soporte de suspensión posterior	28
Cuadro 3. 10 Detalles de malla soporte suspensión posterior	28
Cuadro 3. 11 Tensiones soporte de suspensión posterior.....	29
Cuadro 3. 12 Factor de seguridad soporte de suspensión posterior.....	30
Cuadro 3. 13 Información de malla del soporte de la quinta rueda.....	32
Cuadro 3. 14 Detalle de malla del soporte de la quinta rueda	32
Cuadro 3. 15 Tensiones del soporte de la quinta rueda	33
Cuadro 3. 16 Factor de seguridad del soporte de la quinta rueda	34
Cuadro 3. 17 Información de malla de la viga de soporte de la quinta rueda ...	37
Cuadro 3. 18 Detalles de malla de viga de anclaje para soporte quinta rueda .	37
Cuadro 3. 19 Tensión en la viga de soporte de la quinta rueda.....	38
Cuadro 3. 20 Factor de seguridad de la viga de soporte de la quinta rueda....	39
Cuadro 3. 21 Información de mallado de la barra de torsión	41
Cuadro 3. 22 Detalles de la malla del brazo de torsión.....	41
Cuadro 3. 23 Tensiones de la barra de torsión	42
Cuadro 3. 24 Información de mallado del cardán	45
Cuadro 3. 25 Detalles de la malla del cardán	45
Cuadro 3. 26 Tensiones del cardán	46
Cuadro 3. 27 Factor de seguridad del cardán.....	47
Cuadro 3. 28 Información de mallado del guardachoque	49
Cuadro 3. 29 Detalles de la malla del guardachoque	49
Cuadro 3. 30 Tensiones del guardachoque	50

Cuadro 3. 31 Factor de seguridad del guardachoque.....	51
Cuadro 3. 32 Información del mallado de la grada de ingreso.....	53
Cuadro 3. 33 Detalles de la malla de la grada de ingreso	54
Cuadro 3. 34 Tensiones de la grada de ingreso	54
Cuadro 3. 35 Factor de seguridad de la grada de ingreso.....	56
Cuadro 3. 36 Información de mallado de alargamiento del bastidor	58
Cuadro 3. 37 Detalles de la malla del alargamiento del bastidor	58
Cuadro 3. 38 Tensiones del alargamiento del bastidor.....	59
Cuadro 3. 39 Factor de seguridad del alargamiento del bastidor	61
Cuadro 3. 40 Coeficientes de resistencia aerodinámicos	62
Cuadro 3. 41 Datos iniciales para la simulación	64
Cuadro 3. 42 Valores obtenidos del estudio aerodinámico de la cabina.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Propiedades volumétricas de la viga del bastidor	18
Tabla 3. 2 Propiedades del material de la viga del bastidor.....	19
Tabla 3. 3 Propiedades volumétricas del balancín de suspensión posterior.....	23
Tabla 3. 4 Propiedades de material del balancín de suspensión posterior	23
Tabla 3. 5 Propiedades volumétricas del soporte de suspensión posterior	27
Tabla 3. 6 Propiedades del material de soporte de suspensión posterior.....	27
Tabla 3. 7 Propiedades volumétricas de soporte de la quinta rueda	31
Tabla 3. 8 Propiedades del material del soporte de la quinta rueda	32
Tabla 3. 9 Propiedades volumétricas de la viga de soporte de la quinta rueda	36
Tabla 3. 10 Propiedades de material de la viga de soporte de la quinta rueda	36
Tabla 3. 11 Propiedades volumétricas de la barra de torsión	40
Tabla 3. 12 Propiedades del material de la barra de torsión.....	41
Tabla 3. 13 Propiedades volumétricas del cardán	44
Tabla 3. 14 Propiedades del material del cardán.....	44
Tabla 3. 15 Propiedades volumétricas del guardachoque	48
Tabla 3. 16 Propiedades del material del guardachoque.....	49
Tabla 3. 17 Propiedades volumétricas de la grada de ingreso	53
Tabla 3. 18 Propiedades del material de la grada de ingreso.....	53
Tabla 3. 19 Propiedades volumétricas del alargamiento del bastidor	57
Tabla 3. 20 Propiedades del material viga del bastidor	58

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3. 1 Resistencia aerodinámica	61
Ecuación 3. 2 Área frontal.....	62

RESUMEN

Debido a la necesidad de un vehículo propio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga para el transporte del auto FESPE, se diseñó y construyó un mini tractocamión el cual es de fácil maniobrabilidad, debido a sus características físicas para el desplazamiento tanto en zonas urbanas como en carretera. El diseño del proyecto previo a la construcción se lo hizo en un software de simulación en el cual se realizaron distintos análisis lo cual ayudó a demostrar la fiabilidad de su construcción. La construcción del vehículo, se logró realizando las modificaciones e implementaciones necesarias tales como: alargamiento del bastidor, implementación de la suspensión tándem, adaptación de la quinta rueda, construcción de un capot similar al de un tractocamión en serie, construcción de la cabina y litera. Además se realizaron trabajos que ayudan a la estética de proyecto tales como: tapicería, acabados similares al de un tractocamión en serie, pintura y chapistería.

Palabras clave: Suspensión tándem, quinta rueda, mini tractocamión.

ABSTRACT

Due to the need for a vehicle owned University of the Armed Forces ESPE Latacunga Extension for auto transport FESPE, was designed and built a mini tractor which is easily maneuverable, due to its physical characteristics for moving both areas urban and highway. Design prior to construction project did a software simulation in which different analysis which helped to demonstrate the reliability of its construction was made. The construction of the vehicle was achieved by performing the necessary modifications and implementations such as lengthening the frame, implementation of the tandem suspension, fifth wheel adjustment, construction of a tractor similar to a serial construction of the berth cabin and hood. Upholstery, similar to that of a tractor in series, painting and sheet metal finishes: Further work to help the project such as aesthetics were performed.

Keywords: tandem suspension, fifth wheel, mini tractor.

INTRODUCCIÓN

El proyecto tiene como objetivo principal “Diseñar y construir un mini tractocamión utilizando el tres motriz del Ford Bronco” en la cual se encuentran plasmados conocimientos teóricos y prácticos que involucran los principales sistemas para el funcionamiento de un tractocamión, realizando trabajos de reconstrucción y modificación de partes.

CAPÍTULO I encontraremos lineamientos de todo el proyecto tales como objetivos, líneas de influencia y líneas de investigación.

CAPÍTULO II encontraremos las generaciones del Ford Bronco, la descripción de los componentes y mecanismos originales de un tractocamión, así como la historia y tipos de tractocamiones.

CAPÍTULO III tenemos el diseño y estudio de los diferentes componentes a ser modificados e implementados con la finalidad de comprobar la fiabilidad de las mismas.

CAPÍTULO IV se describe la construcción y montaje de la parte estructural modificada, la chapistería y pintura en el cual observaremos todo el proceso secuencial realizado.

CAPÍTULO V tenemos las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el tiempo de ejecución del proyecto.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 TÍTULO DEL PROYECTO

Diseño y construcción de un mini tractocamión utilizando el tren motriz de un Ford bronco.

1.2 ÁREA DE INFLUENCIA

Este proyecto se realizó en la ciudad de Latacunga, el mismo que servirá para el remolque del vehículo FESPE por las distintas ciudades del país, así también contribuirá con información técnica necesaria para el diseño del mismo, como información para los estudiantes de Ingeniería Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.

1.3 ANTECEDENTES

Uno de los problemas más comunes que se presentan en el club FESPE es el transporte del vehículo, ya que en la institución no se cuenta con ningún tipo de transporte propio y específico para este tipo de vehículo, lo cual ha sido motivo de incentivo para la ingeniería automotriz a generar nuevas ideas innovadoras y creativas de diseño y transporte basándose en un tractocamión que cumple la necesidad del club y de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.

Propendiendo que en el futuro existan vehículos de transporte con remolque que se acoplen a los espacios reducidos de movilización en la ciudad y a más de eso posean características físicas que permitan su fácil desplazamiento en lugares donde solo vehículos de bajo tonelaje pueden circular.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La demanda de un medio de transporte adecuado para el vehículo FESPE necesariamente obliga a contratar vehículos que presten servicios de transporte para la movilidad del mismo, lo cual ocasiona a la Institución y al club FESPE gastos innecesarios para la movilidad del auto, por lo que se denota una pérdida de dinero y tiempo.

La demanda de vehículos que prestan el servicio de transporte de automotores livianos en la ciudad de Latacunga no es del todo suficiente, y a la vez el costo por este servicio es elevado, convirtiéndose en el principal inconveniente.

Actualmente el alto grado de congestionamiento en la ciudad se ve reflejado en el incremento del parque automotor tanto en vehículos de transporte de mercancía como vehículos livianos. Los primeros son los que ocasionan la mayor parte del congestionamiento vehicular por sus dimensiones físicas.

1.5 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO

El bastidor será de tipo escalera que contará con dos largueros longitudinales de acero que se encuentran en forma paralela los cuales están unidos mediante una serie de travesaños donde se acoplarán los sistemas motrices como son motores, transmisión manual y diferencial. Un sistema de suspensión que trabajara con amortiguadores en las ruedas directrices. En las ruedas motrices contara con un sistema de ballestas con soportes de balancín, estos serán previamente estudiados, diseñados y seleccionados de acuerdo a la capacidad de arrastre que necesitemos, para que el sistema trabaje de una forma eficiente y no fallen los materiales a ser utilizados.

La carrocería está conformada por cabina, capot y guardafangos los mismos que serán construidos con acero galvanizado y fibra de vidrio, unidos por remaches de impacto, suelda gmaw y smaw.

El sistema de acople también conocido como quinta rueda será diseñada y construida con factores de seguridad altos para soportar el arrastre de la plataforma, serán realizados con materiales de características iguales o superiores a los datos que nos arrojen la simulación para no tener problemas de fallo del sistema de acople.

1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Ante los requerimientos de un vehículo propio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, para el transporte de un auto liviano y los gastos en el alquiler de grúas que presten este servicio, se ve en la necesidad del diseño y construcción de un tractocamión a escala que permita la movilidad de vehículos livianos, de fácil maniobrabilidad, aprovechando sus características físicas para el desplazamiento tanto en zonas urbanas como en carretera.

Además debemos tener en cuenta que la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Se encuentra en el centro de la ciudad, la cual posee calles estrechas provocando una congestión vehicular, siendo importante diseñar un tractocamión a escala, el cual, permitirá el transporte fácil y óptimo de vehículos livianos como el vehículo FESPE y permitiendo dar solución a este problema.

La optimización de materiales se basa en cumplir con normas de seguridad en carrocerías, son factores de importancia para la construcción y el diseño del tractocamión a escala, el cumplimiento de las normas de diseño y construcción de vehículos son imprescindibles en cualquier tipo de vehículo por lo cual es sumamente importante incorporarlos en la construcción del tractocamión a escala.

1.7 PROYECTOS RELACIONADOS

Actualmente no existen trabajos relacionados al presente proyecto en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga; sin embargo,

existe un proyecto en desarrollo relacionado con nuestra tesis “REPOTENCIACIÓN DEL TREN MOTRIZ DE UN FORD BRONCO “y una tesis complementaria que es una mini plataforma a la cual acoplara nuestro tractocamión.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo General

Diseñar y construir un mini tractocamión utilizando el tren motriz del Ford Bronco que cumpla características de seguridad, confort y estabilidad.

1.8.2 Objetivos específicos

- Realizar el estudio de las características y esfuerzos que son sometidos previo a la construcción del mini tractocamión.
- Diseñar el bastidor y carrocería del tractocamión a escala.
- Construir el bastidor y carrocería de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- Desarrollar las pruebas de rodaje del tractocamión a escala con el propósito de asegurarse que cada uno de los sistemas funcionen correctamente.
- Implementar la quinta rueda al mini tractocamión

CAPÍTULO II

2.1 GENERACIONES DEL FORD BRONCO

“La persona que dio la vida al Ford Bronco fue Donald N. Frey gerente de producción de Ford” (AutoMecanica, 2012).

La idea de crear un todoterreno como el Bronco, que compitiera con el Jeep CJ5 o el International Scout, porque Paul G. Axelrad el ingeniero responsable de su diseño decidió utilizar los ejes y los frenos del pick up F-100 de tracción total, aunque incorporando unos brazos longitudinales y una estabilizadora que permitía colocar muelles, en lugar de las típicas ballestas, lo cual resultada muy avanzado para la época.

“El primer motor que se incorporó al Bronco fue un bloque de seis cilindros y 2,8 litros de gasolina, con una potencia de 105 CV. Posteriormente, incorporó motores V8 de 200 CV” (AutoFacil, 2012)

Cuando salió a la venta, se ofrecía en carrocería cerrada, pick up y roadster, aunque esta última desapareció pronto de los catálogos y la pick up lo hizo unos años después, de manera que solo se mantuvo la versión de carrocería cerrada, siempre en dos puertas.

2.1.1. Bronco 1966 – 1977

El Bronco fue diseñado por Paul G. Axelrad, como un competidor del Jeep CJ-5 y la International Harvester Scout, a diferencias de estos modelos el Ford Bronco fue un vehículo más liviano y confortable que los dos modelos anteriores, ofreciéndole así al conductor una mayor facilidad de manejo, ya que su tamaño fue ideal para la época como se ve en la Figura 2.1.



Figura 2. 1. Bronco de 1966 – 1977

Fuente: carinpicture s.f Recuperado de: <http://carinpicture.com/2012/09/ford-bronco-1966-1977/ford-bronco-1966-1977-photo-02/>

2.1.2. Bronco 1978 - 1979

Su diseño aumento en tamaño con respecto al modelo anterior (Figura 2.1), para hacerle frente a la Chevrolet Blazer, se basó en la F100 de 1973, donde se introdujeron accesorios tales como el techo duro removible y un eje delantero sólido con tracción (Figura 2.2), otro aspecto a considerar es la suspensión delantera que posee espirales. La caja de cambios era de cuatro velocidades y había una versión de caja automática de tres velocidades, el motor era de 5,8 litros V8 y otra versión con motor de 6,6 litros V8.



Figura 2. 2. Bronco 1978 -1979

Fuente: favcars s.f. Recuperado de: <http://www.favcars.com/pictures-ford-bronco-1978-79-33251>

2.1.3. Bronco 1980 - 1986

Se basó en el modelo anterior como se muestra en la Figura 2.2, para realizar varias modificaciones en cuanto al diseño, ya que se instalaron motores más económicos a inyección electrónica, se modificó la estética, se cambió el sistema de suspensión y el tren delantero se reemplazó por uno de doble viga de tracción, el que posibilitaba una suspensión independiente.



Figura 2. 3. Bronco 1980 -1986

Fuente: autoevolution s.f. Recuperado de:

<http://www.autoevolution.com/image/ford-bronco-1980/17770.html>

2.1.4. Bronco 1987 - 1991

Este modelo fue fabricado sobre el armazón de la F150, donde se le realizó varias modificaciones para hacerlos más aerodinámicos que los modelos anteriores y la misma F150 haciéndola así muy versátil y confortable como se aprecia en la figura 2.4, en esta producción se fabricaron ediciones de lujo los cuales contaban con tapizados de cuero, los motores de inyección electrónica y la caja de cambio contaban con cinco marchas.



Figura 2. 4. Bronco 1987 - 1991

Fuente: autoevolution s.f. Recuperado de:

<http://www.autoevolution.com/image/ford-bronco-1987/17781.html#sjmp>

2.1.5. Bronco 1992 – 1996

Este bronco implementó sistemas de seguridad, como una mayor seguridad en su estructura delantera, cinturones de seguridad de tres puntos en el asiento posterior, Air Bag para el conductor, así como un tercer stop en la parte trasera superior, su carrocería era liviana y aerodinámica (Figura 2.5) su cilindrada variaba de 4.500 a 5000 cc.



