



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y
FABRICACIÓN DEL VEHÍCULO TÁCTICO MILITAR
SCORPIÓN DEL BATALLÓN DE INFANTERÍA No 19 CARCHI**

**AUTORES: CÉSAR AUGUSTO HERRERA RUEDA
ALEX FABRICIO TOPÓN SIMBAÑA**

DIRECTOR: ING. LEONIDAS QUIROZ.

LATACUNGA

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL VEHÍCULO TÁCTICO MILITAR SCORPIÓN DEL BATALLÓN DE INFANTERÍA No 19 CARCHI”** realizado por los señores **CÉSAR AUGUSTO HERRERA RUEDA Y ALEX FABRICIO TOPÓN SIMBAÑA**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores **HERRERA RUEDA CÉSAR AUGUSTO Y TOPÓN SIMBAÑA ALEX FABRICIO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 17 de Agosto del 2017



Ing. Leónidas Antonio Quiroz Erazo

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **CÉSAR AUGUSTO HERRERA RUEDA Y ALEX FABRICIO TOPÓN SIMBAÑA**, con cédulas de ciudadanía N° 1720503943 y N° 1721492708 respectivamente, declaramos que este trabajo de titulación “**INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL VEHÍCULO TÁCTICO MILITAR SCORPIÓN DEL BATALLÓN DE INFANTERÍA No 19 CARCHI**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de nuestra autoría, en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 17 de Agosto del 2017



CÉSAR AUGUSTO HERRERA RUEDA

C.C.: 1720503943



ALEX FABRICIO TOPÓN SIMBAÑA

C.C.: 1721492708



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **CÉSAR AUGUSTO HERRERA RUEDA Y ALEX FABRICIO TOPÓN SIMBAÑA**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en el repositorio institucional el trabajo de titulación **“INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL VEHÍCULO TÁCTICO MILITAR SCORPIÓN DEL BATALLÓN DE INFANTERÍA No 19 CARCHI”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 17 de Agosto del 2017



CÉSAR AUGUSTO HERRERA RUEDA
C.C.: 1720503943



ALEX FABRICIO TOPÓN SIMBAÑA
C.C.: 1721492708

Dedicatoria

Dedico este proyecto de investigación a mi familia, amigos, personas especiales en mi vida pero principalmente a mis padres Fabiola Rueda y Víctor Herrera quienes con su sacrificio y trabajo me han apoyado en todo momento para poder llegar hasta esta instancia de mis estudios.

A mi sobrino Sebastián Herrera que con su carisma y afecto me ha impulsado para ser un mejor profesional.

Herrera Rueda César Augusto

Dedicatoria

Quiero dedicar este proyecto de investigación a mis padres José Topón y Marcia Simbaña, porque ellos han sabido guiar mi vida día a día con sus consejos, su apoyo incondicionalmente en la parte emocional, moral y económica, todo lo que soy es gracias a ellos y de esta manera poder culminar una etapa más en mi vida.

A mi hermana Tania Topón quien siempre está en cada derrota y triunfo, por nunca dejarme solo y siempre brindarme su apoyo día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria.

Topón Simbaña Alex Fabricio

Agradecimiento

Agradezco de la manera más especial a mi hermana Paulina pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional. Sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación en ella tengo el espejo en el cual quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón que me llevan a admirarla cada día más.

Herrera Rueda César Augusto

Agradecimiento

*Quiero primero agradecer a Dios y a la Virgen del
Quinche porque me dieron el don de la perseverancia
para alcanzar esta meta.*

*A los Ingenieros que compartieron sus conocimientos
y con el pasar de los años se convirtieron en un ejemplo
a seguir.*

*A mis compañeros Andrés Moreno, Luis
Naranjo y Luis Villafuerte con quienes empezamos
este arduo camino, pasando momentos buenos y malos,
ayudándonos en pruebas y deberes, más que
compañeros llegamos a ser verdaderos amigos*

Topón Simbaña Alex Fabricio

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA	
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
ÍNDICE DE ECUACIONES	xxii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxiii
RESUMEN.....	xxiv
ABSTRACT.....	xxv

CAPÍTULO I

1. INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN DEL VEHÍCULO TÁCTICO SCORPIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Descripción resumida del proyecto.	5
1.4. Justificación e importancia.	6
1.5. Objetivos generales y específicos.	8
1.5.1. Objetivos generales.....	8
1.5.2. Objetivos específicos	8

1.6.	Metas.....	9
1.7.	Hipótesis.....	9
1.8.	Variables de la investigación.....	9
1.8.1.	Variable dependiente:	9
1.8.2.	Variable independiente.....	11

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	13
2.1.	Características técnicas del vehículo Scorpión	13
2.1.1.	Requerimientos básicos del vehículo táctico militar	14
a)	Balístico.....	14
b)	Sistemas automotrices	15
c)	Diseño de bastidor mediante elementos finitos	15
d)	Modelado del bastidor	16
e)	Diseño asistido por computadora.....	17
2.2.	Consideraciones del diseño asistido por computador	17
2.2.1.	Simulación en CAD.....	18
a)	Simulado computacional CAD.....	18
a1)	Ciclo de modelado en sistemas CAD	19
2.2.2.	Normativa de seguridad aplicable	20
a)	Homologación para la transportación.....	20
a1)	Mapa de proceso de homologación	20
b)	Elementos mínimos de seguridad en vehículos	21
c)	Protección de ocupantes en caso de colisión frontal.....	21
2.3.	CAE	21
2.4.	Uniones por soldadura	22
2.5.	Estudio de distintos materiales.....	22

2.6.	Simulación dinámica.	23
2.7.	Consideraciones para la selección del tren motriz y sistemas automotrices.....	24
2.7.1.	Capacidad de arranque y ascenso en pendiente (startability) - (gradeability).....	25
2.7.2.	Velocidad máxima.	29
2.7.3.	Aceleración.....	29
2.7.4.	Capacidad de carga	29
2.7.5.	Fuerza Aerodinámica	30
2.7.6.	Fuerza por pendiente	31
2.7.7.	Fuerza por resistencia al rodamiento	33
2.7.8.	Fuerza de resistencia por inercia	34
2.8.	Componentes de los sistemas automotrices del vehículo.....	35
2.8.1.	Motor.	35
2.8.2.	Embrague.....	36
2.8.3.	Transmisión.....	37
2.8.4.	Neumáticos.	38

CAPÍTULO III

3.	DISEÑO DEL BASTIDOR TUBULAR Y ANÁLISIS DEL TREN MOTRIZ.....	41
3.1.	Especificaciones técnicas del prototipo	41
3.2.	Diseño asistido por computador para el bastidor	41
3.2.1.	Software CAE.....	42
3.2.2.	Materiales utilizados en la estructura	42
3.2.3.	Métrica de la malla para CFD	43
3.2.4.	Métrica de la malla para impacto frontal.....	44
3.2.5.	Aplicación de cargas	44

a)	Parante superior.....	44
b)	Parante inferior.....	45
3.2.6.	Escenario de simulación impacto frontal.....	45
3.2.7.	Escenario de simulación aerodinámico.....	46
3.3.	Consideraciones para la selecciones del tren motriz.....	47
3.3.1.	Capacidad de arranque y ascenso en pendiente (startability) - (gradeability).....	47
a)	Capacidad de arranque en pendiente.....	47
b)	Capacidad de ascenso en pendiente.....	48
3.3.2.	Capacidad de carga.....	49
3.3.3.	Fuerzas de resistencia al movimiento del prototipo.....	50
a)	Fuerza Aerodinámica.....	50
b)	Fuerza por pendiente.....	52
c)	Fuerza de resistencia al rodamiento.....	53
d)	Fuerza de resistencia por inercia.....	54
3.4.	Características que proporciona el tren motriz.....	55
3.4.1.	Desempeño del tren motriz.....	55
a)	Velocidad máxima y aceleración.....	56
3.5.	Componentes del tren motriz para el prototipo.....	57
3.5.1.	Motor.....	57
3.5.2.	Embrague.....	58
3.5.3.	Transmisión.....	58
3.5.4.	Diferencial.....	60
3.5.5.	Neumáticos.....	60
3.6.	Torque y potencia vehículo táctico militar Scorpión.....	61

CAPÍTULO IV

4. Pruebas y análisis de resultados	63
4.1. Diseño integral del bastidor aplicando la Ingeniería Asistida por Computador CAD – CAE.....	63
4.1.1. Métrica de la malla para ensayo CFD	63
4.1.2. Métrica de la malla para impacto frontal.....	64
4.2. Choque frontal con pared rígida	65
4.3. Análisis de la capacidad de arranque y ascenso en pendiente.....	66
a) La capacidad de arranque en pendiente	66
b) Capacidad de ascenso en pendiente	68
4.4. Análisis de las fuerzas de resistencia para la selección del tren motriz.....	70
4.4.1. Análisis de la fuerza aerodinámica.....	70
4.4.2. Análisis de fuera de resistencia por pendiente	72
4.4.3. Análisis de la fuerza por resistencia al rodamiento.	74
4.4.4. Análisis de la fuerza de inercia.....	75
4.5. Análisis del desempeño del tren motriz.	77
4.6. Análisis de los componentes del tren motriz para el prototipo.....	78
4.6.1. Análisis de la potencia requerida para el motor.....	78
4.6.2. Análisis de la velocidad alcanzada por la transmisión.....	79
4.6.3. Análisis de la fuerza de adherencia del neumático y la superficie.....	80
4.7. Prueba de torque y potencia del vehículo táctico militar Scorpión	81
4.7.1. Protocolo de prueba	81
4.7.2. Requisitos para realizar la prueba.....	81
4.7.3. Curvas características del motor del vehículo táctico.....	83
4.8. Relación peso transportado – potencia	84
4.9. Capacidad de velocidad de movimiento - aerodinámico	85

4.10. Análisis de la carga máxima que soporta el material en la sección de ubicación de las armas antes de la deformación.....	86
4.10.1.Parante superior	86
4.10.2.Parante inferior	87
4.11. Homologación de Transporte Comercial, Escolar E Institucional según la Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV	88
4.12. Mejoras de los requerimientos tácticos, técnicos y mecánicos del vehículo Scorpión.....	94
a) Parte mecánica	95
b) Parte eléctrica	97
b1) Circuito medidor de combustible	97
b2) Circuito de arranque.....	98
b3) Circuito de encendido.....	98
b4) Circuito de carga de voltaje.....	99
b5) Circuito de enfriamiento (electro ventilador).....	100
b6) Circuito de luces medias, altas y guías	100
b7) Circuito de luces direccionales.....	101
b8) Circuito eléctrico de retro.....	101
b9) Circuito eléctrico STOP	102
b10) Circuito de claxon.....	102
b11) Circuito de manómetro de temperatura.....	103
c) Ubicación del porta fusibles y denominación de cada fusible.....	103
d) Parte de seguridad	105
d1) Asientos.....	105
d2) Cinturones de cuatro puntas	106
e) Parte estético	106
e1) Soldadura.....	106
e2) Masilla plástica	108

e3)	Primer catódico	109
e4)	Proceso de pintura	110

CAPÍTULO V

5.	Marco administrativo	111
5.1.	Recursos	111
5.2.	Recursos humanos	111
5.3.	Recursos tecnológicos	111
5.4.	Recurso financiero	112
a)	Recursos y materiales	113
5.5.	Análisis financiero de factibilidad para la construcción de Vehículos Tácticos militares.....	117
5.5.1.	Estudio de mercado	117
5.5.2.	Oferta	118
5.5.3.	Precio	119
5.5.4.	Comercialización	120
5.5.5.	Estudio técnico	121
5.5.6.	Análisis y determinación del tamaño óptimo de la planta.....	121
5.5.7.	Proceso productivo – Ingeniería del proyecto	123
5.5.8.	Distribución de las áreas de la planta.....	126
5.5.9.	Organización del recurso humano.....	127
5.5.10.	Estudio económico.....	130
5.5.11.	Determinación de los costos y gastos.....	130
a)	Costos de materia prima (partes y piezas)	130
b)	Costos de mano de obra	135
c)	Gastos administrativos y de ventas.....	136
5.5.12.	Inversión inicial en activo fijo y diferido	138

5.5.13.Presupuesto de ingresos	139
5.5.14.Estados financieros.....	141
5.5.15.Balance general	141
5.5.16.Estado de pérdidas y ganancias	141
5.5.17.Flujo de caja.....	143
5.5.18.Evaluación financiera	144
5.5.19.Análisis de indicadores financieros	146
5.5.20.Análisis de costos de implementación de la ensambladora	147
5.6. Cronograma	149
5.7. Conclusiones.....	150
5.8. Recomendaciones.....	152
5.9. Referencias bibliográficas	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable dependiente	9
Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente	11
Tabla 3 Capacidad de arranque en pendiente	48
Tabla 4 Capacidad de ascenso en pendiente	49
Tabla 5 Fuerza de resistencia aerodinámica	51
Tabla 6 Presión ejercida por la fuerza aerodinámica	52
Tabla 7 Fuerza por pendiente	53
Tabla 8 Fuerza de resistencia al rodamiento	54
Tabla 9 Fuerza de resistencia por inercia	55
Tabla 10 Velocidad máxima del prototipo	56
Tabla 11 Potencia requerida	57
Tabla 12 Velocidades de la transmisión MUX5S	59
Tabla 13 Fuerza de adherencia	61
Tabla 14 Datos obtenidos de torque y potencia	62
Tabla 15 Datos técnicos para homologación	88
Tabla 16 Descripción de la fusibles	104
Tabla 17 Descripción de relés	105
Tabla 18 Recursos humanos	111
Tabla 19 Costo de pruebas realizadas	112
Tabla 20 Implementación del sistemas eléctrico	113
Tabla 21 Implementación sistema mecánico	115
Tabla 22 Implementaciones aspecto estético	116
Tabla 23 Empresas que ofertan vehículos tácticos militares	118
Tabla 24 Precios de mercado	119
Tabla 25 Maquinarias y equipos para ensamblar vehículos	121
Tabla 26 Capacidad instalada	123
Tabla 27 Procedimiento de ensamblaje	124
Tabla 28 Simbología para diagrama de flujo	126
Tabla 29 Distribución de las áreas de trabajo	127
Tabla 30 Requerimientos del personal	127
Tabla 31 Presupuesto de nómina anual	129

Tabla 32	Tubería estructural redonda	134
Tabla 33	Costo total de materia prima	134
Tabla 34	Presupuesto de sueldos	135
Tabla 35	Gastos de administración y ventas.....	137
Tabla 36	Inversiones.....	138
Tabla 37	Presupuesto de ingresos	140
Tabla 38	Estimación de producción anual.....	140
Tabla 39	Balance general	141
Tabla 40	Estado de resultados	142
Tabla 41	Flujo de caja.....	143
Tabla 42	Datos financieros	144
Tabla 43	Indicadores financieros	145
Tabla 44	Punto de equilibrio	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama causa y efecto	4
Figura 2. Vehículo Táctico Militar	13
Figura 3. Bastidor sometido al efecto del alabeo.....	16
Figura 4. Proceso clásico de diseño.....	19
Figura 5. Mapa de procesos de homologación	20
Figura 6. Repercusión de una carga en un vehículo de 2 ejes.	29
Figura 7. Fuerza aerodinámica (flujo de aire)	30
Figura 8. Fueras que intervienen en el ascenso de una pendiente	31
Figura 9. Ángulo de una pendiente	32
Figura 10. Distribución de la presión en la superficie de contacto.	33
Figura 11. Conjunto de piñones transmisión	37
Figura 12. Nomenclatura del neumático.	39
Figura 13. Modelado del bastidor del prototipo	42
Figura 14. Selección del material	43
Figura 15. Métrica CFD	43
Figura 16. Métrica de impacto frontal	44
Figura 17. Carga puntual	45
Figura 18. Carga puntual	45
Figura 19. Simulación impacto frontal	46
Figura 20. Prueba aerodinámica.....	46
Figura 21. Repercusión de una carga en un vehículo de 2 ejes.	50
Figura 22. Área frontal del prototipo	51
Figura 23. Transmisión MUX5S y caja de transferencia T150.....	59
Figura 24. Métrica de la malla CFD.....	64
Figura 25. Métrica de la malla de impacto frontal	64
Figura 26. Métrica de la malla de impacto frontal	65
Figura 27. Choque frontal bastidor Scorpión – Scorpión 2.0.....	66
Figura 28. Capacidad de arranque en pendiente	67
Figura 29. Porcentaje de capacidad de arranque en pendiente.....	68
Figura 30. Capacidad de ascenso en pendiente	69
Figura 31. Porcentaje de capacidad de ascenso en pendiente.....	70

Figura 32. Fuerza aerodinámica	71
Figura 33. Porcentaje de la fuerza aerodinámica	72
Figura 34. Fuerza por pendiente	73
Figura 35. Porcentaje de la fuerza por pendiente	73
Figura 36. Fuerza de resistencia al rodamiento	74
Figura 37. Porcentaje de la fuerza de resistencia al rodamiento	75
Figura 38. Fuerza por inercia	76
Figura 39. Porcentaje de fuerza por inercia	76
Figura 40. Velocidad máxima	77
Figura 41. Distancia máxima	77
Figura 42. Potencia requerida	78
Figura 43. Velocidad por cada relación de transmisión	79
Figura 44. Fuerza de adherencia	80
Figura 45. Anclajes para la prueba	82
Figura 46. Aumento de r.p.m.	82
Figura 47. Disminución de r.p.m.	83
Figura 48. Curvas características	84
Figura 49. Relación peso/potencia	85
Figura 50. Análisis aerodinámico	86
Figura 51. Carga puntual sección superior	86
Figura 52. Factor de seguridad	87
Figura 53. Carga puntual sección inferior	87
Figura 54. Factor de seguridad	88
Figura 55. Diagrama de flujo mantenimiento mecánico 1	95
Figura 56. Diagrama de flujo mantenimiento mecánico 2	96
Figura 57. Diagrama de flujo proceso diseño de circuitos	97
Figura 58. Circuito de medidor de combustible	98
Figura 59. Circuito de arranque	98
Figura 60. Circuito de encendido	99
Figura 61. Circuito de carga	99
Figura 62. Circuito de activación electro ventilador	100
Figura 63. Circuito de activación sistema de luces	100
Figura 64. Circuito de activación de direccionales	101
Figura 65. Circuito de activación de la luz de retro	101

Figura 66. Circuito de activación de luz de freno	102
Figura 67. Circuito de activación del claxon.....	102
Figura 68 Circuito de temperatura	103
Figura 69. Porta Fusibles	104
Figura 70. Relés	104
Figura 71. Asiento deportivo instalado en el vehículo Scorpión	105
Figura 72. Cinturones de cuatro puntas instalados vehículo Scorpió	106
Figura 73. Diagrama de flujo proceso de soldadura	107
Figura 74. Diagrama de flujo proceso de masillado	108
Figura 75. Diagrama de flujo proceso aplicación primer catódico	109
Figura 76. Diagrama de flujo proceso de pintura.....	110
Figura 77. Renault sherpa	118
Figura 78. Gaz tigr.....	118
Figura 79. Mercedes G63.....	119
Figura 80. Paramount Marauder	119
Figura 81. Canales de distribución.....	120
Figura 82. Distribución de los rubros salariales	136
Figura 83. Gastos administrativos	136
Figura 84. Inversiones	139
Figura 85. Cronograma de actividades	149

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Capacidad de arranque en pendiente	25
Ecuación 2 Capacidad de ascenso en pendiente	26
Ecuación 3 Potencia de reserva	26
Ecuación 4 Potencia del motor	27
Ecuación 5 Potencia de resistencia por rodadura	27
Ecuación 6 Potencia de resistencia aerodinámica	27
Ecuación 7 Potencia de resistecnia por inercia	28
Ecuación 8 Velocidad aparente del vehículo.....	28
Ecuación 9 Fuerza aerodinámica	30
Ecuación 10 Presión aerodinamica.....	31
Ecuación 11 Fuerza por pendiente.....	32
Ecuación 12 Porcentaje de la pendiente.....	32
Ecuación 13 Fuerza por resistencia al rodamiento	33
Ecuación 14 Fuerza por resistencia por inercia.....	34
Ecuación 15 Aceleración.....	35
Ecuación 16 Distancia	35
Ecuación 17 Fuerza total.....	36
Ecuación 18 Potencia requerida del motor	36
Ecuación 19 Número de revoluciones del neumático	38
Ecuación 20 Velocidad del vehículo	38
Ecuación 21 Fuerza de adherencia	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Norma de elementos mínimos de seguridad en vehículos

Anexo B. Norma estadounidense ANCOSEV

Anexo C. Factor de altitud

Anexo D. Coeficiente de resistencia del aire según el tipo de vehículo

Anexo E. Coeficiente a la rodadura

Anexo F. Características del neumático

Anexo G. Ficha técnica del prototipo

Anexo H. Mejoras del vehículo táctico Scorpión

**Anexo I. Escala de remuneración mensual unificada para servidores
públicos**

RESUMEN

El presente trabajo de titulación desarrolla una propuesta de diseño y análisis financiero para la construcción de un vehículo táctico militar para la Fuerza Terrestre que garantice su operatividad y funcionamiento en misiones militares en campo, a partir del Vehículo Scorpión construido en el Batallón de Infantería No 19 CARCHI. Se modela el bastidor del vehículo Scorpión con la ayuda del diseño asistido por computador CAD considerando características de fabricación del vehículo táctico como: dimensionamiento y material de tal manera de poder determinar la funcionalidad del diseño; a partir de lo cual se propone un nuevo diseño mediante el análisis estático por software CAE para determinar la deformación mediante pruebas de impacto frontal al bastidor del vehículo Scorpión 2.0, de esta forma seleccionar el material acorde a las necesidades y demandas de trabajo a las que sería sometido este vehículo. Se realizó el análisis de las características de desempeño de torque y potencia del vehículo Scorpión mediante un dinamómetro de rodillos de tal manera de establecer falencias del tren motriz implementado; a partir de esto se propone el tren motriz y sistemas automotriz de un vehículo que se comercializa actualmente en el Ecuador por parte de una empresa nacional de tal manera de generar un aporte al valor agregado ecuatoriano en la construcción en serie del Vehículo Táctico Scorpión 2.0 para la Fuerza Terrestre a futuro garantizando su máxima eficiencia y rendimientos.

PALABRAS CLAVE:

- **BASTIDOR TUBULAR**
- **PRUEBA DE IMPACTO FRONTAL**
- **TREN MOTRIZ**
- **SISTEMAS AUTOMOTRICES**

ABSTRACT

The present titling work developed a proposal for a business design and financial analysis for the construction of a tactic-military vehicle for the Ground Force, in order to assure operability and functioning in field military missions, from the Scorpion vehicle manufactured in Batallón de Infantería No 19 CARCHI. The frame of the Scorpion vehicle is modeled with the aid of CAD-assisted design considering the tactical vehicle's manufacturing characteristics such as: sizing and material in order to be able to determine the functionality of the design; From which a new design is proposed through the static analysis by software CAE to determine the deformation by frontal impact tests to the frame of the vehicle Scorpión 2.0, in this way to select the material according to the needs and demands of work to which Would be subjected to this vehicle. We performed the analysis of the performance characteristics of torque and power of the Scorpion vehicle by means of a roller dynamometer in such a way as to establish failures of the powertrain implemented; From this it is proposed the powertrain and automotive systems of a vehicle that is currently marketed in Ecuador by a national company in such a way as to generate a contribution to the Ecuadorian added value in the serial construction of the Tactical Vehicle Scorpion 2.0 for The Land Force to the future guaranteeing its maximum efficiency and yields.

KEYWORDS:

- **TUBULAR FRAME**
- **FRONT IMPACT TEST**
- **POWERTRAIN**
- **AUTOMOTIVE SYSTEMS**

CAPÍTULO I

1. INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN DEL VEHÍCULO TÁCTICO SCORPIÓN.

1.1. Antecedentes.

En el Batallón De Infantería No 19 CARCHI el Tcrn. Fernando Moreno diseña, crea y materializa el vehículo Scorpión sin un proceso que avale y verifique características de diseño que posee el vehículo adaptado en una plataforma y sistemas automotrices de Volkswagen Safari versión militar utilizado por los alamanes en la segunda guerra mundial, con un motor de un Chevrolet Aska 2.0 lt.

Los comandantes deben conocer las capacidades y limitaciones de los sistemas de armas para poder usarlos adecuadamente en batalla; también deben conocer las características de cada tipo de vehículo táctico militar multipropósito a su disposición para que dependiendo de la misión a llevar a cabo, puedan elegir el más apropiado.

La característica de importancia de un vehículo táctico militar multipropósito, no es su peso, o si usa ruedas u orugas, sino su capacidad para operar en cierto tipo de terreno, y poder cumplir con la misión encomendada.

Cualquier vehículo puede ser atacado en cualquier momento. Y los grupos guerrilleros escogerán especialmente aquellos vehículos con menor protección.

(Pak Kin Wong, 2012) Testifica: “El rendimiento se ve significativamente afectado por la selección tanto de los parámetros de los componentes del motor por el ajuste del rendimiento del motor se realiza generalmente mediante un método de prueba y error. En la literatura actual, muy poca investigación ha considerado la selección de partes del motor porque las piezas del motor son complicadas como objetos que normalmente se representan como datos nominales. Estos datos son valores sin sentido en términos de cálculo” (p. 12).

(Abhinaya Kasoju, 2013, pág. 15) Asegura: “La ingeniería de software basada en la evidencia (EBSE) proporciona un proceso para resolver problemas prácticos basados en un riguroso enfoque de investigación. Hasta el momento, el enfoque principal era el mapeo y la agregación de pruebas mediante revisiones sistemáticas para ayudar a una organización a mejorar su proceso de pruebas automotrices”.

(Cambaa, Contero, & Company, 2016) Testifica: “La calidad del modelo CAD en los escenarios de diseño paramétrico determinan en gran medida el nivel de flexibilidad y adaptabilidad de un modelo 3D por la facilidad de modificar su geometría, así como la reutilización de utilizar la geometría existente en otros contextos”.

(Besset & Sinou, 2017) Afirma: “El coeficiente de fricción dinámico variable, el deslizamiento o acoplamiento de fricción entre la pastilla de freno y el disco y/o tambor, son condiciones importantes a analizar dentro del funcionamiento del sistema de frenos convencional”.

(Freitas & Souza, 2009) Asevera: “Se pueden realizar modelos de análisis para evaluar la estabilidad estructural global y la influencia de componentes en el comportamiento de sistemas mecánicos mediante programas computacionales verificando la eficiencia de los mismos”.

(Buyurgan & Lehlou, 2015) Documenta: “Este estudio propone un método analítico y flexible de evaluación del riesgo del terreno para la vigilancia militar y sus aplicaciones para activos móviles. Considerando el riesgo como el grado de posibilidad de presencia insurgente con un método de evaluación ofrece una evaluación eficiente del riesgo en el terreno circundante para el combate militar” (p. 28).

En cuanto al rendimiento térmico, (Milcarek & Garrett, 2016) afirman: “El rendimiento se evalúa a diferentes relaciones de equivalencia y temperaturas. El concepto es basado en un escape de combustión rico en combustible, con la relación de equivalencia de combustión controlada incluyendo alta utilización de combustible y mayor estabilidad de desempeño en comparación con DFFCs.”

La calidad del aire, emisiones de escapes de transportes establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por vehículos de gasolina de más de tres ruedas o a sus motores, (NORMALIZACIÓN, 2001)

Según la NTE INEN 960: establece el método general de ensayo para motores de vehículos para evaluación del rendimiento, en relación a curvas de potencia y consumo específico de combustible a carga completa, de acuerdo a la velocidad aplicada estén incluidos dentro de las categorías de motores de combustión interna a pistón de movimiento alternativo (encendido por bujías o por inyección de combustible).

Durante el cumplimiento de su misión constitucional y las tareas de apoyo a las instituciones del Estado, las Fuerzas Armadas en operativos y patrullaje fronterizo por los comandos operacionales de las FF.AA. realizan el control de actividades ilícitas en diversos ámbitos de acción:

- Control de armas y antidelincuenciales.
- Soberanía energética.
- Apoyo a la Agencia de Regulación y Control Minero
- Operaciones terrestres.
- Apoyo al Servicio Nacional de Aduanas.
- Apoyo al Ministerio del Ambiente en control forestal

1.2. Planteamiento del problema.

El Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas contribuye a la seguridad y desarrollo del País, por tal razón requiere de vehículos tácticos – militares para tareas de recuperación, rescate, evacuación, protección y entrenamiento militar para labores de asistencia ciudadana y control fronterizo.

El Batallón de Infantería No 19 CARCHI posee un vehículo táctico militar Scorpión para ser conducido en varios tipos y condiciones de terreno, que requiere que se realice un análisis técnico para determinar las capacidades operativas y de ser el caso optimizar los sistemas vehiculares que garanticen la seguridad, confort y prestaciones en ruta del móvil en mención.

En tal virtud es necesario determinar la funcionalidad y la eficiencia de su bastidor a partir de técnicas de diseño y simulación que ayuden a realizar un análisis técnico de las capacidades del vehículo Scorpión, utilizando la ingeniería asistida por computador mediante métodos validados.

Por lo que se pretende dar un enfoque integrado e interdisciplinario para el análisis de la funcionalidad y operatividad de sus sistemas de tal forma de reducir al mínimo el desarrollo de riesgos, costos y tiempos de mantenimiento.

El proyecto basa la investigación en la reingeniería del diseño y fabricación del vehículo táctico militar Scorpión del Batallón de Infantería no 19 Carchi, con la propuesta de un nuevo diseño el cual cumpla con los requerimientos de las Fuerzas Terrestres.



Figura 1. Diagrama causa y efecto

Aunque los vehículos tácticos son costosos y requieren de logística, son uno de los recursos de mayor utilidad y versátiles de actividades tácticas en campo de batalla y, tanto por su capacidad de arrastre y condiciones de operación.

1.3. Descripción resumida del proyecto.

Dada la necesidad de las Fuerzas Armadas de contar con vehículos tácticos militares multipropósito, que brinden las garantías técnicas – mecánicas en terreno y situaciones complejas durante operaciones militares - civiles, el presente proyecto se desarrolló de la siguiente manera:

Se recopiló información técnica-científica que sustente la investigación del proceso del diseño de la fabricación del vehículo táctico militar Scorpión de tal manera de realizar el análisis técnico que determinó las capacidades operativas y propuesta de mejorar de tal manera de garantizar su operatividad y funcionalidad.

Se estableció el análisis y evaluación del diseño integral del bastidor – considerando necesidades de los usuarios del vehículo y llevarlas a características técnicas de ingeniería aplicando la Ingeniería Asistida por Computador CAD – CAE que ayudarán a mejorar las características del diseño y fabricación de la propuesta.

Se analizó las secciones de soporte del armamento mediante ingeniería asistida por computador CAE determinando la capacidad de carga máxima que soporta la sección antes de su deformación.

Se realizó la verificación y medición para determinar la eficiencia de los sistemas automotrices y sistemas complementarios del vehículo táctico como: frenos, suspensión, indicadores, motor y eléctrico del vehículo táctico, de tal manera que cumpla la normativa establecida en el país.

Se realizó pruebas de desempeño mecánico de los parámetros característicos (torque y potencia) del motor en un dinamómetro de rodillos considerando la norma SAE J1349, para poder determinar las pérdidas de potencia, mediante un factor de corrección de potencia y par del motor que depende de las condiciones geográficas.

Se verifico el cumplimiento de los requisitos generales para homologación de transporte comercial, escolar e institucional según la resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV de tal forma de proponer la mejora de los requerimientos tácticos, técnicos y mecánicos del vehículo Scorpión obteniendo un sistema de transporte eficiente y sustentable.

Se elaboró un plan de negocios que considere una estructura ideológica, mecánica, financiera y recursos para la construcción en serie de vehículos tácticos militares fundamentado de acuerdo a la necesidad de la Fuerza Terrestre.

1.4. Justificación e importancia.

El Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas desde 1971 viene coadyuvando a la defensa del país y cooperando cada vez con mayor intensidad al desarrollo social y económico, sin perder de vista la misión constitucional, apegado a los cambios y requerimientos sociales, con el firme propósito de proyectarse al futuro para alcanzar una institución armada moderna al servicio de la patria, por ello es necesario el aporte colectivo y profesional de otras instituciones de todos los que conforman el estado siendo un pilar fundamental para el desarrollo de la nación, contribuyendo a la seguridad y desarrollo del País.

Durante el cumplimiento de su misión constitucional y las tareas de apoyo a las instituciones del Estado, las Fuerzas Armadas en operativos y patrullaje fronterizo por los comandos operacionales de las FF.AA. realizan el control de actividades ilícitas en diversos ámbitos de acción:

- Control de armas y antidelincuenciales.
- Soberanía energética.
- Apoyo a la Agencia de Regulación y Control Minero
- Operaciones terrestres.
- Apoyo al Servicio Nacional de Aduanas.
- Apoyo al Ministerio del Ambiente en control forestal

En el Modelo de Gestión de la defensa, aprobado por la Secretaría Nacional de Planificación y desarrollo, se establece que el Ministerio de Defensa Nacional y las FF.AA. han definido sus objetivos estratégicos para cumplir efectivamente con la misión constitucional asignada, entre los que se destacan los siguientes: incrementar la efectividad en la participación de FF.AA. en apoyo a la seguridad ciudadana; incrementar el apoyo al desarrollo nacional en los ámbitos de investigación, desarrollo tecnológico, industria de la defensa, apoyo comunitario, gestión de riesgos e intereses nacionales; incrementar el nivel de cultura de seguridad y defensa en todos los ámbitos y niveles de la sociedad; incrementar el apoyo a la seguridad y al desarrollo nacional con énfasis en las zonas fronterizas.

La defensa nacional es un bien público, exige, por tanto, un grado de cultura de seguridad y defensa en todos los niveles de la sociedad, e implica su conducción democrática desde una visión integral de la seguridad, desarrollo y construcción de la paz interna, regional y global, en condiciones de defensa de la soberanía y en busca de la mejor solución para actuales y eventuales controversias interestatales. de modo paralelo, “el mantenimiento de la paz interna exige tener en cuenta las amenazas multidimensionales y la delincuencia transnacional organizada. de otro lado, la conducción democrática de la defensa, demanda el desarrollo y el mantenimiento de apropiadas relaciones civiles – militares, que den cuenta de la prevalencia del poder político sobre el estamento militar, como un factor significativo en la profundización del sistema democrático”.

El personal de Fuerzas Armadas requiere de vehículos tácticos para tareas de entrenamiento y capacitación en operaciones militares para mantener en alto las condiciones operativas del personal militar, utilizando el equipo adecuado y ser el apoyo incondicional de las patrullas terrestres durante el cumplimiento de la misión.

1.5. Objetivos generales y específicos.

1.5.1. Objetivos generales

- Investigar el proceso de diseño y fabricación del vehículo táctico militar Scorpión.

1.5.2. Objetivos específicos

- Recopilar información técnica-científica que sustente la investigación el proceso de diseño y fabricación del vehículo táctico militar Scorpión de fuentes confiables como bases de datos digitales, libros, tesis, manuales y normas.
- Analizar y evaluar el diseño integral del bastidor aplicando la Ingeniería Asistida por Computador CAD-CAE
- Realizar pruebas de desempeño mecánico de los parámetros característicos (torque y potencia) del motor en un dinamómetro de rodillos considerando la norma SAE J1349 para determinar las pérdidas de potencia.
- Analizar las secciones de soporte del armamento mediante ingeniería asistida por computador CAE determinando la capacidad de carga máxima que soporta la sección antes de su deformación.
- Realizar la medición y puesta a punto de los parámetros característicos de los sistemas automotrices y complementarios que se encuentran implementados en el vehículo táctico militar Scorpión
- Verificar el cumplimiento de los requisitos generales para homologación de transporte comercial, escolar e institucional según la resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV
- Proponer un plan de negocios para la construcción en serie de vehículos tácticos militares considerando la necesidad de la Fuerza Terrestre con base a su estructura ideológica, mecánica, financiera y recursos.

1.6. Metas.

Validar la construcción del vehículo táctico militar multipropósito considerando aspectos de diseño, funcionalidad, operatividad de los sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos del tren motriz, bastidor y sistemas automotrices de acuerdo a los requisitos generales y disposiciones administrativas para homologación de vehículos que pueden circular por el país según la Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV.

1.7. Hipótesis.

El análisis y diseño integral del bastidor del vehículo táctico militar Scorpión 2.0 permitirá obtener un transporte idóneo para homologar los sistemas y componentes en concordancia a lo establecido por la Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

1.8. Variables de la investigación.

Para el proyecto de investigación se aplicó las variables como son: variables dependientes y variables independientes

1.8.1. Variable dependiente:

Proceso de diseño y fabricación

Tabla 1.

Operacionalización de la variable dependiente.

Concepto	Categoría	Indicador	Ítem	Técnicas	Instrumento
		CAD	Modelación geométrica estructural 2D y 3D.	Simulación	Ensayo

CONTINÚA 

Rediseño del proceso considerando cambios de fabricación y construcción desde una perspectiva técnica y transfuncional en base a la satisfacción de las necesidades del de las fuerzas terrestres y cumplimiento de estándares	Simulación por ordenador del bastidor para mejorar las características del diseño y fabricación de la propuesta.	FEM	Método matemático de elementos finitos. Cargas en el modelado	Simulación	Ensayo
			Análisis cinemático y dinámico.		
		CAE	Análisis plano y tridimensional Estudio de fueras	Simulación	Ensayo
	Requisitos generales y disposiciones administrativas para homologación de vehículos	Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV	Elementos de seguridad activa y pasiva. Sistema de alimentación de combustible Sistemas automotrices y tren de potencia Pesos y capacidades Condiciones ergonómicas	Según Norma Ecuatoriana o Equivalente Internacional (ECE, FMVSS / FR 49- 571, S.R.R.V, K.M.V.S.S o CONTRAN	Pruebas de laboratorio Ensayo

CONTINÚA 

Parámetros característicos de un motor de combustión interna	Potencia	HP	Medición	Dinamómetro de rodillos
	Torque	Nm	Medición	

1.8.2. Variable independiente

Vehículo táctico militar.

Tabla 2.

Operacionalización de la variable independiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Vehículo multipropósito para tareas de recuperación, rescate, evacuación, protección y asistencia de operaciones militares	Valores de operación del tren de potencia en condiciones de trabajo normal	Torque	Nm	Medición	Pruebas de Laboratorio
		Potencia	HP	Medición	Pruebas de Laboratorio
		Relación peso –	%	Cálculos	Ensayo
	Parámetros característicos de fabricación del bastidor	Esfuerzos principales máximos	MPa	Simulación	Software CAE
		Concentración de esfuerzos	MPa	Simulación	Software CAE
		Deformación	mm	Simulación	Software CAE

CONTINÚA 

Parámetros característicos de los sistemas	Temperatura del motor	°C	Medición	Pruebas de laboratorio
automotrices y complementarios	Cantidad de carga eléctrica	Volt	Medición	Prueba de laboratorio

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Características técnicas del vehículo Scorpión

(Casado Martínez, 2009) Asegura “A lo largo de los años, la evolución de los vehículos tácticos ha seguido una pauta clara: bajo la premisa de lograr la mejor movilidad, combinada con la mayor versatilidad, se han desarrollado evidentes progresos a la par del avance tecnológico” (p. 6).

(Casado Martínez, 2009) “Conforme ha ido avanzando la tecnología y la temprana aparición del todo terreno militar como es el Jeep “Willys”, los avances en los sistemas mecánicos del vehículo como: bloqueos de diferenciales, sistemas centralizados de inflado de neumáticos, combustibles, cajas de velocidades, etc., han llevado la capacidades de los vehículos tácticos militares prácticamente a lo más alto en su movilidad. Los últimos ejemplos carismáticos, como el Hummer o, en el caso español, el URO VAMTAC, tienen una movilidad, versatilidad y capacidad de carga realmente apreciables.

Estos vehículos por lo general están destinados para cumplir tareas de segunda línea, transporte de personal o carga de municiones y combates a distancia mediante adecuado a su tamaño como cañones sin retroceso o misiles, desde hace algunos años, en el eje de las situaciones de guerra asimétrica en que se encuentra sumido el mundo en la actualidad. ” (p. 7)



Figura 2. Vehículo Táctico Militar

Fuente: (meet-up, 2017)

(Casado Martínez, 2009) Afirma “En la misma o parecida situación se encuentran los vehículos del escalón inmediatamente superior, encuadrados generalmente en la categoría de Transportes Blindados de Personal, con capacidades mejoradas sobre todo en el aspecto del blindaje y, consiguientemente con mayor peso y menor movilidad que los anteriores.

