



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA  
TUBULAR PARA UN VEHÍCULO DE CATEGORÍA TIPO  
BUGGY SEGÚN EL REGLAMENTO PARA COMPETENCIAS  
DE LA FEDAK**

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

**KLEBER VINICIO LEMA TIXE**

**DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS LUCERO MSc.**

**QUITO, febrero 2018**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2018  
Reservados todos los derechos de reproducción

## FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172383482-4
APELLIDO Y NOMBRES:	Kléber Vinicio Lema Tixe
DIRECCIÓN:	Félix Barreiro y Pasaje 2 E19-546
EMAIL:	Kleberlt7@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	3273024
TELÉFONO MÓVIL:	0996789268

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA TUBULAR PARA UN VEHÍCULO DE CATEGORÍA TIPO BUGGY SEGÚN EL REGLAMENTO PARA COMPETENCIAS DE LA FEDAK
AUTOR O AUTORES:	KLEBER VINICIO LEMA TIXE
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	7 de febrero de 2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. JUAN CARLOS LUCERO MSc.
PROGRAMA	<b>PREGRADO</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b> <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	<b>Ingeniero Automotriz</b>
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>El proyecto de construcción de una estructura tubular para un vehículo tipo buggy, tiene como finalidad realizar un análisis previo, basados en el reglamento de la FEDAK que dan ciertas pautas para garantizar la construcción del vehículo tipo buggy, y así determinar la seguridad del piloto. Para diseñar se basó utilizando el software SolidWorks, el cual ayudó a realizar pruebas y simulaciones de la estructura en condiciones reales.</p> <p>Mediante el software de diseño y simulación, se constató que la estructura tubular es viable su construcción. Para lo cual se realizó un análisis previo que</p>

	<p>permita validar el diseño y su construcción, priorizando la seguridad de los ocupantes. El factor de seguridad establecido en la construcción de la estructura tubular es de 3.59 siendo un valor admisible. Esto se vincula con las normas establecidas en relación a su peso, logrando que el vehículo tipo buggy resista; 2 veces el peso del vehículo lateralmente (2P), 6 veces el peso del vehículo longitudinalmente (6P), y 8 veces el peso del vehículo verticalmente (8P). Para calcular el peso de vehículo se tomó en cuenta todos los elementos que interviene en la estructura del buggy, como lo son: motor, transmisión, dirección, neumáticos, tanque de combustible, y el peso de los ocupantes, dando como peso total 580kg.</p> <p>Finalmente, aplicando el reglamento de la FEDAK, además de priorizar la seguridad de los pilotos, se procedió a la construcción de la estructura tubular. Aplicando procesos de corte, doblado, procesos de soldadura para evitar porosidades en las uniones de la estructura, y un acabado de pintura que permitió corregir de manera eficiente los defectos que se pudieran presentar al momento de realizar la construcción, y obtener el mejor diseño posible para la estructura tubular tipo buggy.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>Buggy, diseño, estructura, FEDAK, construcción.</p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>The project of construction of a tubular structure for a buggy type vehicle, has the objective of carrying out an analysis, the FEDAK standards that give certain guidelines to guarantee the construction of the buggy type vehicle, and thus determine the safety of the pilot. To design it was based using SolidWorks software, which helped to perform tests and</p>

	<p>simulations of the structure in real conditions.</p> <p>Through the design and simulation software, it was found that the tubular structure is viable construction. For which an analysis was carried out that allows to validate the design and its construction, prioritizing the safety of the occupants. The safety factor established in the construction of the tubular structure is 3.59, which is an admissible value. This is linked to the rules established in relation to its weight, making the buggy-type vehicle resist; 2 times the weight of the vehicle laterally (2P), 6 times the weight of the vehicle longitudinally (6P), and 8 times the weight of the vehicle vertically (8P). To calculate the weight of the vehicle, all the elements that intervene in the structure of the buggy were taken into account, such as: engine, transmission, steering, tires, fuel tank, and the weight of the occupants, giving a total weight of 580kg.</p> <p>Finally, applying the FEDAK regulations, in addition to prioritizing the safety of the pilots, the tubular structure was constructed. Applying processes of cutting, bending, welding processes to avoid porosities in the joints of the structure, and a paint finish that allowed to correct efficiently defects that could occur at the time of construction, and get the best possible design for the tubular structure type buggy.</p>
<b>KEYWORDS</b>	Buggy, design, structure, FEDAK, construction.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f.

---

LEMA TIXE KLEBER VINICIO  
172383482-4



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Lema Tixe Kléber Vinicio**, CI: **172383482-4** autor/a del proyecto titulado: **“Diseño y construcción de una estructura tubular para un vehículo de categoría tipo buggy según el reglamento para competencias de la FEDAK”** previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, febrero de 2018



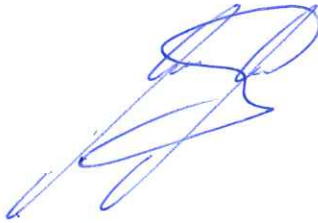
f: \_\_\_\_\_

**LEMA TIXE KLEBER VINICIO**  
**172383482-4**

## DECLARACIÓN

Yo, **Lema Tixe Kléber Vinicio** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



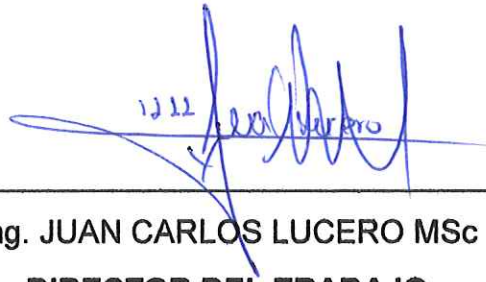
f:

---

**LEMA TIXE KLEBER VINICIO**  
172383482-4

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título que “Diseño y construcción de una estructura tubular para un vehículo de categoría tipo buggy según el reglamento para competencias de la FEDAK”, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **KLEBER VINICIO LEMA TIXE**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Carlos Lucero', is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes the date '12/11' written above it.

Ing. JUAN CARLOS LUCERO MSc

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 1715925606



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a Dios por ser mi guía, fortaleza espiritual y la luz que ha iluminado mi camino en todo momento y por ende permitirme cumplir una meta más, así también por haberme permitido conocer muchas personas especiales a lo largo de esta extensa y bella travesía.

A mi madre Gloria Tixe y a mi padre Rafael Lema, por ser mi inspiración y brazo derecho, además de brindarme su amor, afecto y apoyo incondicional demostrado en toda mi vida y a mis hermanas Rosa Angelica y Ligia Mariela por ser un complemento perfecto en mi existencia.

**KLEBER LEMA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, hermanos y familiares, por ser el pilar fundamental a lo largo de mi carrera universitaria.

A las autoridades de la Universidad Tecnológica Equinoccial presidida por el señor Rector Dr. Ricardo Hidalgo Ottolenghi, al señor decano de la Facultad de Ciencias de Ingeniería e Industrias Dr. Eduardo Bravo y al señor coordinador de la carrera de Ingeniería Automotriz Ing. Edwin Tamayo.

A mi director de tesis Ing. Juan Carlos Lucero por brindarme su amistad, ayuda, confianza y paciencia en el desarrollo de este proyecto de titulación.

A todos mis maestros que en el aula y fuera de ella inculcaron siempre el deseo de seguir adelante hasta conseguir el triunfo.

KLEBER LEMA

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>2. METODOLOGÍA</b>	14
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	16
3.1. REGLAMENTO DE LA FEDAK 2017 PARA VEHICULOS	16
3.2. DISEÑO DEL BASTIDOR DEL BUGGY	18
3.3. TRIANGULACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BUGGY	19
3.4. DISEÑO DE ESPACIOS DE LA ESTRUCTURA DEL BUGGY	19
3.5. RIGIDEZ TORSIONAL DEL BASTIDOR DEL BUGGY	20
3.6. DISEÑO DEL BASTIDOR TUBULAR DEL BUGGY	20
3.7. GEOMETRÍA DEL BASTIDOR DEL BUGGY	21
3.8. ANÁLISIS DEL BASTIDOR POR MÉTODOS FINITOS	21
3.8.1. ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA DEL BUGGY	22
3.8.2. DISEÑO BAJO PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN	25
3.8.3. DISEÑO BAJO PARÁMETROS DE RIGIDEZ TORSIONAL	31
3.9 CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR TUBULAR DEL BUGGY	33
3.9.1 CORTE Y MEDICIÓN DE LOS TUBOS PARA EL BASTIDOR	33
3.9.2 PREPARACIÓN DE LA UNIONES DE CORTE	33
3.9.3 PREPARACIÓN DOBLES DE LOS TUBOS DEL BASTIDOR	34
3.9.4 SELECCIÓN DE SUELDA	34
3.9.5 PREPARACIÓN DE PINTURA DE LA ESTRUCTURA	35
3.10 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	35
3.11 RESULTADOS DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	36
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	38
4.1 CONCLUSIONES	38
4.2 RECOMENDACIONES	39
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>	40
<b>6. ANEXOS</b>	42

# INDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Dimensiones de los tubos estructurales redondos	10
<b>Tabla 2.</b> Reglamento general	16
<b>Tabla 3.</b> Pesos mínimos por categoría	16
<b>Tabla 4.</b> Parámetros de análisis estático	22
<b>Tabla 5.</b> Unidades de análisis MKS	23
<b>Tabla 6.</b> Unidades de análisis en tres dimensiones XYZ	23
<b>Tabla 7.</b> Unidades de análisis momento resultante	24
<b>Tabla 8.</b> Propiedades físicas del acero ASTM – A913 grado 70	26

## INDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
<b>Figura 1.</b> Deformación cortante y momento flector.	5
<b>Figura 2.</b> Columna de Euler	6
<b>Figura 3.</b> Columna de Euler	7
<b>Figura 4.</b> Esfuerzo Axial	8
<b>Figura 5.</b> Esfuerzo Cortante	9
<b>Figura 6.</b> Momento de inercia de un cilindro hueco	10
<b>Figura 7.</b> Perfil redondo acero A500 ASTM	11
<b>Figura 8.</b> Soldadora MIG	11
<b>Figura 9.</b> Elemento deforma por fuerzas externas	12
<b>Figura 10.</b> Elemento sometido a torsión	12
<b>Figura 11.</b> Punto de gravedad de un vehículo	13
<b>Figura 12.</b> SolidWorks	13
<b>Figura 13.</b> Estructura del buggy	19
<b>Figura 14.</b> Diseño de espacios de la estructura	20
<b>Figura 15.</b> Diseño en líneas de la estructura tubular	21
<b>Figura 16.</b> Análisis Estático	22
<b>Figura 17.</b> Cargas puntuales	23
<b>Figura 18.</b> Fuerzas y momentos resultantes	24
<b>Figura 19.</b> Fuerzas y momentos resultantes	24
<b>Figura 20.</b> Factor de seguridad máximo permitido	25
<b>Figura 21.</b> Análisis lateral 2W	27
<b>Figura 22.</b> Deformación lateral 2W	27
<b>Figura 23.</b> Análisis frontal 6W	28
<b>Figura 24.</b> Análisis frontal 6W	29
<b>Figura 25.</b> Análisis posterior 6W	29
<b>Figura 26.</b> Deformación posterior 6W	30
<b>Figura 27.</b> Análisis superior 8W	30
<b>Figura 28.</b> Deformación superior 8W	31
<b>Figura 29.</b> Puntos de carga torsional	31
<b>Figura 30.</b> Deformación torsional	32
<b>Figura 31.</b> Proceso de corte	33
<b>Figura 32.</b> Corte boca de pescado	33
<b>Figura 33.</b> Doblado de los tubos	34
<b>Figura 34.</b> Soldadura MIG/MAG	34
<b>Figura 35.</b> Proceso de pintura	35
<b>Figura 36.</b> Prueba con todos los elementos	36
<b>Figura 37.</b> Inspección visual de uniones de la estructura	36

# ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Anexo 1.</b> Planos de bastidor de buggy	42
<b>Anexo 2.</b> Informe del análisis estático SolidWorks	43
<b>Anexo 3.</b> Soldadura MIG/MAG	51
<b>Anexo 4.</b> Reglamento de la FEDAK	52
<b>Anexo 5.</b> Tubos DIPAC	53
<b>Anexo 6.</b> Triangulación bastidor	54



## RESUMEN

El proyecto de construcción de una estructura tubular para un vehículo tipo buggy, tiene como finalidad realizar un análisis previo, basados en el reglamento de la FEDAK que dan ciertas pautas para garantizar la construcción del vehículo tipo buggy, y así determinar la seguridad del piloto. Para diseñar se basó utilizando el software SolidWorks, el cual ayudó a realizar pruebas y simulaciones de la estructura en condiciones reales.

Mediante el software de diseño y simulación, se constató que la estructura tubular es viable su construcción. Para lo cual se realizó un análisis previo que permita validar el diseño y su construcción, priorizando la seguridad de los ocupantes. El factor de seguridad establecido en la construcción de la estructura tubular es de 3.59 siendo un valor admisible. Esto se vincula con las normas establecidas en relación a su peso, logrando que el vehículo tipo buggy resista; 2 veces el peso del vehículo lateralmente (2P), 6 veces el peso del vehículo longitudinalmente (6P), y 8 veces el peso del vehículo verticalmente (8P). Para calcular el peso de vehículo se tomó en cuenta todos los elementos que interviene en la estructura del buggy, como lo son: motor, transmisión, dirección, neumáticos, tanque de combustible, y el peso de los ocupantes, dando como peso total 580kg.

Finalmente, aplicando el reglamento de la FEDAK, además de priorizar la seguridad de los pilotos, se procedió a la construcción de la estructura tubular. Aplicando procesos de corte, doblado, procesos de soldadura para evitar porosidades en las uniones de la estructura, y un acabado de pintura que permitió corregir de manera eficiente los defectos que se pudieran presentar al momento de realizar la construcción, y obtener el mejor diseño posible para la estructura tubular tipo buggy.

**PALABRAS CLAVES:** Buggy, diseño, estructura, FEDAK, construcción.

## ABSTRACT

The project of construction of a tubular structure for a buggy type vehicle, has the objective of carrying out an analysis, the FEDAK standards that give certain guidelines to guarantee the construction of the buggy type vehicle, and thus determine the safety of the pilot. To design it was based using SolidWorks software, which helped to perform tests and simulations of the structure in real conditions.

Through the design and simulation software, it was found that the tubular structure is viable construction. For which an analysis was carried out that allows to validate the design and its construction, prioritizing the safety of the occupants. The safety factor established in the construction of the tubular structure is 3.59, which is an admissible value. This is linked to the rules established in relation to its weight, making the buggy-type vehicle resist; 2 times the weight of the vehicle laterally (2P), 6 times the weight of the vehicle longitudinally (6P), and 8 times the weight of the vehicle vertically (8P). To calculate the weight of the vehicle, all the elements that intervene in the structure of the buggy were taken into account, such as: engine, transmission, steering, tires, fuel tank, and the weight of the occupants, giving a total weight of 580kg.

Finally, applying the FEDAK regulations, in addition to prioritizing the safety of the pilots, the tubular structure was constructed. Applying processes of cutting, bending, welding processes to avoid porosities in the joints of the structure, and a paint finish that allowed to correct efficiently defects that could occur at the time of construction, and get the best possible design for the tubular structure type buggy.

**KEY WORDS:** Buggy, design, structure, FEDAK, construction.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

La falta de estudios y análisis previos a la construcción de vehículos tipo buggy, la seguridad del piloto y copiloto se ve expuesta, por ende, es necesario realizar estudios de ingeniería y cálculo de resistencia de materiales a condiciones extremas de competencia. El diseño y construcción de la estructura tubular, tiene como finalidad garantizar la fiabilidad, mejorar el funcionamiento y desempeño del vehículo tipo buggy. Mediante el diseño de una estructura tubular del vehículo tipo buggy, se pretende lograr la construcción de un vehículo que tenga las prestaciones adecuadas para una carrera en la categoría vehículo tubular buggy de la FEDAK.

Es por eso que existe la necesidad de diseñar y construir una estructura tubular, que preste ciertas condiciones de seguridad y confiabilidad adecuadas en dicho vehículo. Por consiguiente, garanticen un rendimiento óptimo del vehículo en todo su recorrido, en especial en momentos críticos de la carrera. Como objetivo principal del proyecto de titulación, es construir y diseñar un bastidor tubular para un carro tipo buggy que se rija bajo los parámetros de la FEDAK, que respalde la seguridad de los elementos que conforman la estructura, así como sus objetivos complementarios; primero diseñar la estructura tubular para analizar su comportamiento mecánico, segundo realizar la elaboración, adaptación y construcción de piezas para llegar al correcto funcionamiento de la estructura tubular dispuesta, y por último, analizar dimensiones y tipos de material para la construcción de la estructura tubular mediante el software SolidWorks.

Un buggy es un vehículo diseñado para recorrer en la montaña y arena, entrando dentro de la categoría del rally, soliendo tener un chasis ligero, una carrocería sin techo rígido y ruedas grandes. A principios de 1964 aparece el primer vehículo buggy; se lo denominó Meyers Manx en honor a su creador Bruce F. Meyers (Rally y sus inicios, 2014).

Este vehículo se basaba en un monocasco montado sobre sus ejes con una dirección de un Volkswagen escarabajo, para dos asientos y un motor bóxer refrigerado por aire, hoy en día existen vehículos buggies basados en modelos de producción, así como totalmente artesanales (Alonso, 2008).

La historia del rally se remonta al año 1977, cuando la FIA (Federación Mundial de Automovilismo) llevaba más de veinte años en vigencia, a partir de este año se organizó la primera competencia en Italia, la cual contemplaba terrenos bastante irregulares que salían de las carreteras, fue en 1979 cuando finalmente se utilizó el término "Rally" para identificar este tipo de disciplina automovilística, este mismo año se creó el primer Campeonato Mundial de Rally, especialidad exclusivamente diseñada para circuitos mixtos y terrenos de alta dificultad (Rally y sus inicios, 2015)

A partir de 1970, se forman los primeros clubes para competir en las playas y siempre sobre superficies blandas y planas, mientras tanto, una nueva variante se iba creando: el "Dune Buggy", esta modalidad, consistía en subir

montañas arenosas tipo dunas, fue entonces, cuando empezaron a aparecer modelos con chasis tubulares completos, al estilo jaula, por su excelente seguridad ante volcadas ocasionales y también equipados con ruedas traseras grandes obtenidas de los tractores de aquella época, adicionalmente, se emplearon filtros de aire sobredimensionado y amortiguadores robustos y de largo recorrido. Por ende, estas carreras consisten en disputas en carreteras o caminos cerrados al tránsito es una de las pocas disciplinas automovilísticas que no se disputan en circuitos cerrados, también, es característica la imprescindibilidad natural del circuito y de las carreras.

El presente proyecto de titulación se representa a lo largo de la historia del automovilismo siendo su mayor desafío las estructuras de los vehículos que han permitido el avance y el sustento de grandes obras de máquinas en nuestro caso, el soporte de vehículos. De esta manera, en la actualidad existen variedad de estructuras que forman los vehículos de competencia en varias categorías del mundo tuerca con gran rendimiento, seguridad y buena apariencia. El chasis de un buggy al ser una estructura cuya función principal es la de conectar la suspensión trasera y delantera y ofrecer puntos de conexión para los diferentes sistemas del vehículo y principalmente proteger al conductor frente a posibles colisiones, los diseños de la estructura auto portante, rara vez se someten a tensiones del orden de la tensión última

Por consiguiente, lo determinante muchas veces es la deformación en los rangos admisibles, en otras palabras, la rigidez en los puntos de conexión de los diferentes sistemas del vehículo como lo son motor, transmisión, ruedas y dirección, recalcando un aspecto importante en la construcción de la estructura del buggy, siendo el acero como material base. La estructura principal del vehículo debe ser construida en tubo estructural negro (mínimo 0.1 % de carbono). (Alonso, 2014).

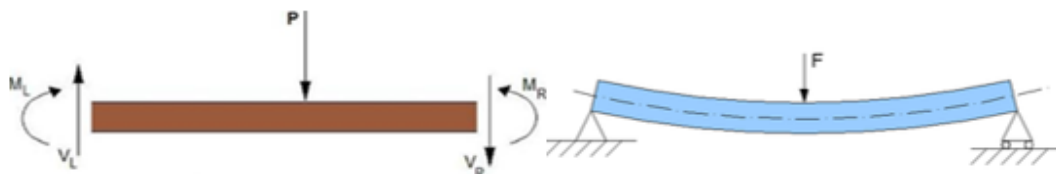
El chasis se utiliza fundamentalmente en vehículos de transporte, como por ejemplo buses, camionetas y vehículos de alta gama, y también como refuerzo en los automóviles de carreras, el bastidor es un arco metálico renombrado como chasis, en el cual se arman todos los elementos del carro, el compacto o montante se ubican sobre el chasis una vez finalizado su construcción (camioneta, auto, camión o bus), la instalación se efectúa fijando (soldando o empernado) la carrocería al bastidor; si es empernada se conoce como "carrocería independiente", si es soldada se la conoce como "autoportante". En los vehículos de carreras, existen dos grandes tipos de chasis que son los tubulares y monocasco, en el segundo el chasis forma parte de la carrocería. Por otra parte, los que poseen estructuras tubulares son los que se emplean como reforzamiento de los carros de competencia, debido a que es más accesible su construcción y el cálculo de los esfuerzos a los que pueda estar sujeto. (Alonso, 2014).

El comportamiento mecánico del chasis, es más inflexible que una carrocería en el instante de un impacto, la carrocería tiende a desfigurarse para no transferir la energía del impacto a sus ocupantes, por otra parte, interesa que

el chasis o bastidor su deformación sea mínima y no altere las características al momento de conducir. (Alonso, 2014).

Todas las partes de un automóvil, como el sistema de encendido y todo el sistema de transmisión están montados sobre una estructura rígida, es fácil concluir que se necesita una estructura sólida para soportar todos los elementos del vehículo, la estructura que va a obtener esa resistencia se llama bastidor o chasis, y está conformada por dos fuertes largueros y varios travesaños, que garantizan su rigidez. (Jonhston, 2010).

Con la teoría de flexión simple o pura se diseñan las vigas, el desarrollo de diseño conlleva el cálculo del momento flexionante máximo y la distinción de una viga con una resistencia mayor o igual al momento flexionante en el diseño por esfuerzos permisibles que se ven en la figura 1 (Jonhston, 2010).



**Figura 1.** Deformación cortante y momento flector.  
(JOHNSTON, Bruce, 2008)

En la longitud de la viga, se observa cómo trabaja el momento flexionante  $M$  y el cortante  $V$  positivos en su posición recta sin deflexión antes de ser sometida a una carga, y con deflexión posteriormente. La ecuación de la escudería y su trabajo está limitada a la teoría de la flexión simple, donde,  $\sigma_{max}$  es el esfuerzo máximo en la fibra más alejada o módulo de ruptura ( $N/m^2$ ),  $M_{max}$  es el momento flexionante máximo ( $N.m$ ),  $C$  es la distancia del eje neutro a las fibra más alejada ( $m$ ),  $I$  momento de inercia de la sección transversal ( $cm^4$ ), quedando de la siguiente manera en la ecuación [1]. (Jonhston, 2010).

