



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Construcción de un bastidor tipo tubular para un prototipo de vehículo Utv
biplaza para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de las
Fuerzas Armadas ESPE-L**

Lascano Salme, Cristopher Israel

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica
Automotriz

Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier

Latacunga

01 de septiembre del 2021



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA.
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ.**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Construcción de un bastidor tipo tubular para un prototipo de vehículo Utv biplaza para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de las Fuerzas Armadas Espe”** fue realizado por el señor **Lascano Salme, Cristopher Israel** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Septiembre del 2021

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Ing. Arias Pérez, Ángel Xavier
C.C.: 050345481-1



Urkund Analysis Result

Analysed Document: MONOGRAFIA LASCANO.pdf (D112130072)
Submitted: 9/6/2021 3:34:00 PM
Submitted By: jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

<https://www.drivingyourdream.com/articles/side-by-side-iii>
<http://combalidados5.blogspot.com/2014/05/tipos-de-soldadura-mig-mag-brazing.html>
<https://www.dipacmanta.com/tubos/tubos-estructurales/tubo-estructural-redondo-negro>
<https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/24610/Memoria%20Igor%20Martinez.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
<https://docplayer.es/3340314-Facultad-de-ciencia-y-tecnologia.html>
<https://www.slideshare.net/REGALDJ/3-etapa-del-libro>

Instances where selected sources appear:

9

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and flourishes.

.....
Ing. Arias Pérez Angel Xavier

CC: 0503454811

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA.
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ.**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA:

Yo, **Lascano Salme, Christopher Israel**, con cédula de ciudadanía n° **0502879562** declaro que el contenido, ideas, y criterios de la monografía: **“Construcción de un bastidor tipo tubular para un prototipo de vehículo Utv biplaza para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de las Fuerzas Armadas Espe”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, Septiembre del 2021

Una firma manuscrita en tinta azul que parece ser 'C. Israel'.

Lascano Salme, Christopher Israel

C.C.: 050287956-2



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA.
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ.**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Lascano Salme, Cristopher Israel**, autorizó a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Construcción de un bastidor tipo tubular para un prototipo de vehículo Utv biplaza para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de las Fuerzas Armadas Espe”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, Septiembre del 2021

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Cristopher Israel Lascano Salme'.

Lascano Salme, Cristopher Israel

C.C.: 050287956-2

DEDICATORIA

Dedico este proyecto técnico a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres y familia por estar siempre junto a mi apoyándome a lo largo de mi vida estudiantil, alentándome ante las adversidades que se presentaban día a día, con sus consejos cariño y optimismo han ayudado a que hoy esta meta llegue a ser culminada.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en sabiduría y conocimiento.

Cristopher Israel Lascano Salme

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y a mis padres ya que gracias a ellos he logrado cumplir esta meta tan importante para mí.

A mis abuelos ya que han sido base y pilar fundamental en mi camino de formación profesional, estando allí incondicionalmente siempre dispuestos a escuchar y brindarme sus sabios consejos.

También agradecer al Ing. Xavier Arias ya que gracias a sus conocimientos se pudo realizar y concluir de mejor manera este proyecto de titulación.

Finalmente agradecer a la universidad de las fuerzas armadas ESPE-L, en especial a la carrera de Tecnología Superior en mecánica automotriz, a los docentes y catedráticos que ayudaron a que el sueño de ayer, hoy sea una realidad.

Cristopher Israel Lascano Salme

Tabla de contenidos

Portada.....	1
Certificación.....	2
Urkund analysis result.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenido.....	8
Índice de tablas.....	14
Índice de figuras.....	15
Resumen.....	19
Abstract.....	20
Planteamiento del problema de investigación	21
Antecedentes	21
Planteamiento del problema	22
Justificación e importancia.....	23
Objetivos	25
<i>Objetivo general</i>	<i>25</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>25</i>
Alcance	25
Marco teórico.....	26
Historia de los Utv	26
<i>Vehículos UTV</i>	<i>28</i>
Tipos de Utv	30

Bastidor	33
<i>Función del bastidor en un vehículo</i>	33
Tipos de bastidores	34
<i>Bastidor libre o independiente</i>	34
<i>Bastidor de columnas (o en "X")</i>	36
<i>Bastidor perimétrico o bastidor perimetral</i>	37
<i>Bastidor de plataforma</i>	39
<i>Bastidor auto portante o monocasco</i>	40
<i>Bastidor tubular</i>	42
Bastidores para un Utv	43
<i>Bastidor tipo monocasco</i>	43
<i>Bastidor UTV tipo Car Cross</i>	44
<i>Bastidor Biplaza UTV todo terreno</i>	44
Materiales para fabricación de bastidores	45
<i>Bastidores de aluminio</i>	46
<i>Bastidores de acero</i>	47
Tipos de aceros	47
Tipos de perfiles para un bastidor tubular	49
Tipos de tuberías para estructuras tubulares	50
Bastidores de magnesio.....	53
Tipos de soldadura empleados en uniones y ensamblajes de bastidores tubulares	54
<i>Soldadura por gas</i>	55

	10
<i>Soldadura por arco eléctrico</i>	56
<i>Soldadura Mig/mag y dura-Mig (Mig-brazing)</i>	57
Especificaciones técnicas de un vehículo Utv biplaza	60
<i>Selección del material</i>	60
<i>Medidas generales del bastidor tubular UTV</i>	61
<i>Especificación de materiales del bastidor tubular</i>	61
<i>Pesos de la estructura tubular</i>	62
Criterios geométricos	63
Dimensionamiento del bastidor tubular	64
<i>Largo total</i>	64
<i>Ancho total</i>	65
<i>Altura total</i>	65
<i>Espacio en el Utv</i>	66
<i>Dimensiones corporales</i>	67
Criterios de construcción	68
<i>Esfuerzo</i>	69
<i>Esfuerzo Normal Directo</i>	69
<i>Esfuerzo de compresión</i>	70
<i>Esfuerzo de tensión</i>	70
<i>Relaciones entre esfuerzos y deformaciones</i>	71
<i>Esfuerzo de flexión</i>	72
<i>Esfuerzo de torsión</i>	72
<i>Rigidez</i>	73

Criterios de triangulación.....	74
Distancia entre ejes del vehículo Utv	75
Centro de gravedad	76
Alternativas de construcción de bastidores.	79
<i>Alternativa número 1 bastidor tubular utv tipo utilitario</i>	79
<i>Alternativa número 2 bastidor tubular utv tipo todo terreno</i>	81
Evaluación de las alternativas de construcción para el biplaza Utv	82
<i>Detalles de la alternativa seleccionada para la construcción:</i>	84
Modelado y dimensionamiento	85
<i>Modelado del bastidor tubular biplaza</i>	86
<i>Modelado de la planta del bastidor</i>	86
<i>Modelado de la entrada al bastidor</i>	88
<i>Modelado de la jaula</i>	89
<i>Modelado parte posterior del bastidor utv biplaza</i>	91
<i>Modelado de triangulación:</i>	94
Selección de perfil a implementar en la estructura tubular	96
<i>Perfil estructural circular</i>	96
<i>Perfil estructural cuadrado.</i>	98
<i>Perfil estructural rectangular</i>	100
Dimensionamiento del bastidor tubular	102
<i>Dimensionamiento del piso de la estructura tubular</i>	102
<i>Dimensionamiento de la cabina del bastidor tubular.</i>	103
<i>Dimensionamiento del espaldar de la cabina del vehículo utv</i>	103

<i>Dimensionamiento cara frontal de la cabina del Utv</i>	104
<i>Dimensionamiento parte posterior del bastidor tubular.....</i>	104
<i>Dimensionamiento posterior inferior del bastidor tubular utv.....</i>	105
Distribución de cargas en el bastidor tubular utv	106
<i>Masa suspendida (Ms)</i>	107
<i>Masa no soportada (Mns)</i>	108
<i>Masa total (Mt)</i>	108
Determinación del material de construcción	108
Construcción del bastidor tubular Utv	110
<i>Lineamientos y requerimientos de seguridad.....</i>	111
Materiales de construcción.....	112
<i>Medición, marcado y corte de tubería.....</i>	113
<i>Corte de la tubería circular</i>	114
<i>Puesta a punto de tuberías antes del proceso de suelda.....</i>	116
<i>Proceso de doblado de tubería circular.....</i>	118
Soldado de elementos de la estructura.....	119
<i>Secuencias de soldadura y posiciones para soldar</i>	121
<i>Soldadura vertical ascendente.....</i>	121
<i>Soldadura horizontal.....</i>	122
<i>Soldadura circular a 360 grados.....</i>	123
<i>Juntas soldadas</i>	124
<i>Soldadura en bisel.....</i>	126
<i>Bisel en v básico</i>	126

Técnica de suelda bisel básico con ángulo de desviación	126
Imperfecciones en la soldadura.....	127
<i>Poca penetración.....</i>	<i>127</i>
<i>Porosidad en la soldadura.....</i>	<i>128</i>
Armado de la estructura tubular	129
<i>Armado y ensamble de la parte posterior inferior a la estructura tubular.....</i>	<i>130</i>
<i>Armado de la cabina del vehículo Utv biplaza.....</i>	<i>131</i>
Pintado de la estructura	132
Pruebas de ruta vehículo Utv biplaza.....	133
<i>Hoja de ruta.....</i>	<i>134</i>
Conclusiones y recomendaciones	140
<i>Conclusiones.....</i>	<i>140</i>
<i>Recomendaciones.....</i>	<i>141</i>
Glosario de Términos	142
Bibliografía	143
Anexos.....	147

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Aceros estructurales según norma ASTM</i>	48
Tabla 2. <i>Tipos de perfiles para bastidores</i>	49
Tabla 3. <i>Tipos de soldadura por arco eléctrico</i>	56
Tabla 4. <i>Medidas generales del bastidor tubular prototipo utv</i>	61
Tabla 5. <i>Detalles de materiales primarios en la construcción del bastidor tubular</i> ..	62
Tabla 6. <i>Peso estimado de la estructura tubular utv (bastidor)</i>	62
Tabla 7. <i>Medidas de un piloto promedio</i>	68
Tabla 8. <i>Características de la primera opción de construcción, utv utilitario</i>	80
Tabla 9. <i>Características de la segunda opción de construcción, utv todo terreno</i> ...	81
Tabla 10. <i>Comparación de alternativas</i>	83
Tabla 11. <i>Dimensiones y características del perfil estructural circular</i>	97
Tabla 12. <i>Dimensiones y características del perfil estructural cuadrado</i>	99
Tabla 13. <i>Dimensiones y características del perfil estructural rectangular</i>	101
Tabla 14. <i>Pesos estimados en el utv biplaza</i>	106
Tabla 15. <i>Características del material ASTM acero A36</i>	109
Tabla 16. <i>Materiales usado en la construcción del bastidor tubular utv</i>	112

Índice de figuras

Figura 1. <i>Jeep años 50s</i>	26
Figura 2. <i>Prototipo de buggy</i>	28
Figura 3. <i>ATV Honda CT 1970</i>	29
Figura 4. <i>UTV Kawasaki Mule 1991</i>	30
Figura 5. <i>UTV Yamaha Rhino</i>	31
Figura 6. <i>UTV Polaris RZR de 2008</i>	32
Figura 7. <i>Bastidor convencional</i>	33
Figura 8. <i>Bastidor y carrocería independiente</i>	35
Figura 9. <i>Bastidor en X</i>	37
Figura 10. <i>Bastidor perimetral</i>	38
Figura 11. <i>Bastidor plataforma</i>	39
Figura 12. <i>Bastidor autoportante</i>	40
Figura 13. <i>Bastidor monocasco</i>	41
Figura 14. <i>Bastidor tubular</i>	42
Figura 15. <i>Bastidor monocasco de UTV</i>	43
Figura 16. <i>UTV tipo Car Cross</i>	44
Figura 17. <i>UTV todo terreno</i>	45
Figura 18. <i>Aluminio en tubería redonda y cuadrada</i>	46
Figura 19. <i>Tubería estructural circular y cuadrada</i>	50
Figura 20. <i>Bastidor de acero con distintas formas de miembro estructural</i>	51
Figura 21. <i>Bastidor tubular con tubería cuadra y redonda</i>	52
Figura 22. <i>Prototipo de bastidor tubular elaborado en aleación de magnesio</i>	53
Figura 23. <i>Tipos de suela empleados en la fabricación de bastidores</i>	54
Figura 24. <i>Suelda autógena</i>	55
Figura 25. <i>Elementos de la soldadura por arco eléctrico</i>	57
Figura 26. <i>Uso de la soldadura Mig/Mag</i>	59
Figura 27. <i>Estructura triangular</i>	63

Figura 28. <i>Largo de la estructura (bastidor)</i>	64
Figura 29. <i>Ancho de la estructura (bastidor)</i>	65
Figura 30. <i>Altura de la estructura (bastidor)</i>	66
Figura 31. <i>Medidas promedio(%) persona</i>	67
Figura 32. <i>Fuerzas de tracción y compresión en materiales</i>	70
Figura 33. <i>Fuerzas y deformaciones una direccion</i>	71
Figura 34. <i>Fuerzas y deformaciones dos direcciones</i>	71
Figura 35. <i>Fuerzas y deformaciones tres direcciones</i>	71
Figura 36. <i>Fuerza de flexión sobre miembro estructural</i>	72
Figura 37. <i>Fuerza de torción sobre miembro estructural</i>	73
Figura 38. <i>Fuerzas aplicadas sobre una estructura triangular</i>	74
Figura 39. <i>Aplicación del concepto de triangulación en estructura</i>	75
Figura 40. <i>Distancia entre ejes de un vehiculo</i>	76
Figura 41. <i>Estructura tubular biplaza en Solidworks</i>	77
Figura 42. <i>Vista frontal bastidor UTV, punto centro de masa</i>	77
Figura 43. <i>Centro de masa bastidor tubular en vista isométrica</i>	78
Figura 44. <i>Centro de masa en ejes</i>	78
Figura 45. <i>Alternativa de construcción 1, bastidor utv utilitario</i>	80
Figura 46. <i>Alternativa de construcción 2, bastidor utv todo terreno</i>	82
Figura 47. <i>Estructura del bastidor utv finalizado en Solidworks</i>	86
Figura 48. <i>Modelado del piso bastidor tubular utv</i>	87
Figura 49. <i>Modelado completo del piso bastidor tubular utv</i>	87
Figura 50. <i>Boceto de la entrada al bastidor utv biplaza</i>	88
Figura 51. <i>Extrucción del boceto de entrada al bastidor utv</i>	89
Figura 52. <i>Modelado de la jaula del bastidor tubular utv</i>	89
Figura 53. <i>Modelado parte frontal de la estructura tubular utv</i>	90
Figura 54. <i>Modelado de la cabina del bastidor tubular utv</i>	90
Figura 55. <i>Modelado de vigas (piso) del bastidor tubular utv</i>	91

Figura 56. <i>Modelado parte posterior del bastidor utv biplaza</i>	92
Figura 57. <i>Modelado parte posterior inferior utv biplaza</i>	92
Figura 58. <i>Modelado de la base de apoyo del motor en el plano "alzado"</i>	93
Figura 59. <i>Ensamble de la base de apoyo del motor a la estructura</i>	94
Figura 60. <i>Triangulacion en laterales de la estructura (cabina)</i>	95
Figura 61. <i>Triangulacion de miembros estructurales espaldar del utv biplaza</i>	95
Figura 62. <i>Perfil estructural circular con acotamiento</i>	96
Figura 63. <i>Perfil estructural cuadrado con acotamiento</i>	98
Figura 64. <i>Perfil estructural rectangular con acotamiento</i>	100
Figura 65. <i>Dimencionamiento del piso bastidor tubular utv</i>	102
Figura 66. <i>Dimencionamiento de la cabina del utv biplaza</i>	103
Figura 67. <i>Dimencionamiento del espaldar de la cabina utv biplaza</i>	103
Figura 68. <i>Dimencionamiento parte frontal de la cabina utv biplaza</i>	104
Figura 69. <i>Dimencionamiento zona de carga en el utv biplaza</i>	104
Figura 70. <i>Dimencionamiento parte posterior inferior del utv biplaza</i>	105
Figura 71. <i>Dimencionamiento parte posterior inferior /vista isométrica</i>	105
Figura 72. <i>Distribucion de cargas en el bastidor</i>	107
Figura 73. <i>Bastidor utv biplaza en solid works</i>	110
Figura 74. <i>Estructura tubular utv</i>	111
Figura 75. <i>Equipo de protección personal</i>	112
Figura 76. <i>Medición y señalización de la tubería</i>	113
Figura 77. <i>Corte a 90 grados en tubería circular</i>	114
Figura 78. <i>Corte circular boca de pez en tubería</i>	115
Figura 79. <i>Corte tipo boca de pez terminado</i>	115
Figura 80. <i>Unión de tuberías con corte boca de pez</i>	116
Figura 81. <i>Bordes y acabados para unión en tubería circular y cuadrada</i>	117
Figura 82. <i>Limpieza y preparación de tubería circular</i>	118
Figura 83. <i>Doblado de tubería circular</i>	118

Figura 84. <i>Ejecución del proceso de curvado en tubería circular</i>	119
Figura 85. <i>Equipo de solda Mig</i>	120
Figura 86. <i>Unión de elementos estructurales con soldadura Mig</i>	121
Figura 87. <i>Solda posición ascendente</i>	122
Figura 88. <i>Solda en posición horizontal</i>	123
Figura 89. <i>Solda redondeada a 360 grados</i>	124
Figura 90. <i>Fusión de tubería circular por puntos</i>	125
Figura 91. <i>Juntas soldadas en la estructura utv</i>	125
Figura 92. <i>Solda en "v" bisel básico</i>	126
Figura 93. <i>Solda bisel básico con ángulo de desviación</i>	127
Figura 94. <i>Defecto de solda (poca penetración)</i>	127
Figura 95. <i>Defecto de solda (porosidad)</i>	129
Figura 96. <i>Colocación del piso en la estructura utv</i>	130
Figura 97. <i>Armado y ensamble parte posterior inferior del utv biplaza</i>	131
Figura 98. <i>Montaje de la jaula de seguridad al bastidor tubular</i>	132
Figura 99. <i>Bastidor tubular pintado</i>	133
Figura 100. <i>Montaje de fibra de vidrio a la estructura tubular</i>	134
Figura 101. <i>Hoja de ruta</i>	135
Figura 102. <i>Utv en ruta de prueba</i>	136
Figura 103. <i>Utv en movimiento, ciudad de Machachi</i>	136
Figura 104. <i>Segundo recorrido realizado por el utv biplaza</i>	137
Figura 105. <i>Utv desplazándose por la calle</i>	138
Figura 106. <i>Utv en movimiento visto desde atrás</i>	139
Figura 107. <i>Conducción del utv, visto desde el interior de la cabina</i>	139

Resumen

La intención de esta monografía es la fabricación y construcción de un bastidor tubular UTV biplaza de tal forma que el bastidor logre responder a todos los requerimientos y necesidades exigidas en un vehículo UTV para su correcto funcionamiento. Es así que se pondrán en práctica los conocimientos asimilados a lo largo de la formación profesional, para esto se usara herramientas tecnológicas como programas de diseño asistido por computador, concretamente Solidworks y entre otras. En este trabajo se irá detallando a lo largo de seis partes (capítulos) donde se indicará la historia y origen de esta clase de vehículos, sus particularidades, además cual es el cometido que cumple un bastidor en un vehículo con motor de combustión interna, los modelos de bastidores que pueden tener un UTV, los materiales seleccionados para su construcción, dimensionamiento y boceto del mismo en 3D, técnicas de empleadas en un taller industrial, corte y soldadura, también esfuerzos a los que un bastidor tubular estará sometido, hasta llegar la construcción e implementación del mismo donde se realizaran pruebas de calidad y performance del vehículo UTV biplaza, posteriormente se llegará a comprobar que el vehículo se comporta de manera correcta en situaciones de conducción normal y todo terreno. Una vez concluido el proyecto se tendrá un bastidor resistente, que logre resistir todos los requerimientos, esfuerzos y deformaciones que se presenten en la conducción, por lo tanto la estructura tubular deberá trabajar en conjunto y armonía con los demás sistemas auxiliares y de esta manera se habrán logrado las expectativas planteadas en un inicio sobre este proyecto.

Palabras clave:

- **MIEMBRO ESTRUCTURAL**
- **DIBUJO MECÁNICO**
- **BASTIDOR TUBULAR**

Abstract

The intention of this monograph is the manufacture and construction of a two-seater UTV tubular frame in such a way that the frame manages to meet all the requirements and needs of a UTV vehicle for its correct operation. Thus, the knowledge assimilated throughout the professional training will be put into practice, for this technological tools such as computer-aided design programs, specifically Solidworks and others, will be used. In this work, it will be detailed throughout six parts (chapters) where the history and origin of this class of vehicles, their particularities, in addition to what is the task, what function a frame fulfills in a vehicle with an internal combustion engine will be indicated. , the models of frames that a UTV can have, the materials selected for its construction, sizing and 3D sketch of the same, techniques used in an industrial workshop, cutting and welding, also efforts to which a tubular frame will be subjected, up to reach the construction and implementation of the same where quality and performance tests of the two-seater UTV vehicle will be carried out, later it will be possible to verify that the vehicle behaves correctly in normal and off-road driving situations. Once the project is finished, there will be a resistant frame that can resist all the requirements, stresses and deformations that arise in the conduction, therefore the tubular structure must work in conjunction and harmony with the other auxiliary systems and in this way they will have achieved the expectations initially raised about this project.

Keywords:

- **STRUCTURAL MEMBER**
- **MECHANICAL DRAWING**
- **TUBULAR FRAME**

Capítulo I

1. Planteamiento Del Problema De Investigación

“Construcción de un bastidor tipo tubular para un prototipo de vehículo Utv biplaza para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de las Fuerzas Armadas Espe”

1.1 Antecedentes

Los orígenes y documentos que detallan sobre los Utps, buggies biplaza y prototipos estructurales, surgen en U.S.A en el estado de Sacramento, concretamente a mediados de los 50's. En un inicio, estos vehículos eran elaborados a título propio como "pasatiempo" (Villacis, 2012). Esto tomo rumbo en los años 60, cuando un hombre llamado Bruce Meyers tuvo el ingenio de dar vida al primer carro prototipo utilitario casero. El usó de inicio la base de un 'Escarabajo' y le fabrico un tipo de carrocería en su mayoría plástico reforzada con fibra de vidrio para dar vida a un modelo interesante y practico de pilotear, el mismo no exponga problema en las giros muy cerrados, con un motor ágil y veloz, la ausencia de un techo, puertas y vidrios permita sentir libertad y contacto directo con el ambiente, por consiguiente una reducción de peso bruto en el vehículo. (Cybentia Grupo, 2021).

Estos tipos de automotores en sus inicios cuando eran implementados en competencias presentaban múltiples problemas como por ejemplo el peso elevado debido a carrocerías pesadas lo cual ocasionaba otro inconveniente; la pérdida de potencia y en fin un sin número de defectos que no permitían sacarle el total rendimiento a este nuevo prototipo de mini autos, es así que posteriormente se empezó a buscar otras formas y lineamientos de elaboración para los bastidores de los mencionados automotores como lo son las "estructuras tubulares" parecidos a los empleados en los Nascar, los cuales minimizaron el peso y mejoraron de gran

manera el performance del automóvil. Un gran punto en contra de esta clase de bastidores es que su costo de producción es muy exorbitante y costoso, apartándolo únicamente para vehículos de contornos considerables, este bastidor brindará una alta firmeza e incluso será capaz de impedir que los pasajeros sufran lesiones en caso de que pase un siniestro ya que el bastidor tubular no se verá afectado con deformaciones o rupturas.

El bastidor de un automotor con (M.C.I) es uno de los componentes fundamentales, ya que sobre este se anclan los demás elementos y sistemas que dan vida al automotor.

Acceder a un bastidor de estas características es complicado ya que como se mencionó anteriormente el costo de producción es alto, por lo cual se busca construir uno que cumpla todos los requerimientos necesarios para que este pueda brindar el confort y seguridad necesaria cuando sea puesto a prueba.

1.2 Planteamiento del problema

Se busca construir un bastidor tubular que será base de un vehículo UTV biplaza para la Carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas, ya que no existe una pauta práctica en la cual personas aficionadas a estos automotores puedan basarse para la construcción, un problema real es la falta de información técnica sobre la construcción y fabricación de este tipo de vehículos UTV Biplaza, normas y reglamentos de construcción en el caso concreto de la estructura o bastidor, sus dimensiones reales, lineamientos de seguridad son de vital importancia para la implementación del mismo, por este motivo se ha puesto en marcha este trabajo técnico para la elaboración de una estructura tubular UTV donde se destaquen medidas y detalles para posteriores trabajos relacionados a esta clase de utilitarios.

La carencia de información técnica real sobre este tipo de vehículos es un problema ya que se vuelve difícil la construcción del mismo, haciendo que la mayoría de personas deseen adquirirlos a las grandes marcas fabricantes como lo son Yamaha, Polaris etc., a un alto y excesivo precio, como técnico automotriz se busca implementar este tipo de bastidor tubular que cumplan con todos los detalles y lineamientos de calidad y seguridad que debe cumplir un bastidor de vehículo Utv, de esta manera estaremos ahorrando dinero y de alguna manera destacar detalles más relevantes sobre estos utilitarios.

Es bueno mencionar que un bastidor que sea eficiente por obligación debe combinar una gran rigidez con mínimo de peso posible, esto se logra utilizando materiales más livianos (aleaciones), asegurando una conducción fácil y ágil para el piloto, también brindando una seguridad eficiente para de esta manera asegurar el bienestar de los tripulantes en el vehículo biplaza en el desafortunado caso de que ocurra un accidente.

1.3 Justificación e importancia

En esta monografía de titulación el objetivo primordial es la elaboración de un bastidor estructural tubular para un automotor UTV, que tenga con todos los lineamientos y exigencias de seguridad necesarios para que el mismo pueda ajustarse y adaptarse de mejor manera con los distintos sistemas que componen un vehículo de específicas características como lo es un UTV biplaza.

Es de gran importancia tener una base de información técnica sobre la construcción y fabricación donde se abarquen medidas (largo y ancho total, altura, y pesos máximos), lineamientos de seguridad que debe tener la estructura, claramente sin estas notas técnicas específicas no sería posible un ensamble correcto en un vehículo UTV, es así que se encuentra importante la investigación e

implementación de una estructura tubular donde se indique el proceso de elaboración del mismo

Se busca con este proyecto técnico la aplicación de todos los conocimientos adquiridos en las aulas tales como la mecánica de materiales, soldadura, taller industrial, dibujo asistido por computador, etc, con el fin de poder realizar una correcta construcción y ensamble de un bastidor tubular que será el soporte de un vehículo UTV biplaza, esta estructura tubular ayudará de gran manera a que todos los componentes del biplaza trabajen en armonía, independientemente del terreno por el cual circule brindando gran confort, y sobretodo mayor seguridad a los tripulantes del vehículo, sin dejar un lado la potencia y maniobrabilidad del mismo cuando se exija al vehículo entregar su máxima potencia.

La carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz ciertamente no dispone de un vehículo de estas características (utilitario Utv) lo cual es otra razón importante para la puesta en marcha de la fabricación del elemento primordial como lo es la estructura tubular. Es debido estas razones que se ha determinado factible la construcción de un bastidor tubular para un UTV biplaza, ya que este elemento será la base de apoyo fija, rígida y estable donde todos los elementos y sistemas que componen un vehículo utilitario trabajen de la mejor manera posible.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseño y elaboración de una estructura tubular (bastidor) para implementar un vehículo UTV biplaza para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la ESPE-L.

1.4.2 Objetivos específicos

- Buscar información relevante sobre los tipos de bastidores para vehículos Utv que existen en el mercado.
- Determinar los materiales de fabricación más adecuados para la construcción del bastidor para un vehículo Utv biplaza.
- Diseñar la estructura tubular (bastidor) de un vehículo utilitario biplaza con ayuda de un software 3D que permita visualizar la estructura antes de su construcción real.
- Realizar el ensamble del bastidor tubular de un vehículo Utv mediante las técnicas de soldadura, corte y unión de elementos estructurales.

