

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Facultad de Ingeniería Automotriz

TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Diseño y construcción de un prototipo KART

Sebastián Alejandro Ramírez Rueda
Guillermo David Zaruma González

Director: Ing. Juan Fernando Iñiguez

2010
Quito, Ecuador

CERTIFICACIÓN

Yo, RAMIREZ RUEDA SEBASTIAN ALEJANDRO, declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía.

Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

Sebastián Ramírez
Ci: 1721984985

Yo, ING. JUAN FERNANDO IÑIGUEZ, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, RAMIREZ RUEDA SEBASTIAN ALEJANDRO, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

Ing. Juan Fernando Iñiguez
Director

CERTIFICACIÓN

Yo, GUILLERMO DAVID ZARUMA GONZALEZ, declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía.

Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

Guillermo Zaruma
CI: 1718887670

Yo, ING. JUAN FERNANDO IÑIGUEZ, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, ZARUMA GONZALEZ GUILLERMO DAVID, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

Ing. Juan Fernando Iñiguez
Director

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios,
quién ha sido la fuente de inspiración
de todos los proyectos en nuestra vida,
a la familia que nos permitió estudiar
en esta prestigiosa universidad, y que
nos comprendió en todo momento,
A la Universidad Internacional, que nos
impartió el conocimiento que ahora poseemos,
al director de tesis y a todas las personas
que colaboraron en este proyecto.

Sebastián Alejandro Ramírez Rueda
Guillermo David Zaruma González

DEDICATORIA

A nuestra familia,

Quienes siempre creyeron en nosotros

no vieron obstáculos para vernos surgir

son ejemplo de rectitud

amor y verdad.

Y solo con la ayuda de ellos

se logró la culminación con éxito

de nuestros estudios.

Sebastián Alejandro Ramírez Rueda

Guillermo David Zaruma González

SÍNTESIS

Este proyecto se realizó bajo reglamentos de la (CIK/FIA) federación internacional automovilística para la construcción de Go Karts, que nos dice que un Go kart es un vehículo tubular unipersonal que debe ser impulsado por un motor y no debe poseer suspensión.

El primer paso para iniciar el proyecto fue conseguir un chasis tubular de un Go kart de competencia, para posteriormente diseñar la estructura deseada, con modificaciones que ayuden a fortalecerla mediante el programa informático SOLID WORKS 2009 3D, tomando en cuenta los parámetros exigidos por el Reglamento de la FIA.

Se inició el diseño sometiendo la estructura a diversos esfuerzos como son torsión y fleje, de esta manera encontramos las deficiencias de la estructura del chasis cuando poseía neumáticos duros en relación con los blandos .

Una vez finalizado el estudio de fuerzas se pudo realizar las modificaciones al chasis original, se determinó que material podía utilizarse tomando también como referencia una tabla de costo-beneficio.

A continuación se doblaron tubos que servirían con refuerzo según el resultado del diseño, se los unió con puntos de suelda MIG o con protección gaseosa, el proceso de soldadura se lo hizo con el menor amperaje posible para evitar daños en el material que conforman el chasis. Se fabricó refuerzos en el bastidor de manera vertical y horizontal. Hecha la estructura se procedió a diseñar la carrocería en SOLID WORKS 2009 3D, esta fue creada basándonos en un estudio aerodinámico, la carrocería se fabrico en plástico y fibra de vidrio.

Se prepararon los diversos componentes para ser instalados como la bandeja, el asiento, pedales, sistema de dirección, motor, ejes, etc. Continuando el

desarrollo del trabajo se llegó a la última fase en la cual se preparó toda la estructura para la pintura, se la pintó y por último se comprobó que todos los elementos mecánicos y estructurales se encuentren en perfecto estado y funcionen de una manera adecuada.

ABSTRACT:

This project was carried out under (CIK/FIA)International Federation for automobile regulations for building Go karts, which tells us that to built a Go kart tubular one-person vehicle, should be powered by a motor and should not have suspension.

The first step for the project was beginning to carry out chassis design in 3D SOLID WORKS 2009 program, taking in consideration the parameters mentioned in the FIA regulations for structures.

Began designing the program structure and above and subjected to various forces such as torque and strip, so we could find the deficiencies in the structure of the chassis when it had hard tires in relation with the soft ones.

Once finished the study of forces, we could make changes to the original chassis; the material to be used was also determined according with the table based in cost benefit.

Then the tube was bent according to the design diagram and began to join the dots for gas-shielded ICT welding in order to do not weaken the metal structure, for parts that are not exposed to much deformations we use MIG welding; reinforcement was made in the frame vertically and horizontally, then we proceeded to make the structural body using also SOLID WORKS 2009 3D program and a simple aerodynamic study we made the body components in plastic material.