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot C}{I} \quad [1]$$

En el procedimiento de diseño por esfuerzos permisibles se observa que en la ecuación [2], se distingue las vigas de modo que los esfuerzos cortantes y normales máximos no superen los valores que admite la tensión, y el cortante que están proporcionados en términos de fluencia  $f_y$ , que es el esfuerzo permisible y su fórmula es la siguiente: (Jonhston, 2010).

$$F_b = 0,66 F_y \quad [2]$$

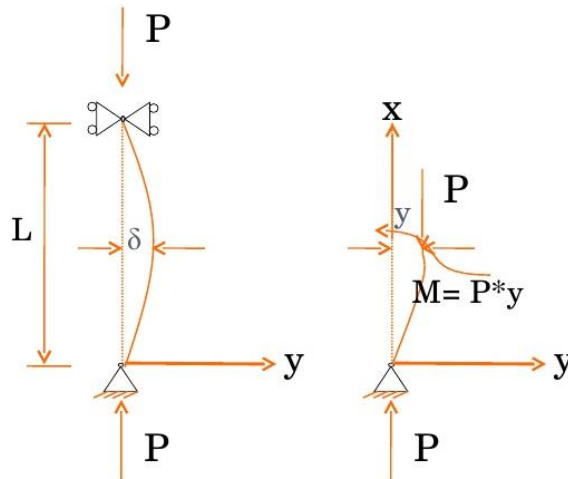
Una viga no siempre es vertical y recta, y se determina columna a cualquier miembro en compresión vertical, horizontal o inclinada. Si la carga que ejerce es el factor principal que determina su comportamiento, si la flexión es un factor indispensable, se utiliza el término columna, la falla de una columna implica la deformación de pandeo. (Jonhston, 2010).



La resistencia de pandeo de una columna disminuye con un aumento de la longitud, la carga de pandeo para una columna esbelta está dada por la ecuación [3] de Euler. (Jonhston, 2010).

$$P_e = \frac{\pi^2 EI}{l^2} \quad [3]$$

En la figura 2, se puede observar que la ecuación de Euler viene dada por el diagrama de la columna de Euler



**Figura 2.** Columna de Euler  
(JOHNSTON, Bruce, 2010)

La carga inicial de Euler,  $P_e$ , es una carga que mantendrá justamente a la columna en la forma deformada que se muestra en la ecuación 3, en cualquier punto a lo largo de la columna el momento externo aplicado y  $P$ , es igual al momento resistente interno  $EI\phi$ , en donde  $\phi$  es la curvatura de la columna, si se dividen los dos lados de la ecuación [3] entre  $A$  y se introduce la relación  $I = Ar^2$ , en donde  $r$  es el radio de giro de la sección transversal, y se expresa la carga de pandeo en términos de la siguiente ecuación [4] (Jonhston, 2010).

$$F_e = \frac{P_e}{A} = \frac{\pi^2 EI}{Al^2} = \frac{\pi^2 E}{(l/r)^2} \quad [4]$$

Al término  $l/r$  se denomina *relación de esbeltez*, y se usa casi en forma universal como una regla en cuyos términos se dibuja en forma gráfica o se expresa en forma analítica la curva de capacidad de una columna que se obtiene con una fórmula de resistencia. En la figura 3, se relacionan los resultados modificados que se obtienen para utilizarse en el análisis (Jonhston, 2010).

Buckled shape of column shown by dashed line						
Theoretical K value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value K	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition key		Rotation fixed and translation fixed				
		Rotation free and translation fixed				
		Rotation fixed and translation free				
		Rotation free and translation free				

**Figura 3.** Columna de Euler  
(JOHNSTON, Bruce, 2010)

El tubo de acero redondo hueco, es más efectivo que la barra sólida, ya que se puede incrementar el radio de giro casi independientemente del área de la sección transversal, con lo que se reduce el  $l/r$  y se incrementa la carga permisible  $F_a$ , si el espesor de la pared en igualdad con el diámetro del tubo se hace demasiado pequeño, se considera la posibilidad del pandeo, se utiliza el esfuerzo total permisible en la columna siempre que la relación  $D/t$  sea menor que  $3300y/F(D)$  es el diámetro exterior del tubo y  $t$  el espesor de pared), los tubos están correspondidos con un esfuerzo de fluencia de  $36ksi$  y todos tienen relaciones  $D/t$  muy dentro del límite de  $3300/F_y$ , con base en las pruebas de la viga, así como en los resultados de los esfuerzos residuales en los perfiles laminados, se utiliza la siguiente ecuación [5]. (Jonhston, 2010).

$$F_c = \left[ 1 - \frac{1}{2C_c^2} \left( \frac{Kl}{r} \right)^2 \right] F_y \quad [5]$$

Siempre que el pandeo bajo carga axial rija la sección del diseño de una columna de acero, el esfuerzo permisible bajo cargas de trabajo se basa en las curvas de resistencia de columnas, ecuaciones [5] y [6], dividiendo entre un apropiado factor de seguridad ( $FS$ ) para esfuerzos de compresión como se aprecia en la ecuación [6]:

$$F_a = \left[ 1 - \frac{(Kl/r)^2}{2C_c^2} \right] \frac{F_y}{FS} \quad [6]$$

Cuando  $C \leq Kl/r < 200$ , se aplica la ecuación de Euler [7]; entonces:

$$F_a = \frac{\pi^2 E}{FS(Kl/r)^2} \quad [7]$$

Las estructuras fijas, además de la carga axial, las columnas soportan cargas laterales y/o fijan momentos entre sus extremos. Por ende, están sometidas a esfuerzos combinados debido a la carga axial como al momento, encontrándose la siguiente forma la ecuación [8] (Jonhston, 2010).

$$f_a + f_b \leq F_{perm} \quad [8]$$

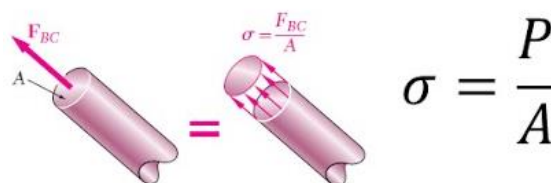
Se recuerda ahora que  $F_b$  depende de diversos resultados, que involucran la longitud no soportada y los principios de la sección compacta, para miembros en compresión de marcos sujetos a deformación lateral,  $C_m = 0.85$ , para miembros sometidos a compresión en marcos con deformación lateral, y que no están sujetos a cargas transversales entre sus puntos en el plano de flexión, como se aprecia en la ecuación [9] (Jonhston, 2010).

$$C_m = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_2} \quad [9]$$

Pero no menor de 0.4 en donde  $M_1 / M_2$  es la relación del momento menor al mayor en los extremos de esa parte del miembro sin arrastrar en el plano de flexión bajo consideración,  $M_1 / M_2$  es positivo cuando se flexiona en curvatura doble y negativo cuando se flexiona en curvatura simple. Se pueden utilizar los valores siguientes: para miembros cuyos extremos están restringidos  $= 0.85 C_m$ , para miembros cuyos extremos no están restringidos  $C_m = 1$ ,  $F_a$  esfuerzo permisible en compresión axial para la fuerza axial sola,  $F_b =$  esfuerzo permisible en flexión por el momento flexionante solo,  $f_a =$  esfuerzo de compresión axial actuante,  $f_b =$  esfuerzo actuante máximo en la fibra de compresión por esfuerzo flexionante. (Jonhston, 2010).

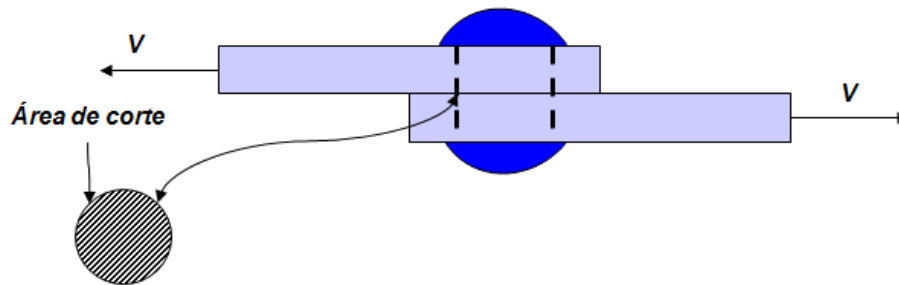
El proceso de soldadura MIG, utiliza un sistema de alimentación que impulsa en forma automática y a velocidad predeterminada el alambre-electrodo hacia el trabajo o baño de fusión, mientras la pistola de soldadura se posiciona a un ángulo adecuado y se mantiene a una distancia tobera-pieza, generalmente de 10 mm (Soldarco, 2016)

Esfuerzo Axial, el esfuerzo axial es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones perpendiculares a la sección transversal de un prisma mecánico, dada una sección transversal al eje longitudinal de una viga, el esfuerzo normal es la fuerza resultante de las tensiones que se ve la en la figura 4 (Shigley, 2008).



**Figura 4.** Esfuerzo Axial  
(JOHNSTON, Bruce, 2008)

Esfuerzo cortante, la fuerza del esfuerzo cortante, es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico como por ejemplo una viga o un pilar, este esfuerzo está directamente asociado a la tensión cortante como se ve en la figura 5. (Shigley, 2008).



**Figura 5.** Esfuerzo Cortante  
(JOHNSTON, Bruce, 2008)

Quizá la tarea más fundamental y difícil que enfrenta un diseñador de estructuras, es la estipulación de cualquier carga que recibirá una estructura durante su vida útil. No debe omitirse la consideración de cualquier carga que pueda llegar a presentarse, después de que se han estimado las cargas es necesario investigar las combinaciones más desfavorables que pueden ocurrir en un instante determinado (Marks, 2012).

La carga muerta pertenece al peso total del chasis en condiciones operativas, incluyendo todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes; es decir, la carrocería terminada con todos sus accesorios, las cargas muertas son cargas de magnitud constante que permanecen fijas a un mismo lugar, estas son el peso propio de la estructura y otras cargas permanentemente unidas a ellas. Para diseñar una estructura es necesario estimar los pesos o cargas muertas de sus componentes, las dimensiones y pesos exactos de las partes no se conocen hasta que se hace el análisis estructural y se selecciona los miembros de la estructura, los pesos determinados de acuerdo con el diseño, deben compararse con los pesos estimados, una estimación razonable de las cargas en la estructura puede hacerse con base en otras similares sea en fórmula y tablas diversas disponibles en varias localidades (Marks, 2012).

La carga viva pertenece a la carga por ocupación, y se la considerará como distribuida uniformemente en los respectivos elementos estructurales de la carrocería, las cargas vivas son aquellas que pueden cambiar de lugar y magnitud, y así, todas las cargas que no son muertas, son vivas, las cargas que se mueven bajo su propio impulso como camiones, gente, etc. Se denominan cargas móviles y aquellas que pueden ser remplazadas, muebles y accesorios se denominan cargas móviles (Marks, 2012).

La carga de impacto corresponde a la fuerza producida en una situación desafortunada que pueda tener el piloto al producirse una colisión, siendo la

fuerza de impacto la más significativa y de cuidado que debe tener el proyectista para el diseño de la estructura. La fuerza de impacto es la establece de tres formas: impacto frontal se asume un incremento de la masa del vehículo de 8g, impacto lateral se asume un incremento de la masa del vehículo de 4g, impacto superior se asume un incremento de la masa del vehículo de 2g (Marks, 2012).

Para la realización de este trabajo en base a un reglamento de competencia, el material utilizado, es el tubo estructural negro A500 ASTM con las dimensiones especificadas que se puede observar en la tabla 1:

**Tabla 1.** Dimensiones de los tubos estructurales redondos

DIMENSIONES					PROPIEDADES		
DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR	PESO	AREA			
	D	e	P	A	I	W	i
Pulg	mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	Cm <sup>3</sup>	cm
1/2	21.35	2.00	0.99	1.22	0.57	0.59	0.68
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	2.65	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	3.20	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

(DIPAC, 2016)

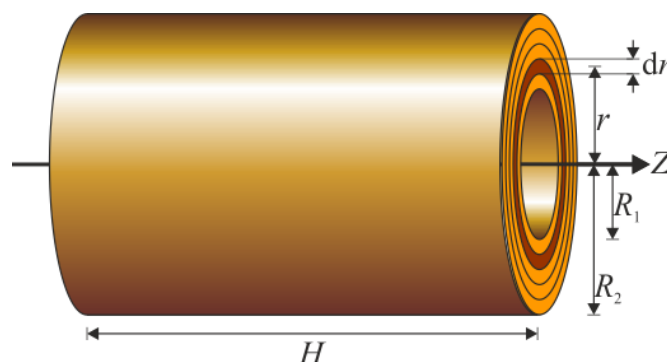
En la figura 6 se observa detalladamente el momento de inercia de un cilindro hueco dada en una magnitud escalar e interpretada en la siguiente manera:

**A:** Área de la sección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>

**I:** Momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>

**W:** Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>

**I:** Radio de giro de la sección, cm



**Figura 6.** Momento de inercia de un cilindro hueco  
(Departamento de física aplicada III, 2014)

Al encontrarse barras extruidas o solidas es conocido que los tubos de pared delgada resisten correctamente la flexión o el pandeo, porque el momento polar de inercia  $I$  es mayor para un tubo macizo del mismo alcance, en teoría,

los tubos que importan son los tubos que se aprecian en la figura 7 (Shigley, 2008)



**Figura 7.** Perfil redondo acero A500 ASTM  
(DIPAC, 2016)

La composición química de un tipo de acero básicamente determina su soldabilidad de los aceros sin alear, generalmente es más utilizado para la construcción de un chasis. Es elemental, el contenido de carbono ( $C \leq 0,22\%$ ) y la pureza del acero indicada por el contenido de azufre ( $S \leq 0,045\%$ ), fósforo ( $P \leq 0,045\%$ ) y  $N$  ( $0,009\% \leq N \leq$ ), La soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible, es un proceso en el que el arco se establece entre un electrodo de hilo continuo y la pieza a soldar, estando protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (proceso MIG) o por un gas activo (proceso MAG) como se ve en la figura 8 (Dipac, 2016).



**Figura 8.** Soldadora MIG  
(DIPAC, 2016)

La rigidez, es la posibilidad de un elemento sólido estructural para soportar cargas, sin adquirir grandes cambios en su totalidad o desplazamientos localizados, la expresión final de la rigidez se obtiene en la ecuación [10] (Shigley, 2008).

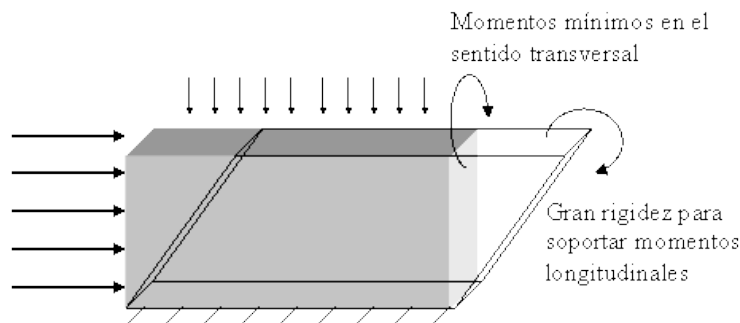
$$K = \frac{P}{\Delta} \quad [10]$$



Donde  $P$  es la carga aplicada, y  $\Delta$  la deformación, la rigidez para elementos tubulares tipo barra tienen las siguientes condiciones que se estiman en la ecuación [11] (Shigley, 2008).

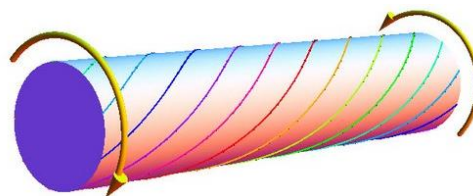
$$K \propto (E, I, G, A, J) \quad [11]$$

Siendo  $E$  el módulo de elasticidad o módulo de Young,  $G$  módulo de elasticidad transversal,  $I$  el momento de inercia,  $A$  el área de la sección,  $J$  momento polar de inercia cortante, de estas proporcionalidades se deduce que, a mayor módulo de elasticidad, momento de inercia y/o área de sección, mayor será la rigidez, en la rigidez de un chasis, en principio se tienen en cuenta dos aspectos: la rigidez a flexión y la rigidez torsional (McCORMAC, 2016). La rigidez a flexión se refiere a cuanto se deforma el chasis debido a la carga de los diferentes elementos que conforman el vehículo como se visualiza en la figura 9 (Shigley, 2008).



**Figura 9.** Elemento deforma por fuerzas externas  
(Structural engineering, 2016)

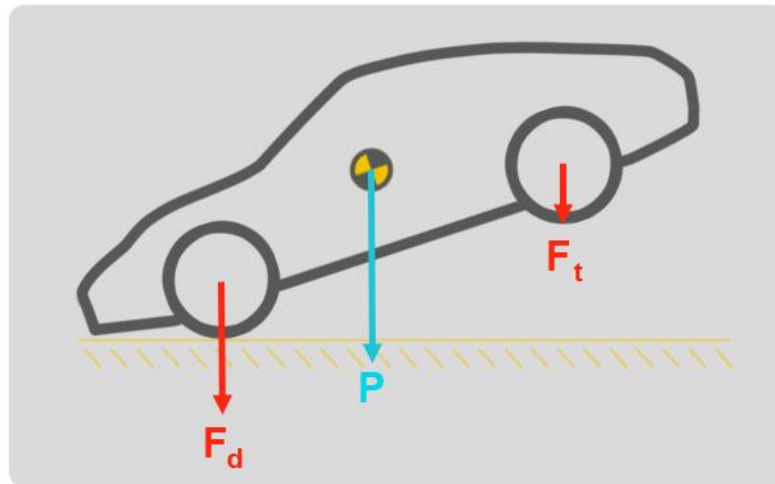
La rigidez torsional se refiere a la deformación en un chasis debido a un esfuerzo de torsión, por ejemplo, cuando uno de los neumáticos delanteros pasa por un bache, mientras que las demás no, esta es la característica que se debe cuidar para poder validar un chasis en cuanto a rigidez, como se observa en la figura 10 (McCORMAC, 2016).



**Figura 10.** Elemento sometido a torsión  
(Structural engineering, 2016)

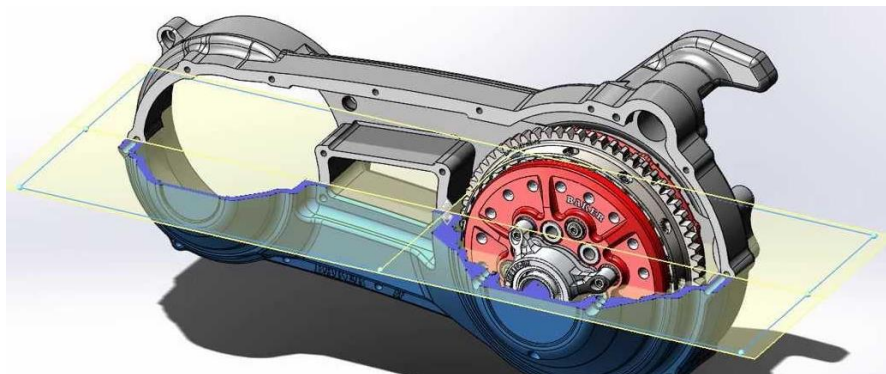
Los criterios sobre peso y su distribución en el diseño de un chasis, en cuanto al peso y su distribución, se deben tener en cuenta los siguientes puntos: cuanto menos peso tenga el chasis, respetando la rigidez, mejor se aprovechará la potencia del motor. Respecto a los estudios hechos para la suspensión conviene que el centro de gravedad esté lo más bajo posible, para disminuir el balanceo con respecto a los estudios hechos para la

aerodinámica, como se observa en la figura 11, en el diagrama de cuerpo libre el punto de gravedad (McCORMAC, 2016).



**Figura 11.** Punto de gravedad de un vehículo  
(Motor en Marcha, 2017)

Respecto a los estudios hechos para la aerodinámica, conviene que el centro de gravedad esté por delante del centro de presiones laterales para evitar inestabilidades en la conducción debidas a cambios súbitos de viento lateral, por ejemplo, al adelantar a un camión, es sabido que el centro de presiones lateral está más hacia atrás si la superficie lateral es mayor en la parte trasera que la delantera como se ve en la figura 12. (McCORMAC, 2016).



**Figura 12.** SolidWorks  
(Motor en Marcha, 2017)

Las soluciones de SolidWorks cubren todos los aspectos del proceso de desarrollo de productos con un flujo de trabajo integrado a la perfección, que incluye las etapas de diseño, validación, diseño sostenible, comunicación y gestión de datos, los diseñadores y los ingenieros pueden abarcar fácilmente varias disciplinas, lo que acorta el ciclo de diseño, aumenta la productividad y agiliza la introducción de los productos en el mercado. (McCORMAC, 2016).

## **2. METODOLOGÍA**

## 2. METODOLOGÍA

Para el presente proyecto de titulación de construcción de una estructura tubular para un vehículo tipo buggy, tenemos las partes, tipos y configuraciones que conforman una estructura tubular, y así realizar una correcta elección de los materiales en la construcción. Para el modelado mecánico 3D, se realizó algunas pruebas como las cargas, fuerza de flexión del material y deformación, las cuales permiten escoger el tipo de material y el diseño de construcción de la estructura tubular para el vehículo tipo buggy para competencias.

El proceso de diseño de la estructura del chasis tubular se lo realizó en el software SolidWorks, comenzando a tener en cuenta el primer parámetro de construcción, siendo la ergonomía del piloto y copiloto que tiene que ser de fácil acceso y de fácil desplazamiento dentro del cubículo, y a la vez sea cómodo y estable, basado en la estatura promedio de las personas de Ecuador.

Una vez determinado los espacios del piloto y copiloto, se procedió al diseño del cubículo, el cual constará de unos asientos ergonómicos fijados al bastidor del buggy, con sus respectivos arneses de seguridad de cinco puntos, realizado este paso, se procedió al diseño de las partes fijas que están incluidas en el bastidor, como lo son el motor, transmisión, frenos, tanque de combustible, dirección y suspensión. Una vez diseñado la estructura, se realizó el respectivo análisis estático de la estructura, creando un mallado para simular su unión y soldadura. Los resultados obtenidos por las diferentes partes del vehículo, como el peso y forma de la estructura son esenciales, a fin de realizar el cálculo de las cargas aplicadas en los diferentes tipos de impactos, y así la estructura soporte un impacto lateral dos veces su propio peso, seis veces su peso frente a un impacto frontal y ocho veces su peso frente a un impacto por volcamiento.

En efecto, todos estos parámetros no deben superar la deformación máxima permitida y establecida en los parámetros de construcción de bastidor del buggy, una vez realizado los cálculos permisibles y al ingreso de datos en el software SolidWorks, obteniéndose los resultados de la simulación y sus respectivas cargas estáticas y deformaciones máximas permitidas, se procedió a la selección de un material que nos permita superar cualquier inconveniente para poder obtener un factor de seguridad aceptable, para lo cual se utilizó acero estructural redondo negro, a su vez obtenido el informe real con sus respectivas cargas y deformaciones, se analizó los puntos donde existe mayor deformación y presencia de fallas.

Simultáneamente, se realizó un cambio, agregando tubos transversales en forma diagonal en la parte del cubículo del piloto y copiloto para mejorar su factor de seguridad, realizado dichos cambios se procedió a la ejecución de planos de cada uno de las partes de la estructura del buggy.

Así como cortes para las diferentes secciones, como lo son motor, transmisión y dirección. Este vehículo tipo buggy posee un motor transversal, situado en la parte posterior de la estructura, para lo cual se requirió de un proceso de doblado de tubos para dar una forma que acondicione los diferentes elementos que conformaran el buggy, una vez cortado y doblado se procedió a la realización de la soldadura de las partes, soldándose los tubos que conforman la jaula de seguridad de los ocupantes, posteriormente se soldó las bases fijadas al motor y la parte frontal de elementos de suspensión y dirección. Se empleó un tipo de suelda especial por cordón continuo para evitar rupturas futuras y agrietamientos posteriores al uso del buggy, después de realizado la unión de todos los tubos, se procedió al lijado y limpiado de los tubos a fin de agregarse una capa anticorrosiva para cubrir cualquier desperfecto que existiera y pintura para evitar la oxidación y la penetración de sustancias ajenas al interior de los tubos, con la finalidad de dar un recubrimiento de protección a la pintura, siendo este el brillo como última capa protectora, la cual se agrega para evitar pérdida de brillo en el color y dar un mejor aspecto visual a la estructura.