Cuando se desarrolla un conflicto con el enemigo en el ámbito militar puede llegar a ser muy escurridizo, muy móvil (no necesariamente veloz) por terrenos muy complicados o prohibidos para vehículos pesados y con profusión de empleo de emboscada y a los explosivos accionados a distancia, las acciones suelen siempre dirigirse contra los objetivos militares llegando a afectar a grupos de soldados y a vehículos en movimiento pero logrando un objetivo que causar gran daño ante cualquier estado militar” (p. 9).

2.1.1. Requerimientos básicos del vehículo táctico militar

a) Balístico

(Casado Martínez, 2009) Testifica “Una de las nuevas disposiciones en los vehículos tácticos militares es proporcionar un mayor blindaje y protección a sus conductores por lo que actualmente se está desarrollando mejoras de los materiales que los componen a precios más accesibles como el polietileno antibalístico que es usado por varias empresas como BAE System o usando cerámicas con técnicas avanzadas como Ceradyne Armor Solutions.

El habitáculo del vehículo es la primordial supervivencia por lo que debe tener puertas de seguridad, a semejanza de los actuales con cascos dispersores y amortiguador de explosión (Depósito intermedio de gas inerte, cabina suspendida dentro de una “carcasa” exterior, etc.)

Para una mejor forma de manejo individual el vehículo requiere asientos individuales suspendidos, reposapiés elevados, cinturones de cuatro puntos por anclaje, orejeras, porta-arma, alojamientos para el equipo.

Como también suprimir la amenaza, como dispositivos anti incendios y anti explosivos, los elementos que se encuentran exteriores a la cabina del conductor, diseñados para absorber todo tipo de impactos que reciban del exterior” (p. 21).

b) Sistemas automotrices

(Casado Martínez, 2009) Afirma “Todos los accesorios del vehículo táctico militar necesariamente deben ser modulares y fácilmente intercambiables y/o sustituibles permitiendo incluso distintas configuraciones del vehículo para carga de armamento además el vehículo puede estar basado en la propulsión diésel-eléctrico con la opción de solo funcionar a eléctrico que permitiera cambia a modo silencioso con la consecuente reducción en la firma térmica y acústica, los diferenciales deben tener bloqueos transversales con mando de reductora y bloqueos longitudinales.

El sistema de suspensión debe ser activa independiente para cada rueda y de una altura configurable dependiendo del terreno. La misión y el tipo de amenaza, Debiendo tener unos neumáticos anti pinchazos que aun dañados el vehículo pueda moverse montados sobre un sistema de freno que debe tener circuitos independientes por cualquier daño que sufran cuando se movilizan por todo tipo de terreno” (p. 21).

c) Diseño de bastidor mediante elementos finitos

(Colomina & Masia, 2017) Aseveran “La solución más fácil en las propuestas para el mallado por elementos finitos de la parte del vestidos por largueros y travesaños en forma de escalera.

Por lo general se utilizan elementos de tipo viga por lo que el mallado de los perfiles que constituyen los largueros y travesaños se deben tomar en cuenta el desfase que existe entre los ejes de los centros geométricos de las secciones transversales y el eje de los centros de torsión.

Los programas que implementan el método de los elementos finitos poseen ya la posibilidad de modelar con desfases entre los mismos, una vez que se plantea la sección transversal generalmente el tipo de elemento introduciéndose la geometría básica, para la cual el programa se encarga de calcular las propiedades fundamentales desde punto de vista de análisis estructural.

Estas características serán utilizadas posteriormente como datos de definición del elemento tipo viga que idealizará gran parte de la estructura del bastidor. Los programas utilizados actualmente para la modelación con elementos finitos permiten representar de forma escalada esta geometría de la sección transversal” (p. 27).

d) Modelado del bastidor

(Colomina & Masia, 2017)“En vehículos monoplaza la zona de enganche del bastidor por limitaciones de la legislación, debe quedar muy baja en su altura debiéndose recurrir a una combinación específica de rigidez del conjunto con chapas soldadas

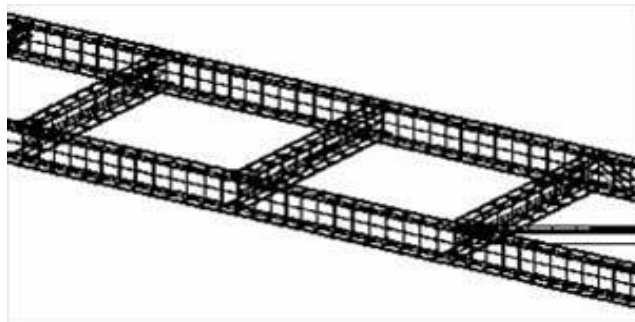


Figura 3. Bastidor sometido al efecto del alabeo.

Fuente: (Colomina & Masia, 2017)

Una de la zonas más complicadas para la modelación y no se pueden emplear elementos tipo viga. Los elementos que más se ajustan a la simulación de esta región sin comprometer el tiempo de cálculo son los elementos tipo cáscara por lo que hay que tener muy en cuenta un factor de desfase que existe entre los ejes geométricos de los perfiles.

Cuando se pretende obtener un modelo de elemento tipo cáscara en los que se unen diversos perfiles con orientaciones distintas, se debe procurar mantener siempre el criterio de tener fronteras comunes entre áreas perpendiculares, es decir, cualquiera de estas áreas debe tener una línea de intersección común, empezando y acabando en los mismos puntos.

Una vez mallado el conjunto se mantendrá la continuidad entre el travesaño y el larguero y cada punto de intersección de líneas dará lugar a un modo, que será común las áreas que intervienen en el” (p. 28).

e) Diseño asistido por computadora.

(Torres, 1998) Asegura que “El diseño asistido por computador proviene del vocablo italiano se utiliza para caracterizar la representación gráfica, de acuerdo con una idea creativa previa, de un objeto artístico o funcional, de un dispositivo, estructura y funcionamiento de un sistema o proceso” (p. 3).

2.2. Consideraciones del diseño asistido por computador

(Torres, 1998) “Para verificar las propiedades de las cualidades relevantes del sistema a diseñar para realizar la concepción de un modelo tomando en cuenta que debe satisfacer las especificaciones ya que el modelo deberá documentarse por el ingeniero que construye el modelo con una representación gráfica natural de las cosas que se fabrican tiene algún tipo de descripción formal del elemento a construir, por ese motivo, antes de pasar al proceso de construcción se deben generar gran cantidad de planos.

Para elaborar elementos que van a estar sometidos a un proceso de fabricación en cadena se fabricara previamente prototipos fuera de la cadena de montaje para detectar posibles errores en el modelo o las especificaciones , y en caso contrario, servir de validación del modelo completo del elemento a fabricar, pudiendo utilizarse para validar tan solo determinadas propiedades” (p. 5).

(Torres, 1998) Testifica “Tras descubrir deficiencias en el modelo después de haber realizado ensayos en el prototipo o en la propia definición del sistema, lo que obligará a volver atrás en el proceso para corregir falencias existentes en el diseño para una vez aprobado el prototipo se pasa a ser documentado el cual contendrá la información suficiente como para poder empezar la construcción del sistema.

El proceso de diseño sigue un esquema iterativo, en el que el diseñador trata de encontrar un diseño que satisfaga unos determinados requerimientos, explorando posibilidades, siguiendo un ciclo de propuesta – valoración” (p. 5).

2.2.1. Simulación en CAD.

a) Simulado computacional CAD

(Torres, 1998) “El diseño asistido por computador (CAD) como la aplicación de la de la informática en un proceso de diseño puntualizando la definición, en un sentido amplio se entiende por sistema CAD un sistemas informático que automatiza el proceso de diseño de algún tipo de ente, para descartar, como sistemas CAD las aplicaciones que incidan tan solo en algún aspecto concreto del proceso de diseño.

Los medios informáticos se pueden usar en la mayor parte de las tareas del proceso, siendo el dibujo el punto en el que más se ha utilizado.

La herramienta CAD es un sistema software que aborda la automatización global del proceso de diseño de un determinado la reducción de tiempo invertido en los ciclos de exploración. Fundamentalmente por el uso de sistemas gráficos interactivos, que permiten realizar las modificaciones en el modelo y observar inmediatamente los cambios producidos en el diseño basado en la representación de un modelo computacional que permite realizar automáticamente el dibujo de detalle mediante la documentación del diseño posibilitando la utilización de métodos numéricos sobre la cual al realizar simulaciones como una alternativa a la construcción de prototipos” (p. 5).

a1) Ciclo de modelado en sistemas CAD

(Torres, 1998) Verifica “Para establecer el desarrollo de un sistema CAD se debe concretar estableciendo de un ciclo de técnicas de edición que representaran el modelo de edición soportado por técnicas de visualización. A un nivel más concreto, un sistema CAD debe realizar las siguientes funciones.

- Definición interactiva del objeto.
- Visualización múltiple.
- Calculo de propiedades, simulación.
- Modificación del modelo.
- Generación de planos y documentación.

Es difícil establecer un modelo universal de sistema de diseño. No obstante, a nivel general, y en base a las funciones a desempeñar, se puede establecer que todos los sistemas de diseño poseen al menos los siguientes componentes” (p. 5).

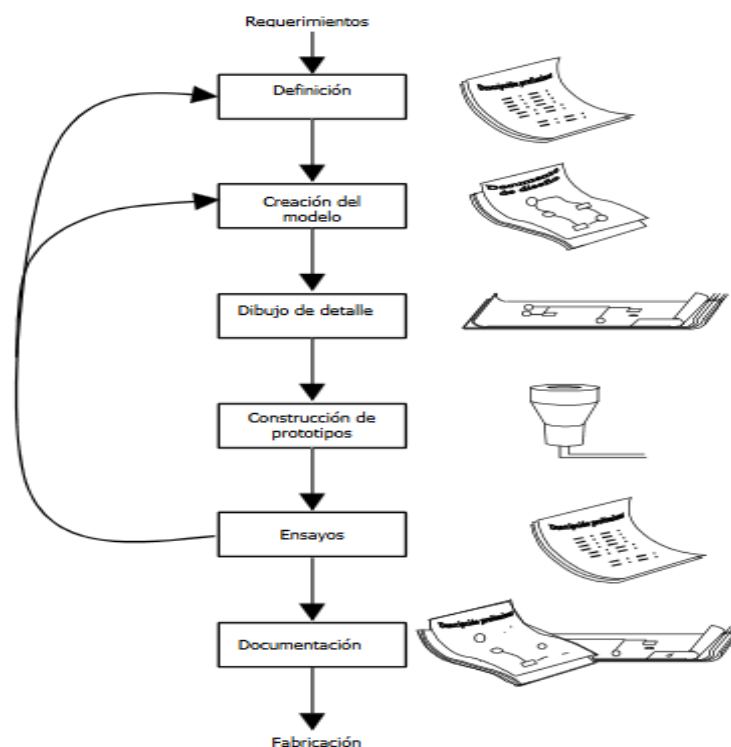


Figura 4. Proceso clásico de diseño

Fuente: (Torres, 1998)

2.2.2. Normativa de seguridad aplicable

a) Homologación para la transportación

(NTE INEN 2204-2, 2002) “De acuerdo con la disposiciones para la homologación de vehículos nuevos para transporte público y comercial, así como la homologación de todos los sistemas que los componen, la unidad técnica destinada a la revisión de los requisitos mínimos que debe poseer el vehículo a homologar con el fin de facilitar su matriculación, venta y servicios para garantizar la calidad del producto dentro del marco regulatorio de las normas de seguridad y que sea amigable con el medio ambiente” (p. 3).

a1) Mapa de proceso de homologación

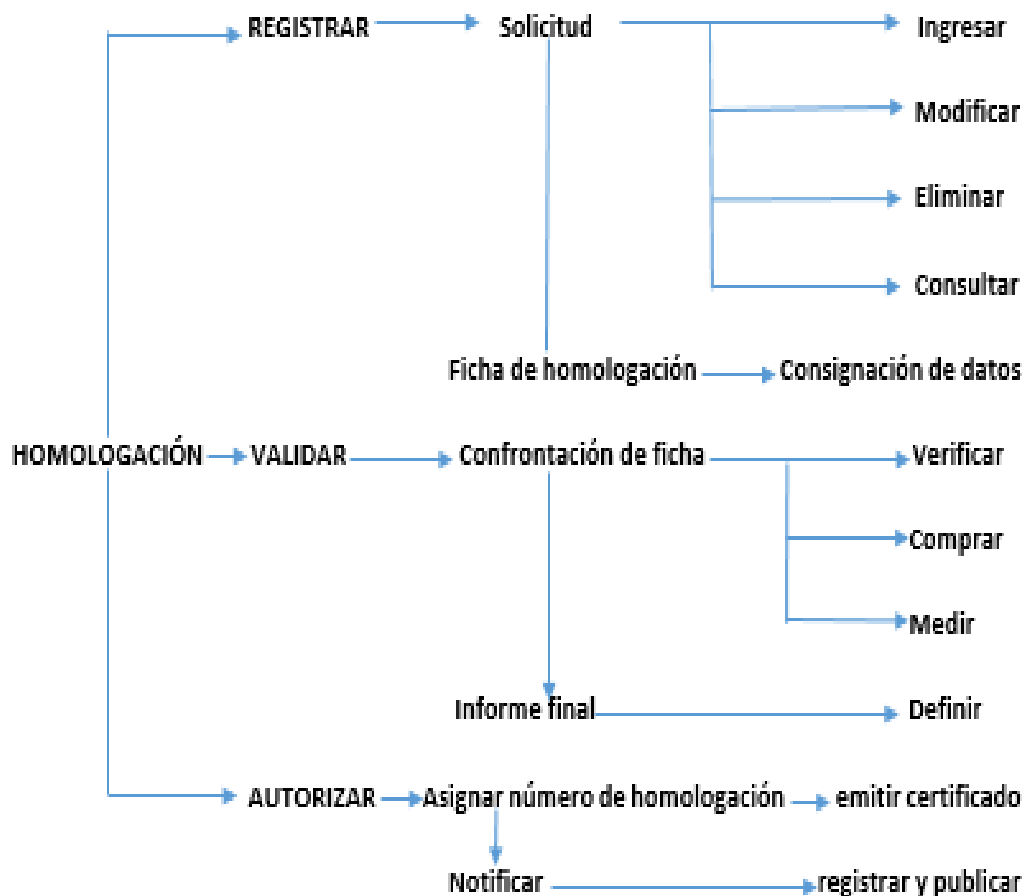


Figura 5. Mapa de procesos de homologación

Fuente: (NTE INEN 2204-2, 2002)

b) Elementos mínimos de seguridad en vehículos

(INEN, 2014) “Acorde con norma Ecuatoriana, los elementos técnicos mínimos obligatorios de seguridad que deben cumplir los vehículos automotores que circulen en el país, sean importados, ensamblados o fabricados en el país **Anexo A**. Elementos mínimos de seguridad y con la finalidad de proteger la vida e integridad de las personas; así como el fomentar mejores prácticas al conductor, pasajero y peatón” (p. 4).

c) Protección de ocupantes en caso de colisión frontal

(ANCOSEV, 2015) “Siguiendo la metodología de pruebas de impacto frontal la norma comprende los aspectos mínimos de homologación para garantizar el bienestar de los ocupantes que conducen el vehículo basándose en especificaciones de los ensayos, criterios de medición de lesiones e instrucciones para el uso de vehículos equipados con airbags” (p. 1). **Anexo B**.

2.3. CAE

(Suárez, 2005) “Cuando se utiliza herramientas computacionales en el trabajo de ingeniería una verdad que no puede ser negada por los ingenieros, estas herramientas son muy usadas prácticamente desde las primeras etapas del proceso de diseño. Sin embargo su uso y aplicación debe ser realizado por una persona que posean cierta experticia y dominio del tema.

Cuando se utilizan técnicas CAD/CAE, uno de los problemas fundamentales que se puede llegar a encontrar es el de realizar un mal modelado de los sistemas que se desean analizar y/o construir. Un mal modelo implica que se puedan obtener resultados inadecuados o poco ajustados a la realidad, como consecuencia de esto también se presentara elevados tiempos de procesos en el computador dedicados a la generación de las rutinas por lo que el ingeniero que por primera vez se enfrenta a este tipo de técnicas incurre en el error” (p. 2).

(Armas Cardona & Plasencia Gutiérrez, 2000) “Un software de elementos finitos se estructura normalmente la simulación que depende de que tan bien este representado el problema físico en el computador así como el mallado de elementos finitos y modelación geométrica de la pieza donde ya estén definidas las regiones” (p. 49).

2.4. Uniones por soldadura

(Díaz Cedré, y otros, 2004) “Dese hace mucho tiempo el mundo aprecia una tendencia a mezclar lo gases usados en la protección durante un proceso de soldadura con el objetivo de variar las propiedades tecnológicas del arco eléctrico que este tiene al desarrollarse protegido por gases simples es muy útil a pesar de esa práctica. La utilización de mezclas de gas empleado para la protección de los procesos de soldadura es el CO₂, un reactivo que fundamentalmente por su fácil producción con respecto al Argón. Es por ello que las mezclas que utilizan este gas como base poseen unas elevadas perspectivas de empleo en la soldadura de los aceros al carbono y de baja aleación en nuestro país” (p. 2).

2.5. Estudio de distintos materiales.

(Callister William, 2002) Afirma que “Al someter un material a esfuerzos este experimenta deformación o un metal pulido refleja la luz por lo que las propiedades de un material se expresan en términos del tipo y magnitud de la respuesta a un estímulo específico impuesto.

Las definiciones de las propiedades suelen ser independientes de la forma y del tamaño del material, las propiedades importantes de los materiales sólidos se agrupan en seis categorías: mecánicas, eléctricas, térmicas, magnéticas, ópticas y químicas. Para cada categoría existe un tipo característico de estímulos capaz de provocar respuestas diferentes” (p. 4).

(Callister William, 2002) “Las propiedades mecánicas relacionan la deformación con la carga o fuerza aplicada: ejemplos de ellas son el módulo elástico y la resistencia. En las propiedades eléctricas, tales como conductividad eléctrica y constante dieléctrica, el estímulo es un campo eléctrico. El comportamiento térmico de los sólidos se representa en función de la capacidad calorífica y de la conductividad térmica.

Las propiedades magnéticas se refieren a la respuesta de un material frente a la influencia de un campo magnético. Para las propiedades ópticas, el estímulo es la radiación electromagnética o lumínica: el índice de refracción y la efectividad son propiedades ópticas representativas. Finalmente, las propiedades químicas indican la reactividad química de un material. En los siguientes capítulos se tratarán las propiedades incluidas en cada una de estas seis clasificaciones.

Desde hace mucho tiempo los técnicos o ingenieros. Sean mecánicos, civiles químicos o eléctricos, en ciertas ocasiones se encontrarán con un problema de diseño en el cual intervengan materiales” (p. 4).

2.6. Simulación dinámica.

(Jose & Luis, 2011) “Cuando se realizan simulaciones con software de dinámica computacional el primer paso es generar un mallado de la zona de estudio. La necesidad de partir de un mallado de gran calidad es tanto más importante cuanto mayor es la turbulencia en la zona de estudio. En la simulación de fenómenos con software aumentan las exigencias del mallado.

Se va analizar la variabilidad de resultados que se obtienen con el software CAE aplicado a un bastidor, cuando se emplean distintos tipos de mallado a una misma situación de esta manera se obtendrá resultados acercados a la realidad” (p. 1).

2.7. Consideraciones para la selección del tren motriz y sistemas automotrices

(Rafael Morales & Zavala Ponce, 1999) Afirma que: “El tren motriz de un vehículo es el conjunto de sistemas y elementos que permiten transformar la energía interna del combustible que se introduce en el motor, en trabajo y movimiento del vehículo, a través de una serie de transformaciones termoquímicas de la energía proporcionada por el combustible.

El desempeño del vehículo, que en la práctica es conocido como performance, se ve afectado por los elementos que componen el tren motriz, así como por diversos parámetros cuantitativos, de los cuales destacan principalmente dos: la pendiente más crítica por la que transitará, que a su vez depende de la ruta de operación y del peso de la carga máxima que se quiere transportar.

Con esto se puede en principio determinar la potencia máxima del motor y, por consiguiente, se pueden establecer los elementos que integrarán el tipo de vehículo y su tren motriz. En la ruta de operación crítica se considera el estado de la carretera, principalmente la rugosidad, desgaste de la superficie y los porcentajes máximos de pendiente ascendente ya que estos factores requerirán potencia adicional para arrancar y remontar las pendientes críticas, así como para vencer la resistencia al rodamiento en una carretera en malas condiciones.

La potencia máxima de un motor para mover una carga, es un criterio insuficiente para seleccionar el tren motriz, ya que no corresponde al mejor rendimiento, particularmente en la capacidad de arranque en pendientes (startability) o en la habilidad de ascenso en pendientes (gradeability).

La selección del tren motriz tiene una gran importancia debido las condiciones geográficas del país y por otra parte por el incremento del costo del combustible que repercute directamente en los costos de operación, particularmente cuando el tren motriz no es el adecuado. Un tren motriz adecuado debe de proporcionar las siguientes características a un vehículo:

- Capacidad de arranque en pendiente (startability).
- Capacidad de ascenso en pendiente (gradeability).
- Velocidad máxima.
- Aceleración.
- Capacidad de carga.

Al seleccionar un vehículo, la selección del tren motriz del mismo, es la etapa que requiere de más atención, ya que depende de la configuración que se seleccione, los problemas o ventajas que se tendrán durante la operación del vehículo. El tren motriz está integrado por:

- Motor.
- Embrague.
- Transmisión.
- Diferencial.
- Llantas” (p. 25).

2.7.1. Capacidad de arranque y ascenso en pendiente (startability) - (gradeability).

(Rafale Morales, Cervantes de Gortari, & Lozano Guzmán, 2010) Testifican que: “La startability es la máxima pendiente sobre la que el vehículo puede arrancar y se satisface la relación de cambios tiene un valor numéricamente bajo.

Ecuación 1

$$S = [(T \times Rte \times Rll)/(10.7 \times PBV)]$$

Dónde:

S: Capacidad de arranque [adimensional]

T: Par de arranque del motor a 800 rpm [Nm/rpm]

Rte: Relación Total del conjunto de engranajes [adimensional]

Rll: Velocidad de rotación de la llanta [rpm/m]

PBV: Peso bruto vehicular [N]" (p. 3).

(Rafale Morales, Cervantes de Gortari, & Lozano Guzmán, 2010) Afirman que: "La capacidad de ascenso en pendiente (gradeability) es la capacidad de un vehículo para subir una pendiente. Cuando el vehículo transporta su máxima carga, ocasiona que el régimen del motor disminuya al grado de no permitir el avance del vehículo, el criterio de capacidad de ascenso se fija en 20%.

Ecuación 2

$$G = (37.5 \times Pr) / (PBV \times 10^{-3} \times Va)$$

Donde:

G: Capacidad de ascenso [adimensional]

Pr: Potencia de reserva del motor [Watts]

Va: Velocidad aparente del vehículo [m/s]

La potencia de reserva (Pr) es la potencia que necesita el motor para desplazarse venciendo la resistencia del aire (Pra), resistencia de rodamiento (Prr) y resistencia de inercia (Pri), las potencias antes mencionadas disminuyen la potencia neta del motor encontrando la potencia de reserva.

Ecuación 3

$$Pr = P - (Prr + Pra - Pri)$$

Donde:

P: Potencia del motor [Watts]

Prr: Potencia para vencer la resistencia de rodamiento [Watts]

Pra: Potencia para vencer la resistencia aerodinámica [Watts]

Pri: Potencia para vencer la resistencia de inercia [Watts]

Existe una relación lineal entre el peso bruto vehicular (PBV) y la potencia P del motor, mientras se incremente el PBV la potencia del vehículo va disminuyendo por lo cual se calcula mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 4

$$P = 0.004030 \times PBV + 123.92$$

Se requiere una potencia la cual necesita vencer la resistencia a la rodadura relacionando el peso bruto del vehículo, teniendo en cuenta una velocidad aparente a la cual comenzara a iniciar el movimiento para poder determinar esta potencia se utiliza la siguiente ecuación.

Ecuación 5

$$Prr = Va \times (7.6 + 0.056 \times Va)(PBV \times 10^{-3}/375)$$

La potencia de resistencia aerodinámica se da por la resistencia de la velocidad del viento en contra del movimiento del vehículo, el factor de altitud fa se tomara en base al **Anexo C**, tomando en cuenta la altura a nivel del mar en donde se encuentre el vehículo, velocidad aparente y la altura del vehículo con respecto a la superficie de contacto.

Ecuación 6

$$Pra = [0.002 \times Va^3 \times (h - 0.75)(w)](fa/375)$$

Donde:

h: Altura del vehículo [m]

w: Ancho del vehículo en [m]

fa: Factor de altitud [adimensional]

La potencia de inercia es aquella que se encarga de que el vehículo siga en movimiento así este en aceleración o desaceleración, teniendo una relación directa entre el peso bruto vehicular y las constantes de velocidad de giro del motor y la salida de la transmisión.

Ecuación 7

$$Pri = (nM \times PBV) + nB$$

Donde:

nM: Velocidad de giro del motor [r.p.m.]

nB: Velocidad de giro del eje secundario a la salida de la transmisión. [r.p.m.]

La velocidad aparente del vehículo es la velocidad a la cual se desplaza tomando en cuenta diferentes aspectos desde las revoluciones del motor, relaciones de transmisión y diferencial, teniendo en cuenta el diámetro del neumático, para lo cual se utiliza la siguiente ecuación.

Ecuación 8

$$Va = (d \times RPM) / (Pd \times Pt1 \times 336)$$

Donde

d: Diámetro de la llanta [m]

RPM: Revoluciones por minuto del motor [r.p.m.]

Pd: Relación del diferencial [adimensional]

Pt1: Paso de la transmisión en primera velocidad" [adimensional] (p. 4).

2.7.2. Velocidad máxima.

(Rafael Morales & Sánchez Vela , 2014) Aseveran que: “La velocidad máxima debe alcanzarse dentro del rango denominado -zona verde- dentro de las revoluciones del motor, con el propósito de utilizar eficientemente el combustible y alargar la vida útil del motor, ya que esto le permite estar menos revolucionado” (p. 22).

2.7.3. Aceleración

(Cascajosa, 2005) Afirma “La capacidad de aceleración del tren motriz debe tener la capacidad de ser controlada para que los efectos den una garantía de seguridad al ser alterados en ocasiones bruscamente” (p.530).

2.7.4. Capacidad de carga

(Luque Rodríguez, Álvarez Mántaras, & Vera, 2004) “La determinación de la capacidad de carga total y por eje para un vehículo de dos ejes, de manera aproximada, se realiza calculando la resultante de todas las cargas en un modelo simplificado, en el plano XZ del vehículo. Este cálculo supone que no existe una asimetría de carga respecto al plano medio longitudinal superior a un 3%” (p. 11).

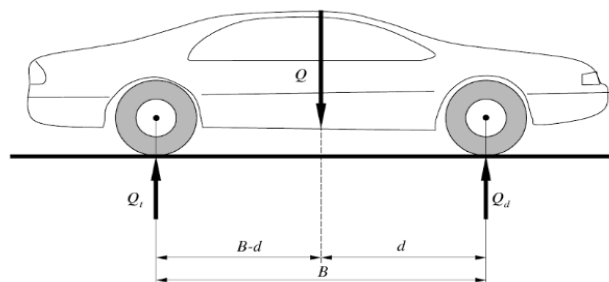


Figura 6. Repercusión de una carga en un vehículo de 2 ejes.

Fuente: (Luque Rodríguez, Álvarez Mántaras, & Vera, 2004)

2.7.5. Fuerza Aerodinámica

(Rafael Morales & Zavala Ponce, 1999) “La fuerza aerodinámica es la oposición del aire al avance de un cuerpo, esta fuerza influye directamente sobre el movimiento del vehículo a través del aire, siendo la fuerza de arrastre, que tiene dirección horizontal y sentido contrario al movimiento” (p. 48).

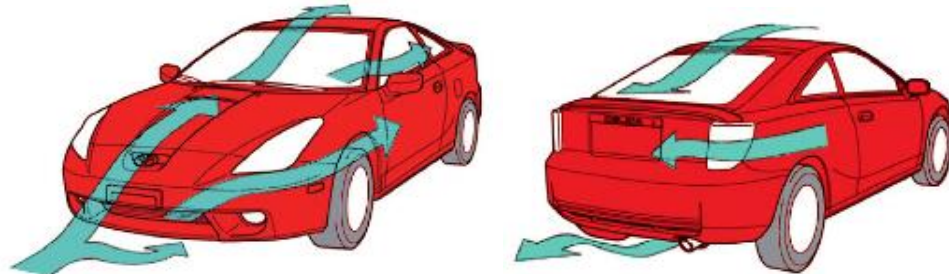


Figura 7. Fuerza aerodinámica (flujo de aire)

Fuente: (Águeda Casado , García Jiménez , Gómez Morales, & Navarro, 2016)

(Dietsche & Klingebiel, 2005) “La Fuerza aerodinámica está dada por el cálculo de la resistencia del aire la cual se determina mediante el siguiente cálculo.

Ecuación 9

$$F_a = 0,0386 \times \rho \times c_w \times A(v + v_o)^2$$

Donde:

F_a = Fuerza aerodinámica [N]

ρ = Densidad del aire (a 200m de altura $\rho = 1,202 \text{ kg/m}^3$)

c_w = Coeficiente de resistencia del aire [adimensional]

A = Sección frontal máxima del vehículo. [m^2]

v = Velocidad marcha [m/s]

v_o = Velocidad viento en contra [m/s]” (p. 419).

El coeficiente de resistencia del aire se seleccionara dependiendo el tipo de vehículo y el área frontal del mismo, el coeficiente se especifica en el **Anexo D**, para lo cual se determinará la presión ejercida en la sección frontal mediante la siguiente formula.

Ecuación 10

$$p = \frac{Fa}{A}$$

Donde:

p = Presión [Pa].

Fa = Fuerza aerodinámica [N].

A = Área frontal [m²]

2.7.6. Fuerza por pendiente

(Domínguez & Ferrer, 2012) Testifican que “La fuerza por pendiente es la resistencia de un vehículo al subir una pendiente, la resistencia depende del ángulo de la pendiente a superar. La fuerza que produce la masa del vehículo por la gravedad, se denomina peso (P) que será parte del peso total del vehículo, siendo esta fuerza la cual empuja en sentido contrario a la fuerza de empuje generada por la marcha del vehículo obligando a cambiar a una velocidad más corta para aumentar la fuerza de empuje y poder superar la pendiente.

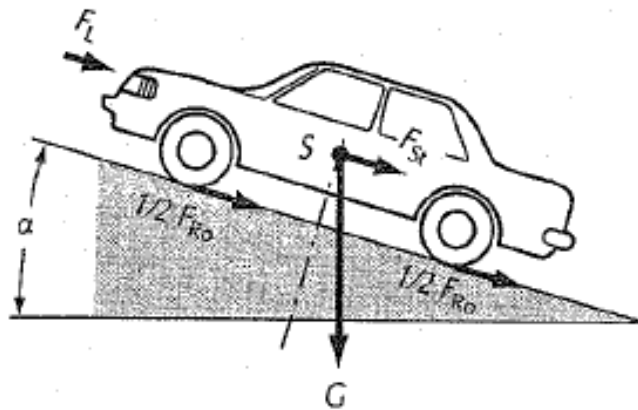


Figura 8. Fueras que intervienen en el ascenso de una pendiente

Fuente: (Dietsche & Klingebiel, 2005)

La fuerza generada al superar una pendiente F_p depende del peso del vehículo y del ángulo de la pendiente α :

Ecuación 11

$$F_p = W \times \sin \alpha$$

Donde:

F_p = Fuerza por pendiente [kg]

W = Peso del vehículo [N]

α = Ángulo entre la pendiente y el plano horizontal [°]

La pendiente de una carretera está determinada por la relación que existe entre la altura a superar y la longitud recorrida figura 9.

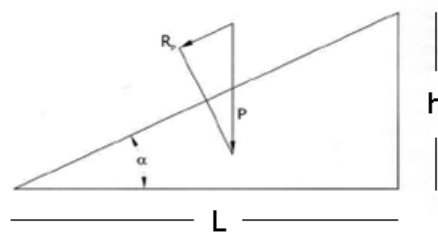


Figura 9. Ángulo de una pendiente

Fuente: (Cascajosa, 2005)

La pendiente se determina mediante la relación entre la altura a superar de la pendiente y la longitud recorrida por el vehículo, obteniendo un valor nominal que al multiplicarlo por 100 se obtendrá el porcentaje de la pendiente.

Ecuación 12

$$\sin \alpha = \frac{h}{L}$$

Donde:

h = Altura a superar de la pendiente

L = Longitud recorrida

Sea $\sin \alpha \times 100 =$ pendiente en %" (p. 13).

2.7.7. Fuerza por resistencia al rodamiento

(Post, Schmidt, & Kant, 2003) Certifican “La fuerza de la resistencia al rodamiento se produce por el trabajo de la deformación en el neumático y la carretera, por lo que el neumático produce fricción sobre la superficie de contacto por lo cual el coeficiente de rodadura depende de la superficie de contacto. El resultado de esta fuerza se da al multiplicar el peso por el coeficiente a la rodadura, siendo este coeficiente mayor mientras menor sea el radio del neumático, la presión de inflado del neumático permitirá la deformación del neumático” (p. 16).



Figura 10. Distribución de la presión en la superficie de contacto.

Fuente: (Post, Schmidt, & Kant, 2003).

Para determinar la fuerza por resistencia al rodamiento en cálculos se utiliza la siguiente formula:

Ecuación 13

$$Fr = mv \times g \times C_r$$

Donde:

Fr = Fuerza por resistencia al rodamiento [N]

mv = Masa del vehículo [tn]

g = Gravedad de la tierra ($9,8 \text{ m/s}^2$)

C_r = Coeficiente a la rodadura. [Kg/tn]

El coeficiente a la rodadura C_r no es contante, se determina dependiendo la superficie de contacto. Por lo cual se tiene los coeficientes a la rodadura **Anexo E.**

2.7.8. Fuerza de resistencia por inercia

(Domínguez & Ferrer, 2012)“La fuerza de resistencia por inercia se produce cuando existe un cambio en la velocidad del vehículo, esta resistencia se produce por una fuerza que se opone al aumento o disminución de la velocidad del vehículo, esto puede ocurrir tanto en aceleración como en desaceleración, es decir si al frenar un vehículo, la fuerza de la inercia sigue empujando el vehículo hasta que se detenga.

Al aumentar la velocidad, se produce una aceleración. La fuerza que genera la resistencia a la inercia (F_i) es igual a la masa del vehículo por la aceleración producida, para el cálculo de la fuerza de resistencia por inercia se aplica la siguiente formula:

Ecuación 14

$$F_i = m \times a$$

Donde:

F_i = Fuerza de resistencia por inercia [N]

m = Masa del vehículo [Kg]

a = Aceleración producida por el vehículo [m/s^2]

La aceleración es igual al incremento de la variación de la velocidad dividido para el tiempo que dura la aceleración y esta se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 15

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

Donde:

a = Aceleración producida por el vehículo [m/s^2]

Δv = Variación de la velocidad. (m/s)

t = Tiempo que dura la aceleración (s).

La distancia es la relación entre la velocidad, tiempo y aceleración en la cual el vehículo se desplaza de un punto a otro.

Ecuación 16

$$d = V_o \times t + 0.5at^2$$

Donde

V_o = Velocidad inicial (m/s)

t = Tiempo (s)

a = Aceleración (m/s^2)” (p. 15).

2.8. Componentes de los sistemas automotrices del vehículo**2.8.1. Motor.**

(Dietsche & Klingebiel, 2005) Afirman que “El funcionamiento es provocado por compresión, por lo tanto este tipo de motores son denominados motores encendidos por compresión con siglas CI, para provocar la combustión de la mezcla este motor cuenta con una cámara de combustión interna en el pistón para generar turbulencia y depresión donde se da la formación de la mezcla heterogénea” (p. 489).

(Rafael Morales & Zavala Ponce, 1999) “La potencia requerida para la selección del motor, es la suma de las fuerzas antes mencionadas da como resultado una fuerza total, denominada fuerza resultante (F) que al multiplicarla por la velocidad promedio (V) de recorrido del vehículo se obtiene la potencia (P) requerida del motor para permite el desplazamiento del vehículo.

Ecuación 17

$$F = Fa + Fp + Fr + Fi$$

F = Fuerza resultante [N]

La potencia requerida por el motor se da mediante la velocidad promedio del vehículo con la cual empezara el movimiento

Ecuación 18

$$P = F \times Va$$

P = Potencia requerida del motor [Watts]” (p. 52).

2.8.2. Embrague.

(Domínguez & Ferrer, 2012) “El embrague se encarga de transmitir la potencia del motor al cambio de velocidad de forma progresiva desacoplando el motor con la transmisión. El acoplamiento suave y progresivo del embrague permite el desplazamiento del vehículo a bajas revoluciones y poco par.

El embrague desacopla el giro del motor (desembragar) de la transmisión para poder realizar el cambio de velocidades, por lo cual el disco se desacopla del volante de inercia por medio del plato de presión permitiendo que la transmisión quede en neutral y así se pueda realizar el cambio de velocidad para que no sufra ningún daño tanto el motor como la transmisión.

El embrague que se emplea para este tipo de vehículos con transmisiones manuales es un embrague de fricción que es muy sencillo y con poco mantenimiento, los principales inconvenientes es el desgaste de los componentes que están sometidos a fricción, ferodo del disco, palto de presión y rodamiento de empuje” (Pág. 36).

2.8.3. Transmisión.

(González Calleja, 2016) “El sistema de transmisión es el conjunto de elementos mecánicos más importantes del conjunto de mecanismos cinemáticos del vehículo, este sistema es el encargado de transmitir el par generado por el motor de combustión interna a las ruedas motrices, con el fin de lograr el desplazamiento del vehículo.

Existen diferentes tipos de sistemas de transmisión lo cuales pueden variar dependiendo el vehículo.” (p. 104).

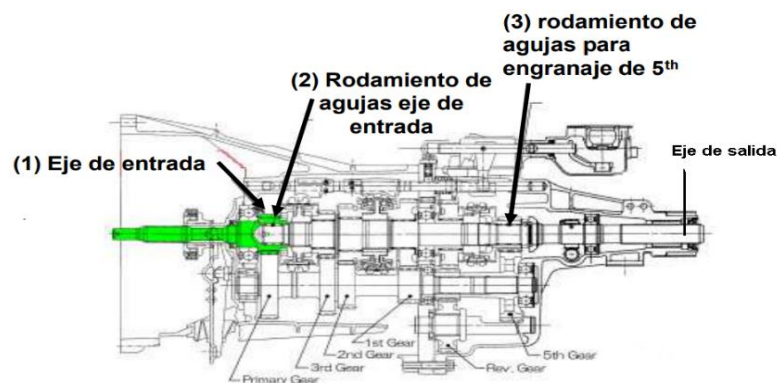


Figura 11. Conjunto de Piñones transmisión

Fuente: (Limited Isuzu, 2012)

(Cajas de cambios, 2016) “Para calcular el número de revoluciones que tenemos en las ruedas después de la reducción de la transmisión y grupo diferencial, para lo cual se debe multiplicar la relación de los engranajes de cada velocidad de la transmisión por la relación que hay en el grupo diferencial, utilizando la siguiente ecuación.

Ecuación 19

$$nc = Rt * Rd * RPM$$

Donde

nc = Número de revoluciones [rpm]

Rt = Relación de la transmisión [adimensional]

Rd = Relación del diferencial [adimensional]

RPM = Revoluciones a Potencia máxima [rpm]

De esta manera una vez obtenida el número de revoluciones se puede calcular la velocidad del vehículo a la máxima potencia para cada marcha de la transmisión.

Ecuación 20

$$V = \frac{\pi * d * nc * 60}{1000}$$

Donde

V = velocidad del vehículo [km/h]

Pi = constante 3.14

nc = número de revoluciones [rpm].”