Figura 2. 5. Bronco 1992-1996

Fuente: autoevolution s.f. Recuperado de:

<http://www.autoevolution.com/image/ford-bronco-1992/17784.html>

2.2. LA HISTORIA DE LOS TRACTOCAMIONES

Es un vehículo motorizado utilizado para el transporte de mercancías y otros valores. Se diferencia de los autos comunes en que estos tienen su estructura como un solo casco, de forma completa, por su parte la mayoría de los camiones se construyen alrededor de una estructura resistente llamada chasis. Estos están formados por un chasis portante, generalmente un marco estructural, una cabina y una estructura para transportar la carga.

Los primeros camiones con motor de gasolina se desarrollaron en Europa y los Estados Unidos en la década de 1890, lo que significa que prácticamente han existido casi desde cuando ocurrió la invención del motor de combustión interna. En 1904 unos 700 camiones grandes circulaban por las pésimas carreteras de los Estados Unidos. (Mejía-Azcárate)

El número se disparó a casi 25.000 en 1914 y fue, durante la primera guerra mundial, que los camiones jugaron un papel muy importante en el movimiento de suministros y tropas tanto en los Estados Unidos, como en Europa. Inicialmente los vehículos de carga, de gran tonelaje, no fueron construidos para la comodidad, sino para la utilidad y el transporte como podemos observar en la figura 2.6. Los primeros camiones, montados sobre ruedas de caucho macizo y con sistemas de freno mecánico, sólo podían recorrer distancias cortas a baja velocidad, por caminos sin pavimentar. Los avances tecnológicos en el desarrollo del neumático y los frenos hidráulicos ayudaron a desarrollar los tractocamiones que con el tiempo se convertirían en una industria de dimensiones incomprensibles.



Figura 2. 6. Primer modelo de tractocamión

Fuente: Mejía-Azcárate. Recuperado de:

<http://obeliscoclassiccarclub.blogspot.com/2013/01/la-historia-de-los-tracto-camiones.html>

2.2.1 Partes de un Tractocamión

Los sistemas de bastidor, carrocería y quinta rueda son elementos de gran importancia en cualquier vehículo pero el último es fundamental en vehículos de transporte con remolque. En el bastidor se alojan los elementos mecánicos como suspensión y tren motriz para conformar el chasis; mientras que en la carrocería se aloja los elementos de mando como pedales, volante, y palanca de cambios al igual que conforma el habitáculo para los pasajeros y la quinta rueda es la encargada de acoplar al semirremolque con el tractocamión.

a. Bastidor

En el bastidor de un vehículo se montan y sujetan el motor, la carrocería, las ruedas y elementos de la transmisión, está construido por un armazón de vigas o largueros de acero de sección en U o rectangular, unidos mediante travesaños que refuerzan el bastidor y sirven como soporte para el motor y la carrocería.

“El bastidor es extremadamente rígido y fuerte, para resistir los impactos de las irregularidades de la calzada, las torsiones, vibraciones y otros esfuerzos a que se halla sometido en la carretera” (Crouse, 1984, págs. 16-19).

b. Bastidor de largueros longitudinales

Este tipo de bastidor se conforma de dos perfiles longitudinales a los que se los denomina largueros unidos por varios travesaños que están de forma perpendicular a los largueros este tipo de bastidor es extremadamente rígido lo que lo convierte en el bastidor ideal para el transporte de cargas.

c. Bastidor de perfil en U

Los bastidores cuyos largueros se forman a partir de perfiles en U se encuentran principalmente en tractocamiones, camiones rígidos, autobuses y remolques, y es por eso que son los más utilizados en el conjunto de los vehículos industriales (figura 2.7). Sus características mecánicas y formas con paredes exteriores, planas los hacen ideales para situar sobre ellos superestructuras y bastidores auxiliares que añaden mayor resistencia a la estructura portante en el proceso de carrozado de camiones. Este tipo de perfil abierto permite la flexión en los largueros, sin que se exponga el material a tensiones innecesarias y proporciona a los travesaños una resistencia suficiente para absorber las fuerzas laterales.



Figura 2. 7. Bastidor de largueros longitudinales con perfil en U

Fuente: <http://www.centro-zaragoza.com>, Javier Teller Bell, Nº 47 - Enero /
Marzo 2011

d. Carrocería

La carrocería (figura 2.8) va unida al bastidor mediante tornillos y tuercas, los cuales están separados mediante arandelas o tacos de caucho para evitar que los ruidos y vibraciones del bastidor se transfieran a la carrocería.

“La carrocería está diseñada para contener y proteger el motor y los accesorios; además de alojar a los ocupantes del vehículo. Su diseño debe también reducir la resistencia del aire. Esta característica aerodinámica se basa en el uso de curvas, en vez de ángulos y superficies planas.” (Crouse, 1984, págs. 341-323)



Figura 2. 8. Carrocería de un tractocamión SCANIA

Fuente: <http://www.scania.com.ar>, GACETILLA DE PRENSA, viernes, 10 de junio de 2011

e. Quinta Rueda

La quinta rueda es aquella que permite el enganche o acople entre el tractocamión y el semirremolque, la quinta rueda se encuentra en el tractocamión y la unión con el semirremolque se lo hace mediante un elemento llamado King pin el cual se une con la quinta rueda para complementar el enganche (figura 2.9).



Figura 2. 9. Quinta rueda

Fuente: <http://www.jost-world.com>, JOST manual de reparación Quinta rueda JSK 37

2.2.2. Tipos de camiones

La clasificación de los camiones de carga, se hace de acuerdo a la cantidad de sus ejes, llantas y peso máximo reglamentado para transitar por las carreteras como se observa en la figura 2.10.

Según su tamaño los camiones se clasifican en 4 tipos:

Camión
Unitario



Camión
Remolque



Tractocamión
Articulado



Tractocamión
Doblemente
Articulado



Figura 2. 10. Tipos de camiones

Fuente: <http://www.ecured.cu/index.php/Cami%C3%B3n>

2.2.3. Clasificación de los camiones por sus usos.

- Camión hormigonera, utilizado en la construcción para transportar el hormigón.
- Camión de bomberos, para la extinción de incendios.
- Camión cisterna, para transportar diferentes tipos de líquidos.
- Camión de la basura, llamado popularmente "camión de aseo".
- Camión grúa, para el viaje de estructuras en diferentes lugares.
- Tractocamión, camión tractor concebido generalmente para la tracción de un remolque o semirremolque, basculante o no, cuyo conjunto habitualmente se denomina tráiler.
- Camión basculante, con bandeja de carga basculante y fija al chasis.
- Camión Volquete, vehículo más robusto y reforzado para el movimiento de grandes volúmenes de áridos, y rocas, provisto de una caja basculante para verter la carga de forma rápida.
- Tren de carretera, camión que arrastra 3 o más remolques.
- Camión Jaula ganadera, camiones que van provistos de un armazón o jaula metálica para el transporte de ganado vivo. (EcuRed, EcuRed)

2.3 TEORÍA PARA EL DISEÑO

A continuación detallamos los requerimientos necesarios para el diseño de un bastidor y suspensión de un camión.

2.3.1 Para el bastidor de un camión

Se hace, normalmente, de forma simplificada, limitándose a los largueros, y definiéndose los travesaños, más por experiencia y ensayos en bancos y vehículos, que por cálculos. La tendencia es hacerlo más completo, gracias a los métodos informáticos desarrollados para las carrocerías autoportantes. (Cascajosa, 2005, págs. 202-204)

El método empleado es el que nos facilita cualquier tratado de resistencia de materiales.

El diseño está basado en la aplicación más usual del vehículo y, para ello dotársele de la rigidez más conveniente, tanto a flexión como a torsión. La forma de los travesaños juega un papel importante en las deformaciones torsionales.

Dependiendo de lo anterior, el perfil de largueros y travesaños convendrá que sea abierto o cerrado, proporcionando el primero rigidez a flexión y elasticidad a torsión y el segundo rigidez a todo el conjunto de bastidor. Los perfiles utilizados son laminados en caliente o de chapa perfilada en frío.

Largueros, travesaños y otros elementos se unen mediante remaches en frío, tornillos o soldadura.

Las cargas que soporta el bastidor son puntuales o uniformemente repartidas.

Como cargas puntuales se consideran:

- Conjunto motor y caja de cambios
- Depósito de combustible
- Baterías

- Depósitos de aire comprimido
- Rueda de refacción
- Cabina (soportes)
- Radiador

Como cargas distribuidas uniformemente tenemos el bastidor principal y auxiliar y la caja de carga que se encuentra distribuida uniformemente.

Las reacciones en largueros se toman en los puntos de apoyo de ballestas. Previamente, se calculan las reacciones en la posición de los ejes y se reparte entre aquellos.

2.3.2 Para la suspensión

El eje tándem posterior con suspensión de muelle, utiliza un diseño de ballestas del empate de seis puntos para compensar la articulación del eje, tanto de una posición hacia otra y de delante hacia atrás. Cuatro paquetes de ballestas están unidos a los ejes con pernos en U, hacia ambos lados del vehículo, el extremo delantero del muelle delantero y el extremo trasero del muelle trasero son colocados en soportes montados en los largueros del bastidor y zapatos de desgaste de acero son ubicados en cada soporte.

En el centro, entre los muelles delanteros y traseros, las ballestas van montadas en un balancín el cual pivota sobre un manguito en el soporte de balancín. El balancín utilizado en esta suspensión es corto, pero eficaz para ayudar al balance de las fuerzas de suspensión entre los ejes. Cada eje se mantiene en alineación por un par de torsión (radio), las barras de torsión controlan las fuerzas longitudinales a las que se somete suspensión, así como los efectos negativos causados al eje provocado por frenado o la aceleración agresiva.

El sistema de suspensión de balancín está diseñado para bajar el centro de gravedad de la carga por eje. Esto se logra mediante la colocación de la viga sobre o por debajo de la línea central del eje. Este diseño proporciona un

impulso adicional para trabajar con las barras de torsión para absorber el par del eje e impactos de la carretera.



Figura 2. 11. Suspensión tándem vista lateral

Fuente:

http://img.alibaba.com/photo/926183770_2/Trailer_Parts_Tandem_Mechanical_American_Suspension.jpg

CAPÍTULO III

DISEÑO Y ESTUDIO

El estudio y diseño de los elementos a ser construidos e implementados se lo realizó mediante un software de simulación, en el cual mostro estudios como: tensiones y factor de seguridad.

3.1. ANÁLISIS DE VIGA DEL BASTIDOR

A la viga del bastidor se otorgaron propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, el mini tractocamión debe soportar un peso total de 4000 kg, esta carga se divide entre las dos vigas entonces el valor a tomarse para una viga es de 2000 kg.

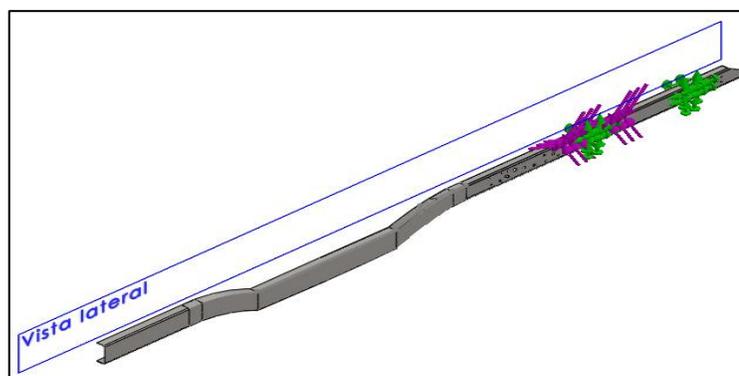


Figura 3. 1 Viga del bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.1 detallamos las propiedades volumétricas que posee la viga del bastidor.

Tabla 3. 1 Propiedades volumétricas de la viga del bastidor

Propiedades volumétricas
Masa:40.7908 kg
Volumen:0.00558778 m ³
Densidad:7300 kg/m ³
Peso:399.75 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.2 detallamos el material seleccionado para la viga del bastidor y las propiedades que posee.

Tabla 3. 2 Propiedades del material de la viga del bastidor

Propiedades	
Nombre:	Acero aleado fundido
Límite elástico:	2.41275e+008 N/m ²
Límite de tracción:	4.48083e+008 N/m ²
Módulo elástico:	1.9e+011 N/m ²
Densidad:	7300 kg/m ³
Módulo cortante:	7.8e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.5e-005 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

La información del mallado realizado por el software a la viga del bastidor se presenta en el cuadro 3.1. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 1 Información de la malla viga del bastidor

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Tamaño de elementos	31.072 mm
Tolerancia	1.5536 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.2 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 2 Detalles de la malla viga del bastidor

Número total de nodos	28368
Número total de elementos	13559

Fuente: Software de simulación

El mallado de la viga del bastidor se puede apreciar en la figura 3.2.

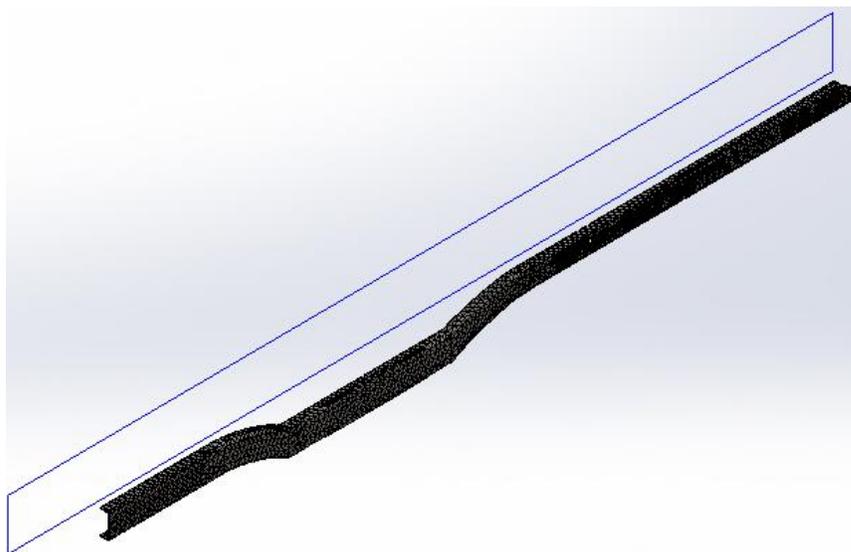


Figura 3. 2 Mallado de viga del bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.1.1 Resultados del estudio viga del bastidor

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material lo cual se indica en la tabla 3.2, el cuadro 3.3 muestra los valores arrojados por el estudio realizado a la viga del bastidor.

Cuadro 3. 3 Tensiones viga del bastidor

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.680507 N/m ² Nodo: 5797	1.20684e+008 N/m ² Nodo: 195

Fuente: Software de simulación

En la figura 3.3 podemos apreciar que lugar se producen la tensión máxima y mínima en la viga del bastidor.

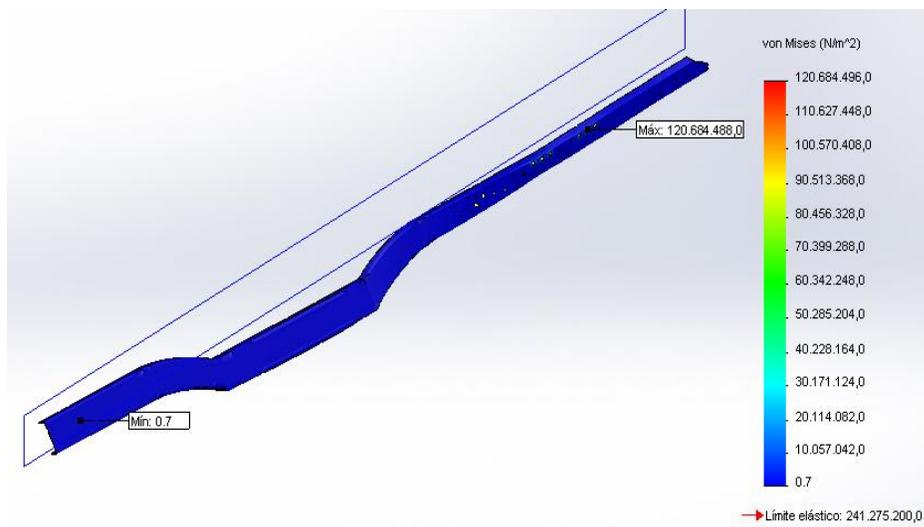


Figura 3. 3 Tensión de von Mises en la viga del bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad:

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

El cuadro 3.4 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis realizado a la viga del bastidor.