Una vez realizado todos estos pasos, se procedió a la instalación de todos los elementos fijos y móviles que conforman el buggy para proceder a realizar sus respectivas pruebas de funcionamiento y verificar que todos los elementos estén acorde al diseño, y se encuentre perfectamente instalados y no presenten fallas al momento de realizar la conducción. Los equipos que se utilizaron en todo el proceso de construcción fueron; cortadora de tubos para dividir las secciones de las diferentes partes de la estructura del bastidor del buggy. Mediante una dobladora de tubos, se procedió al doblado de tubos de las diferentes partes de la estructura, como son dobleces de tubo donde van a ir situado todos los elementos mecánicos y móviles del buggy, luego se procedió al doblado de la jaula o cabina del piloto y copiloto.

Finalmente, en el proceso de corte, se realizó cortes de boca de pescado en los extremos del tubo para realizar las uniones de todos los tubos de la estructura, culminando con el proceso de soldadura tipo MIG que reduce significativamente la porosidad, mejora el rendimiento de la soldadura a deformaciones por desplazamiento o sometimiento de fuerzas externas, y evita la mala unión de los elementos a soldar. También se empleó un compresor de aire comprimido para la implementación de capas de protección de la estructura, y así obtener un mejor aspecto visual y estético. Para el presente proyecto, se tuvo en cuenta los elementos de protección personal (EPP) como son gafas, guantes, botas punta aceros, además de herramientas de mano que se utilizaron en la construcción y medición del proyecto de titulación con el fin de lograr un correcto desempeño y desarrollo del mismo.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. REGLAMENTO DE LA FEDAK 2017 PARA VEHÍCULOS

Basados en la nueva disposición serán admitidos los vehículos conforme al reglamento general de rally 2017 en los cuales consta de los siguientes parámetros como cilindrada, categoría en la que competirán y número de identificación del vehículo que establece la FEDAK como se en la tabla 2.

**Tabla 2.** Reglamento general

<b>CILINDRADA cc</b>	<b>Categoría</b>	<b>Numeración</b>
2000 + Turbo	N4	del 100 al 199
2000 + Turbo	Integral	del 100 al 199
1651 a 2050	T4	del 200 al 299
1451 a 1650	T3	del 300 al 399
1251 a 1450	T2	del 400 al 499
0 a 1250	T1	del 500 al 599
0 a 3000	TT	del 600 al 699

#### a) VEHÍCULOS ADMITIDOS

Serán admitidos los vehículos de producción en serie que tengan las características elementales de origen de conformidad con los catálogos o documentos que permitan su verificación según el año de fabricación de los mismos.

#### b) PESOS MÍNIMOS POR CATEGORÍA

En la tabla 3 están los pesos, categoría y cilindrada que deben tener los vehículos de competencia admitidos según las normas de la FEDAK las cuales pueden ir desde la categoría de 0 a 3000 cc en cilindra incluido en categoría TT con su peso mínimo de fábrica, hasta un vehículo con un cilindraje de 2000 cc y turbo alimentado en categoría de N4 con un peso máximo de 1400 kg.

**Tabla 3.** Pesos mínimos por categoría

<b>CILINDRADA cc</b>	<b>Categoría</b>	<b>Numeración</b>
2000 + Turbo	N4	1400 Kg
2000 + Turbo	Integral	1400 kg
1651 a 2050	T4	1000 kg
1451 a 1650	T3	930 kg
1251 a 1450	T2	850 kg
0 a 1250	T1	790 kg
0 a 3000	TT	PESO MÍNIMO

### **c) ACEPTACIÓN Y RESTRICCIONES**

1. Todos los vehículos deben tener el motor de la misma marca (Excepto en la categoría RC2 Maxi Rally, o su ficha de homologación FIA lo indique).
2. Los motores turbo alimentados en la Clase N e INTEGRAL, usarán el restrictor del turbo máximo de 33 mm de diámetro de acuerdo a las especificaciones del anexo J.
3. Todos los vehículos participantes deberán usar gasolina de surtidor de expendio en las estaciones de servicio público. La organización se reserva el derecho de proveer de combustible a costo del participante en una o varias estaciones de servicio público durante el desarrollo de la competencia. La negativa por parte de la tripulación será causal de exclusión de la competencia.
4. Se prohíbe usar gasolina JET FUEL JP1 o de fabricación especial.
5. Se permite aditivos de uso comercial en el combustible.
6. No se permite el reemplazo de vidrios por micas (a excepción que acepten su ficha de Homologación).
7. Se permite el uso de fibra de vidrio en la carrocería, pero manteniendo la forma original de las piezas reemplazadas.
8. Se permite el uso del block de cilindros estándar o rectificado máximo 1 milímetro siempre y cuando no sobrepase la cilindrada de la categoría.
9. Se permite el encamisado del block de motor, para recuperarlo.
10. Los piñones de la caja de cambios son libres, pero se mantendrá la coraza de la marca original, (excepto en la categoría N4).
11. En la categoría N4 únicamente se permite cajas homologadas grupo "N4" FIA u original.
12. Se permite cajas secuenciales en autos con homologación FIA.
13. Los soportes de motor y caja de cambios se pueden cambiar, pero manteniendo el número y posición de los originales.
14. Se permite el uso de autoblocante.
15. Ruliman, plato y disco de embrague, según ficha técnica libres en su marca.
16. Sistemas de admisión y escape libres, a excepción de categoría N.
17. El sistema de escape saldrá por la parte posterior de la carrocería y tendrá mínimo un resonador.
18. La centralina de encendido electrónico, la central electrónica de la inyección y la unidad electrónica de control del sistema de freno son libres a condición de que sean intercambiables con las originales. Está prohibido añadir interruptores entre los sensores.
19. Espirales, bases y amortiguadores de la suspensión libres.
20. El uso de servofreno es opcional.
21. El uso del radiador de calefacción es opcional.
22. El freno de mano se permite modificar por hidráulico y/o cambiar su posición.



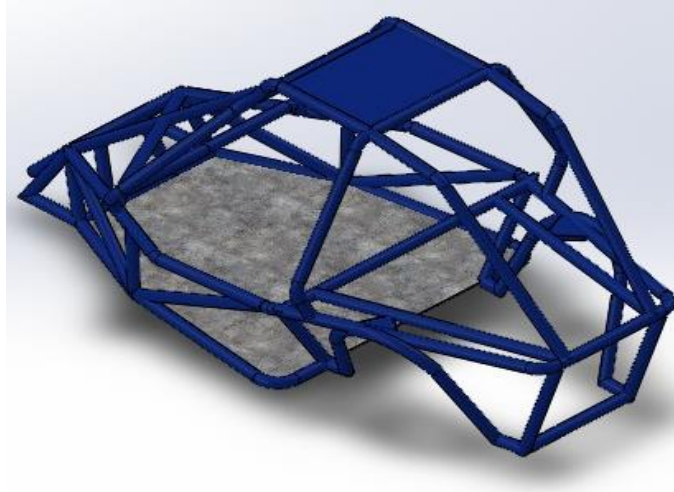
23. Frenos libres, pero mantendrán el sistema original, se permite el cambio de frenos de disco en lugar de tambor.
24. Se permite cambiar los pernos por espárragos con tuercas.
25. Las ruedas en su conjunto son libres, a condición de que no sobresalgan de la carrocería, la organización se reserva el derecho de homologar el neumático en rin 13, marca y cantidad para el campeonato, de darse las condiciones con un auspiciante.
26. Se prohíbe el uso de llantas para asfalto en esta Vuelta al Ecuador 2017, (excepto en los tramos de enlaces largos).

#### **d) CATEGORÍAS EXCEPCIONALES**

Se entiende por estas categorías que se les permite participar únicamente en esta Competencia “Vuelta al Ecuador 2017” con un mínimo de 4 participantes categoría 1 UTV de 0 a 1000cc. - Categoría 2 UTV hasta 1000cc. Turbo Alimentados - Categoría 3 Buggy hasta 2000cc. Motores atmosféricos de 4 cilindros Todas estas categorías tendrán su respectivo reglamento técnico y de seguridad, clasificarán en conjunto con las demás categorías excepto la N4 que partirá siempre por delante, al finalizar esta competencia se les premiará a los 3 primeros lugares de cada categoría excepcional, mas no podrán ser ganadores absolutos de la “Vuelta al Ecuador 2017” o clasificación general.

### **3.2. DISEÑO DEL BASTIDOR DEL BUGGY**

A la hora de diseñar y construir un chasis tubular es importante tener en cuenta diversos factores por ejemplo la resistencia estática, dinámica, fatiga, estabilidad de los elementos estructurales, montaje, fabricación, pesos de los elementos a montar, además del tipo de competencia en la cual participara el buggy, además se pretende desarrollar un estudio lineal estático, para determinar el comportamiento de la estructura al estar sometida a cargas de impacto que son reglamento y normas sugeridas por FEDAK que se ven en el anexo (2) de la cual seleccionamos los parámetros para realizar le diseño y construcción del bastidor del buggy para mejorar el desempeño y cuidado de sus ocupantes, para ello utilizamos un programa de diseño y animación SolidWorks donde se determinaran las cargas máximas a soportar en la estructura, sean estas cargas vivas o cargas muertas que se presentan en los elementos como son el motor, las ruedas, la transmisión, dirección suspensión y frenos que van a sumar al peso total al momento de analizar las cargas aplicadas en la estructura como se ve en la figura 13.



**Figura 13.** Estructura del buggy

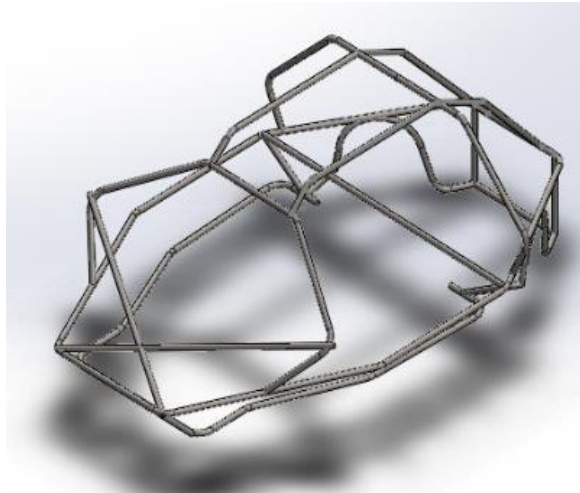
### **3.3. TRIANGULACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BUGGY**

La triangulación en una estructura es la única forma del polígono que no se altera cuando actúa sobre él una carga externa, al poner una carga de opresión sobre cualquiera de los puntos de un triángulo formado por sus tres lados armados, inconscientemente dos de sus elementos que parten el vértice quedan sujetos a dicha carga de compresión, y la tercera quedará sujeta a una carga de tracción, otro procedimiento geométrico que ampare los elementos de una estructura no será equilibrado o flexible hasta que no se triangule todos los elementos de la estructura, como se observa en el anexo 6, donde la parte frontal y lateral son triangulados, donde el efecto de carga a soportar mediante un impacto debe ser 6 y 8 veces superior a su propio peso, Las imperfecciones debido a esfuerzos axiales es menor, en órdenes de proporción de la carga, debido a momentos torsores y flectores o combinados, es ventajoso que las barras trabajen con cargas axiales antes que a momento torsor o momento flector, con esto se obtiene las estructuras triangularizadas, en cuanto al tipo de carga axial, es recomendable la tracción a la compresión para prevenir fallas de convexidad, debido al peso de sus elementos, el diseño de la estructura del buggy considera una gran resistencia no solo a impactos sobre la estructura si no a daños superficiales creados por fallas en la calzada, en donde las imperfecciones de la misma provocan daño a la estructura.

### **3.4. DISEÑO DE ESPACIOS DE LA ESTRUCTURA DEL BUGGY**

Se considera el espacio de la evacuación del piloto en caso de un accidente, así como la previa evaluación de su forma dentro del vehículo, garantizando un relativo bienestar en el manejo, por ello, en cuanto al diseño de la estructura, se tendrá en cuenta lo siguiente: se debe asegurar la fluidez de entrada a los diferentes componentes para trabajos de mantenimiento o reparación, el bastidor no debe limitar los movimientos del conductor, se

considera el área suficiente de los pedales para poder operarlos con gran facilidad, la estructura y los espacios como se considera en la figura 14.



**Figura 14.** Diseño de espacios de la estructura

### **3.5. RIGIDEZ TORSIONAL DEL BASTIDOR DEL BUGGY**

La rigidez es la posibilidad de un elemento sólido estructural, para resistir esfuerzos sin obtener grandes cambios o deformaciones. Por ende, la rigidez torsional de un elemento o armazón, es la adaptación que posee una estructura o miembro para contraponerse a la deformación, esta viene expresada en N.m por grado de deformación ( $N \cdot m/^\circ$ ), y se observa en la siguiente ecuación [12].

$$k = \frac{M}{\theta} \quad [12]$$

En donde:

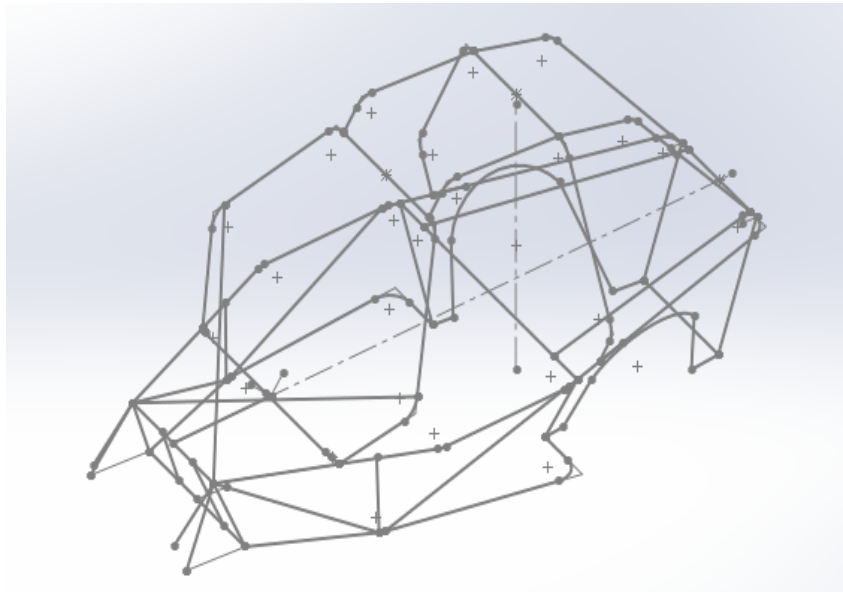
$K$ = Rigidez torsional.

$M$ = Momento.

$\Theta$ = Ángulo de deformación.

### **3.6. DISEÑO DEL BASTIDOR TUBULAR DEL BUGGY**

Para empezar con el respectivo diseño, se toma los diferentes datos o lineamientos generales, como, el largo, ancho y alto del vehículo, y otras medidas que son parámetros establecidos en el reglamento, descritos en el capítulo uno, así también el criterio de espacio, de acuerdo a los diferentes elementos que serán instalados en el vehículo; tales como suspensión, tren de potencia, motor, dirección y frenos los cuales deben estar fijos o anclados a los diferentes soportes del chasis, para lo cual se realizó un boceto en líneas para fijar los apoyos y forma del bastidor como se visualiza en la figura 15.



**Figura 15.** Diseño en líneas de la estructura tubular

### **3.7. GEOMETRÍA DEL BASTIDOR DEL BUGGY**

En primer lugar, se realiza un croquis mediante líneas que será la base para la construcción de los miembros estructurales, estas líneas posteriormente podrán ser modificables en medida, en las siguientes figuras se mostrará el diseño en diferentes vistas, comenzando con una vista isométrica y seguidamente con vistas frontal, lateral y superior, las cuales darán una idea clara del diseño de la estructura, como se aprecia en la siguientes figuras donde se observa las diferentes formas que van a dar una forma final al bastidor del buggy basados en el reglamento FEDAK.

Una vez terminado el modelo en 3D en SolidWorks, procedemos a definir el perfil y diámetro de cada elemento que conforma el chasis, en función del reglamento y al material que actualmente se consigue en el país, para ello se utilizó un tubo negro AISI A500 que se encuentra en el anexo (5), que cumple con las normas establecidas, para realizar el modelado y solidificado de la estructura.

### **3.8. ANÁLISIS DEL BASTIDOR POR MÉTODOS FINITOS**

El análisis por elementos finitos es un método numérico usado para pronosticar el comportamiento de un objeto del mundo real, ante un conjunto de acciones tales como fuerzas, campos de temperatura. Este método consiste en tomar una región continua, dando lugar a una red de nodos conectados entre sí a través de formas geométricas simples llamadas elementos finitos, así las propiedades del material y sus ecuaciones constitutivas son consideradas sobre esos elementos según una serie de cargas y restricciones previamente aplicadas, utilizando etapas según se desarrolle el diseño, para lo cual están las etapas de preproceso, resolución y posproceso.

### 3.8.1. ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA DEL BUGGY

El análisis estático de la estructura, se realizó utilizando las respectivas cargas en la estructura, de los elementos que van situados en la estructura del buggy como son; dirección, transmisión, motor, tanque de combustible, y suspensión con sus respectivas cargas puntuales, obteniendo los diferentes resultados que fueron ingresados en el programa de SolidWorks, con sus respectivas deformaciones, cargas máximas y mínimas con referencia al material que se está utilizando para la simulación. En la figura 16 se observa el análisis estático aplicado a la estructura.

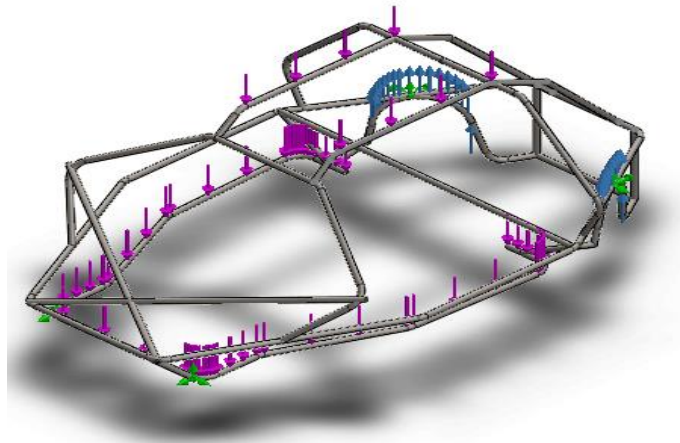


Figura 16. Análisis Estático

#### 3.8.1.1. Propiedades de análisis de la estructura del bastidor

En la tabla 4, se observa los parámetros a analizar en SolidWorks utilizando las cargas puntuales con cada uno de los elementos del buggy.

Tabla 4. Parámetros de análisis estático

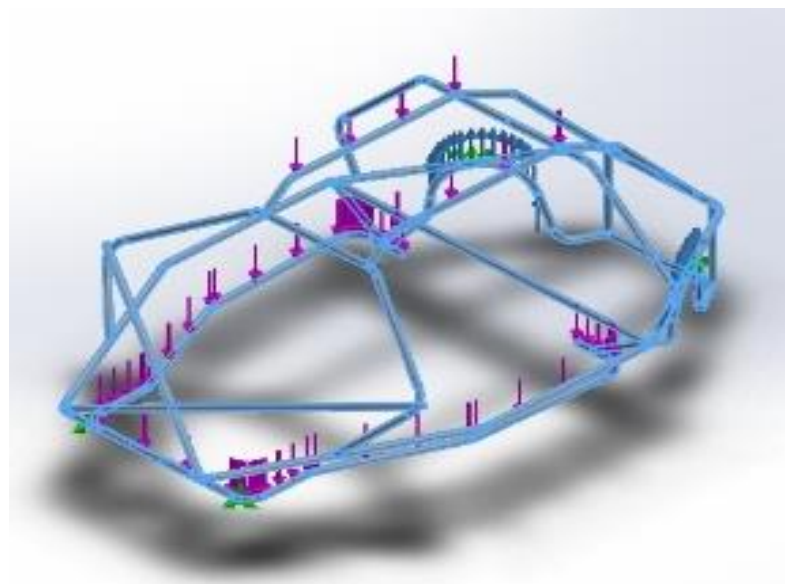
Nombre de estudio	Análisis estático Chasis Buggy
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla de viga
Tipo de solver	Direct sparse solver
Efecto de rigidización por tensión	Activado
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Activado
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (D:\KLEBER LEMA)

En la tabla 5, se determina las unidades principales para los cálculos a realizarse en la construcción de la estructura tubular tipo buggy

**Tabla 5.** Unidades de análisis MKS

<b>Sistema de unidades:</b>	<b>Métrico (MKS)</b>
<b>Longitud/Desplazamiento</b>	Mm
<b>Temperatura</b>	Kelvin
<b>Velocidad angular</b>	Rad/seg
<b>Presión/Tensión</b>	N/m <sup>2</sup>

En la figura 17, se observa las cargas puntuales en todo el sistema estructural del vehículo tipo buggy.



**Figura 17.** Cargas puntuales

### 3.8.1.2. Fuerzas de reacción resultantes

Las fuerzas resultantes del análisis son de los elementos que montados en la estructura dando como fuerza máxima en el eje Y de 39392.1 N como carga máxima de toda la estructura, como se observa en la tabla 6.

**Tabla 6.** Unidades de análisis en tres dimensiones XYZ

<b>Conjunto de selecciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Sum X</b>	<b>Sum Y</b>	<b>Sum Z</b>	<b>Resultante</b>
Todo el modelo	N	0	39392.1	-0.000488281	39392.1



### 3.8.1.3. Momentos de reacción resultantes

Los momentos máximos de toda la estructura es 6756.5 N.m como máximo momento torsor como se aprecia en la figura 18.

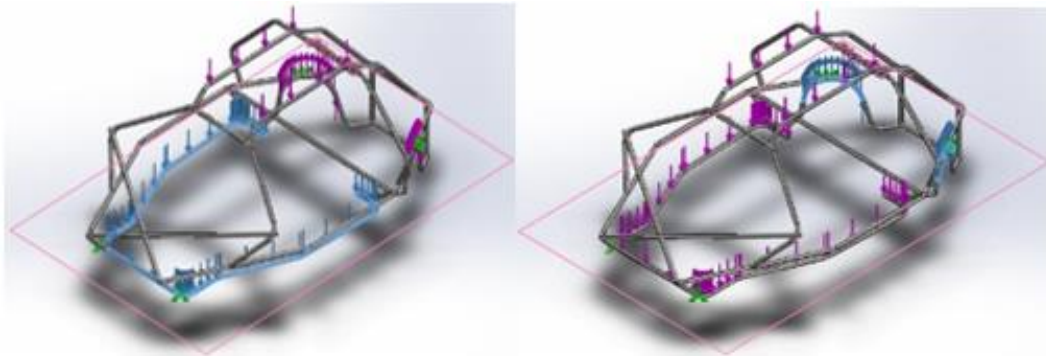


Figura 18. Fuerzas y momentos resultantes

En la tabla 7. Se puede observar las unidades de análisis empleadas para el diseño estructural aplicadas en todo el conjunto de la estructura tubular.

Tabla 7. Unidades de análisis momento resultante

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-6683.92	797.922	-582.162	6756.5

### 3.8.1.4. Estudio estático con cargas puntuales

En la figura 19, se aprecia las fuerzas y momentos resultantes, un aspecto muy importante en donde se determina el conjunto de fuerzas que actúan.