2.8.4. Neumáticos.

(Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, 2011)“El neumático es un órgano de seguridad y confortabilidad, siendo el único elemento de unión entre el suelo y el vehículo, teniendo como funciones principales el soportar el peso bruto vehicular, resistencia al desgaste, recibir la potencia del motor, dirigir el vehículo, contribuir en la estabilidad, frenado y suspensión del vehículo, garantizar la adherencia en la carretera y sobre cualquier tipo de superficie, ser resistente para retener el aire y soportar daños o impactos, por estas razones el neumático se convierte en un elemento vital e la seguridad” (p.191).

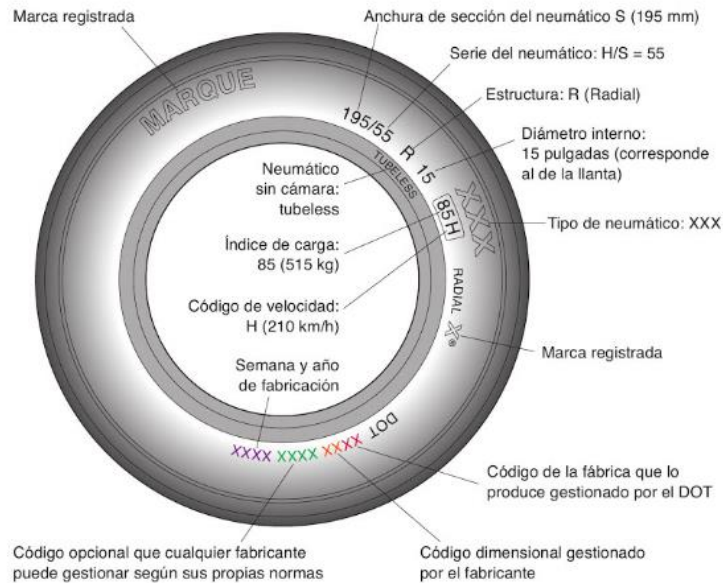


Figura 12. Nomenclatura del neumático.

Fuente: (Ferrer & Checa, 2010)

(Ingemecanica, 2017) Afirma “La fuerza de adherencia de los neumáticos impiden que el vehículo se deslice sobre la superficie de contacto precisamente por la adherencia de los neumáticos al suelo. La magnitud de esta fuerza de adherencia entre el vehículo y el suelo viene dado por la siguiente ecuación.

Ecuación 21

$$F_{ad} = W \times C_{ad}$$

Donde

F_{ad} = Fuerza de adherencia

W = Peso transportado

C_{ad} = Coeficiente de adherencia”.

(Ferrer & Checa, 2010) “La estructura de un neumático es bastante compleja por lo cual requiere un minucioso proceso de fabricación, el neumático está formado por capas de diferentes tejidos recubiertos de goma y compuestos de caucho vulcanizado.

Dependiendo de los elementos utilizados para la fabricación del neumático adquiere diferentes propiedades de agarra, duración, resistencia, los principales componentes de un neumático y especificaciones de selección **Anexo F**” (p. 235).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL BASTIDOR TUBULAR Y ANÁLISIS DEL TREN MOTRIZ

3.1. Especificaciones técnicas del prototipo

La propuesta de diseño del nuevo prototipo está basada en las necesidades de las Fuerzas Terrestres del Ejército Ecuatoriano y en las normas de homologación que debe cumplir un vehículo para que pueda circular en las diferentes ciudades del país.

En la propuesta del prototipo Scorpión 2.0 se determinó que el chasis y sistemas automotrices del vehículo Chevrolet D-Max 3.0 CS 4x4 turbo diésel cumple con las necesidades de movilidad, seguridad y capacidad de carga requeridas, para el diseño y análisis de un bastidor tubular para la construcción de vehículos tácticos militares en serie para lo cual se obtuvo una ficha técnica con todos los parámetros que caracterizan el nuevo prototipo Scorpión 2.0 **Anexo G**.

3.2. Diseño asistido por computador para el bastidor

Lineamientos principales de diseño para realizar el proceso de modelado del bastidor del vehículo táctico militar Scorpión 2.0 el cual se realizó cumpliendo con dimensiones idóneas para los sistemas automotrices instalados en el chasis tales como motor, suspensión, dirección y tren de potencia, de la misma forma se tomó en cuenta el confort de los ocupantes el cual satisface la necesidad de las fuerzas Armadas Ecuatorianas.

Se realizó un boceto del bastidor del vehículo táctico militar Scorpión 2.0 en el software CAD considerando los puntos de anclaje del chasis que se utilizará.

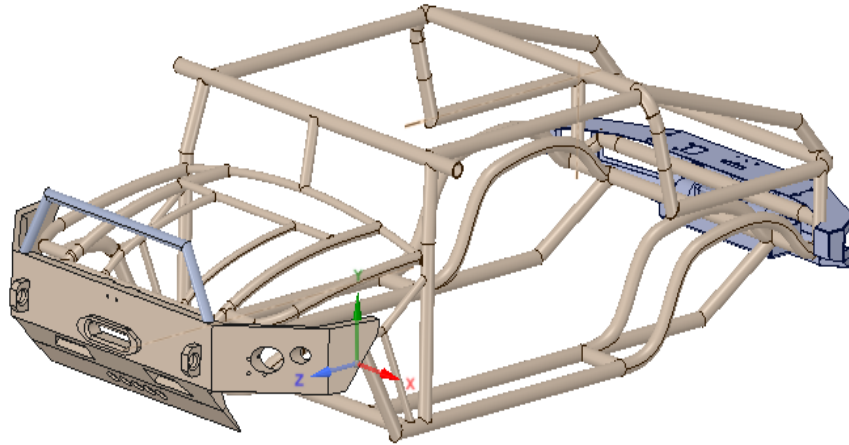


Figura 13. Modelado del bastidor del prototipo

3.2.1. Software CAE.

El software multifásico de ingeniería el cual se encarga de revisar y corregir la geometría que presenta errores en puntos, zonas, regiones superficiales que fueron modeladas en el software CAD para encontrar interferencia en bordes sobrepuestos y geometrías indiferenciables los cuales impidan realizar un mallado adecuado que refleje resultados cercanos a la realidad.

3.2.2. Materiales utilizados en la estructura

Para todos los análisis del bastidor se utiliza el acero estructural galvanizado A500 el cual es un material comercializado actualmente en el mercado ecuatoriano el cual tiene características anticorrosivas idóneas para construcciones estructurales.

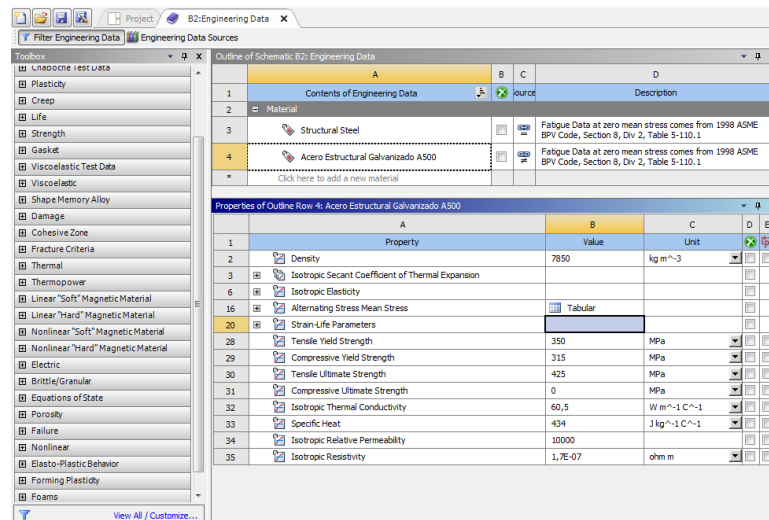


Figura 14. Selección del material

3.2.3. Métrica de la malla para CFD

En la figura 15 se muestra la selección del algoritmo de mallado Skewness que es utilizado específicamente para análisis de fluidos refinando los dominios de la estructura la cual sirve para relacionar el total de elementos y nodos existentes para realizar convergencia la cual trata de llegar lo más acercado al 0 para asegurar que la dinámica de los fluidos se acerque a la realidad.

Details of "Mesh"	
Defaults	
Physics Preference	CFD
Solver Preference	Fluent
Relevance	-100
Sizing	
Use Advanced Size Function	On: Proximity and Curvature
Relevance Center	Fine
Smoothing	High
Curvature Normal Angle	Default (36,0 °)
Num Cells Across Gap	Default (1)
Proximity Size Function Sources	Edges
Min Size	Default (7,9410 mm)
Proximity Min Size	Default (7,9410 mm)
Max Size	Default (1016,40 mm)
Growth Rate	Default (1,20)
Minimum Edge Length	0,189870 mm
Inflation	
Assembly Meshing	
Advanced	
Statistics	
Nodes	959867
Elements	4721740
Mesh Metric	
Min	2,8309e-004
Max	1,
Average	0,27388
Standard Deviation	0,15395

Figura 15. Métrica CFD

3.2.4. Métrica de la malla para impacto frontal

En la figura 16 se muestra la selección del algoritmo de mallado para pruebas de impacto frontal con pared rígida (Jacobian Ratio), tanto para el vehículo táctico militar Scorpión como para el prototipo Scorpión 2.0

Scorpión 2.0	Scorpión																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Details of "Mesh"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Defaults</td> </tr> <tr> <td>Physics Preference</td> <td>Mechanical</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Relevance</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Sizing</td> </tr> <tr> <td>Use Advanced Si...</td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>Relevance Center</td> <td>Coarse</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Element Size</td> <td>Default</td> </tr> <tr> <td>Initial Size Seed</td> <td>Active Assembly</td> </tr> <tr> <td>Smoothing</td> <td>Medium</td> </tr> <tr> <td>Transition</td> <td>Fast</td> </tr> <tr> <td>Span Angle Center</td> <td>Coarse</td> </tr> <tr> <td>Minimum Edge L...</td> <td>0,182690 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Inflation</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Patch Conforming Options</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Patch Independent Options</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Advanced</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Defeaturing</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Statistics</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Nodes</td> <td>1344838</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Elements</td> <td>710700</td> </tr> <tr> <td>Mesh Metric</td> <td>Jacobian Ratio</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Min</td> <td>-100,</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Max</td> <td>35389</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Average</td> <td>1,2261</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Standard Devi...</td> <td>57,214</td> </tr> </tbody> </table>	Details of "Mesh"		Defaults		Physics Preference	Mechanical	<input type="checkbox"/> Relevance	0	Sizing		Use Advanced Si...	Off	Relevance Center	Coarse	<input type="checkbox"/> Element Size	Default	Initial Size Seed	Active Assembly	Smoothing	Medium	Transition	Fast	Span Angle Center	Coarse	Minimum Edge L...	0,182690 mm	Inflation		Patch Conforming Options		Patch Independent Options		Advanced		Defeaturing		Statistics		<input type="checkbox"/> Nodes	1344838	<input type="checkbox"/> Elements	710700	Mesh Metric	Jacobian Ratio	<input type="checkbox"/> Min	-100,	<input type="checkbox"/> Max	35389	<input type="checkbox"/> Average	1,2261	<input type="checkbox"/> Standard Devi...	57,214	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Details of "Mesh"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Sizing</td> </tr> <tr> <td>Size Function</td> <td>Adaptive</td> </tr> <tr> <td>Relevance Center</td> <td>Coarse</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Element Size</td> <td>Default</td> </tr> <tr> <td>Initial Size Seed</td> <td>Assembly</td> </tr> <tr> <td>Transition</td> <td>Fast</td> </tr> <tr> <td>Span Angle Center</td> <td>Coarse</td> </tr> <tr> <td>Automatic Mesh ...</td> <td>On</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Defeature Size</td> <td>Default</td> </tr> <tr> <td>Minimum Edge L...</td> <td>1,1245e-007 m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Quality</td> </tr> <tr> <td>Check Mesh Qua...</td> <td>Yes, Errors</td> </tr> <tr> <td>Error Limits</td> <td>Standard Mechanical</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Target Quality</td> <td>Default (0.050000)</td> </tr> <tr> <td>Smoothing</td> <td>Medium</td> </tr> <tr> <td>Mesh Metric</td> <td>Jacobian Ratio (MAPDL)</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Min</td> <td>-100,</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Max</td> <td>4620,4</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Average</td> <td>1,025</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Standard Devi...</td> <td>12,263</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Inflation</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Advanced</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Statistics</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Nodes</td> <td>1829203</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Elements</td> <td>838231</td> </tr> </tbody> </table>	Details of "Mesh"		Sizing		Size Function	Adaptive	Relevance Center	Coarse	<input type="checkbox"/> Element Size	Default	Initial Size Seed	Assembly	Transition	Fast	Span Angle Center	Coarse	Automatic Mesh ...	On	<input type="checkbox"/> Defeature Size	Default	Minimum Edge L...	1,1245e-007 m	Quality		Check Mesh Qua...	Yes, Errors	Error Limits	Standard Mechanical	<input type="checkbox"/> Target Quality	Default (0.050000)	Smoothing	Medium	Mesh Metric	Jacobian Ratio (MAPDL)	<input type="checkbox"/> Min	-100,	<input type="checkbox"/> Max	4620,4	<input type="checkbox"/> Average	1,025	<input type="checkbox"/> Standard Devi...	12,263	Inflation		Advanced		Statistics		<input type="checkbox"/> Nodes	1829203	<input type="checkbox"/> Elements	838231
Details of "Mesh"																																																																																																									
Defaults																																																																																																									
Physics Preference	Mechanical																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Relevance	0																																																																																																								
Sizing																																																																																																									
Use Advanced Si...	Off																																																																																																								
Relevance Center	Coarse																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Element Size	Default																																																																																																								
Initial Size Seed	Active Assembly																																																																																																								
Smoothing	Medium																																																																																																								
Transition	Fast																																																																																																								
Span Angle Center	Coarse																																																																																																								
Minimum Edge L...	0,182690 mm																																																																																																								
Inflation																																																																																																									
Patch Conforming Options																																																																																																									
Patch Independent Options																																																																																																									
Advanced																																																																																																									
Defeaturing																																																																																																									
Statistics																																																																																																									
<input type="checkbox"/> Nodes	1344838																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Elements	710700																																																																																																								
Mesh Metric	Jacobian Ratio																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Min	-100,																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Max	35389																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Average	1,2261																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Standard Devi...	57,214																																																																																																								
Details of "Mesh"																																																																																																									
Sizing																																																																																																									
Size Function	Adaptive																																																																																																								
Relevance Center	Coarse																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Element Size	Default																																																																																																								
Initial Size Seed	Assembly																																																																																																								
Transition	Fast																																																																																																								
Span Angle Center	Coarse																																																																																																								
Automatic Mesh ...	On																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Defeature Size	Default																																																																																																								
Minimum Edge L...	1,1245e-007 m																																																																																																								
Quality																																																																																																									
Check Mesh Qua...	Yes, Errors																																																																																																								
Error Limits	Standard Mechanical																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Target Quality	Default (0.050000)																																																																																																								
Smoothing	Medium																																																																																																								
Mesh Metric	Jacobian Ratio (MAPDL)																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Min	-100,																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Max	4620,4																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Average	1,025																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Standard Devi...	12,263																																																																																																								
Inflation																																																																																																									
Advanced																																																																																																									
Statistics																																																																																																									
<input type="checkbox"/> Nodes	1829203																																																																																																								
<input type="checkbox"/> Elements	838231																																																																																																								

Figura 16. Métrica de impacto frontal

3.2.5. Aplicación de cargas

a) Parante superior

En la figura 17 se muestra la carga puntual aplicada de 5880 N en el centro del parante superior del vehículo táctico militar Scorpión 2.0 donde va a estar ubicado el armamento

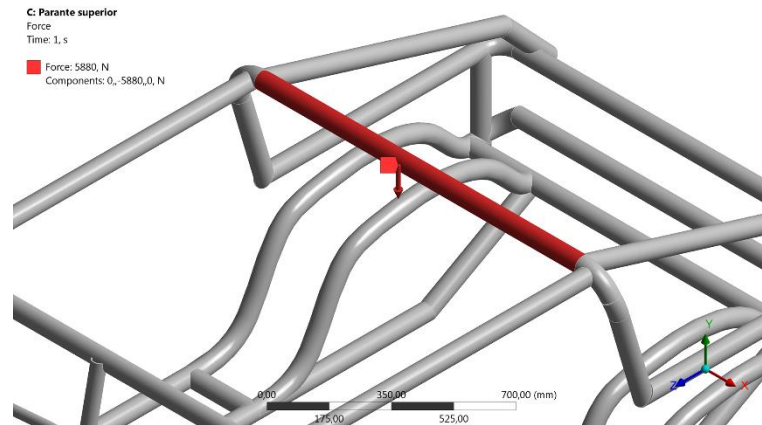


Figura 17. Carga puntual

b) Parante inferior

Como se muestra en la figura 18, la fuerza puntual aplicada en el parante inferior es de 3920 N donde ira ubicado el segundo fusil del vehículo táctico militar Scorpión 2.0

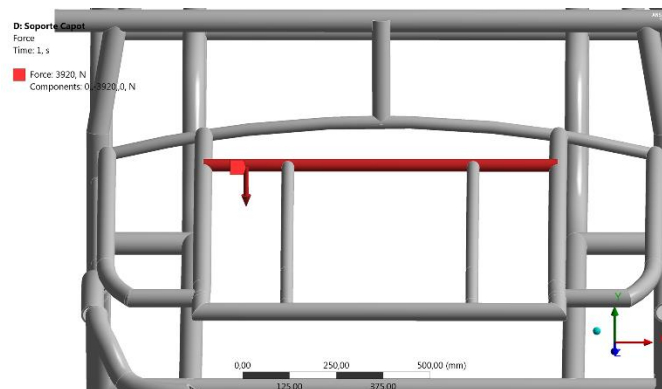


Figura 18. Carga puntual

3.2.6. Escenario de simulación impacto frontal

Los bastidores de los vehículos tácticos militares Scorpión 2.0 y Scorpión se encuentran sometidos a las mismas cargas para lo cual el ensayo físico se lo realiza a igual velocidad (56km/h) para ambos bastidores bajo la norma estadounidense NCAP asegurando el bienestar de los tripulantes del vehículo.

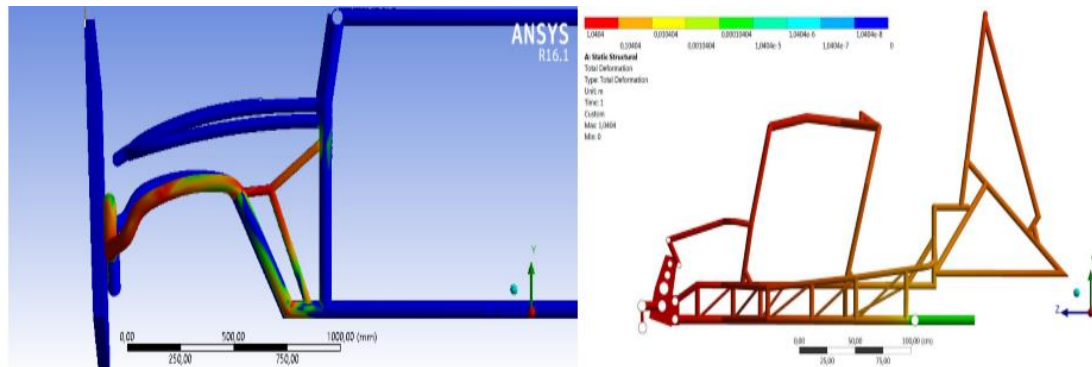


Figura 19. Simulación impacto frontal

3.2.7. Escenario de simulación aerodinámico

El bastidor del vehículo táctico militar Scorpión 2.0 el cual va estar sometido a una velocidad del viento de 56km/h y un flujo de aire laminar constante, por lo que tendrá que apartar un gran cantidad volumen de aire que pasara a través de el por lo que en velocidades bajas es relativamente insignificante la resistencia al aire pero en altas velocidad se convierte en el factor principal a vencer la potencia del motor para ganar más velocidad

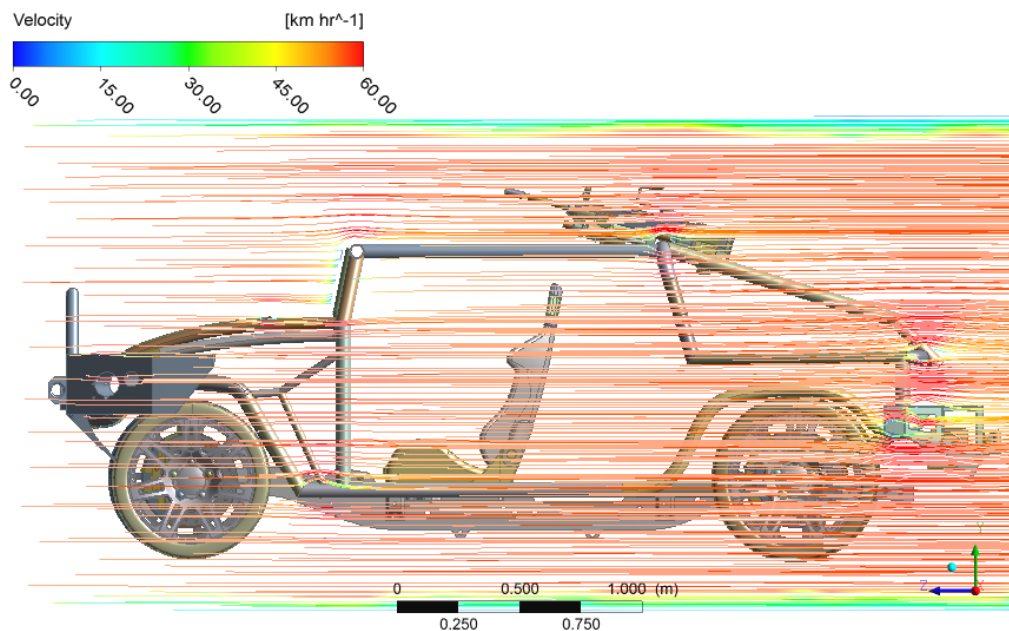


Figura 20. Prueba aerodinámica

3.3. Consideraciones para la selecciones del tren motriz

Las consideraciones que se toman en cuenta para la selección del tren motriz son aspectos iniciales de movimiento en pendientes tales como la capacidad de arranque en pendiente (startability), capacidad de ascenso en pendiente (gradeability), tomando en cuenta la velocidad máxima, aceleración y capacidad de carga con la cual inicia el movimiento el prototipo, determinando las fuerzas que se oponen a la resistencia del movimiento, aspectos los cuales se analiza a continuación.

3.3.1. Capacidad de arranque y ascenso en pendiente (startability) - (gradeability).

a) Capacidad de arranque en pendiente

La capacidad de arranque en pendiente depende de la relación de los piñones de los primeros cambios de la transmisión permitiendo que el prototipo empiece el movimiento sobre la pendiente, la capacidad de arranque en pendiente no debe ser menor a 15%.

Al inicial el arranque sobre una pendiente se utiliza la ecuación 1, para lo cual se toma en cuenta el par motor a 800 r.p.m. con un torque de 198 Nm, la relación total del conjunto de engranes de 0,233, velocidad de rotación de la llanta 198,72 r.p.m. **Anexo G**, peso bruto vehicular del prototipo variara dependiendo la peso que transporte, estos datos permiten encontrar la capacidad de arranque variando dependiendo del peso que desplace el prototipo.

Tabla 3
Capacidad de arranque en pendiente

Datos obtenidos			Datos calculados		
Constantes		Variable	Valor nominal	Valor porcentual	
T (Nm@rpm)	Rd	Rll (rpm/m)	PBV(kg)	S	S (%)
			1186,25	0,72	72,23
			1368,20	0,63	62,62
			1443,2	0,59	59,37
198	0,233	198,72	1518,2	0,56	56,44
			1593,2	0,54	53,78
			2950	0,29	29,04
Ecuación			$S = \frac{T \times Rte \times Rll}{10.7 \times PBV}$		

b) Capacidad de ascenso en pendiente

La capacidad de ascenso en pendiente debe ser mayor al 20%, ecuación 2, el cual permite que el vehículo logre vencer la resistencia de la pendiente, teniendo una relación entre la potencia de reserva del motor, con la variación del peso bruto del vehículo con el cual se desplaza y la velocidad aparente del prototipo al cual empieza ascender la pendiente a 3,38 m/s. La potencia de reserva se calcula por medio de la ecuación 3, tomando en cuenta que es el resultado de todas las potencias que necesita el motor para poder desplazar el prototipo sobre una pendiente, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 4
Capacidad de ascenso en pendiente

Datos obtenidos		Datos calculados		
Constante	Variables		Valor nominal	Valor porcentual
Va (m/s)	Pr (Hp)	PBV (kg)	G	G%
3,38	441,71	1186,25	0,42	41,83
	584,01	1368,20	0,48	47,95
	644,04	1443,2	0,50	50,13
	704,07	1518,2	0,52	52,10
	764,10	1593,2	0,54	53,88
	1850,05	2950	0,70	70,45
	Ecuación	$G = \frac{(37.5 \times Pr)}{(PBV \times 10^{-3} \times Va)}$		

La velocidad aparente del prototipo para el cálculo se asume a 800 rpm tomando en cuenta que parte del reposo y el diámetro del neumático R16” para lo cual se debe tomar en cuenta el perfil de la llanta para poder obtener el diámetro total del neumático.

3.3.2. Capacidad de carga

La capacidad de carga se encuentra especificado en la ficha técnica del prototipo **Anexo G**, siendo encargados de soportar la carga los sistema de suspensión posterior y delantero obteniendo una capacidad de carga por cada eje y la carga que puede transportar el prototipo, para que no influya en la potencia del motor se debe considerar las cargas establecidas, con una carga de 1350 kg en el eje delantero, en el eje posterior se obtiene una carga de 1870 kg y la capacidad de carga que puede transportar el prototipo es de 1125 kg, estas cargas deben ser consideradas para no disminuir la vida útil de los sistemas automotriz, tren motriz y suspensión tanto delantera como posterior ya que al sobre dimensionar la capacidad de carga el tren motriz realiza mayor esfuerzo para desplazar al prototipo.

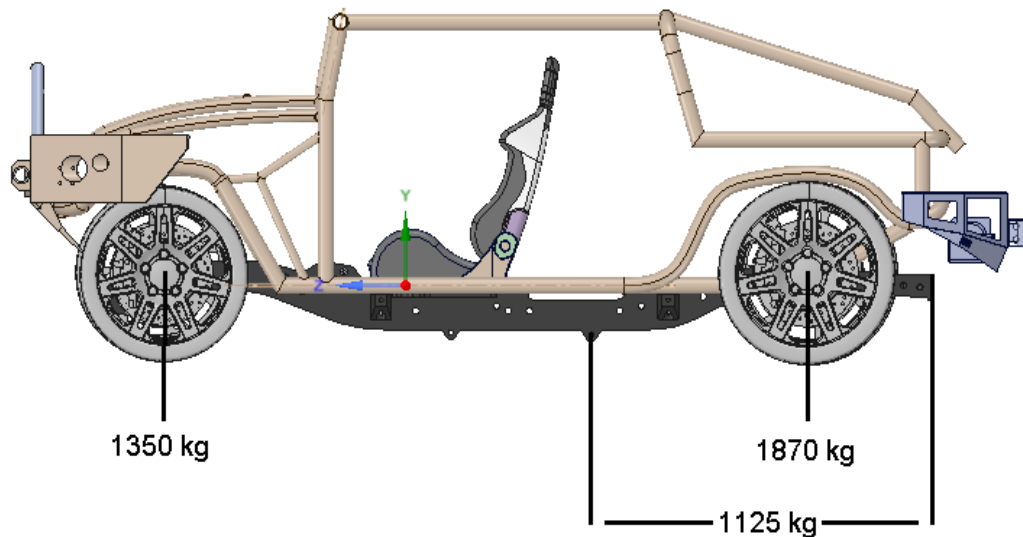


Figura 21. Repercusión de una carga en un vehículo de 2 ejes.

3.3.3. Fuerzas de resistencia al movimiento del prototipo

El análisis de fuerzas que impiden el movimiento del prototipo se da para lograr un mejor desempeño en diferentes tipos de superficies, áreas geográficas y estaciones climáticas, cada una de estas fuerzas intervienen en el desempeño del tren motriz.

a) Fuerza Aerodinámica

La fuerza aerodinámica es la resistencia del aire al movimiento del prototipo por lo cual puede ser calculada ecuación 9 y la simulada mediante el software computacional Ansys, la resistencia del aire relaciona la densidad del mismo de $1,202 \text{ kg/m}^3$ a una temperatura ambiente de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y una presión atmosférica de 1 bar, para el coeficiente de resistencia del aire se utilizara de 0.35 ya que el bastidor es de tipo tubular **Anexo D**, la sección transversal se determina mediante el modelado del prototipo que es de $47,27 \text{ m}^2$ como se muestra en la figura 22, la velocidad del prototipo ira aumentando progresivamente para poder determinar en qué punto existe una menor resistencia del viento, tomando en cuenta una velocidad constante del viento de viento a 56 km/h o $15,56 \text{ m/s}$, estos datos se dan en condiciones normales de funcionamiento, el cual se determina mediante los siguientes datos.

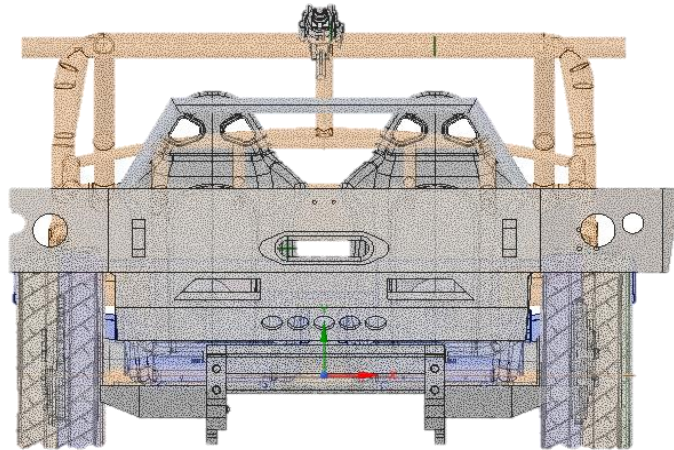


Figura 22. Área frontal del prototipo

Tabla 5
Fuerza de resistencia aerodinámica

Datos obtenidos					Dato Calculado
Constantes				Variables	
ρ (kg/m ³)	C_w	V_o (m/s)	A (m ²)	V (m/s)	F_a (N)
1,202	0,35	15,56	47,27	8,33	438,09
				16,67	797,05
				25,00	1262,63
				33,33	1834,83
				41,67	2513,65
				50,00	3299,10
Ecuación					$F_a = 0,0386 \times \rho \times c_w \times A(v + v_o)^2$

La fuerza de resistencia aerodinámica dividida para el área frontal del prototipo Scorpión 2.0 nos da como resultado la presión ecuación 10, que se genera mediante la resistencia del viento para lo cual se obtiene a diferentes presiones tomando en cuenta la variación de la velocidad del prototipo Scorpión 2.0.

Tabla 6
Presión ejercida por la fuerza aerodinámica

Datos obtenidos		Ecuación	Dato Calculado
Fa (N)	A (m ²)		P (Pa)
438,09			9,27
797,05			16,86
1262,63	47,27	$p = \frac{Fa}{A}$	26,71
1834,83			38,82
2513,65			53,18
3299,10			69,79

b) Fuerza por pendiente

La pendiente genera una fuerza en contra de la fuerza de empuje producida por el motor, siendo mayor a la fuerza provocada por la pendiente, para que empiece el desplazamiento, tomando en cuenta que en carreteras de ningún tipo existe una pendiente de ángulo 90°, de tal manera solo se toma como referencia ángulos de 0° a 90° para cálculos. La fuerza por pendiente relaciona el peso que desplaza el prototipo de 1593,20 kg está basada entre el peso del prototipo más 3 ocupantes tomando como peso promedio de cada persona 75 kg, multiplicando por la gravedad de la tierra de 9.81 m/s², para encontrar el peso, mediante la ecuación 11 se obtiene los siguientes datos.

Tabla 7
Fuerza por pendiente

Datos obtenidos			Ecuación	Dato Calculado
Constante	Variable			
P (N)	α (°)	Pendiente %		Fp (N)
15613,36	15	25,88		4041,03
15613,36	30	50		7806,68
15613,36	45	70,71	$Fp = P \times \sin \alpha$	11040,31
15613,36	60	86,60		13521,57
15613,36	75	96,59		15081,35
15613,36	90	100		15613,36

c) Fuerza de resistencia al rodamiento

Los neumáticos realizan contacto con una superficie los cuales causan fricción o rozamiento con la zona de contacto produciendo una fuerza de resistencia al movimiento por medio de la banda de rodadura a la superficie teniendo un coeficiente de rodadura **Anexo E**, mediante la ecuación 12 se utiliza el tipo de superficie a utilizarse de terreno natural duro de coeficiente 0,08, la fuerza de rodadura depende del peso que desplaza el prototipo al ser multiplicado por la gravedad de la tierra 9.81 m/s^2 se obtiene el peso que transporta el prototipo, para determinar la fuerza obtenido los siguientes resultados .

Tabla 8
Fuerza de resistencia al rodamiento

Datos obtenidos			Ecuación	Dato calculado
Variable	Constante			
mv (kg)	g (m/s ²)	Cr	$Fr = mv \times g \times C_r$	Fr (N)
1186,25				930,97
1368,20				1073,76
1443,2				1132,62
1518,2	9,81	0,08		1191,48
1593,2				1250,34
2950				2315,16

d) Fuerza de resistencia por inercia

La fuerza de inercia está relacionado proporcionalmente a la masa transportada y la aceleración producida por el prototipo **Anexo G**, con la ecuación 13 al multiplicarse la aceleración con la masa transportada da como resultado el peso del prototipo con el cual se está desplazando, siendo un freno al desplazamiento en condiciones de aceleración o desaceleración, en este caso se utiliza una aceleración de $1,39 \text{ m/s}^2$, obtenido como resultado los siguientes datos.

Tabla 9
Fuerza de resistencia por inercia

Datos obtenidos		Ecuación	Dato calculado
VARIABLES	CONSTANTE		
mv (kg)	a (m/s ²)	$Fi = m \times a$	Fi (N)
1186,25	1,39		1647,57
1368,20	1,39		1900,28
1443,2	1,39		2004,61
1518,2	1,39		2108,61
1593,2	1,39		2212,78
2950	1,39		4097,22

3.4. Características que proporciona el tren motriz.

El tren motriz es el conjunto que permite que el prototipo se desplace con características únicas de desempeño del tren motriz, velocidad máxima y aceleración, analizando cada uno de estos aspectos a continuación.

3.4.1. Desempeño del tren motriz.

El desempeño del tren motriz se determina por aspectos como la potencia neta y torque del motor que se necesita para que el prototipo pueda vencer, reaccionar inmediatamente ante cualquier tipo de situación y obtener un funcionamiento óptimo de los diferentes componentes del tren motriz, a continuación se analizan los siguientes aspectos:

a) Velocidad máxima y aceleración

La velocidad máxima que alcanzara el prototipo se encuentra en el rango de 0 a 180 km, según la ficha técnica del prototipo **Anexo G**, alcanzando una velocidad de 100 km en 20 segundos, obteniendo con estos datos la aceleración del prototipo ecuación 14, siendo igual a $1,39\text{m/s}^2$, y la distancia que se desplaza mediante la ecuación 15, de esta manera se tabularan los datos de la velocidad y distancia en función del tiempo tomando en cuenta que el prototipo parte del reposo.

Tabla 10

Velocidad máxima del prototipo

Datos obtenidos		Ecuaciones	Datos calculados	
Constante	Variable		Vf (km/h)	d (km)
a (m/s^2)	t (s)			
1,39	6		30	0,03
1,39	12	$a = \frac{V_f - V_0}{t}$	60	0,10
1,39	18		90	0,23
1,39	24	$d = V_0 \times t + 0.5at^2$	120	0,40
1,39	30		150	0,63
1,39	36		180	0,90
1,39	42		210	1,23

La velocidad máxima del prototipo es controlada por un sistema limitador de velocidad el cual controla la velocidad máxima que puede alcanzar, contando con un limitador de velocidad controlando la inyección de combustible independientemente en donde se encuentre la posición de pedal para que el prototipo llegue a un límite de velocidad establecido por el tipo de motor.

3.5. Componentes del tren motriz para el prototipo

3.5.1. Motor.

Los vehículos utilizados para estrategias militares deben contar con motores pequeños y de alto rendimiento, este tipo de motor es turbo alimentado diésel tienden a reaccionar inmediatamente ante cualquier percance, para la selección de este tipo de motor se realiza la suma de las fueras aerodinámica, fuerza por pendiente, fuerza de resistencia a la rodadura y fuerza por inercia de esta manera se encuentra la fuerza total ecuación 17, la cual al multiplicar por una velocidad promedio de 3,6 m/s para encontrar la potencia necesaria en condiciones de funcionamiento para que el prototipo se traslade de un lugar a otro con mayor facilidad, por lo cual se tabulo los siguientes datos de las fuerzas que se oponen al movimiento para encontrar la potencia necesaria ecuación 18.

Tabla 11
Potencia requerida

Datos Obtenidos						Dato Calculado
Constantes			Variables			
Fa (N)	Fp (N)	Fr (N)	Fi (N)	Ft (N)	V (m/s)	P (HP)
1189,11	4041,03	930,97	1647,57	8514,79	3,06	32,00
2163,43	7806,68	1073,76	1900,28	13758,55	3,06	53,05
3427,14	11040,31	1132,62	2004,61	18463,57	3,06	72,14
4980,26	13521,57	1191,48	2108,61	22705,61	3,06	89,34
6822,78	15081,35	1250,34	2212,78	26315,58	3,06	103,96

CONTINÚA 

8954,69	15613,36	2315,16	4097,22	32736,39	3,06	126,96
Ecuación			$F_t = F_a + F_p + F_r + F_i$			
			$P = F_t \times V$			

3.5.2. Embrague

El embrague es de tipo fricción accionado mediante una bomba hidráulica secundaria, el cual genera un torque mayor al que produce el motor, por lo tanto el torque producido por el embrague es de 380 Nm especificado en la ficha técnica del prototipo **Anexo G**, el torque generado por el motor es de 294 Nm siendo el torque del embrague mayor. El accionamiento del sistema de embrague del prototipo es hidráulico utilizando el mismo líquido empleado en el circuito de frenos, el tipo de líquido a utilizar es DOT 4, este tipo de líquido tiene una temperatura de ebullición de 260 °C, al contacto con la pintura puede llegar a deteriorarla, para lo cual se debe contrarrestar con agua.

3.5.3. Transmisión.

La transmisión es de tipo manual a las cuatro ruedas de modelo MUX5S de 5 velocidades y reversa, este tipo de transmisión cuenta con una caja de transferencia T150 para el funcionamiento del 4X4, la cual se acopla directamente con la transmisión de manera electrónica de tipo Shift on the fly permitiendo realizar el cambio de 4X2 a 4X4, así se encuentre en movimiento permitiendo el cambio hasta una velocidad de 80 km/h según la ficha técnica del prototipo **Anexo G**, con este tipo de transmisión y caja de transferencia permitirá que el prototipo pueda trasladarse sobre diferentes tipos de superficies y en carreteras de cualquier orden.