1.5 Alcance

Este proyecto técnico tiene como fin la manufactura de un bastidor tubular en el cual se puedan implementar todos los sistemas importantes que compone un vehículo utilitario, como lo son motor y transmisión, suspensión, frenos y dirección, la estructura se realizara mediante comparaciones sobre los tipos de materiales existentes, cuales son los más acordes para la construcción del bastidor del automotor Utv Biplaza, el cual al fin del proyecto será entregado a la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la Espe-Latacunga para así tener un vehículo utilitario de características únicas para beneficio de la carrera y obviamente para posteriores enseñanzas, estudios, modificaciones que se quieran realizar en el vehículo utilitario.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Historia de los Utv

La mayoría de los vehículos que fueron creados en la década de los 50 y anteriormente, definitiva y claramente no eran UTVs, pero aun así figuran ciertos detalles parecidos a UTVs de hoy en la actualidad. De cierta forma un sentido excesivamente grande, casi todos los vehículos podrían ser considerados un vehículo precursores de alguna manera u otra a los buggies o Utv. El más distinguido es el Jeep, fabricado en inicios de la década de los 40's.

Luego de la II Guerra Mundial, su aceptación aumentó de gran forma al concluir la guerra, ya que estos vehículos demostraron un alto rendimiento y ciertos detalles tales como su versatilidad y diseño corpulento hicieron crecer su atractivo comercial. (*side by side*, 2017).

Figura 1

Jeep años 50



Nota. Jeep clásico años 50s. Tomado de (Cobo, 2017)

La historia en si arranca a finales de los años cincuenta e inicios de los sesenta del siglo XX, cuando un ingeniero estadounidense descubre la diversión que causa un inusual pasatiempo; manejar por la arena un viejo vehículo equipado con

llantas grandes (sobredimensionadas). Como era de suponerse su idea fue robada y muchos de estos vehículos, modificados transformados a medias, empezaron a moverse sobre las playas y dunas del desierto.

Pasaron años más tarde para que estos vehículos tomarán su verdadero impulso gracias a un hombre llamado Bruce. Meyers, habilidoso artesano en carrocerías de plástico.

La idea de Bruce Meyers que tenía gran experiencia como constructor de carrocerías y cascos náuticos de fibra, surge gracias a un caso fortuito; al comprar un vehículo un Porsche y al darse cuenta que la carrocería estaba completamente deteriorada por el óxido decide fabricar un vehículo con estructura tubular la cual estaría cubierta con una carrocería de fibra de vidrio; este nuevo vehículo sería movido por una mecánica clásica Volkswagen.

Meyers trabajó durante algunos meses en su proyecto, una vez concluido el vehículo se lo muestra a sus amigos y el resultado es un éxito rotundo pues el diseño y las curvas que mostraba este nuevo vehículo rompían el esquema tradicional en el cual los vehículos de la época eran elaborados. Muy entusiasmado por la gran aceptación que su diseño tuvo en la población en general Meyers pone a la venta su producto el cual consiste en un kit de montaje único para que cada propietario pueda montarlo sin mayores dificultades por un costo de alrededor de 1000 dólares americanos.

En primera instancia nació el "MEYERS MANX" siendo este un monocasco completo, pero Meyers no se halla conforme con este diseño lo cual da paso a su nuevo y definitivo prototipo el "**Manx MKII**" ahora este sería una carrocería-bastidor que se puede ajustar en la plataforma- recortada de los 'Bochos' o escarabajo. Meyers saca al mercado su diseño, bien ya armado o en kit según lo disponga el cliente. La elección como plataforma base del VW Escarabajo se da debido a que era el único automotor de pequeñas medidas en el mercado en ese tiempo, además contaba con un número exagerado de unidades.

En la mayoría de los casos, su carrocería en no muy buen estado pero tanto su motor (robusto, básico y refrigeración por viento), como la plataforma que se conservaba en buenas condiciones, eran la base perfecta para que el bastidor tubular y la carrocería de Manx les diera una nueva y emocionante vida.

Figura 2

Prototipo de Buggy



Nota. Bruce Meyers en una demostración de su Buggy. Tomado de (Garnica, 2020)

Eso solo fue el inicio, la tremenda idea de Meyers, ya que él creó toda una nueva afición e industria conocida como vehículos areneros, se ponen de moda, a la que no se resisten las grandes personalidades y músicos de ese tiempo tales como los cantantes Elvis, Hendrix, o actores como James Gardner y Steve McQueen.

Precisamente estos dos últimos actores llevan su pasión más allá de fotos tranquilas en la playa y paseos ligeros, estos ingresan en competiciones por el desierto con versiones especiales del Meyer Manx, ya preparadas con motores Porsche llevando la adrenalina al máximo; es así que empezó la historia de estos vehículos utilitarios. (Garnica Cortezo, 2020).

2.1.1 Vehículos UTV

Se denominan UTV (Utility Task Vehicle), también muy conocidos como (lado a lado) son vehículos gran porte, más grandes y pesados que un quad; normalmente vienen preparados con dos asientos juntos, uno para piloto y otro para

copiloto o pasajero, en algunos casos ciertos utvs incluye tracción completa a las cuatro llantas, además una característica primordial de este tipo de vehículos es que viene con un volante en vez de un manillar para su manejo, cuenta también con un techo y jaula que servirá de protección en caso de accidente o volcamiento.

Generalmente estos vehículos tienen un motor gasolina de dos tiempos igual al de una moto convencional, utilizados para tareas puede transportar un peso máximo de hasta 150kg de carga sin ningún problema.

Suelen incorporar un cajón o un tipo de canasta de carga que resulta ser fundamental e importante para el desarrollo de tareas en el campo, convirtiéndose en un vehículo sumamente funcional, el cual ayuda a realizar tareas de producción a un bajo costo ya que el consumo de nafta es mínimo. Estos vehículos pueden andar sin ningún problema por cualquier carretera ya que tienen características similares a un vehículo pero a diferencia de ellos tenemos el límite de velocidad máximo, en estos vehículos es de 70 km/h, aunque si vamos con carga esta velocidad será reducida. Los UTVs también le deben su diseño a los buggies como ya se mencionó anteriormente fueron diseñados para su uso en playas.

El vehículo antecesor más claro de UTV es el ATV, con formas y estilos similares e incluso que usen componentes y elementos mecánicos en común.

Figura 3

ATV Honda CT 1970



Nota. Vehículo ATV producido por honda. Tomado de (Cobo, 2015)

2.2 Tipos de Utv

Muchos fabricantes crearon sus propios ATVs, y rápidamente crecieron en popularidad, en 1988 los principales fabricantes de la época dejaron de comercializar estos vehículos de tres ruedas, debido a preocupaciones de seguridad. Pronto las cuatro ruedas eran el único estilo apto en cantidades masivas ósea los UTV.

Llegaron los años 90, luego de que los consumidores se habían entrado en confianza con los nuevos ATVs accesibles, y las personas los habían empezado a utilizar tanto para fines de distracción como para la ayuda de tareas. La escena estaba lista para la llegada de los nuevos UTVs. Estos se desarrollaron a partir de una importante necesidad: un mejor vehículo de mejores prestaciones, (carga) utilitario más ligero y de bajo consumo.

Figura 4

UTV Kawasaki Mule de 1991



Nota. UTV utilitario producido por Kawasaki. Tomado de (Cobo, 2015)

Tenemos el Kawasaki Mule, vio la luz en el año 1988, un vehículo creado para ser más útil que un todoterreno de utilidad, pero más práctico que un camión de tamaño completo. El nombre se debe al acrónimo de: *Multi-Use Light Equipment* (equipo ligero multiuso), el nombre refleja claramente al diseño.

La máquina era muy popular y se empleó en el equipo estándar para una gran variedad de industrias: la agraria, instalaciones deportivas etc.

Otras marcas decidieron hacer lo de igual forma, con modelos tales como el *‘John Deere Gator’* o el *Polaris Ranger*. Algunos de estos UTVs originales siguen teniendo un legado que aún permanece hoy en día, con modelos actualizados y presentados cada año. En el año 2004, Yamaha dio un giro a la industria con el *‘Rhino’*, el primer vehículo UTV que fue realmente pensado para ser un vehículo de recreación adaptable a cualquier terreno, lo que nos acerca a los Side by Side.

El Rhino pertenecía a la categoría de los UTV ya establecida, cabe destacar que fue el primer utilitario que no se diseñó como una máquina de ayuda agrícola, sino como un vehículo de distracción. El UTV Yamaha Rhino tuvo un rotundo éxito, increíblemente en 2004 fue el primer año que las unidades de UTVs superaron las ventas de vehículos comerciales. Gracias al Rhino Yamaha quedó en una buena posición que le permite mantener un importante estatus dentro del mercado de los utilitarios

Figura 5

UTV de Yamaha modelo ‘Rhino’



Nota. UTV Rhino producido por Yamaha. Tomado de (Cobo, 2015)

Es bueno destacar que Polaris ya era parte importante del mercado UTV con el *“Ranger”*, pero según estudios de mercado de la marca dijeron que Yamaha con su diseño *Rhino* había empezado un nuevo estilo de utilitario, Polaris es así que quería competir en mencionado estilo y mercado.

Esto lo hizo gracias el rediseño radical y total de su UTV, dando lugar a su modelo *“RZR”* en 2008, fue diseñado y construido dejando de lado la utilidad y las tareas de trabajo en el campo, dando prioridad total a la diversión, deportividad y libertad; logrando un resultando increíblemente nunca antes visto; *“el RZR fue el primer UTV deportivo en el mercado.”*

Figura 6

UTV Polaris RZR de 2008



Nota. UTV RZR producido por Polaris. Tomado de (Cobo, 2015)

Los UTVs gracias a sus características únicas y prestaciones han ido incrementando su popularidad a lo largo de los años, han sufrido cambios y transformaciones estéticas y mecánicas, siendo empleados para tareas simples como ya se mencionó anteriormente o también siendo puestos a prueba en competencias de rally como lo es el Dakar o competencias nacionales en el Ecuador; logrando ser espectaculares vehículos muy queridos por los amantes del mundo motor.

2.3 Bastidor

Denominamos bastidor de un vehículo a aquella estructura rígida y firme donde se anclan de distintas formas, la carrocería así como los distintos sistemas y conjuntos mecánicos que crean un vehículo como lo son (motor, caja de cambios, transmisión, suspensión, etc.).

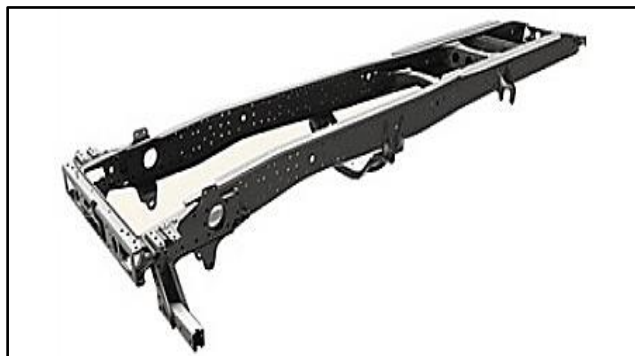
2.3.1 Función del bastidor en un vehículo.

El bastidor de los automotores, a más de ser idóneo para soportar el peso de todos estos elementos y partes que componen a un vehículo o automóvil, también deberá aguantar las sobrecargas de uso que se incluyen, además del peso propio de la carga que transporte y de los tripulantes del vehículo, cargas dinámicas e inerciales originadas por el funcionamiento de los distintos elementos y por el propio movimiento e irregularidades del camino. (Galbarro, 2017).

En su estructura más básica, como se indica en la figura, el bastidor de un vehículo lo puede crear un conjunto formado por dos elementos “largueros” situados simétricamente a ambos lados del eje longitudinal del automotor, que estarán unidos entre sí por medio de otras estructuras más cortas, en número requerido, denominados también como travesaños.

Figura 7

Bastidor convencional



Nota. Se observa el bastidor tradicional de un vehículo. Tomado de (Galbarro 2017)

El travesaño de mayor grosor y resistencia (conocido a veces de puente) suele fijarse en la parte delantera del bastidor, con el fin de poder soportar tanto el conjunto motor como la suspensión frontal del vehículo.

En los apartados posteriores de este trabajo de proyecto técnico se conocerán los distintos tipos de bastidores existentes para vehículos, la geometría de los bastidores tradicionales, que por lo general suelen ser tal que se presentan más estrechos en la parte delantera, a fin de permitir que las ruedas direccionales puedan girar de manera eficiente y poder mantener la misma rodada que en las ruedas traseras.

Por otra parte, es bueno mencionar que la mayor anchura del bastidor en la mayoría de los casos se suele situar en la parte trasera, y esto ayuda para distribuir el peso de la carrocería y la carga más próxima de las ruedas traseras, con objeto brindar más estabilidad al vehículo a fin de evitar accidentes.

2.4 Tipos de bastidores

2.4.1 *Bastidor libre o independiente*

En primera instancia los bastidores se centran en el conjunto formado por un par de largueros laterales, fabricados en chapa laminada con perfil en forma de "C", unidos entre sí mediante travesaños, constituyendo una base sólida sobre la que se suspenden los órganos mecánicos y la carrocería del automotor.

Esta clase de bastidor brinda una excelente rigidez, por lo que hoy en la actualidad aún es ampliamente empleado en camiones, furgones ligeros y en vehículos todo terreno donde se requiere una rigidez mayor. (Galbarro, 2021).

Figura 8

Bastidor y carrocería independiente



Nota. Se observa el conjunto bastidor y carrocería. Tomado de (Galbarro 2017).

Generalmente, cuando sobre la estructura se fijan todos los elementos mecánicos del vehículo (motor, transmisión, dirección, suspensión.), a este conjunto se le denomina "*chasis*".

Por otra parte, se denomina "*carrocería*" o latas a aquella otra parte conjunto del vehículo sobre la que descansan pasajeros y la carga, constituyendo la parte exterior visual del automotor, esta debe ser agradable e innovadora. En otros términos, la carrocería es la cubierta externa del vehículo, pero obviamente como solo es estético, esta carece de funciones estructurales y de resistencia y seguridad. (Galbarro, 2017).

El tipo bastidor independiente está conformado por:

Una estructura de acero compuesto por dos largueros extendidos enlazados mediante travesaños que pueden ser unidos mediante soldaduras, tornillos y remachados, dispuestos a lo ancho o diagonalmente.

Este conjunto formado posee una muy alta resistencia y rigidez, formando la base sobre la que se montan los instrumentos mecánicos y también la carrocería del automotor.

Así, el bastidor es la armazón encargada de acoger, absorber y resistir todos los esfuerzos de flexión y torsión resultante del normal funcionamiento del motor y de la marcha o movimiento del vehículo.

Cabe aclarar que los bastidores suelen diseñarse fabricarse con diferentes formas y geometría, con el fin de poder acoplarse a los diversos requerimientos:

- (Solides, reparto espacial de carga, esfuerzos que provocan y desencadenan la flexión y torsión elevada a las que se encuentre sometido un bastidor) en función del tipo de automotor y el uso del mismo.

Es así que a continuación, cabe mencionar los siguientes modelos de bastidores de tipo independiente:

2.4.2 Bastidor de columnas (o en "X")

Este tipo de bastidor en columnas o en forma de "x" recibe su nombre debido a su geometría que se muestra en forma de una X, cómo se puede apreciar en la figura.

En este tipo de bastidores los extremos se juntan por el centro, generando al automotor una base súper rígida, que se encuentra diseñado para contrarrestar de manera efectiva las uniones de torsión elevada.

El travesaño frontal en este tipo de bastidor suele ser grueso y de gran tamaño, con el fin de poder auxiliar para la fijación a los anclajes de las suspensiones frontales y los componentes y elementos del motor.

Figura 9

Bastidor en X



Nota. Se observa un bastidor de estructura en X. Tomado de (Galbarro, 2017)

2.4.3 Bastidor perimétrico o bastidor perimetral

El tipo de bastidor perimétrico o del tipo perimetral se emplea en ciertos tipos de automotores y en muchas camionetas. En este tipo de bastidor, los largueros son los responsables de aguantar la carrocería del vehículo en su parte más ancha, obteniendo como resultado mayor protección en caso de choque lateral. Se presentan mediante una configuración de tipo escalera en la parte posterior, delante de las ruedas delanteras y traseras, así el bastidor permite armar una estructura de caja de torsión, que en caso de impacto frontal permite disolver gran parte de la energía provocada durante un choque. (Galbarro, 2017)

Además, con este modelo de bastidor que es ligeramente más ancho que en comparación a los otros tipos, se consigue brindar al vehículo de una gran estabilidad.

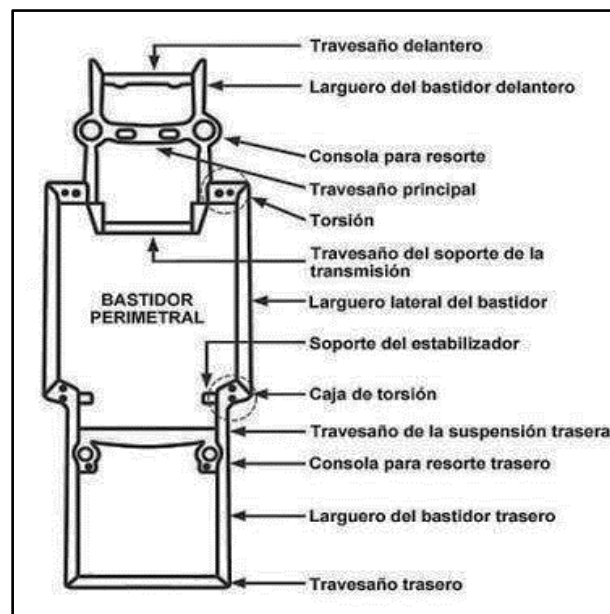
La parte central de este tipo de bastidor, cuando se usa en automotores y camionetas ligeras está más baja, es decir que se encuentra un poco hundida con el

objetivo de conseguir un centro de gravedad más bajo y una menor altura total del automotor, obteniendo como resultado que se logre una mayor estabilidad.

Así mismo, los largueros siempre presentan una curvatura hacia arriba a fin de brindar mayor espacio para los amortiguadores con el propósito de que estas brinden una mejor calidad de desempeño al momento de cruzar por terrenos irregulares.

Figura 10

Bastidor perimetral



Nota. Partes de un bastidor perimetral en vista superior. Tomado de (Galbarro 2017)

Cuando se emplea sistemas de bastidor independiente de la carrocería tenemos una serie de ventajas, entre las cuales podemos destacar las siguientes:

- Proporcionar una alta resistencia, logrando movilizar cargas elevadas
- Rigidez para poder aguantar enormes cargas estáticas y dinámicas evitando sufrir grandes daños y deformaciones.

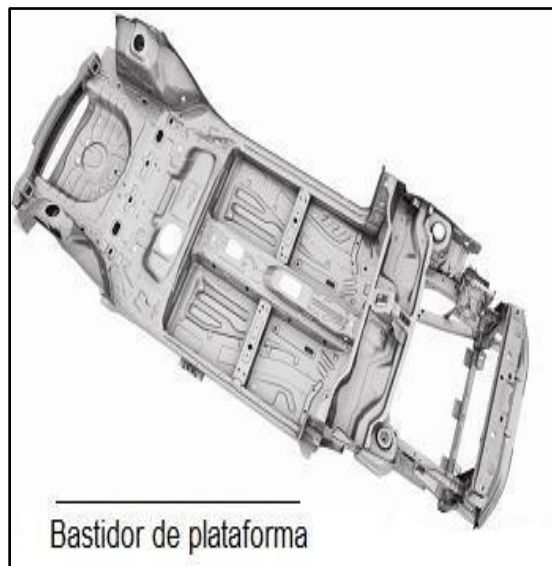
2.4.4 Bastidor de plataforma

El bastidor plataforma realiza una función como su propio nombre lo describe, de una plataforma o soporte único resistente y compacto.

Está formado por un chasis ligero integrado por la fusión de varias laminas soldadas, usualmente unidas mediante soldadura de puntos, formando el conjunto una base de rigidez suficientemente elevada para poder aguantar los sistemas mecánicos y posteriormente la carrocería del automotor, concretamente es una sola plancha compacta como se muestra en la imagen.

Figura 11

Bastidor plataforma



Nota. Bastidor tipo plataforma tradicional. Tomado de (Galbarro 2017)

En este caso de bastidor plataforma la carrocería del automotor, podrá fijarse al bastidor o plataforma mediante el empleo de dos técnicas de unión posible:

- *Uniones atornilladas a la plataforma. (Tornillos)*
- *Suelda por puntos y por remaches. (Mig Tig)*

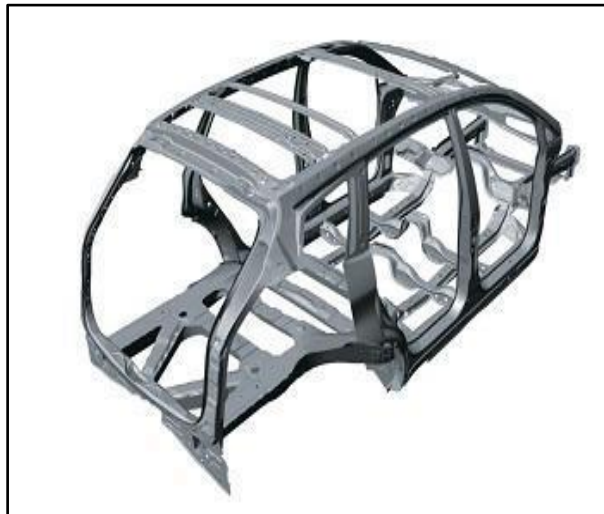
Gracias a la elevada rigidez que ofrece la plataforma en este tipo de bastidor, la carrocería logra ser más ligera, además de poder ser compuesta de varios elementos desmontables que agilizan las tareas de reparación y recambios en caso de daños en alguna parte de la carrocería.

2.4.5 Bastidor auto portante o monocasco

El tipo de bastidor auto portante, es el tipo más preferido hoy en la actualidad en la implementación de automotores, sobre todo en vehículos no pesados, debido a que ofrece una reducción enorme e importante en el peso bruto del automóvil, otorgando mayor flexibilidad y además es mucho más barata y rentable su producción en serie.

Figura 12

Bastidor auto portante o monocasco de un Chevrolet Spark.



Nota. Se observa un bastidor auto portante. Tomado de (Ingemecanica.com)

Como su nombre muestra, es un tipo de bastidor con la ventaja de ser resistente por sí mismo, no necesitará ayuda de estructuras terceras para generar más resistencia al vehículo, ocasionando la disminución en el peso del conjunto, lo que se traduce en un ahorro significativo de nafta. En el caso de las carrocerías auto

portantes, toda la estructura que conforma la carrocería constituye en sí misma el bastidor del vehículo.

En este caso, casi todas las piezas que conforman las carrocerías monocasco van a estar unidas por medio de puntos de soldadura inicialmente, el diseño principal de las carrocerías y bastidores monocasco implica la ejecución de pruebas con objeto de comprobar su comportamiento y resistencia ante fuerzas extremas externas

Figura 13

Bastidor monocasco



Nota. Se observa un bastidor monocasco en corte. Tomado de (Ingemecanica.com)

Este sistema constructivo brinda una serie de ventajas positivas ante los demás tipos de bastidores mencionados anteriormente, destacándose estas:

- Permite dar al vehículo una gran ligereza, estabilidad y rigidez
- Una vez definido el diseño "carrocería-bastidor", facilita su construcción en masa, más económicas
- Centro de masa más bajo, mejora la estabilidad del vehículo durante la conducción.

- Contribuye a disminuir vibraciones y ruidos durante la rodada del vehículo, proporcionando una más confort a los tripulantes

Esta es la opción más utilizada en la fabricación de vehículos automotores en serie de los modelos más ligeros y turismos más populares alrededor del mundo.

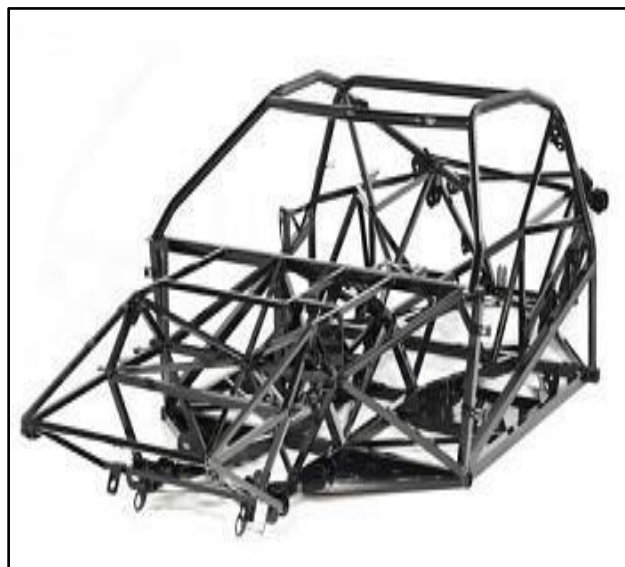
2.4.6 Bastidor tubular

Un bastidor tubular tiene una detallada estructura parecida a un esqueleto perimetral a partir de algunos elementos conocidos como barras tubulares que pueden tener formas circulares, rectangulares, u ovaladas.

Este bastidor nace de la búsqueda de obtener estructuras más ligeras y esbeltas. Son estructuras de tipo armadura principalmente, dando lugar a un conjunto muy rígido y ligero; a continuación se indica en la imagen un bastidor tipo tubular:

Figura 14

Bastidor Tubular



Nota. Geometría de un bastidor tubular. Tomado de (Ingemecanica.com)

Cómo se logra apreciar en la figura anterior, el bastidor tubular se constituye por un esqueleto de tubería soldada, que al estar terminada tendrá forma de una jaula echa de tubo. A este conjunto de tubos se suspenden, directamente o por medio de miembros soldados, el resto de elementos del automotor o vehículo utilitario. La única desventaja por así decirlo, es el elevado costo para la fabricación y construcción de este tipo de bastidores, lo cual hace que su uso se limite a pequeños vehículos de competición o algunos prototipos de automóviles como por ejemplo buggies y Utps como el que se busca construir en este proyecto.

2.5 Bastidores para un Utv

2.5.1 *Bastidor tipo monocasco*

Bastidores de la forma monocasco han sido utilizados desde hace muchos años atrás para la elaboración y empleo de base estructural de todos los vehículos areneros que son vendidos en la industria, ya que su costo es muy rentable tanto en producción como en fabricación, este cuenta con una sola estructura que aguanta todo el peso del vehículo sin necesidad de estructuras extras o auxiliares.

Figura 15

Bastidor monocasco antecesor de UTV.



Nota. Utv con bastidor monocasco. Tomado de (Tu portal al mundo motor, 2011)

2.5.2 Bastidor UTV tipo Car Cross

Los utvs tipo Car Cross son construidos por medio de uniones tubulares y un panel de control muy parecido a un automotor, utilizados principalmente para competencias a campo traviesa, su relación peso potencia los hacen vehículos ideales a la hora de brindar espectáculos de derrapes, saltos y piques sobre pistas de Cross donde se necesita buenas aceleraciones y gran estabilidad, estos pueden ser mono o biplaza.

Figura 16

Utv tipo Car Cross.



Nota. Se observa un bastidor UTV tipo Car Cross. Tomado de (Todoterreno -mundo motor, 2017)

2.5.3 Bastidor Biplaza UTV todo terreno

Hoy en la actualidad este tipo de bastidores es empleado en vehículos UTV todo terreno (Off Road), donde esta estructura tubular brinda mayor rigidez, aquí el principal material de construcción es la tubería circular, las cuales se encuentran soldadas entre sí, las cuales tienen mayor capacidad de aguantar mayores esfuerzos de acuerdo al tipo de diseño.

Este tipo de vehículos están adaptados y creados para transitar por zonas montañosas, vías en mal estado y a campo traviesa, son mucho más reforzados para proteger a los tripulantes en caso de accidente.

Figura 17

UTV Todo terreno.



Nota. Se observa el bastidor UTV tipo Todo terreno. Tomado de (eSdemotos.com, 2018)

2.6 Materiales para fabricación de bastidores

Podemos encontrar diversos materiales para la fabricación de bastidores; los materiales usualmente más empleados son el aluminio y el acero aunque también pueden existir excepciones como el magnesio, cada uno posee características únicas y propias que brindan propiedades según sea el requerimiento, presupuesto en la construcción y fabricación del bastidor.