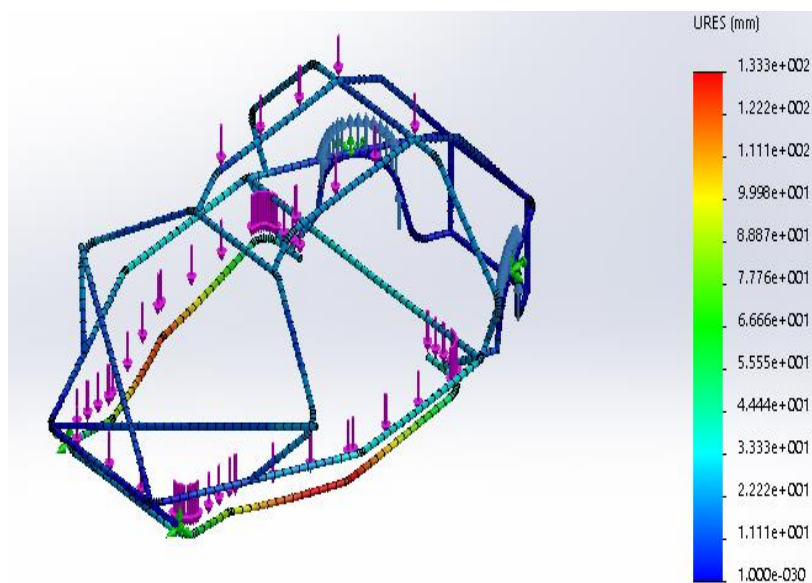


Figura 19. Fuerzas y momentos resultantes

En la figura 20, se observa que la flexión máxima es de 1.353 GPa, encontrándose dentro del límite elástico permisible que es de 2,5 GPa, donde

el desplazamiento máximo de 0.13m encontrándose dentro de los valores permisibles de deformación que es de 0.50m.

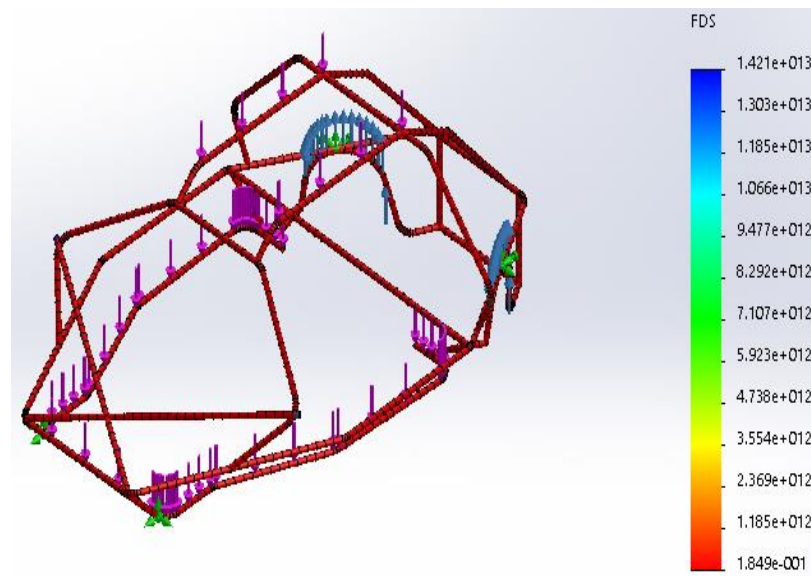


Figura 20. Factor de seguridad máximo permitido

El factor de seguridad establecido por el programa da un factor mínimo de 1.84 y un factor máximo de seguridad de 2.34, en comparación con el cálculo permitido, se obtiene la siguiente formula donde verificaremos si el factor está acorde al diseño realizado en SolidWorks.

Factor de seguridad calculado:

$$FS = \frac{ESFUERZO DE CEDENCIA MAXIMO}{ESFUERZO PERMISIBLE} \quad [12]$$

$$FS = \frac{485 MPa}{135 MPa}$$

$$FS = 3,59$$

Este factor representa el grado de seguridad que tiene la estructura con sus respectivos elementos ubicados en cada una de los puntos de la estructura donde va a realizar su trabajo.

### 3.8.2. DISEÑO BAJO PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

Es importante constatar que la estructura es apta para su construcción, para lo cual es elemental realizar un análisis previo, que permita validar el diseño, donde se prioriza la seguridad del conductor bajo las siguientes normas establecidas en comparación con su peso:

- a) Resistir 2 veces el peso del vehículo lateralmente (2P)
- b) Resistir 6 veces el peso del vehículo longitudinalmente (6P)
- c) Resistir 8 veces el peso del vehículo verticalmente (8P)



Para realizar el peso de vehículo se tomó en cuenta todos los elementos que interviene en la estructura de buggy, como lo son: motor, transmisión, dirección, neumáticos, tanque de combustible, y el peso de los ocupantes, dando como peso total 580kg.

$$W_{total} = 580kg$$

### 3.8.2.1. Criterio de Von Mises

Es un criterio de falla para materiales dúctiles, basado principalmente en la comparación de las magnitudes que se producen durante la realización de un ensayo de tracción cuando se alcanza la rotura, con magnitudes generadas durante cualquier estudio de tensiones, el criterio de Von Mises pretende verificar que la estructura soporte las cargas aplicadas, siendo un indicador de buen diseño para los materiales, esto se lo aplica usando la ecuación [13]

$$E \geq \frac{(R+1).d}{2} + d \quad [13]$$

### 3.8.2.2. Material usado en el diseño

El tubo ocupado para la construcción de los arcos de seguridad es un acero al carbono estirado en frío, sin soldadura cuyo contenido máximo de carbono es de 0.3%, con una resistencia mínima a la tracción de 350 MPa y normalizados por su facilidad al curvar. Este tubo de acero estructural ASTM A500 posee propiedades que se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 8.** Propiedades físicas del acero ASTM – A913 grado 70

<b>Densidad</b>	7.85 g/cm <sup>3</sup>
<b>Esfuerzo de cedencia (<math>\sigma_y</math>)</b>	485 MPa
<b>Esfuerzo último de tracción (<math>\sigma_u</math>)</b>	620 MPa
<b>Módulo de Young</b>	200 GPa
<b>Coefficiente de Poisson</b>	0.30

### 3.8.2.3. Análisis lateral de la estructura del buggy

Con el factor carga, como se ve en la ecuación [14], se obtiene la carga que soporta la estructura según el reglamento, siendo 2 veces el peso del vehículo.

$$CARGA\ LATERAL = 2xWx G (N) \quad [14]$$

$$CARGA\ LATERAL = 2(580kg)x 9.81m/s (N)$$

$$CARGA\ LATERAL = 11379,6 N$$

En la figura 21, se observa que el esfuerzo permisible que soporta la estructura lateralmente es de 209,23 MPa, cuyo valor es inferior al límite de

cedencia del material que es de 485 MPa, por lo que se da como válido el análisis de forma lateral, con un factor de seguridad de 2,31 que se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

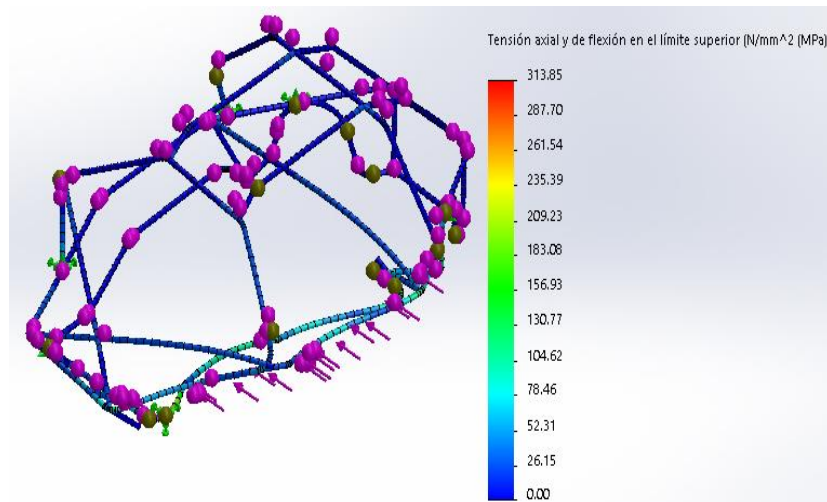


Figura 21. Análisis lateral 2W

A continuación, se realiza el análisis lateral y los resultados obtenidos son:

$$FS = \frac{ESFUERZO \text{ MAXIMO MATERIAL}}{ESFUERZO \text{ PERMISIBLE LATERAL}}$$

$$FS = \frac{485}{209,23}$$

$$FS = 2,31$$

En la figura 22, se observa una deformación de 6,87 mm en el eje x, cuyo valor se encuentra por debajo de los 50 mm que establece el reglamento, por lo que se da como aceptado el análisis lateral, y confirmando así la seguridad de la estructura.

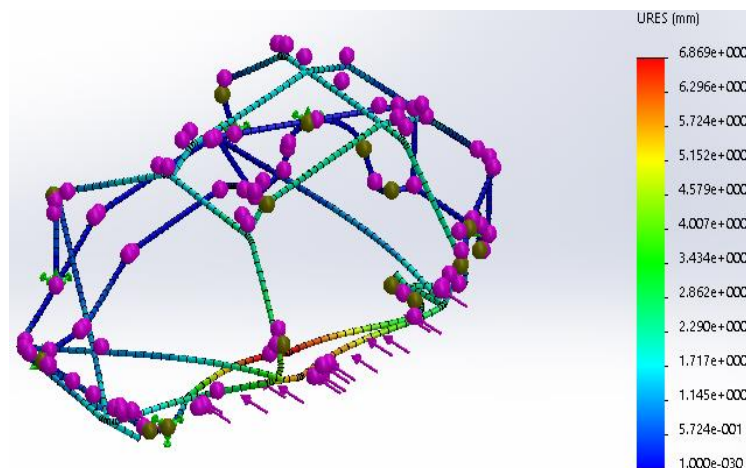


Figura 22. Deformación lateral 2W

Se realiza el análisis de desplazamiento lateral, aplicando la carga de 7569,98N, bajo reglamento el desplazamiento máximo permisible para impactos frontales es de 50mm.

### 3.8.2.4. Análisis longitudinal de la estructura del buggy

Según las exigencias del reglamento, el análisis de carga longitudinal se lo lleva a cabo en dos partes, es decir, se analiza la estructura tanto en la parte frontal como en la posterior, considerando la sollicitación del reglamento, la carga o fuerza aplicada será de 6 veces el peso del vehículo, por lo que se obtiene la carga que se va a aplicar en SolidWorks, y así simular los efectos que esta carga va a producir en el bastidor del buggy y cuál sería su desplazamiento:

$$CARGA\ LONGITUDINAL = 6xWx G (N)$$

$$CARGA\ LONGITUDINAL = 6x580\ Kg x 9,81m/s (N)$$

$$CARGA\ LONGITUDINAL = 34138,8\ N$$

### 3.8.2.5. Análisis frontal de la estructura del buggy

En la figura 23, el esfuerzo permisible que soporta la estructura frontalmente es de 201,45 MPa, cuyo valor es inferior al límite de cedencia del material siendo 485 MPa, lo cual es válido en el análisis de forma lateral, con un factor de seguridad de 2,4 que están dentro de los parámetros establecidos.

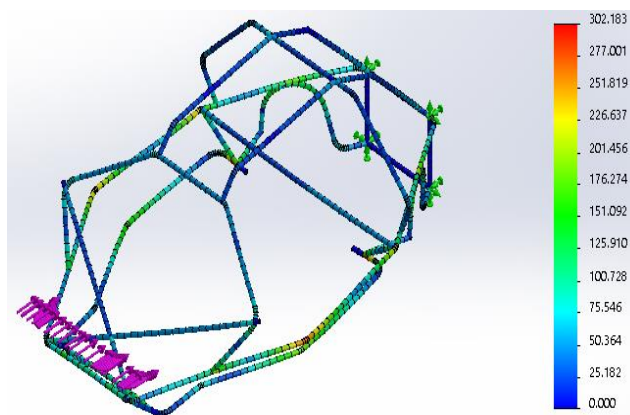


Figura 23. Análisis frontal 6W

La carga se encuentra en la parte delantera de la estructura y los soportes fijos se los ha ubicado en la posterior, realizándose el análisis se obtiene:

$$FS = \frac{ESFUERZO\ MAXIMO\ MATERIAL}{ESFUERZO\ PERMISIBLE\ FRONTAL}$$

$$FS = \frac{485}{201,45}$$

$$FS = 2,4$$

En la figura 24, se observa que en el análisis frontal existe una deformación de 5,12 mm cuyo valor es menor al requerimiento del reglamento, que es de 100 mm, encontrándose ese valor dentro de los valores que están establecidos en las normas de construcción de la estructura del buggy.

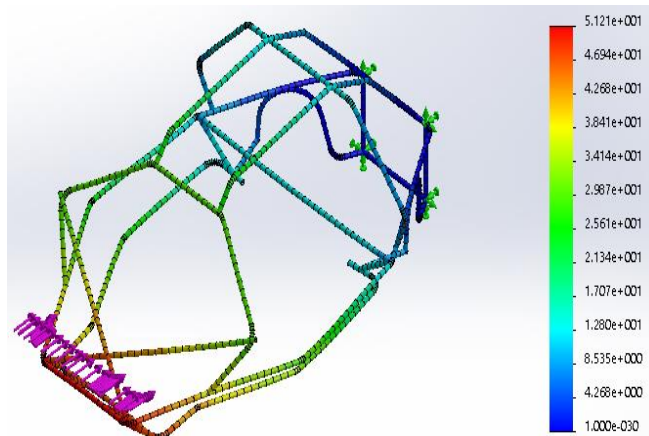


Figura 24. Análisis frontal 6W

### 3.8.2.6. Análisis posterior de la estructura del buggy

En la figura 25, el esfuerzo permisible que soporta la estructura en la parte posterior es de 207,17 MPa, cuyo valor es inferior al límite de cedencia del material, siendo 485 MPa, así validándose el análisis de forma lateral, con un factor de seguridad de 2,34.

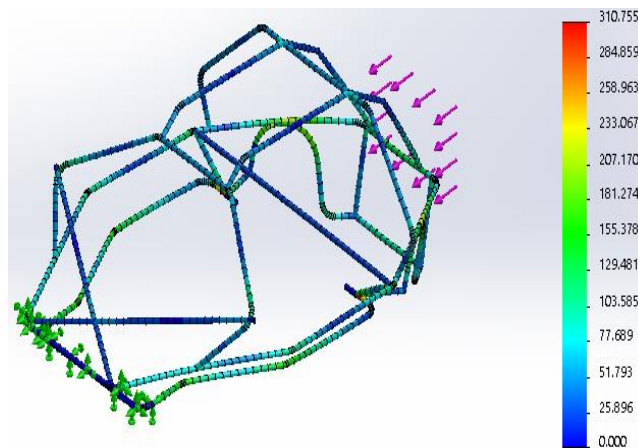


Figura 25. Análisis posterior 6W

$$FS = \frac{ESFUERZO \text{ MAXIMO MATERIAL}}{ESFUERZO \text{ PERMISIBLE POSTERIOR}}$$

$$FS = \frac{485}{207,17}$$

$$FS = 2,34$$

En el análisis posterior, se observa en la figura 26 una deformación 6,44 mm cuyo valor es menor al requerimiento de la normativa, que es de 100 mm, encontrándose dentro de los valores permisibles de normas de construcción.

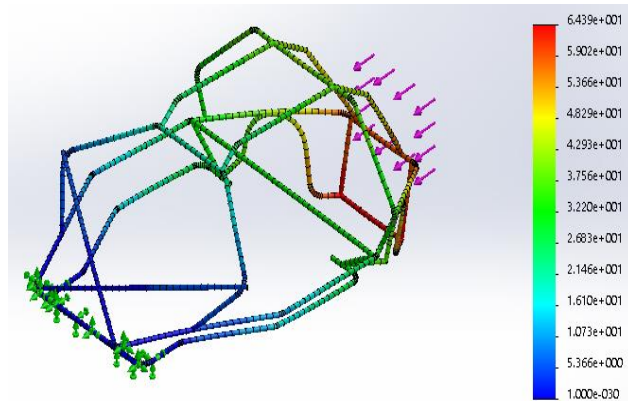


Figura 26. Deformación posterior 6W

### 3.8.2.7. Análisis superior de la estructura del buggy

En la figura 27 el esfuerzo máximo que sufre la estructura verticalmente es de 233,69 MPa, valor que es inferior al esfuerzo de cedencia del ASTM A913 grado 70 que es de 485 MPa, es importante indicar que este valor cumple los parámetros que establece la normativa.

$$\begin{aligned}
 \text{CARGA SUPERIOR} &= 8 \times W \times G \text{ (N)} \\
 \text{CARGA SUPERIOR} &= 8 \times 485 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s} \text{ (N)} \\
 \text{CARGA SUPERIOR} &= 38062,8 \text{ N}
 \end{aligned}$$

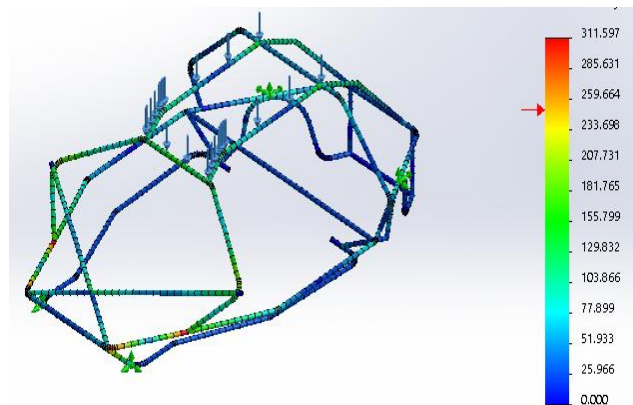


Figura 27. Análisis superior 8W

Según las exigencias de la normativa, el análisis de carga superior se analiza considerando la sollicitación de la normativa, la carga o fuerza aplicada será de 8 veces el peso del vehículo, por la que se obtiene la siguiente carga que se va a aplicar en SolidWorks y por ende simular los efectos que esta carga va a producir en el bastidor del buggy, como se ve en la figura 28.

$$FS = \frac{\text{ESFUERZO MAXIMO MATERIAL}}{\text{ESFUERZO PERMISIBLE SUPERIOR}}$$

$$FS = \frac{485}{233,69}$$

$$FS = 2,07$$

En la figura 28, se observa que el valor máximo de deformación en la parte superior es de 28.3 mm, cuyo valor es inferior a 50mm que establece la normativa, por lo que se puede decir si cumple el reglamento en cuanto a desplazamiento se refiere con una carga de 30279,93N, encontrándose dentro de los parámetros de construcción del bastidor.

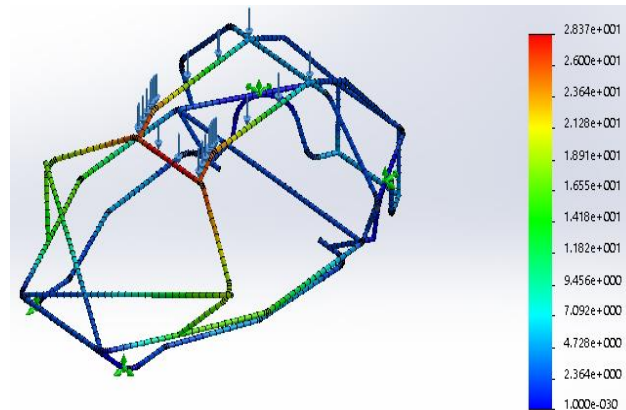


Figura 28. Deformación superior 8W

### 3.8.3. DISEÑO BAJO PARÁMETROS DE RIGIDEZ TORSIONAL

A partir de la propuesta de diseño final se ha procedido a determinar la resistencia a la torsión, la magnitud de la carga que se ha considerado de 1500N en cada brazo, la cual simula las condiciones de funcionamiento del vehículo al instante de entrar en una curva, a continuación, se muestra en el gráfico la aplicación de las cargas y restricciones que permiten determinar la rigidez torsional como se observa en la figura 29.

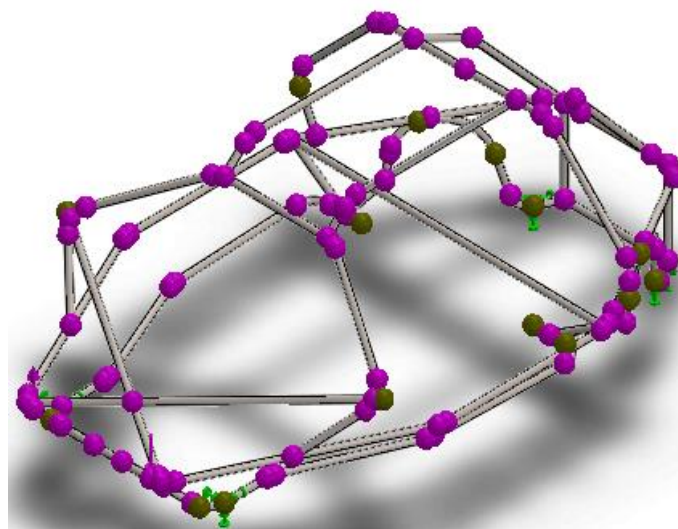


Figura 29. Puntos de carga torsional



El desplazamiento que sufre la estructura en los puntos de aplicación de la carga se muestra en la figura 30, el desplazamiento torsional de la estructura, cuyos datos de análisis sirven para el cálculo del ángulo y la rigidez torsional, representándose mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = \sin^{-1}\left(2\frac{d}{l}\right) \quad [14]$$

Donde:

$\alpha$  = Ángulo de giro en grados

$d$  = Desplazamiento generado (m)

$l$  = Distancia entre cargas

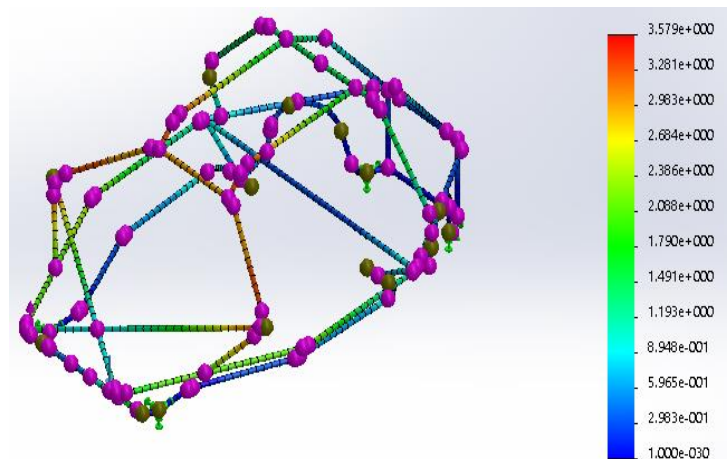


Figura 30. Deformación torsional

El desplazamiento generado aplicando un par torsional de 1500N, tiene como desplazamientos máximos de 3,5 mm que se encuentran en los puntos de la estructura donde van a ir situado el sistema de dirección del buggy.

### 3.8.3.1. Ángulo de giro torsional del bastidor

El ángulo de giro del bastidor es de 0,40° aplicando una carga total de 1500N para lo cual se analizará en el siguiente tema de la rigidez torsional.

$$\alpha = \sin^{-1}\left(2\frac{d}{l}\right)$$

$$\alpha = \sin^{-1}\left(2\frac{2,684 \times 10^{-3}}{0,85}\right)$$

$$\alpha = 0,50^\circ$$

### 3.8.3.2. Cálculo de rigidez torsional del bastidor

Aplicando la ecuación [15] de rigidez torsional del bastidor se determinan las cargas máximas que puede soportar la estructura con un valor fijo de prueba de 1500N para realizar dicha prueba.

$$Kt = \frac{Mxd}{\alpha} \quad [15]$$

$$Kt = \frac{1500N \times 0,85m}{0.40^\circ}$$

$$Kt = 3171,2 \text{ N.m/}^\circ$$

### 3.9 CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR TUBULAR DEL BUGGY

#### 3.9.1 CORTE Y MEDICIÓN DE LOS TUBOS PARA EL BASTIDOR

Primero, se procedió a la medición y corte de los tubos de las diferentes partes que van a conformar el bastidor, utilizándose una cortadora angular con un disco de corte de 335mm, con un espesor de 2mm para realizar el corte como se ve en la figura 31.