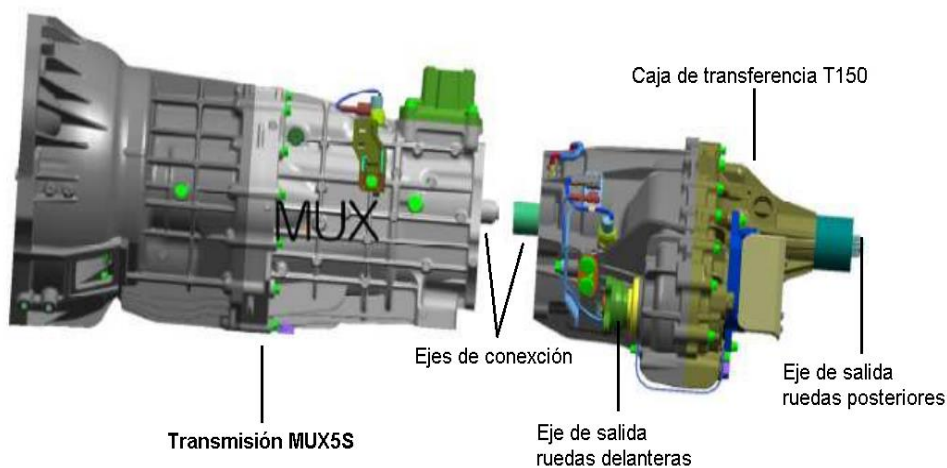


Figura 23. Transmisión MUX5S y caja de transferencia T150

Fuente: (Limited Isuzu, 2012)

La transmisión MUX5S cuenta con 5 marchas y reversa obteniendo diferentes velocidades por cada marcha, cada velocidad tiene una relación de transmisión **Anexo G**, las cuales alcanzaran diferentes velocidades, ecuación 19 a diferentes velocidades ecuación 20.

Tabla 12

Velocidades de la transmisión MUX5S

Datos obtenidos					Dato calculado
Constante			Variable		
Velocidad	d (m)	RPM	Rd	Rt	V (km/h)
Primera				0,23	24,96
Segunda	0,7494	3600	0,21	0,39	42,24
Tercera				0,67	72,48
Cuarta				1	108,14

CONTINÚA 

Quinta	1,26	136,72
Retro	0,25	27,40
$nc = Rt * Rd * RPM$		
Ecuaciones	$V = \frac{\pi * d * nc * 60}{1000}$	

3.5.4. Diferencial.

El prototipo cuenta con dos diferenciales ya que tiene que transmitir el par motor a las ruedas delanteras y posteriores, este tipo de diferenciales cuentan con una relación de transmisión según la ficha técnica **Anexo G** de 4,7, el cual permite transmitir el par motor recibido de la transmisión al diferencial y proporcionar movimiento a los neumáticos en un mismo porcentaje, mientras los dos mantengan la misma adherencia, el diferencial delantero se pone en funcionamiento cuando se activa la caja de transferencia para poner al prototipo en 4X4 de esta forma los cuatro neumáticos se ponen en funcionamiento esto sirve para superficies de tierra suelta.

3.5.5. Neumáticos.

Los neumáticos se deben utilizar según el tipo de superficie en donde se va a desplazar el prototipo, es el elemento que soporta el peso transportado y realiza contacto con la superficie, la fuerza de adherencia generada por cada superficie en contacto permitirá seleccionar el tipo de banda de rodadura, a su vez se tomara en cuenta las características de capacidad de carga y la velocidad límite del prototipo según el **Anexo G**, teniendo una tolerancia +10% para ambos casos, por lo tanto se realiza el cálculo de la fuerza de adherencia ecuación 21, con el prototipo a plena carga con el peso bruto vehicular de 28939,5, de esa manera obtener datos para una selección optima del neumático.

Tabla 13
Fuerza de adherencia

Dato obtenido		Ecuación	Dato calculado
Constante	Variable		
Superficie	W (N)	C_{ad}	F_{ad}
Cemento		0,8	23151,60
Empedrado		0,7	20257,65
Asfalto seco		0,75	21704,63
Carretera húmeda	28939,5	0,4	11575,80
Carretera mojada		0,25	7234,88
Carretera grasienta		0,2	5787,90
Carretera con barro		0,15	4340,93

3.6. Torque y potencia vehículo táctico militar Scorpión

El dinamómetro Dynamite trabaja dentro de un rango de 1800 a 4100 rpm, a temperatura ambiente y a 2850 m sobre el nivel del mar parámetros que permiten realizar la descripción de las curvas características basándose en la norma SAE J1349, tabulando los datos obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla 14

Datos obtenidos de torque y potencia

RPM (RPM)	Est. Hp (Hp)	Boost (PSI)	AFR (A/F)	Est. Tq. (ft-lb)
2100	24.61	-4.093	8.033	59.03
2200	25.18	-4.092	8.032	59.29
2300	25.37	-4.092	8.032	59.18
2400	25.68	-4.091	8.032	57.39
2500	26.20	-4.092	8.033	56.20
2600	26.55	-4.092	8.033	54.76
2700	27.01	-4.093	8.032	53.64
2800	27.77	-4.094	8.032	53.17
2900	28.40	-4.093	8.032	52.49
3000	28.53	-4.094	8.032	50.97
3100	29.34	-4.093	8.032	50.71
3200	29.47	-4.093	8.032	49.34
3300	30.02	-4.094	8.033	48.73
3400	30.24	-4.094	8.033	47.64
3500	30.68	-4.094	8.032	46.94
3600	31.15	-4.094	8.032	46.33
3700	31.20	-4.094	8.032	45.15
3800	32.31	-4.093	8.033	44.85

CAPÍTULO IV

4. Pruebas y análisis de resultados

Las pruebas están enfocadas a la utilización de diferentes métodos como el medición, experimental, observación y comparativo, los cuales ayudaran a verificar las condiciones de trabajo en la cuales se encuentra el vehículo táctico militar con pruebas de torque, potencia, relación entre peso y potencia, consumo de combustible, tabulación de datos para la comparación entre los datos obtenidos del vehículo táctico con la selección del sistemas automotrices para el prototipo.

Con la ayuda de la ingeniería asistida por computador verificar la resistencia del vehículo táctico militar a una colisión proponiendo un nuevo diseño que cumpla con normas de homologación, a través de una recopilación de datos de fichas técnicas para la selección de la perfilaría tomando en cuenta pruebas de torsión y dobles, para la propuesta del nuevo diseño.

4.1. Diseño integral del bastidor aplicando la Ingeniería Asistida por Computador CAD – CAE.

4.1.1. Métrica de la malla para ensayo CFD

El volumen que se muestra en la figura 24 muestra el mallado del bastidor posee 959867 de nodos y 4721740 elementos de los cuales poseen una convergencia de 0.27 asegurando un resultado efectivo en el ensayo físico

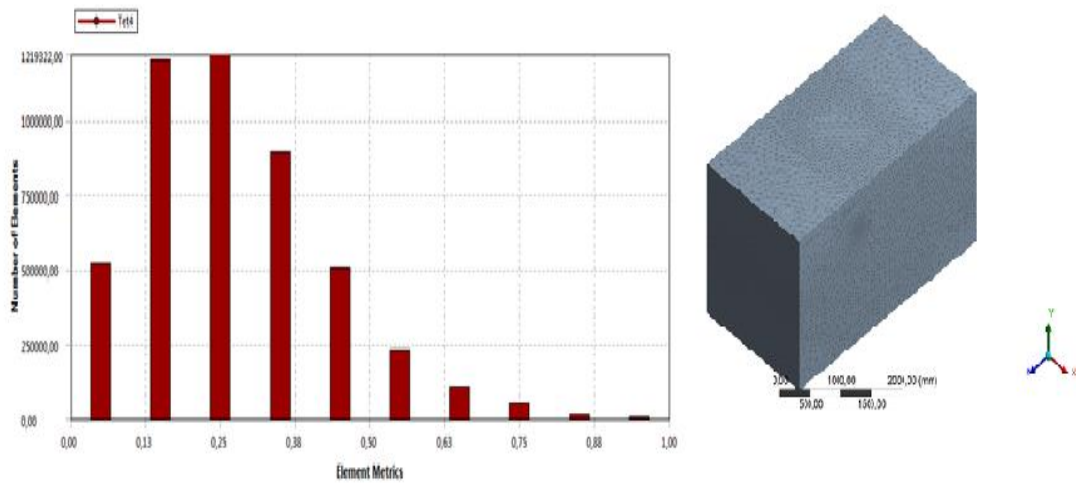


Figura 24. Métrica de la malla CFD

4.1.2. Métrica de la malla para impacto frontal

De acuerdo con el tipo de elemento cuadrilateral que posee el bastidor del prototipo como se muestra en la figura 25 consta de 710602 elementos, 1344044 nodos, un tamaño de elemento de 0.10 mm y una convergencia idónea de 1.2261 asegurando resultados cercanos a la realidad además muestra la relación del número de elementos con el número de nodos de la estructura analizada.

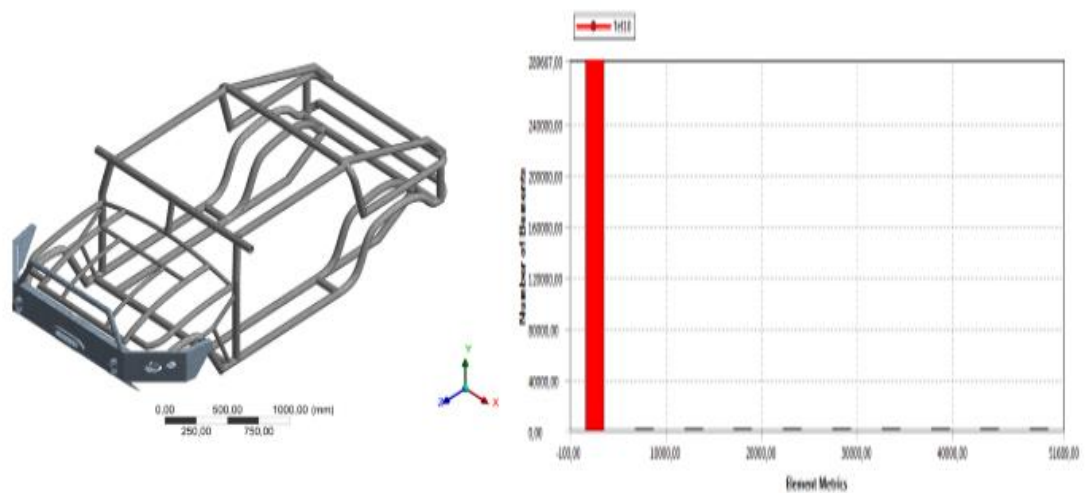


Figura 25. Métrica de la malla de impacto frontal

Como se muestra en la figura 26 el vehículo táctico militar Scorpión consta de 838231 elementos, 1829203 nodos, un tamaño de elemento de 0.10 mm por lo cual el tamaño de la malla utilizado es de 1.025 además se muestra la relación del número de elementos con el número de nodos de la estructura analizada.

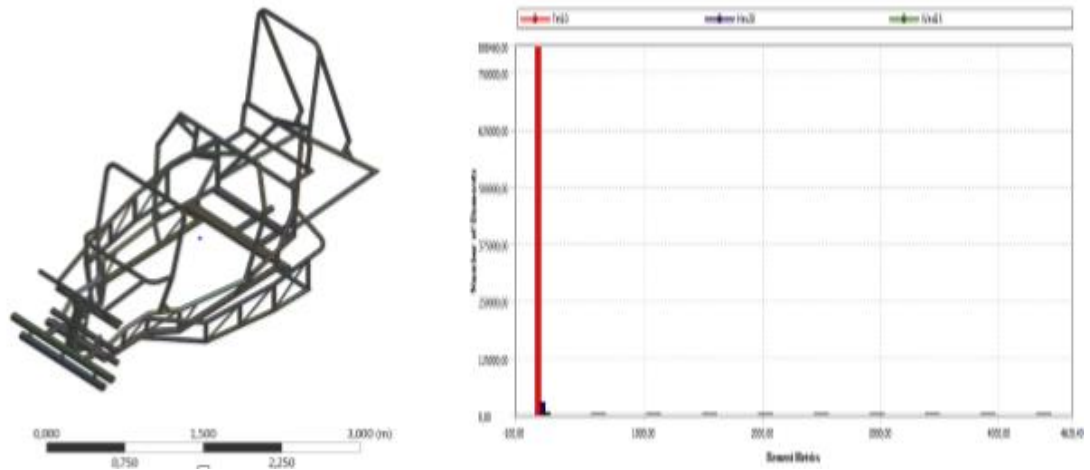


Figura 26. Métrica de la malla de impacto frontal

4.2. Choque frontal con pared rígida

La figura 27 muestra la deformación de los bastidores analizados bajo las mismas condiciones como son pesos aplicados, velocidad a la se mueve el bastidor y temperatura ambiente las cuales muestran que el vehículo táctico militar Scorpión no cumple con las normas establecidas al tener una deformación de 1040.4mm que no garantiza el bienestar de los ocupante mientras que el prototipo sufre una deformación de 170.49mm la cual garantiza que el habitáculo no sea afectado.

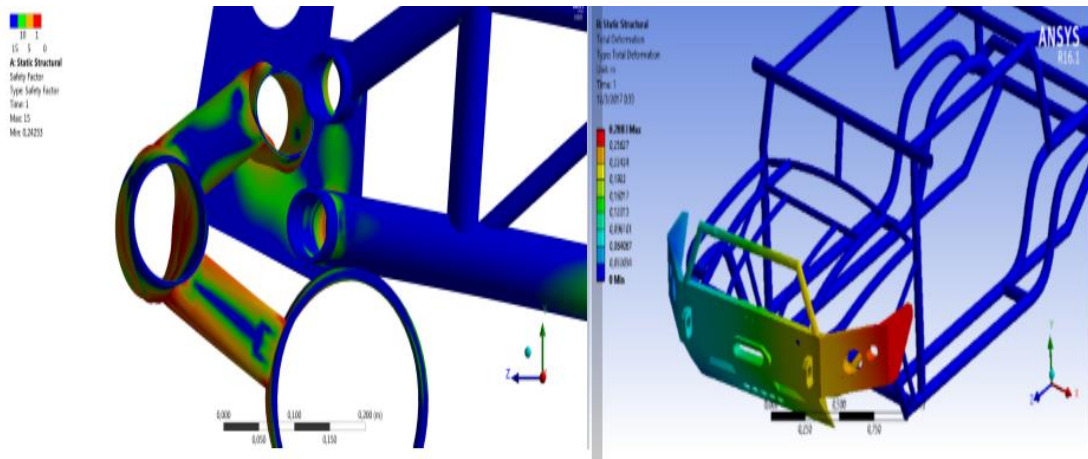


Figura 27. Choque frontal bastidor Scorpión – Scorpión 2.0

4.3. Análisis de la capacidad de arranque y ascenso en pendiente.

a) La capacidad de arranque en pendiente

Se toma en cuenta las masas con las cuales inicia el movimiento, efectuando una variación desde la masa del prototipo de 1368,20 kg hasta la masa total de 2950 kg, de esta manera como se visualiza en la figura 28 mientras mayor es la masa transportada menor es la capacidad de arranque en pendiente reduciéndose notablemente de un 72,23 % a un 29,04 %, existiendo una óptima capacidad de arranque cuando el prototipo transporta mínima carga, de tal manera que la capacidad de arranque no sea menor al 15%.

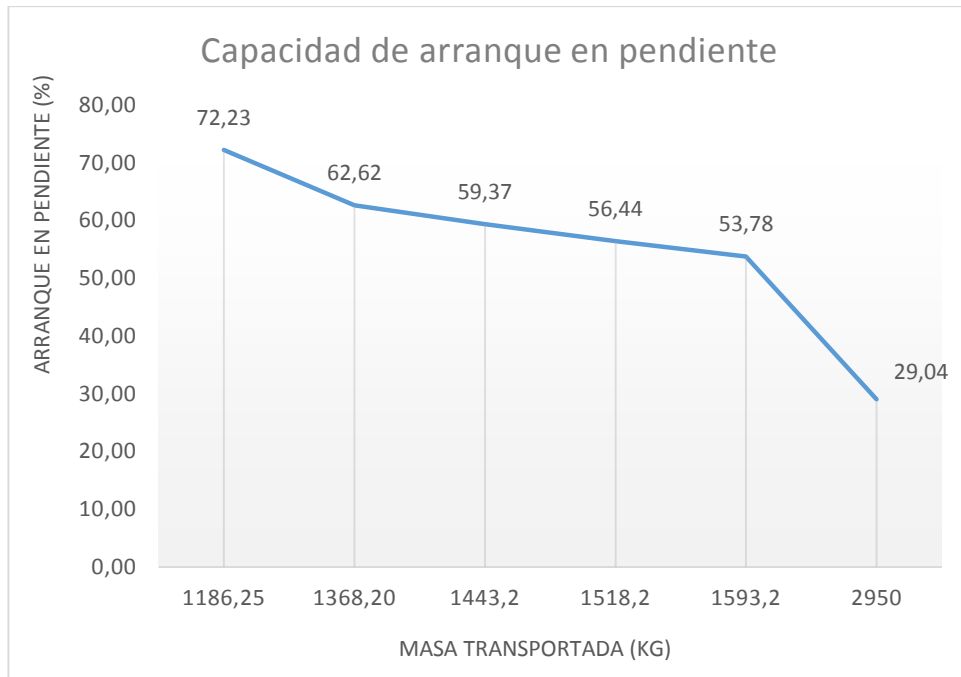


Figura 28. Capacidad de arranque en pendiente

El prototipo tiene una mayor facilidad de arranque en pendiente transportando una masa de 1186,25 kg obteniendo una capacidad de 100%, tomando en cuenta la capacidad de arranque mayor, se encuentra un punto medio cuando el prototipo transporta una masa de 1443,2 kg alcanzando una capacidad de 82%, si el prototipo se encuentra a plena carga esto quiere decir 2950 kg la capacidad desciende considerablemente 40% como se muestra en la figura 29, determinando un promedio de la capacidad de arranque de 77% cuando el prototipo transporta una masa de 1676,5kg.

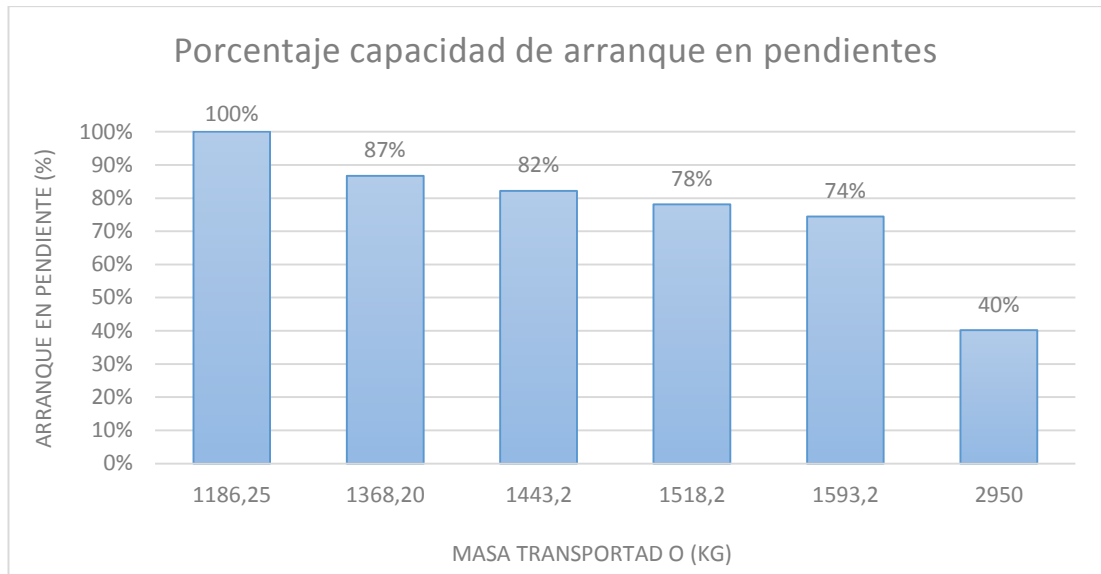


Figura 29. Porcentaje de capacidad de arranque en pendiente

b) Capacidad de ascenso en pendiente

En el ascenso de una pendiente se toma en cuenta la velocidad de 11 km/h con la que inicia el desplazamiento, siendo esta velocidad inversamente proporcional a la masa que transporta, de tal manera una masa de 1186,25 kg genera una capacidad de ascensos 35,17%, como se visualiza en la figura 30, cuanto mayor es la masa transportada menor es la capacidad de ascenso, de esta manera la capacidad disminuye a 28,01% cuando el prototipo se encuentra a plena carga de 2950 kg, tomando en cuenta que la capacidad de ascenso en pendiente no debe ser menor al 20%.

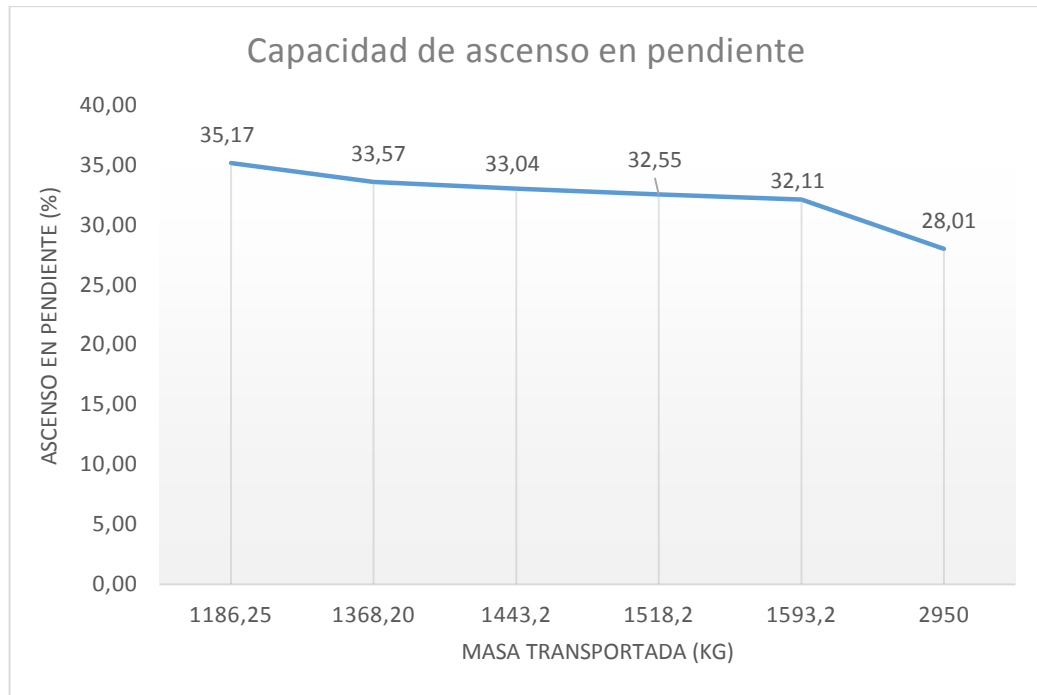


Figura 30. Capacidad de ascenso en pendiente

El porcentaje de la capacidad de ascenso en pendiente figura 31, se da mediante el análisis de la mayor capacidad que genera el prototipo tomando en cuenta como un 100% cuando el prototipo transporta una masa de 1186,25kg, a su vez la capacidad mínima a la cual el prototipo inicia el ascenso es de 80% con el prototipo a plena carga de 2950 kg, encontrando un punto medio en el cual la capacidad se encuentra en 94% con una masa transportada de 1443,2 kg, de esta manera se obtiene promedio en el cual el prototipo alcanza un capacidad de ascenso de 92% transportando una masa de 1676,5 kg.

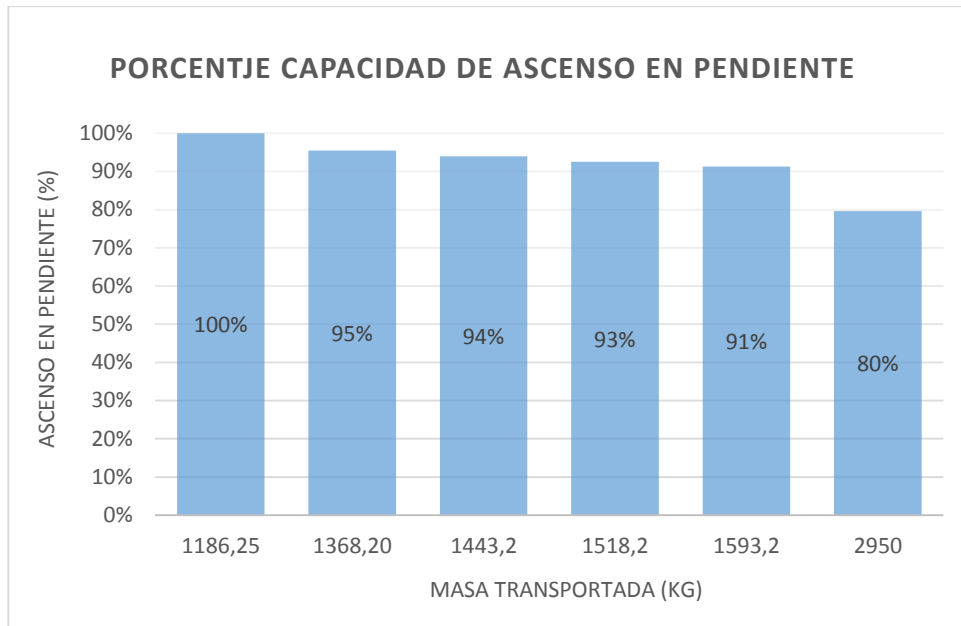


Figura 31. Porcentaje de capacidad de ascenso en pendiente

4.4. Análisis de las fuerzas de resistencia para la selección del tren motriz.

Para el análisis de las fuerzas de resistencia al movimiento del prototipo se toma en cuenta aspectos tales como densidad del aire, coeficientes de rodadura, coeficiente de adherencia y aceleración del prototipo, tomando como datos las situaciones más extremas en los cuales se va a desplazarse el prototipo para poder obtener las fuerzas opuestas al moviendo con esto seleccionar un motor con una potencia mayor o igual a la calculada, analizando a continuación las siguientes fuerzas.

4.4.1. Análisis de la fuerza aerodinámica

La resistencia del viento se genera mediante la velocidad con la que fluye, mediante el programa de simulación se obtiene una velocidad constante de 56 Km/h, la fuerza aerodinámica es proporcional a la velocidad del prototipo por lo tanto mientras mayor es la velocidad del prototipo la fuerza aerodinámica aumenta figura 32.

Consiguiendo puntos máximos y mínimos, de tal manera que a una velocidad de 30 km/h o 8,33 m/s genera una fuerza aerodinámica de 438,09

N, en el caso de la velocidad máxima de 180 km/h o 50 m/s se obtiene una fuerza de 3299,10N, notando que existe un aumento considerable entre la máxima y mínima fuerza aerodinámica de 2861,01N con relación al aumento de la velocidad del prototipo.

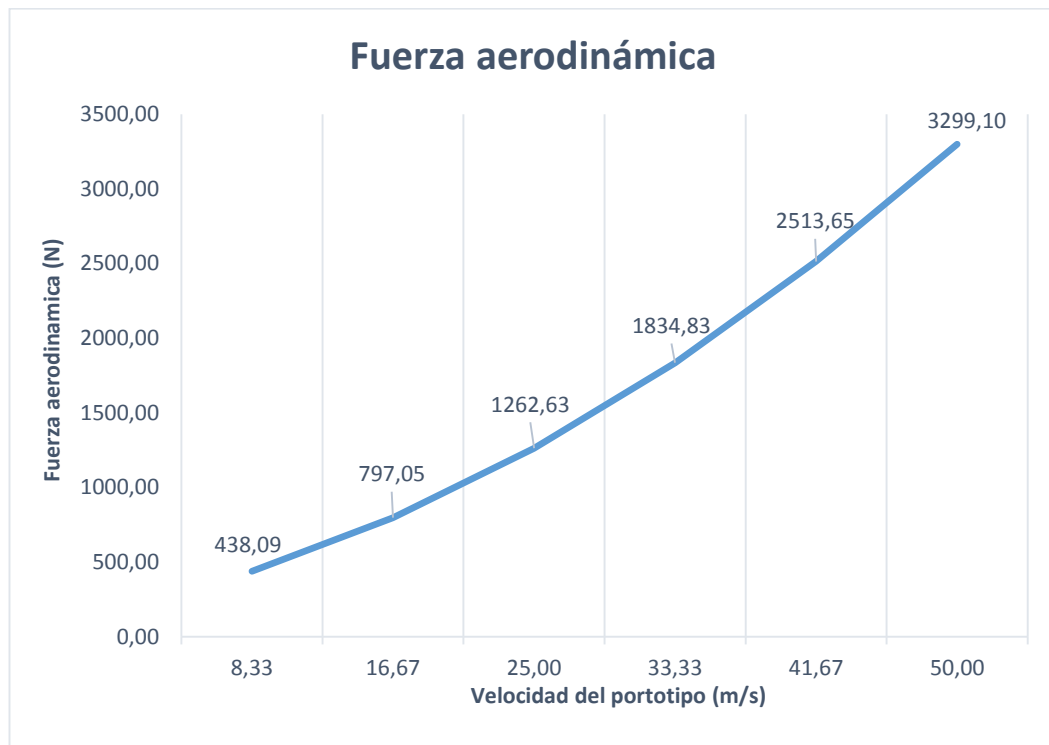


Figura 32. Fuerza aerodinámica

La resistencia del viento aumenta con relación al incremento de la velocidad del prototipo figura 33, obtenido una resistencia del 100% a la velocidad límite de 180 km/h o 50 m/s, de esta forma se obtiene una resistencia intermedia del 56% con relación a la resistencia máxima con una velocidad de 33,33 m/s y como se mencionó anteriormente la mientras menor es la velocidad del prototipo menor es la resistencia por lo cual a una velocidad de 8,33 m/s se obtiene una resistencia mínima del aire de 13%,

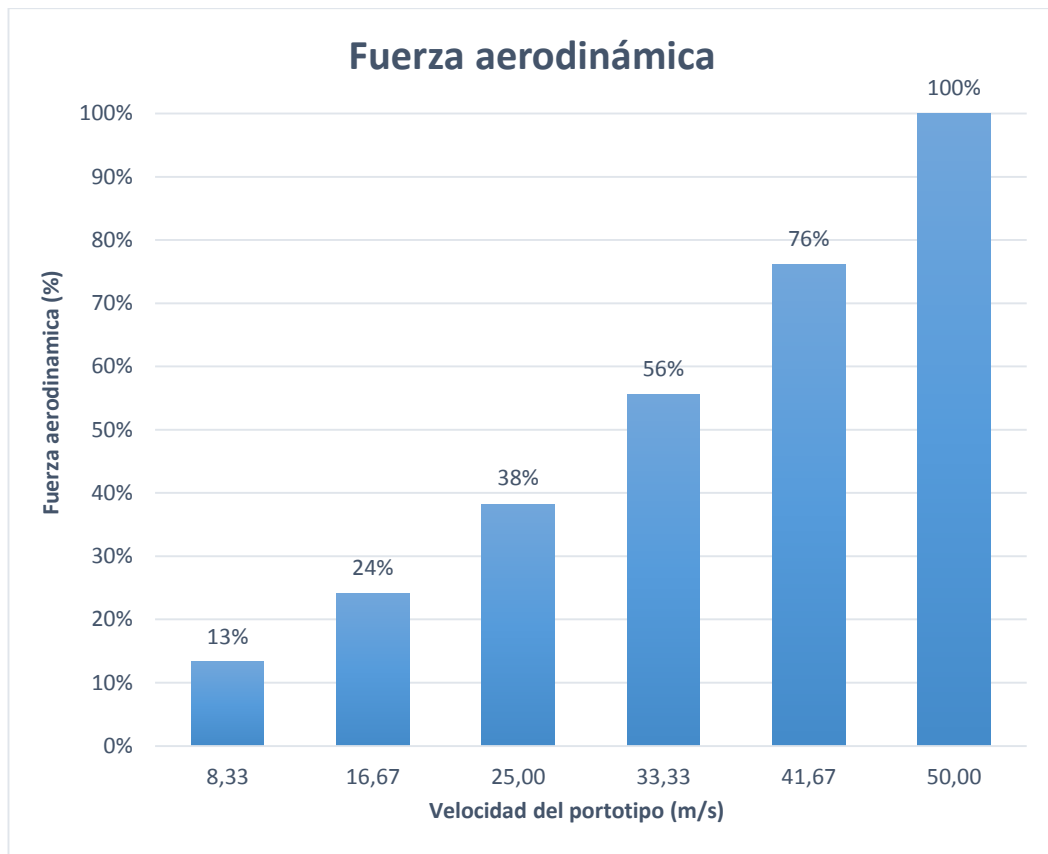


Figura 33. Porcentaje de la fuerza aerodinámica

4.4.2. Análisis de fuerza de resistencia por pendiente

La fuerza generada por una pendiente es contraria al movimiento que genera el prototipo por lo tanto se tomó como referencia pendientes con ángulos desde 0° a 90° los cuales se utilizaron para cálculos, tomando en cuenta que no existe en ningún tipo de carreta pendientes de 90° por lo cual el prototipo no podría ascender ya que por efecto de la atracción de la tierra tendería a voltearse, en este caso se obtiene una pendiente de 90° una fuerza de resistencia por pendiente de $15613,36\text{N}$ tomando en cuenta que el prototipo transporta su propia masa más tres ocupantes con un total de $1593,20\text{ kg}$, de esta forma se alcanza un punto medio con una fuerza de $11040,31\text{N}$ a una pendiente de 45° y llegando a obtener una fuerza mínima de $4041,3\text{N}$ a una pendiente de 15° , en conclusión entre mayor sea el ángulo de ascenso de la pendiente mayor será la fuerza de resistencia por pendiente figura 34.

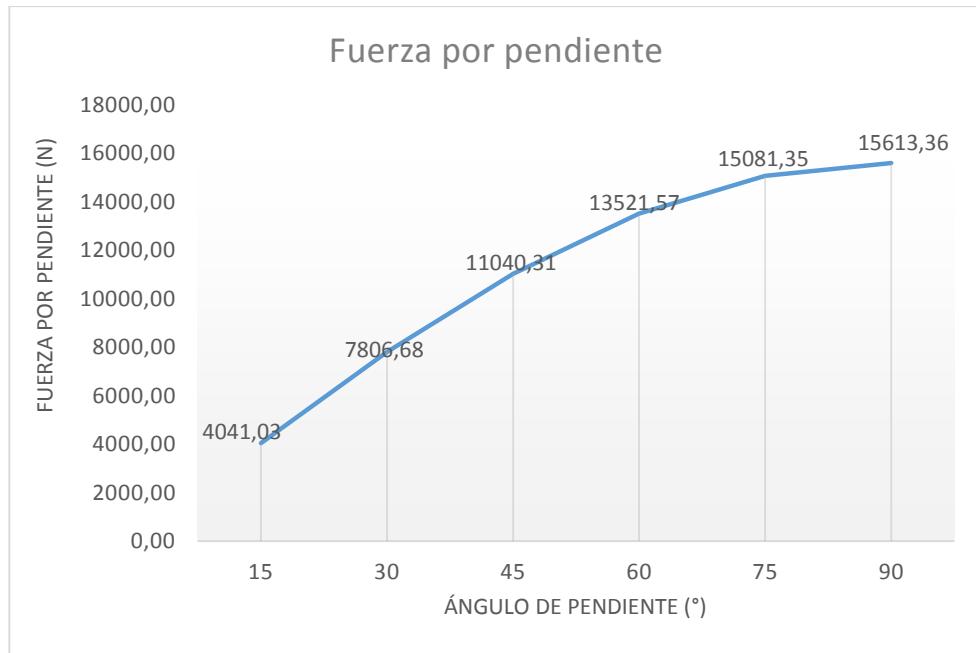


Figura 34. Fuerza por pendiente

La menor la fuerza por pendiente influye en un porcentaje de 26% relacionando una pendiente de 15° y un peso constante para todos los ángulos de 15613,36N, tomando como referencia un porcentaje de 100% a un ángulo de 90°, para lo cual se obtiene un porcentaje de 50% en un ángulo de 30°, por lo tanto el porcentaje de la fuerza es directamente proporcional a la pendiente en la cual se desplaza el prototipo figura 35.

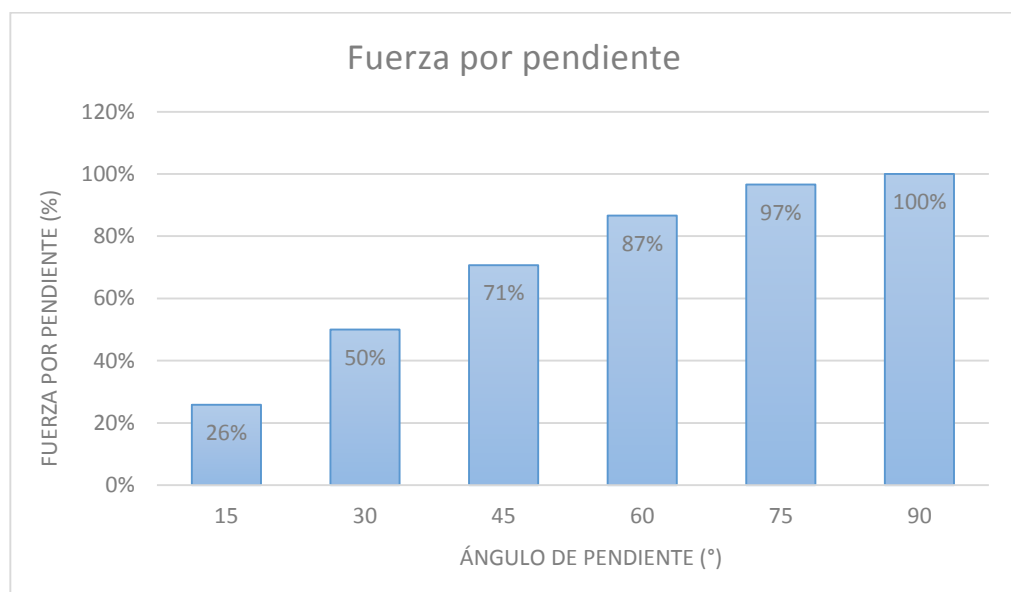


Figura 35. Porcentaje de la fuerza por pendiente

4.4.3. Análisis de la fuerza por resistencia al rodamiento.

El prototipo al desplazarse sufre una resistencia por lo que existe fricción entre la superficie de contacto y el neumático, de tal manera existen diferentes coeficientes de rodamiento para cada tipo de superficie se selecciona un coeficiente para terreno natural tomando en cuenta una variación de la masa que transporta el prototipo desde una mínima de 1186,25kg a cuando se encuentra a plena carga con una masa de 2950kg, en este caso mientras mayor sea la masa que transporte aumentara la fuerza de resistencia al rodamiento figura 36, de tal manera se obtiene una mínima fuerza de 930,97 N, cuando la masa que se desplaza es de 1186,25kg, al transportar una masa de 1443,2kg se obtiene una fuerza de 1132,61N en un punto medio, como se mencionó anteriormente si el prototipo se encuentra a plena carga con una masa de 2950kg se obtiene una fuerza de 2315,16 N,

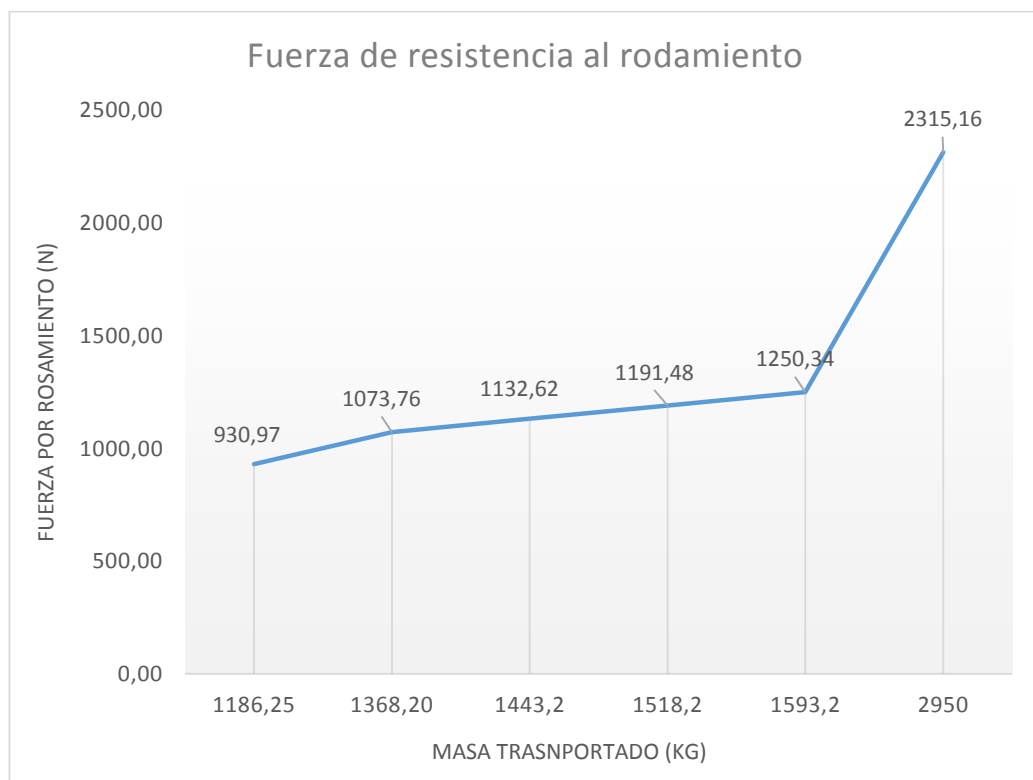


Figura 36. Fuerza de resistencia al rodamiento

Se toma como referencia la mayor fuerza que genera la resistencia al rodamiento con el 100% con una masa transportada de 2950kg, de esta manera se obtiene un porcentaje de fuerza mínimo del 40% mediante una masa de 1186,25kg, considerando un aumento del 60% de la fuerza a la variación de la masa que transporta, de esta manera se determina que la fuerza por resistencia al rodamiento es directamente proporcional a la masa que transporta el prototipo como se muestra en la figura 37.