Cuadro 3. 4 Factor de seguridad viga del bastidor

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	1.99922 Nodo: 195	3.54552e+008 Nodo: 5797

Fuente: Software de simulación

La ubicación de los FDS máximos y mínimos en la viga del bastidor se puede apreciar en la figura 3.4.

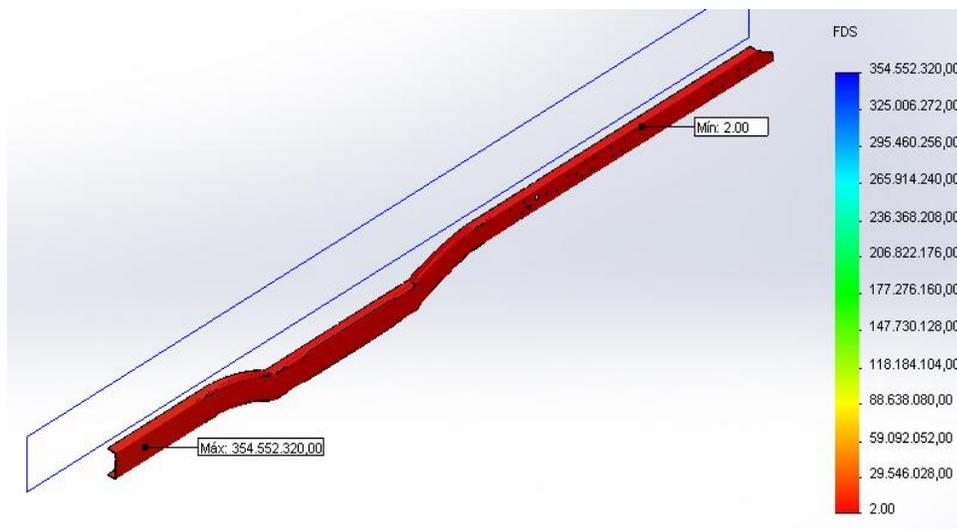


Figura 3. 4 Factor de seguridad en la viga del bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.2 ANÁLISIS DEL BALANCÍN DE SUSPENSIÓN POSTERIOR

En balancín de suspensión superior se otorgó al modelo propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, al modelo se le aplicó una carga de 2000 kg este es el peso que debe soportar este elemento.

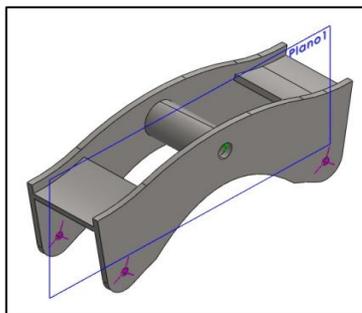


Figura 3. 5 Balancín de suspensión posterior

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.3 detallamos las propiedades volumétricas que posee el balancín de suspensión posterior.

Tabla 3. 3 Propiedades volumétricas del balancín de suspensión posterior

Propiedades volumétricas	
Masa:	2.66724 kg
Volumen:	0.000365376 m ³
Densidad:	7300 kg/m ³
Peso:	26.139 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.4 detallamos las propiedades del material utilizado para el balancín de suspensión posterior.

Tabla 3. 4 Propiedades de material del balancín de suspensión posterior

PROPIEDADES	
Nombre:	Acero aleado fundido
Límite elástico:	2.41275e+008 N/m ²
Límite de tracción:	4.48083e+008 N/m ²
Módulo elástico:	1.9e+011 N/m ²
Densidad:	7300 kg/m ³
Módulo cortante:	7.8e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.5e-005 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

La información del mallado realizado al balancín de suspensión se presenta en el cuadro 3.5. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 5 Información de malla balancín de suspensión posterior

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Tamaño de elementos	7.15088 mm
Tolerancia	0.357544 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.6 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 6 Detalles de la malla de balancín de suspensión posterior

Número total de nodos	16857
Número total de elementos	8524

Fuente: Software de simulación

El mallado obtenido en el balancín de suspensión posterior lo podemos apreciar en la figura 3.6.

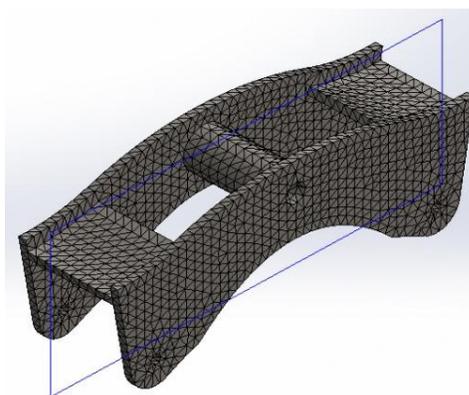


Figura 3. 6 Mallado de balancín de suspensión posterior

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.2.1. Resultados del estudio de balancín de suspensión posterior

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material indicado en la tabla 3.4, el cuadro 3.7 muestra los valores arrojados por el estudio realizado al balancín de suspensión posterior.

Cuadro 3. 7 Tensiones del balancín de suspensión posterior

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	19.7455 N/m ² Nodo: 16035	1.14094e+008 N/m ² Nodo: 4

Fuente: Software de simulación

Las tensiones máximas y mínimas con su respectiva ubicación se las pueden apreciar en la figura 3.7.

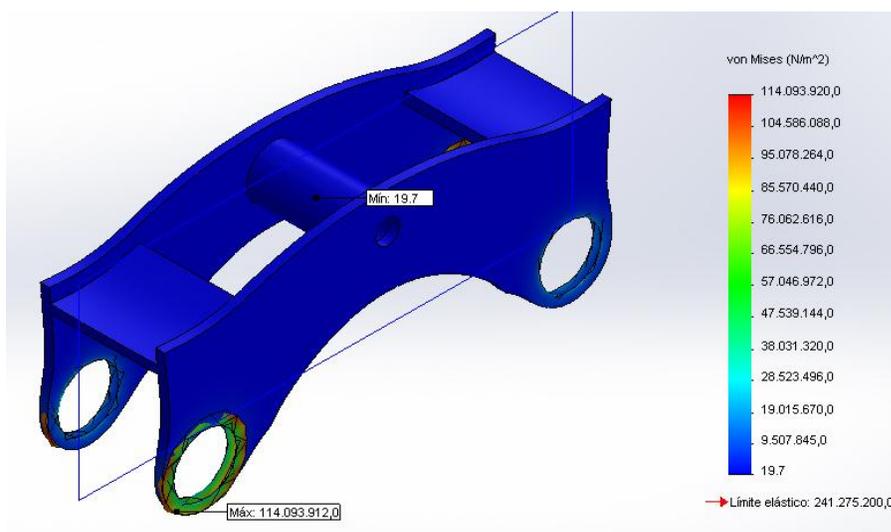


Figura 3. 7 Tensiones del balancín de suspensión posterior

Fuente: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad:

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

El cuadro 3.8 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis realizado al balancín de suspensión posterior.

Cuadro 3. 8 Factor de seguridad balancín de suspensión posterior

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	2.11471 Nodo: 4	1.22192e+007 Nodo: 16035

Fuente: Software de simulación

La ubicación de los FDS máximo y mínimo se presenta en la figura 3.8.

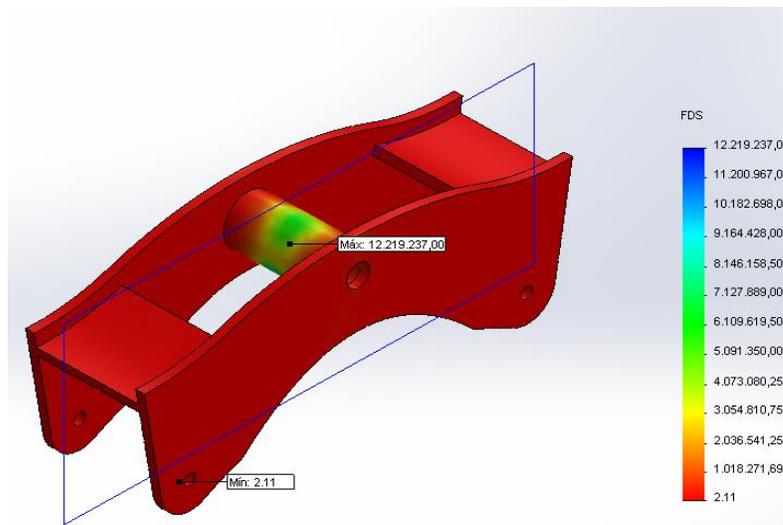


Figura 3. 8 Factor de seguridad de balancín de suspensión posterior

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.3. ANÁLISIS DE SOPORTE DE SUSPENSIÓN POSTERIOR

Al soporte de suspensión posterior se otorgó al modelo propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, al modelo se le aplicó una carga de 2000 kg, peso el cual tendrá que soportar nuestro elemento.

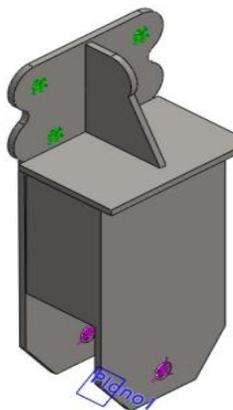


Figura 3. 9 Soporte de suspensión posterior

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.5 detallamos las propiedades volumétricas que posee el soporte de suspensión posterior.

Tabla 3. 5 Propiedades volumétricas del soporte de suspensión posterior

Propiedades volumétricas	
Masa:	4.83145 kg
Volumen:	0.000619416 m ³
Densidad:	7800 kg/m ³
Peso:	47.3482 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.6 detallamos las propiedades que posee el material en el software de simulación.

Tabla 3. 6 Propiedades del material de soporte de suspensión posterior

PROPIEDADES	
Nombre:	Acero al carbono fundido
Límite elástico:	2.48168e+008 N/m ²
Límite de tracción:	4.82549e+008 N/m ²
Módulo elástico:	2e+011 N/m ²
Densidad:	7800 kg/m ³
Módulo cortante:	7.6e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.2e-005 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

La información del mallado realizado al soporte de suspensión posterior se presenta en el cuadro 3.9. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 9 Información de malla soporte de suspensión posterior

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Tamaño de elementos	9.26291 mm
Tolerancia	0.463146 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.10 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 10 Detalles de malla soporte suspensión posterior

Número total de nodos	16822
Número total de elementos	8309

Fuente: Software de simulación En la figura 3.10 se puede apreciar el mallado realizado al soporte de suspensión posterior.

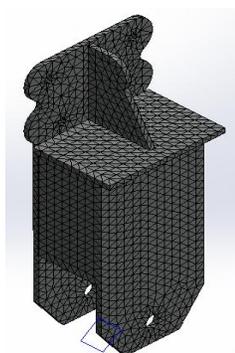


Figura 3. 10 Mallado de soporte suspensión posterior

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.3.1 Resultados del estudio soporte de suspensión posterior

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material este valor está indicado en la tabla 3.6, el cuadro 3.11 muestra los valores arrojados por el estudio realizado al soporte de suspensión posterior.

Cuadro 3. 11 Tensiones soporte de suspensión posterior

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	9.44306 N/m ² Nodo: 5994	6.42858e+007 N/m ² Nodo: 16657

Fuente: Software de simulación

Los valores y ubicación de la tensión máxima y mínima se los puede apreciar en la figura 3.11.

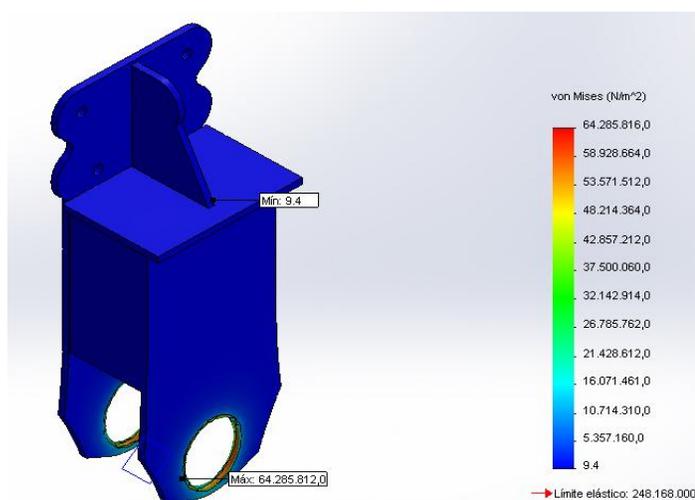


Figura 3. 11 Tensiones del soporte de suspensión posterior

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad:

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

El cuadro 3.12 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis realizado al soporte de suspensión posterior.

Cuadro 3. 12 Factor de seguridad soporte de suspensión posterior

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	3.86039 Nodo: 16657	2.62805e+007 Nodo: 5994

Fuente: Software de simulación

El factor de seguridad máximo y mínimo con su respectiva ubicación se indican en la figura 3.12

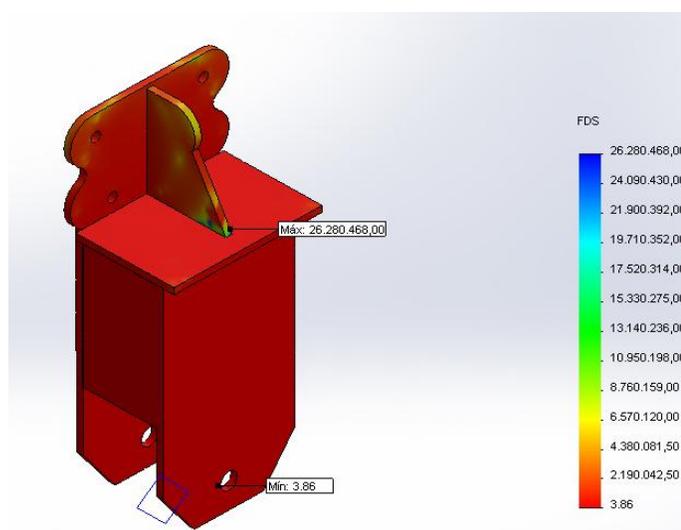


Figura 3. 12 Factor de seguridad de soporte de suspensión posterior

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.4 ANÁLISIS SOPORTE DE QUINTA RUEDA

Al soporte de quinta rueda se otorgó al modelo propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, se le aplicó una carga de 4000 kg el cual es el peso que debe soportar el mini tractocamión.

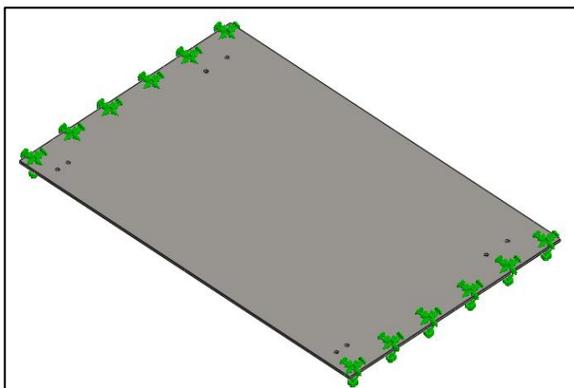


Figura 3. 13 Soporte de la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.7 detallamos las propiedades volumétricas que posee el soporte de quinta rueda.

Tabla 3. 7 Propiedades volumétricas de soporte de la quinta rueda

Propiedades volumétricas
Masa:23.3804 kg
Volumen:0.00303641 m ³
Densidad:7700 kg/m ³
Peso:229.128 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.8 detallamos las propiedades que posee el material del soporte de la quinta rueda.