Figura 31. Proceso de corte

#### 3.9.2 PREPARACIÓN DE LAS UNIONES DE CORTE

El corte que se realizó en las uniones para el bastidor es en forma de boca de pescado, este corte se realizó para que la unión de los tubos sea correcta y por ende permita tener un mejor proceso de soldadura al momento de realizar las uniones como se visualiza en la figura 32.



Figura 32. Corte boca de pescado



### 3.9.3 PREPARACIÓN DOBLES DE LOS TUBOS DEL BASTIDOR

Para el proceso de doblado y formado de figuras del bastidor se tuvo que realizar mediante una presa dobladora de tubos, para lograr los ángulos deseados acorde a la estructura tubular, como se visualiza en la figura 33.



Figura 33. Doblado de los tubos

### 3.9.4 SELECCIÓN DE SUELDA

El proceso de soldadura del bastidor fue MIG/MAG, utilizado para la unión de tubos que requieran cordones continuos, necesitándose un ancho de cordón de 5mm y una profundidad de 4mm. Debido a que es mediante fusión por gas y arco esto impidió que exista porosidad en el cordón, además este tipo de soldadura produce un límite a la fluencia máximo de 50 Ksi. También, como es una estructura que se encuentra sometido a cargas dinámicas, es importante verificar el valor de resistencia ultima a la tracción, siendo 70 Ksi, para verificación de esta información ver el anexo (3), para ver los resultados del proceso de soldadura ver figura 34.

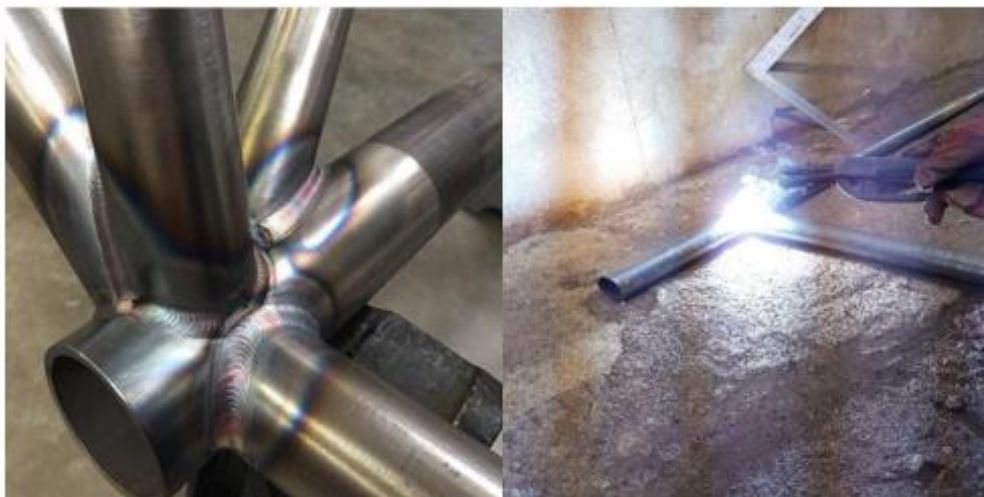


Figura 34. Soldadura MIG/MAG

### 3.9.5 PREPARACIÓN DE PINTURA DE LA ESTRUCTURA

Una vez concluido el proceso de unión y soldadura se procedió a la preparación del recubrimiento de los tubos, en este caso se realizó la limpieza y remoción de escoria, y grasas que pudiera tener el bastidor. Se agregó un recubrimiento anticorrosivo para evitar la oxidación y rellenar fallas del tubo que pudieran ser visibles, una vez seco se procedió a agregar la pintura de color azul, para finalmente dar un recubrimiento de brillo y conseguir un mejor acabado al proceso de pintura, esto se aprecia en la figura 35.



Figura 35. Proceso de pintura

### 3.10 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Las pruebas de funcionamiento son necesarias para demostrar el comportamiento de la estructura tubular y comparar resultados del informe de SolidWorks, el cual se pudo evidenciar en el anexo (6), donde se comparó las fallas existentes en la construcción de la estructura, los procesos y mejoras que se puedan ejecutar.

Se realizó pruebas de funcionamiento con todos los elementos mecánicos fijos y móviles, para ver si la estructura sufre algún desplazamiento o alguna parte de los elementos mecánicos no coinciden con la forma de los elementos que van situados en la estructura. Es necesario instalar todos los elementos para estudiar si la estructura sufre daños por vibraciones del motor, si existe deformaciones debido al peso de los elemento que conforman el buggy, deformaciones debido al momento que se encuentra en movimiento y sufren cambios de variación debido a la calzada; toda la estructura del buggy se encuentra sometido a condiciones extremas en una competencia y se verifica el estado y funcionamiento correcto, y así, no exista deformación que no se puedan recuperar, con esto se busca también comprobar que los parámetros de diseño fueron resultados confiables, esto se visualiza en la figura 36.



**Figura 36.** Prueba con todos los elementos

### **3.11 RESULTADOS DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

Para este análisis se realizó una inspección visual de la estructura tubular del buggy, buscando imperfecciones especialmente en cada una de las uniones de la estructura pudiendo haberse originado en el proceso de corte y soldadura. En la imagen 37 se observa la inspección visual realizada en las uniones tubulares.



**Figura 37.** Inspección visual de uniones de la estructura

En toda la estructura tubular, se verificó que todas las adaptaciones de los elementos mecánicos fijos y móviles estén correctamente ubicadas y no presente ningún problema, como pueden ser mala fijación de elementos o desajustes en los elementos o sistemas anclados a la estructura. La última inspección, requiere que el vehículo este en movimiento, para verificar si hay fallas al momento de ser sometido a fuerzas externas, como son fallas en la calzada, siendo factores multiplicadores para que existan deformaciones en el diseño de la estructura tubular del buggy.

Una vez realizado todas estas pruebas se pudo verificar que el bastidor no presenta ninguna falla ni deformación de los tubos o deformaciones en las uniones con soldadura, la vibración del motor no afecta en nada a la estructura, por lo tanto, el sistema de suspensión cumple su función y así disipa de manera eficaz las vibraciones.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

- En conclusión, el vehículo tipo buggy presenta un factor de seguridad general de toda la estructura con cargas reales de sus elementos de 3,59.
- El diseño fue modificado en las partes laterales para mejorar su rendimiento agregando barras en forma de triángulo para disipar las cargas que se generan por la suspensión delantera.
- El peso final del vehículo con todo los elementos mecánicos y el piloto, es de 580Kg entrando en la categoría de T1 de los vehículos de bastidor tubular con peso máximo de 790Kg.
- El acero que se utilizo es de la serie 500 ASTM A913 grado 70 debido a que presento mejores propiedades de fluencia al momento de ser sometido a cargas fluctuantes o cargas de torsión.
- El factor de seguridad máximo que debe representarnos para el diseño es el impacto con la carga frontal que es de 11379,6 N. Se toma este valor debido a que si falla con el valor mínimo no será posible realizar el resto del diseño.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- En la construcción del bastidor para el buggy, se utilizó un procedimiento de soldadura MIG/MAG es de gran importancia utilizar el equipo de protección que en este caso sería guantes, mandil y mascarilla y zapatos punta de acero en el procedimiento de pintado es necesario utilizar mascarilla y gafas de protección.
- Se recomienda tener en cuenta los procesos de construcción y simulación para evitar fallas teniendo en cuenta los valores de los elementos de construcción como son los tubos y piezas a instalar en el bastidor.
- Se recomienda utilizar materiales existentes de construcción en el país y así evitar cambiar de material y con esto los valores que se diseñaron sean valores diferentes a los del diseño original o sobredimensionamientos.
- Se recomienda realizar las pruebas de funcionamiento en condiciones reales para verificar que ningún elemento de bastidor presente problemas o deformaciones en la estructura del bastidor.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**



## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ÁGUEDA, A. (2009). Elementos estructurales del vehículo. España, Paraninfo.
- ALONSO J.M. 2006. Electromecánica de vehículos: sistemas de transmisión y frenado. (2da. ed.) España: Paraninfo.
- GOMEZ, T., Martin, J., Agueda, E. & Gracia, J. 2009. Elementos estructurales del vehículo. (2da. ed.). España: Paraninfo
- GARCIA,J. (2006). Fundamentos tecnológicos del automóvil. España. Thomson: Paraninfo
- LUQUE, P., Alvarez, D. & Vera, C. 2008. Ingeniería del automóvil: sistema y comportamiento dinámico. España: Paraninfo.
- MOLINA, C. (2010). Adaptación Tecnológica de una Máquina de Ensayos Moore. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- SHIGLEY. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica (8va ed.). McGraw Hill.
- SOLIDWORKSS. (2006). Conceptos básicos de SolidWorks: Piezas y ensamblajes. SolidWorks. Obtenido de <http://es.slideshare.net/reynolrivas/conceptos-basicos-de-solid-works-piezas-y-ensamblajes>.
- SWINGALIA. (2016). Qué es diseño automotriz. Recuperado el 15 de noviembre de 2016, recuperado de <http://www.swingalia.com/disenio/que-es-el-disenio-automotriz.php>
- MOTT, Robert (2009). Resistencia de materiales.
- MOTT, Robert (2006). Diseño de elementos de máquinas.
- DIPAC / Manual de Productos de Acero.
- CEAC, Manual Del Automóvil, edición MMVI, editorial Cultural S.A., Madrid España.
- ESPOCH, 2008. Reglamento formula automovilística universitaria, Riobamba, Ecuador.
- Alonzo Pérez, José Manuel. 2010. Técnicas del Automóvil. Chasis. Madrid: Ediciones Paraninfo S.A.
- Garcés García Manuel Alejandro. 2011. Diseño y construcción de chasis para un vehículo tipo formula student (tesis pregrado). Escuela Politécnica Del Ejército extensión Latacunga. Latacunga. Ecuador.

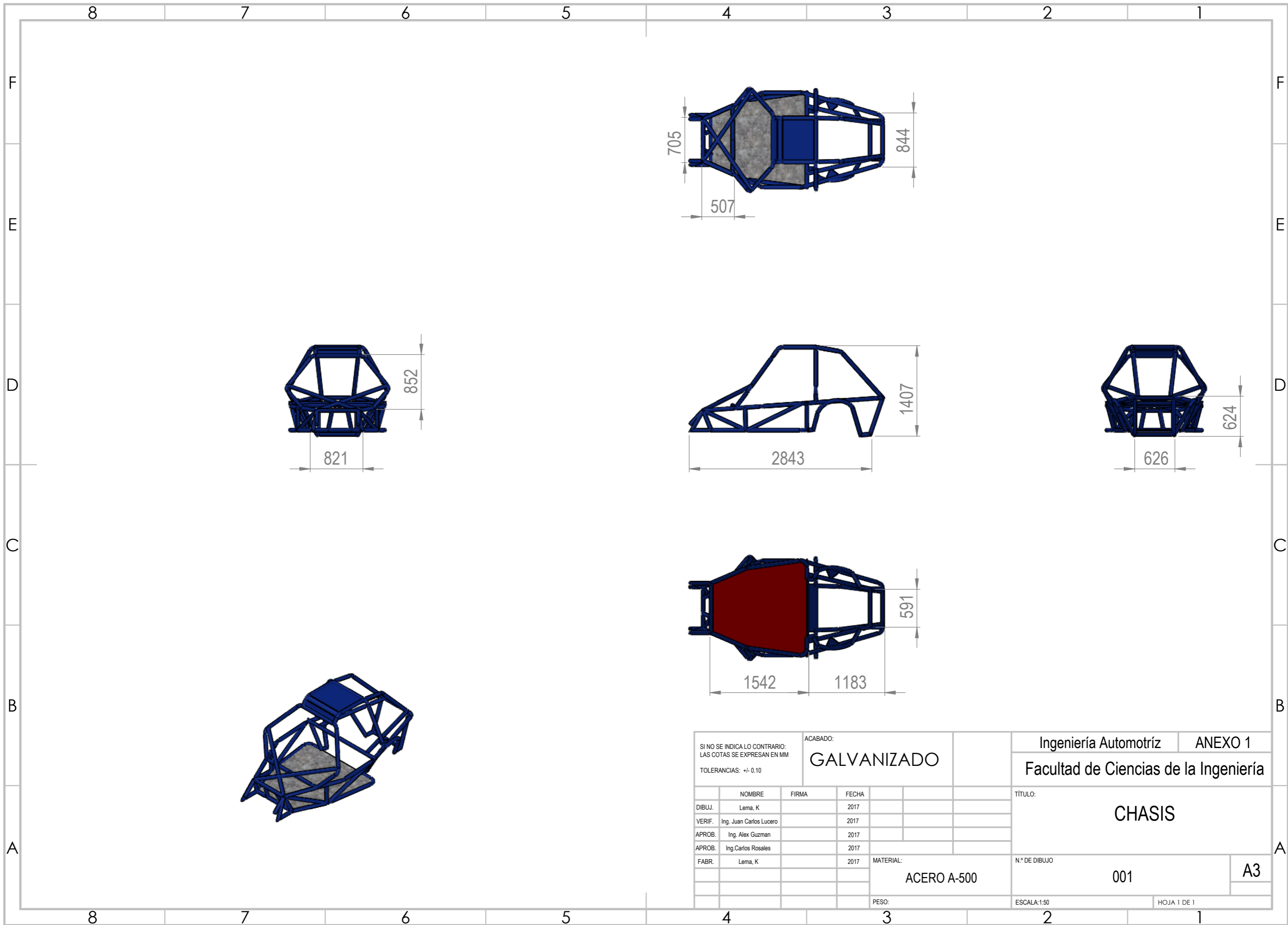
Milliken, William F. & Milliken, Douglas L. (2003), Race Car Vehicle Dynamics,  
SAE Inc., USA

## **6. ANEXOS**

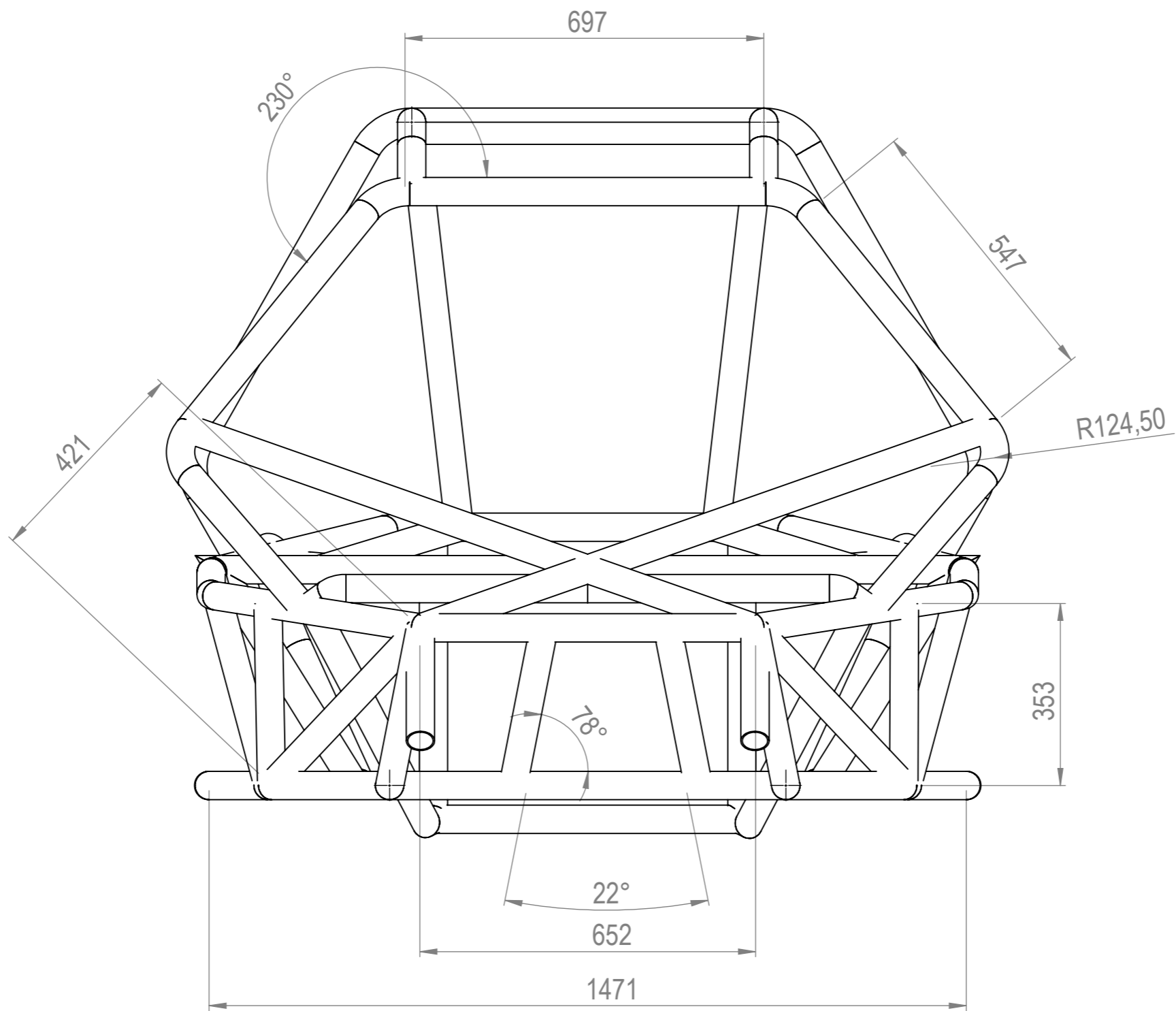
## **6. ANEXOS**

### **ANEXO 1**

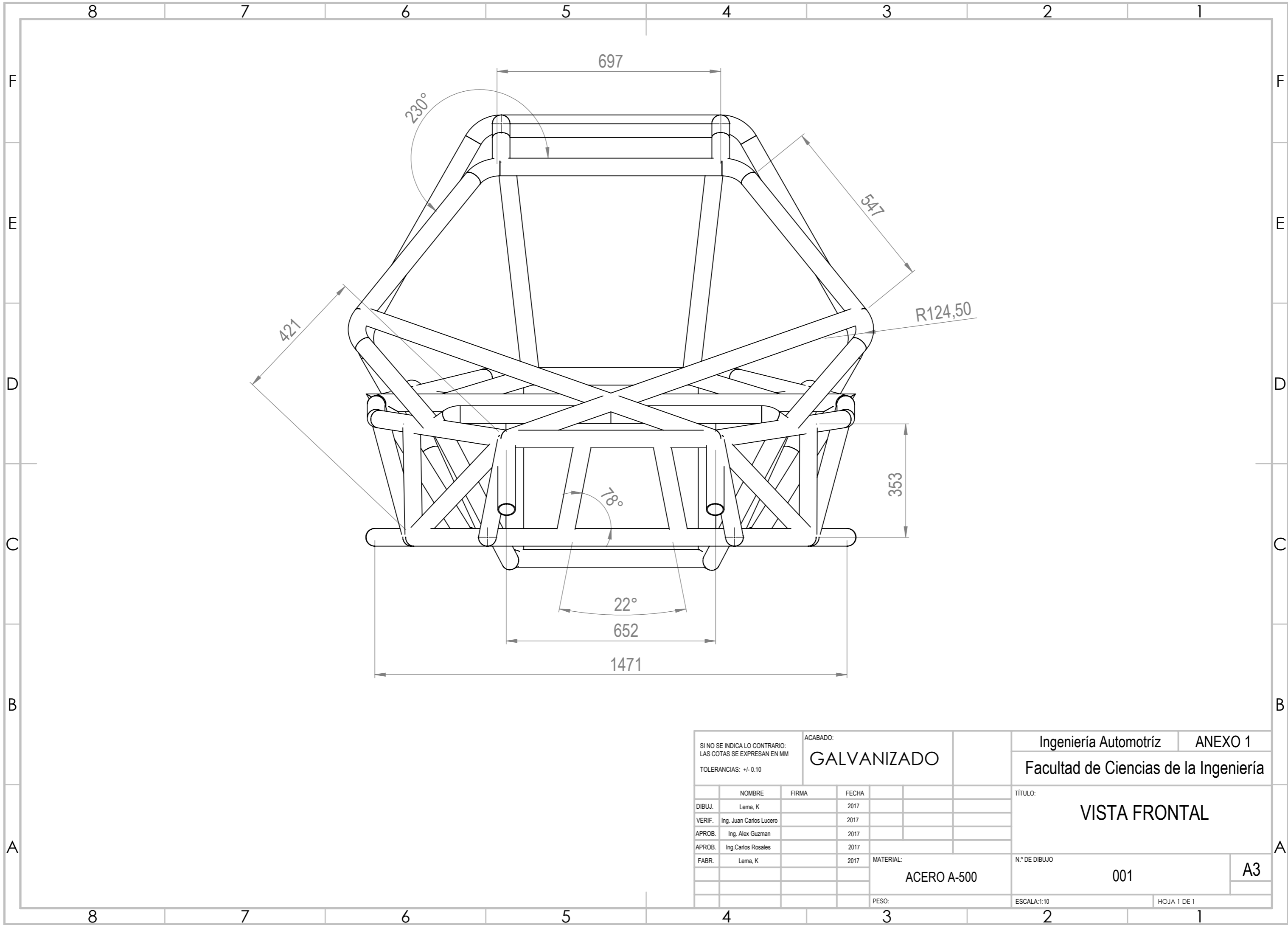
Planos de bastidor de buggy

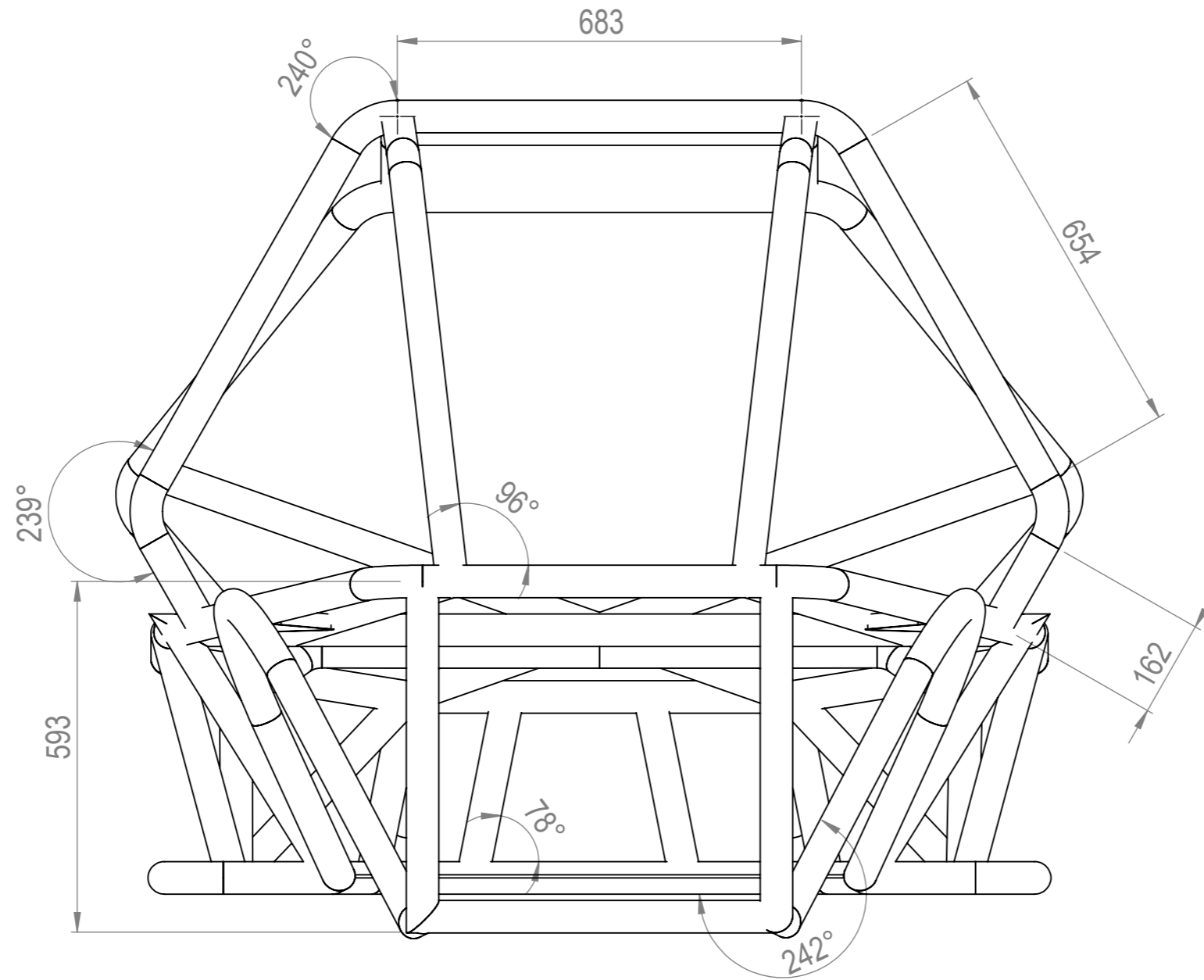


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 0.10				ACABADO: <b>GALVANIZADO</b>		Ingeniería Automotriz		ANEXO 1		
						Facultad de Ciencias de la Ingeniería				
						TÍTULO: <b>CHASIS</b>				
						N° DE DIBUJO		001		A3
						PESO:		ESCALA: 1:50		HOJA 1 DE 1
NOMBRE		FIRMA		FECHA						
DIBUJ. Lema, K				2017						
VERIF. Ing. Juan Carlos Lucero				2017						
APROB. Ing. Alex Guzman				2017						
APROB. Ing. Carlos Rosales				2017						
FABR. Lema, K				2017		MATERIAL: ACERO A-500				