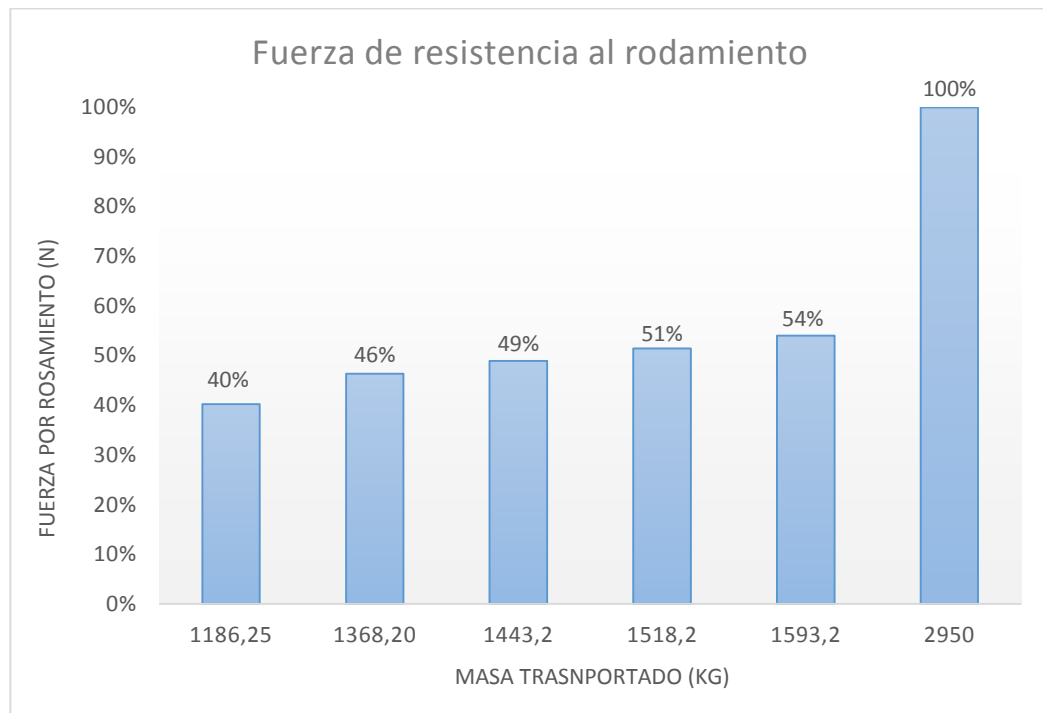


Figura 37. Porcentaje de la fuerza de resistencia al rodamiento

4.4.4. Análisis de la fuerza de inercia

El prototipo se somete a una aceleración de $1,39\text{m/s}^2$ con la que se desplaza, de esta forma se obtiene una fuerza máxima de 4097,22N a plena carga, de esta manera se tienen una fuerza media de 2004,24N al transportar una masa de 1443,2kg y una mínima fuerza de 1647,57N al transportar de una masa de 1186,25kg, como se muestra en la figura 38 mientras se incrementa la masa aumenta la fuerza de inercia.

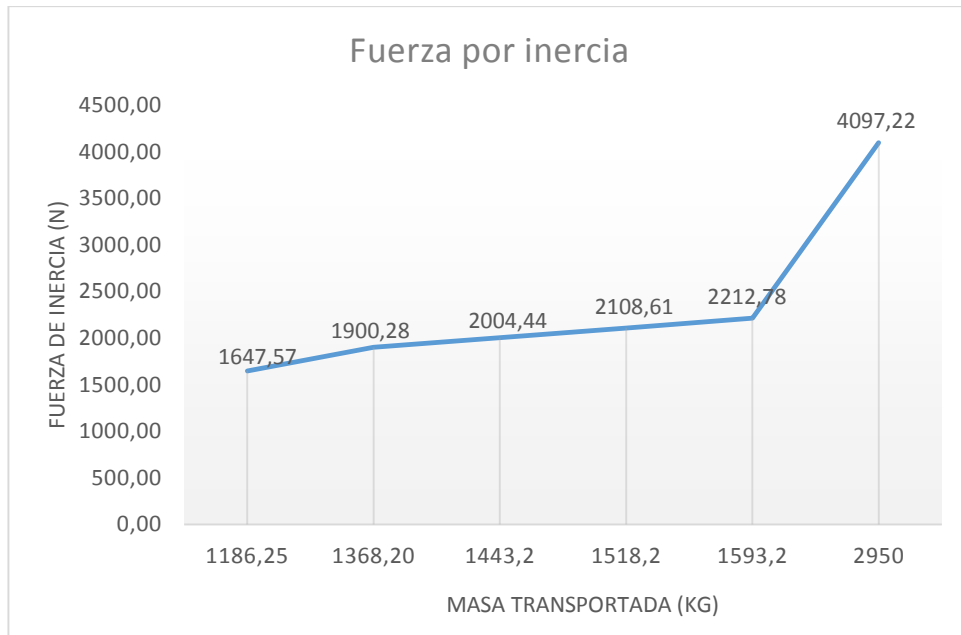


Figura 38. Fuerza por inercia

Como se muestra en la figura 39 el porcentaje de la fuerza de inercia es directamente proporcional a la masa que transporta de esta manera la fuerza llega a un 100% con una masa transportada de 2950kg, de esta forma se genero una fuerza de 40% al desplazar una masa de 1186,25kg, de esta manera se tiene una fuerza media del 49% con una masa de 1443,2kg.

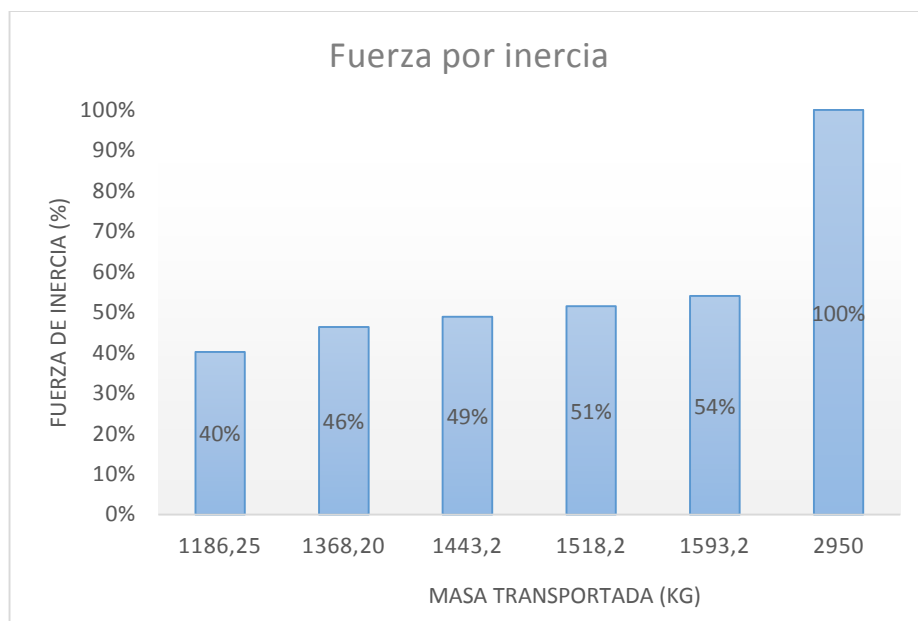


Figura 39. Porcentaje de fuerza por inercia

4.5. Análisis del desempeño del tren motriz.

El desempeño del tren motriz está dado por el tiempo que el prototipo demora en alcanzar un límite de velocidad y una distancia, proporcionando una misma aceleración, de esta forma como se muestra en la figura 40 la velocidad aumenta en relación al tiempo de manera que al partir del reposo se demora 36s en alcanzar el límite de velocidad de 180 km/h, una velocidad de 120km en un tiempo de 24s.

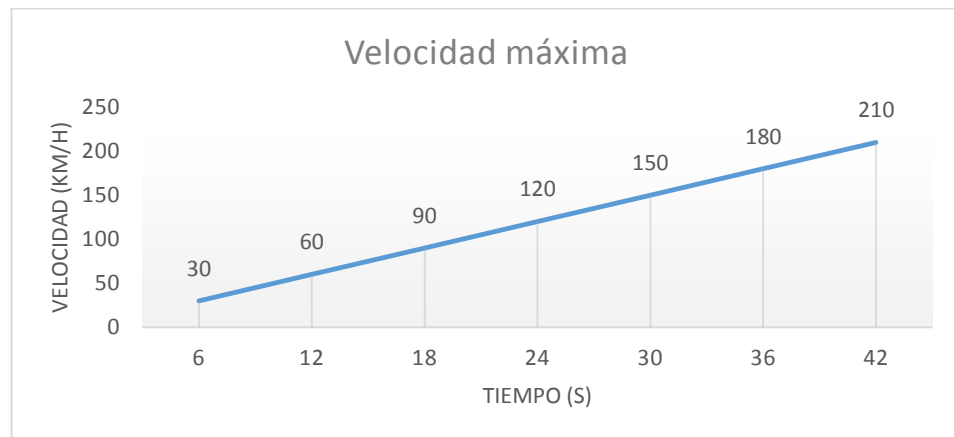


Figura 40. Velocidad máxima

La distancia que alcanza el prototipo en 36s es de 0,90 km, con una distancia media de recorrido de 0,40 km en un tiempo determinado de 24s como se muestra en la figura 41.

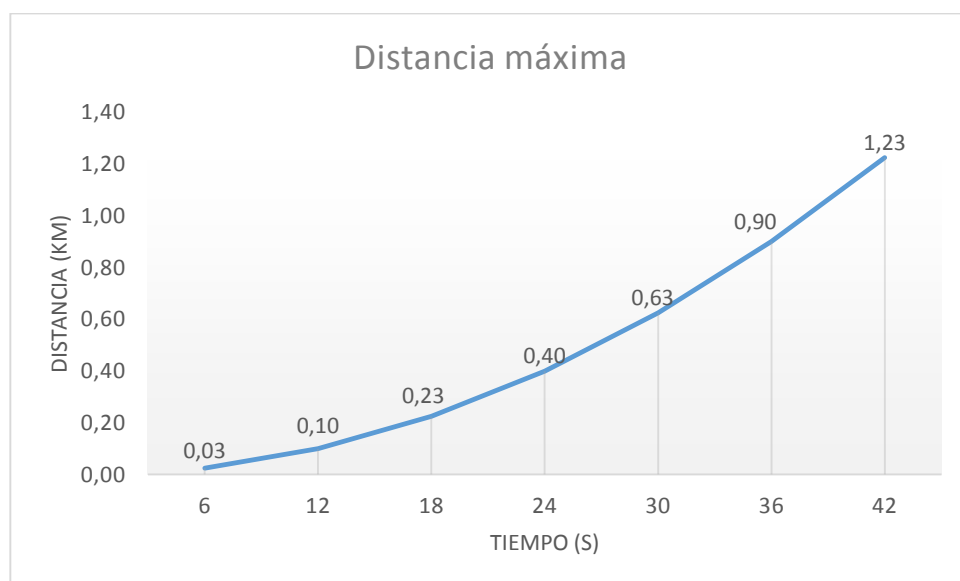


Figura 41. Distancia máxima

4.6. Análisis de los componentes del tren motriz para el prototipo

Los componentes es del tren motriz deben cumplir todas las necesidades requeridas para desplazarse sobre todo tipo de terreno, empezado desde el motor debe contar con una potencia y torque que venza todas las fuerzas de resistencia al movimiento del prototipo y este pueda desplazarse fácil mente a plena carga por todo tipo de superficie, por lo tanto los componentes que complementa el mecanicismo cinemático que reciben toda esta potencia no debe ser desperdiciada por lo cual se realiza el siguiente análisis de los estos componentes.

4.6.1. Análisis de la potencia requerida para el motor

La potencia requerida que se debe obtener por el motor debe ser mayor o igual a la suma de todas las fuerzas que impiden el movimiento del prototipo para lo cual se toma en cuenta para el análisis las condiciones más extremas por las cuales el prototipo se movilizara obteniendo una potencia en con este tipo de condiciones de 103,78 HP, teniendo como referencia que el prototipo partirá desde el reposo con una velocidad promedio de 15 km/h por lo tanto se necesita un motor que tenga una potencia mayor o igual, seleccionando para el prototipo es un motor diésel 3.0 código 4JJ1 – TC STD turbo alimentado de 134 HP, este tipo de motor se encuentra en el disponible en el mercado automotriz en la camioneta Chevrolet D-max 2017.

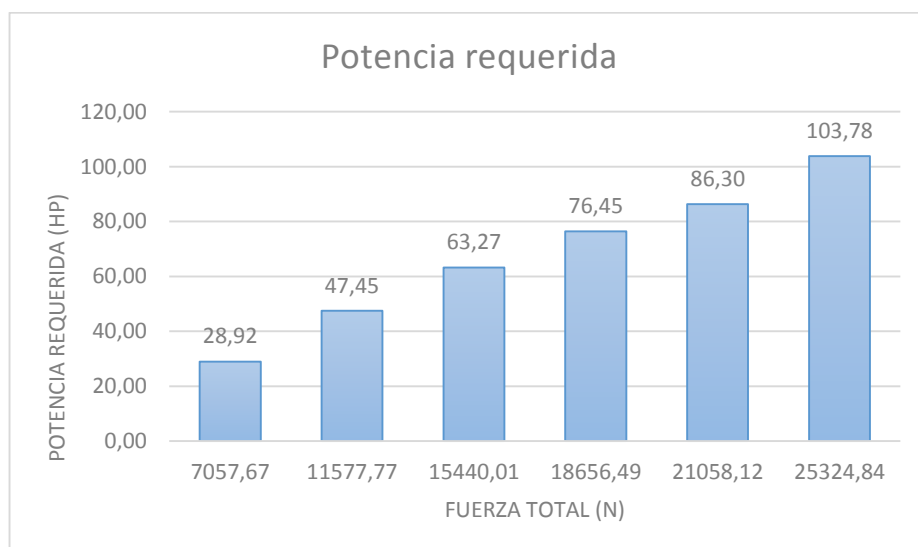


Figura 42. Potencia requerida

4.6.2. Análisis de la velocidad alcanzada por la transmisión

La transmisión es un conjunto muy importante en el tren motriz ya que transmite el par de giro del motor hacia las ruedas tomando en cuenta la potencia del motor para la selección de la transmisión para obtener un rendimiento óptimo y no desperdiciar la potencia generada para lo cual se seleccionó una transmisión MUX5S la cual consta de 5 velocidades y reversa, obteniendo diferentes velocidades por cada marcha, entonces para este tipo de transmisión en la quinta marcha alcanza una velocidad de 136,72 km/h a 3600 rpm por lo que se necesita velocidad mas no torque como es el caso de la primera marcha que alcanza una velocidad de 24.96 km/h tomado en cuenta que el prototipo parte del reposo por lo cual necesita más fuerza, en la marcha en reversa el prototipo alcanza una velocidad de 27,40 km/h, este tipo de transmisión también cuenta con una conexión a para que el prototipo se convierta en un todo terreno 4X4 cumpliendo con los requerimientos para que se pueda desplazar en cualquier tipo de superficie.

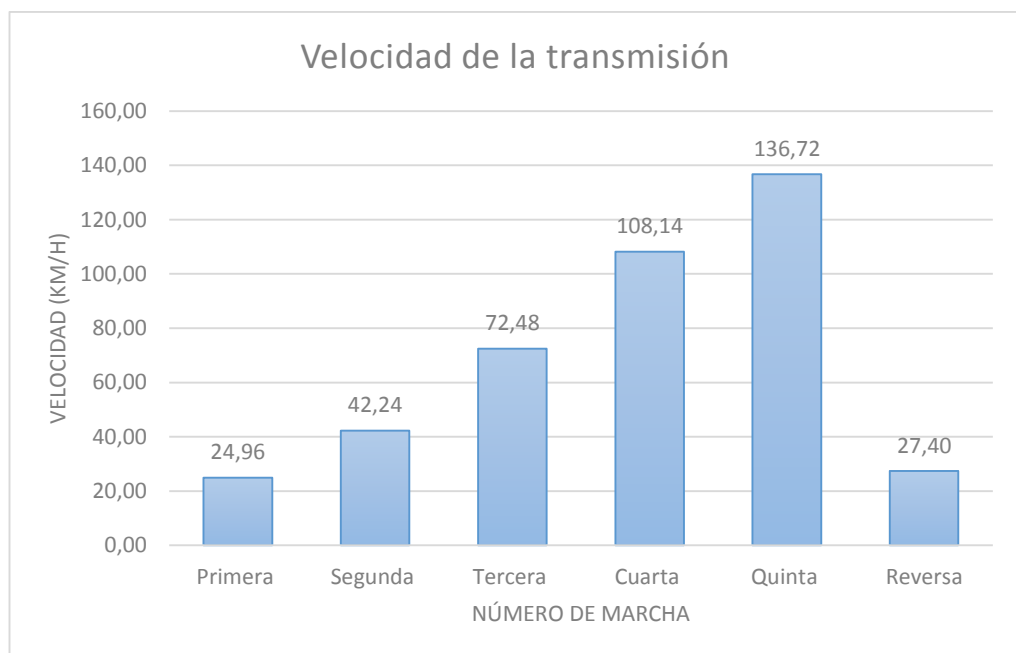


Figura 43. Velocidad por cada relación de transmisión

4.6.3. Análisis de la fuerza de adherencia del neumático y la superficie

El neumático se selecciona dependiendo el tipo de superficie en el cual el vehículo se desplazara y el peso que va a trasportar, encontrando una mayor fuerza de adherencia con una superficie de cemento la cual permitirá que el neumático tenga mejor agarre con la superficie de contacto con una fuerza de 23151,60 N, por otro lado se tiene una fuerza de adherencia de 4340,93 N la cual se encuentra en carreteras con barro generando que los neumáticos patinen sobre la superficie y el prototipo no pueda desplazarse, para lo cual se encontró diferentes tipos de neumáticos para prevenir este tipo de superficies, en este caso se ha seleccionado para el prototipo un neumático 245/70 R16 - 111S con banda de rodadura para todo terreno 4 X 4, este tipo de neumático es para que el prototipo pueda desplazarse en cualquier tipo de superficie y carretera de cualquier orden, con esta codificación se encuentra en el mercado en la marca Continental Tires con el código de neumático 175/70 R16 111S.

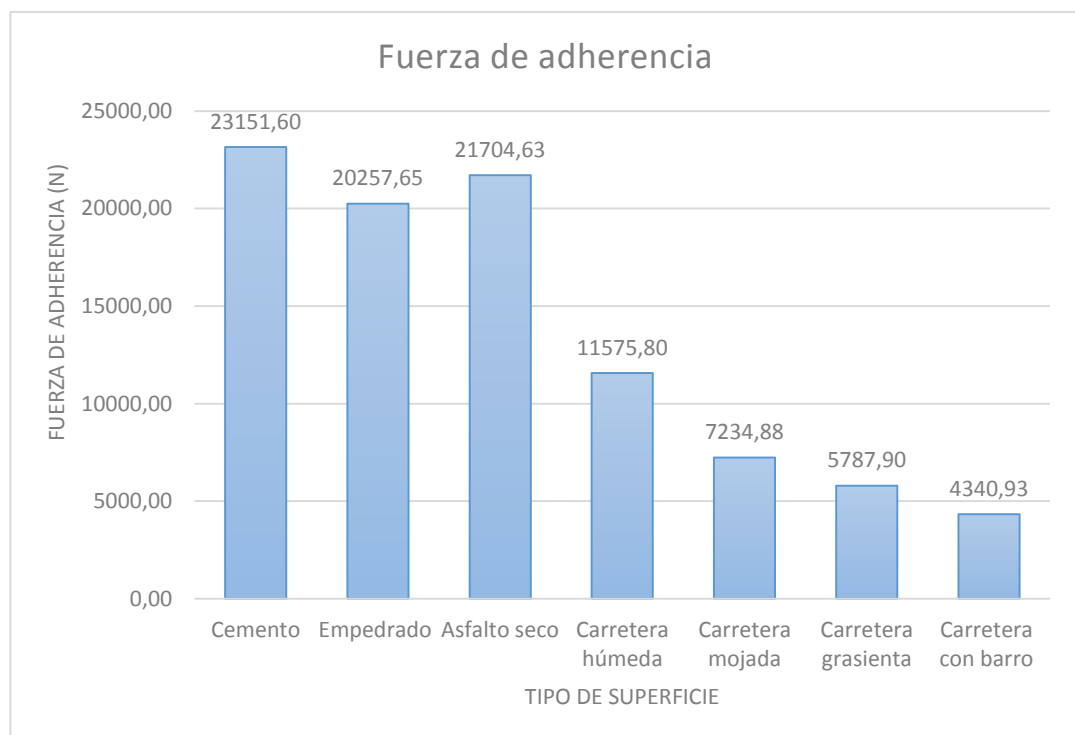


Figura 44. Fuerza de adherencia

La fuerza de adherencia del neumático es directamente proporcional al peso transportado por el prototipo en este caso tiene mayor adherencia en la superficie que se desplaza el prototipo, una menor adherencia se produce en una superficie de carretera con barro y carreta grasienta es por lo cual se recomienda utilizar una banda de rodadura para todo terreno.

4.7. Prueba de torque y potencia del vehículo táctico militar Scorpión

El torque y potencia, se va a obtener mediante un dinamómetro de rodillos marca Dynamite, fabricado por Land and Sea, para poder valorar el torque y potencia, con esto conseguir las curvas característica del motor con el mantenimiento, sincronización y puesta a punto del motor.

4.7.1. Protocolo de prueba

La prueba de torque y potencia debe regirse a un protocolo de prueba o ensayo basada en la SAE J1349 la cual permite realizar repetitivas pruebas para poder obtener con más precisión los valores de rendimiento del motor. El protocolo de prueba indica las condiciones que debe cumplir el motor según su fabricante para la obtención del torque y la potencia, determinado el peso del vehículo, las condiciones en la cuales se va a realizar la prueba (altura y presión a nivel del mar), utilizando un factor de corrección para obtener el torque y la protocoló por medio de la utilización del dinamómetro.

4.7.2. Requisitos para realizar la prueba

Para realizar la prueba se debe tomar en cuenta diferentes aspectos de seguridad los cuales ayudaran a prevenir percances durante la prueba, por lo cual el vehículo debe estar anclado correctamente para que no se desplace fuera de los rodillos al momento de realizar la prueba ya que el vehículo puede alcanzar altas velocidades

Las personas que realizan las pruebas deben tomar medidas de seguridad para ellos y las personas que observan la prueba para evitar inconvenientes al momento de que se esté realizando la prueba, antes de realizar el ensayo se debe encerrar el programa y llenar los datos del motor y de la persona a cargo del vehículo.

Se debe anclar correctamente el vehículo para que no se desplace de los rodillos.

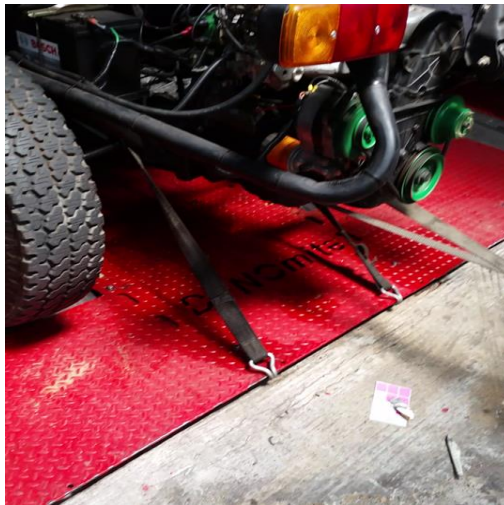


Figura 45. Anclajes para la prueba

Al iniciar la prueba la persona encargada debe empezar a elevar la velocidad del motor a medida que suben las rpm del motor hasta que lleguen a una capacidad máxima



Figura 46. Aumento de r.p.m.

Una vez terminada la prueba se debe colocar en neutral al vehículo dejando que se detenga por si solo ya que en el dinamómetro cuenta con un sistema para detener automáticamente el giro de los neumáticos, ya que en caso de pisar el freno los datos obtenidos son erróneos.



Figura 47. Disminución de r.p.m.

Siempre tener en cuenta la temperatura del motor para prevenir un recalentamiento ya que el motor llega a altos rpm por lo que tiende a calentarse el refrigerante más rápidamente.

4.7.3. Curvas características del motor del vehículo táctico

El dinamómetro Dynomite realiza una recopilación de datos para realizar una tabulación de datos en un rango de 1800 a 4100 rpm los cuales permiten realizar la descripción de las curvas características figura 48, la curva de color rojo representa al par motor y la de color azul representa la potencia generada por el motor.

DYNomite test "Cesar Herrera #1882 on 2017-07-12 @ 12-15-04" by Dinamyca Competicion

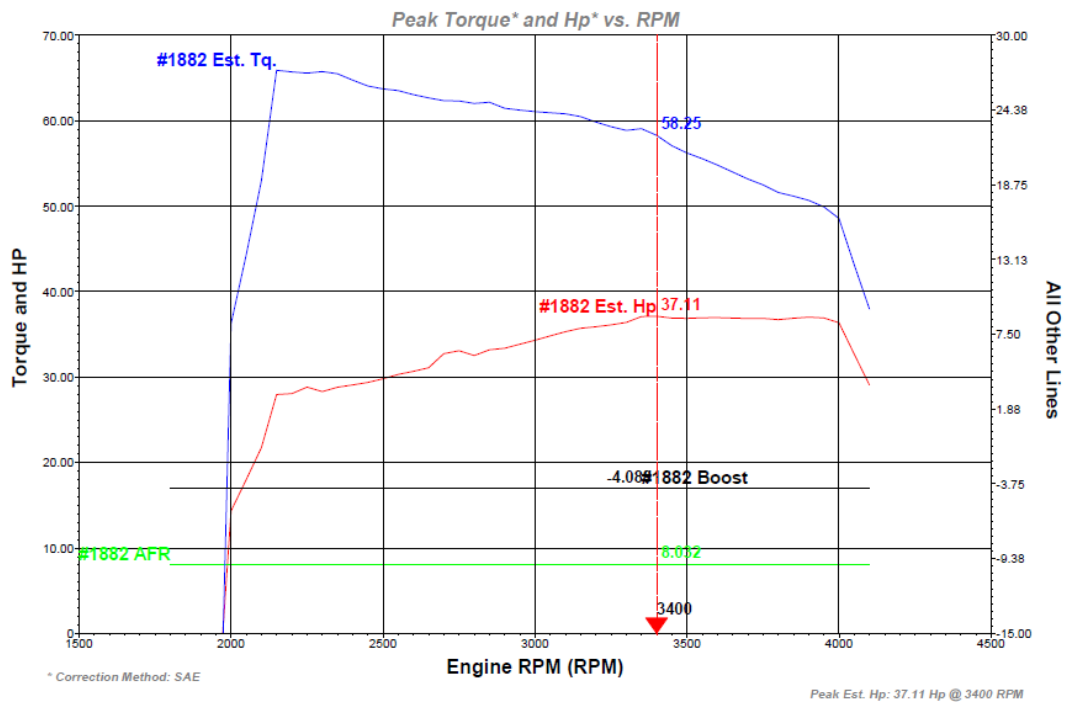


Figura 48. Curvas características

En la prueba se obtuvo un par motor de 58.25 lb-ft y una potencia máxima de 37.11 Hp.

4.8. Relación peso transportado – potencia

La potencia es inversamente proporcional al peso de carga que transporta el prototipo, según aumente el peso disminuirá la potencia, por lo cual si el prototipo lleva solo su peso entregara toda su potencia para que el prototipo se desplace con mayor facilidad. La capacidad de carga del prototipo figura 49 se encuentra en 1125 kg, esta capacidad no debe de ser excedida para que el rendimiento del motor no se vea afectado, el peso bruto vehicular con el cual el prototipo debe desplazarse con 2950 kg.



Figura 49. Relación peso/potencia

La relación entre la masa transportada y la potencia de prototipo es que por cada 22,015 kg transportados se utilizara 1 HP de la potencia del motor en la condición cuando el prototipo se encuentra a plena carga, en el caso de la relación de cuando el vehículo se encuentre vacío se determina una relación de 10,21 kg k implica el consumo de 1 HP.

4.9. Capacidad de velocidad de movimiento - aerodinámico

Como se muestra en la figura 50 resultados obtenidos mediante el proceso de simulación y el proceso de cálculo en el apartado 3.3.3. literal a, se verifica la presión y el comportamiento que ejerce el flujo laminar de aire en los alrededores de la estructura con una velocidad del viento de 56 km/h y un área frontal de 47.27 m² se determina que la carga ejercida sobre el prototipo a esta velocidad de 60 km/h es de 7.32 Pa en el escenario de simulación y en análisis matemático es de 9.27 Pa a una velocidad del viento de 56km/h y la velocidad del prototipo de 8,33 km/h lo que indica que el resultado obtenido en la simulación se asemeja a la realidad.

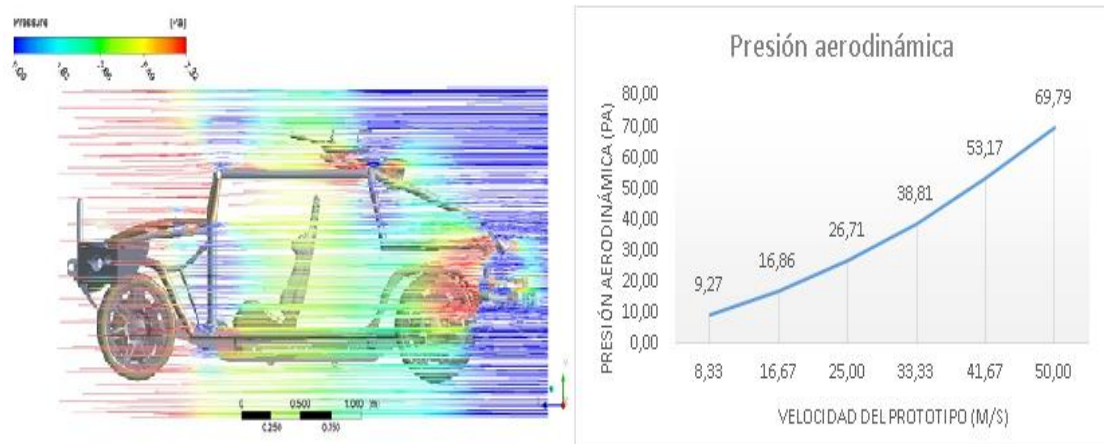


Figura 50. Análisis aerodinámico

4.10. Análisis de la carga máxima que soporta el material en la sección de ubicación de las armas antes de la deformación.

4.10.1. Parante superior

Como se muestra en la figura 51 después de haber aplicado la fuerza antes mencionada en el apartado 3.2.5 literal a, se obtiene que el peso máximo a soportar es de 600 kg antes de comenzar la deformación de la viga. Lo que asegura que no falle al momento de instalar armamento.

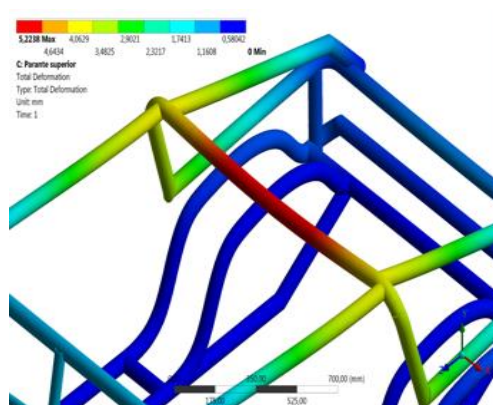


Figura 51. Carga puntual sección superior

Además de poseer un factor de seguridad de 1.4843 que se muestra en la figura 52 que asegura que la viga no falle.

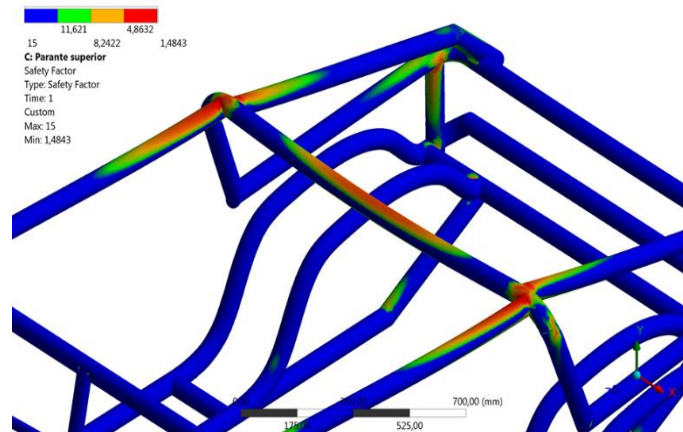


Figura 52. Factor de seguridad

4.10.2. Parante inferior

Para el parante que se muestra en la figura 53 el cual está ubicado en el capot del vehículo se determina que el peso máximo que soportara esta viga antes de comenzar a flejar es de 400 kg después de haber aplicado la fuerza antes mencionada en la sección 3.2.5. literal b.

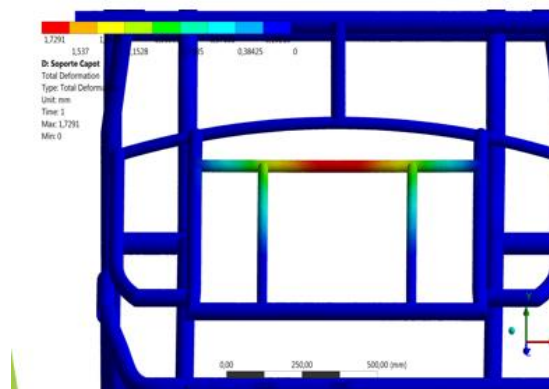


Figura 53. Carga puntual sección inferior

Además de contar con un factor de seguridad 1.9325 como se muestra en la figura 54 el cual asegura la fiabilidad de la viga en uso

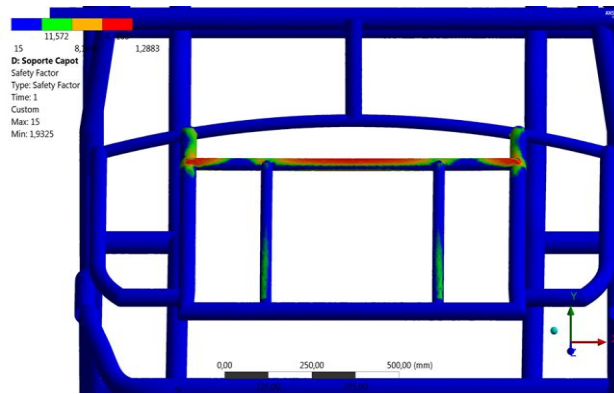


Figura 54. Factor de seguridad

4.11. Homologación de Transporte Comercial, Escolar E Institucional según la Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV

Dada la exigencia del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 “Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores” que solicita para la homologación del vehículo táctico militar Scorpión se adjuntan todos los datos técnicos que tendrá el vehículo diseñado.

Tabla 15

Datos técnicos para homologación

DATOS TÉCNICOS PARA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS	
DATOS PERSONALES	
INSTITUCIÓN	UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA
	HERRERA RUEDA CESAR AUGUSTO
INVESTIGADORES	TOPÓN SIMBAÑA ALEX FABRICIO
	ING. QUIROZ LEONIDAS

CONTINÚA 

TELÉFONO: 0998204900

CIUDAD: LATACUNGA

VEHÍCULO A HOMOLOGAR

MARCA

MODELO: Scorpión 2.0

CATEGORÍA: TODOTERRENO

VERSIÓN: 1

CHASIS: CHEVROLET

CARROCERÍA: TUBULAR

VERIFICACIÓN DE CONFORMIDAD

MARCA chasis: CHEVROLET

MODELO chasis:

MARCA carrocería : TUBULAR

MODELO carrocería:

TIPO : LOTE Nº 1

Año fabricación: 2017

_X_CKD ___ CBU PAÍS DE
ORIGEN: ECUADOR

Año modelo: 2017

CATEGORÍA: TODOTERRENO

TIPO COMBUSTIBLE: DIÉSEL

VIN: 8704.90.00.93

ESPECIFICACIONES**MOTOR**Cilindrada del motor en cm³

2999 C.C

Número de cilindros

4 EN LÍNEA

Numero de válvulas

16 VÁLVULAS

Torque neto máximo

294@1400-3000

Potencia neta máx.

134@3600

Relación de compresión

18.3 : 1

Ubicación

MOTOR DELANTERO

CONTINÚA 

Marca	ISUZU
Sistema de control de emisiones	SONDA LAMBDA
Sistema de alimentación de combustible	DIRECT INJECTION
Diámetro por carrera	95.4 x 104.9 mm
Aceleración (0/100 km/h)	20s
TRANSMISIÓN	
Nº de marchas	5 velocidades
Relación final de transmisión	4,008 / 2,301 / 1,427 / 1 / 0,745 / 3,651
Tracción del vehículo	Posterior y Delantera
Relaciones final de la transmisión	4,3
Marca de la caja	Chevrolet
Tipo de caja	Manual con reductora
Torque del funcionamiento del embrague	380 N.m.
Caja de transferencia	4H – 4L
Velocidad máxima de cambio a 4 X4	80 km/h
Relación de diferencial	4,7
DIMENSIONES DEL TODO TERRENO	
EXTERNAS	
Distancia entre ejes (mm)	3095 mm
Ancho del vehículo (mm)	18000 mm
Longitud del vehículo (mm)	50350 mm

CONTINÚA 

Alto total del vehículo (mm)	17350 mm
Trocha eje posterior (mm)	15200 mm
Altura mínima al suelo (mm)	1790 mm
Voladizo delantero (mm)	15000 mm
Diámetro de giro (mm)	1220 mm

PESOS Y CAPACIDADES

Capacidad del tanque de combustible	76 litros
Capacidad de carga del vehículo (kg)	1125 kg
Peso vacío total (kg)	1368,20 kg
Peso bruto vehicular (kg)	2950 kg
Peso carga eje delantero (kg)	1325 kg
Peso carga eje posterior (kg)	1870 kg

SEGURIDAD EMPLEADA EN EL TODOTERRENO

ILUMINACIÓN INTERIOR

Panel con iluminación

Panel con iluminación

LUCES POSTERIORES

Luces indicadoras de frenado	Laterales tipo faro
Luces de posición del vehículo	Posterior del vehículo
Luces de marcha reversa	Luces tipo led
Luz de matricula	Porta matricula con led

FAROS DELANTEROS

CONTINÚA 

Luces de luces altas	Luces tipo led alta luminosidad
Luces de luces bajas	Luces tipo led baja luminosidad
Ubicación en el vehículo	Parte delantera
Luces guías del vehículo	Faros tipo ruta

LUCES INDICADORES DIRECCIONALES

Luces direccionales	Luces led
Luces de estacionamiento	Luces led

CONDICIONES DE ERGONOMÍA DEL VEHÍCULO

Cantidad de apoyacabezas	2 apoya cabezas
Número de asientos	2 asientos deportivos
Forma de sujeción	Base rígida

NEUMÁTICOS

Numeración de los neumáticos	245/70 R16
Marca del neumático	Continental

SUSPENSIÓN

POSTERIOR:	
Tipo de suspensión	Eje rígido, ballesta longitudinal
DELANTERA:	
Tipo de suspensión	Independiente, paralelogramo deformable, barra de torsión, barra estabilizadora

FRENOS

CONTINÚA 

POSTERIORES	
Tipo de sistema	Tambores
Marca de sistema	Chevrolet
DELANTEROS	
Tipo de sistema	Discos ventilados
Marca de sistema	Chevrolet
FRENO DE ESTACIONAMIENTO	
Tipo de sistema	Cable de tensión al tambor
Marca de sistema	Chevrolet
CHASIS	
Marca del chasis	Chevrolet
Tipo del chasis	Construcción en h
DIRECCIÓN	
Tipo de sistema dirección	Rack and pinion
CINTURONES DE SEGURIDAD	
Marca	SPARCO
Tipo	De 5 anclajes
UBICACIÓN	Asientos del vehículo
PROTECCIÓN COLISIÓN LATERAL	
Tipo de protección	Tubería reforzada
BOLSAS DE AIRE	

CONTINÚA 

Ubicación de las bolsas	VOLANTE CONDUCTOR Y ACOMPAÑANTE
Cantidad en el vehículo	2
Marca de las bolsas	CHEVROLET

4.12. Mejoras de los requerimientos tácticos, técnicos y mecánicos del vehículo Scorpión

El vehículo táctico militar Scorpión está fabricado en un chasis de Volkswagen Safari año de fabricación 1987, posee un motor MEP de 2000 c.c. con alimentación a gasolina a carburador, el motor y transmisión se encuentran ubicados en la parte posterior del vehículo, con una transmisión manual de 4 velocidades. En el vehículo militar Scorpión se realizó mejoras y adaptaciones en la parte mecánica, eléctrica, estética **Anexo H.**

a) Parte mecánica

Las mejoras mecánicas realizadas en el vehículo táctico militar Scorpión contribuyen con la estabilidad de manejo, confort y seguridad al realizar maniobras en operaciones tácticas.