Tabla 3. 8 Propiedades del material del soporte de la quinta rueda

PROPIEDADES	
Nombre:	Acero aleado
Límite elástico:	6.20422e+008 N/m ²
Límite de tracción:	7.23826e+008 N/m ²
Módulo elástico:	2.1e+011 N/m ²
Densidad:	7700 kg/m ³
Módulo cortante:	7.9e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.3e-005 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

La información del mallado realizado al soporte de la quinta rueda se presenta en el cuadro 3.13. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 13 Información de malla del soporte de la quinta rueda

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Tamaño de elementos	21.87 mm
Tolerancia	1.0935 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.22 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 14 Detalle de malla del soporte de la quinta rueda

Número total de nodos	21849
Número total de elementos	10511

Fuente: Software de simulación

El mallado obtenido en el soporte de la quinta rueda se presenta en la figura 3.14.

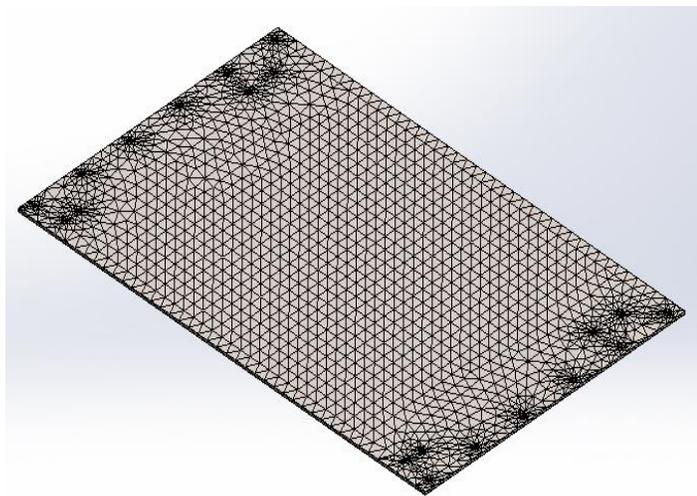


Figura 3. 14 Mallado del soporte de la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.4.1 Resultados del estudio soporte quinta rueda

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material este valor se aprecia en la tabla 3.8, el cuadro 3.15 muestra los valores arrojados por el estudio realizado al soporte de quinta rueda

Cuadro 3. 15 Tensiones del soporte de la quinta rueda

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	131130 N/m ² Nodo: 11312	2.72844e+008 N/m ² Nodo: 2004

Fuente: Software de simulación

La ubicación de las tensiones máximas y mínimas de este estudio se las puede apreciar en la figura 3.15.

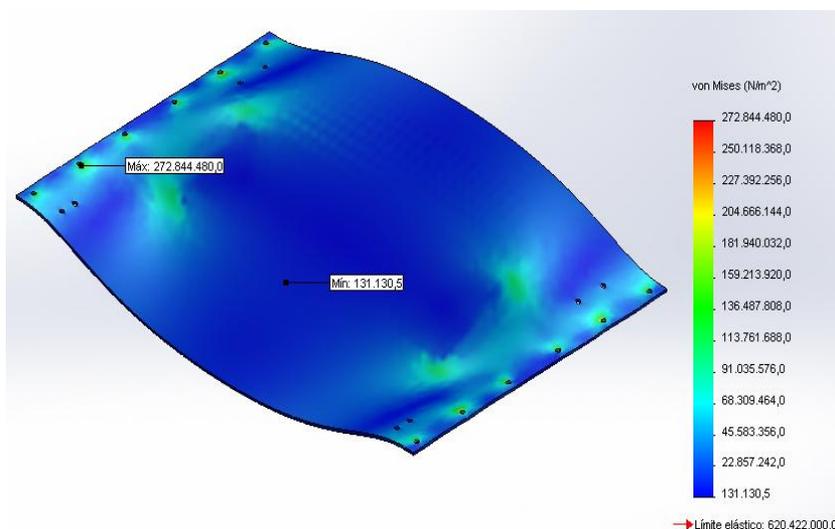


Figura 3. 15 Tensiones en el soporte de la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

El cuadro 3.16 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis del soporte de la quinta rueda.

Cuadro 3. 16 Factor de seguridad del soporte de la quinta rueda

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.2739 Nodo: 2004	4731.33 Nodo: 11312

Fuente: Software de simulación

La ubicación de los FDS máximo y mínimo se los aprecia en la figura 3.16.

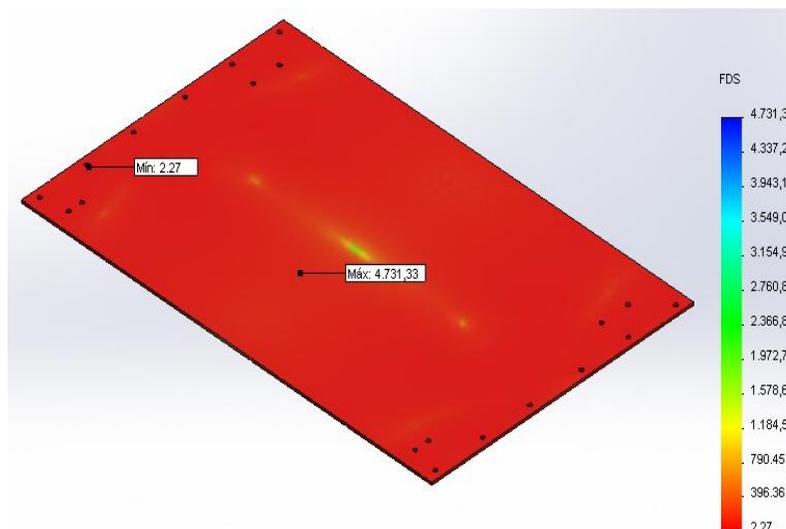


Figura 3. 16 Factor de seguridad del soporte de la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.5 ANÁLISIS DE LA VIGA DE ANCLAJE PARA EL SOPORTE DE LA QUINTA RUEDA

En la viga de anclaje para soporte de quinta rueda se otorgó al modelo propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, se le aplicó una carga de 2000 kg ya que son dos vigas de soporte y como se menciono anteriormente el mini tractocamión debe soportar un peso de 4000kg.

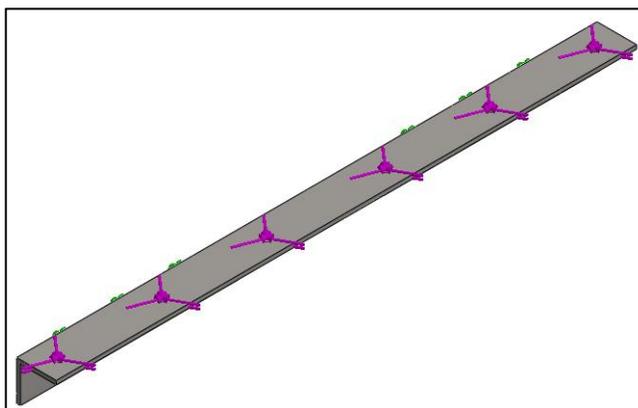


Figura 3. 17 Viga de anclaje para soporte de la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.9 detallamos las propiedades volumétricas que posee viga de anclaje para soporte de quinta rueda.

Tabla 3. 9 Propiedades volumétricas de la viga de anclaje para soporte de la quinta rueda

Propiedades volumétricas	
Masa:	1.26508 kg
Volumen:	0.000164297 m ³
Densidad:	7700 kg/m ³
Peso:	12.3978 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.10 detallamos las propiedades que posee el material de la viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda.

Tabla 3. 10 Propiedades del material de la viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda

PROPIEDADES	
Nombre:	Acero aleado
Límite elástico:	6.20422e+08 N/m ²
Límite de tracción:	7.23826e+08 N/m ²
Módulo elástico:	2.1e+11 N/m ²
Densidad:	7700 kg/m ³
Módulo cortante:	7.9e+10 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.3e-05 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

La información del mallado realizado a la viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda se presenta en el cuadro 3.17. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 17 Información de malla de la viga de anclaje para soporte de la quinta rueda

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Tamaño de elementos	5.96987 mm
Tolerancia	0.298494 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.18 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 18 Detalles de malla de viga de anclaje para soporte quinta rueda

Número total de nodos	15414
Número total de elementos	7311

Fuente: Software de simulación

El mallado que se obtuvo en la viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda se lo observa en la figura 3.18.

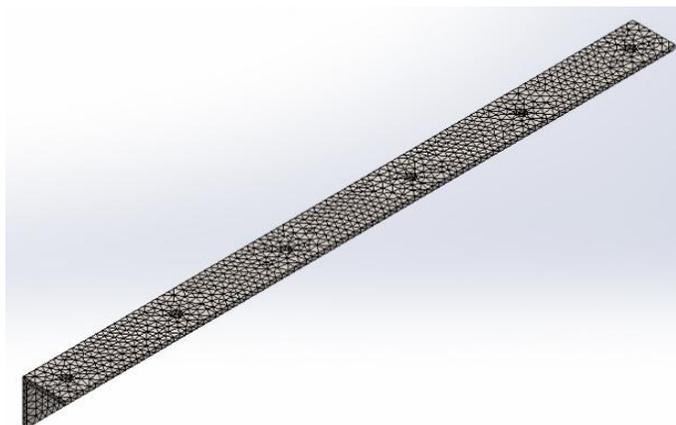


Figura 3. 18 Mallado de viga de anclaje para soporte de la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.5.1 Resultados del estudio viga de anclaje para soporte quinta rueda

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material, el cuadro 3.19 muestra los valores arrojados por el estudio realizado a la viga de anclaje para soporte de la quinta rueda.

Cuadro 3. 19 Tensiones en la viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	7821.08 N/m ² Nodo: 12385	1.6001e+08 N/m ² Nodo: 14797

Fuente: Software de simulación

La ubicación de la tensión máxima y mínima de la viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda se puede observar en la figura 3.19.

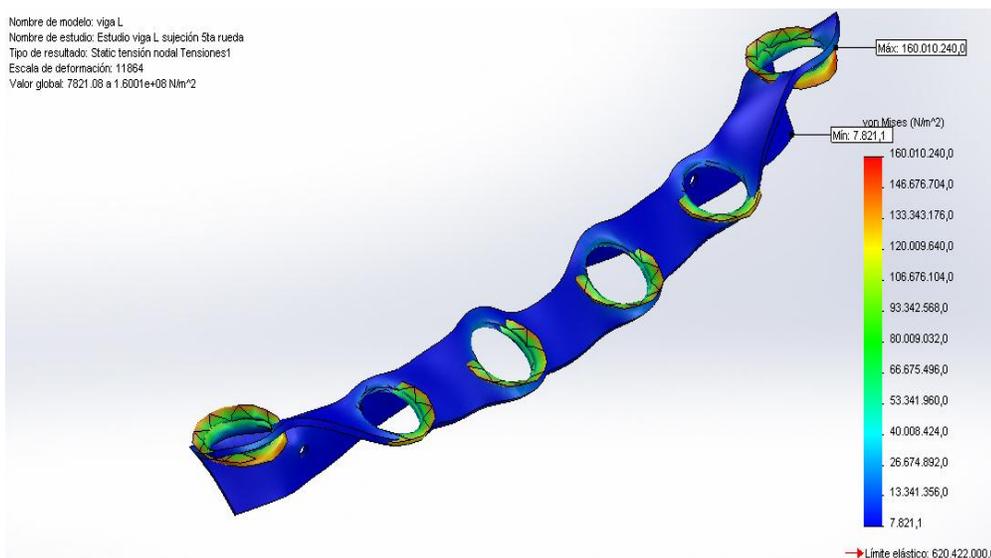


Figura 3. 19 Tensiones en la viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

El cuadro 3.20 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis realizado a la viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda

Cuadro 3. 20 Factor de seguridad para la viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	3.87739 Nodo: 14797	79326.9 Nodo: 12385

Fuente: Software de simulación

La ubicación del FDS máximo y mínimo se pueden observar en la figura 3.20.

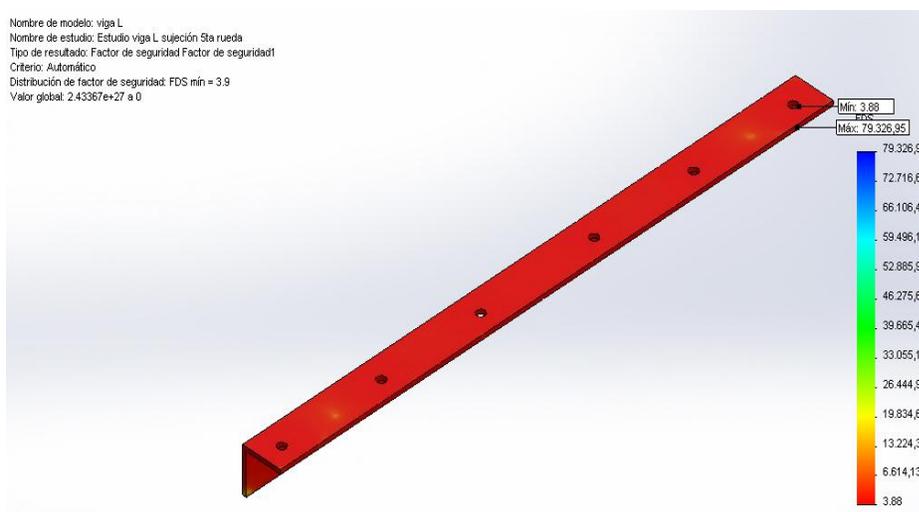


Figura 3. 20 Factor de seguridad de la viga de anclaje para soporte de la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.6 ANÁLISIS DE LA BARRA DE TORSIÓN

En este análisis a la barra de torsión se otorgó al modelo propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, se le aplicó una carga de 2000 kg.

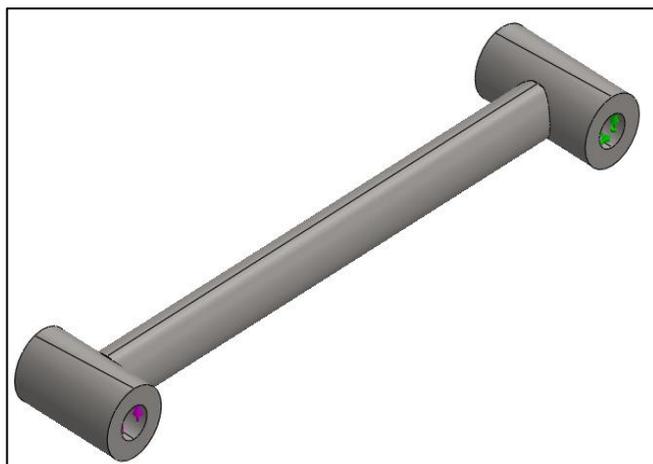


Figura 3. 21 Barra de torsión

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.11 detallamos las propiedades volumétricas que posee la barra de torsión.

Tabla 3. 11 Propiedades volumétricas de la barra de torsión

Propiedades volumétricas
Masa:1.59587 kg
Volumen:0.000218613 m ³
Densidad:7300 kg/m ³
Peso:15.6395 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.12 detallamos las propiedades asignadas al material de la barra de torsión.

Tabla 3. 12 Propiedades del material de la barra de torsión

PROPIEDADES	
Nombre:	Acero aleado fundido
Límite elástico:	2.41275e+008 N/m ²
Límite de tracción:	4.48083e+008 N/m ²
Módulo elástico:	1.9e+011 N/m ²
Densidad:	7300 kg/m ³
Módulo cortante:	7.8e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.5e-005 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

La información del mallado para la barra de torsión se presenta en el cuadro 3.21. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 21 Información de mallado de la barra de torsión

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Tamaño de elementos	6.02594 mm
Tolerancia	0.301297 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.22 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 22 Detalles de la malla del brazo de torsión

Número total de nodos	12182
Número total de elementos	7260

Fuente: Software de simulación

El mallado que se genero en la barra de torsión se lo muestra en la figura 3.22.