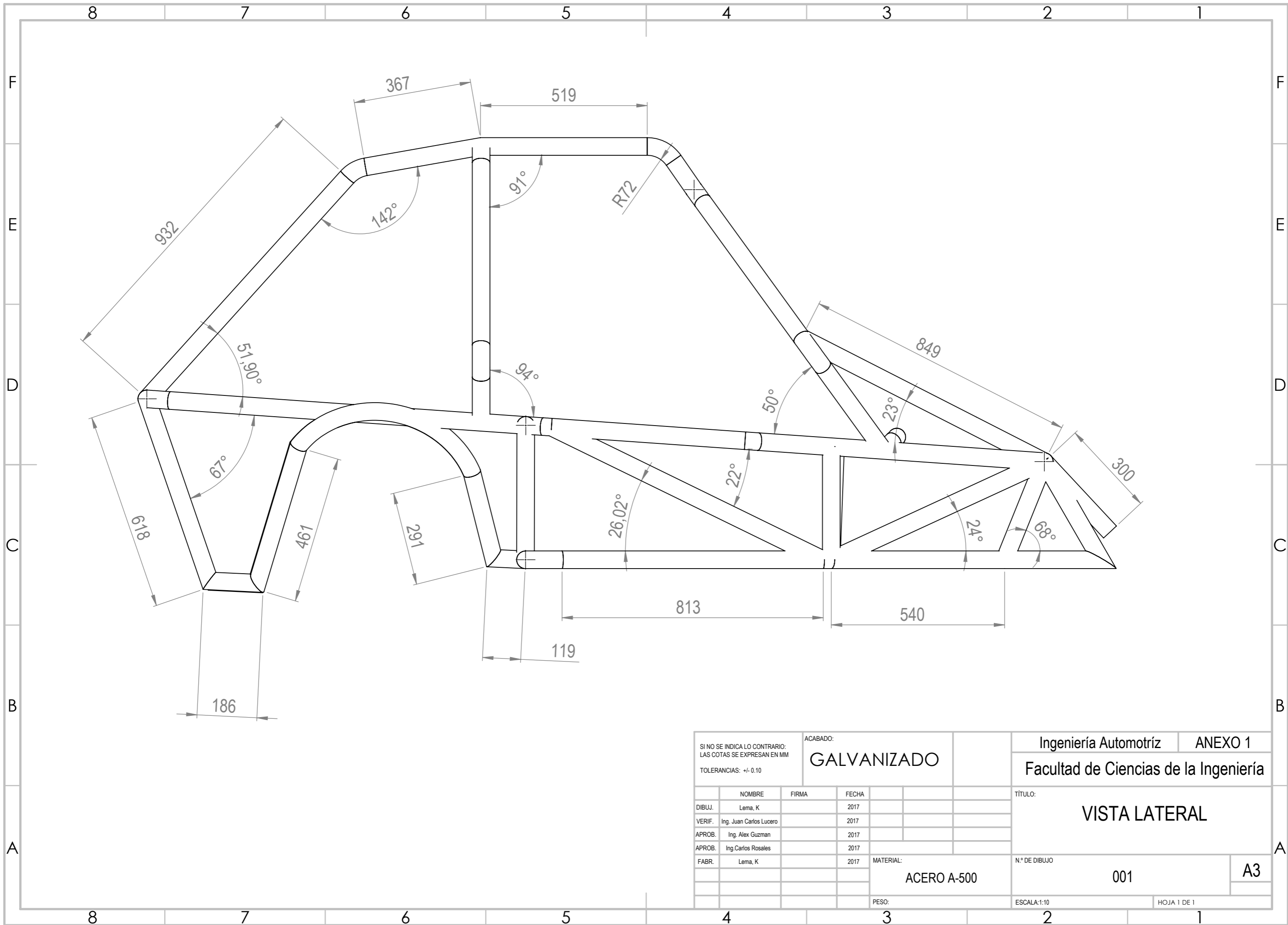


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 0.10			ACABADO: <b>GALVANIZADO</b>		Ingeniería Automotriz	ANEXO 1
					Facultad de Ciencias de la Ingeniería	
					TÍTULO: <b>VISTA FRONTAL</b>	
			MATERIAL: <b>ACERO A-500</b>		N° DE DIBUJO <b>001</b>	<b>A3</b>
			PESO:		ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1



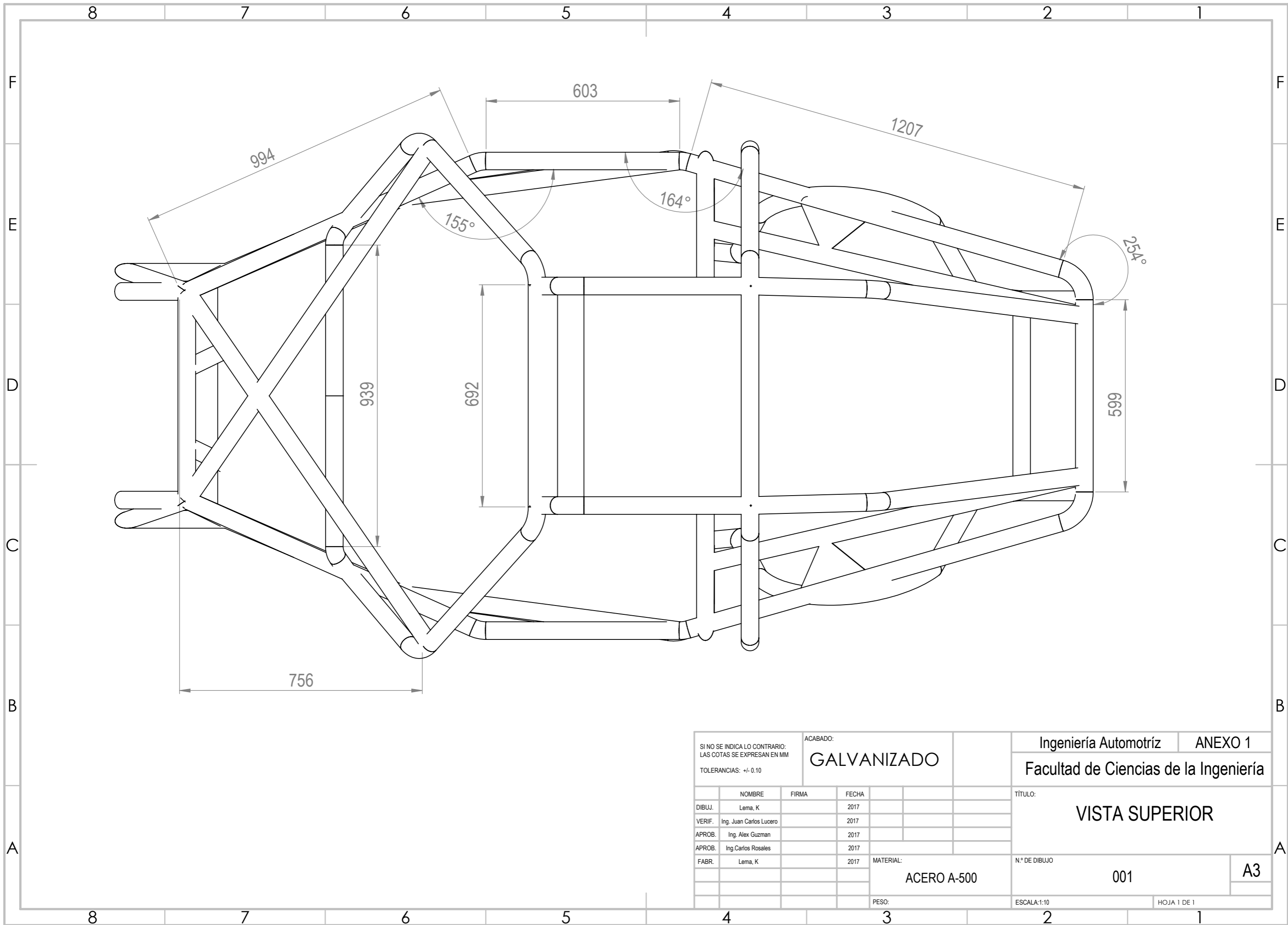


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 0.10			ACABADO: <b>GALVANIZADO</b>		Ingeniería Automotriz ANEXO 1 Facultad de Ciencias de la Ingeniería		
					TÍTULO: <b>VISTA POSTERIOR</b>		
			MATERIAL: <b>ACERO A-500</b>		N° DE DIBUJO <b>001</b>		
			PESO:		ESCALA: 1:10		
					HOJA 1 DE 1		
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA	
		Lema, K				2017	
VERIF.		Ing. Juan Carlos Lucero				2017	
APROB.		Ing. Alex Guzman				2017	
APROB.		Ing. Carlos Rosales				2017	
FABR.		Lema, K				2017	
						A3	

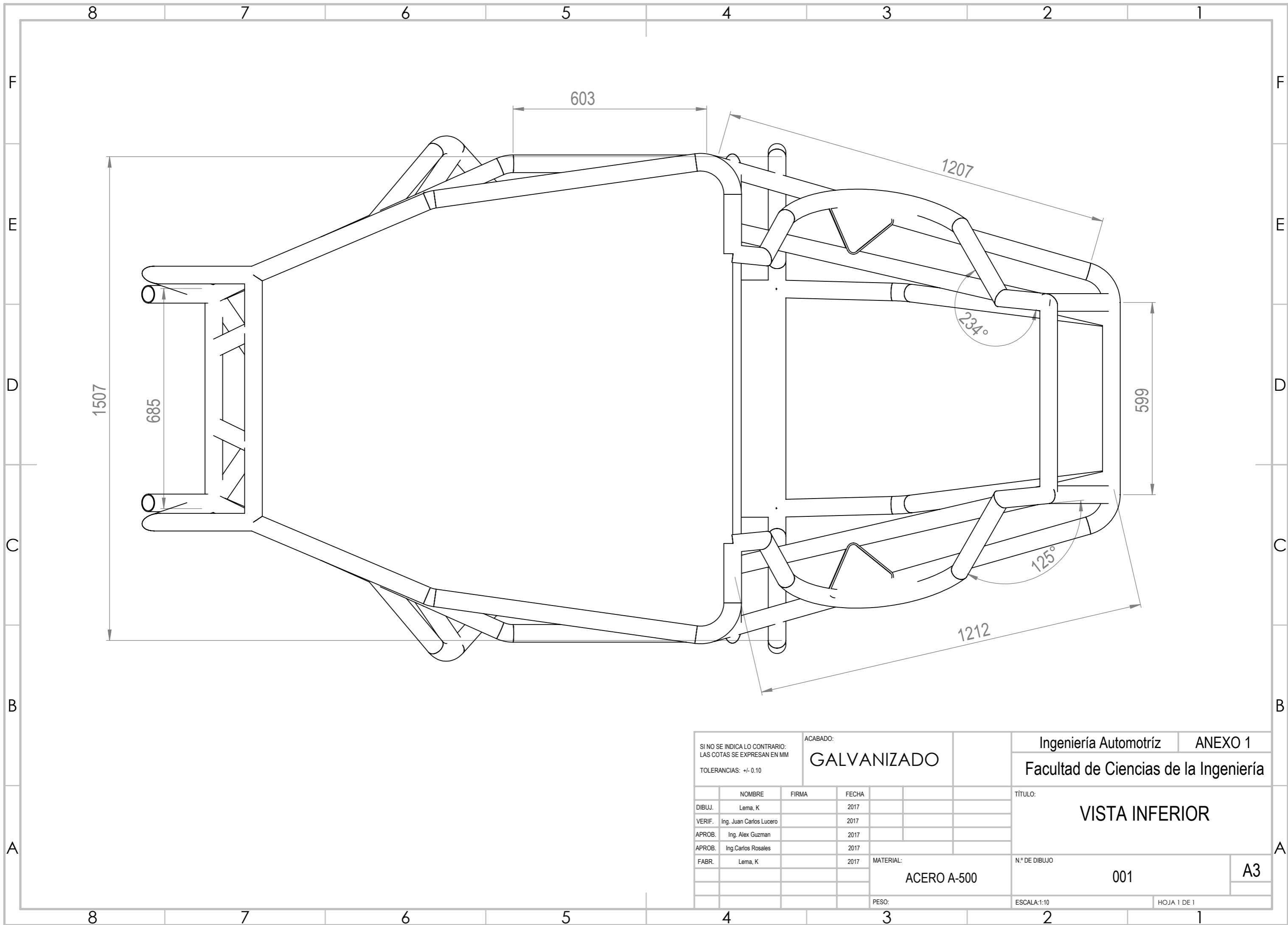


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 0.10			ACABADO: <b>GALVANIZADO</b>		Ingeniería Automotriz ANEXO 1	
					Facultad de Ciencias de la Ingeniería	
					TÍTULO: <b>VISTA LATERAL</b>	
			MATERIAL: <b>ACERO A-500</b>		N° DE DIBUJO <b>001</b>	
			PESO:		ESCALA: 1:10	
			HOJA 1 DE 1		<b>A3</b>	
DIBUJ.	Lema, K	FIRMA	FECHA	2017		
VERIF.	Ing. Juan Carlos Lucero		2017			
APROB.	Ing. Alex Guzman		2017			
APROB.	Ing. Carlos Rosales		2017			
FABR.	Lema, K		2017			

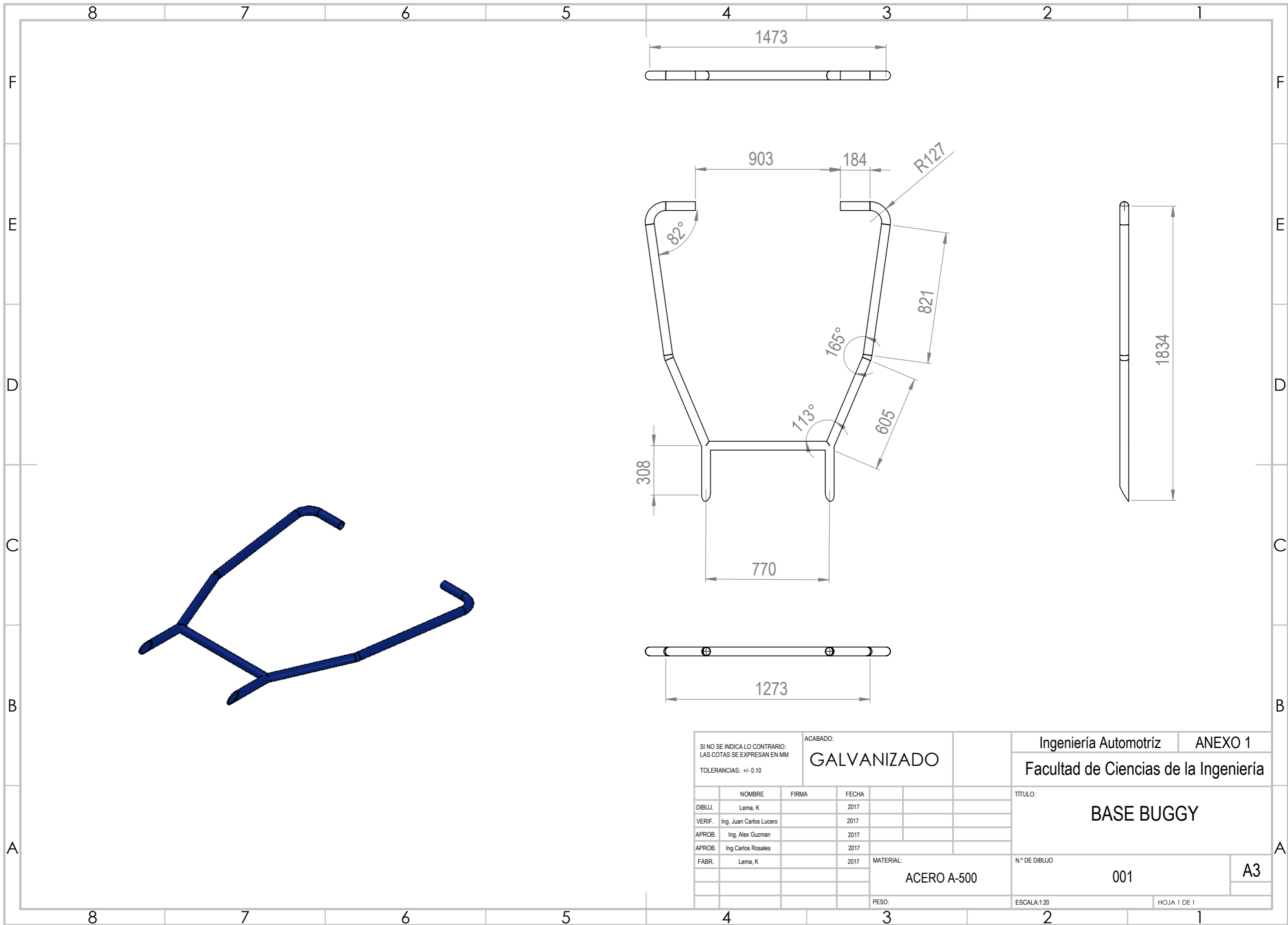




SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 0.10				ACABADO:		Ingeniería Automotriz		ANEXO 1	
				<b>GALVANIZADO</b>		Facultad de Ciencias de la Ingeniería			
				TÍTULO:		<b>VISTA SUPERIOR</b>			
				MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A3	
				ACERO A-500		001			
				PESO:		ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1	
DIBUJ. Lema, K VERIF. Ing. Juan Carlos Lucero APROB. Ing. Alex Guzman APROB. Ing. Carlos Rosales FABR. Lema, K				FIRMA FECHA 2017 2017 2017 2017					

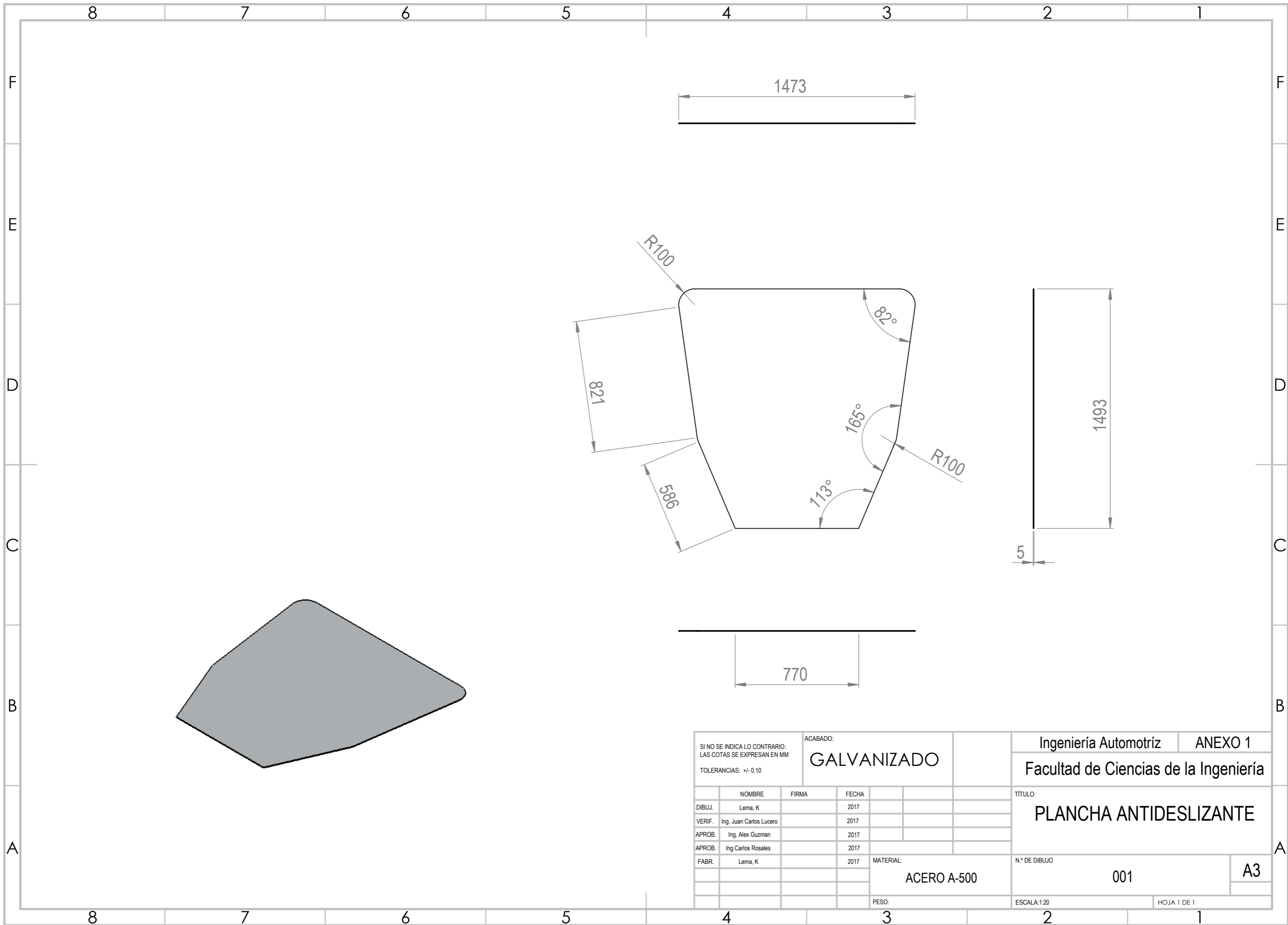


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 0.10			ACABADO: <b>GALVANIZADO</b>		Ingeniería Automotriz		ANEXO 1		
					Facultad de Ciencias de la Ingeniería				
					TÍTULO: <b>VISTA INFERIOR</b>				
					N° DE DIBUJO		001		
					MATERIAL:		ACERO A-500		
					PESO:		ESCALA: 1:10		
					HOJA 1 DE 1		A3		
DIBUJ.		Lema, K		FECHA		2017			
VERIF.		Ing. Juan Carlos Lucero		FECHA		2017			
APROB.		Ing. Alex Guzman		FECHA		2017			
APROB.		Ing. Carlos Rosales		FECHA		2017			
FABR.		Lema, K		FECHA		2017			