2.6.1 Bastidores de aluminio

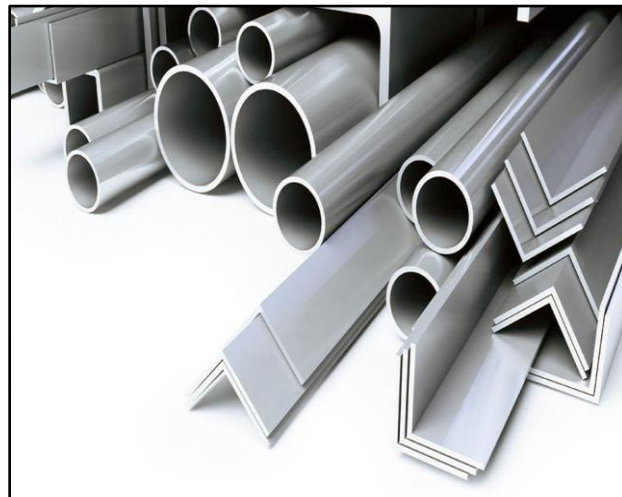
Peculiarmente los bastidores de aluminio se emplean en ciertos modelos deportivos de carretera de gran cilindrada, la principal ventaja de este tipo de material y su empleo en la construcción de bastidores es que son totalmente más ligeros que el acero pero de igual o incluso mayor resistencia a los esfuerzos y deformaciones a las que el bastidor está sometido; pero también resultan más voluminosos, y además su coste de producción es muy elevado lo cual podría ser una desventaja.

La mayor parte de los bastidores hechos en aluminio, tienen una sección de tubo rectangular, aunque también poseen piezas cuadradas o rectangulares.

Existen también piezas de aluminio fundido o prensado, para formar juntas de tubos más fuertes, compactos y resistentes como pivotes o puntos de fijación y armados vitales en el bastidor o estructura.

Figura 18

Aluminio en tubería redonda y cuadrada



Nota. Se observa aluminio en distintas presentaciones. Tomado de (alutek sa.com)

2.6.2 Bastidores de acero

El acero es una combinación moldeable compuesta de hierro y carbono que tiene en la mayoría de los casos ciertos porcentajes de magnesio. Cabe mencionar que el acero se genera a partir del arrabio cuando se suspenden impurezas.

A continuación se dará a conocer los tipos de aceros más comunes y sus características

2.6.2.1 Tipos de aceros

Los aceros se pueden clasificar en cinco grupos primordiales:

- **Acero al carbono:** Cerca del 91% de los aceros son de carbono, cuentan con una cantidad diversa de carbono, un 1,62% menos de magnesio, un 0,5% de silicio y alrededor de un 0,3% de cobre. Con este tipo de acero se construyen máquinas, carrocerías y bastidores de automóviles, estructuras en el campo de la construcción, etc.
- **Aceros aleados:** Generalmente este tipo de aceros están conformados por una vasta cantidad determinada de (Mo, V) y otras, presenta cantidades mayores de (Mg, Cu y Si) que los ya mencionados aceros al carbono, usualmente se emplea este acero para fabricar engranes, ruedas dentadas, ejes etc.
- **Aceros inoxidables:** Este tipo de aceros contiene níquel, cromo y otros elementos de aleación que los hace brillantes y muy resistentes a la oxidación, estos pueden ser muy resistentes y otros muy duros, se emplea para la fabricación de tuberías, tanques y también es muy usado en la fabricación de instrumentos quirúrgicos, es mucho más caro que los demás aceros.

- **Aceros de baja aleación:** Este tipo de aceros es mucho más baratos que los aceros mencionados anteriormente, ya que cuentan con menos aleaciones por lo tanto no se emplean materiales costosos en su fabricación, pero a este acero se le da un tratamiento que hace que sea más resistente que el acero al carbono, lo cual nos ofrece un material de grandes prestaciones a un bajo costo.
- **Aceros grado herramienta:** Este tipo de acero contiene, molibdeno, wolframio y algunos otros elementos que le proporcionan una dureza extra, alta resistencia y gran durabilidad, usado principalmente para construir herramientas de corte, cabezales de torno, y modelado en máquinas.

Tabla 1*Aceros estructurales según la norma ASTM*

Clasificación de los aceros según la ASTM	Limite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	Mpa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A 131 Gr A,B,CS,D	34	235	58-71	400-490
ASTM A 139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A 381 Grado Y 35	35	240	>60	>415
ASTM A 500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A 501	36	250	>58	>400

Nota. Lista de aceros estructurales según ASTM. Tomado de (Galbarro, 2019)

2.7 Tipos de perfiles para un bastidor tubular

Existen variados tipos de perfiles, tamaños, entre los cuales se puede escoger para la construcción de un bastidor tubular, todo dependerá de diseño y las características que el vehículo a construir deba cumplir:

Tabla 2

Tipos de perfiles para bastidores

D. Nominal	Dimensiones			Propiedades			
	D. E	e	P	Á	I	W	i
1/2	21,35	2,00	0,99	1,22	0,57	0,59	0,60
3/4	26,90	2,30	1,45	1,78	1,34	1,09	0,87
1	33,70	2,50	1,96	2,45	2,98	1,91	1,10
1 1/4	42,40	2,50	2,55	3,13	6,24	3,13	1,41
1 1/2	48,30	2,50	3,02	3,87	10,05	4,41	1,61
2	60,30	2,65	3,79	4,89	20,26	7,04	2,04
2 1/2	73,00	2,65	5,65	7,02	42,73	12,24	2,47
3	88,90	3,20	6,81	8,62	79,09	18,46	3,03
4	114,30	3,60	9,92	12,52	191,78	34,65	3,91

Nota. Características de perfiles estructurales. Tomado de (DIPAC)

Siendo:

*P=*Peso Kg/m

A= Área de sección ancha del tubo, cm²

W= Módulo resistencia cm³

I= Momento de inercia cm⁴

i= Radio de sección, cm.

En el procedimiento de elaboración de las estructuras tenemos dos tipos: en alta temperatura o en baja. Para los perfiles tubulares en frío se sueldan siempre, mientras que los perfiles tubulares para acabados en caliente.

2.8 Tipos de tuberías para estructuras tubulares

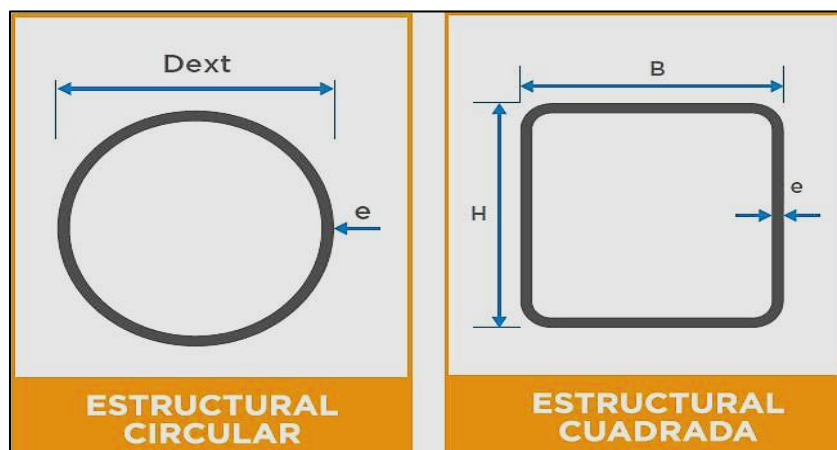
Existen miembros estructurales huecos o sólidos, es bueno aclarar que los tubos de pared delgada aguantan de gran forma el doblamiento y flexión porque el momento de inercia es más alto a diferencia con un tubo compacto del mismo peso. Es así que los elementos que obviamente nos interesan para la fabricación de un bastidor tubular son las barras o tubos huecos.

En el grupo de los tubos podemos encontrarnos dos clases: los de sección circular (**CHS**) o de sección rectangular (**RHS**).

La tubería de sección rectangular CHS tiene una apariencia especialmente llamativa y brinda una distribución del acero muy uniforme en torno al eje central. El único inconveniente que presentan es que a la hora de unir formas circulares entre sí, puede que se precise de un perfilado especial (boca de pez) demandando un poco de trabajo especializado y experiencia al momento de cortar la tubería.

Figura 19

Tubería estructural circular y cuadrada



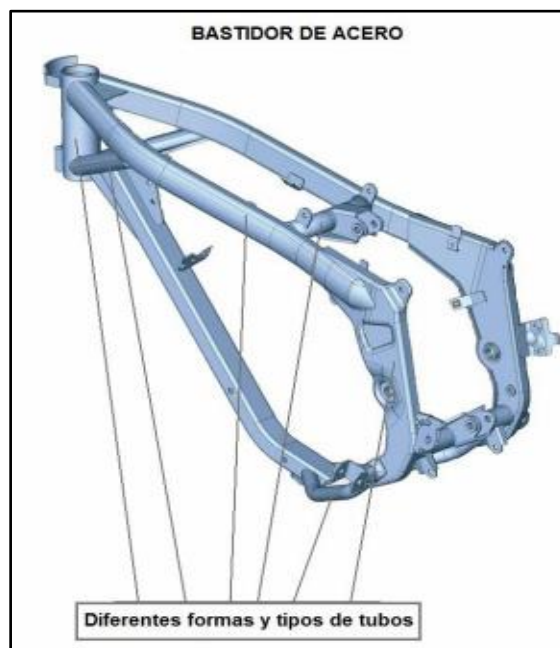
Nota. Se observa 2 tipos de tubería estructural Tomado de (Corpacero, 2019)

Entonces podemos decir que en un bastidor tubular de acero se combinan gran combinación de tubos, de un único material o de distintos materiales por ejemplo: acero prensado de múltiples formas, así como también forjados, también vaciados dependiendo del modelo de bastidor a fabricar.

Se pueden ensamblar bastidores con tubos redondos de distintos tamaños y grosores o tubos de sección cuadrada esto irá en función del modelo y diseño que se requiera construir

Figura 20

Bastidor de acero elaborado con distintas formas de tubería



Nota. Se observa la combinación de tuberías de acero para dar forma a un bastidor de motocicleta. Tomado de (e.p.s mecánica de motocicletas.com)

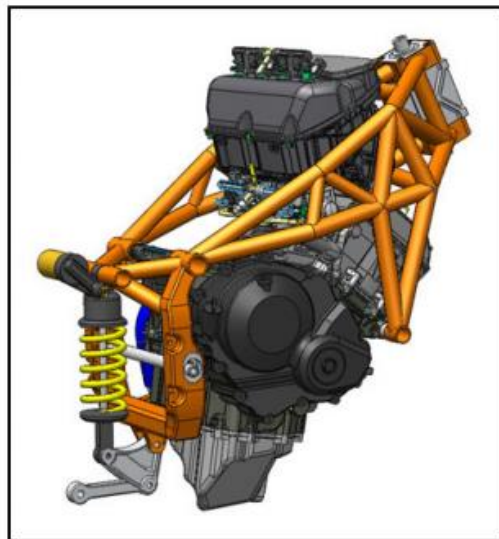
Los tubos que son redondeados poseen exactamente la misma resistencia en todas las direcciones y sentidos, mientras tanto en la tubería cuadrada o rectangular la resistencia dependerá de la dirección en donde se aplique.

Cuando se requiere la máxima resistencia en el sentido vertical y no es tan importante la resistencia en el sentido horizontal, se escogen y usan tubos de sección cuadrada o rectangular de mayor resistencia en las zonas necesarias, en ciertos casos esto generará alivio de peso bruto en el bastidor formando distintas combinaciones de formas de tubos según se lo requiera.

En bastidores tubulares como es el caso del que se va a construir para el vehículo UTV, los tubos redondos están soldados entre sí a distintos ángulos, creando así una estructura suficientemente rígida para soportar y absorber las fuerzas que se generan en el bastidor, en la parte inferior de la estructura se pueden sustituir los tubos redondos por tubos cuadrados o rectangulares, ya que en estas zonas las fuerzas más presentes son de tipo vertical y para estas fuerzas la tubería cuadrada es más resistente que la tubería circular.

Figura 21

Bastidor tubular de moto con tubería cuadrada y redonda



Nota. Se observa un bastidor con tubería. Tomado de (e.p.s mecánica de motocicletas.com)

2.9 Bastidores de magnesio

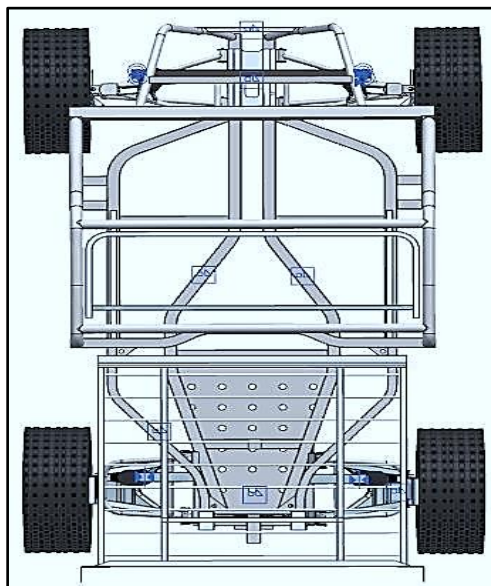
El magnesio es otro tipo de materia prima (metal) súper ligero que cada vez está siendo mucho más empleado a la par del aluminio que ya se mencionó anteriormente, en el ámbito de la ingeniería automotriz y la construcción de bastidores. Este material es un 34% más liviano que el aluminio y un 77% más ligero que los elementos originarios del acero.

El magnesio posee menor deformación frente a la tracción, fatiga y a la fuerza de arrastre si lo comparamos con el aluminio. (Mitsubishi Motors, 2020)

El módulo y la dureza de las aleaciones de este elemento (magnesio) son menores que las del aluminio, pero es bueno aclarar que el coeficiente de expansión térmica es mayor. Debido a su baja resistencia mecánica, el magnesio puro no debe ser empleado en la fabricación de bastidores, este elemento debe ser aleado con otros metales, los componentes de aleación más ideales para aplicaciones a temperatura ambiente son los del tipo Mg-Al-Zn, que incluyen el aluminio, zinc y manganeso. (Mitsubishi Motors, 2020)

Figura 22

Prototipo de bastidor tubular elaborado en aleaciones de magnesio



Nota. Bastidor construido en aluminio. Tomado de (UNAM, Ochoa Armando, 2016)

2.10 Tipos de soldadura empleados en uniones y ensamblajes de bastidores tubulares

El método de unión de un bastidor tubular está pensado por la naturaleza de los materiales a unir, la función que van a desempeñar las piezas y partes dentro de la estructura tubular.

Figura 23

Tipos de suelda empleados en la construcción de bastidores



Nota. Se observa los tipos de suelda. Tomado de (Ferretecnic fyt, 2018)

La suelda más antigua conocida es la que se ejecuta en la fragua, impactando dos metales al rojo entre sí, hasta permitir su unión; con el avance de la tecnología surgieron nuevas técnicas de suelda, pero el objetivo fundamenta se mantuvo intacto: unir dos metales entre sí o con ayuda de un tercero como material de aporte. De acuerdo con la técnica utilizada y el equipo necesario existen varias técnicas de suelda las cuales se mencionaran a continuación:

2.10.1 Soldadura por gas.

Este tipo de suelda también llamada como ‘‘autógena’’, utiliza la quema del acetileno en oxígeno, lo cual ayuda alcanzar una llama que supera los 3,200 °C. Su bajo costo la libre y fácil movilidad del equipo es una de sus ventajas principales, la principal desventaja consiste en el mayor tiempo que se demoran los materiales en perder temperatura.

La soldadura autógena se usa primordialmente para materiales de acero sin aleación o de baja aleación, para acero vaciado, metales no ferrosos y para láminas de hasta siete milímetros de espesor., es particularmente común en las soldaduras de unión de tuberías, platinas etc. (Industrietechnik, 2021).

Figura 24

Suelda autógena



Nota. Se observa el uso de la soldadura autógena. Tomado de (hilenia2001.com)

2.10.2 Soldadura por arco eléctrico.

Este tipo de soldadura usa una fuente de energía eléctrica (C.C o C.A) que permite derretir los metales a fusionar; este proceso de suelda por fusión en el cual la unificación de los metales se obtiene mediante el calor de un arco eléctrico entre un electrodo y una pieza a soldar.

El arco eléctrico es una descarga de corriente eléctrica a por medio de una separación en un circuito y se mantiene por la presencia de una columna de gas ionizado, a través de la cual fluye la corriente. (Ecured, 2011)

Tabla 3

Tipos de soldadura por arco eléctrico

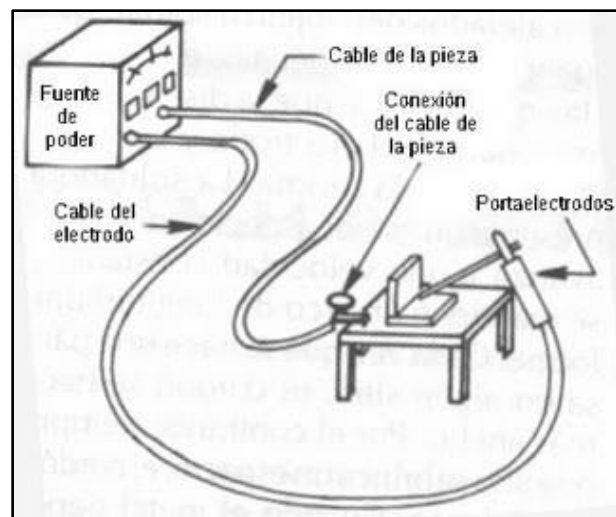
Tipos de soldadura por arco eléctrico	
Tipo	Característica
Por el tipo de arco	<ul style="list-style-type: none"> • Directa. • Indirecta.
Por el electrodo	<ul style="list-style-type: none"> • Con electrodo fusible. • Con electrodo infusible.
Por el mecanismo	<ul style="list-style-type: none"> • Manual. • Semiautomática. • Automática.
Por el tipo y polaridad de la corriente	<ul style="list-style-type: none"> • Arco con C.C • Arco con C.A
Por la protección	<ul style="list-style-type: none"> • Sin protección. • Con protección de escoria. • Con protección de atmósfera gaseosa

Nota. Tipos de soldadura por arco eléctrico.

El calor que se genera, aproximadamente (3900°C), funde el material base y el material de aporte, el mismo se deposita y da origen al denominado *cordón de soldadura*. Un electrodo conocido con el nombre de material de “Relleno” se encuentran vestidos de una sustancia no metálica de compuestos química que puede ser muy variada como: Celulosa, Óxido de Ti, Carbonato de Ca y Fluoruro de Ca. (De Máquinas Herramientas.com, 2016)

Figura 25

Elementos y componentes de la soldadura por arco eléctrico



Nota. Se puede apreciar el diagrama de componentes soldadura por arco eléctrico Tomado de (De Máquinas Y Herramientas.com, 2016)

2.10.3 Soldadura Mig/mag y dura-Mig (Mig-brazing)

La soldadura MIG/MAG (Metal Inert Gas/Metal Active Gas), hace referencia al manejo de un gas que protege, puede ser inerte o activo. Esta una técnica de soldadura con hilo, que consiste en un arco eléctrico que se da entre un electrodo y las partes a fusionar, bajo la protección de un gas que puede ser: (Ag, He, CO₂, O₂, N₂), y así evitar, defectos de oxidación, porosidad sobre la pieza a fundir.

Este tipo de soldadura comúnmente se usa para la fabricación, reparación e implementación de carrocerías y bastidores en acero y en aluminio.

La suelda Mig/mag ofrece ventajas entre las cuales: unión de materiales difíciles, no necesita tratamientos mayores debido a que la fuente de calor está centrado y permite realizar sueldas en muchas las posiciones.

La soldadura por gas inerte de metal (MIG) utiliza un electrodo de metal que trabaja como material de relleno para la suelda y se consume durante la unión, el argón es también un gas primario utilizado en la soldadura MIG, siempre mezclado con Co2. (Soldadura san viator, 2014)

Cabe recalcar que la soldadura MIG fue creada para metales no ferrosos, pero se puede usar sobre el acero.

Ventajas que ofrece el proceso MIG/MAG son:

- Fácil soldadura en cualquier posición
- Excelente terminado o acabado (pocos residuos)
- Escasa formación de gases peligrosos
- Se puede soldar espesores desde 0,8 a 7 mm sin preparación.
- No se necesita demasiada experiencia al momento de usar (operador).
- Alta productividad y calidad de trabajo.
- Facilidad de uso.

Figura 26

Empleo de soldadura Mig/Mag



Nota. Se observa el uso de la soldadura Mig. Tomado de (Autocrash, 2017).

Por otra parte la soldadura dura “MIG-BRAZING” se realiza con equipo MIG, surgió debido a que en estos días las carrocerías y bastidores están construidas en aceros recubiertos por una ligera capa de zinc para evitar la corrosión (oxidación).

Es por esto que la soldadura MIG tradicional no es la más apropiada, debido a que el arco eléctrico alcanza una temperatura aproximada de 1.800 °C y la temperatura límite de evaporación del zinc es de 930 grados centígrados.

Por lo ya mencionado anteriormente, la soldadura “Mig brazing” se da por difusión, la cual se centra en la fundición del metal de aporte entre los dos metales que se van a unir, alcanzando un grado térmico mayor a 470 °C.

Esta por ser una soldadura de menor empleo de energía presenta varias ventajas como: que no causa cambios en el interior de la estructura, genera menos deformaciones y cambios en los metales soldados, además es una soldadura con limitados residuos y posibilita gran tolerancia de las uniones. (Autocrash, 2017).

2.11 Especificaciones técnicas de un vehículo Utv biplaza

Para el material del bastidor que se va a construir se tomará en cuenta ciertos parámetros como punto de partida, como por ejemplo costo de material, disponibilidad del mismo y sobre todo el factor de resistencia y seguridad del material a escoger para la fabricación del bastidor tubular UTV.

Es bueno aclarar que para la construcción del bastidor tubular para el UTV biplaza, se adoptó las medidas establecidas por los principales fabricantes de vehículos UTV como lo son Yamaha, Polaris etc, ya que dichos fabricantes son pioneros en la construcción de los ya mencionados vehículos.

También se tomó en cuenta ciertos criterios de seguridad relacionados a la construcción del bastidor del Utv, basados en la normativa sobre construcción del bastidor tubular según criterios y recomendaciones de la Codasur y Fedak, para que si fuera el caso, el vehículo pueda competir en eventos deportivos sin ningún problema alguno.

2.11.1 Selección del material

En la gran industria de la construcción de Utps las grandes empresas como Polaris, Yamaha etc fabrican los bastidores con un material comúnmente usado como lo es el acero especial, llamado también como AISI 4130, este tipo de acero es de muy difícil accesibilidad en el mercado local, debido a esto se seleccionó un "acero negro", ya que sus propiedades mecánicas son ligeramente parecidas al acero especial usado por los fabricantes mencionados anteriormente, brindando resistencia y ductilidad, además la baja cantidad de carbono presente en este material hace que no sea necesario pre calentarlo ser para soldado.

Este material proporcionará la ventaja de simplificar operación de soldadura en las uniones, por la buena soldabilidad a bajas temperaturas, también debido a su costo bajo y característico y propiedades se optó por el uso de este material en la construcción del bastidor tubular.

2.11.2 Medidas generales del bastidor tubular UTV

Es de vital importancia definir las longitudes que tendrá nuestro bastidor tubular, ya que depende de esto el correcto ensamblaje de otros componentes y sistemas en el UTV, a continuación se detallan las medidas generales del mismo:

Tabla 4

Medidas generales del bastidor tubular del Prototipo UTV

Medidas generales del Prototipo de bastidor tubular del UTV	
Largo total	287cm
Ancho total	161cm
Altura total	140 cm
Distancia- ejes	135cm
Parte trasera (Ancho)	75cm
Parte delantera (Ancho)	58cm

Nota. Medidas en (cm) del Bastidor Tubular UTV.

2.11.3 Especificación de materiales del bastidor tubular

El bastidor tubular del UTV será construido con *tubería circular de acero negro*, ya que después de algunas comparaciones con otros tipos de materiales se llegó a la conclusión de que el acero negro dará a la estructura firmeza, ligereza y brindará todos los requerimientos necesarios para que el bastidor resista todos los esfuerzos a los que estará sometido.

Tabla 5*Detalles de materiales a usar en la construcción del bastidor tubular*

Detalles de materiales primarios a usar en la construcción del bastidor tubular:	
Material	Diámetro x espesor
Tubería de acero negro delgado	1" x 2 mm
Tubería de acero negro grueso	1" ¼" x 2 mm
Plancha de tol	1000 cm 2 x 1,5mm

Nota. Materiales básicos necesarios para la construcción del Bastidor Tubular UTV.

2.11.4 Pesos de la estructura tubular

De acuerdo al material seleccionado, los diámetros de los tubos, para la construcción de este bastidor tubular se detallan a continuación los pesos respecto a los materiales escogidos, en la tubería de acero negro de 1" ¼ se estima emplear 18 metros del material, en tubería de acero negro delgado se estima usar 6 metros por lo tanto tenemos un peso de la estructura:

Tabla 6*Peso estimado de un bastidor tubular UTV*

Peso estimado del bastidor tubular UTV		
Tubería acero negro 1" ¼	2,40 kg x (m)	43,2kg
Tubería acero negro 1"	1,30 kg x (m)	9,1 kg
	<i>Peso total aproximado:</i>	<i>52 .3 kg</i>

Nota. Peso aproximado del bastidor tubular UTV.

Capítulo III

3. Criterios geométricos

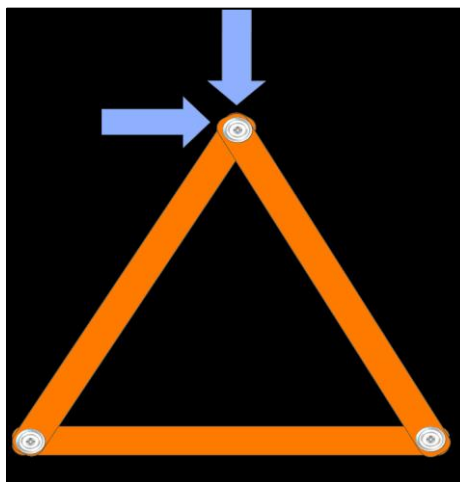
En la puesta en marcha de la construcción del bastidor tubular para este tipo de vehículos se debe tener en cuenta que dicha estructura debe ser muy resistente para que logre soportar los pesos que generen todos los sistemas auxiliares del vehículo como el motor y el tren de potencia, dirección, suspensión etc., además de esfuerzos de flexión y torsión cuando el vehículo esté en marcha.

Comúnmente en el diseño de este tipo de estructuras y bastidores tubulares para vehículos Utv, principalmente hay que determinar los materiales utilizados, espesores de tubos, soldaduras más acordes a las uniones a realizar. Para la construcción de este tipo de bastidor para automotores tipo Utv, es necesario tener en cuenta 3 factores muy importantes como lo son el largo total y el ancho máximo, así también la altura y sobre todo la comodidad y seguridad en el habitáculo tanto para piloto y copiloto.

La mayoría de los bastidores tubulares para vehículos Utv son construidos con estructuras triangulares ya que estas proporcionan mayor firmeza y rigidez al bastidor cuando el terreno por el que circule el vehículo sea irregular y así proteger a los tripulantes.

Figura 27

Estructura triangular de elementos.



Nota. Se observa la triangulación de elementos. Tomado de (Estructuras, 2016)

A continuación se darán a conocer ciertos parámetros que del vehículo Utv, principalmente el diseño del bastidor tubular, analizando las medidas generales que serán utilizadas para la construcción del mismo así como la distribución de las cargas. Cabe destacar que el bastidor de este vehículo Utv será construido con medidas referenciales a los principales fabricantes como lo es Yamaha, Polaris etc, ya que se carece de información técnica sobre la construcción reglamentaria de este tipo de vehículos.

El modelo seleccionado para el bastidor de este vehículo Utv, tendrá un espacio para dos personas, en el cual se puedan montar todos los sistemas auxiliares del vehículo con la mayor estabilidad y seguridad posibles, a continuación se detallan los parámetros principales de este vehículo.