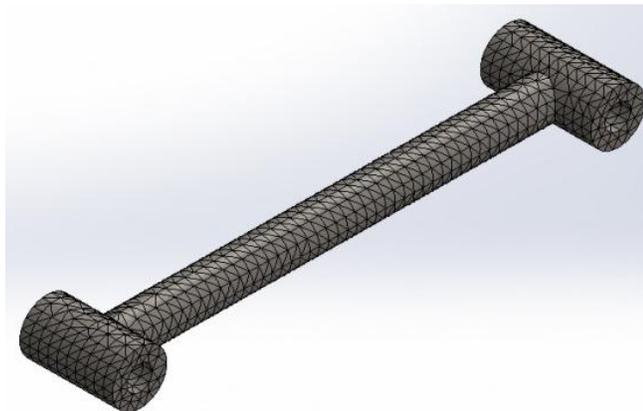


Figura 3. 22 Mallado de la barra de torsión

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.6.1 Resultados del estudio barra de torsión

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material, el cuadro 3.35 muestra los valores arrojados por el estudio realizado a la barra de torsión.

Cuadro 3. 23 Tensiones de la barra de torsión

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von	24929 N/m ²	1.86898e+008 N/m ²
	Mises	Nodo: 193	Nodo: 11433

Fuente: Software de simulación

La ubicación de la tensión máxima y mínima obtenida en el estudio a la barra de torsión se las puede apreciar en la figura 3.23.

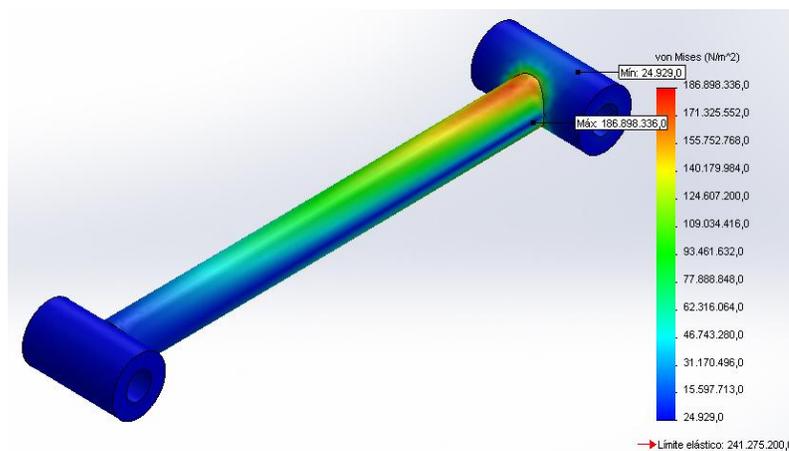


Figura 3. 23 Tensiones de la barra de torsión

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.7 ANÁLISIS DEL CARDÁN

En este análisis a cardán se otorgó al modelo propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido. Se le aplicó una carga de 406 N.m ya que es el equivalente a 300 lb.ft valor del torque que entrega el motor del Ford Bronco, además se le ingreso una unión del tipo rígido ya que el cardán original tiene que ser alargado en la construcción.

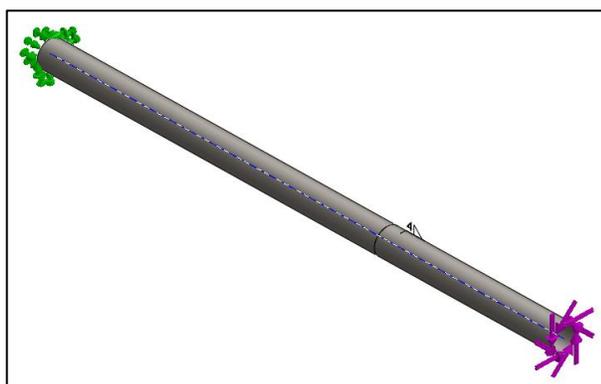


Figura 3. 24 Cardán

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.13 detallamos las propiedades volumétricas que posee el cardán en sus dos partes, el original y el alargue que debe realizarse.

Tabla 3. 13 Propiedades volumétricas del cardán

Referencia	Propiedades volumétricas
	Masa:5.91506 kg Volumen:0.000753511 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:57.9676 N
	Masa:3.1018 kg Volumen:0.000395134 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:30.3976 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.14 detallamos las propiedades que posee el material del cardán.

Tabla 3. 14 Propiedades del material del cardán

PROPIEDADES	
Nombre:	ASTM A36 Acero
Límite elástico:	2.5e+008 N/m ²
Límite de tracción:	4e+008 N/m ²
Módulo elástico:	2e+011 N/m ²
Densidad:	7850 kg/m ³
Módulo cortante:	7.93e+010 N/m ²

Fuente: Software de simulación

La información del mallado realizado al cardán se presenta en el cuadro 3.24. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 24 Información de mallado del cardán

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Tamaño máximo de elemento	0 mm
Tamaño mínimo del elemento	0 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

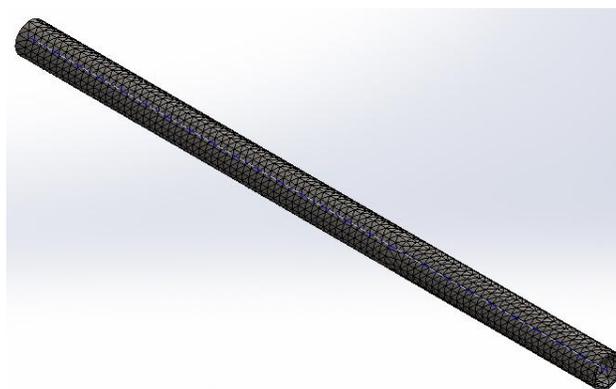
El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.25 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 25 Detalles de la malla del cardán

Número total de nodos	15239
Número total de elementos	7592

Fuente: Software de simulación

El mallado resultante del cardán se lo aprecia en la figura 3.25.

**Figura 3. 25 Mallado del cardán**

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.7.1. Resultados del estudio al cardán

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material, el cuadro 3.26 muestra los valores arrojados por el estudio realizado al cardán.

Cuadro 3. 26 Tensiones del cardán

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	1.68706e+006 N/m ² Nodo: 10858	2.15588e+006 N/m ² Nodo: 10280

Fuente: Software de simulación

La ubicación de la tensión máxima y mínima se puede apreciar en la figura 3.26.

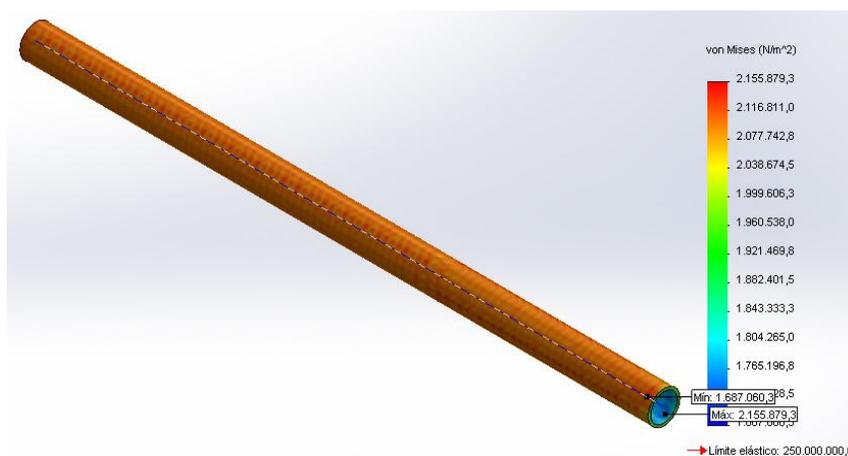


Figura 3. 26 Tensiones del cardán

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad:

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

El cuadro 3.27 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis realizado al cardán.

Cuadro 3. 27 Factor de seguridad del cardán

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	115.962 Nodo: 10280	148.187 Nodo: 10858

Fuente: Software de simulación

La ubicación de los FDS se puede apreciar en la figura 3.27.

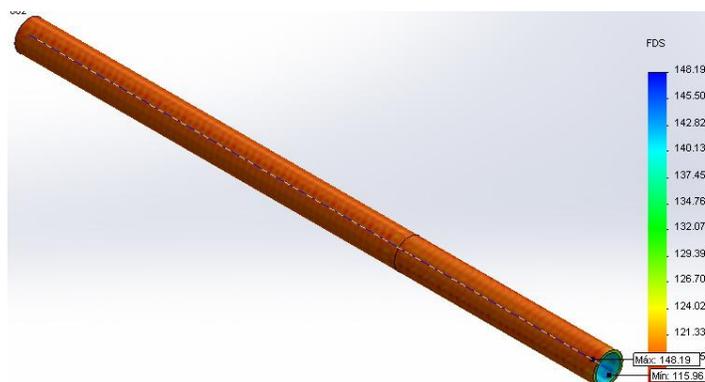


Figura 3. 27 Factor de la seguridad del cardán

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.8. ANÁLISIS DEL GUARDACHOQUE

En este análisis al guardachoque se otorgó al modelo propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, se le aplicó una carga de 12000 N ya que ese es el dato registrado por la NCAP en un auto a 30 km/h en un auto de 1250 kg de peso.

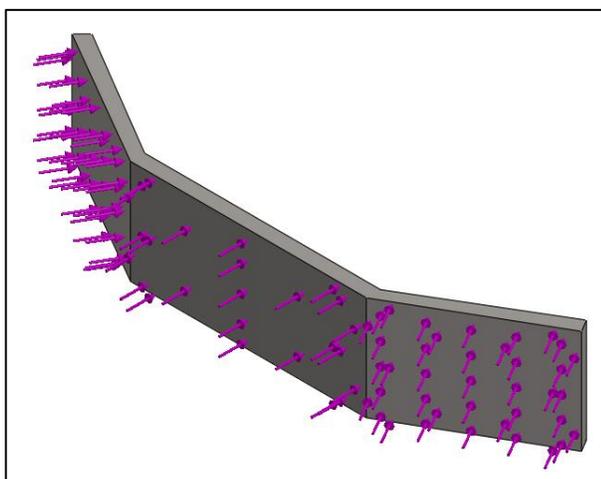


Figura 3. 28 Guardachoque

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.15 detallamos las propiedades volumétricas que posee el guardachoque.

Tabla 3. 15 Propiedades volumétricas del guardachoque

Propiedades volumétricas
Masa:281.016 kg
Volumen:0.0350088 m ³
Densidad:8027 kg/m ³
Peso:2753.95 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.16 detallamos las propiedades del material que posee el guardachoque.

Tabla 3. 16 Propiedades del material del guardachoque

PROPIEDADES	
Nombre:	AISI 316L Acero inoxidable
Límite elástico:	1.7e+008 N/m ²
Límite de tracción:	4.85e+008 N/m ²
Módulo elástico:	2e+011 N/m ²
Densidad:	8027 kg/m ³
Módulo cortante:	8.2e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.65e-005 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

La información del mallado realizado al guardachoque se presenta en el cuadro 3.28. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 28 Información de mallado del guardachoque

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla estándar
Tamaño de elementos	35.8366 mm
Tolerancia	1.79183 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.29 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 29 Detalles de la malla del guardachoque

Número total de nodos	11606
Número total de elementos	6609

Fuente: Software de simulación

El mallado resultante del guardachoque se lo puede apreciar en la figura 3.29.

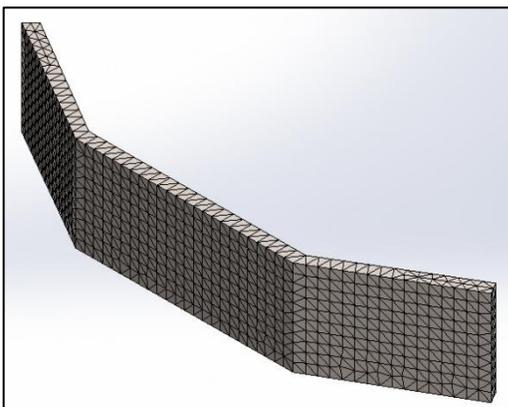


Figura 3. 29 Mallado del guardachoque

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.8.1. Resultados del estudio al guardachoque

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material, el cuadro 3.30 muestra los valores arrojados por el estudio realizado al guardachoque.

Cuadro 3. 30 Tensiones del guardachoque

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	10682 N/m ² Nodo: 400	5.75394e+007 N/m ² Nodo: 11525

Fuente: Software de simulación

La ubicación de la tensión máxima y mínima se observa en la figura 3.30.

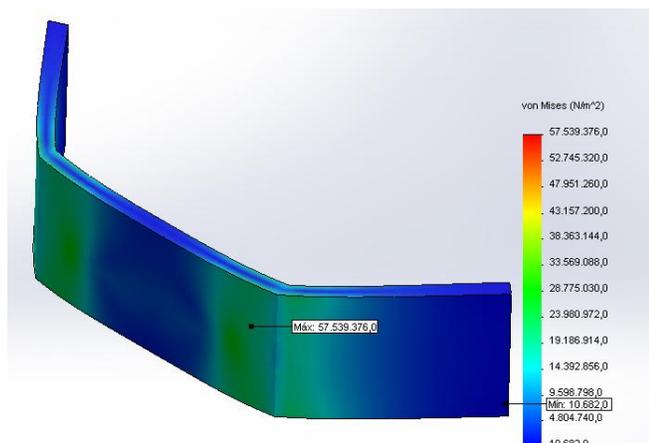


Figura 3. 30 Tensiones en el guardachoque

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad:

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

El cuadro 3.31 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis realizado al guardachoque.

Cuadro 3. 31 Factor de seguridad del guardachoque

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.9545 Nodo: 11525	15914.7 Nodo: 400

Fuente: Software de simulación

La ubicación de los FDS máximo y mínimo se muestra en la figura 3.31.

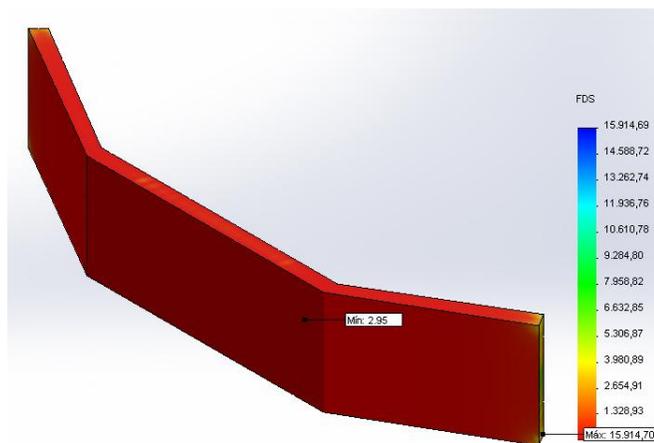


Figura 3. 31 Factor de seguridad del guardachoque

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.9 ANÁLISIS DE LA GRADA DE INGRESO

En este análisis a la grada de ingreso se otorgó al modelo propiedades de interpretación como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, se le aplicó una carga de 85 kg el cual es un peso promedio para una persona adulta.

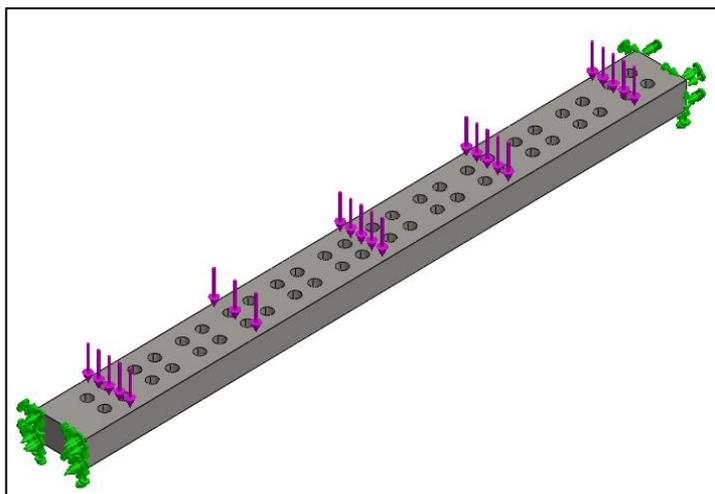


Figura 3. 32 Grada de ingreso

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.17 detallamos las propiedades volumétricas que posee la grada de ingreso.