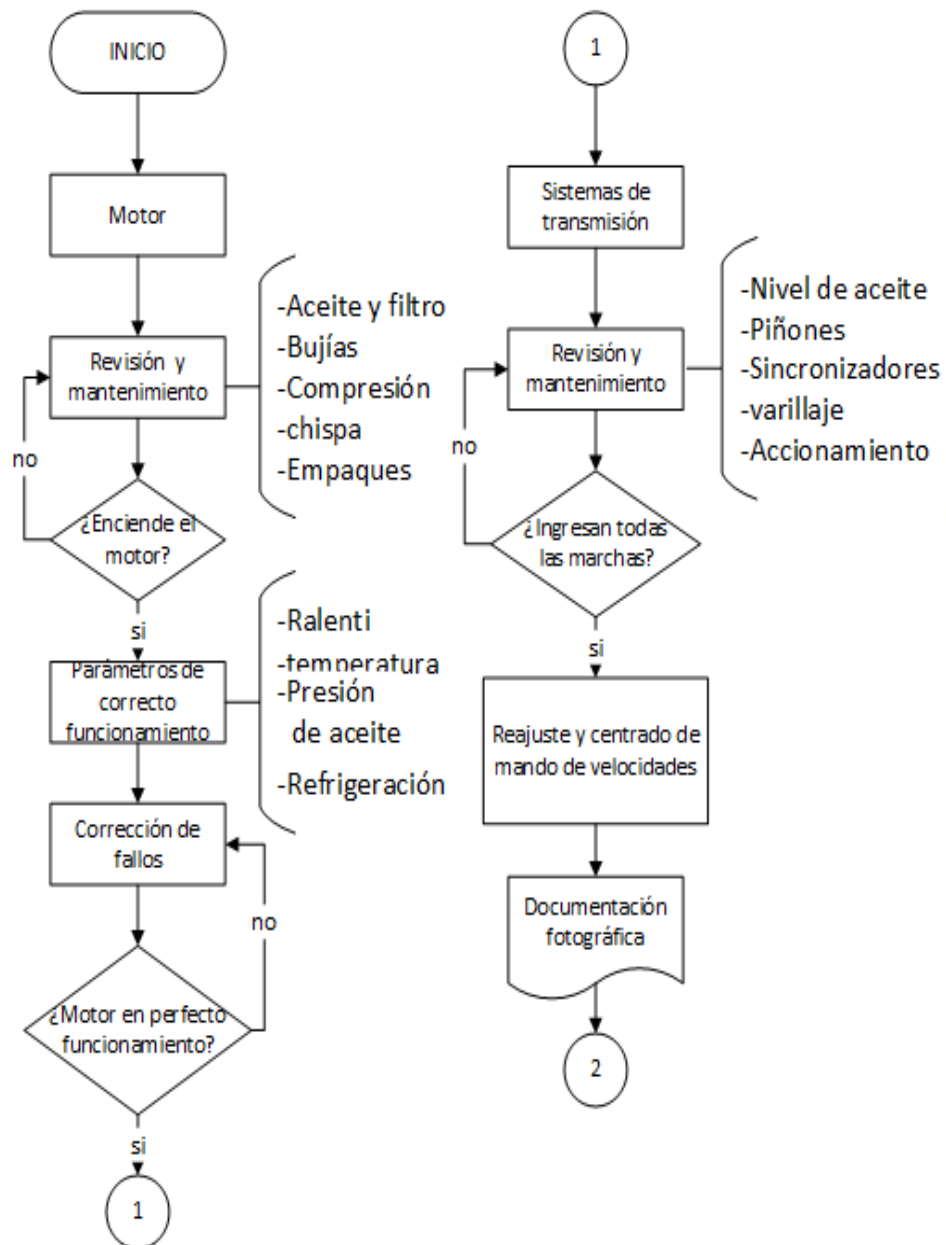


Figura 55. Diagrama de flujo mantenimiento mecánico 1

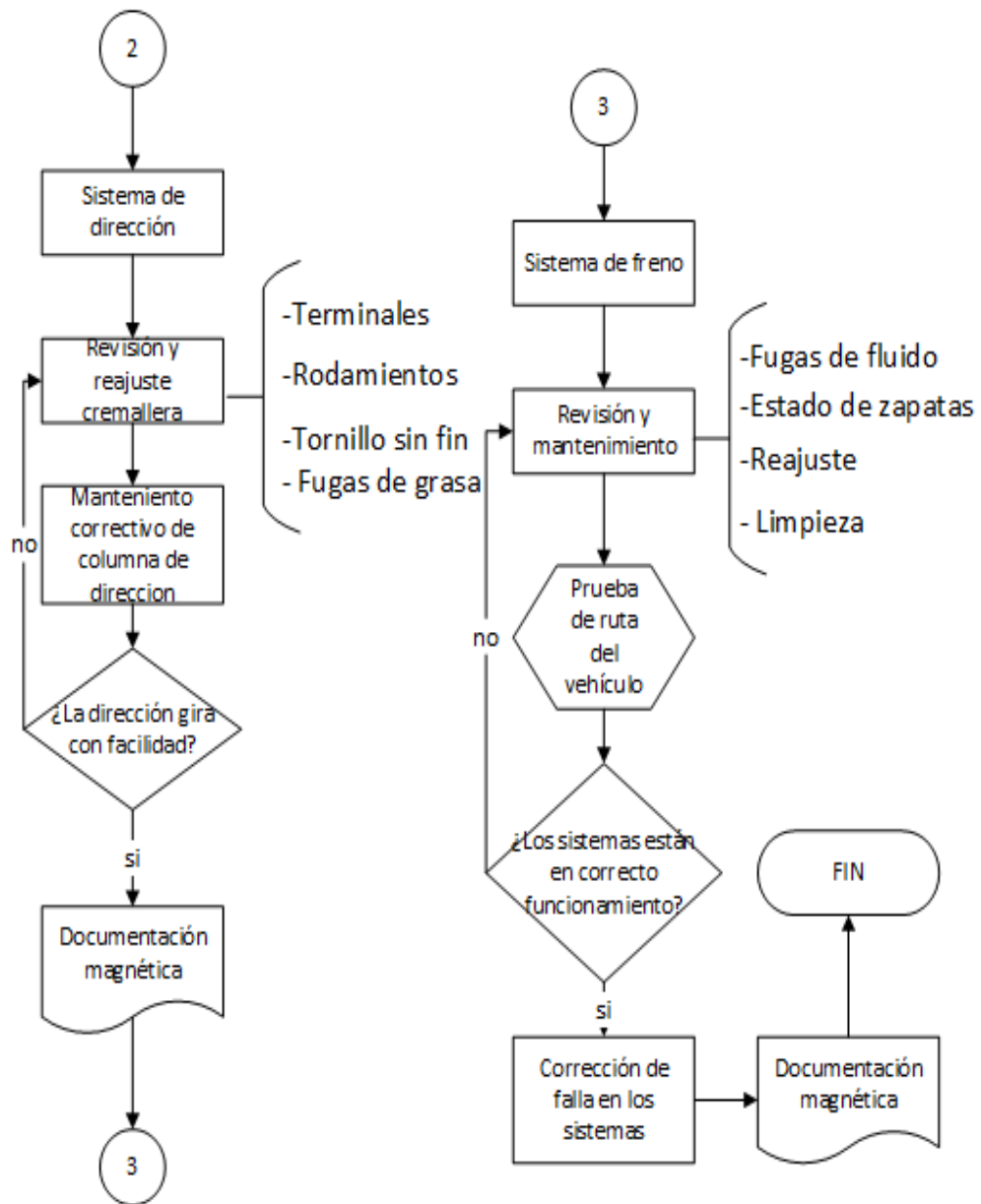


Figura 56. Diagrama de flujo mantenimiento mecánico 2

b) Parte eléctrica

De acuerdo con las necesidades de las Fuerzas Armadas del Ecuador se diseñó todos los circuitos del vehículo táctico militar Scorpión garantizando funcionalidad y confort en el automotor.

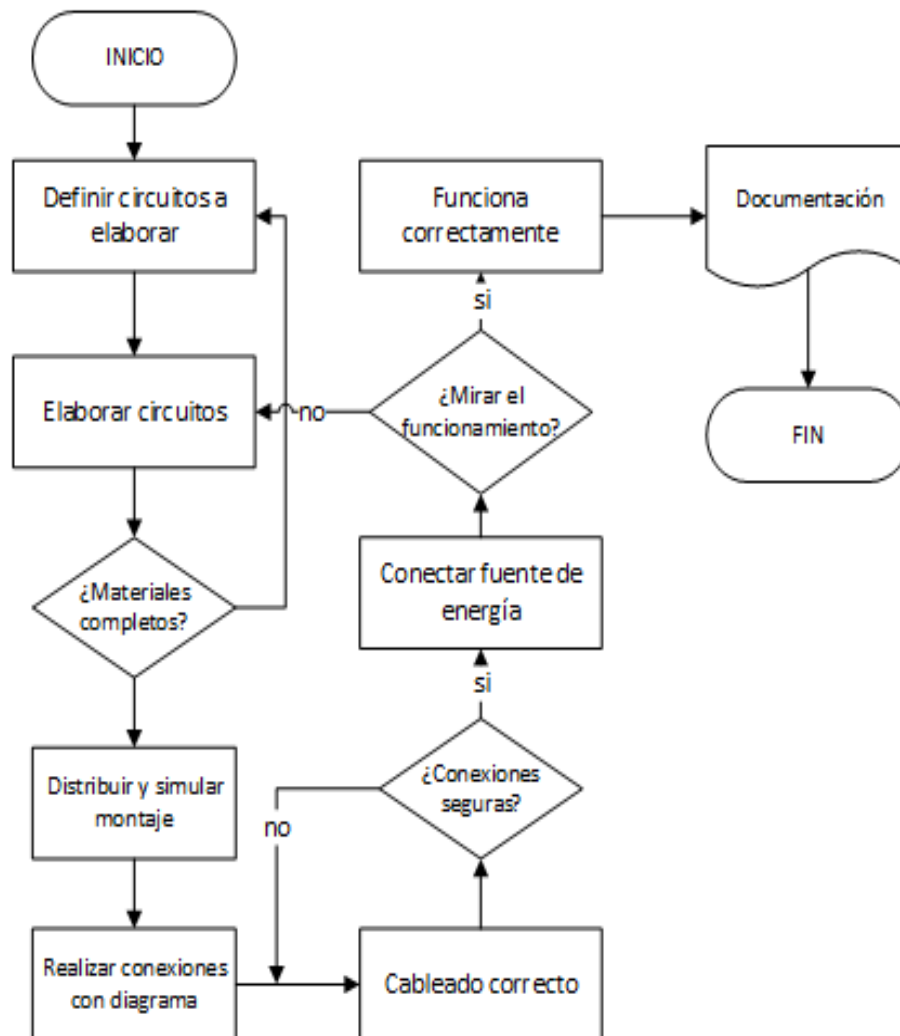


Figura 57. Diagrama de flujo proceso diseño de circuitos

b1) Circuito medidor de combustible

El circuito funciona únicamente cuando la llave de encendido se encuentra en la posición de contacto y es alimentado por 12 voltios, mediante una resistencia variable la cual va limitando el flujo de corriente dependiendo de la posición del medidor de combustible el manómetro capta el flujo de corriente de tal forma que determina el nivel de combustible que existe en el tanque.

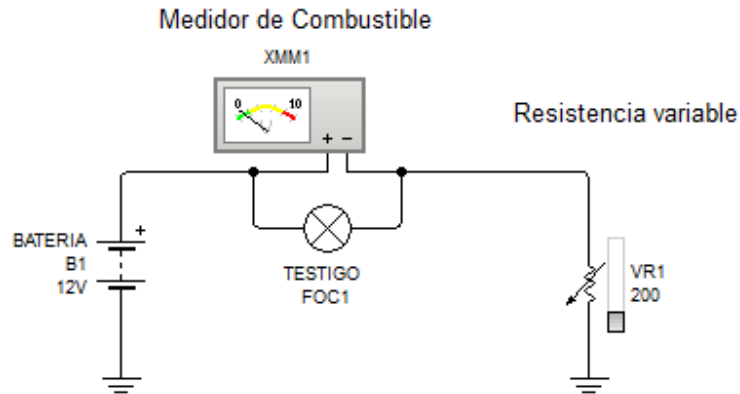


Figura 58. Circuito de medidor de combustible

b2) Circuito de arranque

El circuito está alimentado con 12 voltios directos desde la batería el cual es controlado mediante un relé de control y activado mediante la llave de encendido cuando se encuentra en la posición de arranque y protegido por un fusible de 15 Amp para evitar cortocircuitos en un posible daño

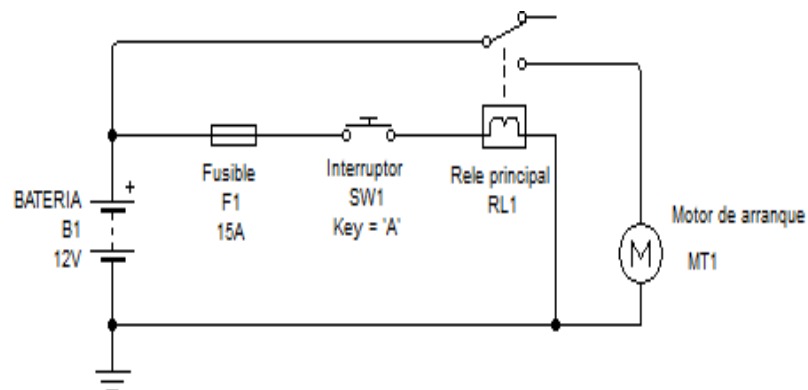


Figura 59. Circuito de arranque

b3) Circuito de encendido

Se instaló un sistema de encendido convencional conformado por una bobina de encendido Bosch, bujías de un electrodo Bosch, cables de encendido Duramax, y una unidad de control electrónico ubicada en el distribuidor los cuales se activan cuando la llave de encendido se encuentra en la posición de contacto.

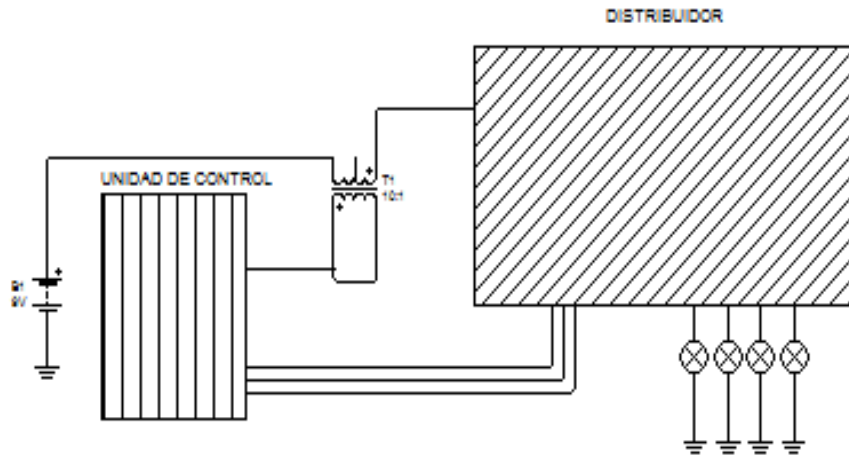


Figura 60. Circuito de encendido

b4) Circuito de carga de voltaje

El circuito de carga de voltaje envía corriente a todos los circuitos que funcionan cuando el motor se encuentra en funcionamiento, controlado por un regulador de voltaje y corriente protegido por un fusible de control y un voltímetro el cual indica que la carga de batería sea la correcta cuando el motor está en funcionamiento

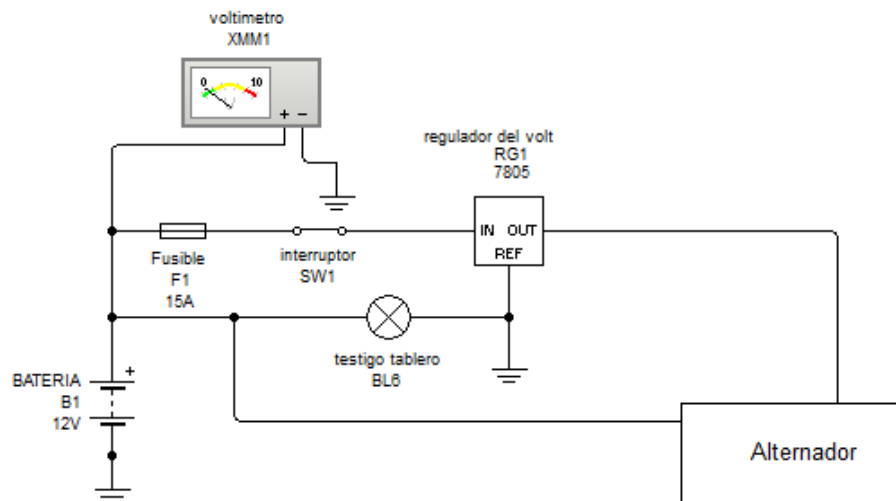


Figura 61. Circuito de carga

b5) Circuito de enfriamiento (electro ventilador)

El circuito está conformado por un interruptor térmico el cual deja pasar el flujo de corriente cuando alcanza la temperatura de 90° y se abre cuando la temperatura baja de este nivel, lo cual garantiza la temperatura apropiada para trabajo en el motor de combustión interna.

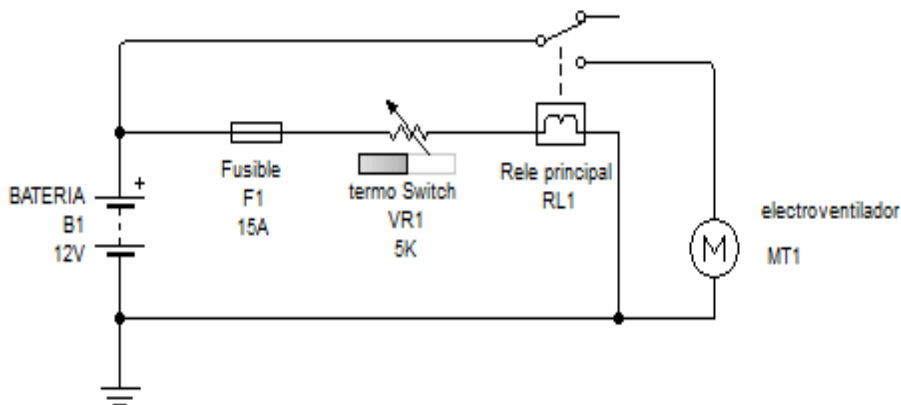


Figura 62. Circuito de activación electro ventilador

b6) Circuito de luces medias, altas y guías

El circuito está compuesto por relés de control, focos led de doble filamento interruptor de encendido de tres posiciones y fusibles para cada circuito tanto de altas como de bajas los cuales están conectados directo a la batería y siempre podrían estar en funcionamiento según el operario lo desee.

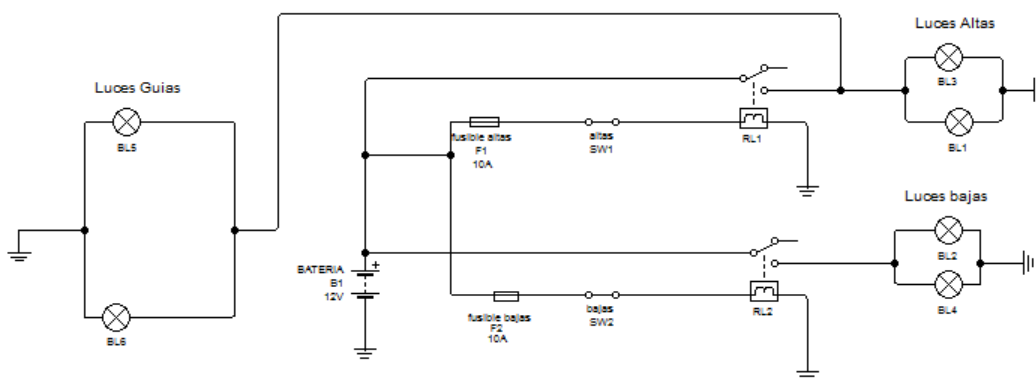


Figura 63. Circuito de activación sistema de luces

b7) Circuito de luces direccionales

El circuito de direccionales está controlado por relés de control y un interruptor de tres posiciones ubicado en el panel de control, además de estar protegido por un fusible de 15 Amp., el circuito esta alimentado por 12 voltios y funcionará únicamente cuando la llave se encuentre en posición de contacto y encendido.

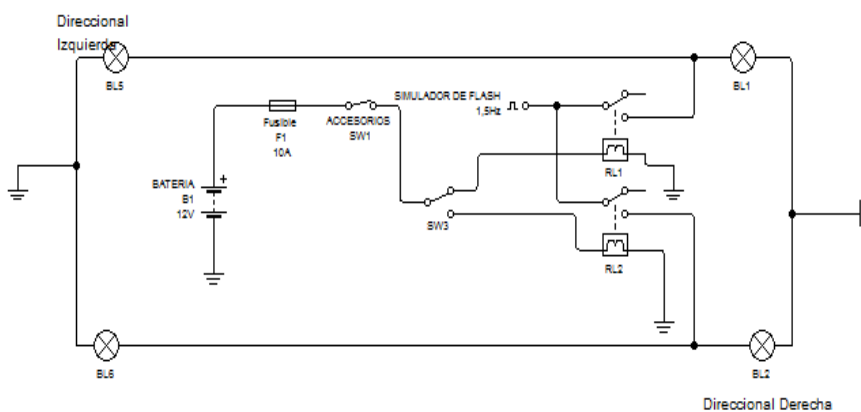


Figura 64. Circuito de activación de direccionales

b8) Circuito eléctrico de retro

El circuito se alimenta de 12 voltios y es activado cuando la palanca de cambios selecciona la marcha atrás la cual activa el switch y deja fluir la corriente a través de él activando los focos indicadores de marcha atrás

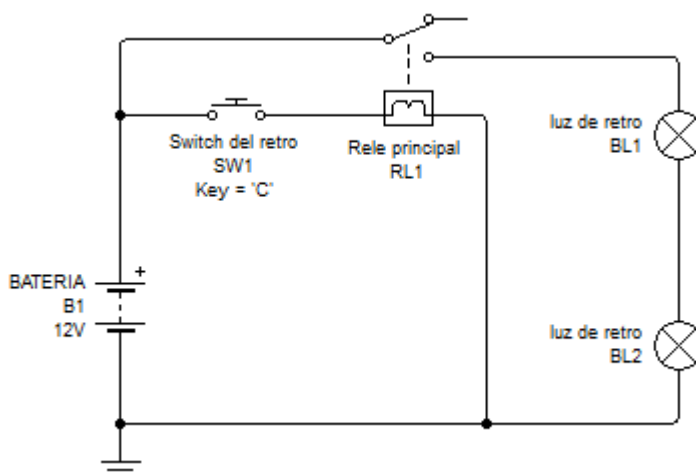


Figura 65. Circuito de activación de la luz de retro

b9) Circuito eléctrico STOP

Es un circuito de activación mediante un pulsador normalmente abierto el cual deja fluir la corriente cuándo el operario pisa el pedal de accionamiento del freno cerrando el circuito y a su vez se activa la luz de stop.

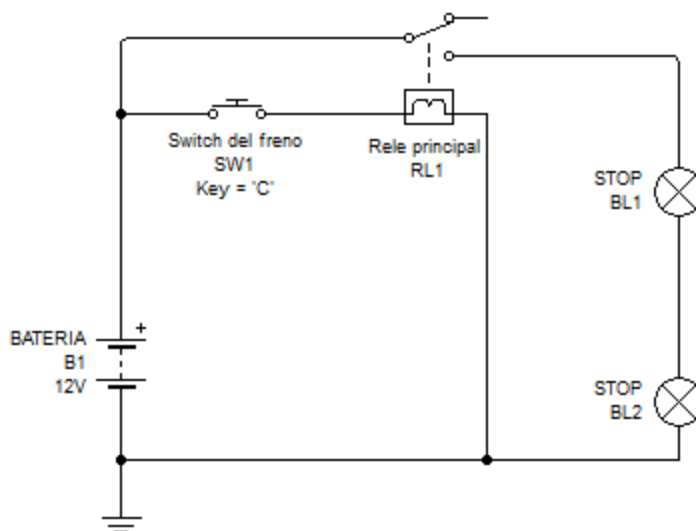


Figura 66. Circuito de activación de luz de freno

b10) Circuito de claxon

Circuito se encuentra controlado por un relé de control el cual garantiza que no halla fallos cuando el operario presione el pulsador que activa este accesorio.

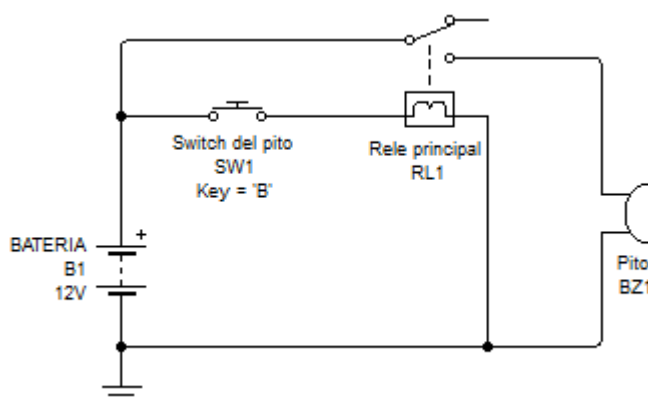


Figura 67. Circuito de activación del claxon

b11) Circuito de manómetro de temperatura

El circuito de para medir la temperatura del motor está compuesto por un sensor de temperatura el cual envía una señal al manómetro controlando la masa del mismo y mostrando en la pantalla la temperatura de funcionamiento del motor.

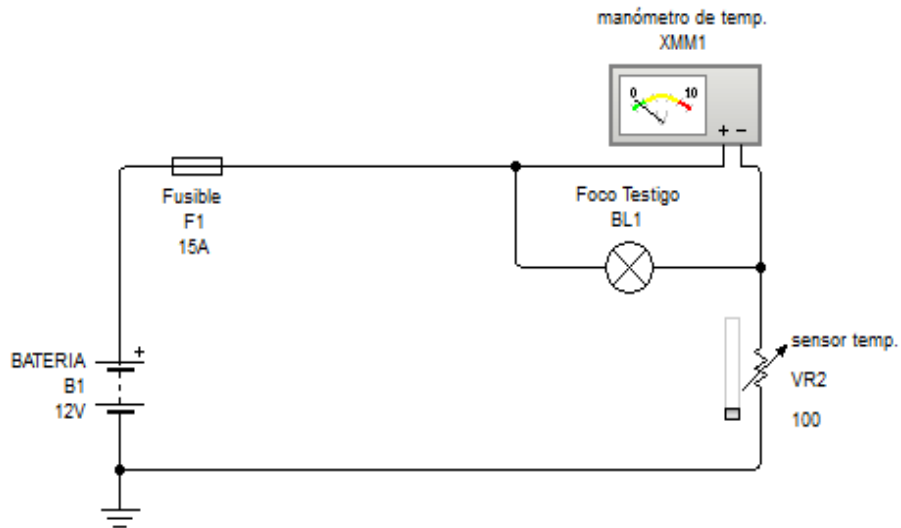


Figura 68 Circuito de temperatura

c) Ubicación del porta fusibles y denominación de cada fusible

Para poder acceder a todos los elementos mencionados se encuentran en la parte delantera del vehículo específicamente dentro de la caja de mando del vehículo en la cual se puede realizar el remplazo de cualquier fusible en mal estado.



Figura 69. Porta Fusibles

Tabla 16

Descripción de la fusibles

N.	NOMBRE DEL FUSIBLE
1	Bomba de combustible
2	Luces de freno
3	Engine – contacto
4	Luces Direccionales
5	Estacionamiento
6	Retro
7	Claxon
8	Luces



Figura 70. Relés

Tabla 17**Descripción de relés**

N.	RELÉS DE MANDO
1	Relé de activación de luces
2	Relé de activación del pito
3	Relé de activación del freno

d) Parte de seguridad**d1) Asientos**

Por los terrenos en los que se desenvuelve el vehículo táctico militar uno de los puntos más importantes es la seguridad por lo que se instaló asientos deportivos que permiten una mayor sujeción lateral sobre todo cuando el vehículo se encuentra a altas velocidades.

**Figura 71. Asiento deportivo instalado en el vehículo Scorpión**

d2) Cinturones de cuatro puntas

El vehículo táctico militar necesita que el conductor este lo más seguro al asiento por lo que es necesario los cinturones de seguridad el cual cuenta con un sistema de bloqueo angular además de soportar 1200kg al momento de tener una colisión por lo que disminuye en un 90% la muertes en el

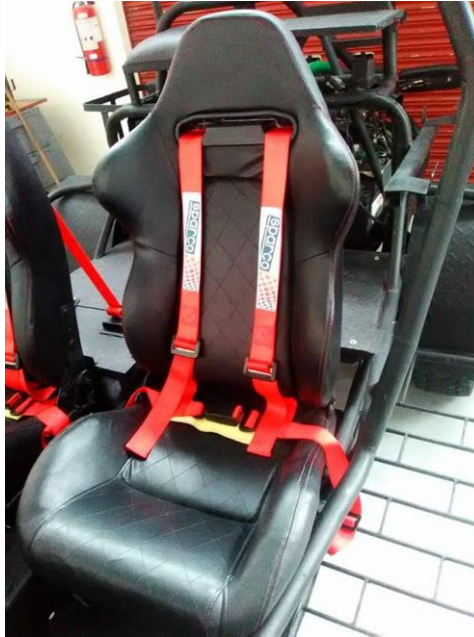


Figura 72. Cinturones de cuatro puntas instalados vehículo Scorpión

e) Parte estética

e1) Soldadura

Se empleó tubería estructural redonda con características similares del material utilizado en la fabricación del vehículo Scorpión para reemplazar secciones deterioradas y realizando refuerzos en la soldadura mediante electrodos 6011 AGA.

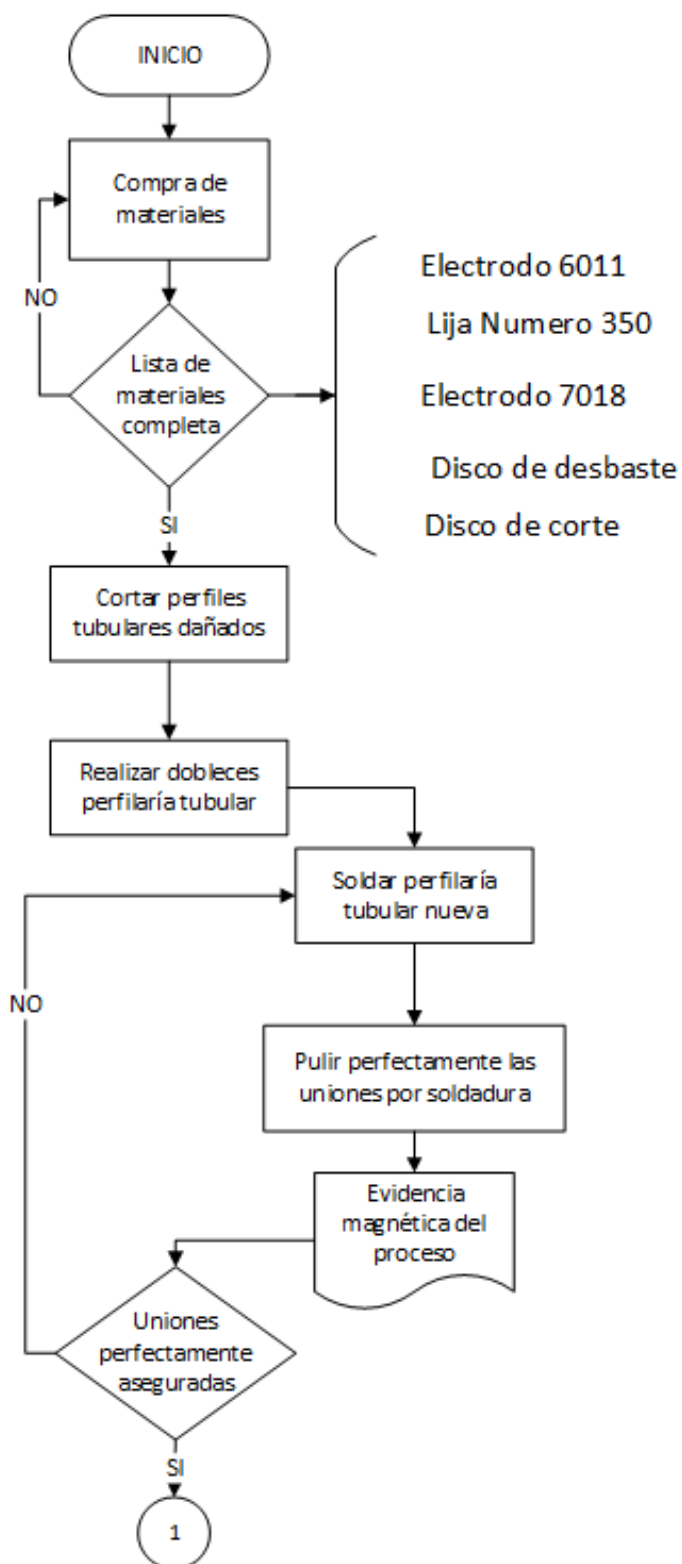


Figura 73. Diagrama de flujo proceso de soldadura

e2) Masilla plástica

Se recubrió todas las imperfecciones por soldadura con masilla plástica Mustang, al combinar la masilla con un catalizador genera una mezcla alcanzando una alta resistencia a la vibración, maleabilidad, alto poder de relleno y una excelente adherencia garantizando larga durabilidad y mejor forma estética de las uniones por soldadura.

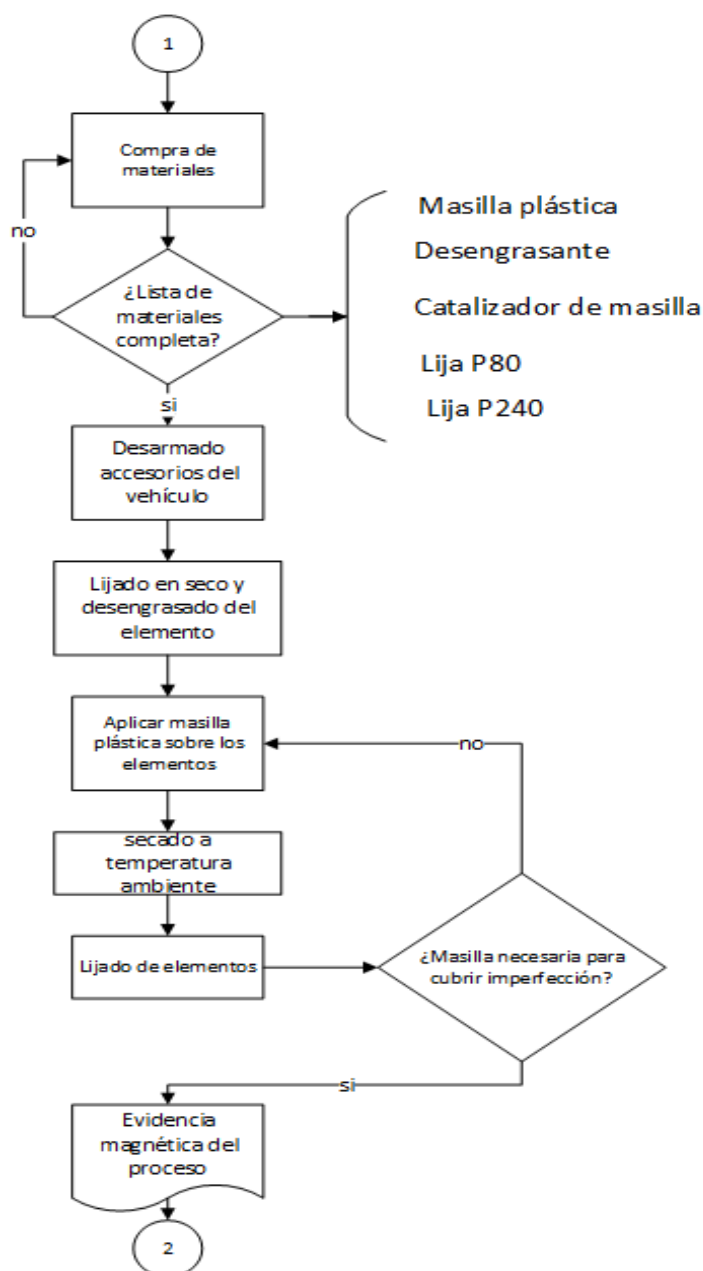


Figura 74. Diagrama de flujo proceso de masillado

e3) Primer catódico

Se recubre toda la estructura del vehículo con una capa de primer catódico para evitar la corrosión galvánica en toda la superficies garantizando durabilidad de la estructura y a su vez la pintura pueda añadirse con mayor facilidad.