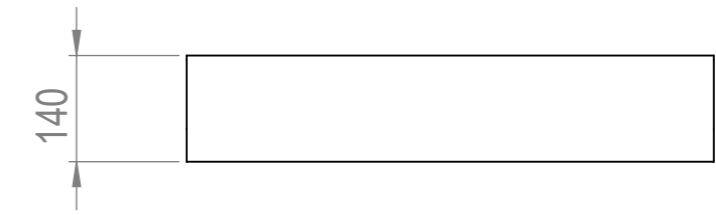
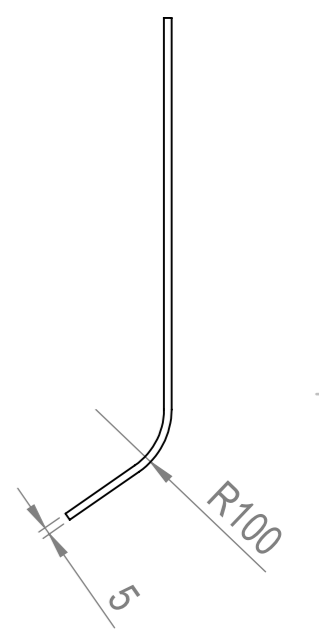
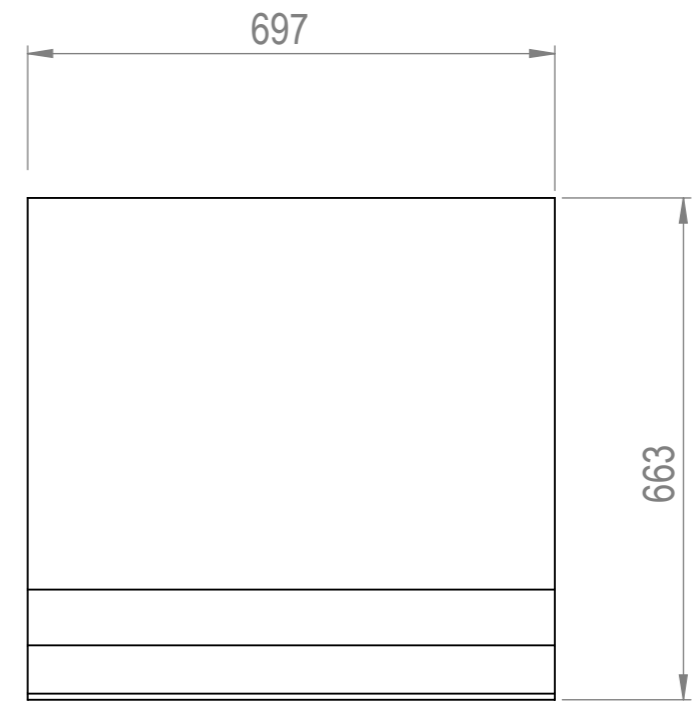
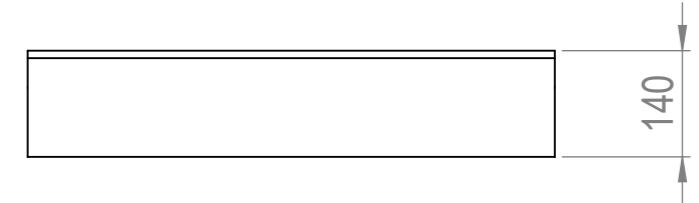
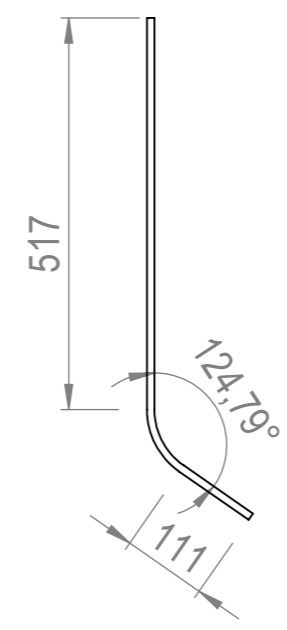
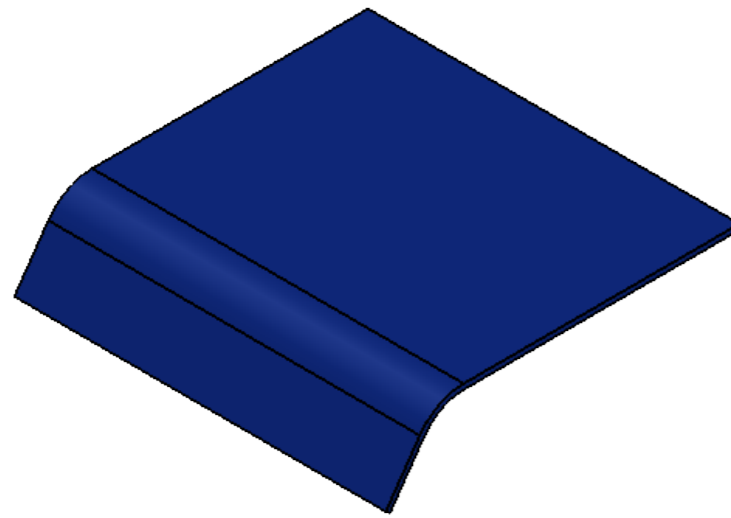
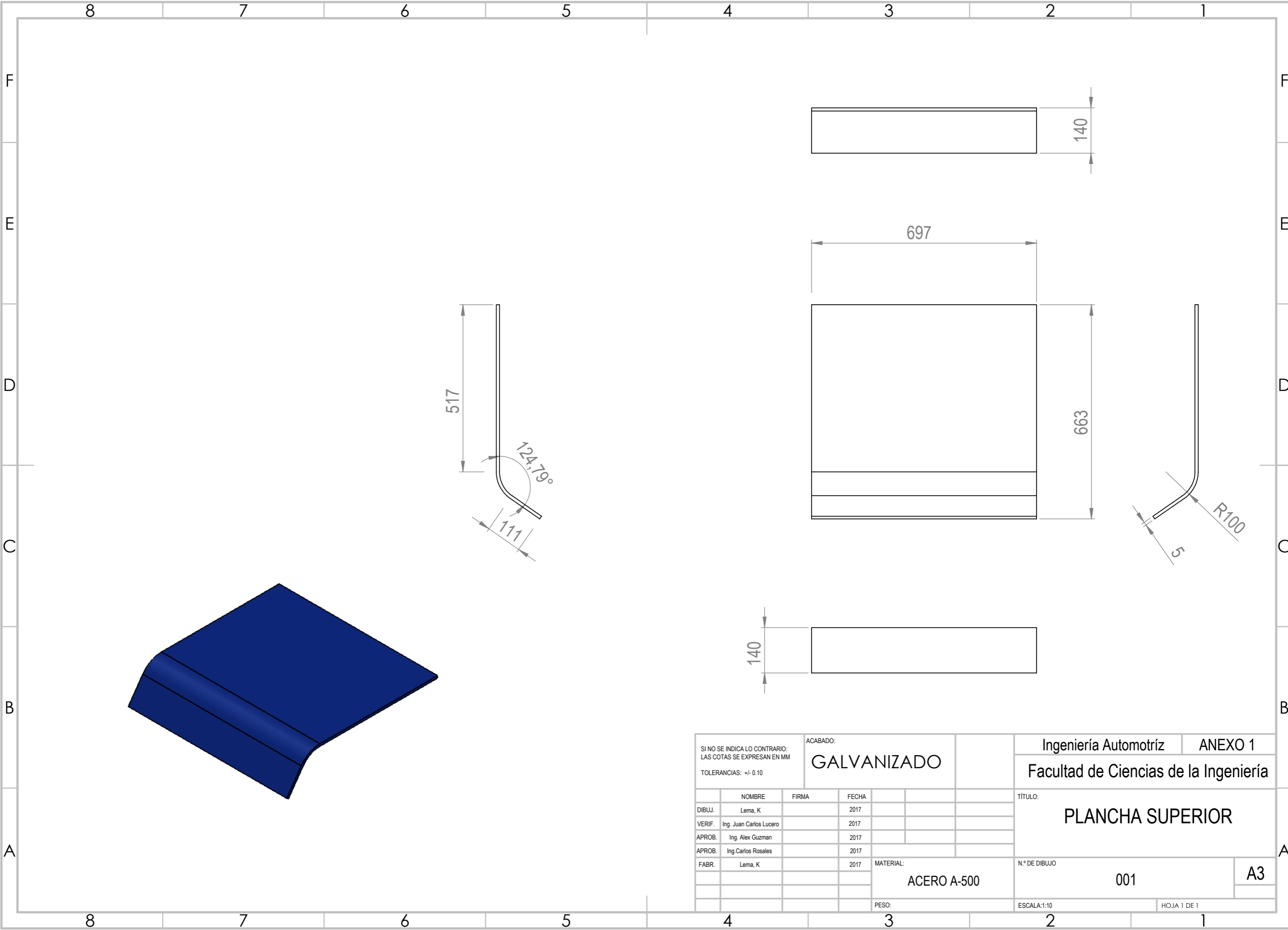
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 0.10			ACABADO: <b>GALVANIZADO</b>		Ingeniería Automotriz		ANEXO 1		
					Facultad de Ciencias de la Ingeniería				
					TÍTULO: <b>BASE BUGGY</b>				
					N° DE DIBUJO		001		A3
					PESO:		ESCALA: 1:20		HOJA 1 DE 1

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	Lema, K		2017		
VERIF.	Ing. Juan Carlos Lucero		2017		
APROB.	Ing. Alex Guzman		2017		
APROB.	Ing. Carlos Rosales		2017		
FABR.	Lema, K		2017	MATERIAL:	ACERO A-500



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 0.10			ACABADO: <b>GALVANIZADO</b>		Ingeniería Automotriz		ANEXO 1	
					Facultad de Ciencias de la Ingeniería			
					TÍTULO: <b>PLANCHA ANTIDESLIZANTE</b>			
			MATERIAL: <b>ACERO A-500</b>		N° DE DIBUJO <b>001</b>		A3	
			PESO:		ESCALA: 1:20		HOJA 1 DE 1	

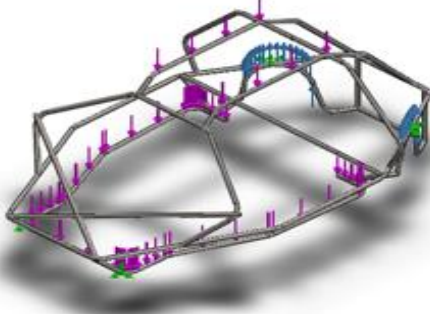
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Lema, K		2017
VERIF.	Ing. Juan Carlos Lucero		2017
APROB.	Ing. Alex Guzman		2017
APROB.	Ing. Carlos Rosales		2017
FABR.	Lema, K		2017




SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 0.10			ACABADO: <b>GALVANIZADO</b>		Ingeniería Automotriz		ANEXO 1	
					Facultad de Ciencias de la Ingeniería			
					TÍTULO: <b>PLANCHA SUPERIOR</b>			
DIBUJ. Lema, K			FIRMA		FECHA		N° DE DIBUJO	
VERIF. Ing. Juan Carlos Lucero					2017		001	
APROB. Ing. Alex Guzman					2017		A3	
APROB. Ing. Carlos Rosales					2017			
FABR. Lema, K					2017		MATERIAL:	
					ACERO A-500		ESCALA: 1:10	
					PESO:		HOJA 1 DE 1	




## ANEXO 2

### Informe del análisis estático SolidWorks

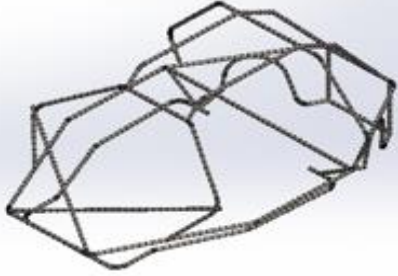


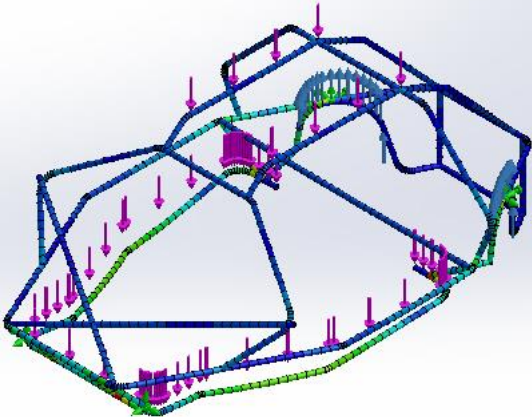
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

Sólidos de viga:			
Nombre de documento y referencia	Formulación	Propiedades	Ruta al documento/Fecha de modificación
 Viga-1(Tubería 33.7 X 4.0(1)[14])	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/pipe/33.7 x 4.0 Área de sección: 0.000373224m <sup>2</sup> Longitud:36.33mm Volumen:1.35778e-005m <sup>3</sup> Densidad:7850kg/m <sup>3</sup> Masa:0.106586kg Peso:1.04454N	D:\KLEVER LEMA\CHASIS BUGGY 3.0.SLDPRT Nov 26 23:05:13 2017

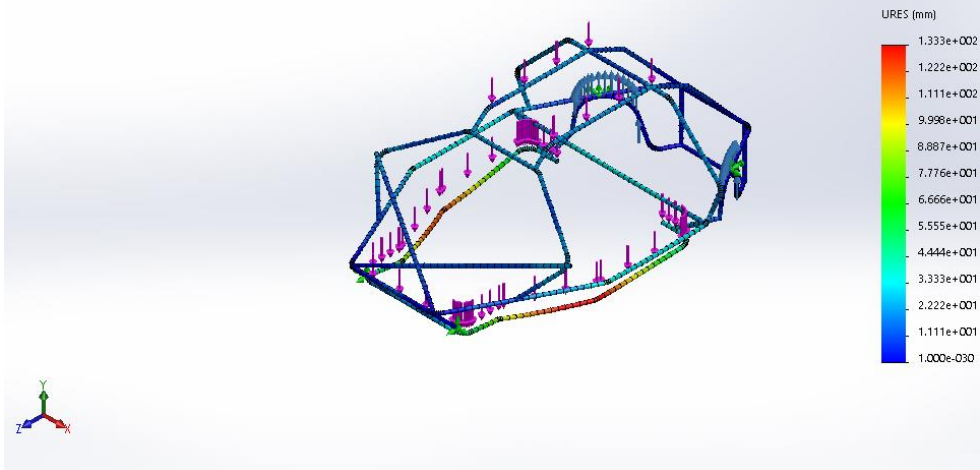
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 plano(s), 2 Viga(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -10 kgf. Momentos: ---, ---, --- kgf.cm
Fuerza-2		Entidades: 1 plano(s), 12 Viga(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -400 kgf. Momentos: ---, ---, --- kgf.cm
Fuerza-3		Entidades: 1 plano(s), 4 Viga(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 200 kgf. Momentos: ---, ---, --- kgf.cm

**Información de malla - Detalles**

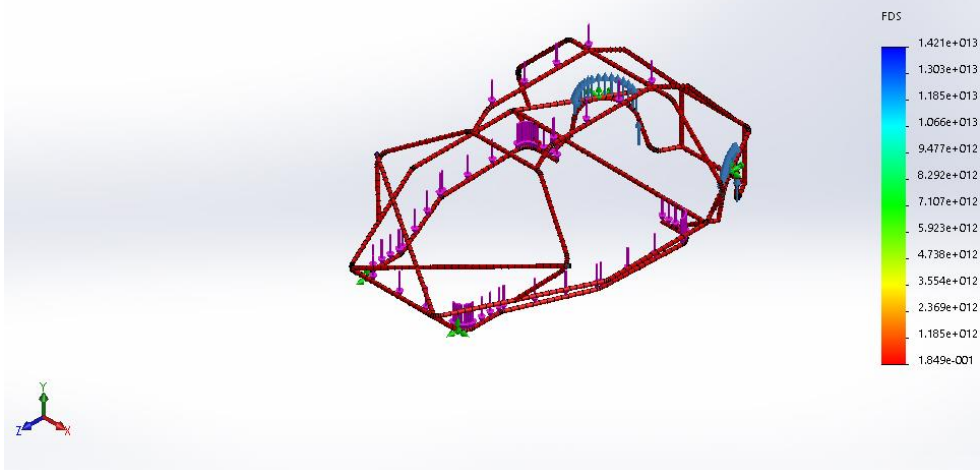
<b>Número total de nodos</b>	1081
<b>Número total de elementos</b>	848
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:10
<b>Nombre de computadora:</b>	ASUS-PC
<p>Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0                  Nombre de estudio: Análisis estático Chasis Buggy-Predeterminado-&lt;Como mecanizada&gt;-)                  Tipo de malla:</p> 	

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	Tensión axial y de flexión en el límite superior	0.000e+000N/m^2 Elemento: 831	1.352e+009N/m^2 Elemento: 431
<p>Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0                  Nombre de estudio: Análisis estático Chasis Buggy-Predeterminado-&lt;Como mecanizada&gt;-)                  Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1                  Escala de deformación: 1</p>  <p>CHASIS BUGGY 3.0-Análisis estático Chasis Buggy-Tensiones-Tensiones1</p>			

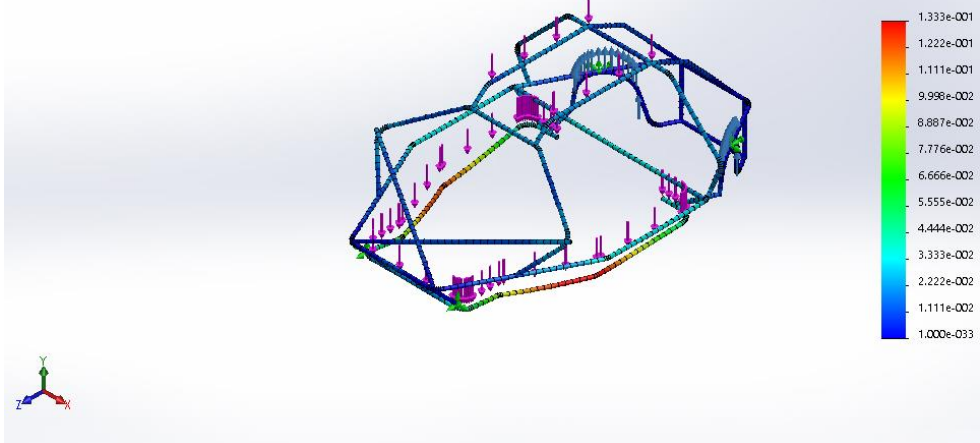
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis estático Chasis Buggy(-Predeterminado< Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamiento:1  
Escala de deformación: 1



Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis estático Chasis Buggy(-Predeterminado< Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad:1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 0.18

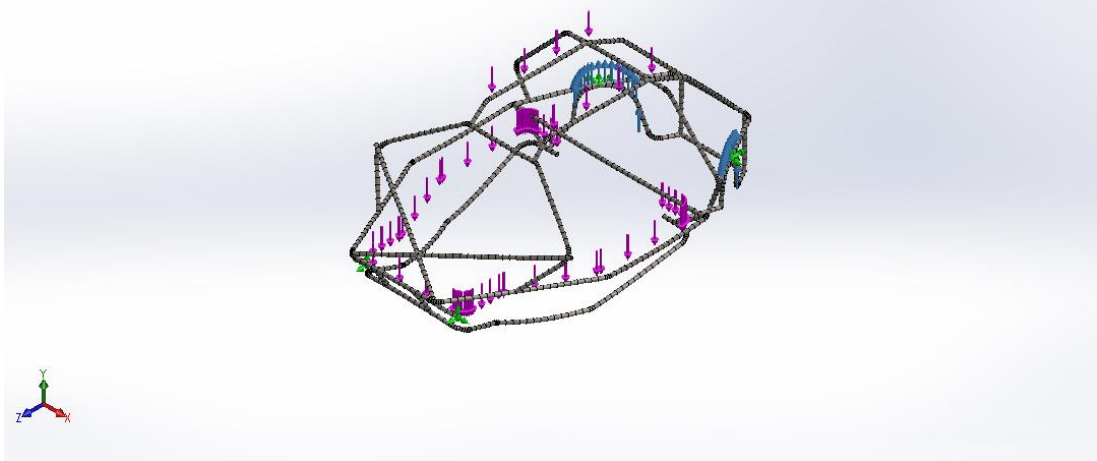


Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis estático Chasis Buggy(-Predeterminado< Como mecanizada>-)  
Ecuación: "URES: Desplazamientos resultantes"  
Escala de deformación: 1

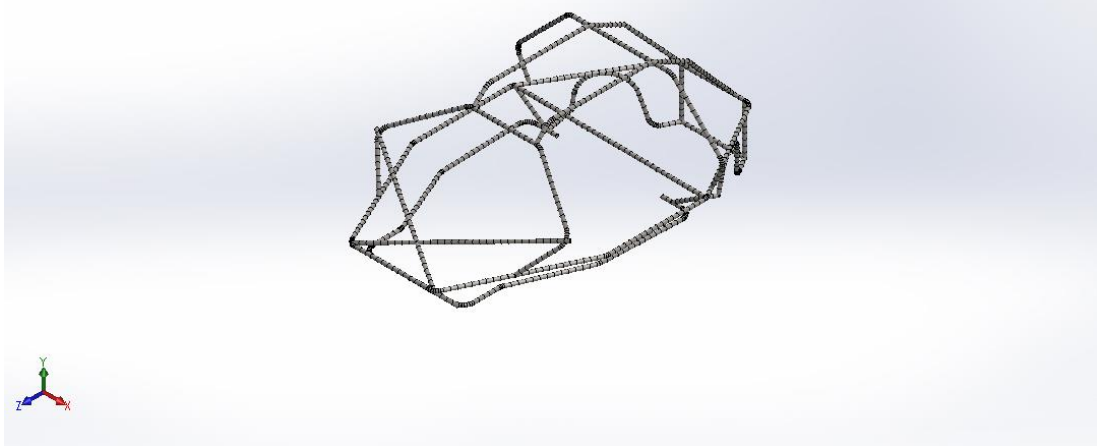




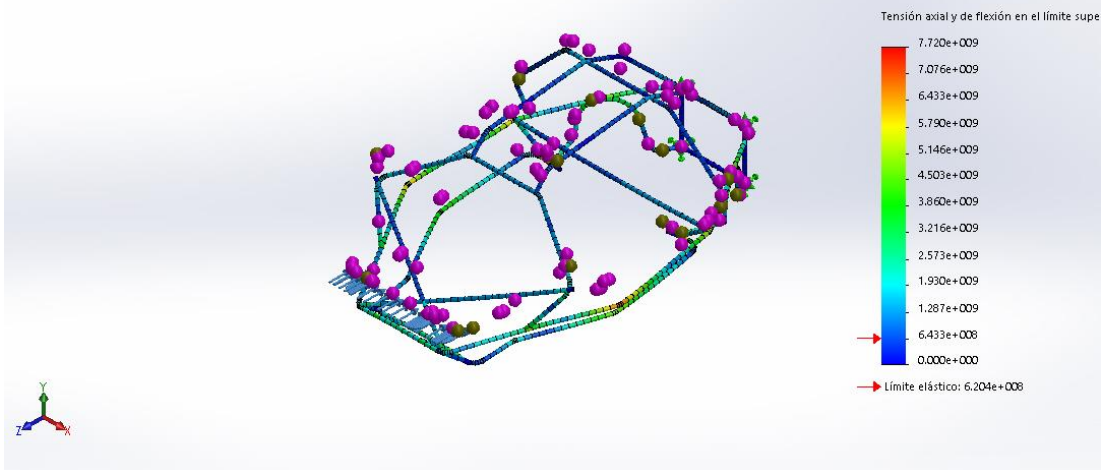
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis estático Chasis Buggy-Predeterminado<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Deformada Desplazamientos1{1}  
Escala de deformación: 2.51399