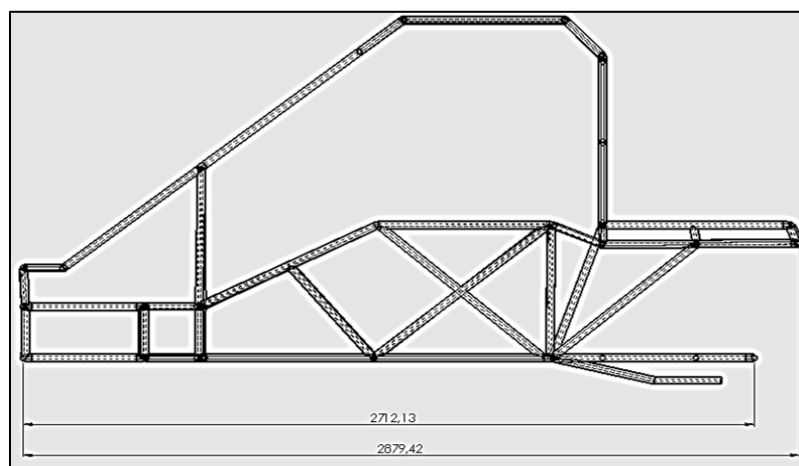
3.1 Dimensionamiento del bastidor tubular

3.1.1 Largo total

Cuando hablamos del largo total de un bastidor nos referimos a la distancia total existente desde la parte frontal hasta la parte trasera del vehículo, para determinar el largo total se tomarán en cuenta aspectos como la distancia entre ejes; espacio requerido para el motor y transmisión, espacio de los tripulantes.

Figura 28

Largo de la estructura (bastidor tubular)



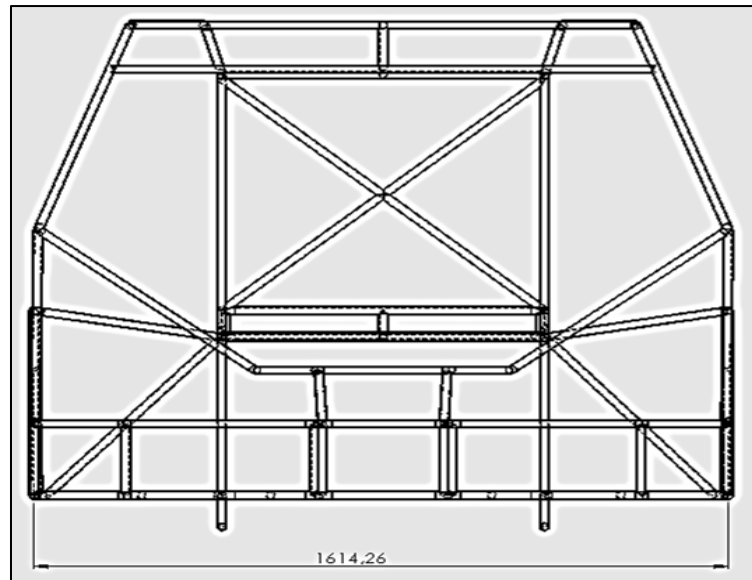
Nota. Se observa el largo total en un bastidor UTV biplaza.

3.1.2 Ancho total

Para determinar el ancho total de este bastidor tubular Utv, se tendrá en cuenta tres aspectos fundamentales, como la cantidad de tripulantes o pasajeros que el vehículo admitirá, que en este caso serán dos, tamaño de los asientos que se instalarán y un punto esencial es la facilidad de ingreso y salida del mismo.

Figura 29

Ancho de la estructura (bastidor tubular)



Nota. Se observa el ancho total en un bastidor tubular UTV.

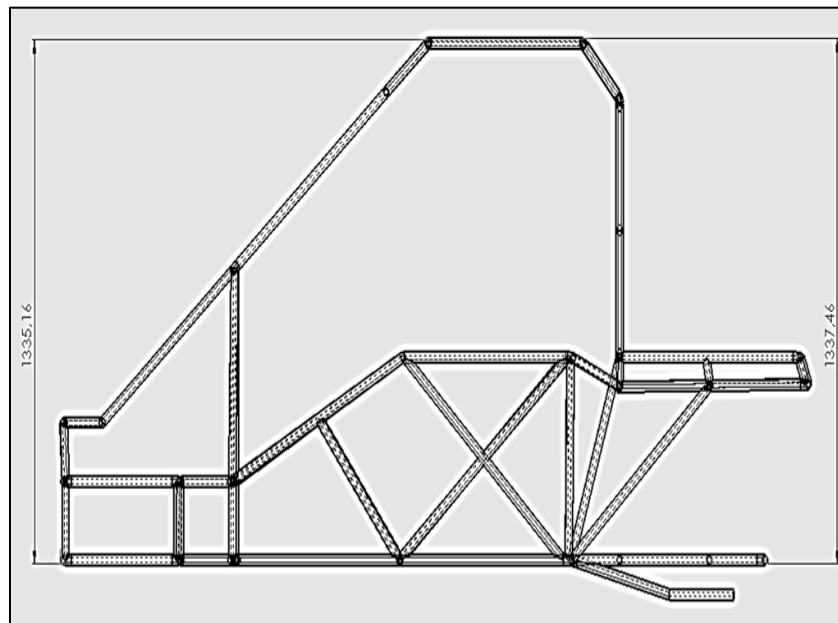
3.1.3 Altura total

En los vehículos UTV la altura es un factor muy importante debido a que esta no debe excederse demasiado, ya que esto podría generar inestabilidades cuando el vehículo esté en movimiento y producen giros bruscos cerrados a grandes velocidades.

Como ya se mencionó para la altura se tomarán medidas establecidas por los principales fabricantes de este tipo de vehículos; además se tendrá en cuenta que la altura sea la adecuada para que una persona de estatura promedio pueda ingresar y salir con facilidad y comodidad al habitáculo del vehículo.

Figura 30

Altura de la estructura (bastidor tubular).



Nota. Se observa la altura total de un bastidor UTV.

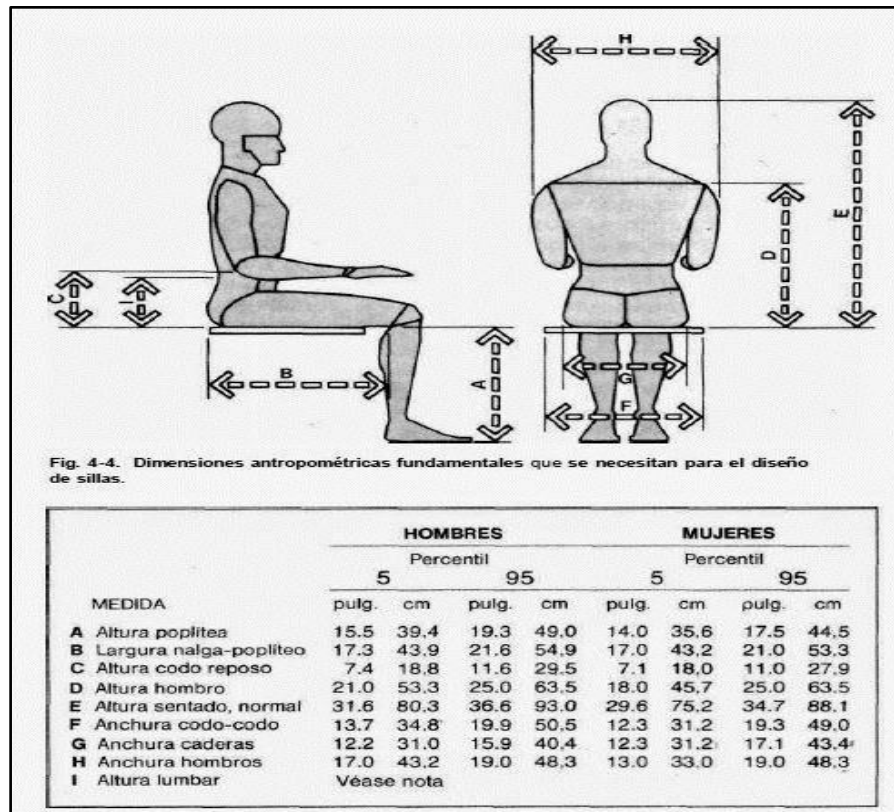
3.1.4 Espacio en el Utv

Otro factor muy importante es el espacio con el que el bastidor debe contar; ya que ahí deberán ingresar de manera cómoda piloto y copiloto, también se albergará a los distintos comandos y accesorios que el Utv poseerá como lo es el volante, palanca de cambios, tablero, además un simple manejo de los pedales que garanticen una conducción agradable etc.

Para garantizar esto se ha tomado en cuenta la regla del porcentaje percentil en un piloto promedio:

Figura 31

Medidas promedio % piloto



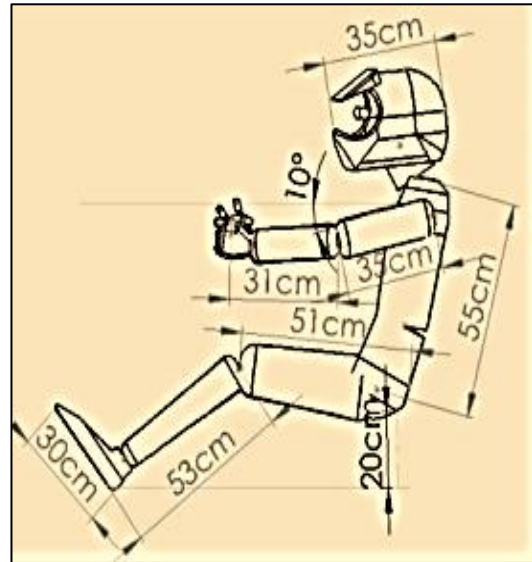
Nota. Dimensiones corporales promedio de una persona-piloto. Tomado de (Gonzales, 2017)

3.1.5 Dimensiones corporales

Las medidas corporales son muy importantes para determinar el espacio más apropiado que necesitará tener el bastidor tubular a la hora de su construcción, para esto se tomará en cuenta las dimensiones de la cintura, rodilla, espalda, las longitudes primarias son las del brazo, antebrazo, piernas, y pies. También es necesario considerar las dimensiones entre la cabeza y el habitáculo teniendo en cuenta que el piloto deberá llevar casco y a partir de esto debe existir una distancia de por lo menos 20 a 30 cm. A continuación se detalla una tabla con las medidas de una persona promedio de 1,75cm Y un peso de 70 Kg.

Tabla 7*Medidas de un piloto*

Medidas promedio de un piloto	
<i>Largo de pie</i>	30cm
<i>Angulo del pie y pierna</i>	91°
<i>Largo de pierna</i>	54cm
<i>Dimensión de muslo</i>	52cm
<i>Altura de piso a la cintura</i>	25cm
<i>Largo de espalda</i>	60cm
<i>Declive del tronco con respecto a la vertical.</i>	15°
<i>Largo del antebrazo</i>	30cm
<i>Declive del brazo con respecto a la horizontal.</i>	12°
<i>Largo del brazo</i>	50cm
<i>Diámetro del casco (aprox.)</i>	40cm



Medidas referenciales de un piloto promedio.

Nota. Medidas y dimensiones de una persona promedio, se debe tomar un margen de error de (\pm) 5 cm.

3.2 Criterios de construcción

Para la construcción de nuestro bastidor tubular es muy necesario tener en cuenta claros algunos conceptos y criterios de construcción, así como teoría de vital importancia que harán que la construcción de nuestro bastidor sea realizada de manera eficaz y satisfactoria.

3.2.1 Esfuerzo

Cuando se usan materiales para la construcción de cualquier parte o componente en el ámbito de la ingeniería y construcción de automotores, por ley se deben realizar estudios de resistencia a los materiales empleados en la construcción de dichos componentes.

Frecuentemente estas cargas y esfuerzos se muestran en estructuras geométricas con dimensionamiento, es por esta razón que es aconsejable hacer análisis y determinar la capacidad y límite de rotura y deformación de los materiales.

Según (Robert. L. Mott, 2009) en su definición para el esfuerzo manifiesta que: "son las fuerzas internas que se generan dentro de cuerpos o estructuras sometidas a cargas."

Se define por la fórmula:

$$ESFUERZO = \frac{FUERZA (F)}{ÁREA (A)}$$

Es muy importante determinar qué es lo que sucede en el interior de la estructura cuando está sometida a una carga, pero también es de vital importancia saber la fuerza que se está ejerciendo sobre un área determinada de nuestro bastidor tubular.

3.2.2 Esfuerzo Normal Directo

Este tipo de esfuerzo es el que actúa de manera normal o perpendicular a la sección ancha del miembro de soporte, y además el esfuerzo es uniforme sobre el área, es decir, es el mismo en un punto cualquiera de la sección transversal. (El blog "Resistencia de los Materiales", 2012)

Dentro del esfuerzo normal directo podemos encontrar dos tipos fundamentales de esfuerzos que se detallan a continuación:

3.2.3 Esfuerzo de compresión

Un cuerpo está sometido a un esfuerzo de compresión cuando se le aplican dos fuerzas con la misma dirección y sentidos contrarios provocando un abombamiento en su parte central y reduciendo su longitud inicial. Las fuerzas aplicadas tienden a aplastarlo o comprimirlo. (Blog Esfuerzos, 2015)

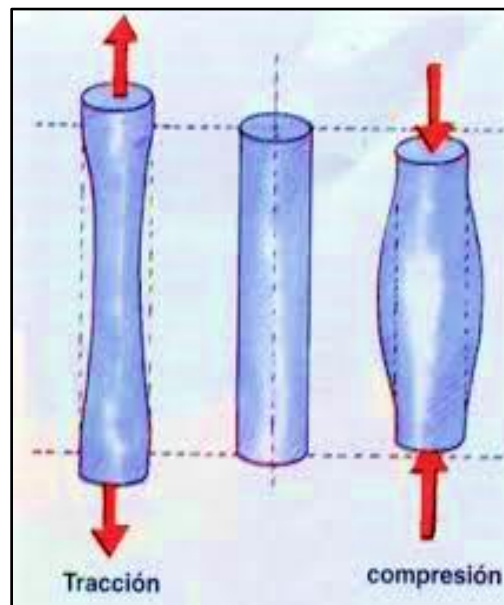
3.2.4 Esfuerzo de tensión

Decimos que un elemento está sometido a un esfuerzo de tracción cuando sobre él actúan fuerzas que tienden a estirarlo. Los tensores son elementos resistentes que aguantan muy bien este tipo de esfuerzos.

La tracción es lo contrario a la compresión: intentar “estirar”, alargar un elemento.

Figura 32

Esfuerzos de tracción y compresión de materiales



Nota. Se observa en la figura los esfuerzos de tensión y compresión en una barra.

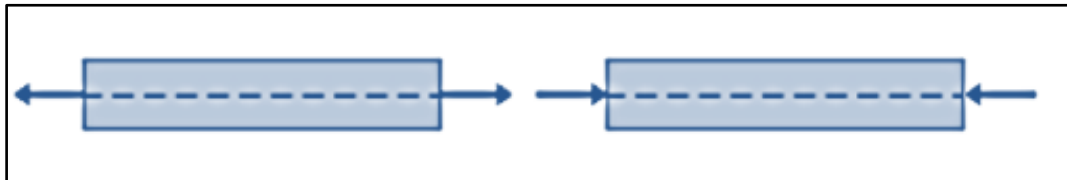
Tomado de (Conceptos básicos en la resistencia de materiales, 2012)

3.2.5 Relaciones entre esfuerzos y deformaciones.

La relación que existe entre los esfuerzos y deformaciones se encuentran directamente muy correlacionados, dependiendo de cuales sean las fuerzas externas que actúen en el miembro estructural tales como:

Figura 33

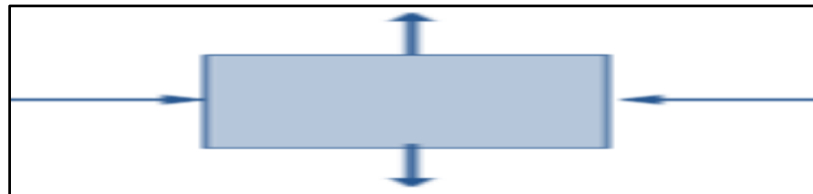
Fuerzas y deformaciones en una dirección.



Nota. Deformación y esfuerzo axiales en dos direcciones. Tomado de (Robert. L. Mott, 2009).

Figura 34

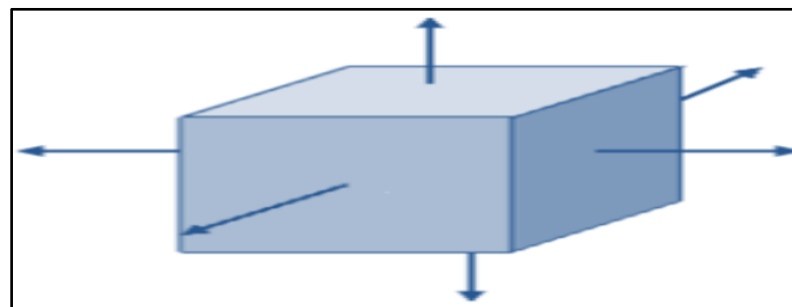
Fuerzas y deformaciones en dos direcciones.



Nota. Deformación y esfuerzo en las cuatro direcciones. Tomado de (Robert. L. Mott, 2009).

Figura 35

Fuerzas y deformaciones en seis direcciones.



Nota: Deformación y esfuerzo en las seis direcciones. Tomado de (Robert. L. Mott, 2009)

3.2.6 Esfuerzo de flexión

Un elemento estará sometido a flexión cuando actúen sobre él cargas que tiendan a doblarlo. En un esfuerzo de flexión se dan los esfuerzos de tracción y compresión a la vez, pues cuando el cuerpo se hunde, una parte sube hacia fuera (tracción), mientras que otra se hunde hacia dentro (compresión).

Figura 36

Fuerza de flexión en un miembro estructural



Nota. Se puede observar en la imagen que la viga se dobla al aplicar una fuerza.

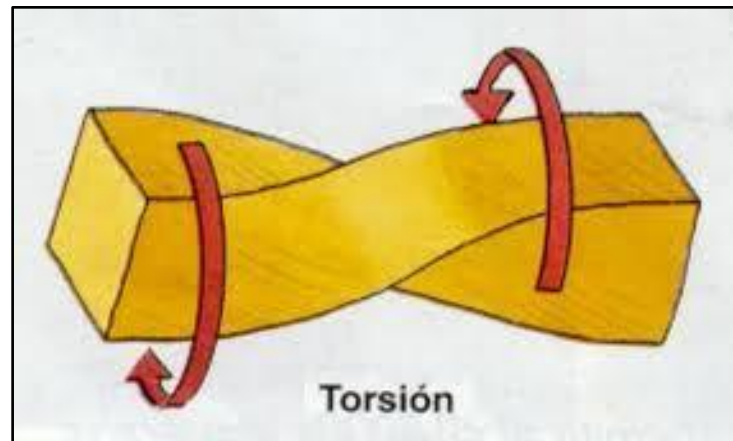
Tomado de (Mecánica de materiales, 2015).

3.2.7 Esfuerzo de torsión

Un cuerpo sufre esfuerzos de torsión cuando existen fuerzas que tienden a retorcerlo. Es un esfuerzo producido por retorcer o girar un material sobre sí mismo, ofreciéndose en sus dos pares de giro en sentido contrario.

Figura 37

Fuerza de torsión sobre miembro estructural



Nota. Se puede observar en la imagen que la viga se tiende a torcer al aplicar una fuerza. Tomado de (Robert. L. Mott, 2009)

3.2.8 Rigidez

Podemos entender por rigidez a la capacidad que tiene un cuerpo o miembro estructural para soportar esfuerzos sin que el material sufra deformaciones en su estructura; para determinar la rigidez de un material podemos valernos de la siguiente expresión:

$$\text{Rigidez} = k \frac{\text{Carga aplicada } P}{\text{Deformación } \epsilon}$$

Las características en los miembros estructurales son:

- Módulo de Young
- Área de sección
- El momento de inercia
- Módulo de elasticidad transversal.

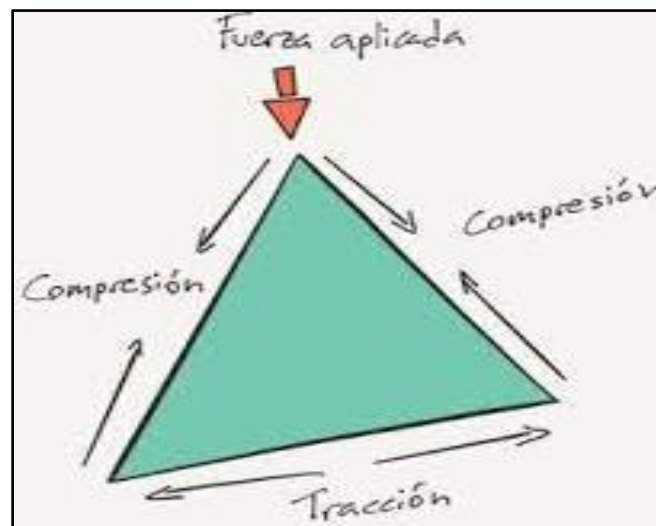
3.3 Criterios de triangulación

Este concepto es de vital importancia en la construcción de nuestro bastidor tubular para un UTV, ya que el concepto sobre triangulación de estructuras nos dice que el triángulo es el único polígono indeformable, ósea cuando aplicamos una fuerza mayor a la estructura triangular este soportara de gran manera y no se deformara.

Si aplicamos la fuerza a uno de los vértices del triángulo, el cual sea formado por tres miembros estructurales, las dos estructuras que adyacentes que se junten en dicho vértice de manera instantánea se encontrarán sometidas a fuerzas de compresión, mientras que el tercer miembro estructural quedará sometido a una fuerza de tracción.

Figura 38

Fuerzas aplicadas sobre estructura triangular

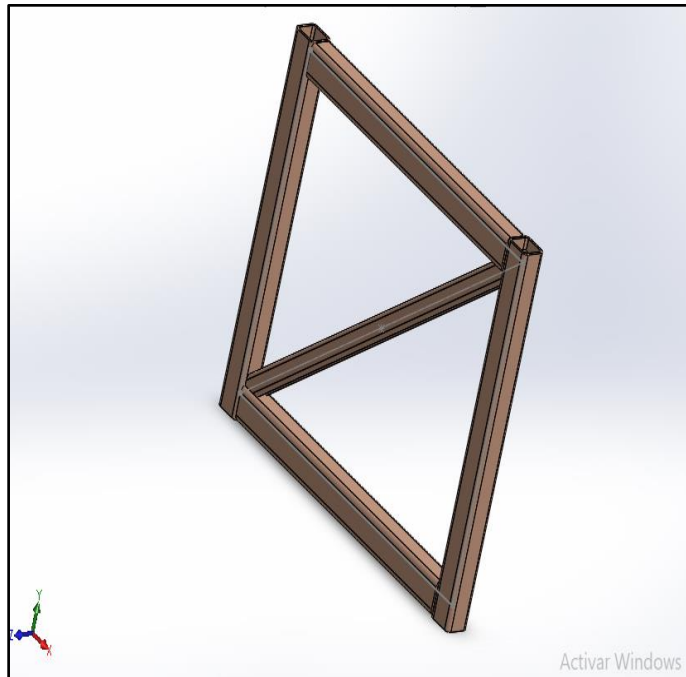


Nota. Fuerzas de compresión y tracción en un triángulo. Tomado de (Thinklink.com)

Es por esto que para la construcción del bastidor tubular del UTV, debemos aplicar este concepto de triangulación estructural debido a que la deformación será mucho menor con respecto a los esfuerzos axiales, momentos flectores o de torsionales y de esta manera evitar roturas o deformaciones en la estructura.

Figura 39

Aplicación del concepto de triangulación en estructura



Nota. Se puede observar una estructura en la cual se aplica el concepto de triangulación.

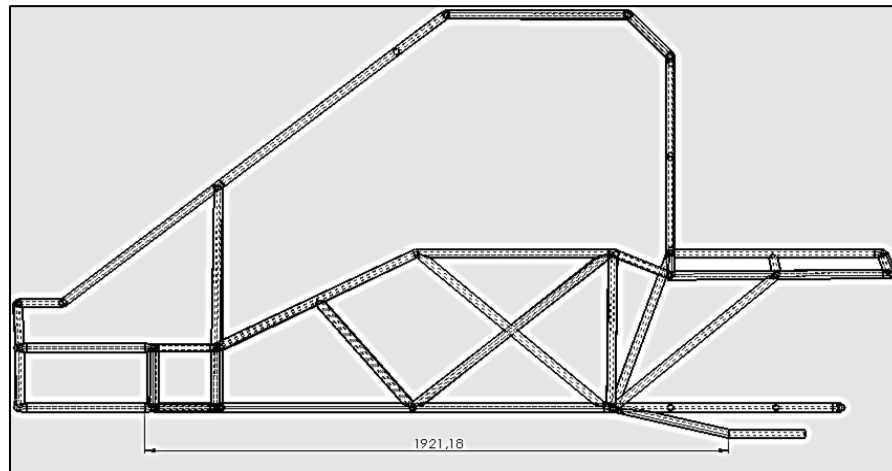
3.4 Distancia entre ejes del vehículo Utv

La distancia entre ejes es la distancia existente entre el eje de las ruedas delanteras y el eje de las ruedas traseras. Lógicamente, esto influirá de manera directa en las características del vehículo, así como será su comportamiento y cualidades dinámicas. (Renting Finders, 2020)

En este tipo de vehículos la distancia entre ejes puede variar según el modelo y diseño, ya que como se mencionó en el capítulo II existen vehículos UTV destinados a la ayuda de tareas cotidianas y otros construidos para competencias off road, por lo tanto la distancia entre ejes será distinta según el caso, para este bastidor tubular se tomará en cuenta las recomendaciones de la Codasur, tipo de neumáticos que se usarán etc.

Figura 40

Distancia entre ejes de un vehículo



Nota. Se puede observar en la imagen los puntos de referencia para medir la distancia entre ejes de un vehículo UTV biplaza.

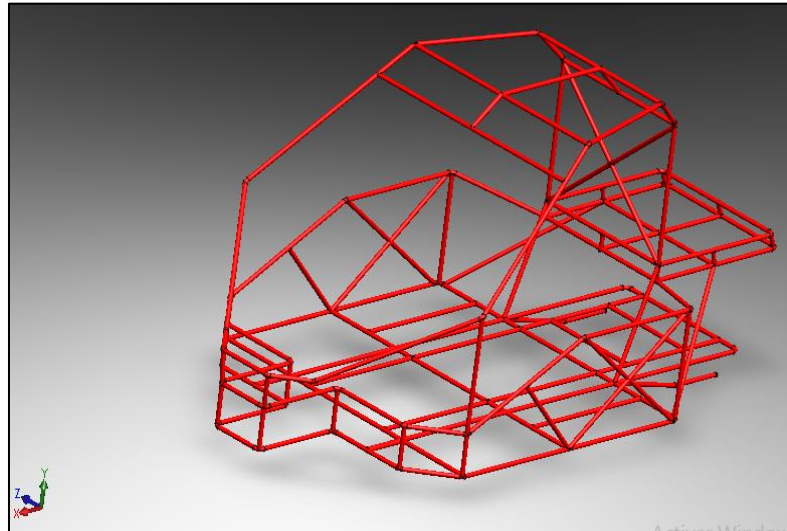
3.5 Centro de gravedad

El término centro de gravedad o de masa, en el bastidor tubular es el punto central en donde se centra toda la masa de la estructura tubular, este dato es muy importante ya que en base a este dato se podrá determinar la ubicación de los neumáticos.

Para esto es necesario el uso de un programa de modelado 3D que en este caso será Solidworks, el cual también fue utilizado para el diseño y modelado de la estructura tubular para el UTV biplaza, este software es de vital ayuda para poder tener un estudio claro sobre las características y resultados que tendrá nuestro bastidor antes de construirlo.