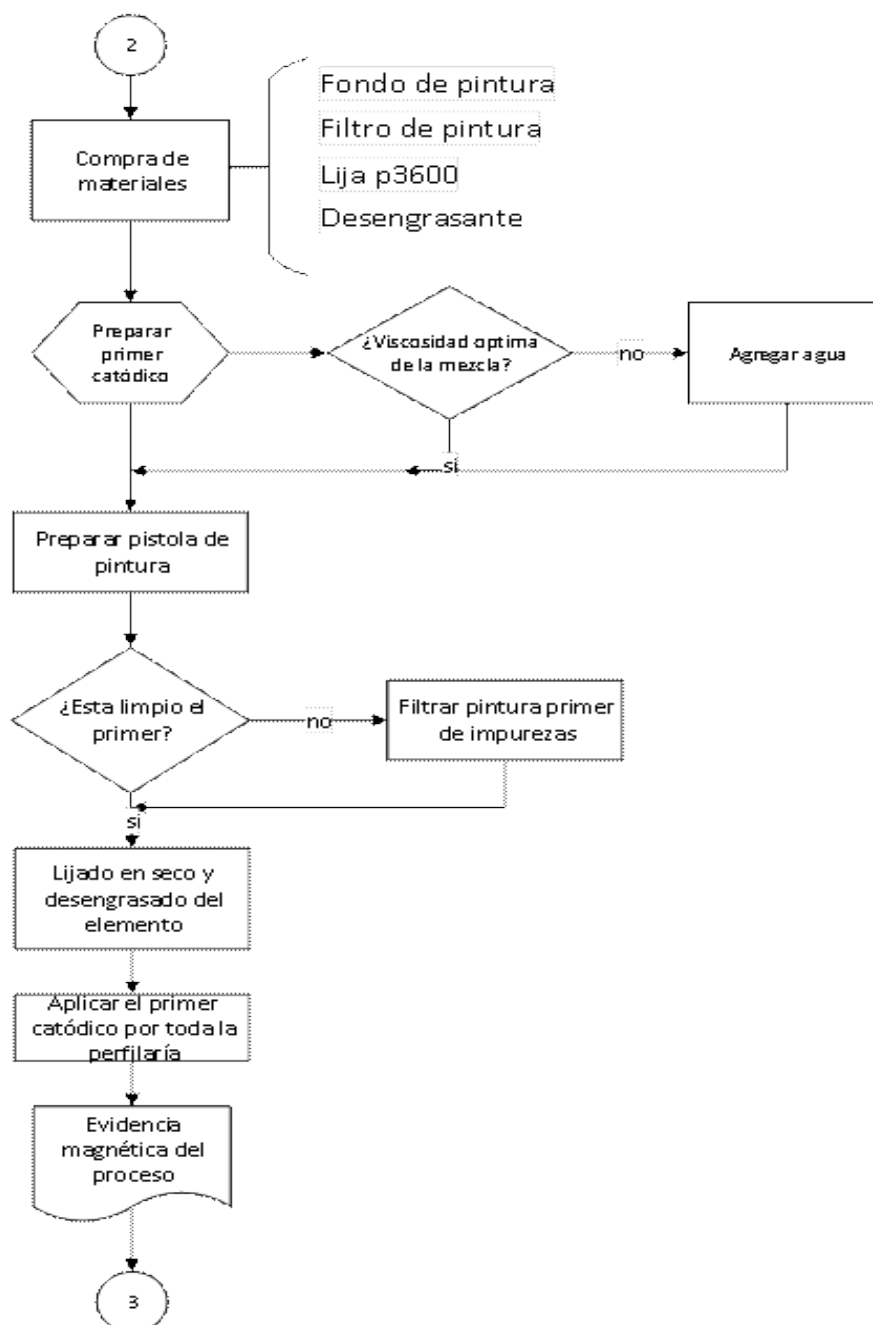


Figura 75. Diagrama de flujo proceso aplicación primer catódico

e4) Proceso de pintura

En este proceso se recubre todo el vehículo con una mezcla de resinas acrílicas (Bate piedra) diluidas con un máximo de 10% agua cuya función es formar una barrera garantizando una buen adherencia al primer catódico.

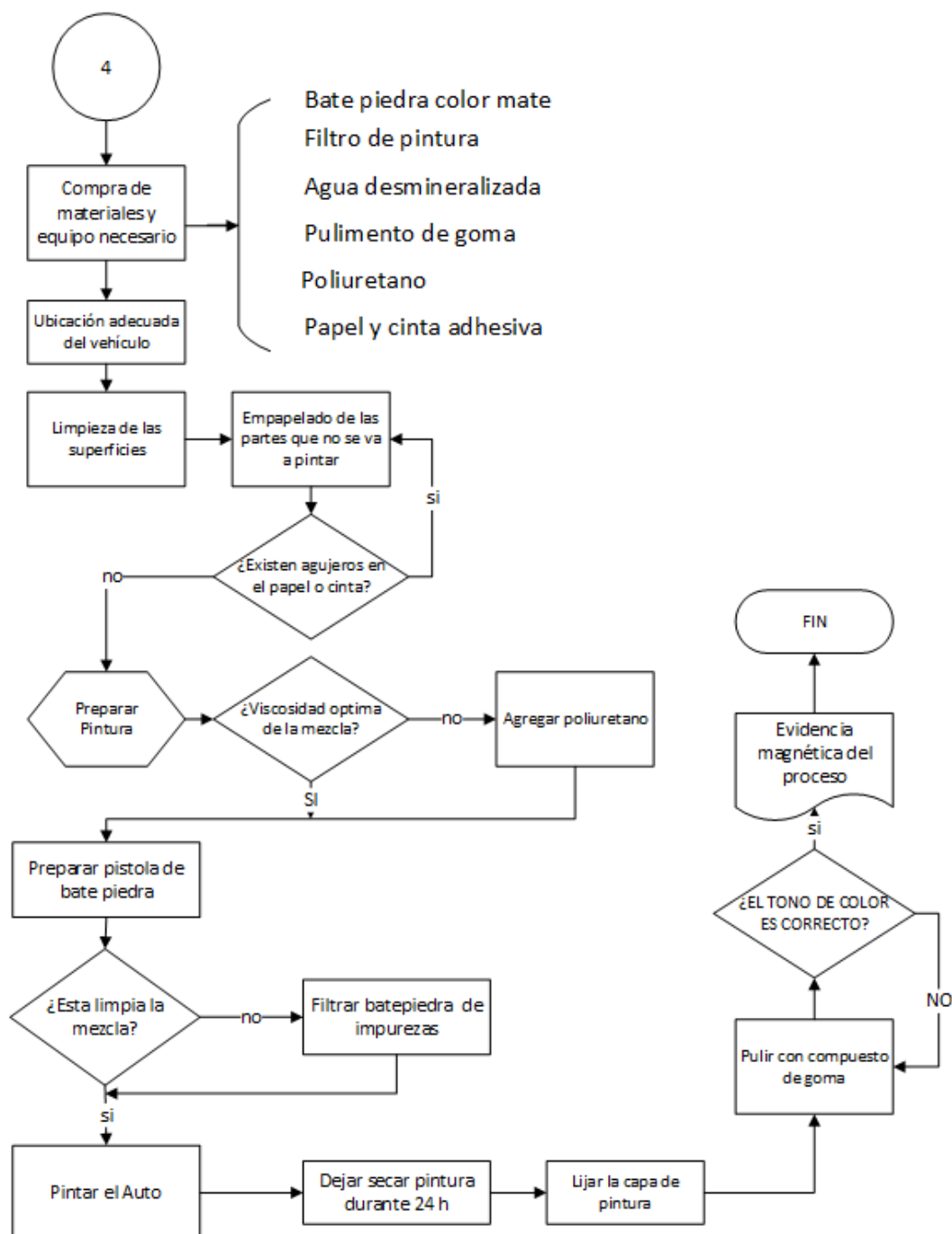


Figura 76. Diagrama de flujo proceso de pintura

CAPÍTULO V

5. Marco administrativo

5.1. Recursos

Los recursos utilizados en la elaboración del proyecto de investigación se establecieron mediante parámetros que vinculan la fiabilidad y factibilidad de los mismos, teniendo una mayor facilidad en la adquisición en finalización de proyecto de investigación.

5.2. Recursos humanos

Los recursos humanos que supervisaron la investigación son docentes de la carrera de Ingeniería automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga quienes son especialistas en el manejo de las variables de investigación propuestas para este efecto.

Tabla 18

Recursos humanos

Ord.	Descripción	Función
1	Herrera Rueda Cesar Augusto	Investigador
2	Topón Simbaña Alex Fabricio	Investigador
3	Ing. Leónidas Quiroz	Investigador – Tutor
4	Ing. German Erazo	Colaborador científico

5.3. Recursos tecnológicos

Por medio de los recursos tecnológicos se facilita el diseño, simulación, medición, pruebas de los diferentes aspectos tomados en el presente proyecto de investigación, con el fin de la obtención de datos los cuales por medio de tabulación permite realizar la parte escrita del proyecto.

Las herramientas tecnológicas computarizadas utilizadas para la elaboración del proyecto de investigación se detallan a continuación:

Software CAD	Elaboración de propuesta estructural
Software Live Wire	Simulación de circuitos eléctrico y electrónicos
Software CAE	Análisis de impacto frontal y túnel de viento
Microsoft Office	Elaboración del escrito/Tabulación

Tabla 19

Costo de pruebas realizadas

Núm.	Detalle	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Pruebas de torque y potencia	3	60.00	180.00
2	Pruebas de análisis de gases	3	0	0
TOTAL				180.00

5.4. Recurso financiero

Para el la realización del proyecto de investigación es necesario contar con recursos materiales los cuales en el mercado cuenta con un valor agregados siendo auto financiado, teniendo un costo de 2697,75 dólares americanos.

a) Recursos y materiales

Los recursos materiales son todos los insumos utilizados para la ejecución y culminación del proyecto de investigación cumpliendo con todos los requerimientos del mismo para lo cual se utilizó diferentes materiales, mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 20

Implementación del sistemas eléctrico

Sistema eléctrico				
NUM	Detalle del elemento	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Cable flexible N14	200	0,6	120
2	Cable flexible N12	100	0,6	60
3	Guías delanteras	2	15	30
4	Faro posterior	2	12	24
5	Faro de retro	2	10	20
6	Trompo de freno	1	10	10
7	Kit medidor de combustible	1	35	35
8	Kit medidor de temperatura	1	30	30
9	Medidor de voltaje	1	15	15
10	Switch de arranque	1	12	12
11	Volate con pito	1	35	35
12	Pulsador de barra led	1	5	5
13	Pulsador de direccionales	1	8	8

CONTINÚA 

14	Pulsador de estacionamiento	1	13	13
15	Pito	1	25	25
16	Barra led	1	260	260
17	Terminales hembra	85	0,15	12,75
18	Terminales macho	85	0,15	12,75
19	Relé	4	5	20
20	Flasher	1	12	12
21	Fusiblera 8 servicios	1	25	25
22	Led alta luminosidad	6	0,5	3
23	Resistencias 1k	6	0,25	1,5
24	Zócalo relé	4	2,5	10
25	Socket 2 cables	8	2	16
26	Socket 4 cables	4	4	16
27	Manguera corrugada	3	1,5	4,5
28	Taípe	15	0,8	12
29	Amarras plásticas	80	0,2	16
30	Broca 5/8	5	0,75	3,75
31	Porta fusible 1 servicio	1	2,5	2,5
32	Trompo de retro	1	8	8
33	Trompo de aceite	1	5,5	5,5
			Total	883,25

Tabla 21
Implementación sistema mecánico

Sistema mecánico				
NUM	Detalle del elemento	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Amortiguadores del	2	80	160
2	Amortiguadores post	2	60	120
3	Piñón de retro	1	35	35
4	Selector de tercera/cuarta	1	45	45
5	Selector de primera/segunda	1	60	60
6	Aceite para transmisión	1	18	18
7	Aceite de motor	1	21	21
8	Filtro de motor	1	2,5	2,5
9	Kit cauchos de cilindro freno	4	9	36
10	Reparación eje post derecho	1	80	80
11	Grasa alta temperatura	1	5	5
12	Caucho homocinética	4	15	60
13	Pernos tropicalizados	50	0,65	32,5
14	Asientos deportivos	2	250	500
15	Cinturones 4 puntas	2	75	150
16	Rodamientos volante	2	10	20

CONTINÚA 

17	Protector de poleas	1	30	30
18	Limpia carburador	2	5	10
19	Kit carburador	1	15	15
20	Empaque tapa válvula	1	12	12
21	Servo Freno BOSCH	1	150	150
22	Manguera para vacío (m)	4	4,5	18
23	Repartidor hidráulico freno	1	12	12
24	Silicón plomo	2	4,5	9
25	Acrílico tablero	1	25	25
26	Base servo freno	1	35	35
27	Soporte metálico panel	1	35	35
			Total	1696

Tabla 22
Implementaciones aspecto estético

Estético				
NUM	Detalle del elemento	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Lija 350	15	0,5	15,5
2	Lija380	10	0,5	10,5
3	Removedor de pintura (L)	5	3,5	8,5

CONTINÚA 

4	Tiñer (L)	5	1,5	6,5
5	Pintura negro mate (L)	5	15	20
6	Fondo primer (L)	5	9,5	14,5
7	Cepillo taladro de acero	1	3,5	4,5
8	Cepillo moladora de acero	1	4,5	5,5
9	Disco de corte	3	2,5	5,5
10	Disco de pulido	2	2,5	4,5
11	Electrodo 6011	4	1,5	5,5
12	Kit piedras de pulir	1	3,5	4,5
13	Pistola de pintura	1	12	13
			Total	118,5

5.5. Análisis financiero de factibilidad para la construcción de Vehículos Tácticos militares

5.5.1. Estudio de mercado

Los recursos utilizados en la elaboración del proyecto de investigación se establecieron mediante la fiabilidad y factibilidad, teniendo una mayor facilidad en la materialización del proyecto de investigación.

5.5.2. Oferta

Basados en la disponibilidad de vehículos tácticos militares en el mercado internacional tomando en cuenta características homogéneas para su estudio. Para este caso se ha revisado que empresas se encuentran ofertando vehículos táctico-militares y la cantidad que pueden comercializar, para lo cual en la tabla 21. Se puede observar que en el mercado internacional ofrecen cuatro opciones y no hay una cantidad fija ni estimada, ya que al ser productos específicos solo se realizan compras bajo pedido.

Tabla 23

Empresas que ofertan vehículos tácticos militares

Casas Comerciales	Disponibilidad de vehículos	Tipo
Renault Sherpa	Bajo pedido	 <p>Figura 77. Renault sherpa Fuente: (Costas, 2008)</p>
GAZ Tigr	Bajo pedido	 <p>Figura 78. Gaz tigr Fuente: (GAZ Tigr, s.f.)</p>

CONTINÚA 

Mercedes-
Benz G63 Bajo pedido
AMG 6x6



Figura 79. Mercedes G63

Fuente: (Motorbean, 2013)

Paramount
Marauder Bajo pedido



Figura 80. Paramount Marauder

Fuente: (Group, s.f.)

5.5.3. Precio

Se considera al precio como el elemento generador de ingresos en un proyecto, este puede ser flexible y vulnerable ya que está sujeto a los cambios del entorno.

Para el caso de estudio, se ha evaluado los precios de los vehículos tácticos militares que se encuentran disponibles en el mercado internacional, explicándose los precios en la tabla 22.

Tabla 24

Precios de mercado

Vehículos	Precios del mercado
Renault Sherpa	\$ 272.000

CONTINÚA 

GAZ Tigr	\$ 110.000
Mercedes-Benz G63 AMG 6x6	\$ 523.000
Paramount Marauder	\$ 485.000

Los valores observados son precios totales, es decir que el vehículo llega armado e incluye impuestos de ley.

Cabe destacar que al tratarse la investigación del desarrollo de un vehículo táctico militar se ha evaluado el costo de un vehículo nuevo en el mercado, obteniendo un precio referencial de \$39.900. Sin embargo, también se detectó en el estudio que el costo del proyecto es más alto si este es comprado en piezas ya que el porcentaje diferencial entre uno y otro es del 19,55%.

5.5.4. Comercialización

La comercialización engloba actividades orientadas a poner a disposición del cliente productos o servicios, desde la fabricación hasta la entrega final. Esta puede integrar varios niveles o canales de distribución.

Tomando en cuenta que el producto en estudio es un vehículo táctico militar y solo se lo adquiere bajo pedido, se determina que el canal de distribución es directo y esta representa la casa comercial.

A continuación, se muestra la figura 81 que permite entender claramente la distribución y los canales que se usan para llegar al cliente final.

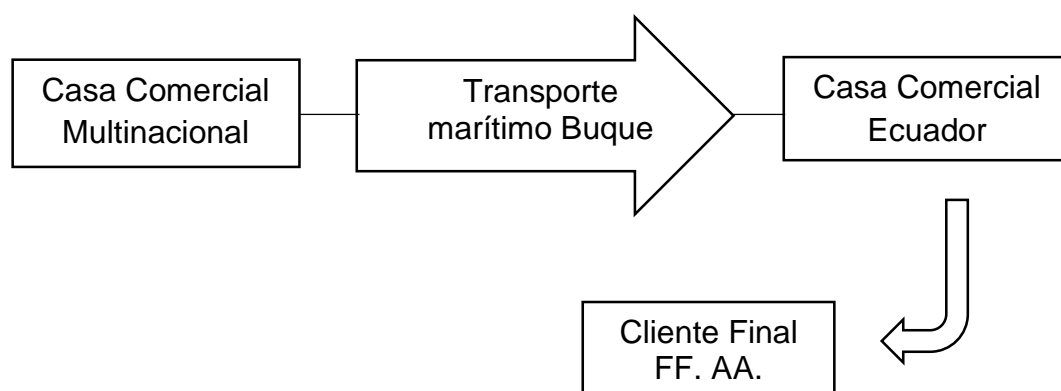


Figura 81. Canales de distribución

Las ventas de vehículos tácticos militares en las Casa Comerciales de Ecuador se las realiza a través de asesores de ventas, que acceden directamente a instituciones que demanden los productos, en este caso las Fuerzas Armadas requieren de este tipo de vehículos para desarrollar sus funciones.

5.5.5. Estudio técnico

El estudio técnico corresponde a la etapa que evalúa los aspectos operativos y recursos necesarios para la puesta en marcha de un proyecto, buscando el uso eficiente para la producción de bienes o servicios.

El proyecto estudiado tiene como finalidad el análisis de la creación de una ensambladora de vehículos militares para ser comercializados, así como reducir costos para la institución.

5.5.6. Análisis y determinación del tamaño óptimo de la planta

El tamaño óptimo de la planta hace referencia a la capacidad máxima de producción que tienen las máquinas y equipos, estas pueden ser expresadas en unidades de producción y deberán ser calculadas anualmente.

En la tabla 25 se muestra una lista de los requerimientos en maquinarias para una empresa ensambladora.

Tabla 25

Maquinarias y equipos para ensamblar vehículos

Maquinaria Y Equipo	Cantidad	Valor Unitario
Soldadora de argón	3	1550
Pistola de aire	5	700

CONTINÚA 

Compresor De Tornillo De 20 Hp	2	5615
Maquina Cnc Laser Corte Y Grabado 130x90cm Tubo 130w	2	9.850
Montacargas Heli 3.5 Toneladas Apilador Elevador Hidraulico	2	21850
Teclé Eléctrico De Cadena 3 Ton. Monofasico 110 V. 3 Metros	2	2100
Cabina De Pintura Con Horno 3f Marca Muth	1	20350
Elevador Portátil Personal	1	1800
Pulidora Para Autos Stanley 7 Industrial Stgp1318k 1300w	2	150
Amoladora Dewalt 9 Pulgadas Dwe4559 / 2400w	3	165
Gscan2 Scanner Automotriz	1	2121
Osciloscopio, Multímetro Automotriz Finest 1006	2	1400
Balanceadora Para Rueda De Vehículo Liviano Marca Bp.	2	1720
Alineadora 3d Marca Bp.	2	14650
Generadores Electricos Industriales A Diesel	1	9000
Mesa De Trabajo Inoxidable Grande 60cm X 200cm	6	350
Dinamómetro	1	50900

Si se considera el número de máquinas y su capacidad; así como la mano de obra disponible se estima que la capacidad máxima de producción diaria es de 2 vehículos.

Tabla 26

Capacidad instalada

Descripción	Capacidad Diaria	Capacidad Anual
Maquinaria y equipos ensambladores (capacidad máxima)	2 vehículos	480 vehículos
Mano de obra (capacidad real)	0,25 vehículo	60 vehículos

Para establecer la capacidad máxima se ha previsto la utilización al 100% de la máquina de mayor capacidad, dando como resultado que la producción de vehículos llegaría a 480 al año, sin embargo, al compararlo con la capacidad de la mano de obra en horarios de trabajo de 8 horas diarias se estima se podría realizar un cuarto de vehículo diario lo que anualmente representaría 60 vehículos. El porcentaje de utilización de la planta es del 13%.

5.5.7. Proceso productivo – Ingeniería del proyecto

Su objetivo es determinar todas las condiciones y elementos para determinar el funcionamiento de la planta de ensamblaje, desde la determinación de equipos a utilizar hasta los procesos que permitan la fabricación del vehículo. A continuación, se muestra los procedimientos de ensamblaje así como los procesos de fabricación.

Tabla 27

Procedimiento de ensamblaje

Ord.	Procedimiento
1	Las piezas serán adquiridas de las diferentes casas comerciales y colocadas en bodega para que estén a disponibilidad de la ensambladora.
2	Como siguiente etapa se construye la carrocería, se coloca el bastidor en la parte baja del chasis en las respectivas bases y sistemas automotrices.
3	<p data-bbox="421 864 1382 954">Instalación de las piezas, se coloca el armazón en la cadena de montaje y se empieza la instalación de:</p> <ul data-bbox="517 1003 1011 1379" style="list-style-type: none"> • Suspensión • Depósito de gasolina • Ejes y tambores de las ruedas • Eje cardan • Cajas de dirección • Cajas de cambios • Varillaje del mando de marchas
4	Se procede a instalar el motor y la transmisión, estos se juntan fuera y luego se integra en lugar correspondiente: Deben ser asegurados.
5	Para terminar, se coloca ya los últimos componentes de la carrocería como puertas, capó, guardabarros y parachoques.
6	Cuando ya está terminado se lo lleva a un área de supervisión donde se comprueba que se encuentre en excelentes condiciones para su aprobación. Luego este vehículo será lavado para remover todo tipo de residuos.

CONTINÚA 

-
- 7 Después de pasar el control de calidad y lavado, se realiza el trabajo de pintura y secado al calor.

El vehículo es trasladado para instalar los componentes internos:

- El cableado eléctrico
 - Luces
 - Asientos
- 8
- Paneles interiores de las puertas
 - Pedales de control o mando
 - Palanca de cambios
 - Tablero
 - Exceptuando parabrisas y vidrios.

- 9 El parabrisas es colocado mediante un método de succión, se fija y asegura en el lugar correspondiente. Luego se procede a montar la carrocería en la parte superior del esqueleto del vehículo. Al final se equipa con batería, llantas, anticongelante y gasolina.

- 10 El vehículo se encuentra totalmente armado y se lo lleva a la prueba de conducción para verificar estándares de calidad y poner a disponibilidad de los clientes.
-

El proceso se muestra a través de un diagrama de flujo para su mayor comprensión.

Tabla 28
Simbología para Diagrama de flujo

DIAGRAMA DE PROCESO									
Elaborado : Herrera Rueda Cesar Augusto									
Fecha :08/14/2017		Nº: Hoja:1		Modelo: ACTUAL		Diagrama Nº: 1			
Proceso: construccion del prototipo									
○		Operaciones					Actividades		
⇔		Transporte							
□		Inspeccion							
▽		Almacenamiento							
D		Demora							
Lugar:			Planta de ensamble						
Nº	Distancia en metros	Tiempo en minutos	SIMBOLOS DEL DIAGRAMA					SERVICIO	DESCRIPCION DEL PROCESO
			○	⇔	□	▽	D		
Actividades									
1	30	60				▽		Almacenamiento de piezas	
2	20	120	○					Construccion de carroceria	
3	20	60	○					Instalación de piezas	
4	25	60	○					instalación de motor y transmisión	
5	20	50	○					Se coloca ultimos componentes	
6	25	25		⇔				Se traslada área de supervisión	
7	15	25			□			Supervisión del vehiculo y lavado	
8	20	50			□			Control de calidad	
9	35	120	○					Pintura y secado	
10	25	60		⇔				Se trasada a colocar componentes	
11	20	20	○					Parabrisas y carroceria	
12	150	25		⇔				Pruebas de conducción	
13	200	25			□			Evaluacion de estandares de calidad	
14	50	20	○					Disponibilidad para la venta	
TOTALES	655	720							
Resumen									
Actividad	Numero de veces		T(min)		Distancia				
○	7		7,5		190				
⇔	3		1,833333333		200				
□	4		1,666666667		235				
▽	1		1		30				
Análisis: Los procesos de ensamble del prototipo estan dispuestos para una elaboracion de 12 horas									

5.5.8. Distribución de las áreas de la planta

La distribución de la planta permite identificar los espacios productivos que tendrá la ensambladora de vehículos, así como el área administrativa necesaria para su funcionamiento, a continuación se muestra la distribución de las áreas y las necesidades establecidas en metros cuadrados.

Tabla 29
Distribución de las áreas de trabajo

Terrenos y Construcciones	Cantidad	Unidad	Valor unitario dólares	Total
Terrenos	30000m2	1	400	12000000
Oficinas Administración	200m2	1	350	87500
Galpón	1850m2	1	350	647500
Oficinas de bodega	500m2	1	350	175000
	Total			910000

5.5.9. Organización del recurso humano

El recurso humano es la fuente que da vida al proyecto, por esta razón se establece las necesidades de personal tanto operativo como administrativo. El talento humano debe ser seleccionado con rigurosidad para garantizar normas de seguridad y calidad en los procesos productivos.

Tabla 30
Requerimientos del personal

Personal	Cantidad
Soldador	3
Cortador	3
Mecánico	4
Pintor	3
Secretaria	2
Colorista	2

CONTINÚA 

Encargado de control de calidad	2
Encargado seguridad industrial	2
Ensamblador	4
Persona para mantenimiento de maquinaria industrial	2
Supervisor	2
Jefe de línea	2
Bodeguero	2
Personal de logística	3
Jefe talento humano	1
Asistente de talento humano	1
Contador general	1
Asistente de contabilidad	1
Jefe de sistema	1
Asistente de sistemas	1
Recepcionista	1
Gerente general	1
Gerente de operaciones	1

Para el análisis de los recursos humanos a más de considerar el número de personas a requerirse se debe tomar en cuenta los salarios más bonificaciones de ley en los que se va a incurrir por lo que se toma como base la escala salarial determinada por el Ministerio de Relaciones Laborales, diseñada en función de las actividades a desempeñar en cada cargo.

5.5.10. Estudio económico

El estudio económico permite evaluar las condiciones económicas y financieras a las que se somete el proyecto y si estas generan rentabilidad. También se analiza el retorno de la inversión así como el tiempo para identificar la viabilidad del mismo.

5.5.11. Determinación de los costos y gastos

Los costos de producción hacen referencia a las erogaciones que se incurren para producir bienes o servicios, para la fabricación de un vehículo táctico militar se ha considerado como costos directos a la adquisición de la materia prima es decir las partes y piezas.

a) Costos de materia prima (partes y piezas)

Tren motriz y sistemas automotrices			
Descripción del elemento	Cantidad	Precio unitario	Precio final
MODULO ECM	1	1,217.96	1217,96
ARNES BATERIA	1	206.71	206,71
ARNES CABLE CUARTO MOTOR CARROCERIA	1	795.28	795,28
ARNES	1	378.25	378,25
HARNES MOTOR	1	774.17	774,17
CAJA FUSIBLES	1	289.22	289,22
TAPA FUSIBLE SUPERIOR	1	32.51	32,51
FARO DELANTERO RH	1	333.32	333,32
FARO DELANTERO LH	1	330.07	330,07
FARO NEBLINERO L/R REDONDO FL /09	2	91.37	182,74
FARO POST. RH/RT50 3.0 CLARO 2014 CON LED	1	208.62	208,62

CONTINÚA 

FARO POST. LH/RT50 3.0 CLARO 2014 CON LED	1	172.07	172,07
TABLERO DE INSTRUMENTOS	1	728.21	728,21
BARRA ESTABILIZADORA SUSP. DEL. 3.0 4X4	1	215.02	215,02
TERMINAL RH BARRA ESTABILIZADORA	1	33.95	33,95
TERMINAL LH BARRA ESTABILIZADORA	1	42.36	42,36
PUNTA EJE DELANTERO DER. 3.0 4X4	1	536.99	536,99
PUNTA EJE DELANTERO IZQ. 3.0 4X4	1	537.48	537,48
MESA SUPERIOR RH	1	435.93	435,93
MESA SUPERIOR LH	1	435.93	435,93
MESA INFERIOR RH	1	550.87	550,87
MESA INFERIOR LH	1	550.87	550,87
DISCO DE FRENO D-MAX / 2014 4X4	2	229.63	459,26
CALIPER RH 4X2/4X4 DMAX	1	303.71	303,71
CALIPER LH 4X2/4X4 DMAX	1	303.71	303,71
RADIADOR 3.0 CRDI RT50	1	596.81	596,81
DEFLECTOR VENTILADOR	1	98.85	98,85
DEFLECTOR INFERIOR VENTILADOR	1	45.50	45,5
VENTILADOR D-MAX 2014	1	89.59	89,59
EMBRAGUE VENTILADOR	1	310.11	310,11
AIR BAG PASAJERO	1	1,111.37	1111,37

CONTINÚA 

AIRBAG VOLANTE DIRECCION	1	898.14	898,14
SENSOR AIR BAG	1	73.19	73,19
UNIDAD CONTROL MODULO AIR BAG	1	303.81	303,81
BASE MOTOR DER	1	49.67	49,67
BASE MOTOR IZQ	1	49.67	49,67
BASE MOTOR LH 3.0 CRDI 4X4	1	78.30	78,3
BASE MOTOR RH 3.0 CRDI 4X4	1	78.30	78,3
BASE POST. CAJA DE CAMBIOS T/M)	1	80.79	80,79
BOMBA DIRECCION HIDRAULICA/4JA1T – 4JH1TC	1	1,041.99	1041,99
CAJA DIRECCION/RT50/4X4	1	1,653.48	1653,48
EJE DIRECCION 2DA	1	200.44	200,44
RECIPIENTE AGUA LIMPIAPARABRISA RT-50	1	77.92	77,92
RECIPIENTE LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA	1	106.68	106,68
MANGUERA DIRECCION HIDRAULICA	1	50.03	50,03
MANGUERA RETORNO HIDRAULICO	1	47.10	47,1
TUBO CAJA DIRECCION HIDRAULICA	1	61.50	61,5
MANGUERA FLEXIBLE DIRECCION	1	181.23	181,23
CAÑERIA DE CONDENSADOR A EVAP/RT50	1	82.19	82,19
MANGUERA A/C	1	169.12	169,12

CONTINÚA 

MANGUERA FLEXIBLE, A / C/RT50	1	69.19	69,19
VOLANTE DIRECCION	1	610.70	610,7
COLUMNA DIRECCION	1	467.54	467,54
CARDAN DOBLE	1	907.46	907,46
ARO DE MAGNESIO RT50	4	392.00	1568
LLANTA GRABBER HTS 245/75 R16	4	194.90	779,6
TAPACUBO RT50	4	63.81	255,24
CONDENSADOR A/C	1	151.99	151,99
BASTIDOR DMAX 4*4	1	3250,56	3250,56
TRANSMISIÓN MANUAL DMAX 4*4	1	2700,65	2700,65
FUNDA COMPLETA CONO CORONA	1	1800,98	1800,98
TAMBORES FRENO PORTERIOR	2	56,35	112,7
CABLE FRENO DE MANO DMAX 4*4	1	76,32	76,32
ZAPATAS DMAX 4*4	4	23,56	94,24
EJE CARDAN POST	1	80,56	80,56
CORONA DELANTERA	1	1250,36	1250,36
EJE CORONA DELANTERA	1	98,65	98,65
3/4 MOTOR DMAX 4*4	1	9000	9000
CATALIZDOR DMAX 4*4	1	3200	3200
		Subtotal	44065,73
		I.V.A	5287,8876
		Total	49353,617

Tabla 32

Tubería estructural redonda

Tubería estructural redonda			
Descripción del elemento	Cantidad	Precio unitario	Precio final
T.E.R.N. 2" X 3,80 X 6000 mm	6	33,93	203,58
T.E.R.N. 1 1/2" X 2,00 X 6000 mm	1	9,45	9,45
T.E.R.N. 1" X 2,00 X 6000 mm	1	6,3	6,3
Subtotal			219,33
I.V.A			26,3196
Total			245,6496

Tabla 33

Costo total de materia prima

Partes y piezas	\$ 49 353,617
Tubería	\$ 245,6496
Total costo de Vehículo	\$ 49 599,266

El costo total del vehículo corresponde a \$49 599,266 considerando que los costos de las piezas tienen un porcentaje alto cargado al precio final, ya que haciendo el análisis comparativo entre la compra en piezas y armado existe un 19,55% de diferencia, lo que representa \$9 696,65.

b) Costos de mano de obra

La mano de obra como se estimó previamente en el estudio del recurso humano representa el valor a pagar por el personal que trabajará en la ensambladora considerando todos los beneficios de ley; este rubro asciende a \$60.318,23 mensual.

Tabla 34

Presupuesto de sueldos

Presupuesto de Sueldos

Proyeccion: Ago 11, 2017						
Moneda: US\$						
375 11,15%						
Colaboradores	Sueldos	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Aportes Patronales	Fondo de Reserva	Total
SOLDADOR (3)	2451	204,25	31,25	273,29	204,25	3.164,04
CORTADOR (3)	2451	204,25	31,25	273,29	204,25	3.164,04
MECÁNICO (4)	3268	272,33	31,25	364,38	272,33	4.208,30
PINTOR (3)	2451	204,25	31,25	273,29	204,25	3.164,04
SECRETARIA (2)	1350	112,50	31,25	150,53	112,50	1.756,78
COLORISTA (2)	1634	136,17	31,25	182,19	136,17	2.119,77
ENCARGADO DE CONTROL DE CALIDAD (2)	2172	181,00	31,25	242,18	181,00	2.807,43
ENCARGADO SEGURIDAD INDUSTRIAL (2)	2172	181,00	31,25	242,18	181,00	2.807,43
ENSAMBLADOR (4)	4344	362,00	31,25	484,36	362,00	5.583,61
TECNICO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA INDUSTRIAL (2)	2.172,00	181,00	31,25	242,18	181,00	2.807,43
SUPERVISOR (2)	3352	279,33	31,25	373,75	279,33	4.315,66
JEFE DE LÍNEA (2)	3520	293,33	31,25	392,48	293,33	4.530,40
BODEGUERO (2)	1634	136,17	31,25	182,19	136,17	2.119,77
PERSONAL DE LOGÍSTICA (3)	2451	204,25	31,25	273,29	204,25	3.164,04
JEFE DE TALENTO HUMANO (1)	1212	101,00	31,25	135,14	101,00	1.580,39
ASISTENTE DE TH (1)	817	68,08	31,25	91,10	68,08	1.075,51
CONTADOR (1)	1212	101,00	31,25	135,14	101,00	1.580,39
ASISTENTE DE CONTABILIDAD (1)	817	68,08	31,25	91,10	68,08	1.075,51
JEFE DE SISTEMAS (1)	1212	101,00	31,25	135,14	101,00	1.580,39
ASISTENTE DE SISTEMAS (1)	817	68,08	31,25	91,10	68,08	1.075,51
RECEPCIONISTA (1)	817	68,08	31,25	91,10	68,08	1.075,51
GERENTE DE OPERACIONES (1)	2034	169,50	31,25	226,79	169,50	2.631,04
GERENTE GENERAL (1)	2308	192,33	31,25	257,34	192,33	2.981,26
Total Colaboradores	46.668,00	3.889,00	718,75	5.203,48	3.889,00	60.368,23
45 TRABAJADORES	23				Promedio	1.341,52
					Máximo	5.583,61
					Mínimo	1.075,51

Fuente (Escala de remuneraciones mensuales unificada para servidores públicos - acuerdo ministerial

Nro. MRL 2010-00022, 2012)

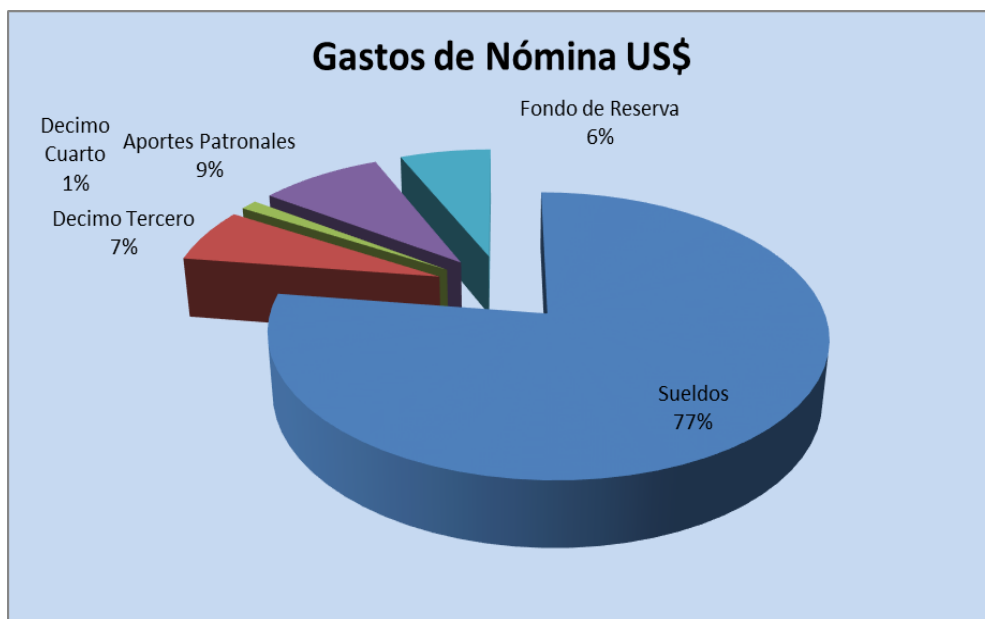


Figura 82. Distribución de los rubros salariales

c) Gastos administrativos y de ventas

Los gastos administrativos se enfocan en valores que no se incluyen en el costo de producción, sin embargo, generan erogaciones de dinero, estos rubros corresponden a aquellos que dan funcionamiento a la organización a través de su gestión.

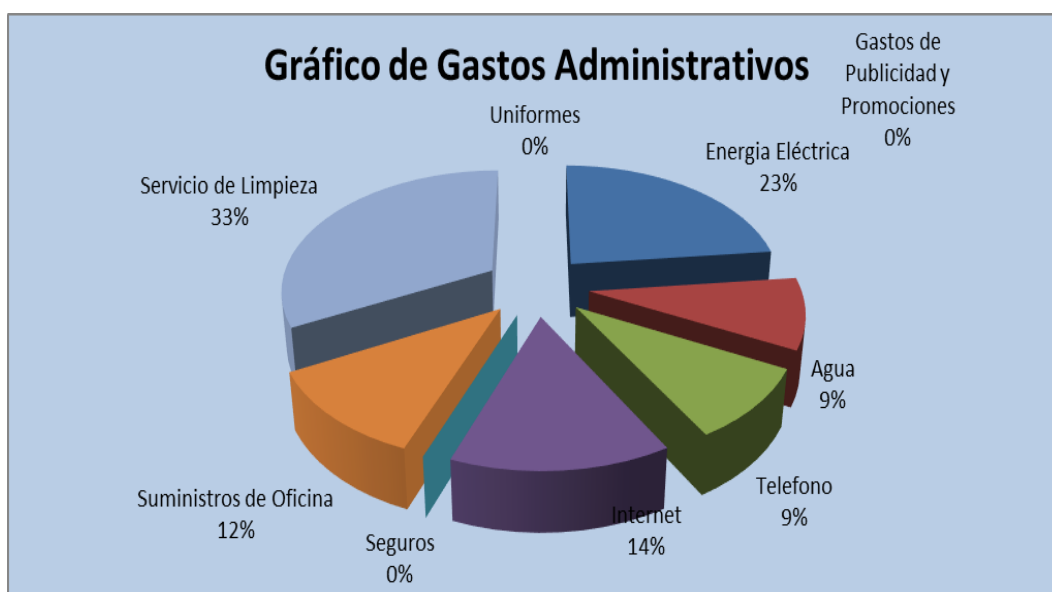


Figura 83. Gastos administrativos

El mayor porcentaje de estos gastos se concentra en el servicio de limpieza, tomando en consideración que es un taller automotriz.

Tabla 35

Gastos de administración y ventas

Scorpión 2.0		
Presupuesto de gastos administrativos y ventas		
Cortado a:		
Moneda:	USD	
Gastos administrativos	Mes	Total anual
Energía eléctrica	500	6000
Agua	200	2400
Teléfono	200	2400
Internet	300	3600
Seguros	0	0
Suministros de oficina	250	3000
Servicio de limpieza	703	8436
Uniformes	0	0
Gastos legales	1500	1500
Gastos de publicidad y promociones	0	0
Total de gastos administrativos	3653	27336
Base imponible del IVA 0%	900	10800
Base imponible del IVA 12%	2753	16536
Impuestos al valor agregado	330,36	1984,32

Los gastos administrativos y de ventas representan \$27.336 anualmente y \$3.653 mensual, lo que no significa un valor significativo ni elevado para el tipo de empresa.