Tabla 3. 17 Propiedades volumétricas de la grada de ingreso

Propiedades volumétricas	
Masa:	40.3943 kg
Volumen:	0.00524602 m ³
Densidad:	7700 kg/m ³
Peso:	395.865 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.18 detallamos las propiedades del material que posee la grada de ingreso.

Tabla 3. 18 Propiedades del material de la grada de ingreso

PROPIEDADES	
Nombre:	Acero aleado
Límite elástico:	6.20422e+008 N/m ²
Límite de tracción:	7.23826e+008 N/m ²
Módulo elástico:	2.1e+011 N/m ²
Densidad:	7700 kg/m ³
Módulo cortante:	7.9e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.3e-005 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

La información del mallado de la grada de ingreso se presenta en el cuadro 3.32. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 32 Información del mallado de la grada de ingreso

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla estándar
Tamaño de elementos	17.3788 mm
Tolerancia	0.868939 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.33 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 33 Detalles de la malla de la grada de ingreso

Número total de nodos	29740
Número total de elementos	17907

Fuente: Software de simulación

El mallado resultante de la grada de ingreso se lo aprecia en la figura 3.33.

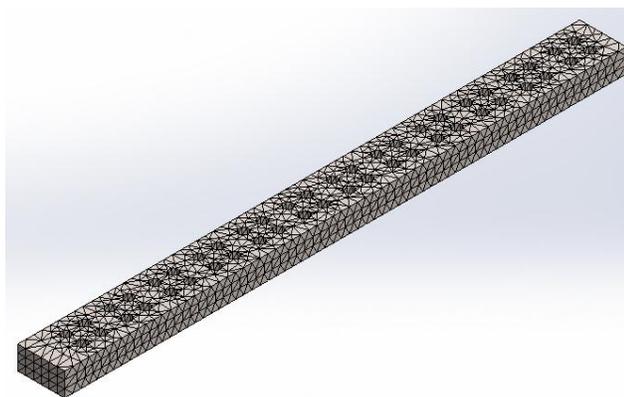


Figura 3. 33 Mallado de la grada de ingreso

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.9.1 Resultados del estudio a la grada de ingreso

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material, el cuadro 3.34 muestra los valores arrojados por el estudio realizado a la grada de ingreso.

Cuadro 3. 34 Tensiones de la grada de ingreso

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	3990.63 N/m ² Nodo: 26980	3.3082e+006 N/m ² Nodo: 20165

Fuente: Software de simulación

La ubicación de la tensión máxima y mínima se aprecia en la figura 3.34.

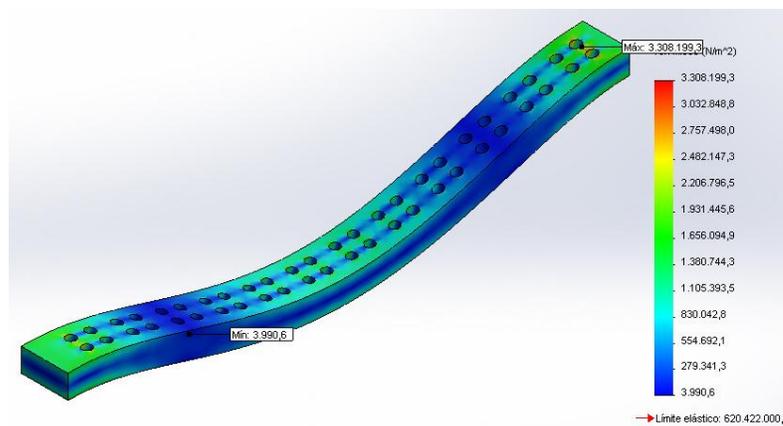


Figura 3. 34 Tensiones a la grada de ingreso

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad:

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

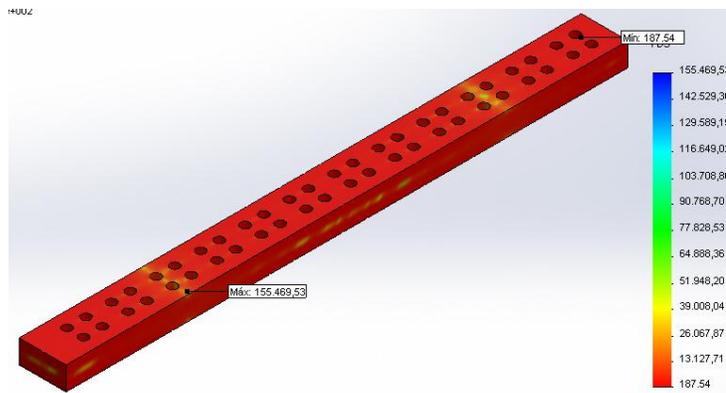
El cuadro 3.35 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis realizado al cardán.

Cuadro 3. 35 Factor de seguridad de la grada de ingreso

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	187.541 Nodo: 20165	155470 Nodo: 26980

Fuente: Software de simulación

La ubicación de los FDS se muestra en la figura 3.35.

**Figura 3. 35 Factor de seguridad de la grada de ingreso**

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.10 ANÁLISIS DEL ALARGAMIENTO DEL BASTIDOR

En este análisis al alargamiento del bastidor se otorgó al modelo propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, se aplicó una carga de 2000 kg, ya que el mini tractocamión soportara un peso de 4000 kg y este peso se dividirá para las dos vigas del bastidor, al haber un aumento de longitud en la unión de los materiales se le asignó una unión tipo rígida.

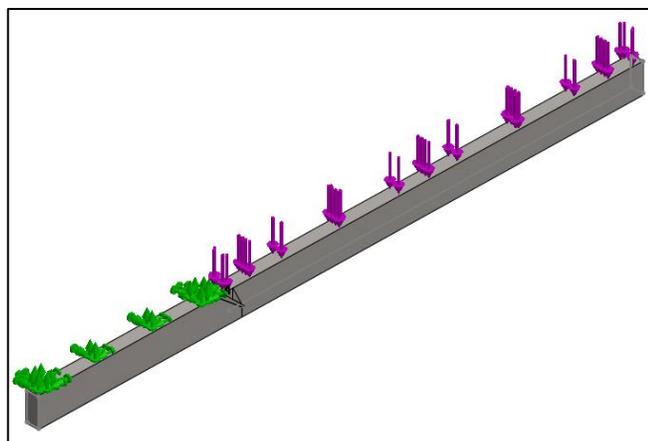
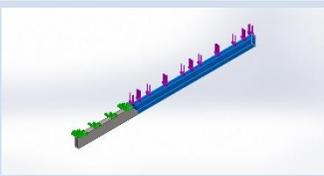
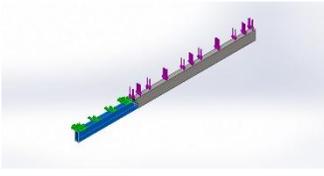


Figura 3. 36 Alargamiento del bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

A continuación en la tabla 3.19 detallamos las propiedades volumétricas que posee el alargamiento al bastidor.

Tabla 3. 19 Propiedades volumétricas del alargamiento del bastidor

Referencia	Propiedades volumétricas
	Masa:51.9909 kg Volumen:0.00712204 m ³ Densidad:7300 kg/m ³ Peso:509.511 N
	Masa:24.635 kg Volumen:0.00337466 m ³ Densidad:7300 kg/m ³ Peso:241.423 N

Fuente: Software de simulación

En la tabla 3.20 detallamos las propiedades que posee el material de la viga del bastidor.

Tabla 3. 20 Propiedades del material viga del bastidor

PROPIEDADES	
Nombre:	Acero aleado fundido
Límite elástico:	2.41275e+008 N/m ²
Límite de tracción:	4.48083e+008 N/m ²
Módulo elástico:	1.9e+011 N/m ²
Densidad:	7300 kg/m ³
Módulo cortante:	7.8e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.5e-005 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

La información del mallado del alargamiento del bastidor se observa en el cuadro 3.36. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

Cuadro 3. 36 Información de mallado de alargamiento del bastidor

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Tamaño de elementos	27.814 mm
Tolerancia	1.3907 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 3.37 dependen de la geometría y medidas del modelo.

Cuadro 3. 37 Detalles de la malla del alargamiento del bastidor

Número total de nodos	7702
Número total de elementos	4224

Fuente: Software de simulación

El mallado aplicado al alargamiento del bastidor se lo observa en la figura 3.37.

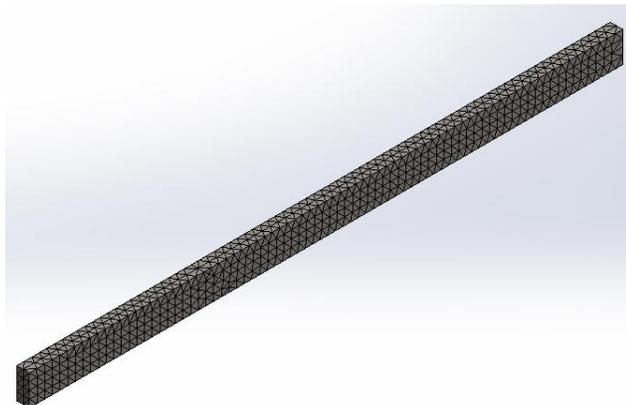


Figura 3. 37 Mallado del alargamiento del bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.10.1 Resultados del estudio alargamiento del bastidor

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material, el cuadro 3.38 muestra los valores arrojados por el estudio realizado al alargamiento del bastidor.

Cuadro 3. 38 Tensiones del alargamiento del bastidor

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	445.148 N/m ² Nodo: 2989	6.64008e+007 N/m ² Nodo: 3330

Fuente: Software de simulación

La tensión máxima se da en la unión de los materiales como se observa en la figura 3.38 pero el valor obtenido es inferior al límite elástico observado en la tabla 3.20 lo cual demuestra que la unión no colapsara.

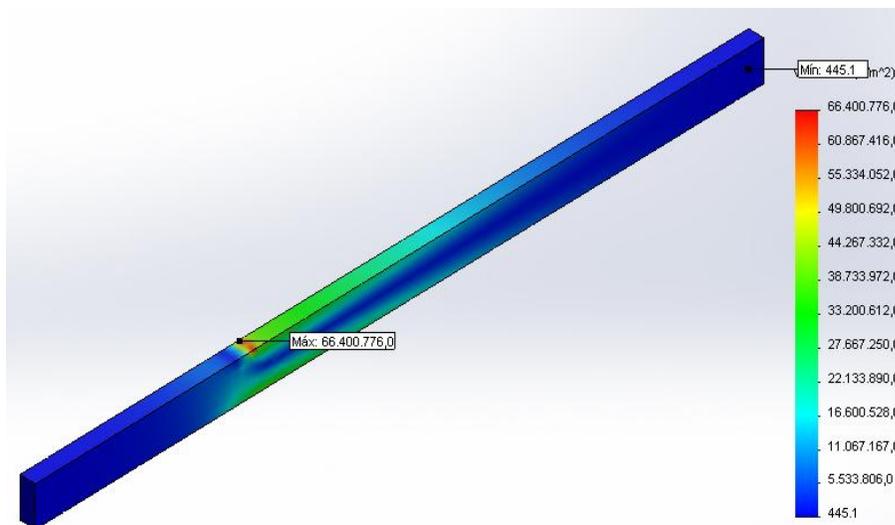


Figura 3. 38 Tensiones del alargamiento del bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad:

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

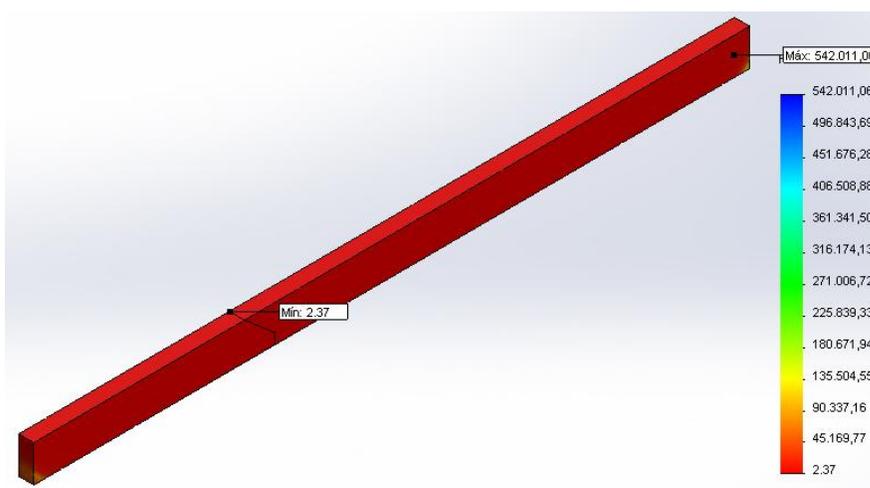
El cuadro 3.39 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis realizado al alargamiento del bastidor.

Cuadro 3. 39 Factor de seguridad del alargamiento del bastidor

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	2.37444 Nodo: 279	542011 Nodo: 2989

Fuente: Software de simulación

El FDS mínimo se da en la unión de los materiales pero no llega a uno lo que quiere decir que la unión es segura.

**Figura 3. 39 Factor de seguridad alargamiento del bastidor**

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

3.11 ESTUDIO AERODINÁMICO

Para realizar el cálculo aerodinámico debemos tener valores de densidad del aire y la velocidad promedio del vehículo, como referencia tenemos que Latacunga está ubicada a 2850 msnm entonces la densidad promedio del aire es de $0,9243 \text{ kg/m}^3$ y la velocidad promedio del vehículo en carretera será de 80 km/h (22,22 m/s).

Procedemos a calcular la resistencia aerodinámica mediante la ecuación 3.1

$$R_a = \frac{1}{2} * \rho * C_x * A_f * v^2$$

Ecuación 3. 1 Resistencia aerodinámica

Donde:

ρ = Densidad del aire

C_x = Coeficiente aerodinámico

A_f = Área frontal del vehículo

v = Velocidad del avance del vehículo

En el cuadro 3.40 observamos los coeficientes aerodinámicos del cual tomaremos el de un camión típico y le daremos a C_x un valor de 0,65.