Figura 41

Estructura tubular Biplaza UTV en Solidworks

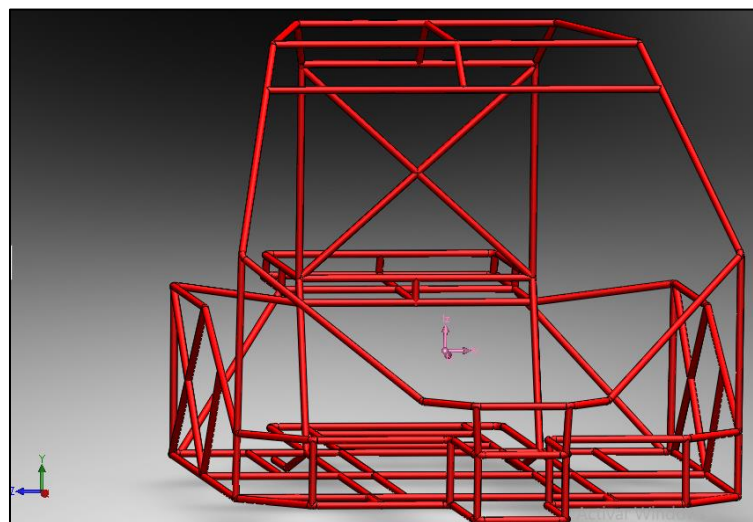


Nota. Se puede observar la estructura del UTV biplaza.

Ubicación del centro de masa y el punto de origen en el bastidor tubular UTV biplaza visto desde la vista frontal:

Figura 42

Vista frontal Bastidor UTV - Punto centro de masa y origen.

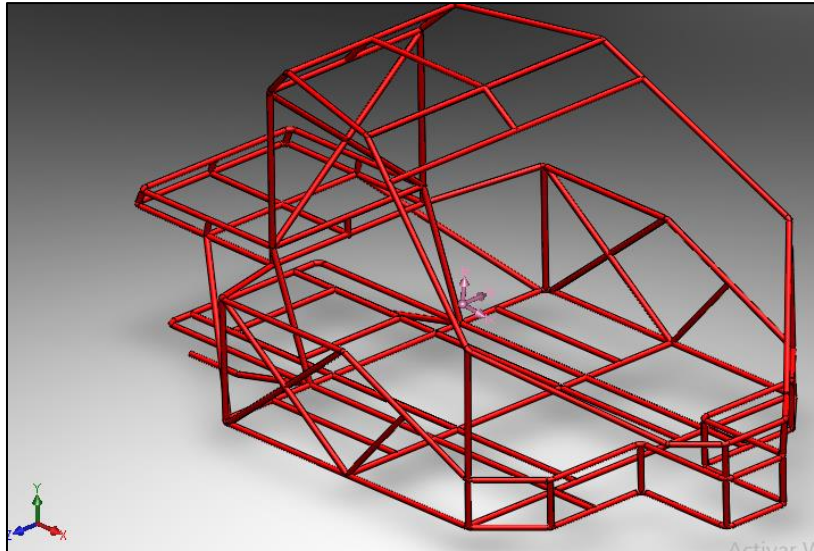


Nota. Se observa la vista frontal del vehículo UTV biplaza.

Ubicación del centro de masa en el bastidor tubular del Utv biplaza. Visto desde la cara isométrica:

Figura 43

Centro de masa del bastidor tubular. Vista isométrica



Nota. Se observar el centro de masa del vehículo UTV biplaza.

Cuando ya hemos localizado en centro de masa y el origen en nuestro bastidor tubular el software Solidworks nos indicará las coordenadas y ubicación del centro de gravedad exacta, con respecto a los ejes x, y, z como se detalla a continuación:

Figura 44

Centro de masa del bastidor tubular UTV

Centro de masa: (milímetros)
X = -232,43
Y = 356,87
Z = 1,89

Nota. Centro de masa en (mm) en sus ejes.

3.6 Alternativas de construcción de bastidores.

Para la puesta en marcha de la construcción del bastidor tubular para el UTV, se tomó en cuenta dos posibles modelos de utvs, para determinar la mejor opción de construcción se tomará en cuenta los costos, construcción y, sobre todo la seguridad de los pasajeros.

3.6.1 Alternativa número 1 Bastidor tubular UTV Tipo Utilitario

Este tipo de bastidor posee características las cuales lo hacen estable y muy confiable teniendo una estructura sencilla y ligera, preciso para la ejecución de tareas y trabajos no tanto de recreación, el bastidor es construido en aleaciones de acero, generalmente A36 el cual brinda resistencia y protección a la estructura en ambientes húmedos, su tamaño no sobrepasa los dos metros cincuenta, siendo un vehículo práctico en el cual la estructura tubular brindara seguridad y confianza al momento de la conducción, a continuación se detallan las características y medidas del mismo:

- Jaula de seguridad, refuerzo frontal y trasero.
- Cabina de acceso limitado.
- Tubería de 1'' con 2 mm de espesor, para resistencia y seguridad.
- Espacio limitado de carga.
- Peso reducido.
- Fácil construcción.

Tabla 8

Características de la primera opción de bastidor tubular para UTV

Características de la primera opción de bastidor tubular para UTV	
Longitud	2159 mm
Ancho	1219 mm
Altura	1297 mm
Distancia entre ejes	1651 mm
Peso (solo Bastidor)	40 kg

Nota. Detalles de la opción 1, Bastidor tubular de un UTV tipo utilitario

Figura 45

Ilustración de la estructura donde se muestra la opción 1 .Bastidor Utv utilitario



Nota. Se puede observar la primera alternativa de construcción.

3.6.2 Alternativa número 2 Bastidor Tubular UTV Tipo Todo Terreno (Off road)

El bastidor tubular de este tipo de utvs todo terreno son fabricados generalmente en materiales de precio moderado como lo es la tubería de perfil circular o cuadrado, generalmente de macero, debido a su gran resistencia a las deformaciones y exigencias a las que el bastidor estará sometido, las estructuras en este tipo de material brindan seguridad a los tripulantes del vehículo y se comportan de manera eficiente al momento de atravesar obstáculos, poseen una gran estabilidad siendo el bastidor ideal para soportar las exigencias de un recorrido (off road); a continuación se detallan sus características:

- Seguridad: jaula protectora antivuelco, frontal y trasera.
- Cabina de gran acceso, cómoda y espaciosa.
- Espacio destinado para carga de hasta 50 kg
- Tubería de acero negro circular de (1'' ¼ x 2 mm) y (1'' x 2 mm) para refuerzos triangulares.

Tabla 9

Características de la segunda opción de bastidor tubular para UTV (todo terreno)

Características de la segunda opción de bastidor tubular para UTV (Todo Terreno)	
Longitud	2875.70mm
Ancho	1612.26 mm
Altura	1402.10 mm
Distancia entre ejes	1352,21 mm
Peso (solo Bastidor)	50 kg

Nota. Detalles que tiene la opción 2. Bastidor tubular de un UTV tipo todo terreno.

Figura 46

Ilustración de la estructura donde se muestra la opción 2 de construcción



Nota. Se puede observar la segunda alternativa de construcción UTV todo terreno.

3.7 Evaluación de las alternativas de construcción para el biplaza UTV

Una vez mostradas las dos opciones y sus principales características, medidas de bastidores tubulares biplaza para UTVs, se decidirá cuál es la mejor opción de construcción teniendo en cuenta el material, el espacio y confort ya que es un factor importante, el costo de construcción y sobretodo la seguridad que ofrece el bastidor a los tripulantes del UTV.

En la siguiente tabla se determinará la opción más acertada para la construcción del bastidor tubular biplaza para el UTV:

Tabla 10

Comparación de alternativas

Comparación de alternativas		
Características / opciones detalladas	Opción 1	Opción 2
Peso (estructura más ligera)	x	
Viabilidad de construcción/ fabricación. (Facilidad)		x
Costos de materiales de construcción (Economía).		x
Confort de tripulantes (piloto y copiloto)		x
Seguridad en caso de accidente. (Volcamiento).	x	x
Resistencia a terrenos irregulares y esfuerzos de fatiga.		x
Economía y presupuesto para el proyecto. (estudiante)	x	x
Capacidad de carga		x
Puntos a favor	3	7

Nota. Comparación entre alternativas de construcción

Una vez evaluado los puntos más importantes en cada caso, se observa que la opción número 2 es la más viable ya que esta presenta mayores beneficios sobre los aspectos mostrados, tanto en facilidad de construcción, así como en economía, seguridad y prestaciones, es así que el bastidor tubular biplaza a construir será la segunda alternativa, dejando de lado la primera opción.

3.7.1 Detalles de la alternativa seleccionada para la construcción:

Luego del estudio de y análisis de las dos propuestas de construcción se ha determinado que el bastidor tubular biplaza Utv todo terreno (segunda opción) es más adecuada tanto en resistencia a deformaciones como impactos, más adecuado con respecto a costos, facilidad de ensamblaje y construcción, material abundante y accesible, es por todas estas características que se procede a la ejecución y construcción de dicho bastidor.

En el siguiente capítulo se mencionan las medidas y puesta en marcha, diseño con ayuda de un software 3D de la construcción del bastidor tubular,

Capítulo IV

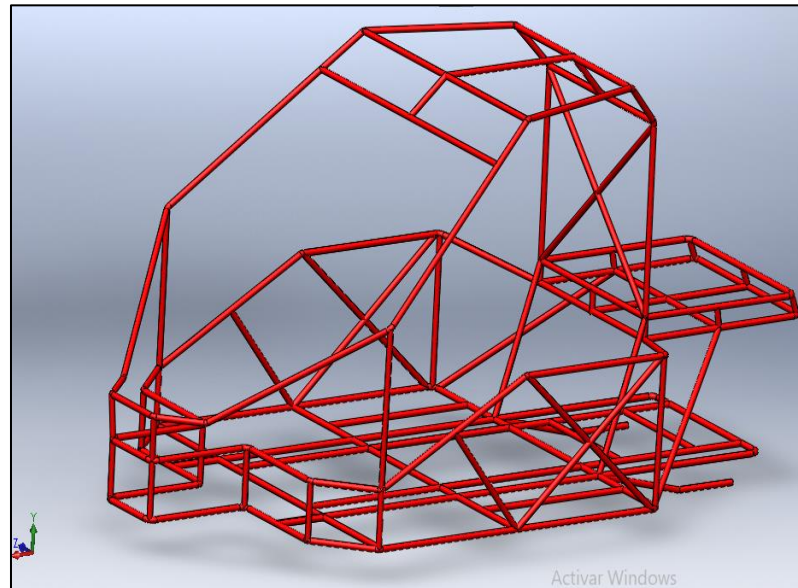
4.1 Modelado y dimensionamiento

Hoy en día existen un sin número de programas de dibujo asistido por computador, que facilitan el diseño de estructuras, partes y piezas en distintos ámbitos de la construcción en general, ahora centrándonos en el campo automotriz como lo es este caso, tenemos a total disposición softwares de diseño en los cuales se pueden crear, dibujar y diseñar la estructura interna base de un vehículo como lo es el bastidor tubular biplaza UTV. El cual empezará a partir de un boceto inicial, y con ayuda de otras herramientas definiremos otros aspectos y lineamientos que ayudarán a diseñar el bastidor del vehículo de mejor manera.

Gracias a los conocimientos adquiridos durante el periodo de formación académica se tiene un dominio y conocimiento sólido en el manejo de softwares de diseño 3D que ayudarán de mejor manera al desarrollo de este proyecto. Concretamente el software a utilizar se denomina Solidworks, siendo este uno de los programas más completos en el diseño de estructuras, partiendo de un croquis 3D se irá definiendo el boceto, acotando las medidas necesarias ya mencionadas anteriormente, para posteriormente con ayuda de las herramientas del programa proceder a la asignación de materiales con los cuales el bastidor tubular será construido. A continuación se adjunta la imagen del bastidor tubular biplaza UTV, una vez finalizado en el software de diseño Solidworks 3D:

Figura 47

Estructura del bastidor tubular finalizado



Nota: Se puede observar la estructura del vehículo UTV diseñada en Solidworks.

4.1.1 Modelado del bastidor tubular biplaza

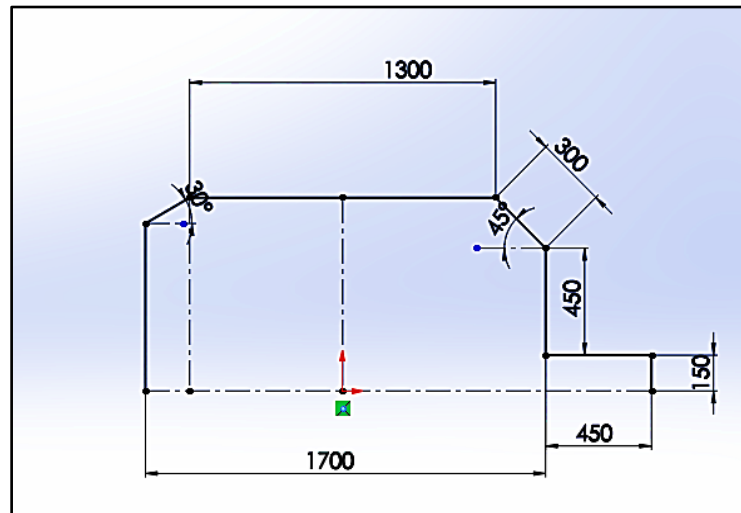
Para realizar el modelado del bastidor tubular se emplea como ya se mencionó el software de diseño Solidworks, para empezar iniciaremos con un coquizado 3D, para posteriormente realizar las líneas en los ejes x, y, z y de esta manera empezar a dar forma a nuestro bastidor.

4.1.2 Modelado de la planta del bastidor

Inicialmente empezamos el modelado desde el punto de origen en el plano de planta en la cual empezaremos a dibujar el suelo del bastidor.

Figura 48

Modelado de la planta del bastidor Utv biplaza

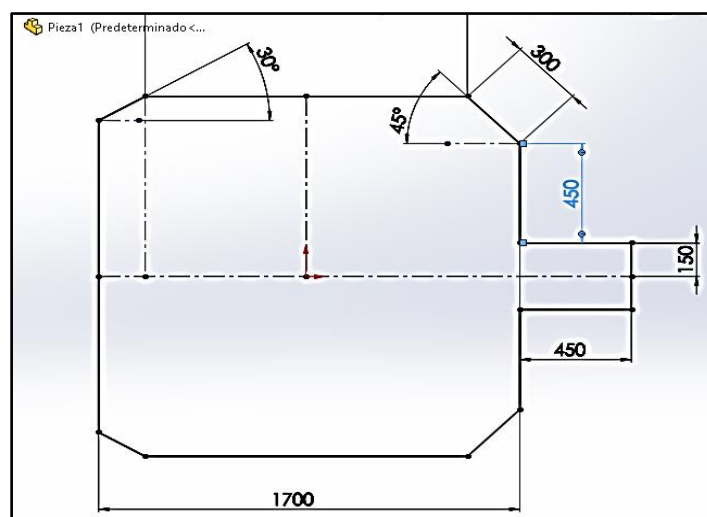


Nota. Se observa en la figura las medidas de la planta del bastidor tubular UTV.

Una vez definida la planta del bastidor se procede a crear una simetría de identidades la cual nos ayudara a copiar al lado opuesto de nuestra línea constructiva el croquis ya realizado, para de esta manera tener completamente definida la planta del bastidor tubular UTV como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 49

Modelado completo de la planta del bastidor Utv.



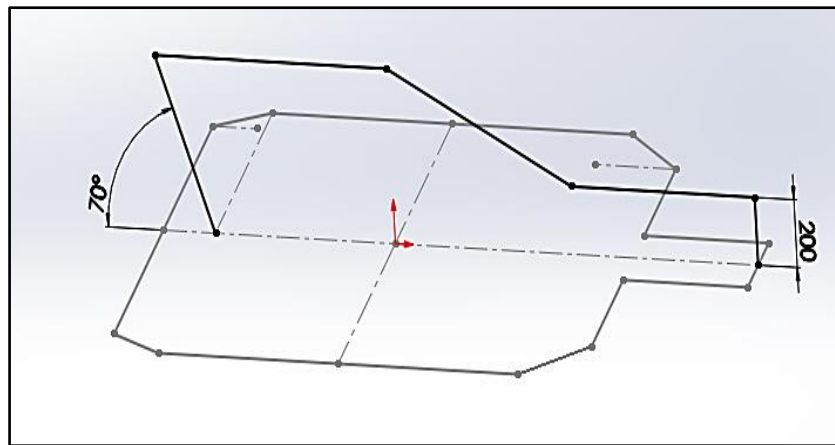
Nota. Se creó una simetría de identidades para completar la planta del bastidor.

4.1.3 Modelado de la entrada al bastidor

A partir de este punto se proseguirá con el próximo boceto, que será el ingreso del piloto y copiloto, también la parte posterior del bastidor, la entrada al interior del bastidor se encontrará en la parte superior al piso ya que de esta manera se garantiza el fácil ingreso al mismo.

Figura 50

Boceto de la entrada al bastidor tubular Utv biplaza

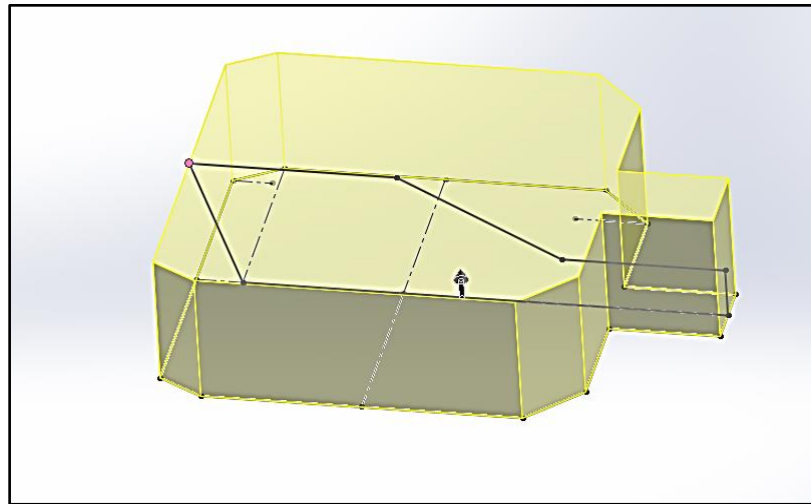


Nota. Para el dibujo o coquizado de la parte del ingreso al bastidor se trabajó en el plano alzado.

Seguidamente se procederá a extrudir la planta del croquis hasta el vértice superior para determinar si la altura de entrada al bastidor es la correcta, y posteriormente se extruye el segundo croquis (entrada al bastidor) lateralmente en ambas direcciones hasta la superficie delimitada, una vez hecho esto tenemos la base para seguir con el dimensionamiento de la jaula del Utv biplaza.

Figura 51

Extrusión del boceto de entrada al bastidor en ambas direcciones.



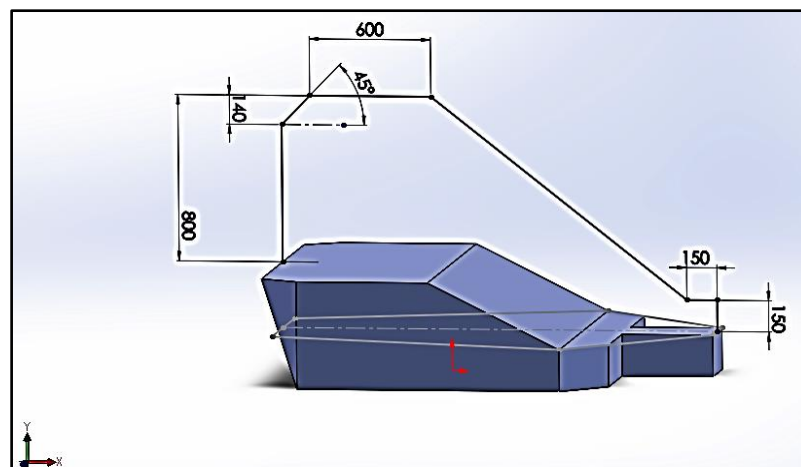
Nota: Se observa el modelado de la entrada al bastidor tubular UTV.

4.1.4 Modelado de la jaula

Partiendo de este boceto se seguirá con el modelado de la cabina o jaula de la estructura tubular teniendo en cuenta que allí se instalarán dos asientos, espacio y confort para pilotos, y otros sistemas, tablero, caja de fusibles, volante de dirección etc.

Figura 52

Modelado de la jaula del bastidor tubular UTV

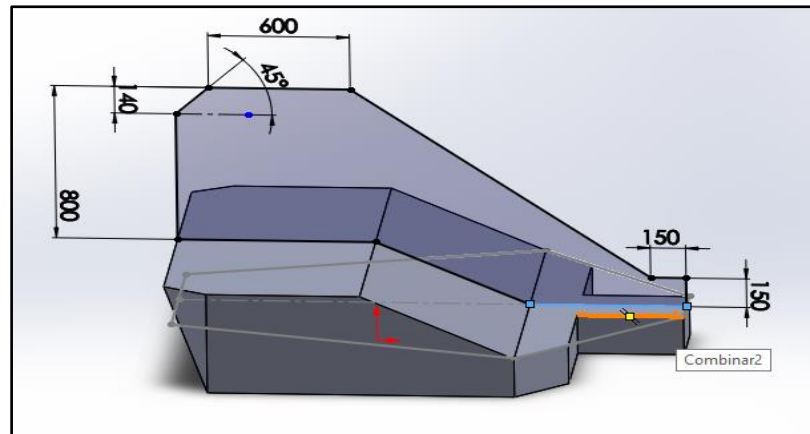


Nota. En la figura se observa el modelado de la jaula del UTV

A continuación se realizará el boceto de la parte frontal de la estructura donde se alojan importantes sistemas, se procede a extrudir el boceto de la jaula del UTV en ambas direcciones:

Figura 53

Modelado de la parte frontal de la estructura tubular UTV

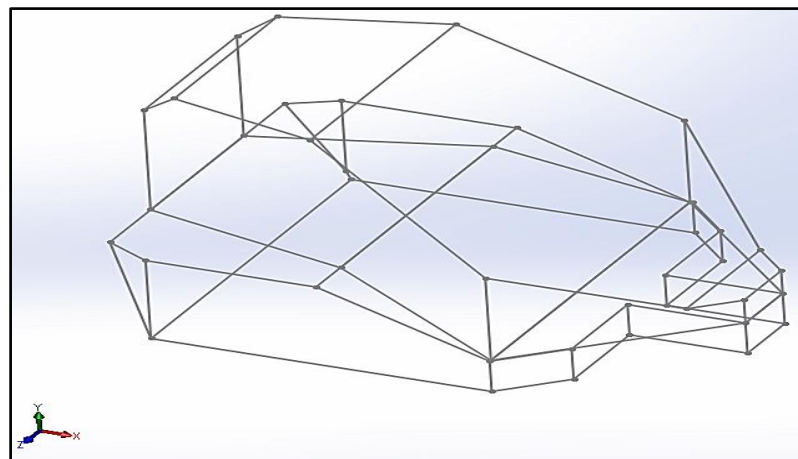


Nota. Se observa las medidas de la cabina y jaula del UTV biplaza.

Una vez modelada la parte frontal del bastidor tubular se usó la operación “convertir entidades” así se tiene completamente definida y modelada la parte frontal, jaula o cabina y techo del bastidor tubular UTV.

Figura 54

Modelado del bastidor tubular UTV (Cabina)

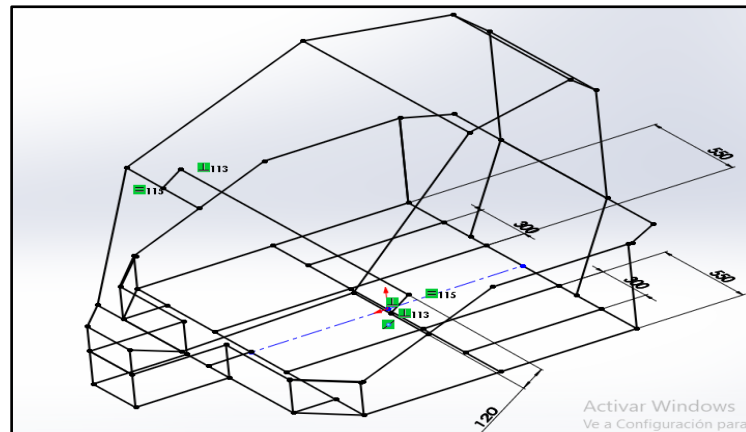


Nota. Se puede observar la estructura tubular UTV dimensionada.

Una vez que la parte frontal del bastidor tubular UTV Biplaza está coquizado se procederá a borrar ciertas líneas que no son parte del diseño, así como también a la implementación de las vigas que irán en el suelo del bastidor UTV.

Figura 55

Modelado de las vigas que serán el soporte del piso en el bastidor UTV biplaza



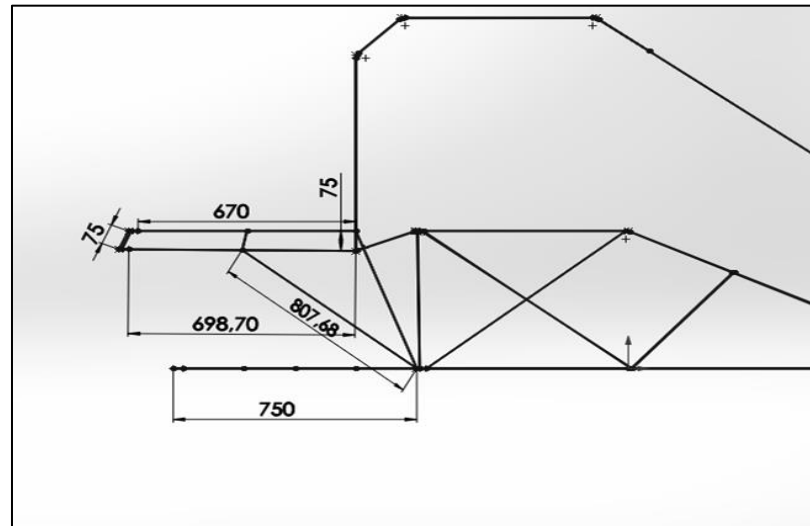
Nota. Se observa los trazos y líneas en el suelo del UTV que soportaran al piso del mismo.

4.1.5 Modelado parte posterior del bastidor UTV biplaza

Para el modelado de la parte posterior del bastidor tubular se procederá en conjunto con la parte frontal del bastidor, en esta zona se alojan algunos elementos importantes como lo son el motor, amortiguadores traseros, tanque de nafta, además cuenta con una pequeña zona de carga:

Figura 56

Modelado de la parte posterior del bastidor UTV biplaza

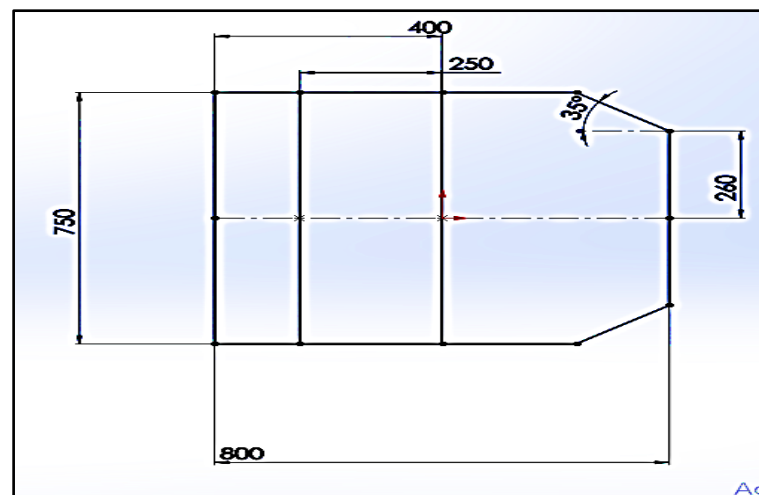


Nota. Se observa el modelado de la zona de carga del UTV biplaza.