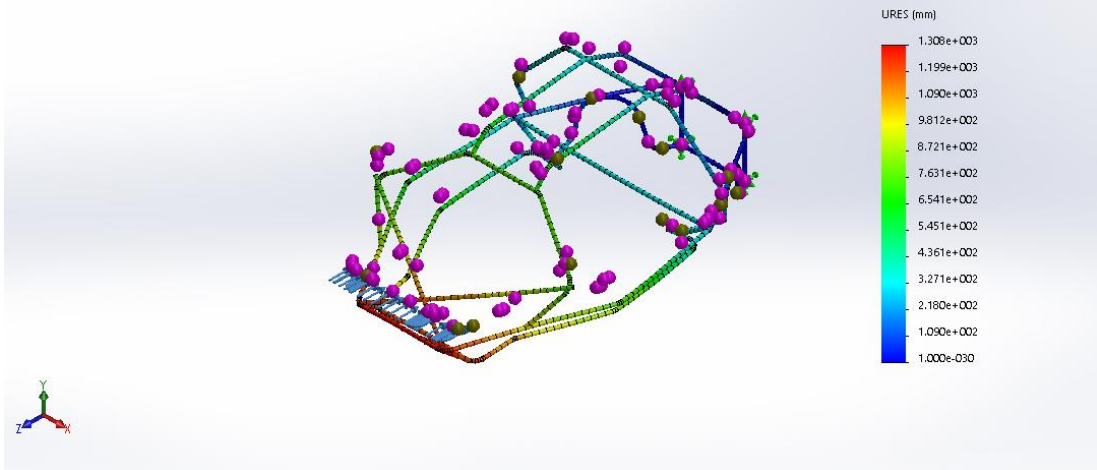
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis frontal-Predeterminado<Como mecanizada>-)  
Tipo de malla:



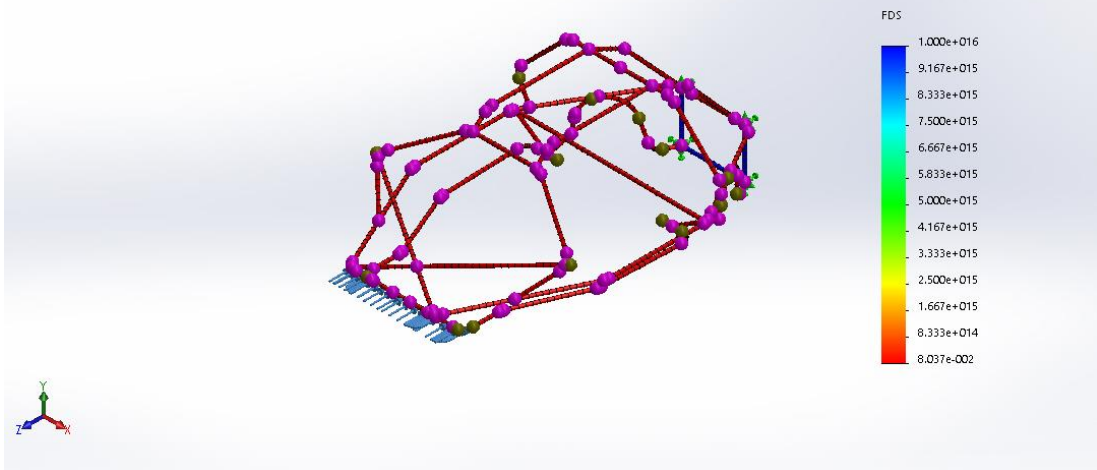
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis frontal-Predeterminado<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1  
Escala de deformación: 0.255187



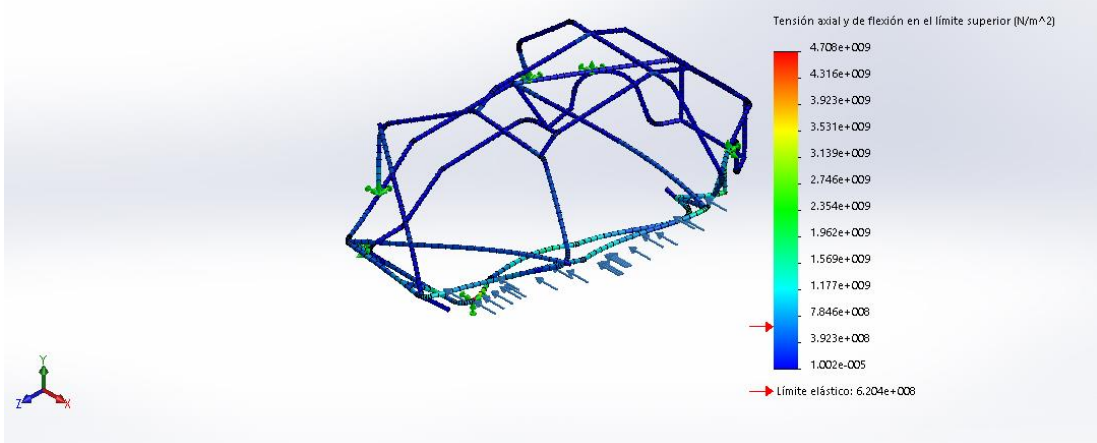
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
 Nombre de estudio: Análisis frontal-Predeterminado-<Como mecanizada>-  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamiento:1  
 Escala de deformación: 0.255187



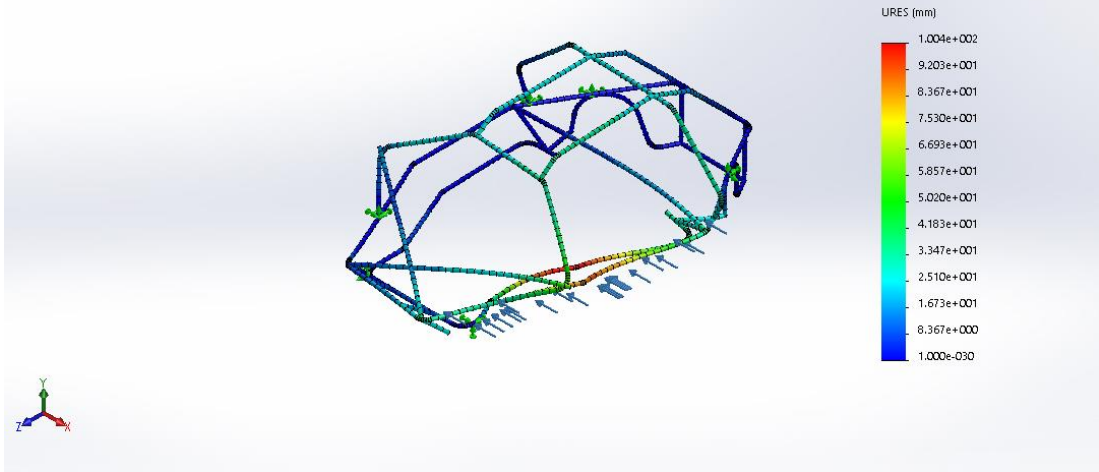
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
 Nombre de estudio: Análisis frontal-Predeterminado-<Como mecanizada>-  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad:1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS min = 0.08



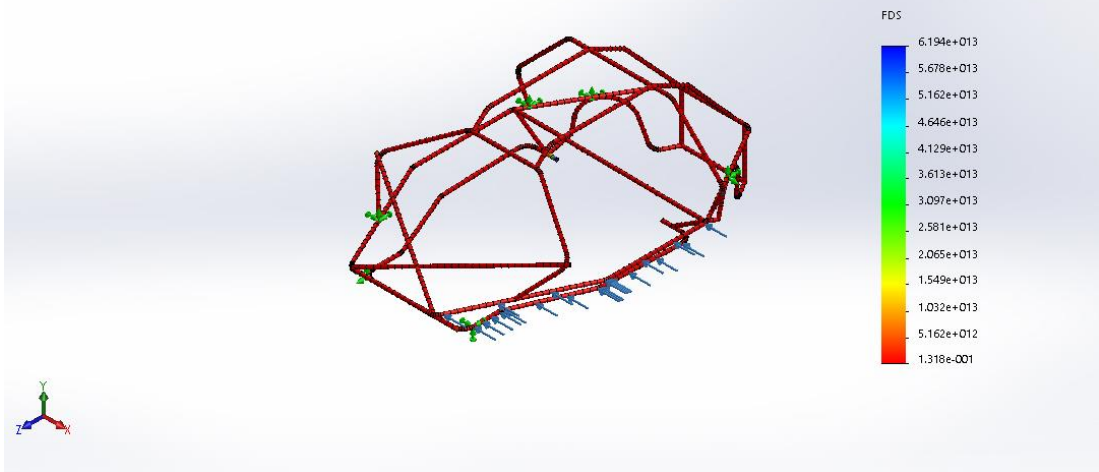
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
 Nombre de estudio: Análisis lateral-Predeterminado-<Como mecanizada>-  
 Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones:1  
 Escala de deformación: 3.41257



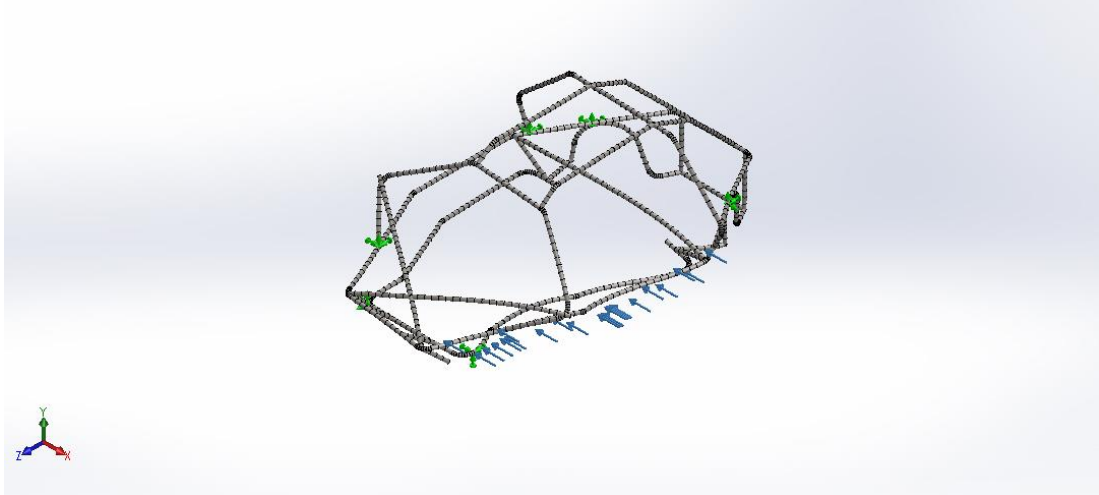
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Analisis lateral-(Predeterminado-<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estatico Desplazamiento:1  
Escala de deformación: 3.41257



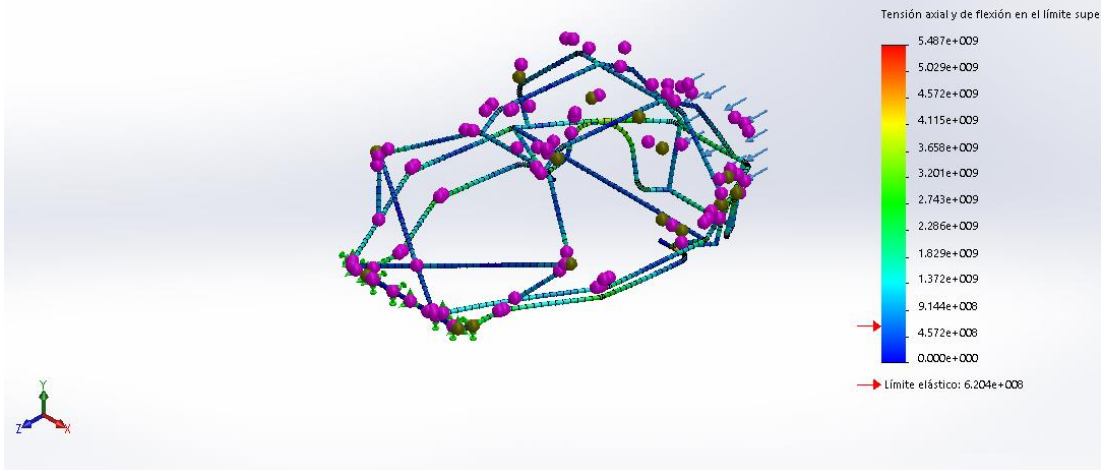
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Analisis lateral-(Predeterminado-<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad:1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS min = 0.13



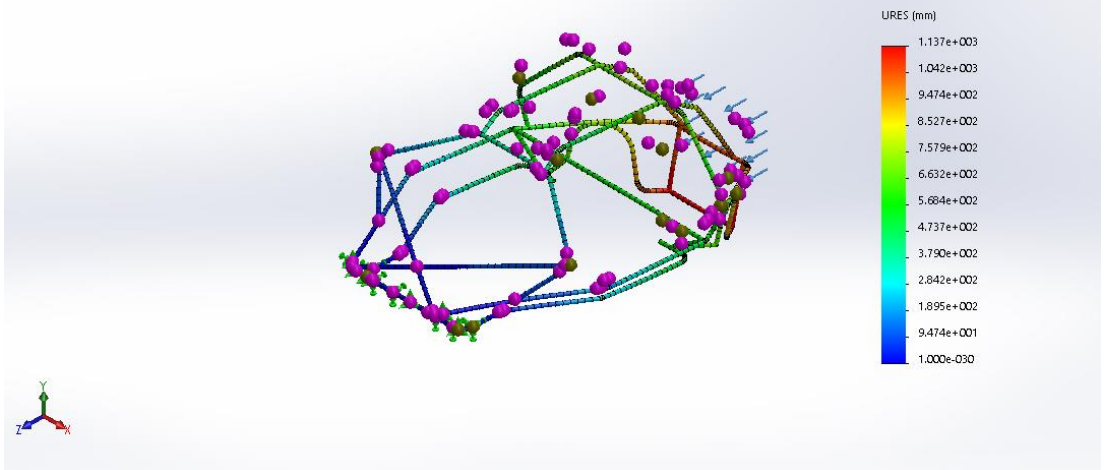
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Analisis lateral-(Predeterminado-<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Deformada Desplazamientos:1[1]  
Escala de deformación: 3.41257



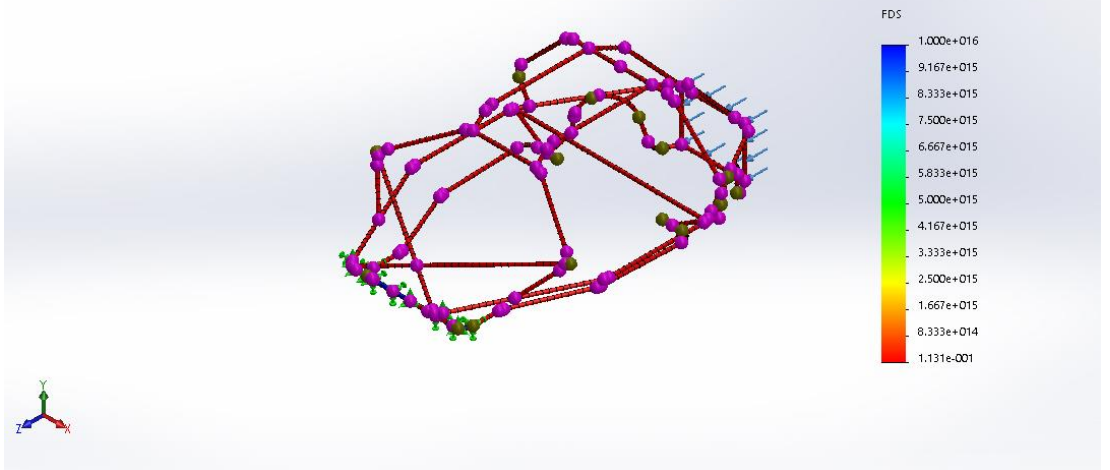
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis Posterior(-Predeterminado<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1  
Escala de deformación: 0.309083



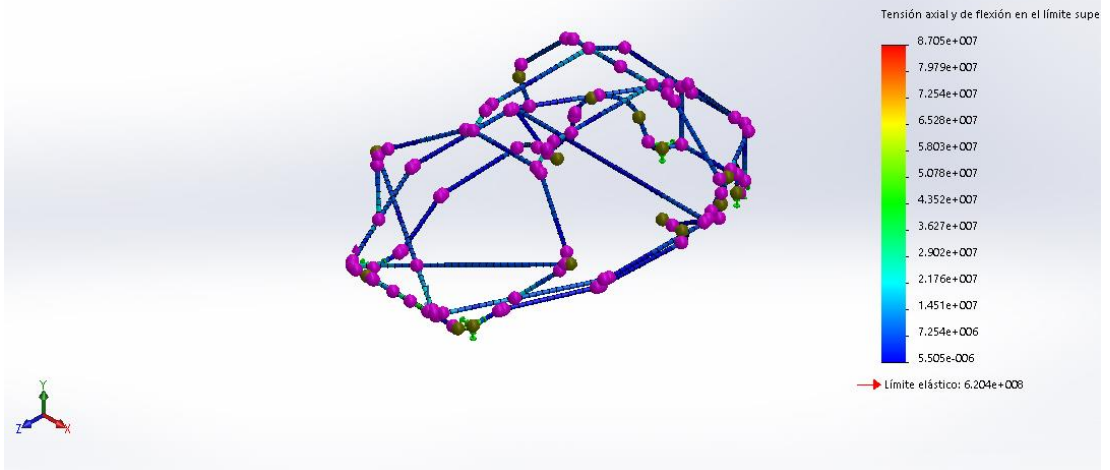
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis Posterior(-Predeterminado<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
Escala de deformación: 0.309083



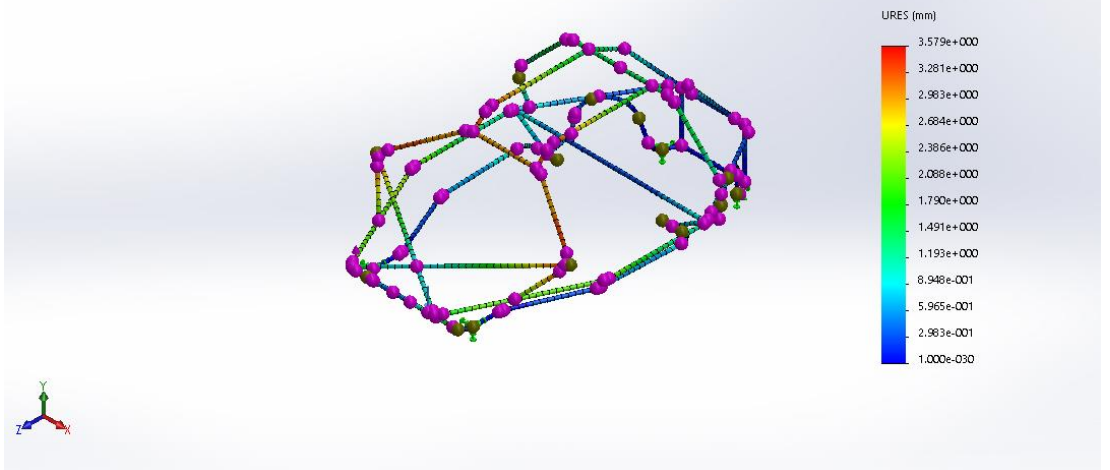
Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis Posterior(-Predeterminado<Como mecanizada>-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS min = 0.11



Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis torsional (-Predeterminado < Como mecanizada > -)  
Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1  
Escala de deformación: 1



Nombre del modelo: CHASIS BUGGY 3.0  
Nombre de estudio: Análisis torsional (-Predeterminado < Como mecanizada > -)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
Escala de deformación: 1



## ANEXO 3

### Soldadura MIG/MAG



## SOLDARCO ER70S-6

### ALAMBRES PARA SOLDAR ACEROS AL CARBONO POR PROCESOS MIG/MAG

#### DESCRIPCIÓN:

Este producto es un alambre para aplicación por proceso MIG, que cumple los requisitos de la clasificación ER70S-6, de la norma AWS A.5.18 y se emplea para la soldadura de aceros al carbono de resistencia a la tensión hasta 70.000 psi. En transferencia por corto circuito trabaja en todas las posiciones, puede utilizarse con CO<sub>2</sub> o mezclas de argón-CO<sub>2</sub>.

#### PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

Resistencia última a la tracción:	70 ksi mínimo
Límite de fluencia:	50 ksi mínimo
Elongación:	22% mínimo
Resistencia al impacto:	27 J mínimo a -29°C

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ALAMBRE

Carbono	0.06 - 0.15%	Manganeso	1.40 - 1.85%
Silicio	0.80 - 1.15%	Fósforo	0.025% máx
Azufre	0.035% máx.	Cobre	0.50% máx

#### AMPERAJES RECOMENDADOS

DIMENSIÓN(pulg.)	AMPERAJES
	60 - 160 A
	80 - 220 A
	100 - 340 A





## **ANEXO 4**

Reglamento de la FEDAK

# **FEDAK**

**FEDERACION ECUATORIANA DE AUTOMOVILISMO Y KARTISMO**

**COMISION NACIONAL DE RALLY Y TREPADA DE MONTAÑA**

## **REGLAMENTO GENERAL TREPADA DE MONTAÑA 2017**

### **ARTICULO 1.- DISPOSICIONES GENERALES**

- a) En virtud de lo dispuesto en los Art. 47 y 48 de la Ley del Deporte y 6 literal a) del estatuto de la FEDAK. Las siguientes disposiciones generales se aplican a todas las competencias de Rally en el territorio Ecuatoriano.
- b) Es obligatorio para los Clubes de Automovilismo cumplir con lo estipulado en el presente reglamento para realizar una competencia de Rally a nivel Nacional y Trepada de Montaña.
- c) El Club organizador solicitará por escrito la autorización y/o el aval a la Comisión Nacional de Rally, la organización de un evento de Trepada de Montaña adjuntando el reglamento particular y el plan de seguridad a ser implementado.



**FEDERACION ECUATORIANA DE AUTOMOVILISMO Y KARTISMO**

**COMISION NACIONAL DE RALLY**

## **REGLAMENTO GENERAL DE RALLY 2017**

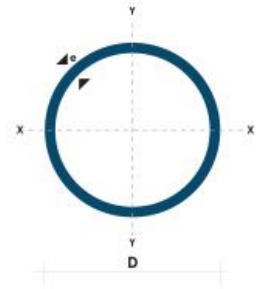
### **ARTICULO 1.- DISPOSICIONES GENERALES**

- a) En virtud de lo dispuesto en los Art. 47 y 48 de la Ley del Deporte y 6 literal a) del estatuto de la FEDAK. Las siguientes disposiciones generales se aplican a todas las competencias de Rally en el territorio Ecuatoriano.
- b) Es obligatorio para los Clubes de Automovilismo cumplir con lo estipulado en el presente reglamento para realizar una competencia de Rally a nivel Nacional.

## ANEXO 5

### Tubos DIPAC

(D) Diámetro	Espesor	Peso	Área	I	W	i
Pulgadas	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
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 1/4"	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2"	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4"	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 1/2"	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3"	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1"	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4"	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2"	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4"	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2"	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2"	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3"	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2"	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2"	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3"	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59



A 247 100 181



## ANEXO 6

### Triangulación de la estructura tubular