Cuadro 3. 40 Coeficientes de resistencia aerodinámicos según el tipo de vehículo

Tipos de vehículos	Coef. de resistencia aerodinámico C_x
Bicicleta típica con ciclista	0,90
Coche de F1	0,70 a 1,10
Camión típico	> 0,60
Toyota Camry Hybrid 2007	0,27
Automóviles experimentales	0,14 – 0,20

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Fuente:

<http://www.herrera.unt.edu.ar/revistacet/ultimonro/nro33/pdf/n33ext02.pdf>

Para calcular el valor de A_f se lo hace en función de las dimensiones del vehículo con la ecuación 3.2, como esta área es tomada en exceso le otorgamos un coeficiente f el cual tendrá valores de 0,85 a 0,95 lo cual ayudara a minimizar el valor a obtenerse.

$$A_f = f * b * h$$

Ecuación 3. 2 Área frontal

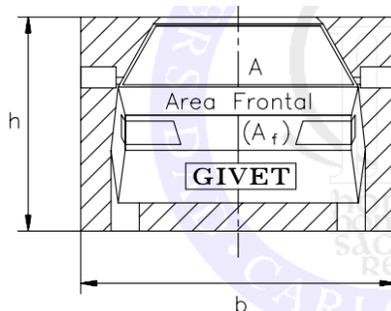


Figura 3. 40 Parámetros para el área frontal

Fuente: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/laboratorio-de-tecnologias-iv/material-didactico/prestaciones.pdf>

Procedemos al cálculo de A_f , a f le otorgaremos un valor de 0,9 del anexo 7 tenemos que $b = 1,8 m$ y $h = 1,72 m$.

$$A_f = f * b * h$$

$$A_f = 0,90 * 1,8m * 1,72m$$

$$A_f = 2,786m^2$$

Una vez obtenidos todos los valores de los parámetros procedemos a calcular el valor de la resistencia aerodinámica mediante la ecuación 3.1.

$$R_a = \frac{1}{2} * \rho * C_x * A_f * v^2$$

$$R_a = \frac{1}{2} * 0,9243 \frac{kg}{m^3} * 0,65 * 2,786m^2 * (22,22 m/s)^2$$

$$R_a = 413,2 N$$

Obtenido el valor de resistencia aerodinámica se procede transformarlo en potencia, para ello multiplicamos R_a por la velocidad. El valor obtenido es el necesario para que el vehículo rompa la resistencia aerodinámica.

$$R_a = 413,2 N * 22,22 m/s$$

$$R_a = 9181,3 W$$

$$R_a = 12,31 HP$$

3.11.1 Simulación del estudio aerodinámico

Se lo realizó con la ayuda de un software de simulación en el cual se introdujeron varios valores y parámetros de los cuales los más importantes son las condiciones ambientales se los presentan en el cuadro 3.60, los parámetros termodinámicos son a condiciones ideales y ya que los cálculos realizados anteriormente son a condiciones reales verificaremos la variación de los datos obtenidos, y la velocidad del eje Z será la misma con la que se realizó el cálculo anterior.

Cuadro 3. 41 Datos iniciales para la simulación

Parámetros termodinámicos	Presión estática 101325.00 Pa Temperatura: 20.05 °C
Parámetros de velocidad	Vector velocidad Velocidad en la dirección X: 0 km/h Velocidad en la dirección Y: 0 km/h Velocidad en la dirección Z: -80.000 km/h

Fuente: Software de simulación

El software arroja la siguiente tabla de resultados de los cuales se puede comparar las presiones mínima y máxima, la velocidad mostrada es la velocidad generada por el modelo hacia el aire como observamos es un valor próximo al ingresado a los 80 km/h cabe recalcar que esta simulación se la hizo en condiciones ideales y el modelo permanece estático con lo que se verifica que el modelo cumple con cálculo realizado anteriormente.

Cuadro 3. 42 Valores obtenidos del estudio aerodinámico de la cabina

Nombre	Min	Max
Presión [Pa]	101017.08	101739.31
Temperatura [°C]	19.98	20.24
Densidad [kg/m³]	1.20	1.21
Velocidad [km/h]	0	84.186

Fuente: Software de simulación

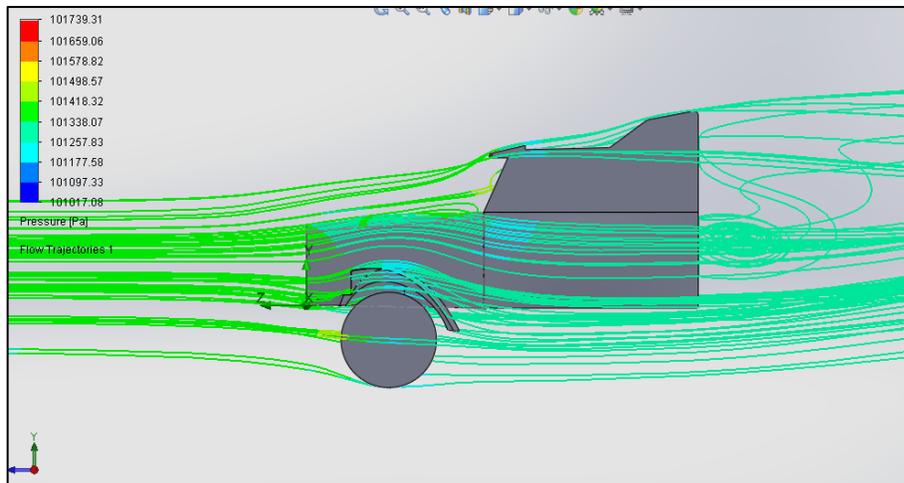


Figura 3. 41 Líneas de flujo a través de la cabina

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Se parte de un vehículo Ford Bronco color Beige del año 1984, donado por parte de la Gobernación de Cotopaxi, para el beneficio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga; específicamente para el departamento de Energía y Mecánica.

El objetivo es obtener un mini tractocamión después de un proceso largo de construcción, adaptaciones, cortes, soldaduras, implementaciones de nuevos sistemas, coordinación de sistemas adyacentes, es decir modificación, creación y mejoramiento de las partes del vehículo, con el fin de formar una carrocería que brinde la misma seguridad de un vehículo a pesar de haber sido modificado.



Figura 4. 1 Ford Bronco vista lateral

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 2 Ford Bronco vista isométrica

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1. CONSTRUCCIÓN DEL CHASIS

Como primer paso se procedió al corte de la cabina del vehículo en la parte posterior así como se observa en la figura 4.3, para que resulte más accesible y confiable la modificación y alargamiento del chasis.



Figura 4. 3 Corte del vehículo en la parte posterior

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El desarme del sistema de suspensión posterior y diferencial se lo realizó con el fin de alargar el bastidor para poder implementar los ejes tanto de apoyo como de tracción y la suspensión posterior modificada, para con la unión de todos estos elementos obtener el chasis modificado.



Figura 4. 4 Desarmado de la suspensión

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1.1. Construcción de los soportes de suspensión posterior

Se construyeron seis soportes lo cuales dos darán soporte a los balancines y cuatro a los extremos de las ballestas.

En base al plano ejecutado en el diseño (anexo 7, lámina 5) se procede con el corte de la plancha de acero de 6mm de espesor mediante un soplete oxiacetilénico comúnmente conocido como suelda autógena, para obtener los componentes del soporte de ballesta.



Figura 4. 5 Corte de la plancha de acero

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 6 Piezas cortadas del soporte de suspensión posterior

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Cortadas las piezas se procede a pulir las irregularidades de los bordes con una amoladora, esto con el fin de obtener las medidas exactas a las del plano (anexo 7, lámina 3), con esto obtendremos un elemento preciso y correcto.



Figura 4. 7 Piezas del soporte pulidas en sus bordes

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El ensamble de los soportes de ballesta se hizo con suelda smaw con una longitud de 300 mm y un amperaje de 180 Amperios con electrodo 6011, por sus prestaciones de resistencia a la tracción.

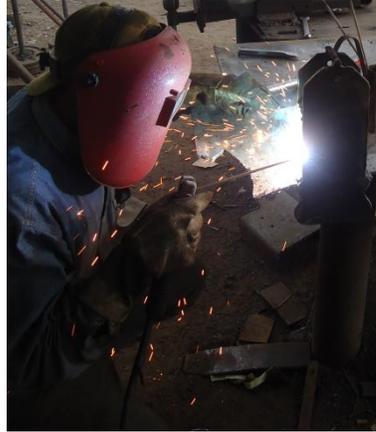


Figura 4. 8 Soldadura de las piezas del soporte de ballestas

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El soporte se sujeta al bastidor mediante pernos de medida 1/2 x 2 (in) sujetadas con arandelas y tuercas de presión (figura 4.10), este permite alojar un externo de la hoja principal del conjunto de ballestas, así como también brinda el soporte para el mini tractocamión.



Figura 4. 9 Soporte de suspensión posterior ensamblado

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 10 Soporte montado en el bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1.2. Construcción del balancín de suspensión posterior

Siguiendo un proceso de construcción similar al soporte de suspensión se construyeron los balancines en base al diseño (anexo 7, lámina 4), estos sirven para dar el balanceo necesario a la suspensión posterior ya que estos se mueven en la dirección requerida según las condiciones de la carretera, los ejes adquieren la tracción adecuada y el funcionamiento óptimo de la suspensión posterior.



Figura 4. 11 Piezas cortadas del balancín

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 12 Balancín de la suspensión posterior ensamblado

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El balancín va adherido a un soporte de suspensión mediante un perno de medida $\frac{3}{4}$ por 6 (in) (figura 4.13) sujetado al bocín del balancín mediante arandela y tuerca de presión, este también permite la unión entre las ballestas.



Figura 4. 13 Balancín montado en el bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1.3. Construcción del eje de apoyo

Para lograr una mayor capacidad de arrastre y carga se implementó un eje posterior de apoyo, adquiriendo las manzanas posteriores originales del Ford Bronco.

Se construyó bases de anclaje para las manzanas con una plancha de acero de 10 mm de espesor, estas bases irán soldadas a un eje de acero con electrodo 6011 con una longitud de 350 mm ya que es doble cordón con un

amperaje de 190 Amperios, el mismo que cubre expectativas de flexión y tracción.



Figura 4. 14 Base de anclaje en la rueda para el eje de apoyo

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 15 Eje de apoyo terminado

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1.4. Construcción de monturas de ejes

Con un proceso de construcción igual al soporte de suspensión se construyen cuatro monturas de ejes.



Figura 4. 16 Montura de eje para conjunto de ballestas

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Las monturas van soldadas a los extremos de los ejes con electrodo 6011 con una longitud de 300 mm doble cordón con un amperaje de 70 Amperios.



Figura 4. 17 Montura soldada sobre el eje

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

La montura cumple la función de soportar al conjunto de ballestas mediante el perno central o mosquito de medida $\frac{7}{16}$ por 5 (in) sujetando a las mismas y alojando la barra de torsión.



Figura 4. 18 Montura de eje soportando la ballesta

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1.5. Barra de torsión

La barra de torsión se construyó a partir de un eje de 1 (in) el cual tiene una longitud de 11,57 (in) y en sus extremos van soldados bocines de diámetro de 1(in) (figura 4.19) los que sirven para unir mediante pernos de sujeción de

medida 9/16 por 3 (in) sujetadas con tuerca de presión a un extremo de la montura de eje con el soporte de suspensión, se construyeron 4 ejes de torsión.



Figura 4. 19 Barras de torsión

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1.6. Ballestas

Para el soporte de la suspensión se ha utilizado ballestas que están conformadas por 5 hojas (figura 4.20), de las cuales se utilizaron los existentes en la suspensión del Ford Bronco y se adquirieron otras con las mismas características de las originales.



Figura 4. 20 Ballestas

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1.7. Alargamiento del bastidor

Utilizando el método de soldadura smaw con electrodo 6011 con una longitud de 350 mm con 220 Amperios con una resistencia a la tracción de 495 Mpa y un límite de fluencia de 424 Mpa se procedió a unir el bastidor original

del vehículo Ford Bronco con un material de semejantes características al original de 2,14(m) de largo (figura 4.21), siendo este semejante al original en dimensiones como estructuralmente; obteniendo como resultado el bastidor tipo escalera (H) (anexo 7, lámina 8).



Figura 4. 21 Punto de suelda de material adicional del bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 22 Material adicional para alargamiento bastidor

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1.8. Alargamiento del cardán

Se procedió a alargar el cardán original de 82 cm a una longitud de 125 cm (figura 4.23), esto con el fin de unirlo con el diferencial ya que al alargar el bastidor el diferencial se desplazó hacia la parte posterior la longitud de 43 cm esto de acuerdo al plano ejecutado en el diseño (anexo 7, lámina 12).



Figura 4. 23 Cardán alargado

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.1.9. Ensamble del chasis

Se obtiene el chasis como resultado de la unión entre bastidor, ejes y el conjunto de suspensión posterior, utilizando como método de sujeción soldadas y pernos en base a al diseño de los planos (anexo 7, láminas1 –8).



Figura 4. 24 Chasis ensamblado

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.2. ADECUACIÓN DE LA QUINTA RUEDA

Se parte de una quinta rueda original con dimensiones estándar, siendo ésta cortada por los bordes mediante suelda autógena (figura 4.25), con adecuaciones en la parte del seguro de la quinta rueda, además mediante un limado a la misma se obtuvo un terminado semejante al original esto se realizó con el fin de acoplar la quinta rueda al diseño de planos efectuado.



Figura 4. 25 Corte de la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 26 Quinta rueda terminada

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Se construyen acoples con plancha de acero de 3mm de acuerdo al plano ejecutado (anexo 7, lámina 5), los acoples sujetaran la quinta rueda ya que los mismos van soldados a una base con electrodo 6011 con una longitud de 350 mm y un amperaje de 220 Amperios.



Figura 4. 27 Acoples para sujetar la quinta rueda

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Cortamos una plancha de acero de 3mm de espesor con dimensiones de 93 cm x 60 cm para construir una base (anexo 7, lámina 5), esta base va a unirse al chasis mediante pernos de medida 5/16 por 1,5 (in) como se encuentra en un tractocamión en serie y es aquí en donde se asentara la quinta rueda.

Finalmente se coloca la quinta rueda sobre la base construida anteriormente (figura 4.28). Adicional se realizó las respectivas pruebas de funcionamiento de mecanismos para su correcto desempeño.



Figura 4. 28 Montaje de la quinta rueda en el chasis

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.3. CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA Y LITERA

Una vez conocido el diseño de la carrocería (anexo 7, láminas 9 –10), se utilizó parte de la cabina original como techo, piso y puertas.

Se ejecutó el desarmado del grupo conformado por capot, guardafangos, persiana y guardachoque delantero entre demás elementos (figura 4.29); lo cual no contribuía para el diseño del mini tractocamión.



Figura 4. 29 Modificación de la carrocería

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.3.1. Modificación de parantes

Los parantes del parabrisas fueron cortados en su base inferior para poder desplazarlos hacia la parte delantera elevando su ángulo de inclinación (figura 4.30), con el fin de cumplir el diseño establecido y darle estética similar a un tractocamión en serie.



Figura 4. 30 Modificación de parantes del parabrisas

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Se redujo la longitud de los parantes (8 cm) del parabrisas (figura 4.31) con el objetivo de que el techo se junte correctamente con las puertas de acceso, la parte estructural de la cabina y tablero no se realizaron modificaciones.



Figura 4. 31 Reducción de los parantes delanteros

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.3.2. Modificación de las puertas

La puerta original ha sufrido una transformación estética para adaptarla a nuestra necesidad de diseño (anexo 7, lámina 9), sin reducir su eficiencia, esto se logró soldando plancha de acero de 1/16 de pulgada en los detalles de las puertas (figura 4.32).

Después de eliminar detalles originales de las puertas del Ford Bronco se obtuvo puertas rectas que obedecen al diseño del mini tractocamión.



Figura 4. 32 Puerta modificada

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.3.3. Implementación de laterales

Se construyeron laterales y se los monto donde iban los guardafangos originales (figura 4.33), esto en base al diseño de la cabina establecido y conserve la estética de un tractocamión en serie.



Figura 4. 33 Implementación laterales de la cabina

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.3.4. Implementación de la litera

La litera se construyó según el diseño ya establecido con plancha de acero 1/16 de pulgada doblándola y cortándola de acuerdo al requerimiento del plano (anexo 7, lámina 10), se unió a la cabina mediante suelda autógena a 1 bar para el oxígeno y 0.4 para el acetileno a una temperatura de 3.110°C.



Figura 4. 34 Soldadura de parte de la litera en la cabina

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Los cortes del material para la construcción de la litera fueron considerados previamente de manera que se tuviera que colocar en lo posible una sola pieza y evitar el relleno con piezas más pequeñas.



Figura 4. 35 Soldadura del espaldar de la litera

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

En el interior de la litera se soldaron canaletas en U utilizando suelda autógena a 1 bar para el oxígeno y 0.4 para el acetileno a una temperatura de 3.110°C , con medidas de 2 (in) por ½ (in), para el espaldar, el techo y en los laterales de la litera, las cuales servirán de parantes de la litera y además en estas se podrán colocar los tornillos que sujetan la tapicería (figura 4.36).