Para el modelado de la parte posterior del bastidor tubular, concretamente para la base de apoyo del motor y donde además se alojarán los ejes o palieres traseros que darán movimiento a los neumáticos del UTV, se procederá a dibujar el croquis de esta parte importante de la estructura:

Figura 57

Parte posterior inferior del bastidor tubular

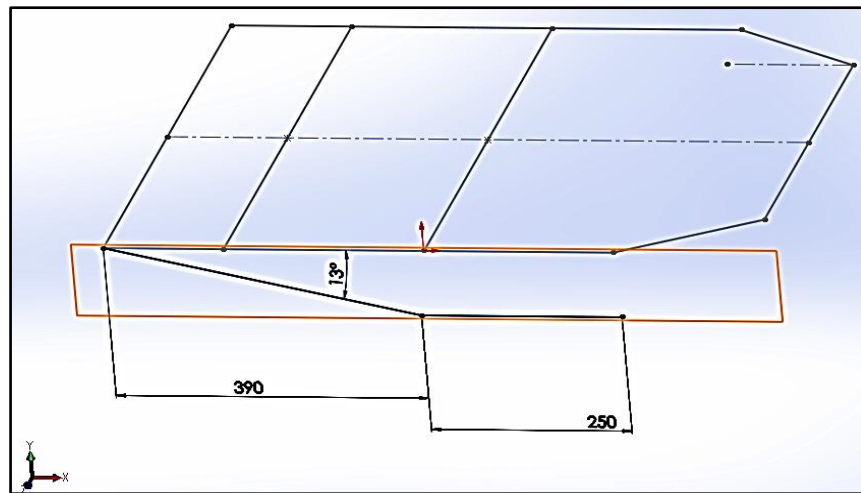


Nota. Se observa el dimensionamiento y modelado de la base de apoyo del motor

Posteriormente se procederá a trabajar en el plano alzado para proseguir con el croquis de la base de apoyo del motor, debido al peso del motor que excede los 80 kg se debe reforzar esta base de manera que resista el peso y fuerzas ejercidas sobre esta.

Figura 58

Modelado sobre el "plano alzado" de la base de apoyo del motor del bastidor tubular biplaza UTV



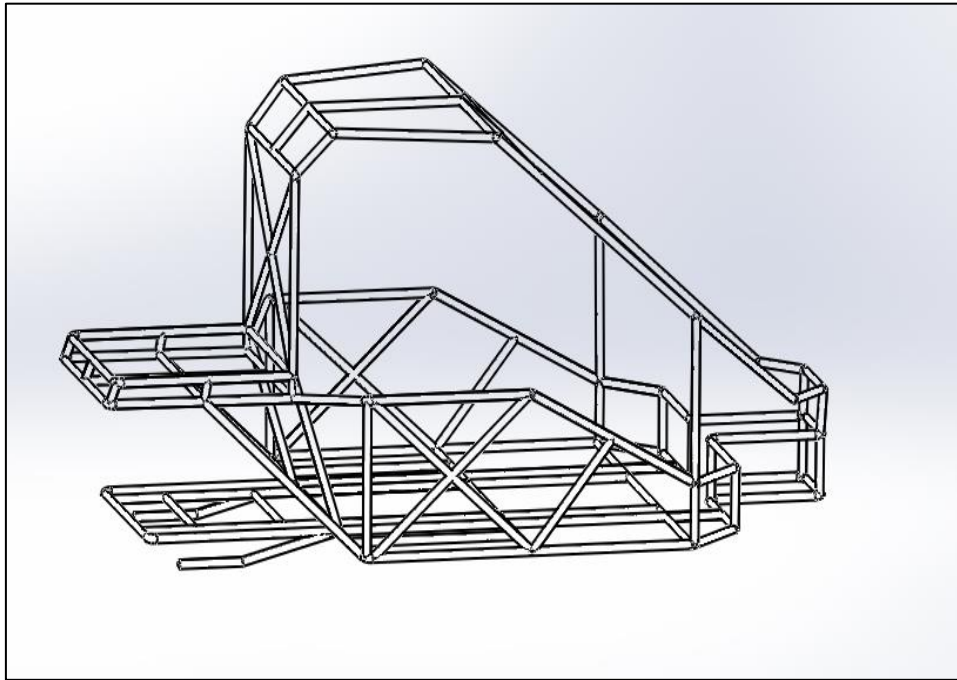
Nota. Se observa el dimensionamiento posterior inferior del UTV biplaza.

Una vez terminado el dimensionamiento y modelado de la parte posterior inferior donde se apoya el motor en la estructura tubular, se procederá al ensamble de esta pieza a la parte frontal de la estructura, quedando de esta manera completamente definida y lista para que se le asigne un material y un tipo de miembro estructural.

Como material se usará un Acero A36 disponible en la biblioteca de Solidworks, y un perfil estructural circular (tubería), para dar forma a la estructura del UTV biplaza.

Figura 59

Ensamble de la base de apoyo del motor al resto estructura tubular.



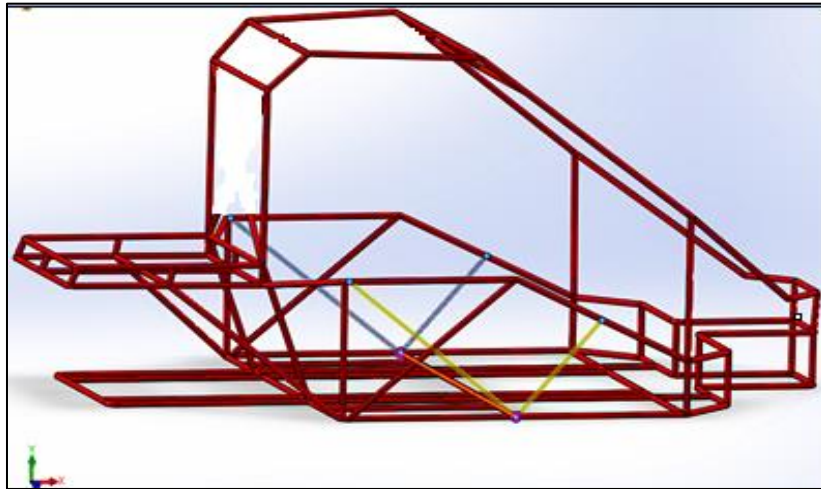
Nota. Se observa el ensamblaje de la base de apoyo del motor a la cabina del UTV.

4.1.6 Modelado de triangulación:

Una vez finalizada la parte posterior de bastidor tubular, la base del motor se procederá a la triangulación de elementos estructurales en algunas zonas del bastidor donde es necesario el refuerzo, como lo es el caso de la jaula, el techo, los lados laterales de acceso al bastidor ya que de esta manera se brindará mayor seguridad a los tripulantes en caso de accidente.

Figura 60

Triangulación en los laterales de la cabina e ingreso al bastidor tubular

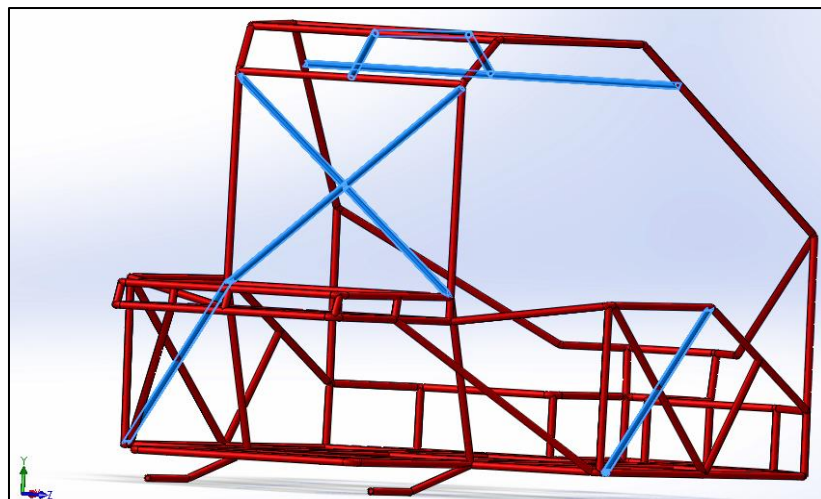


Nota. Se observa el concepto de triangulación implementado en el diseño para mayor rigidez y seguridad.

Posteriormente se modeló una triangulación de miembros estructurales en la parte posterior de la jaula la cual brindará mayor seguridad en caso de accidente a los tripulantes

Figura 61

Triangulación de miembros estructurales en la parte trasera de la jaula del UTV biplaza



Nota. Se observa el concepto de triangulación aplicado a la jaula del UTV.

4.2 Selección de perfil a implementar en la estructura tubular

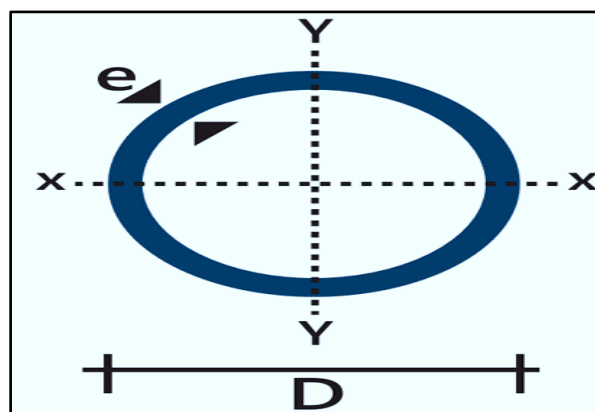
Una vez finalizado el modelado del bastidor tubular UTV, en el software Solidworks, es necesario hacer un análisis sobre cuál será el tipo de perfil que llevará el bastidor tubular, para esto tenemos dos opciones clara como lo está la tubería cuadrada de acero o también la tubería circular, para esto debemos tomar en cuenta los beneficios de cada tipo y los requerimientos que nuestra estructura deberá presentar.

4.2.1 Perfil estructural circular

Este tipo de perfil para la construcción de estructuras suele ser el más empleado a la hora de construir o fabricar bastidores tubulares, a lo largo de la industria automotriz concretamente en el ámbito de las carreras y competencias de rally los fabricantes suele producir sus bastidores en perfiles estructurales circulares debido a que este tipo de perfil circular brinda una rigidez y resistencia ideal ante posibles impactos. Este tipo de perfil estructural se escogió por ser la mejor opción para implementar en la construcción del bastidor tubular biplaza, ya que como se mencionó anteriormente presenta características de resistencia y rigidez, además se puede encontrar este tipo de perfil estructural en varias medidas y espesores lo cual hace que la construcción del bastidor sea efectuada de mejor manera.

Figura 62

Perfil estructural circular con sus respectivos acotamientos.



Nota.: Se observa un perfil estructural circular. Tomado de (Import aceros, 2019)

Especificaciones Generales perfil estructural circular:

- **Norma:** INEN 2415
- **Largo Normal:** 6.01m y medidas especiales
- **Dimensiones:** Desde 7/8 a 3''
- **Espesor:** Desde 1.51mm a 3.01mm
- **Norma de Calidad:** ASTM A500. A, B y C
- **Acabado:** Acero negro y galvanizado.

La tubería de acero cuenta con norma de fabricación INEN 2415; calidad SAE J 403 1008, lo encontraremos en espesores de 1,5 a 3mm y en unidades de hasta 7 metros, a continuación se adjunta una tabla donde se detallan las características, medidas que presenta el perfil estructural circular: (DIPAC, 2020)

Características del perfil estructural circular:

Tabla 11

Dimensiones y características del perfil estructural circular.

D. Nominal	Espesor	Peso	Área	I	W	I
Pulgadas	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³
7/8	1,50	0,77	0,98	0,53	0,47	0,73
1''	1,50	0,88	1,13	0,81	0,64	0,85
1 ¼''	1,50	1,12	1,43	1,63	1,03	1,07
1 ½''	1,50	1,35	1,72	2,89	1,52	1,30
1 ¾''	1,50	1,59	2,02	4,67	2,10	1,52
2''	1,50	1,82	2,32	7,06	2,78	1,74
2 ½''	1,50	2,29	2,92	14,05	4,42	2,19

Nota. El peso y las dimensiones de cada tipo de perfil circular varía entre cada uno de ellos. Tomado de (DIPAC, 2020).

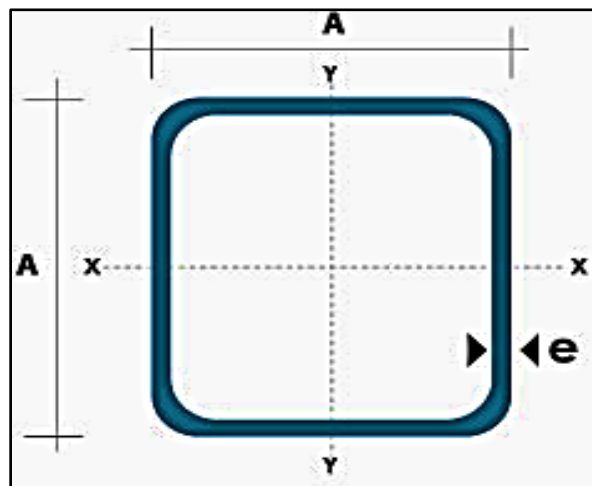
4.2.2 Perfil estructural cuadrado.

El perfil estructural cuadrado precisamente no es el más adecuado para la construcción total de estructuras o bastidores tubulares debido a que por su forma nos presenta una geometría cuadrada la cual puede sufrir deformaciones en caso de sufrir esfuerzos excesivos.

A pesar de lo mencionado anteriormente esta es una excelente opción para la construcción de ciertas zonas del bastidor tubular las cuales no estén sometidas a esfuerzos de alta fatiga como lo puede ser el suelo del bastidor.

Figura 63

Perfil estructural cuadrado con sus respectivos acotamientos.



Nota. Se puede observar un perfil estructural cuadrado en vista de corte. Tomado de (DIPAC, 2020)

Especificaciones Generales perfil estructural cuadrado:

- **Norma:** INEN 2415
- **Calidad:** SAE 403 1008
- **Acabado:** Acero negro y galvanizado
- **Espesor:** Desde 1.21mm a 5.01mm
- **Largo Normal:** 6.01m y medidas especiales
- **Dimensiones:** Desde 20.01mm a 100.01mm

A continuación se adjunta una tabla donde se detallan las características, medidas que presenta el perfil estructural cuadrado: (DIPAC, 2020)

Características del perfil estructural cuadrado:

Tabla 12

Dimensiones y características del perfil estructural cuadrado.

Características del perfil estructural cuadrado						
A (mm)	Espesor	Peso kg/m	Área _{cm²}	I _{cm⁴}	W _{cm³}	I _{cm³}
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94

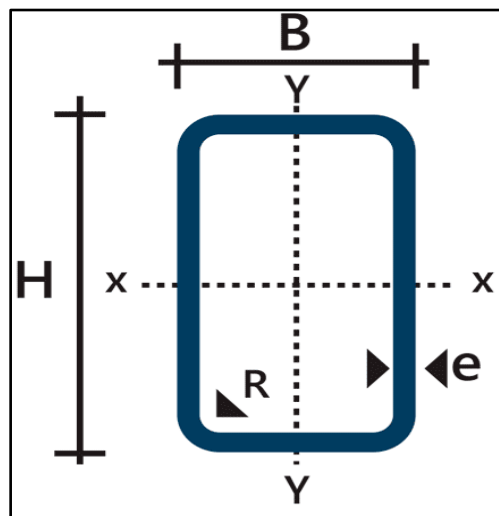
Nota. El peso y las dimensiones de cada tipo de perfil cuadrado varía entre cada uno de ellos. Tomado de (DIPAC, 2020)

4.2.3 Perfil estructural rectangular

Este tipo de perfil estructural no suele ser utilizado en la construcción de bastidores y estructuras tubulares, ya que más bien se lo utiliza en la industria de la construcción y la metalmecánica como por ejemplo estanterías estructuras y demás ya que estas no están sometidas a grandes esfuerzos, pero siempre hay excepciones ciertos artesanos construyen bastidores en este tipo de material aunque claramente no es lo más recomendable.

Figura 64

Perfil estructural rectangular con sus respectivos acotamientos.



Nota. Se puede observar un perfil estructural rectangular en vista de corte.

Tomado de (Import Aceros., 2019).

Especificaciones Generales perfil estructural rectangular:

- **Normativa :** INEN 2415
- **Calidad:** SAE 403 1008
- **Largo:** 6.01m y medidas especiales
- **Dimensiones:** Desde 20.01mm x 40.01mm a 50mm x 150mm
- **Espesor:** Desde 1.21mm a 3.01mm

A continuación se adjunta una tabla donde se detallan las características, medidas que presenta el perfil estructural rectangular. (DIPAC, 2020)

Características del perfil estructural rectangular:

Tabla 13

Dimensiones y características del perfil estructural rectangular.

Características del perfil estructural cuadrado							
A (mm)	B(mm)	Espesor	Peso	Área	I _{cm4}	W _{cm3}	I _{cm}
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12
20	40	1,5	1,35	1,65	3,26	1,63	1,40
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37
40	70	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26
40	60	2,5	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16
30	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49
30	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44
30	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37

Nota. El peso y las dimensiones de cada tipo de perfil rectangular varía entre cada uno de ellos. Tomado de (DIPAC, 2020).

4.3 Dimensionamiento del bastidor tubular

El dimensionamiento de un diseño estructural hace referencia a las medidas exactas con las cuales la estructura será construida, el dimensionamiento de la estructura se lo realiza antes de que se convierta en un cuerpo sólido, como ya se mostró anteriormente el boceto empleado para la construcción del bastidor tubular a continuación se detallarán las medidas empleadas en el desarrollo del mismo.

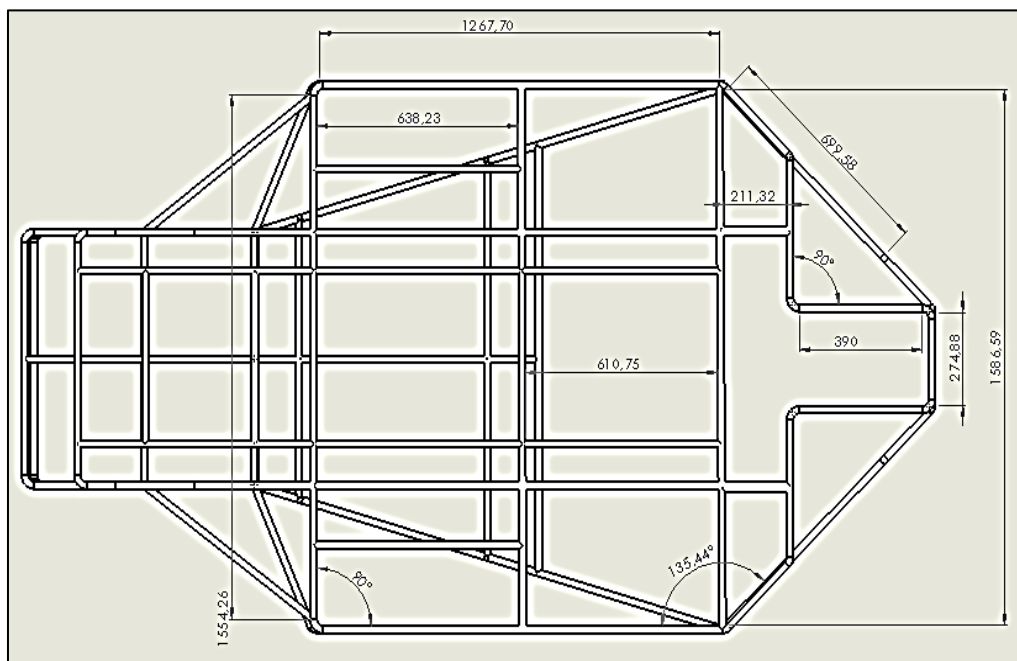
Para esto a continuación se mostraran las medias de cada parte que conforma el bastidor tubular indicadas en (mm) ya que en el software de diseño Solidworks se trabajó en (M, M, G, S) milímetro, gramo y segundo.

A continuación se procederá a indicar el dimensionamiento del bastidor tubular:

4.3.1 Dimensionamiento del piso de la estructura tubular

Figura 65

Dimensionamiento del piso del bastidor tubular biplaza UTV.

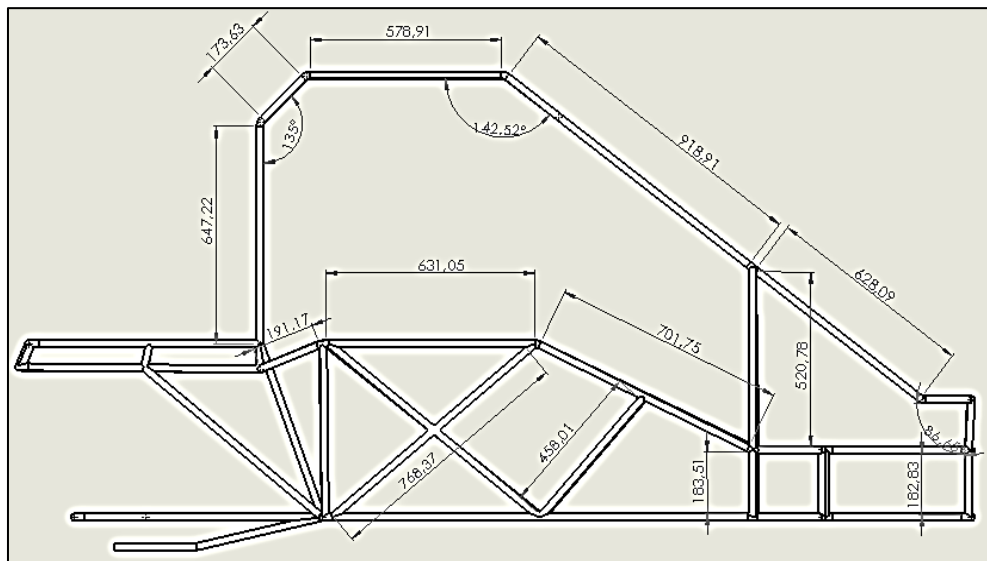


Nota: Se puede observar las medidas de la planta del bastidor indicadas en (mm).

4.3.2 Dimensionamiento de la cabina del bastidor tubular.

Figura 66

Dimensionamiento de la cabina del vehículo UTV biplaza.

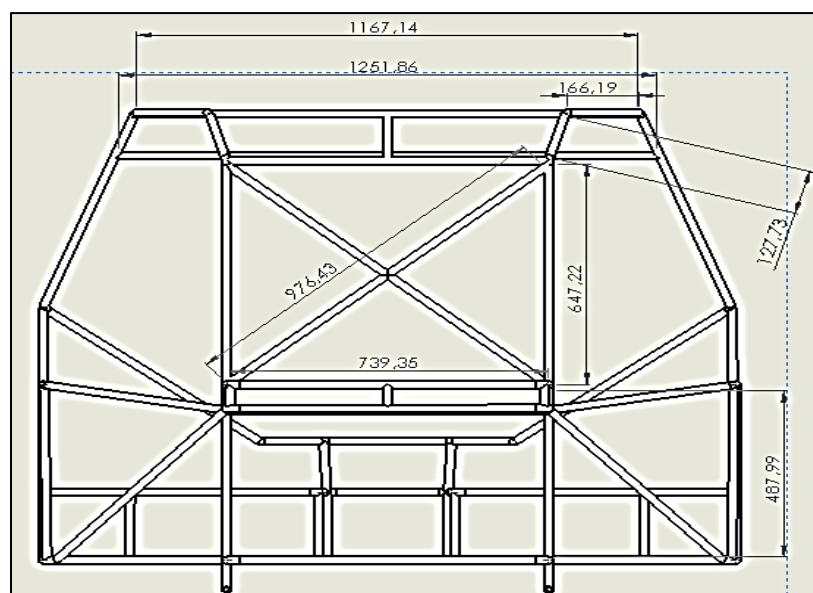


Nota: Se puede observar las medidas para el dimensionamiento de la cabina del UTV

4.3.3 Dimensionamiento del espaldar de la cabina del vehículo UTV

Figura 67

Dimensionamiento del espaldar de la cabina del UTV biplaza.

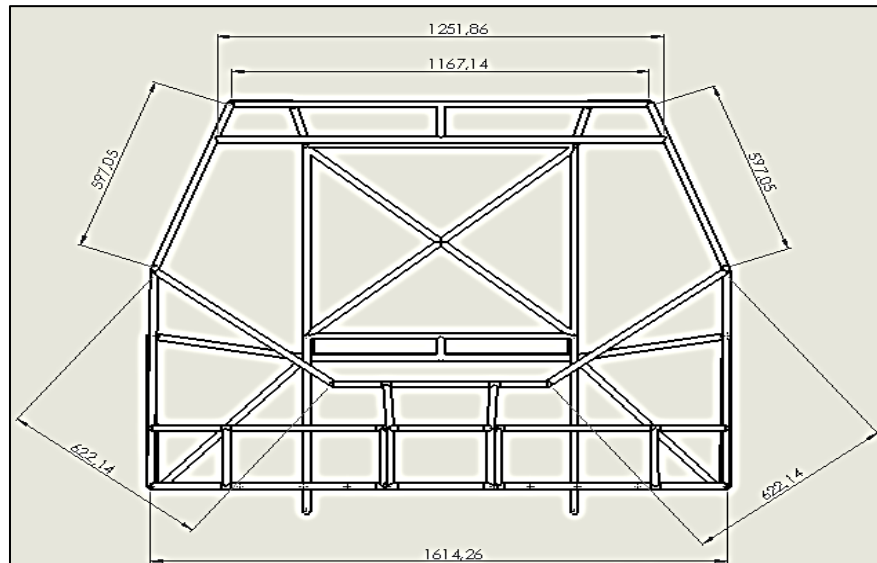


Nota: Se puede observar las medidas del espaldar UTV.

4.3.4 Dimensionamiento cara frontal de la cabina del Utv

Figura 68

Dimensionamiento parte frontal de la cabina del bastidor tubular UTV.

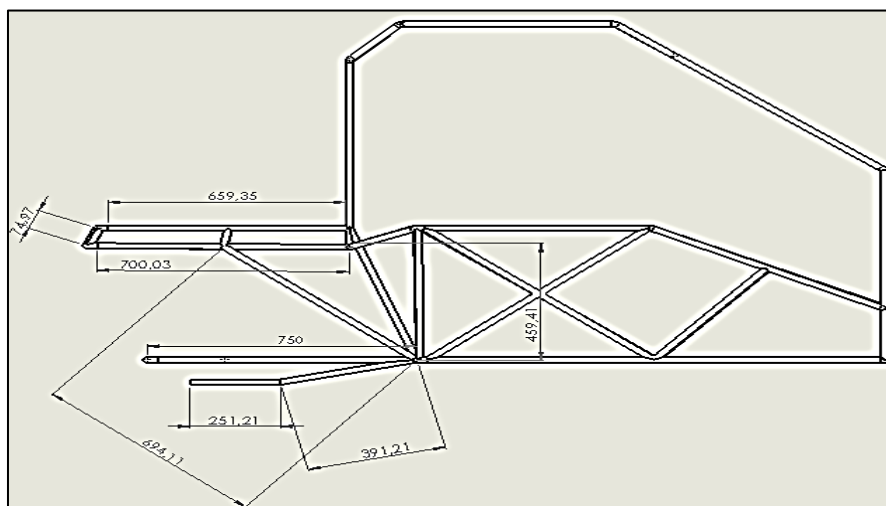


Nota. Se observa las dimensiones de la parte frontal del UTV.

4.3.5 Dimensionamiento de la parte posterior del bastidor tubular (zona de carga)

Figura 69

Dimensionamiento de la zona de carga posterior del bastidor tubular UTV

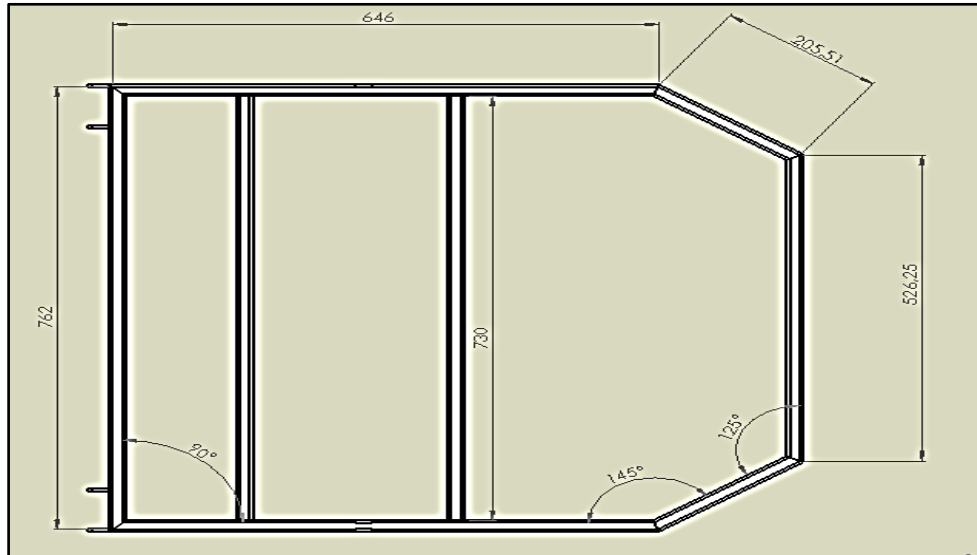


Nota. Se puede observar dimensionamiento parte posterior del bastidor

4.3.6 Dimensionamiento posterior inferior del bastidor tubular UTV (Base del motor).

Figura 70

Dimensionamiento posterior inferior del bastidor tubular UTV.