5.5.12. Inversión inicial en activo fijo y diferido

Las inversiones son consideradas a los gastos realizados antes de la puesta en marcha del proyecto, representan principalmente a los activos es decir lo que se utiliza para la transformación de la materia prima y estos son permanentes.

Tabla 36
Inversiones

Empresa: SCORPION 2.0			
Inversión Inicial			
	Cortado a:	Ago 11, 2017	
	Moneda:	US\$	
Rubros	Cantidad	Precio Unit.	US\$
Edificios (82%)			910.000,00
Terrenos	1	-	0,00
Galpon y edificio	1	910.000,00	910.000,00
Equipos y Mobiliarios de oficina (0,26%)			2.920,00
Estación de trabajo	5	200,00	1.000,00
Sillas	6	45,00	270,00
Archivadores	10	125,00	1.250,00
Sillón de espera	1	125,00	125,00
Pizarra	1	75,00	75,00
Mesa de trabajo	1	200,00	200,00
Equipos de Cómputo y Software (3%)			36.355,00
Computadores	20	1.750,00	35.000,00
Teléfonos	3	135,00	405,00
Impresoras	1	700,00	700,00
Fax	1	250,00	250,00
Maquinarias y Equipos (14%)			158.686,00
Soldadora de argón	3	1.550,00	4.650,00
Pistola de aire	5	700,00	3.500,00
Compresor De Tornillo De 20 Hp	2	5.615,00	11.230,00
Maquina Cnc Laser Corte Y Grabado 130x90cm Tubo 130w	2	9.850,00	19.700,00
Montacargas Heli 3.5 Toneladas Apilador			
Elevador Hidraulico	2	21.850,00	43.700,00
Teclé Eléctrico De Cadena 3 Ton. Monofasico 110 V. 3 Metros	2	2.100,00	4.200,00
Cabina De Pintura Con Horno 3f Marca Muth	1	20.350,00	20.350,00
Elevador Portátil Personal	1	1.800,00	1.800,00
Pulidora Para Autos Stanley 7 Industrial Stgp1318k 1300w	2	150,00	300,00
Amoladora Dewalt 9 Pulgadas Dwe4559 / 2400w	3	165,00	495,00
Gscan2 Scanner Automotriz	1	2.121,00	2.121,00
Osciloscopio, Multímetro Automotriz Finest 1006	2	1.400,00	2.800,00
Balaceadora Para Rueda De Vehículo Liviano Marca Bp.	2	1.720,00	3.440,00
Alineadora 3d Marca Bp.	2	14.650,00	29.300,00
Generadores Electricos Industriales A	1	9.000,00	9.000,00
Mesa De Trabajo Inoxidable Grande 60cm	6	350,00	2.100,00
Dinamómetro	1	50.900,00	50.900,00
Vehículos (0%)			0,00
			0,00
Adecuaciones (0,09%)			1.000,00
Gastos de puesta en marcha	1	1.000,00	1.000,00
Total Rubros US\$			1.108.961,00

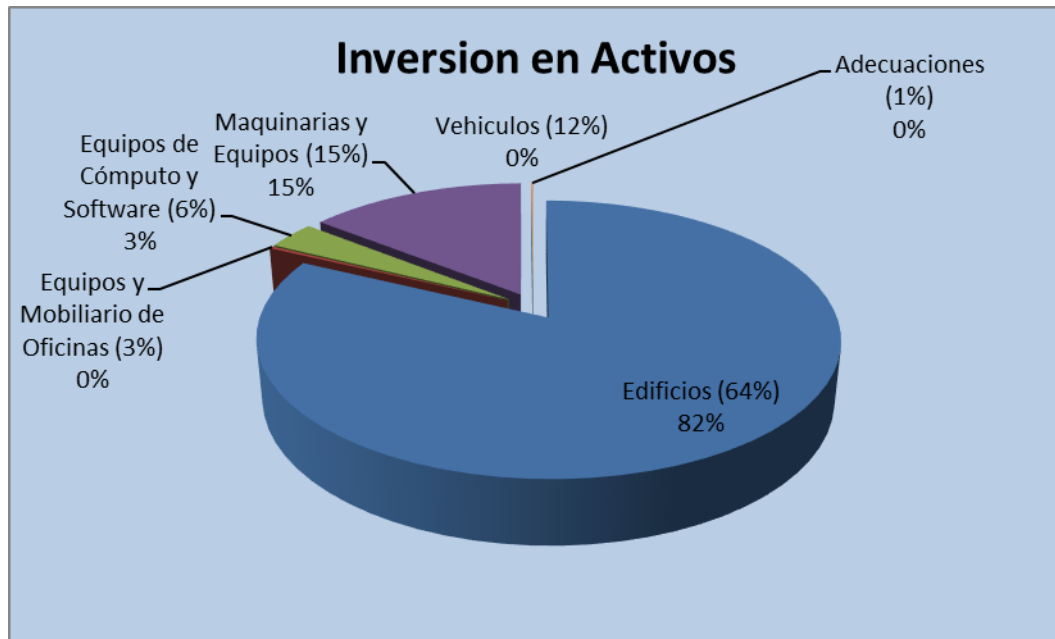


Figura 84. Inversiones

Las inversiones del proyecto ascienden a \$1.108.961, concentrado el 82% en el gasto de edificio es decir en la construcción de la empresa ensambladora.

5.5.13. Presupuesto de ingresos

Los ingresos corresponden al dinero que genera la empresa como contraparte por los bienes producidos y puestos a disposición de los clientes.

En este caso el presupuesto de ingresos se ha estimado en función de un precio de mercado abajo del mínimo, tomando como estrategia para ingresar al target deseado. El precio de venta más bajo corresponde a \$110.000 por vehículo terminado por lo que se espera ofrecer en \$100.000 como valor inicial.

Como se determinó en la capacidad instalada de la empresa la producción anual ascenderá a 60 vehículos.

Tabla 37

Presupuesto de ingresos

SCORPION 2.0				
Presupuesto de Ventas			Moneda: US\$	
Cortado A		Agosto 2017		
Ventas Primer Año				
Meses	Ventas Totales Proyectadas	Venta Contado 100 %	Costo de Ventas 45,09 %	
Enero	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Febrero	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Marzo	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Abril	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Mayo	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Junio	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Julio	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Agosto	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Septiembre	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Octubre	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Noviembre	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Diciembre	500.000,00	500.000,00	250.450,00	
Totales US\$	6.000.000,00	6.000.000,00	3.005.400,00	

Tabla 38

Estimación de producción anual

Estimación de la Demanda		
Dias Promedio al Mes		20
Producción		0,25
Meses	Vehiculo	
Enero	5	
Febrero	5	
Marzo	5	
Abril	5	
Mayo	5	
Junio	5	
Julio	5	
Agosto	5	
Septiembre	5	
Octubre	5	
Noviembre	5	
Diciembre	5	
Totales	60	

5.5.14. Estados financieros

5.5.15. Balance general

El balance general muestra una proyección de activos, pasivos y patrimonio, es decir una valoración de lo que la empresa posee.

Tabla 39

Balance general

SCORPION 2.0						
Estado de Situación Financiera Proyectada						
Moneda: US\$						
Cortado a: Agosto 2017						
	Balance Inicial		Balance Final		Variación Absoluta	Variación %
Activos	50.890,50	100,00%	2.258.328,22	100,00%	2.207.437,72	4337,62%
Activo Corriente	(1.058.070,50)	-2079,11%	1.223.346,14	54,17%	2.281.416,64	-215,62%
Caja Bancos	(1.058.070,50)	-2079,11%	1.193.141,78	52,83%	2.251.212,28	-212,77%
Inversiones Temporales	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,0%
IVA Pagado	0,00	0,00%	30.204,36	1,34%	30.204,36	100,0%
Cuentas por Cobrar	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,0%
Inventarios	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,0%
Activo No Corriente	1.108.961,00	2179,11%	1.034.982,08	45,83%	(73.978,92)	-6,67%
Activo Fijo	1.108.961,00	2179,11%	1.034.982,08	45,83%	(73.978,92)	-6,67%
Propiedad, Planta y Equipos	1.108.961,00	2179,11%	1.108.961,00	49,11%	0,00	0,0%
(-) Depreciación Acum.	0,00	0,00%	(73.978,92)	-3,28%	(73.978,92)	-100,0%
Derechos de Franquicias	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,0%
Pasivos	0,00	0,00%	596.859,43	26,43%	596.859,43	100,00%
Pasivo Corriente	0,00	0,00%	596.859,43	26,43%	596.859,43	100,0%
Proveedores	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	100,0%
IVA Cobrado	0,00	0,00%	60.000,00	2,66%	60.000,00	100,0%
Impuestos por Pagar	0,00	0,00%	536.859,43	23,77%	536.859,43	100,0%
Participación de Trabajadores	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,0%
Pasivo de Largo Plazo	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,0%
Obligaciones Financieras	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,0%
Otras Obligaciones Largo Plazo	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,0%
Patrimonio	50.890,50	100,00%	1.661.468,79	73,57%	1.610.578,29	3164,79%
Capital Social	50.890,50	100,00%	50.890,50	2,25%	0,00	0,0%
Utilidades Retenidas	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,0%
Resultado del Ejercicio	0,00	0,00%	1.610.578,29	71,32%	1.610.578,29	100,0%
Total Pasivo y Patrimonio	50.890,50	100,00%	2.258.328,22	100,00%	2.207.437,72	4337,62%

5.5.16. Estado de pérdidas y ganancias

En el Estado de Resultados se puede observar la evaluación de las cuentas relacionadas a los costos y gastos, así como el cálculo de pérdidas o ganancias en un periodo de tiempo.

Tabla 40
Estado de resultados

SCORPION 2.0														
Estado de Resultados Proyectado														
Cortado a: Ago 11, 2017														
Moneda: US\$														
Cuentas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	US\$	%
Ventas	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00	500.000,00	6.000.000,00	100,0%
(-) Costo Directos y Variables	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(250.450,00)	(3.005.400,00)	-50,1%
Utilidad Bruta	249.550,00	249.550,00	249.550,00	249.550,00	249.550,00	249.550,00	249.550,00	249.550,00	249.550,00	249.550,00	249.550,00	249.550,00	2.994.600,00	49,9%
Gastos Operacionales														
Gastos Administrativos y Ventas	3.653,00	2.153,00	2.153,00	2.153,00	2.153,00	2.153,00	2.153,00	2.153,00	2.153,00	2.153,00	2.153,00	2.153,00	27.336,00	0,5%
Gastos de Personal	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	724.418,78	12,1%
(-) Depreciación y Amortización	6.164,91	6.164,91	6.164,91	6.164,91	6.164,91	6.164,91	6.164,91	6.164,91	6.164,91	6.164,91	6.164,91	6.164,91	73.978,92	1,2%
Gastos Financieros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0%
Gastos por Impuestos	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	21.428,57	0,4%
Total Gastos Operacionales	71.971,86	70.471,86	70.471,86	70.471,86	70.471,86	70.471,86	70.471,86	70.471,86	70.471,86	70.471,86	70.471,86	70.471,86	847.162,28	14,1%
Resultado Operacional	177.578,14	179.078,14	179.078,14	179.078,14	179.078,14	179.078,14	179.078,14	179.078,14	179.078,14	179.078,14	179.078,14	179.078,14	2.147.437,72	35,8%
Participación de Trabajadores 0%														
Impuesto a la Renta 25%														
Impuesto a la Renta 25%														
Resultado del Ejercicio Neto														
1.610.578,23														
26,8%														

5.5.17. Flujo de caja

El flujo de caja permite observar la rentabilidad frente a los recursos utilizados en la puesta en marcha, así como determinar el uso del dinero.

Tabla 41

Flujo de caja

SCORPION 2.0													
Flujo de Caja													
Agosto 2017													
Moneda: US\$													
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
Saldo Inicial Caja/Bancos	(1.058.070,50)	(844.711,81)	(659.288,75)	(474.045,70)	(288.802,65)	(103.559,59)	81.683,46	266.926,52	452.169,57	637.412,62	822.655,68	1.007.898,73	(1.058.070,50)
Ingresos													
Cobranza	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	6.720.000,00
Total Ingresos	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00	6.720.000,00
Egresos													
Pago a Proveedores	280.504,00	280.504,00	280.504,00	280.504,00	280.504,00	280.504,00	280.504,00	280.504,00	280.504,00	280.504,00	280.504,00	280.504,00	3.366.048,00
Gastos Administrativos	3.983,36	2.303,36	2.303,36	2.303,36	2.303,36	2.303,36	2.303,36	2.303,36	2.303,36	2.303,36	2.303,36	2.303,36	29.320,32
Compra de Equipo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos de Personal	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	60.368,23	724.418,78
Pago del IVA NETO	0,00	29.615,64	29.795,64	29.795,64	29.795,64	29.795,64	29.795,64	29.795,64	29.795,64	29.795,64	29.795,64	29.795,64	327.572,04
Obligaciones Financieras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos por Impuestos	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	1.785,71	21.428,57
Total Egresos	346.641,31	374.576,95	374.756,95	374.756,95	374.756,95	374.756,95	374.756,95	374.756,95	374.756,95	374.756,95	374.756,95	374.756,95	4.468.787,72
Superávit / Déficit	(844.711,81)	(659.288,75)	(474.045,70)	(288.802,65)	(103.559,59)	81.683,46	266.926,52	452.169,57	637.412,62	822.655,68	1.007.898,73	1.193.141,78	1.193.141,78
Caja Final	(844.711,81)	(659.288,75)	(474.045,70)	(288.802,65)	(103.559,59)	81.683,46	266.926,52	452.169,57	637.412,62	822.655,68	1.007.898,73	1.193.141,78	1.193.141,78

Margen de error 0,00

5.5.18. Evaluación financiera

La evaluación financiera se utiliza para realizar un análisis de la creación de empresa a través de indicadores financieros, este estudio deja ver la rentabilidad del proyecto en función de varios parámetros.

Tabla 42

Datos financieros

Evaluación Financiera												
Empresa: SCORPION 2.0												
Moneda: US\$												
Tasa de Descuento 25,00%												
Escenario Moderado												
	% de Venta de I											
	85%											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Crecimiento			4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
Inversión Inicial	(50.891)											
Ingresos	5.100.000	5.304.000	5.516.160	5.736.806	5.966.279	6.204.930	6.453.127	6.711.252	6.979.702	7.258.890	7.549.146	61.231.146
(-) Costo Directos y Variables	(3.006.400)	(3.125.616)	(3.250.641)	(3.380.666)	(3.515.693)	(3.656.529)	(3.802.790)	(3.954.901)	(4.113.097)	(4.277.621)	(4.451.154)	(36.093.154)
(=) Margen Bruto	2.094.600	2.178.384	2.265.519	2.356.140	2.450.386	2.548.401	2.650.337	2.756.351	2.866.605	2.981.269	3.101.992	25.147.992
Inflación			4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
Gastos Operacionales												
Gastos de Personal	724.419	753.396	783.531	814.873	847.468	881.366	916.621	953.286	991.417	1.031.074	1.071.261	8.697.450
Gastos Administrativos y Ventas	27.336	28.429	29.567	30.749	31.979	33.258	34.589	35.972	37.411	38.908	40.459	328.199
Depreciación y Amortización	73.979	76.938	80.016	81.861	81.861	81.861	81.861	81.861	81.861	81.861	81.861	662.957
Gastos Financieros	21.429	22.286	23.177	24.104	25.068	26.071	27.114	28.199	29.326	30.500	31.719	257.274
Gastos por Impuestos	847.162	861.049	916.291	931.567	966.376	1.002.356	1.039.984	1.079.117	1.119.815	1.162.142	1.206.114	9.946.879
Total Gastos Operacionales												
Margen Operacional	1.247.438	1.297.335	1.349.229	1.424.553	1.484.010	1.546.045	1.610.353	1.677.234	1.746.789	1.819.127	1.891.127	15.202.113
Participación de Trabajadores	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impuesto a la Renta	25%	311.859	324.334	337.307	356.138	371.002	402.588	419.308	436.697	454.782	473.634	3.800.528
Margen Neto	935.578	973.001	1.011.921	1.068.415	1.113.007	1.159.534	1.207.765	1.257.925	1.310.092	1.364.346	1.414.493	11.401.585
(+/-) Ajustes												
(+) Depreciación y Amortización	73.979	76.938	80.016	81.861	81.861	81.861	81.861	81.861	81.861	81.861	81.861	662.957
(-) Redención de Capital	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Valor Plusvalía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de Efectivo Neto	1.009.557	1.049.940	1.091.937	1.130.276	1.174.868	1.221.194	1.269.425	1.319.586	1.371.753	1.424.914	1.478.075	14.424.847
Valor Actual del Flujo de Efectivo		807.646	671.361	559.072	462.961	384.981	320.129	266.218	221.390	184.114	406.552	4.285.022

Tabla 43
Indicadores financieros

Análisis de Flujo de Efectivo											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pay Back Discounted [PBD]	(50.891)	756.755	1.428.717	1.987.788	2.450.749	2.835.730	3.155.859	3.422.077	3.643.466	3.827.580	4.234.132
Pay Back [PB]	(50.891)	958.667	2.008.606	3.100.543	4.230.819	5.405.687	6.626.881	7.896.307	9.215.892	10.587.645	14.373.957
Retorno Sobre la Inversión [ROI]		1838,41%	1911,95%	1988,43%	2099,44%	2187,06%	2278,49%	2373,26%	2471,83%	2574,34%	2680,94%
Beneficio / Costo [BC]		84,2									
Tasa Interna de Retorno [TIR]					1988%	1988%	1988%	1988%	1988%	1988%	1988%
Valor Actual Neto Financiado [VAN-F]											
Valor Actual Neto [VAN PURO]											
	4.234.132										

Resumen de la Evaluación

Valor Actual Neto Financiado	0	El Proyecto ES VIABLE, SE ACEPTA
Valor Actual Neto PURO	4.234.132	El Proyecto ES VIABLE, SE ACEPTA
Tasa Interna de Retorno	1988%	La Tasa de Retorno del proyecto SI es adecuada
Beneficio / Costo	84,2	: 1 Se Acepta el Proyecto

Tabla 44

Punto de equilibrio

SCORPION 2.0			
Punto de Equilibrio			
Moneda: US\$			
Proyección de Resultados y Punto de Equilibrio			
	Valor Año	Valor Mes	%
Ingresos	6.000.000	500.000	100%
(-) Costo de Producción 54,5%	(3.270.000)	(272.500)	-55%
(=) Margen Bruto	2.730.000	227.500	46%
Gastos del Proyecto			
Gastos de Personal	724.419	60.368	12%
Gastos Administrativos y Ventas	27.336	2.278	0%
(-) Depreciación y Amortización	73.979	6.165	1%
Gastos por Impuestos	21.429	1.786	0%
Total Gastos del Proyecto	847.162	70.597	14%
Beneficio	1.882.838	156.903	31%
Análisis del Punto de Equilibrio			
	PE Anual	PE Mensual	
Costo Variable	55%	55%	
Costo Fijo	847.162	70.597	
Ingresos	1	1	
Punto de Equilibrio	1.861.895	155.158	

El punto de equilibrio muestra los ingresos o números de vehículos que deben ser producidos para cubrir costos y gastos, para lo cual se debe vender mínimo 2 vehículos al mes para no ocurrir en pérdidas.

5.5.19. Análisis de indicadores financieros

TIR, La TIR es de 1988% que es mayor a la TMAR de 25%, es decir que el proyecto es viable.

Relación Beneficio / Costo, La relación costo/beneficio es de 84,2 por lo que se puede establecer que por cada \$1 de inversión se recibe \$84.2, concluyendo que el proyecto es viable.

VAN, para que el proyecto sea aceptable el valor del VAN debe ser positivo y mayor a cero, por lo que el VAN representa \$4.234.132 es decir cumple con las dos condiciones para ser viable.

5.5.20. Análisis de costos de implementación de la ensambladora

El proyecto de Creación de una Ensambladora de Vehículos Táctico – Militares conlleva el análisis de una serie de factores previos a su instalación; iniciando con el estudio de la oferta en la que se identifica que no se puede estimar un valor máximo de disponibilidad, ya que los cuatro modelos de vehículos para el mercado local solo se los puede adquirir bajo pedido y a los precios que se encuentran fijados.

Se identificó que no existe en el país una ensambladora especializada en este tipo de vehículos lo que significa una potencial oportunidad para la producción.

Los precios de estos vehículos fluctúan entre \$523.000 y \$110.000, siendo el último el precio más accesible para este vehículo por lo que se toma como referencia el precio más bajo para ingresar al mercado de los vehículos táctico – militares.

Para el análisis de factibilidad de la creación de ensambladora se analiza los componentes operativos para su funcionamiento, es decir, que se requiere de un edificio operativo y administrativo donde se instalen las maquinarias y los equipos necesarios, la inversión inicial asciende a \$1.108.961.

El costo más alto corresponde a la construcción del galpón y edificios de \$910.000, en este rubro no se ha considerado el valor del terreno ya que se pretende utilizar un inmueble de las Fuerzas Armadas que permitan reducir el costo de operación. Las máquinas y equipos para ensamblar llegaría a costar \$158.686, sin embargo, solo representa el 14% de la inversión inicial.

La estimación de la maquinaria ha permitido determinar que con esa cantidad se puede llegar a producir en el 100% de utilización 2 vehículos por día, pero se debe aclarar que las condiciones productivas están sujetas a otros factores por lo que se ha identificado que la producción será de 0,25 vehículos por día llegando a determinar una capacidad instalada real de 60 vehículos al año. Usando el 13% de la capacidad instalada total.

Uno de los limitantes para llegar a cubrir la capacidad instalada es la mano de obra y su costo, ya que para producir esos 60 vehículos en el año se requiere la contratación de 45 trabajadores, con escala de remuneración pública a lo que se le debe sumar todos los beneficios de ley, este monto asciende a pagos de \$60.368,23 mensuales.

Para el análisis económico, se observa que las condiciones operativas necesarias, así como los costos de producción, entre ellos el precio de la materia prima por vehículo que es de \$49.599,26, gastos administrativos y ventas de \$3.653 mensual. También se debe considerar que el precio estimado para ingresar al mercado deberá ser no menos de \$100.000 ya que cubre los costos y es el precio referencial más económico del mercado.

El cálculo del presupuesto de ingresos se ha tomado en cuenta que los trabajadores tendrán un horario de trabajo de 40 horas a la semana, durante 5 días es decir 20 días al mes, considerando que la producción a su capacidad real es de 0,25 vehículos al mes, se obtendrá 5 vehículos terminados cada mes por \$100.000 que corresponde al precio de venta, se espera obtener unos ingresos de \$500.000 al mes.

El balance general se puede observar que no se pretende trabajar con deuda sino más bien con recursos de la institución.

Adicionalmente se estima que en el estado de resultados la rentabilidad neta del proyecto es de 23,5%, considerando que los costos de producción representan el 49.5% el porcentaje restante corresponde a costos de mano de obra y gastos.

En el flujo de caja se evidencia que el periodo de recuperación de la inversión es en el mes sexto, dato importante ya que es un periodo corto frente al monto a invertir.

Para concluir los indicadores financieros muestran viabilidad del proyecto, tanto en la tasa de interna de retorno, VAN y relación beneficio/costo. Un factor importante es el punto de equilibrio que muestra el mínimo de vehículos que se pueden vender para no perder ni ganar, siendo el mínimo dos vehículos.

5.6. Cronograma

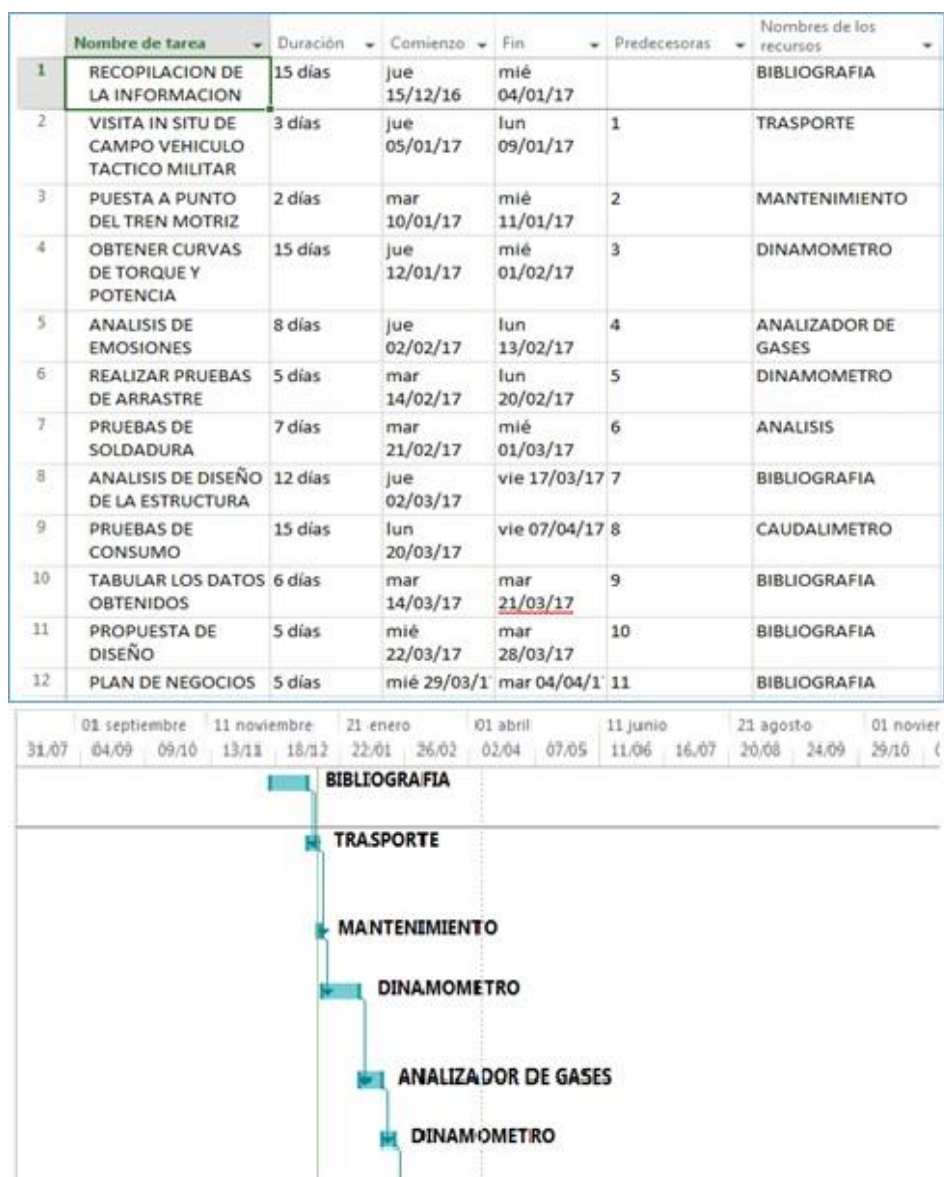


Figura 85. Cronograma de actividades

5.7. Conclusiones

Mediante la ingeniería asistida por computador CAD – CAE y la recopilación técnica-científica de información se sustentó efectivamente la viabilidad del proyecto de investigación

El análisis efectuado, permitió evaluar el comportamiento de la estructura de un batidor tubular, así como generar una comparación de parámetros en relación a estudios matemáticos y computacionales.

Es necesario destacar que, si bien es cierto el acero galvanizado es un material fácil de conseguir en el mercado ecuatoriano a un costo relativamente bajo, no presenta un comportamiento requerido en las condiciones de diseño, mismas que puntualizarían una aplicación de resistencia a impacto cuando este ocurre a más de 56 Km/h.

El análisis de choque frontal con pared rígida efectuado en los dos bastidores nos lleva a concluir que la diferencia de deformación entre el bastidor del vehículo táctico militar Scorpión y Scorpión 2.0 es de 874mm siendo el Scorpión el bastidor con mayor deformación.

Uno de los programas que vincula el software CAE se encarga de revisar y corregir la geometría del bastidor que presenta errores en puntos, zonas, regiones y superficiales modeladas en el software CAD, de esta manera poder realizar el proceso de mallado de mejor manera.

El flujo laminar es de 7.32 Pa que se antepone en el ensayo físico de Computational Fluid Dynamics CDF para el bastidor del vehículo táctico militar Scorpión 2.0 es despreciable ya que el automotor posee un bastidor tubular.

Para la selección del tren motriz se calculó las fuerzas de resistencia al movimiento del prototipo obtenido un valor de potencia en condiciones extremas de trabajo de 103,78 HP, de esta manera se determina un motor de 134 HP modelo 4JJ1 – TC STD turbo alimentado de 3000 c.c.

La transmisión adecuada para transferir el movimiento cinemático es modelo MUX-5S la cual aprovecha de mejor manera el torque y potencia generado por el motor del prototipo Scorpión 2.0, de esta manera

La fuerza de adherencia en una superficie de cemento genera mayor tracción por lo cual se verificó que tiene una fuerza de 23151,60N a comparación de una carreteadora en una superficie con barro la cual proporciona una adherencia de 4340,93N lo que evidencia la pérdida de tracción por la disminución de la fuerza de adherencia.

El análisis financiero se establece a partir del costo de un vehículo nuevo en el mercado, con un precio referencial de \$39.900, ya que adquirir los sistemas automotrices por componentes o elementos adquiere un porcentaje diferencial entre uno y otro del 19,55%.

De acuerdo a la capacidad máxima de producción de la mejor máquina, se obtiene que se llegaría a producir 480 vehículos al año, sin embargo, al compararlo con la capacidad de la mano de obra en horario de trabajo se estima se podría realizar un vehículo cada dos días con un porcentaje de utilización de la planta es del 13%. Lo que determina la capacidad instalada de la empresa la producción anual ascenderá a 60 vehículos

El proyecto de creación de una ensambladora de Vehículos Táctico – Militares conlleva el análisis de factores de instalación; para el mercado local debido a que en el país no existe una ensambladora especializada en este tipo de vehículos lo que significa una potencial oportunidad para la producción.

Para el análisis de factibilidad de la creación de ensambladora se analiza los componentes operativos y la inversión inicial que asciende a \$1.108.961, siendo el costo de mayor inversión la construcción del galpón y edificios con \$910.000.

Las máquinas y equipos para ensamblar llegaría a costar \$158.686, sin embargo, solo representa el 14% de la inversión inicial.

Se estima que en el estado de resultados la rentabilidad neta del proyecto es de 23,5%, considerando que los costos de producción representan el 49.5% el porcentaje restante corresponde a costos de mano de obra y gastos.

5.8. Recomendaciones

Los resultados obtenidos del análisis CFD mediante software CAE permite constatar el comportamiento del flujo laminar sobre la estructura del prototipo y constatar que el túnel de viento es adecuado para realizar experimentos en nuevos prototipos.

Se debe utilizar el algoritmo matemático adecuado para el mallado dependiendo el ensayos físicos que se realizará en el software CAE para que los resultados obtenidos sean lo más acercados a la realidad.

Se debe corregir la geometría mediante un programa que esté vinculado al software CAE, de esta manera encontrar interferencias generadas en la perfilaría y de esta forma no tener problemas al momento de realizar el mallado para los distintos tipos de ensayos físicos.

Para obtener un rendimiento óptimo del tren motriz se debe considerar que tenga la misma procedencia para que pueda acoplarse con facilidad y no se generen pérdidas de potencia o torque.

Para la selección del neumático se debe tomar en cuenta la superficie en la cual se va a desplazarse el vehículo por lo cual tiene a variar la banda de rodadura dependiendo la fuerza de adherencia con la que actúa la superficie.

5.9. Referencias bibliográficas

Abhinaya Kasoju. (8 de febrero de 2013). Analyzing an automotive testing process with evidence-based software eng. Obtenido de science direct: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584913000165>

Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador - ANT. (2015). Obtenido de <http://www.ant.gob.ec/index.php/component/content/article/49-boletines/189-agencia-nacional-de-transito-participa-en-la-semana-de-seguridad-vial#.WVZ7N4SGPIU>

Águeda Casado , E., García Jiménez , J. L., Gómez Morales, T., & Navarro, J. M. (2016). Estructuras del vehículo. España: Ediciones Paraninfo, SA.

Águeda Casado, E., Navarro, J. M., & Gómez Morales, T. (2012). Sistemas de transmisión y frenado. España: Editorial Paraninfo.

- ANCOSEV. (19 de 03 de 2015). Microsoft Word - ANCOSEV UN 94.docx - ANCOSEV_UN94.pdf. Obtenido de http://www.ancosev.org/wp-content/uploads/2015/03/ANCOSEV_UN94.pdf
- Armas Cardona, R., & Plasencia Gutiérrez, M. (2000). Experiencia de aplicación de sistemas CAE en estudios de pregrado. *Ingeniería Mecánica*, 49-53.
- Besset, S., & Sinou, J. (15 de Febrero de 2017). Modal reduction of brake squeal systems using complex interface. *ScienceDirect*, 16. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0888327016303454>
- Buyurgan, N., & Lehlou, N. (7 de julio de 2015). A terrain risk assessment method for military surveillance applications. *science direct* , 12. Obtenido de [science direct : http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835215002843](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835215002843)
- Cajas de cambios. (6 de 3 de 2016). Recuperado el 28 de 07 de 2017, de Aficionados a la mecánica: <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios.htm>
- Callister William. (2002). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. Reverte.
- Cambaa, J., Contero, M., & Company , P. (mayo de 2016). Parametric CAD Modeling: An Analysis of. *Computer-Aided Design*, 21. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010448516000051>
- Casado Martínez, T. I. (01 de octubre de 2009). Retos en el diseño estructural de los vehículos tácticos - documentos_automoción_concepto_02_01_francisco_casado.pdf. Obtenido de Retos en el diseño estructural de los vehículos tácticos - documentos_automoción_concepto_02_01_francisco_casado.pdf: http://www.forotecnologicoyempresarial.com/wp-content/uploads/2008/12/documentos_automoción_concepto_02_01_francisco_casado.pdf

- Cascajosa, M. (2005). Ingeniería de vehículos. México D.F.: Alfaomega.
- Colomina, & Masia. (27 de 06 de 2017). Modelado Estructural de Componentes de Bastidores de Vehículos Pesados mediante el Método de Elementos Finitos. Obtenido de Modelado Estructural de Componentes de Bastidores de Vehículos Pesados mediante el Método de Elementos Finitos: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642006000600006&script=sci_arttext&lng=pt
- Díaz Cedré, E., Ramos Morales , F., Cruz Crespo, A., Rodríguez Pérez, M., Pozo Morejón, J., Tello Rico , M., & Chaparro González, J. (21 de 11 de 2004). Estudio de la modificación de la composición química en depósitos de soldadura GMAW, empleando diferentes proporciones en la mezcla CO₂ + O₂ como gas de protección. Ingeniería Mecánica. Recuperado el 24 de 05 de 2017, de www.redalyc.org
- Dietsche, K. H., & Klingebiel, M. (2005). Manual de la Técnica del automóvil (Cuarta ed.). Alemania: Reverte.
- Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2012). Sistemas de transmisión y frenado . Editex.
- Escala de remuneraciones mensuales unificada para servidores públicos - acuerdo ministerial Nro. MRL 2010-00022. (2012). Quito: Ministerio de relaciones laborales.
- Ferrer, J., & Checa, G. (2010). Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo. Editex.
- Freitas, A. M., & Souza, F. T. (23 de octubre de 2009). Analysis and behavior of steel storage drive-in racks. science direct, 8. Obtenido de ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com/sci-hub.cc/science/article/pii/S0263823109001992>
- General Motors, L. (2012). Manual de usuario. Pictorial.Index.

- Gómez Morales, T., Navarro, J. M., Águeda Casado, E., & García Jiménez, J. L. (2011). Estructuras del vehículo . España: Ediciones Paraninfo S.A.
- González Calleja, D. (2016). Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo. España: Ediciones Paraninfo, SA.
- INEN. (2008). Tubos de acero al carbono soldados para aplicaciones estructurales y usos generales requisitos. Quito - Ecuador: Copuright.
- INEN. (01 de 10 de 2014). RTE-034-3R-RESOLUCION-14453. Quito: Servicio Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec>: <http://www.normalización.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/10/RTE-034-3R-RESOLUCIÓN-14453.pdf>
- Ingemecanica. (05 de 05 de 2017). Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>
- Jose, S. C., & Luis, E. C. (2011). Consideraciones del mallado aplicadas al cálculo de flujos bifásicos con las técnicas de dinámica de fluidos computacional. repositorio.upct.es.
- Limited Isuzu, M. (2012). Información General Camioneta D-max 3.0. E-Solutions & Dpto de Mercado y Servicios.
- Luque Rodríguez, P., Álvarez Mántaras, D., & Vera, C. (2004). Ingeniería del automóvil: Sistemas y Comportamiento dinámico. España: Editorial Paraninfo.
- meet-up, C. F. (25 de 07 de 2017). <http://www.ar15.com>. Obtenido de <http://www.ar15.com>: http://www.ar15.com/forums/t_8_10/378489__ARCHIVED_THREAD____Central_FL_ARFCOM_meet_up____January_2nd_we_meet____Tannerite_group_buy____1_2_case_left__Pg_11_.html&page=5
- Milcarek, R. J., & Garrett, M. J. (22 de agosto de 2016). -tubular flame-assisted fuel running. science direct, 10. Obtenido de science direct: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319916325411>

- NORMALIZACIÓN, I. E. (2001). Gestión ambiental. Aire. Vehículos. Nte inen 2 204, 9.
- NTE INEN 2 203 2000. (17 de 02 de 1988). Buenas Tareas. Obtenido de Buenas Tareas: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Norma-Tecnica-Ecuatoriana-Nte-Inen-2/77010739.html>
- NTE INEN 2204. (19 de 11 de 2002). Scribd. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/190170469/Norma-Tecnica-Ecuatoriana-Nte-Inen-2-204-2002>
- NTE INEN 2204-2. (2002). Scribd. Obtenido de Scribd: https://scholar.google.es/scholar?q=NORMA+INEN+2204&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5
- Orovio Astudillo , M. (2010). Tecnología del automóvil (Primera ed.). España: Paraninfo.
- Pak Kin Wong. (Marzo de 2012). Automotive engine power performance tuning under numerical. science direct, 15. Obtenido de science direct: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967066111002395>
- Post, W., Schmidt, G., & Kant, B. (2003). Sistemas de freno convencionales y electrónicos. Alemania: Reverte.
- Rafael Morales, M. Y., & Sánchez Vela , L. G. (2014). Análisis de las características y capacidad de diseño de los vehiculos de carga considerando la potencia y torque del motor. Instituto Mexicano del Transporte, 22.
- Rafael Morales, M. Y., & Zavala Ponce, A. (1999). Selecccion del tren motriz de vehiculos pesados (carga y pasajeros) destinados al servicio publico federal. Secretaria de comunicaciones y transportes, 1-98. Obtenido de <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt128.pdf>
- Rafale Morales, M., Cervantes de Gortari, J., & Lozano Guzmán, A. (2010). Eficiencia energetica del tren motriz de vehiculos pesados con

reduccion de co2. Memorias del xvi congreso internacional anual de la somim , 3-4.

Rolle, K. C. (2006). Termodinámica. México D.F.: Pearson educación.

Sanz Acebes, S. (2017). Motores. Editex.

Suárez, J. H. (Septiembre de 2005). El modelado de sistemas mecánicos, cuando se utilizan técnicas CAE. Obtenido de El modelado de sistemas mecánicos, cuando se utilizan técnicas CAE: https://www.researchgate.net/profile/Hector_Jaramillo_Suarez/publication/299354368_El_modelado_de_sistemas_mecanicos_cuando_se_utilizan_tecnicas_CAE/links/56f1a90808aee9c94cfd7102.pdf

Torres, J. C. (1998). Diseño asistido por ordenador. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada, 20.

ANEXOS



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores: **CÉSAR AUGUSTO HERRERA RUEDA Y ALEX FABRICIO TOPÓN SIMBAÑA.**

En la ciudad de Latacunga, a los **17 días del mes de agosto del 2017.**

Ing. Leonidas Quiroz.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Aprobado por:



Ing. Danilo Zambrano.

DIRECTOR DE CARRERA

Dr. Freddy Jaramillo

SECRETARIO ACADÉMICO