Figura 4. 36 Soldadura de parantes en el interior de la litera

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

El proceso de soldadura oxiacetilénica y la unión de chapas por pega (Sika Bond AT-METAL), las cuales ayudaron a conseguir la forma y moldura adecuada de la litera, el proceso de soldadura quedo completo hasta

comprobar que no existan filtraciones en las uniones, ni defectos en las sueldas.

4.4. CONSTRUCCIÓN DEL CAPOT

La construcción del capot se basó en el diseño realizado previamente (anexo 7, lámina 10), para lo cual primeramente se fabricó un molde para poder fabricar el capot en fibra de vidrio.

En este proceso se utilizó una plantilla original de acuerdo al modelo y diseño del mini tractocamión procediéndose a crear una réplica idéntica a la pieza original dándole forma y considerando dimensiones del diseño; poco a poco se logró el acabado necesario sin perder la estética del respectivo modelo (figura 4.37). Por consiguiente el material utilizado es fibra de vidrio siendo éste liviano y manejable que contribuye al trabajo.



Figura 4. 37 Molde para el capot del mini tractocamión

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 38 Capot terminado y montado

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

De igual manera se implementó ganchos de caucho con bases metálicas para asegurar el capó al mini tractocamión, similares a un camión en serie (figura 4.39).



Figura 4. 39 Gancho de seguridad del capot

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Se construyeron bases con plancha de acero las cuales se soldaron a la estructura de la cabina para que en estas bases repose el capot del tractocamión fabricadas con fibra de vidrio.



Figura 4. 40 Bases de la cabina

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 41 Base del capot

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Finalmente se colocó alambre de acero de 3/8 (in) (anexo 7, lámina 4) de diámetro (figura 4.42), el cual servirá de templador al momento de abrir el capot el cual ayuda a que el capot no baje más de lo deseado ya que pueden dañarse las bases del capot.



Figura 4. 42 Alambre tensor del capot

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.5. CHAPISTERÍA

4.5.1 Esmerilado de la carrocería

La chapistería es un proceso necesario antes de la aplicación de la pintura para ello lo principal es revisar que todas las partes de la carrocería se encuentran centradas y ajustadas.

Por consiguiente, se lava la carrocería del mini tractami3n con el fin de eliminar impurezas, grasa y suciedad, para ello aplicamos disolventes.



Figura 4. 43 Carrocería lavada

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Se procede a esmerilar la carrocería con el fin quitar restos de pintura antigua (figura 4.44) , logrando un acabado perfecto para la aplicación de la nueva pintura y para que esta se adhiera de mejor manera.



Figura 4. 44 Carrocería pulida

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.5.2 Aplicación de la masilla

La masilla ayuda a la construcción o reparación como sellante o relleno por lo cual se debe considerar antes de su aplicación los siguientes consejos:

Al aplicar demasiado endurecedor, la masilla se solidifica inmediatamente con lo que no se tendrá tiempo suficiente para aplicarse. En cambio si usamos poco endurecedor, transcurrirá mucho tiempo para que la masilla solidifique y retrasa los trabajos posteriores a realizarse.

Cuando el clima es frío la masilla toma más tiempo para endurecer, entonces se debe utilizar más cantidad de endurecedor. Al contrario si hace calor la masilla endurece rápidamente, por lo que la cantidad de endurecedor debe ser mínima.

Es importante aplicar la masilla en una superficie totalmente limpia y lijada. Utilizando una espátula aplicamos una capa fina y compacta, por lo cual se debe apretar la masilla firmemente contra la superficie.



Figura 4. 45 Mezcla de las masillas a usarse

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Al secarse la masilla por completo se observó fallas en diferentes partes de la carrocería por lo que se aplicó capas de masilla dependiendo la falla y finalmente utilizando una lija de grano 600 y luego 800 se eliminó brumos de masilla.



Figura 4. 46 Carrocería masillada

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 47 Carrocería lijada y masillada

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.6. PINTURA

Para lograr un perfecto acabado en la pintura, se procedió a pulir y masillar la superficie de la carrocería. Por lo cual hay que tener en cuenta que existen trabajos en los que se debe pintarse componentes por separado o en nuestro caso que se pintó todo el vehículo.

4.6.1. Trabajos de pintura

Se facilita el proceso al pintar una sección entera que un pequeño espacio de la carrocería. Al pintar una sección pequeña se debe tener cuidado con el soplete de pintado ya que podemos pintar otra zona de mayor tamaño que no corresponda y arruinar el trabajo de pintura.

Al pintar el mini tractocamión, el proceso de pintado incluyó el chasis, puertas e interiores de la cabina y la litera (figura 4.48).



Figura 4. 48 Carrocería pintada con fondo

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.6.2. Etapas para preparar la pintura

a. Eliminación de impurezas del mini tractocamión

Soplamos con aire comprimido las juntas y uniones de la carrocería y chasis para que elimine polvo e impurezas, con esto evitamos que el polvo salga en el momento que se está pintando a pistola y adherirse a la pintura fresca.

b. Lavado del mini tractocamión

Usando una detergente para lavar autos y agua se procedió a lavar el mini tractocamión con el fin de eliminar el polvo y suciedad que no ha eliminado el aire comprimido, así como también eliminar la posible presencia de grasa.

c. Lijado en húmedo

Para lijar en húmedo se utiliza un papel abrasivo de grano (600 y/o 800) y abundante agua con el propósito de obtener una superficie lisa y eliminar rayas de lijado marcadas por abrasivos más gruesos usados anteriormente. El agua ayuda a arrastrar los restos del lijado evitando que se produzcan nuevas rayas que afecten al trabajo de lijado en húmedo.

4.6.3 Proceso de pintado del mini tractocamión

En las siguientes figuras podemos observar todo el proceso de pintura del mini tractocamión.

a. Imprimación de fondo



Figura 4. 49 Parte posterior con fondo

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 50 Mini tractocamión con fondo en su totalidad

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 51 Chasis con fondo

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

b. Primera imprimación de pintura

Después del fondeado de todas las partes móviles y fijas del mini tractocamión se procede a pintar.



Figura 4. 52 Mini tractocamión pintado

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.7. ACABADOS DEL MINI TRACTOCAMIÓN

Con el objeto de que el vehículo se asemeje a un tractocamión se ha optado por implementar accesorios como los que se muestran a continuación:

4.7.1 Tanques de combustible

Los depósitos de combustible están contruidos con lámina de acero galvanizado para prevenir la corrosión de los tanques, cuyas dimensiones son de 120 cm de largo con un diámetro de 32 cm lo que nos da una capacidad de llenado de 96 litros o 25 galones americanos. Para obtener un mejor acabado se lo forro con lámina de acero cromado como se ve en la figura 4.53.



Figura 4. 53 Tanques de combustible

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.7.2 Tubos de escape

Fueron construidos con tubo de acero redondo cédula 40 de 3 pulgadas (anexo 1), mediante una dobladora de tubos se obtuvo la forma requerida, y están conectados con el sistema de escape del vehículo, consta de una malla que cubre al tubo de escape con el fin de evitar el contacto directo con el mismo ya que alcanza altas temperaturas cuando el motor está en marcha (figura 4.54)



Figura 4. 54 Tubos de escape

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.7.3 Balizas

Las balizas son señales luminosas que en el caso de los tractocamiones indican que se va a realizar una acción de riesgo como por ejemplo que el tractocamión va a andar en reversa o cuando este va a permanecer estacionado en la carretera.



Figura 4. 55 Baliza con su base

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.7.4 Visera

La visera ayuda a tener un mejor visibilidad cuando se conduce de frente al sol, está construida de una visera de un camión en serie y dada la forma de acuerdo a las medidas de nuestro mini tractocamión.



Figura 4. 56 Visera

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.7.5 Persiana

La persiana es la que ayuda a proteger al radiador del motor de posibles golpes al mismo tiempo que permite el paso de aire. Se construyó de lámina de acero cromado se obtuvo las distintas piezas mediante corte y doblado de la lámina hasta obtener la forma final, esta va remachada en el capot como se observa en la figura 4.57.



Figura 4. 57 Persiana

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.7.6 Estribos

Los estribos permiten el ingreso a la cabina de manera cómoda, están fabricados en lámina de acero galvanizado (Anexo 7, lámina 13).



Figura 4. 58 Estribos

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.7.7 Guardalodos

Estos ayudan a evitar los neumáticos lancen objetos de la carretera hacia los autos que vienen detrás del nuestro. Las bases son de lámina de acero de 2mm las cuales van sujetadas mediante pernos al bastidor para un mejor acabado se la cubrió con lamina de acero cromado y en su parte inferior va sujeta la moqueta (figura 4.59).



Figura 4. 59 Bases para guarda lodos

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.7.8 Guardachoques

Este tiene el fin de amortiguar y proteger al vehículo en caso de colisión. Se lo construyó con plancha de acero de 4mm de espesor (anexo 2) y mediante

prensas especiales se logró la forma de perfil en U, luego con cortes dobles y soldaduras se logró la forma requerida para el mini tractocamión. (Figura 4.60 y 4.61).



Figura 4. 60 Guardachoque modificado y adaptado al mini tractocamión

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín



Figura 4. 61 Guardachoque forrado con lámina de acero cromado

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín'

4.7.9 Luces frontales

Se colocaron luces direccionales en el capot, luces guías en los laterales de la cabina y en el techo para brindar una seguridad activa y con la finalidad que se asemeje a los tractocamiones en serie.



Figura 4. 62 Luces frontales

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

4.8 TAPICERÍA

La tapicería en un tractocamión es la que debe proporcionar revestimiento a los paneles interiores de las puertas, techo, litera así como los asientos para el conductor y acompañante, en esta forma se otorgan a los componentes de mayor atractivo estético y confort. Es importante de manera estética que el tapizado contenga una gama de colores similares o que convienen en diferentes tonos para un acabado excelente. El tapizado abarca no sólo los asientos sino todos los conjuntos que revisten y confieren elegancia y confort al interior de la cabina y litera.

4.8.1 Procesos de los trabajos de tapicería

Inicialmente se tomó las medidas correspondientes de todo el conjunto a ser tapizado para luego proceder a construir los moldes necesarios en cartón prensado y después cortarlos como se observa en la figura 4.63.



Figura 4. 63 Trazado de moldes en cartón prensado

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Luego de asegurarse que no existan errores en las medidas tomadas y en los moldes realizados se procede a trazar dichos patrones sobre la tela para proceder al corte de la misma.

Lo siguiente es el cocido de las piezas entre sí para obtener el tapizado completo de cada una de las partes (figura 4.64), el cual ira en la estructura provista para su montaje e implementación, en donde se confeccionara los laterales, espaldar y techo de la cabina y litera, así como moquetado del piso y entapizado de los asientos.



Figura 4. 64 Tapizado del interior de la carrocería

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Una vez finalizado los tapizados del vehículo procedemos a su montaje mediante tornillos y bichas, a los lugares destinados como el techo, laterales,

espaldares, tapizados del interior de la puerta, moquetteados del piso, sofá y entapizado de los asientos como se observa en las figuras 4.64 y 4.65.



Figura 4. 65 Tapizado del interior de las puertas

Elaborado por: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El proyecto “Diseño y construcción de un mini tractocamión utilizando el tren motriz de un Ford Bronco” ayudo a darle un nuevo uso a un bien de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE Extensión Latacunga el cual ya no tenía vida útil dentro de la Institución.
- El diseño y la construcción de un mini tractocamión, se pudo lograr de manera íntegra en la ciudad de Latacunga en el 100% de su ejecución, ya que el mercado posee y pone a disposición toda la materia prima, así como las maquinas herramientas necesarias para ciertos procesos de manufactura.
- La construcción de la cabina del mini tractocamión se logró modificando gran parte de la cabina original, lo cual ayudo a mantener elementos importantes como las puertas, el tablero original y la base de los pedales de mando (acelerador, freno, embrague). Elementos como la litera y el capot (grupo) fueron construidos desde cero para ser acoplados en la cabina del mini tractocamión.
- Para la construcción y modificación de cabina y litera no se modificó la parte estructural.
- Elementos propios de un tractocamión como tanques de combustible, estribos, escapes, persiana, guardachoque, fueron construidos a escala y están implementados en el mini tractocamión lo cual le confiere la forma característica de un tractocamión.

5.2. RECOMENDACIONES

- Planificar anticipadamente todas las adaptaciones y modificaciones a realizarse para evitar cambios innecesarios y daños en la estructura.
- Realizar muestras o plantillas de cartón para que la fabricación de elementos en el material a realizarse sea precisa y correcta.
- Plantear una secuencia cronológica de trabajos a realizarse, tomando en cuenta hasta el más mínimo a realizarse ya que con ello evitaremos desmontajes o cortes indebidos e innecesarios que podrían arruinar el trabajo final.
- Para el proceso de corte de elementos metálicos tomar en cuenta todas las medidas de seguridad para evitar accidentes laborales.
- La preparación de la pintura debe realizarse de acuerdo a los parámetros establecidos por el fabricante para evitar problemas como derrames al momento de pintar el vehículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cascajosa, M. (2005). *Ingeniería de vehículos - Sistemas y cálculos*. México: Alfaomega.
- Crouse, W. H. (1984). *Chasis y carrocería del automóvil*. Barcelona: Marcombo.
- AutoFacil. (23 de Octubre de 2012). *AutoFacil*. Obtenido de <http://www.autofacil.es/clasicos/2012/10/23/ford-bronco-i-todoterreno-purasangre/11383.html> [Citado el 06-02- 2014]
- AutoMecanica. (20 de Abril de 2012). *AutoMecanica*. Obtenido de <http://www.automecanica.repair7.com/ford-bronco-excelente-velocidad-automecanica/> [Citado el 06-02- 2014]
- Bel, J. T. (s.f.). *centro-zaragoza*. Obteido de http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R47_A2.pdf [Citado el 17-04- 2013]
- EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Obtenido de <http://www.ecured.cu/index.php/Cami%C3%B3n> [Citado el 06-02- 2014]
- Madrid, U. C. (Julio de 2004). Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/laboratorio-de-tecnologias-iv/material-didactico/prestaciones.pdf> [Citado el 11-09- 2014]
- Mejía-Azcárate, F. (s.f.). *obelisco classic car club*. Obtenido de <http://obeliscoclassiccarclub.blogspot.com/2013/01/la-historia-de-los-tracto-camiones.html> [Citado el 06-02- 2014]
- Online, D. (30 de Marzo de 2010). *Deportes Online*. Obtenido de <http://diario.deportesonline.com/cual-fue-el-primer-camion-de-la-historia/> [Citado el 06-02- 2014]
- Vidal Montiel, A. M. (Diciembre de 2002). *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0254-07702002000300004&script=sci_arttext [Citado el 11-09- 2014]

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Propiedades de los materiales utilizados

ANEXO 2: Nomenclatura de planchas disponibles en el mercado.

ANEXO 3: Descripción del electrodo 6011.

ANEXO 4: Capacidad de carga máxima de cables de acero.

ANEXO 5: Proceso de pintado de mini tractocamión.

ANEXO 6: Proceso de tapicería de mini tractocamión.

ANEXO 7: Láminas:

- Lámina 1: Brazo
- Lámina 2: Eje trasero
- Lámina 3: Soporte de suspensión
- Lámina 4: Balancín
- Lámina 5: Soporte de quinta rueda
- Lámina 6: Vigas del bastidor
- Lámina 7: Tanque
- Lámina 8: Bastidor ensamblaje
- Lámina 9: Carrocería
- Lámina 10: Ensamblaje isométrico
- Lámina 11: Ensamblaje

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los Sres. Cristian Fernando Rueda Castro y Wilson Geovanny Villamarín Chacón, bajo nuestra supervisión.

ING. EURO MENA
DIRECTOR DE PROYECTO

ING. DANILO ZAMBRANO
CODIRECTOR DE PROYECTO

ING. JUAN CASTRO
DIRECTOR DE LA CARRERA

DR. FREDDY JARAMILLO
SECRETARIO ACADÉMICO