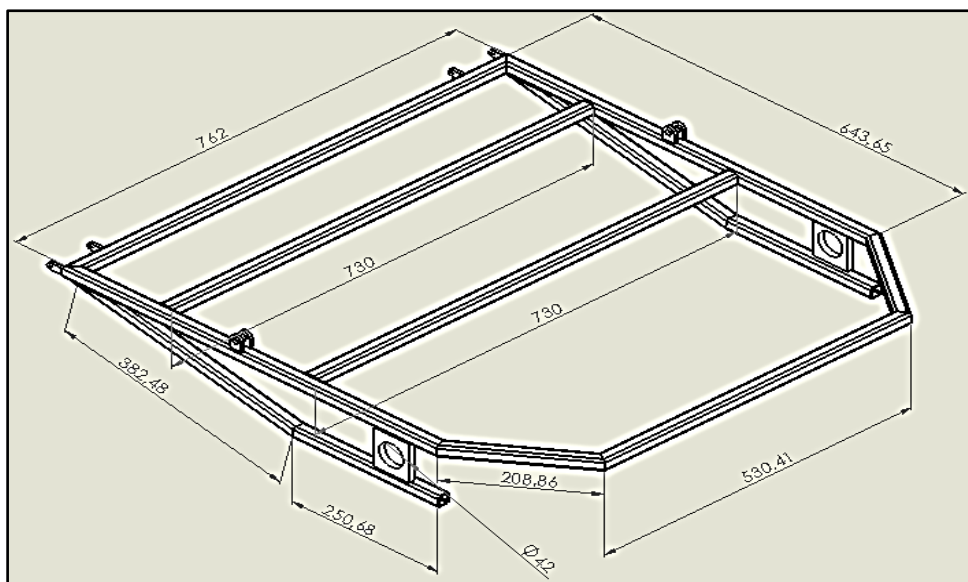


Nota. Se observa el dimensionamiento de la base de apoyo del motor.

Vista isométrica:

Figura 71

Vista isométrica/ Dimensionamiento posterior inferior del bastidor tubular.



Nota. Se observa el dimensionamiento en vista isométrica.

4.4 Distribución de cargas en el bastidor tubular Utv

Determinando todos los pesos que serán soportados por el bastidor tubular, es necesario enfocarse en las cargas más importantes las cuales serán sostenidas por la estructura del bastidor tubular del UTV, así como también es importante determinar la ubicación de estos pesos a lo largo de la estructura. A Continuación se detalla una tabla de los pesos más sobresalientes en un vehículo UTV biplaza:

Tabla 14

Pesos estimados en un vehículo UTV biplaza.

Pesos estimados en el vehículo UTV biplaza.		
ELEMENTOS	MASA (Kg)	PESO(N)
Depósito de combustible	10.05 (Kg)	98.49 (N)
Motor y transmisión	50,05 (Kg)	686.98(N)
Eje posterior, catalina, disco de freno.	20.05 (Kg)	196.49 (N)
Peso de dirección	5.58 (Kg)	54.68(N)
Compartimiento de carga	50 (Kg)	490 (N)
Peso aplicado al suelo del bastidor.	175.50 (Kg)	1719.9(N)

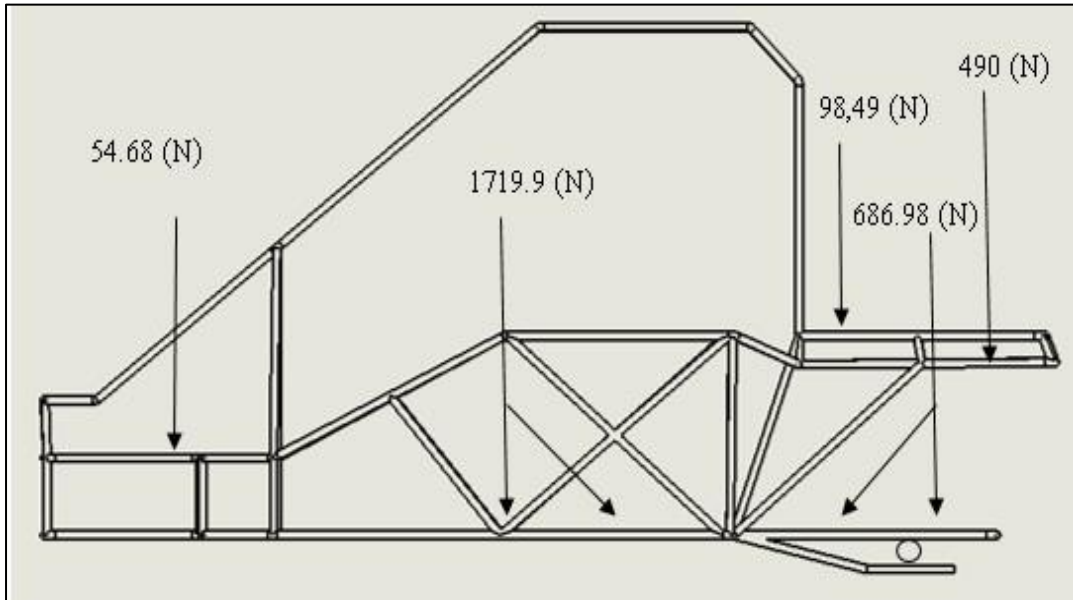
Nota. Peso de distintos elementos apoyados sobre el bastidor tubular que conforman un vehículo UTV.

El peso aplicado al suelo del bastidor tubular, es un conjunto y sumatoria de pesos ubicados en el suelo de la estructura, entre las cuales tenemos principalmente el peso de las dos personas que pilotearan el vehículo, (piloto y copiloto), también tenemos el peso de los asientos, el peso del suelo laminado anti derrape, asimismo tableros de instrumentos, batería y otros accesorios.

A continuación se indica las cargas distribuidas que están presente a lo largo del bastidor tubular:

Figura 72

Distribución de cargas



Nota. Cargas aplicadas al bastidor tubular UTV en diferentes puntos.

Hay que aclarar que hay masas no suspendidas que no se tomaron en cuenta para este análisis ya que son puntos inmóviles o fijos y no se los podía considerar para realizar la elaboración del análisis:

4.4.1 Masa suspendida (Ms)

Esta es la masa la cual abarca elementos del bastidor, está distribuida por toda la estructura, siendo esta aguantada por el sistema de suspensión, entre los elementos de la masa suspendida tenemos, los asientos, el volante de dirección, tanque de combustible, motor, batería, caja de transmisión etc.

4.4.2 Masa no soportada (*Mns*)

Es aquella masa de un automotor que no está siendo aguantada por los elementos de suspensión del vehículo, está en contacto total con el terreno y es quien recibirá los golpes y perturbaciones de la calzada.

4.4.3 Masa total (*Mt*)

Esta es la masa absoluta de la estructura, la suma tanto de la masa suspendida como la masa no soportada, a continuación se detalla lo siguiente:

$$Masa\ Total = Masa\ suspendida + Masa\ no\ suspendida,$$

$$Mt = 311.23Kg + 60Kg =$$

$$Mt = 371.23Kg.$$

4.5 Determinación del material de construcción

Para la asignación del material a implementar en la construcción del bastidor tubular del UTV, se han analizado las características de los materiales disponibles en el mercado llegando a la conclusión y decisión de adoptar el acero estructural negro comercial.

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores el acero es un material que tiene aleaciones de carbono, aluminio, hierro etc., la variedad de tipos de aceros y sus aleaciones es enorme, para este trabajo técnico solo mencionaremos el acero que usaremos en la construcción de nuestro bastidor tubular.

El acero estructural es uno de los materiales más utilizados en la industria con el cual se producen laminados, placas, perfiles cuadrados y rectangulares y tubería, la ASTM es la entidad encargada de dar numeración y asignación a cada tipo de acero.

Un acero muy usado por fabricantes y constructores de estructuras tubulares es el acero A36, ya que presenta aleaciones de carbono lo cual los hace ideal para soportar los esfuerzos a lo que serán sometidos. Otra importante ventaja de este tipo de acero es la fácil y simple unión en procesos de suelda.

Tabla 15

Características y composición del material. ASTM A36

ASTM	Composición Química					Propiedades Mecánicas					
	%C	%Mn	%P	%S	%Si	Límite Elástico	Resistencia Tracción	% Alargaf.			
	x 100	x 100	x 100	x 100	x 100						
A-36	mín.	-	80	-	-	15	23kg/mm ²	-	41kg/mm ²	400MPa	20
	máx.	26	120	5	4	40	25kg/mm ²	250MPa	55kg/mm ²	550MPa	21
A-572 GR 50	mín.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	máx.	23	135	5	4	40	35kg/mm ²	345MPa	45kg/mm ²	450MPa	21

Nota. Composición química y propiedades mecánicas del acero ASTM A36

Tomado de (Obtenido de Ferrocortes. SAS)

Capítulo V

5.1 Construcción del bastidor tubular Utv

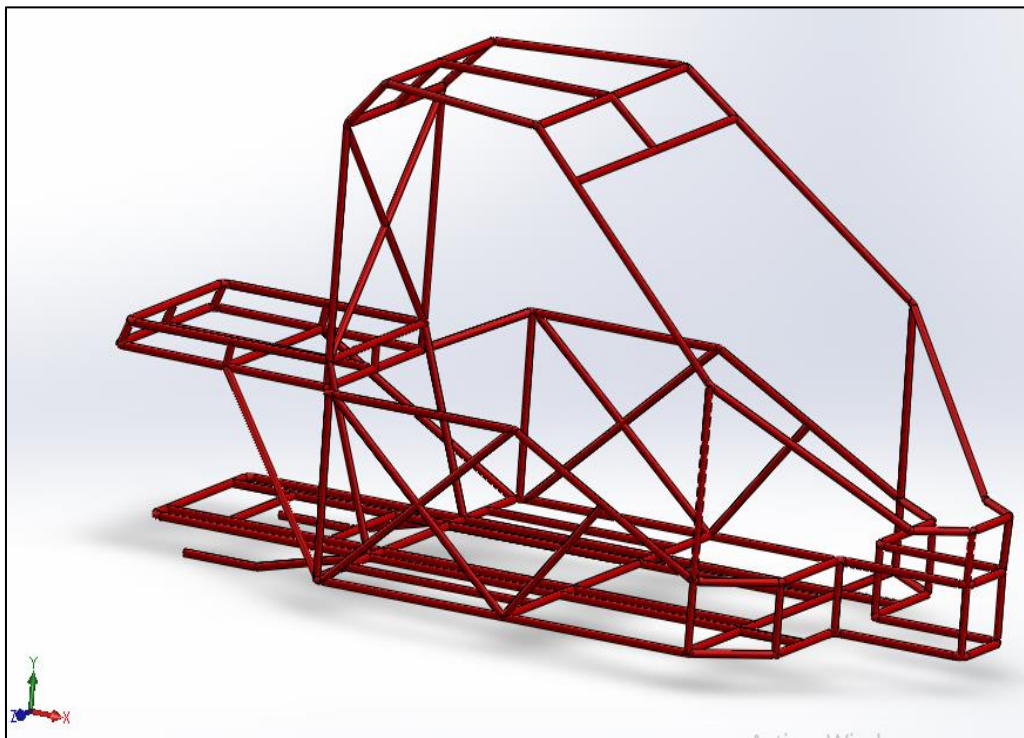
Para empezar con la construcción del bastidor tubular biplaza, debemos tener en cuenta las medidas indicadas en el capítulo anterior para así poder tener una guía clara y concreta sobre las dimensiones que el vehículo tendrá.

Tener las medidas a mano será de vital importancia ya que esto impedirá que se desperdicie material evitando los gastos innecesarios y agilizando la construcción del bastidor.

A continuación se indica el bastidor diseñado y modelado en el programa Solidworks para su posterior construcción, una vista isométrica dará una mejor visión del bastidor dibujado:

Figura 73

Bastidor UTV Biplaza



Nota. Bastidor concluido en Solidworks. Vista isométrica.

Una vez que el bastidor tubular esté construido en su totalidad se proseguirá con el montaje de todos los sistemas auxiliares con los que cuenta el UTV biplaza, como lo son la suspensión, dirección, frenos, potencia y transmisión.

Figura 74

Bastidor tubular UTV



Nota. Construcción del bastidor tubular UTV.

5.1.1 Lineamientos y requerimientos de seguridad

Es de vital importancia que antes de poner en marcha la construcción del bastidor tubular UTV, tener en claro ciertos lineamientos de seguridad a fin de evitar posibles accidentes que pongan en serio riesgo la integridad del alumno, es así que se debe obligar el uso de equipo de protección personal para empezar a trabajar y construir nuestro UTV.

Es bueno aclarar también que se debe contar con un arsenal de herramientas en perfecto estado, para realizar de mejor manera operaciones de solda, corte, unión, para lograr un trabajo seguro y factible.

Figura 75

Equipo de protección personal (EPP)



Nota. (EPP) obligatorios para construcción del bastidor tubular UTV. Tomado de (Repetto, 2021)

5.1.2 Materiales de construcción

A Continuación se darán a conocer la lista de materiales que serán usados en la construcción de este bastidor tubular UTV, para un mejor entendimiento se detallarán en la siguiente tabla:

Tabla 16

Materiales usados en la construcción tubular.

Materiales usados en la construcción		
MATERIAL	USO	DIMENSIONES
Tubería de acero negro	Elaboración de la estructura del bastidor.	1'' ¼ x 2 mm
Tubería de acero negro delgado	Barras de seguridad laterales en la cabina y techo	1'' x 2 mm
Plancha de tol negro	Piso de la estructura	2000 cm 2 x 1,2 mm
Pernos y tuercas	Fijación de elementos: amortiguadores, sistema de dirección, tanque de nafta	3/8
Pernos y tuercas	Unión de la parte frontal del bastidor y la parte posterior	1/2

Materiales usados en la construcción		
MATERIAL	USO	DIMENSIONES
Platinas de acero negro	Laterales de la estructura.	2 mm
Tornillos tipo Allen	Fijación de asientos al riel	3/8

Nota. Materiales implementados en la construcción del bastidor tubular UTV.

5.1.3 Medición, marcado y corte de tubería

Este procedimiento se lo realiza con ayuda de las dimensiones con las que nuestro bastidor UTV, va a ser construido, (medidas indicadas anteriormente), para esto usaremos un flexómetro para tener una medida exacta de la cantidad de material a cortar en cada parte, un detalle a considerar es que por la acción de herramientas de corte consumirá algunos mm de la medida original.

Para marcar la tubería debido a que es un material duro podemos ayudarnos de un rayador de acero debido a que la marca que deja este instrumento no se borra, cosa que sucede si usamos algún marcador o pluma.

Figura 76

Medición y señalización del tubo.



Nota. Medición y marcado de tubería con ayuda del flexómetro y rayador de acero.

5.1.4 Corte de la tubería circular

Una vez que la tubería circular fue marcada según las medidas ya asignadas, se debe proseguir con el corte de los mismos, es bueno recalcar que los cortes deben ser realizados de forma precisa sin desviaciones o imperfecciones para que después al momento del ensamble no generen problemas de unión.

Para cortar los tubos circulares utilizaremos herramientas de corte eléctricas ya que el uso de sierras manuales causan mucho trabajo al operario y además por efecto del pulso puede que se cometan errores a la hora del corte, por esta razón el empleo de sierras eléctricas, amoladoras para que se den cortes rectos y limpios.

Figura 77

Corte a 90 grados en tubería circular.

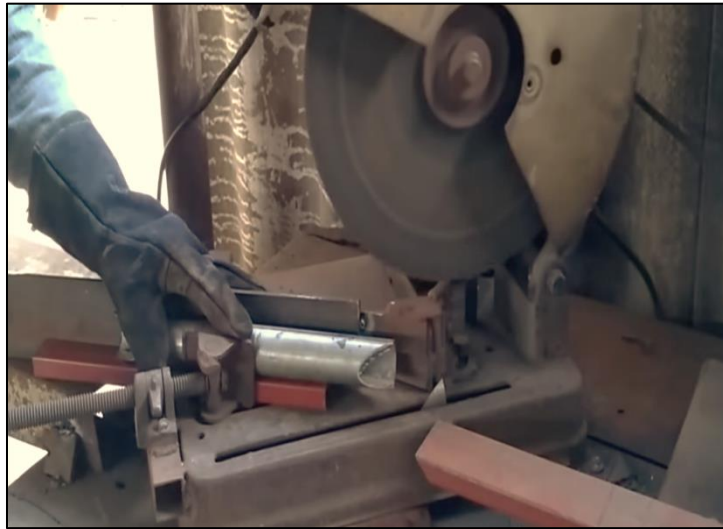


Nota: Se puede observar el corte recto con ayuda de una amoladora.

Para el caso de cortes de tubería circular tipo boca de pez , para que dos tubos puedan ser unidos se siguió el método de plantillas donde con ayuda de la amoladora se va cortando el tubo según los ángulos necesarios 45 o 90 grados.

Figura 78

Corte circular boca de pez en tubería.



Nota. Este método de corte de tubería fue sugerido por el maestro artesano ya que no se disponía de un acople de dientes cortantes circular

Cuando el corte está finalizado tendrá la ventaja de unirse con facilidad a otros miembros estructurales tubulares con la operación de soldadura

Figura 79

Corte tipo boca de pez en tubería terminado



Nota. Corte circular tipo boca de pez terminado listo para unión con otro elemento

Con la amoladora de menor tamaño se quitó excesos y rebabas en la tubería.

Figura 80

Unión de tuberías con corte boca de pez.



Nota. Unión de tubería luego de realizar el corte circular tipo boca de pescado a otro miembro estructural circular.

5.1.5 Puesta a punto de tuberías antes del proceso de suelda

Cuando ya hemos terminado de realizar los cortes con las dimensiones ya establecidas en la tubería es muy importante dar perfil a los elementos estructurales recién cortados, esto debido a que al momento de la unión no existan problemas y se pueda realizar la opción de soldadura de manera satisfactoria.

Hay que tener en cuenta cual es el perfil del tubo al que se desea unir para poder darle esa forma que será montado sobre dicho elemento. A continuación en la siguiente imagen se indican las posiciones de corte que existe para la tubería estructural circular:

Figura 81

Bordes y acabados para unión en tubería circular y cuadrada.

Tubo redondo		
Tipo de borde	Imagen	Ensamble
Corte recto o escuadra		
Corte en ángulo		
Corte boca de pescado		
Corte tipo silla de montar		
Tubo cuadrado		
Corte recto o escuadra		
Corte en ángulo		
Corte con doble ángulo		

Nota: En la imagen se puede apreciar los tipos de cortes para unión en tubería circular, cada tipo de borde sirve para uniones específicas dentro del bastidor tubular. Tomado de (Pauta Morocho, & Villacis Avilés, 2012) Pág. 83

Una vez tomado en cuentas las posiciones de perfilado de tubería circular hay que recalcar que estas deben estar limadas y libres de excesos y residuos de material producto del corte, tal y como se muestra en la figura inferior:

Figura 82

Limpieza y preparación de tubería circular.



Nota. Superficies lisas lista para proceso de soldadura.

5.1.6 Proceso de doblado de tubería circular

Este proceso es muy necesario en la construcción del bastidor tubular ya que existen secciones en las que es necesario el doblado o curvado de elementos estructurales, este proceso se lo realiza mediante una máquina manual o prensa que por acción de la fuerza hidráulica logra curvar tubos estructurales en frío de poco espesor, para el doblado se tendrán en cuenta factores como el diámetro de tubería, ángulo deseado para el doblado.

Figura 83

Doblado de tubería circular.



Nota: Curvatura de tubería circular.

Cuando realizamos curvaturas en tubería de espesores pequeños, se produce un fenómeno de deformación llamado elongación debido al doblamiento del mismo en donde se producen ovalamientos y reducciones del espesor, por esta razón es necesario realizar la curvatura de manera adecuada con la medida y el ángulo correcto, como primer punto debemos localizar el punto central en la que realizaremos la curvatura y posteriormente aplicaremos fuerza hasta el grado de doblamiento seleccionado.

Figura 84

Ejecución del proceso de curvado en tubería circular.



Nota. Proceso de curvatura manual según el ángulo necesario en tubería circular.

5.2 Soldado de elementos de la estructura

El tipo de soldadura que será implementado en la unión de la tubería de acero estructural en la construcción del bastidor tubular UTV es metal inerte gas (MIG), siendo la más adecuada para el ensamble de la estructura.

Como se ha mencionado en apartados anteriores este tipo de suela en la que gracias a un electrodo es depositado continuamente junto con el material de unión siendo protegido por un gas que es enviado desde el exterior el cual está conectado a un depósito o tanque.

El gas utilizado generalmente en este tipo de soldadura es el (CO₂) para la protección de la suelda, presenta tres cualidades especiales que la hacen ideal para el trabajo que se está realizando:

- Fácil manipulación y operación de suelda.
- No deja escoria en el proceso de unión
- Fuerte penetración en materiales
- Excelente acabado.

Figura 85

Equipo De suelda MIG.

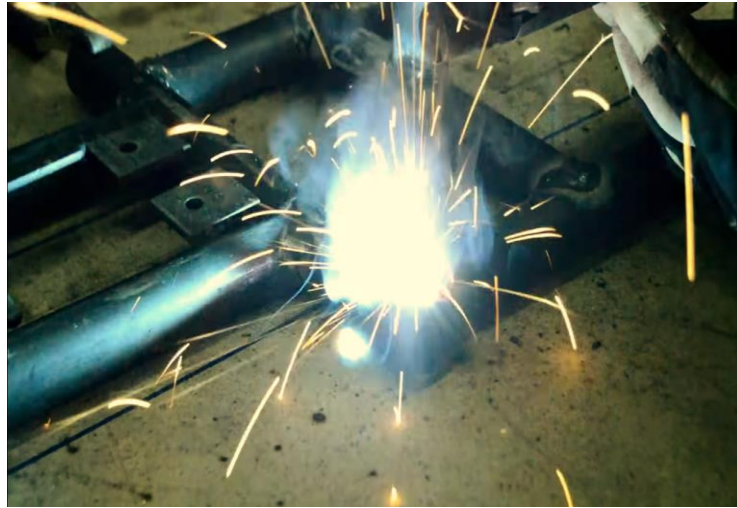


Nota: Equipo de suelda MIG usado para unión de elementos tubulares de la estructura bastidor UTV.

Una vez seleccionado el proceso de suelda a implementar en la estructura tubular, se procede al armado y ensamble del mismo empezando a darle figura y forma al bastidor del UTV.

Figura 86

Unión de elementos estructurales circulares con soldadura Mig.



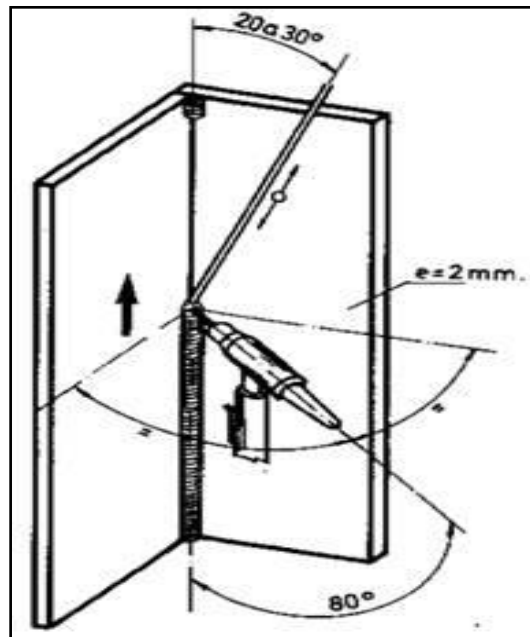
Nota. Suelda de tubería y ensamblaje para dar forma al bastidor del UTV.

5.2.1 Secuencias de soldadura y posiciones para soldar

Las posiciones en el ámbito de la soldadura son muy importantes ya que estas nos ayudan a realizar el trabajo de mejor manera, evitándonos consumo y desperdicio de material, contracciones, tensiones que podrían hacer defectuosa nuestra pieza, es por esto que se debe considerar las secuencias y posiciones para soldar elementos estructurales circulares. A continuación se detallan las posiciones y secuencias para soldar:

5.2.2 Soldadura vertical ascendente

En este proceso de suelta los elementos o perfiles que se requieren soldar no pueden girar se deben seguir el patrón de soldadura especificado, desde la base de la pieza hasta la parte superior, sin regresar en ningún punto hacia abajo, los elementos no deben girar ya que generalmente son voluminosos o pesados.

Figura 87*Suelda posición ascendente*

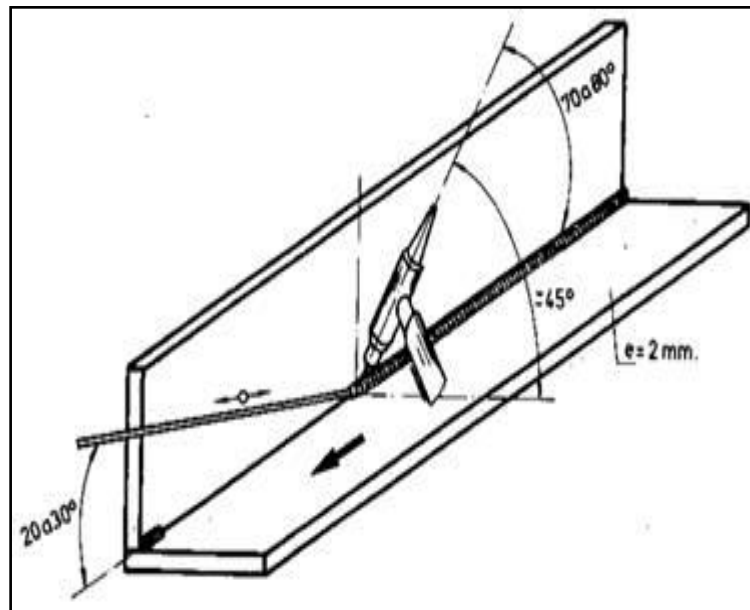
Nota. Soldadura vertical ascendente donde los miembros estructurales no se pueden mover. Tomado de (Soldadura S.A.P, 2016).

5.2.3 Soldadura horizontal

En este tipo de soldadura como claramente su nombre detalla es cuando los miembros estructurales a unir están colocados de forma horizontal, igualmente que la soldadura vertical ascendente, los elementos “no se pueden mover” de tal manera que la suelda debe realizarse de forma horizontal de izquierda a derecha o viceversa pero nunca en doble sentido. A continuación se adjunta un gráfico para un mejor entendimiento:

Figura 88

Suelda en posición horizontal



Nota. Soldadura horizontal de derecha a izquierda donde los miembros estructurales no se pueden mover. Tomado de (Soldadura S.A.P, 2016)

5.2.4 Soldadura circular a 360 grados.

Para este caso la soldadura empieza en la parte inferior del elemento, de manera vertical y paulatinamente se va girando el elemento hasta completar los 360 grados o la sección a soldar, a continuación se adjunta una imagen para un mejor entendimiento:

Figura 89

Suelda redondeada 360 grados.



Nota. Suelda en sección circular a 360 grados. Tomado de (Technocurve, 2017)

5.2.5 Juntas soldadas

Las uniones entre los elementos estructurales que se ejecutaron en el ensamble del bastidor tubular UTV, se hicieron en referencia a la imagen adjuntada (Figura 74) la cual indicaba los tipos de perfiles y cortes de estructuras tubulares para su posterior unión a otros elementos.

Es bueno mencionar que antes de empezar el proceso de suelda y realizar el cordón, primeramente se unieron los elementos estructurales mediante pequeños puntos de suelda a fin de tener una perspectiva y un campo de visión en la cual se pueda asegurar que el elemento está correctamente colocado y si no es el caso modificarlo sin mayor dificultad.

Figura 90

Contacto y fusión de tubería circular por puntos



Nota. Unión de tubería circular por puntos en caso de que puedan existir cambios.

Quando los tubos estén correctamente alineados y estemos seguros de su posición final procederemos a realizar el cordón de suelda ya que de otra manera si soldamos directamente la pieza sin verificar su posición estaremos expuestos a que esté en una posición incorrecta y por ende desperdiciamos tiempo ,material y dinero que no es nada beneficioso para el proyecto.

Una vez terminado el bastidor procederemos a realizar los cordones de suelda para que la estructura quede rígida, fija y sea segura.

Figura 91

Juntas soldadas en estructura UTV



Nota. Se puede apreciar las uniones soldadas completamente dando forma a la estructura del suelo del bastidor tubular .Soldadura MIG

5.2.6 Soldadura en bisel

Podemos encontrar dos clases de soldaduras en bisel; las cuales fueron usadas en el bastidor tubular UTV:

5.2.6.1 Bisel en v básico

Usamos esta soldadura cuando tenemos dos perfiles que necesitamos cubrirlos de material del suelda de tal manera que ambas piezas juntas forman una "V", una de las ventajas de utilizar biseles en "V" es que se limita el efecto de la distorsión, por tanto se incrementa la temperatura del material base.

(Soldadorexperto.com, 2020)

Figura 92

Suelda en "v" bisel básico.



Nota. Soldadura bisel en realizada en la estructura tubular Utv.

5.2.6.2 Técnica de suelda bisel básico con ángulo de desviación

Este tipo de suelta se realiza generalmente cuando existen ángulos o desviaciones de los perfiles a unir, cabe recalcar que la estructura posee ángulos distintos por ejemplo el techo de la cabina del UTV, lo cual hace que este tipo de suelta sea idóneo para estos casos.

Es muy necesario que las caras a unir de los miembros estructurales estén esmeriladas y sin residuos de limallas producto del corte; hay que tener cierta

experiencia para realizar esta soldadura ya que la mayoría de técnicos no suele realizarla correctamente.

Figura 93

Suelda bisel básico con ángulo de desviación:



Nota: Soldadura en “V” con ángulo de desviación.

5.3 Imperfecciones en la soldadura

En la operación de soldadura en ciertos casos podemos encontrarnos con errores o defectos de unión debido en muchos casos a la propia resistencia a la suela, bajo amperaje, falta de velocidad, poca profundidad de penetración etc.

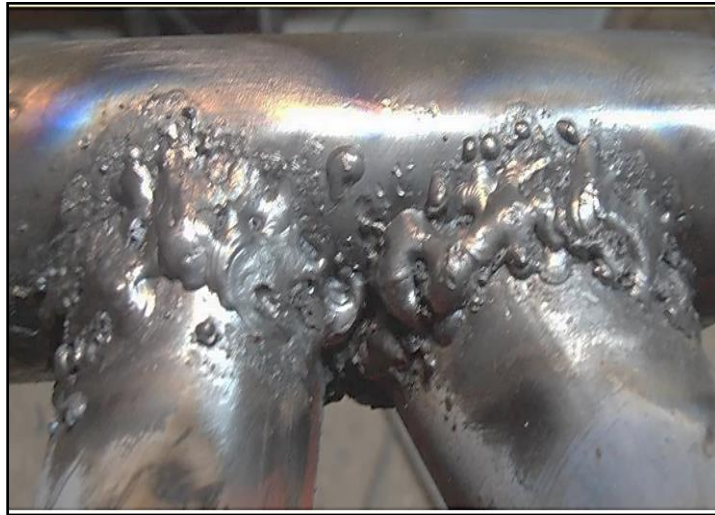
A continuación se detallarán brevemente los defectos que surgieron en la soldadura de elementos del bastidor tubular UTV:

5.3.1 Poca penetración

Este defecto se genera cuando el hilo material de aporte no es suficiente, esto ocasiona que la fusión de materiales no sea posible de mejor manera.

Figura 94

Defecto en soldadura por poca penetración.



Nota. Espesor de suelda excesivo por falta de penetración de la estructura tubular.

5.3.2 Porosidad en la soldadura.

Este defecto suele presentarse en la soldadura como un defecto y suele verse como pequeños hundimientos y discontinuidades en el cordón, como su nombre indica, porosidad quiere decir que son huecos los cuales se formaron por el gas que se quedó prisionero en el lapso de solidificación de los miembros estructurales soldados.

Es bueno aclarar que estos poros causarán a la suelta debilidad y poca resistencia ya que si estructura interna no es la ideal pudiendo producir fallas e incluso la fractura de la unión soldada. A continuación se muestra un defecto de porosidad en la soldadura:

Figura 95

Defecto de porosidad en miembro estructural:



Nota. Defecto de porosidad en cordón de soldadura.

5.4 ARMADO DE LA ESTRUCTURA TUBULAR

Una vez dados a conocer los procesos que se efectuaron en el ensamble del bastidor tubular se procede al armado del mismo, siempre siguiendo los planos ya indicados páginas atrás.

Para empezar se fijó una base al bastidor tubular para así tener un apoyo sobre el cual trabajar, y de esta manera se procedió a la colocación del piso, que será la plancha de tol sobre la que descansan los asientos, piloto y copiloto y demás sistemas.

Figura 96

Piso de tol negro colocado en la cabina del bastidor tubular



Nota. Instalación del piso (plancha de tol) en la estructura tubular Utv.

Se puede observar en la imagen anterior ya el piso ensamblado, palanca de cambios y parte del espaldar de la estructura tubular, en la cabina del Utv también irá instalado los asientos, columna de dirección y volante, mecanismo de servofrenos, tablero de instrumentos etc.

5.4.1 Armado y ensamble de la parte posterior inferior a la estructura tubular

Posterior a esto se proseguirá con el armado del Utv donde se unirá la parte posterior del UTV, allí irá montado el motor y caja de cambios, batería.

Cabe destacar que la parte posterior inferior del Utv va unido a la parte frontal o habitáculo por medio de pernos y tuercas de $\frac{1}{2}$

Figura 97

Armado y ensamble parte posterior inferior del Utv biplaza.



Nota. Ensamble y unión parte posterior del bastidor con la parte frontal.

Como se puede observar en la imagen la parte posterior se encuentra ensamblada ya con el motor y la transmisión, junto al eje, catalina, cadena y disco de freno.

5.4.2 Armado de la cabina del vehículo Utv biplaza.

Una vez armada la parte frontal o habitáculo y la parte posterior inferior solamente nos resta el montaje de la cabina o jaula de seguridad, la cual se encargará de proteger a los tripulantes del vehículo, allí se aloja la carrocería en fibra de vidrio y el techo los cuales protegerán de la lluvia.

Figura 98

Montaje de la cabina o jaula de seguridad al bastidor tubular Utv



Nota. Instalación de la cabina o jaula de seguridad al bastidor tubular Utv.

5.5 Pintado de la estructura

Es necesario mencionar que la estructura tubular fue pintada antes de su armada por separado para realizar el trabajo con más facilidad, se escogió un color negro mate ya que es uno de los colores de la carrera tecnología superior en mecánica automotriz, la pintura aplicada dará resistencia a la estructura frente a los factores meteorológicos, también evitara la oxidación y sobre todo dará un color increíble a la estructura en su totalidad.

Para esto se usó un compresor, pistola de pintura, pintura negra, tiner, cabe recalcar que antes del proceso de pintado se debe limpiar el óxido y posibles imperfecciones que puedan estar en la estructura.

A continuación se muestra la estructura totalmente pintada, armada con sus sistemas auxiliares montados sobre el bastidor tubular Utv:

Figura 99

Bastidor tubular terminado.



Nota: Bastidor tubular Utv ensamblado y pintado.

5.6 Pruebas de ruta vehículo Utv biplaza

Una vez que el vehículo Utv biplaza ha sido terminado tanto su bastidor como los demás sistemas auxiliares, es justo y necesario realizar pruebas de rendimiento para verificar que el vehículo no presente fallos y se comporte de la mejor manera posible ya en condiciones de conducción real.

Estas pruebas deben realizarse con todos los elementos que componen el Utv, elementos móviles, fijos sistemas etc, para así comprobar que el bastidor es capaz de soportar dichas cargas y determinar que no hay deformaciones o desprendimientos de miembros estructurales.

Si el UTV con todos los pesos y cargas responde satisfactoriamente a las necesidades de conducción y no presenta ruidos ni vibraciones quiere decir que se encuentra en estado óptimo y se encuentra listo para salir a las calles con total seguridad.

En la siguiente imagen se puede observar al vehículo UTV biplaza listo y preparado con todos sus sistemas a punto, para realizar un recorrido de pruebas, en la siguiente imagen

Figura 100

UTV listo para pruebas de ruta.



Nota: UTV totalmente funcional y listo para pruebas de ruta.

5.6.1 Hoja de ruta

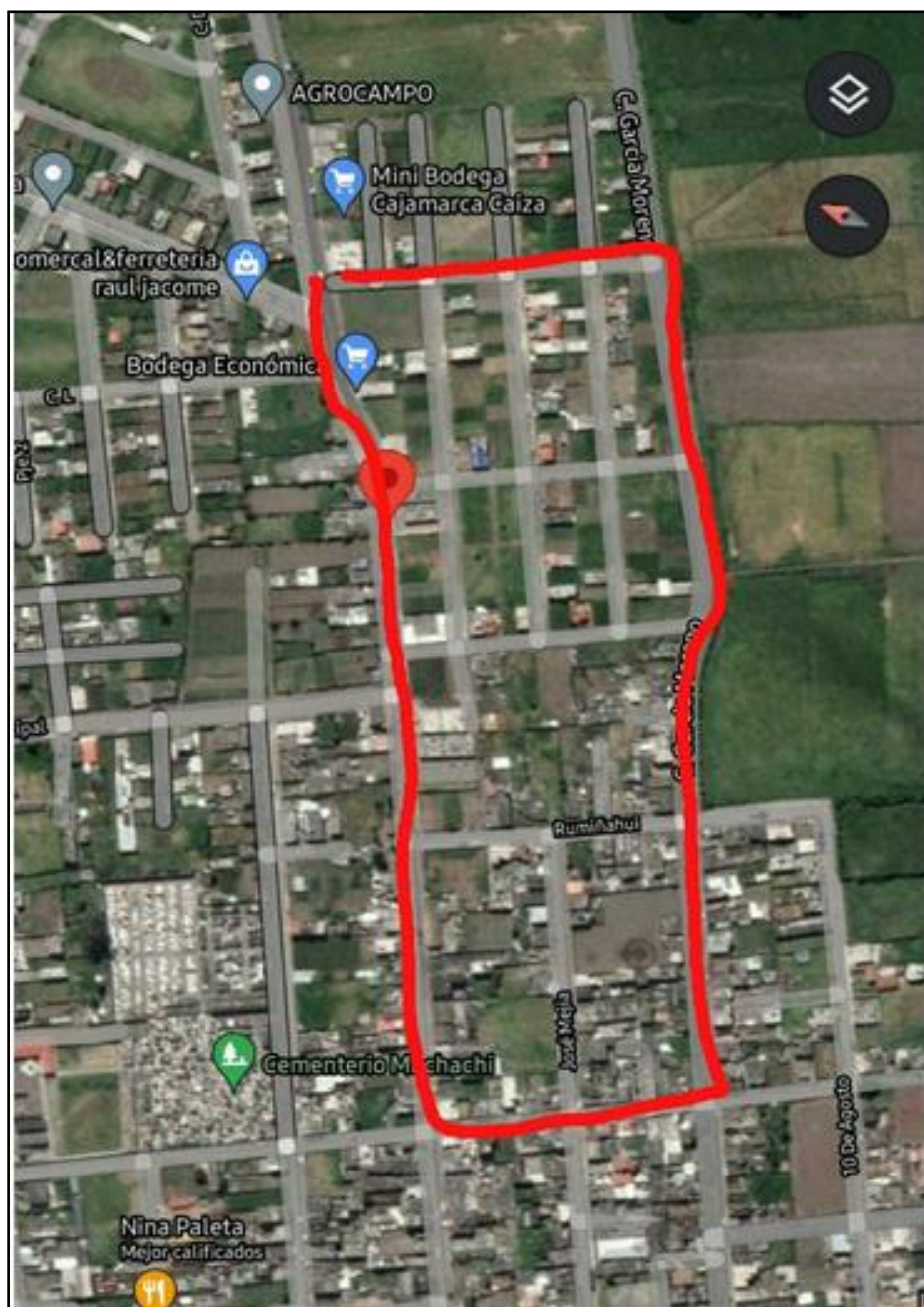
La ruta de hoja sencillamente es el recorrido del vehículo en un circuito delimitado de calles escogidas para poner a prueba el UTV, el lugar donde se realizó el recorrido fue la ciudad de Machachi, ya que allí se construyó el vehículo.

Primeramente se realizó un recorrido corto en el cual se comprobó cada uno de los sistemas; estructura tubular, frenos, dirección, suspensión, motor y tren motriz.

A continuación se indica el primer recorrido que el vehículo UTV realizó en la ciudad de Machachi para comprobar y verificar sus sistemas:

Figura 101

Ruta en el mapa primer recorrido



Nota. Circuito recorrido por el vehículo Utv en la ciudad de Machachi, en el cual se probaron y revisaron el buen funcionamiento general del vehículo.

El vehículo en la prueba de ruta respondió satisfactoriamente a todos los requerimientos y expectativas planteadas ya que no presentó ningún inconveniente a lo largo del recorrido mostrado en la imagen anterior.

Figura 102

UTV en ruta de prueba.



Nota: Vehículo UTV desplazándose en Machachi en la primera ruta de prueba.

Figura 103

UTV desplazándose en la ciudad de Machachi Barrio "el porvenir".



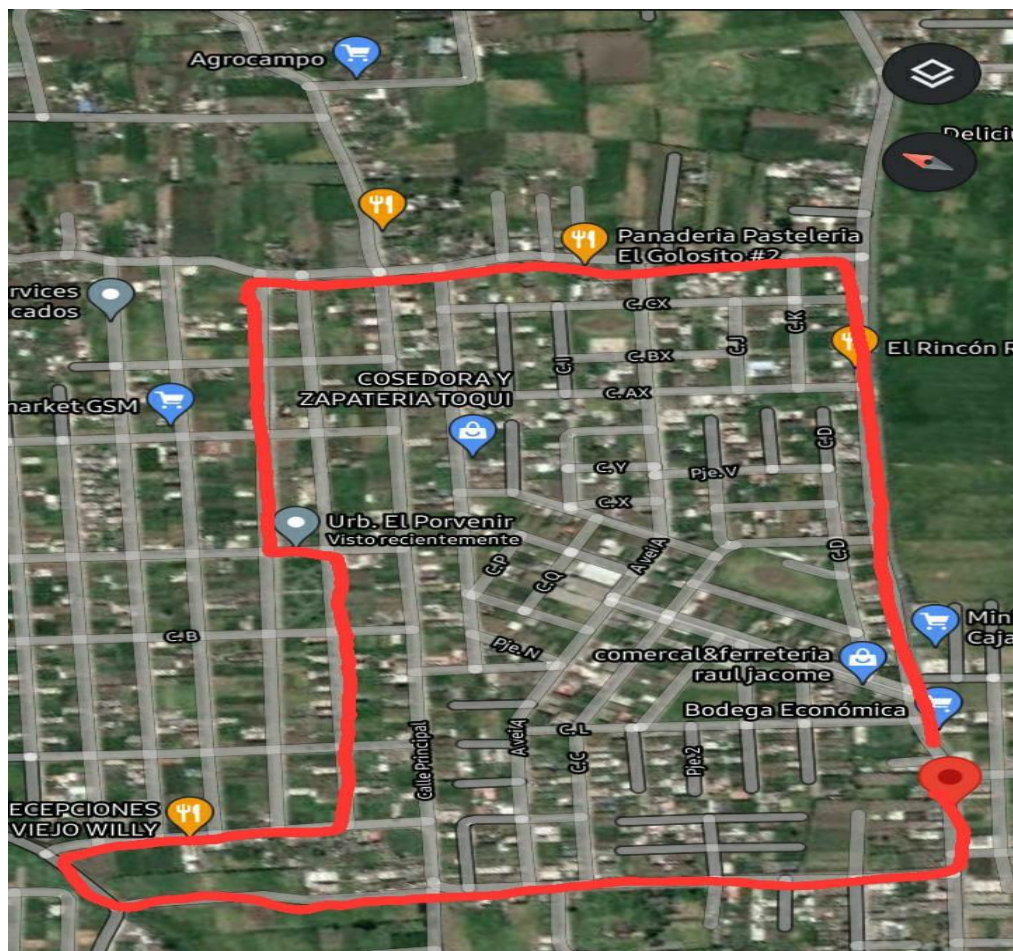
Nota. Vehículo UTV desplazándose por el barrio el porvenir.

Posteriormente de la prueba corta se realizó un recorrido más largo para someter al vehículo a mayores exigencias y así verificar que su funcionamiento general sea adecuado, este recorrido duro 20 minutos en los cuales se probó de manera exigente el motor y su velocidad punta, sistemas de dirección en curvas cerradas, el comportamiento de la suspensión sobre terrenos irregulares, y la rigidez y firmeza de la estructura cuando el vehículo UTV está siendo exigido al máximo.

A continuación se detalla la hoja de ruta del segundo recorrido que realizo el Utv, cabe recalcar que esta vez el tiempo y las condiciones de conducción fueron más agresivas que el primer recorrido de prueba.

Figura 104

Segundo recorrido realizado por el Utv biplaza



Nota. Se puede observar en la imagen el segundo circuito que el UTV biplaza recorrió para verificar el correcto funcionamiento de sus sistemas.

Es bueno destacar que en el segundo recorrido el vehículo fue exigido al máximo, con el peso de dos personas cumpliendo satisfactoriamente las expectativas que fueron planteadas cuando el proyecto se puso en marcha, a continuación se adjuntan imágenes de la prueba de ruta del UTV en la segunda ruta de prueba:

Figura 105

Utv desplazándose por camino de segundo orden



Nota. Se puede observar al vehículo UTV en su segunda prueba de ruta siendo conducido sin ningún problema.

Figura 106

UTV en movimiento visto desde atrás.



Nota. Se puede observar al UTV en movimiento visto desde la parte derecha.

Figura 107

Conducción del UTV visto desde el interior de la cabina.



Nota. Se observa en la imagen la conducción del UTV desde el interior de la cabina.

Capítulo VI

6.1 Conclusiones y recomendaciones

6.1.1 Conclusiones

A continuación se detallarán las conclusiones a las cuales se pudo llegar después de haber realizado la construcción del bastidor tubular UTV:

- El trabajo realizado, la implementación del bastidor y todo el proceso de construcción cumplieron los objetivos planteados de manera positiva en el comienzo del proyecto, dejando un vehículo tipo UTV biplaza totalmente funcional y listo para entregar a la Carrera de mecánica automotriz ESPE Latacunga.
- Para el diseño y dimensionamiento de la estructura tubular se usó el programa de dibujo asistido por computador Solidworks, en el cual se constató que es un programa completo y de gran utilidad en el campo de la mecánica automotriz.
- Se reforzaron conocimientos adquiridos en las aulas tales como, soldadura, taller industrial, mecánica de materiales etc, que servirá de gran manera a formar experiencia para la vida y carrera profesional del alumno.
- Se aplicó los conceptos de la triangulación de elementos estructurales ya que en esta clase de vehículos es de vital importancia ya que brindara estabilidad, rigidez y seguridad a los tripulantes del mismo
- En la ruta de prueba el vehículo UTV respondió satisfactoriamente a todas las pruebas y requerimientos necesarios.

6.1.2 Recomendaciones

- Siempre usar equipo de protección personal cuando se trabaje con sueldas, amoladoras y demás maquinaria industrial a fin de evitar accidentes que puedan causar daño a la integridad física del alumno.
- Contar con la maquinaria adecuada para poder realizar los trabajos de mejor manera y sin contratiempos, así también tener material adecuado y necesario para evitar pérdidas de tiempo.
- Para mejores resultados hay que ir trabajando a la par con los sistemas auxiliares del vehículo Utv, a fin de evitar problemas de dimensionamiento y descuadre de elementos.
- Revisar periódicamente los sistemas que conforman el Utv, así mismo realizar los mantenimientos preventivos para permitir que el vehículo trabaje con normalidad.
- Usar equipo de seguridad cuando se pilotee el Utv como lo es el casco y overol de piloto, ya que en caso de accidente protegerán a los tripulantes.
- No cargar al vehículo Utv más allá de su capacidad máxima 50 kg a fin de preservar su rendimiento entre potencia y velocidad.

6.2 Glosario de Términos

- **Biselado:** borde que está cortado oblicuamente, no en ángulo recto.
- **Chaflán:** corte o rebaje en una arista de un cuerpo sólido.
- **Chasis:** estructura interna que sostiene los diferentes elementos de un vehículo.
- **Elongación:** hace referencia a un movimiento o situación en donde se produce un aumento de la masa longitudinalmente de una estructura.
- **Esfuerzo:** fuerzas internas que se generan dentro de cuerpos sometidos a cargas.
- **Mns:** Masa no suspendida.
- **Mt:** Masa total.
- **Ms:** Masa suspendida.

Bibliografía

- Autocrash. (2017, Marzo 14). *Conozca los métodos de unión para el ensamble de carrocerías*. Autocrash. Recuperado el 12 de Junio de 2021 de:
<https://www.revistaautocrash.com/conozca-los-metodos-union-ensamble-carrocerias/>
- Corpacero. (2019). *Tubería estructural*. Aliados del acero. Recuperado el 14 de Junio de 2021 de: <http://www.corpacero.com/tuberias-y-perfiles/tuberia-estructural/>
- Demaquinasyherramientas.com. (2016, marzo 16). *De máquinas y herramientas*. Introducción a la Soldadura por Arco. Recuperado el 26 de Julio de 2021 de:
<https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-por-arco>
- Ecured. (2011, Julio 31). *Soldadura por arco eléctrico*. Tecnología de Soldadura. Recuperado el 23 de Julio de 2021 de:
https://www.ecured.cu/Soldadura_por_arco_el%C3%A9ctrico
- eSdemotos.com. (2018, Junio 8). *Novedad |*. «Side by Side» de Yamaha. Recuperado el 10 de Junio de 2021 de:
<http://www.esdemotos.com/noticias/supermoto/novedad-side-by-side-de-yamaha/>
- Ferrotecnic fyt. (2018, Febrero 12). *La revista ferretera*. Soldadura. Recuperado el 19 de Junio de 2021 de: <https://ferrotecnicfyt.com/?p=1387>
- Galbarro, H. R. (2017, MARZO 21). *El Bastidor de los Vehículos Automóviles*. Ingemecánica. Recuperado el 12 de Junio de 2021 de:
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn69.html>
- Galbarro, H. R. (2019, enero 13). *Estudio y Clasificación de los Aceros*. Ingemecánica. Recuperado el 16 de Junio de 2021 de:
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>

- Garnica Cortezo, S. (2020, AGOSTO 08). *El buggy, el insecto que surgió de las dunas*. ABC MOTOR. Recuperado el 03 de Junio de 2021 de:
https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-buggy-insecto-surgio-dunas-202008080120_noticia.html
- Industrietechnik. (2021). *Soldadura a gas*. Item. Recuperado el 22 de Junio de 2021 de: <https://glossar.item24.com/es/indice-de-glosario/articulo/item//soldadura-a-gas-2.html>
- Mitsubishi Motors. (2020, Junio 01). *Materiales más usados en el chasis y cuerpo de una camioneta*. Mitsubishi Pick Ups. Recuperado el 8 de Junio de 2021 de:
<https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/materiales-usados-chasis-camioneta/>
- SIDE BY SIDE (III)*. (2017, 12 1). Driving your dream. Recuperado el 07 de Junio de 2021 de: <https://www.drivingyourdream.com/articles/side-by-side-iii>
- Soldadurasanviator. (2014, Mayo 28). *Soldadura MIG/MAG*. Tipos de soldadura (MIG-MAG, Brazing). Recuperado el 01 de Julio de 2021 de:
<http://combalidados5.blogspot.com/2014/05/tipos-de-soldadura-mig-mag-brazing.html>
- Todo terreno -mundo motor. (2017, Marzo 21). *Competencias ¿Qué pasó con el CarCross?* Off Road Magazine. Recuperado el 03 de Junio de 2021 de:
<https://www.revistaoffroad.com/que-paso-con-el-carcross/>
- Tu portal al mundo motor. (2011, Septiembre 03). *Tu portal al mundo motor*. Motores.com.py. Recuperado el 03 de Junio de 2021 de:
<https://motores.com.py/foro/index.php?threads/buggy-burro-verano-2012.26531/>
- El blog "Resistencia de los Materiales". (2012, Octubre 29). *Resistencia de los Materiales*. CONCEPTOS BÁSICOS EN LA RESISTENCIA DE MATERIALES. Recuperado el 17 de Junio de 2021 de:

http://resistenciadelosmaterialeseip445.blogspot.com/2012/10/capitulo-1_4514.html

Estructuras. (2016). *La triangulación*. La triangulación de las estructuras.

Recuperado el 06 de Julio de 2021 de:

https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/521_la_triangulacin.html

Gonzales, L. M. (2017, mayo 21). *Ergonomía*. Pinterest. Recuperado el 12 de Agosto

de 2021 de: <https://www.pinterest.com.mx/pin/289708188523524549/>

Mecánica de materiales. (2015, Noviembre 22). *Elementos estructurales*.

COMPRESIÓN; TRACCIÓN; FLEXIÓN; TORSIÓN; CIZALLA. Recuperado el

14 de Julio de 2021 de:

<http://amoviblesio.blogspot.com/2015/11/compresion-traccion-flexion-torsion.html>

Renting Finders. (2020). *Distancia entre ejes o batalla*. Renting Finders.

Recuperado el 25 de Julio de 2021 de:

<https://rentingfinders.com/glosario/distancia-entre-ejes-o-batalla/>

DIPAC. (2020, Mayo 19). *Productos de acero*. Tubo Estructural Redondo Negro.

Recuperado el 15 de Junio de 2021:

<https://www.dipacmanta.com/tubos/tubos-estructurales/tubo-estructural-redondo-negro>

Import aceros. (2019, Marzo 13). *Tubo redondo estructural*. Tubo Mecánico y

Estructural. Recuperado el 02 de Julio de 2021 de:

<https://www.importaceros.com/ecuador-quito/tubo-redondo-estructural/>

Import Aceros. (2019, Marzo 19). *Tubo rectangular mecánico*. Import Aceros.

Recuperado el 03 de Julio de 2021 de:

<https://www.importaceros.com/ecuador-quito/tubo-rectangular-mecanico/>

Pauta Morocho,, P. J., & Villacis Aviles, J. P. (2012, abril 19). *Diseño y Construcción de un vehículo biplaza monocilindrico*. Universidad del azuay.

<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/1444>

Repetto. (2021, Enero 14). *Programa de Seguridad*. Programa de Seguridad.

Recuperado el 06 de Agosto de 2021 de:

<https://www.repetto.com.gt/es/programa-de-seguridad>

Soldadorexperto.com. (2020, agosto 11). *Guía completa con todos los tipos de Soldadura*. Tipos de Juntas de Acuerdo a Geometría y Posición.

Recuperado el 05 de Agosto de 2021 de:

<https://soldadorexperto.com/soldadura/tipos-de-soldadura>

Soldadura S.A.P. (2016, JUNIO 23). *ACTIVIDADES PRACTICAS S.A.P.*

SOLDADURA. Recuperado el 11 de Agosto de 2021 de:

<https://cifpaviles.webcindario.com/actividadespsap.htm>

Technocurve. (2017, Agosto 16). *Dobla, rolado de perfiles y tubos metálicos*. High precision blending. Recuperado el 29 de Junio de 2021 de:

<https://www.tecnocurve.es/>

Anexos