After this we prepared the structure to be mounted some components such as: tray, seat, pedals, steering, engine, axles, etc. When this process was completed, we proceeded to prepare all the structure for painting, and then assembled the rest of the parts. Checking all elements were in perfect condition and also working as suitable.

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRAFICO DE TESIS

FACULTAD DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

ESCUELA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TÍTULO: Diseño y construcción de un prototipo kart

AUTORES: Sebastián Alejandro Ramírez Rueda
Guillermo David Zaruma González

DIRECTOR: Ing. Juan Fernando Izquierdo

ENTIDAD QUE AUSPICIO LA TESIS:

FINANCIAMIENTO: SI: NO: **PREGADO:** **XPOSGRADO:**

FECHA DE ENTREGA DE LA TESIS: 17 DE DICIEMBRE 2010

GRADO ACADÉMICO OBTENIDO: INGENIERO

No Págs. 181 **No. Ref. Bibliográfica** 10 **No. Anexos** 5
No. Planos

RESUMEN:

Este proyecto se basa en la construcción de un Go kart que es un automóvil ligero que no posee suspensión, el proyecto consiste en realizar modificaciones a un chasis existente, todas las modificaciones servirán para crear una estructura más solida sin que pierda su propiedad elástica, adicional a la construcción y ensamblaje del Go kart se harán estudios de los materiales a utilizarse basándonos en la relación costo- beneficio, a través de SolidWorks se podrá realizar estudios de torsiones y flejes en la estructura tubular, posteriormente para crear una carrocería innovadora se realizara un estudio aerodinámico simple y se la construirá con los datos resultantes, adicionalmente se calculara datos del motor.

Este proyecto nos servirá para desarrollar los conocimientos aprendidos en la universidad adicionalmente adquirir nuevos conocimientos en cuanto a diseño, posemos demostrar a la sociedad que somos personas creativas, para el futuro se podría investigar un nuevo tipo de transmisión como el cardán para adaptarlo ya que en el nuestro está dada por medio de cadena la transmisión.

INDICE:

Contenido

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO 1..... | 1 |
| INTRODUCCION | 1 |
| 1.1. RESEÑA HISTÓRICA: | 1 |
| 1.2. GENERALIDADES DE LOS COMPONENTES DEL GO KART..... | 2 |
| 1.3. CATEGORIAS DE COMPETICIÓN | 2 |
| 1.4. CARACTERÍSTICAS..... | 3 |
| CAPITULO 2 | 5 |
| 2.1.1. Chasis..... | 5 |
| 2.1.2. Motor. | 6 |
| 2.1.4. Columna de dirección | 11 |
| 2.1.5. Bandeja..... | 12 |
| 2.2. DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR..... | 13 |
| 2.2.1 Características del motor | 14 |
| 2.2.2 Funcionamiento..... | 14 |
| 2.3. SISTEMAS DEL PROTOTIPO TIPO KART | 15 |
| 2.3.1. Sistema de lubricación | 15 |
| 2.3.2. Sistema de enfriamiento..... | 16 |
| 2.3.3. Sistema de alimentación | 16 |
| 2.3.4. Sistema de encendido..... | 18 |
| 2.3.5. Sistema de transmisión..... | 19 |
| 2.3.6. SISTEMA DE DIRECCIÓN. | 20 |
| 2.3.7. Sistema frenos..... | 22 |
| 2.3.8 Sistema Escape..... | 24 |
| CAPITULO 3..... | 25 |
| DISEÑO DEL PROTOTIPO | 25 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN | 25 |
| 3.1.1. Diseño Exterior..... | 26 |
| 3.1.2. Diseño interno | 26 |
| 3.1.3. Diseño del color y detalles | 26 |
| 3.1.4. Diseño gráfico | 26 |

| | |
|--|-------------------------------|
| 3.1.5. Proceso de desarrollo..... | 26 |
| 3.2. HIPÓTESIS DEL DISEÑO: | 27 |
| 3.2.3. Diseño preliminar..... | 28 |
| 3.2.4 Diseño detallado..... | 28 |
| 3.3. METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DEL GO KART | 29 |
| 3.3.1. FEA y CFD en Solidworks® Simulation..... | 29 |
| 3.4. METODOLOGÍA GENERAL PARA EL ANÁLISIS POR FEA Y CFD | 30 |
| 3.4.1. Preprocesamiento..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.4.2. Procesamiento..... | 31 |
| 3.4.3. Posprocesamiento..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.5. ANÁLISIS Y DISEÑO BASADO EN SIMULACIÓN (FEA y CFD) | 32 |
| 3.6. ESTUDIO ESTÁTICO Y MODAL..... | 33 |
| 3.6.1. Objetivo:..... | 33 |
| 3.7. ESCENARIO A ANALIZAR- ANÁLISIS ESTÁTICO Y MODAL | 33 |
| 3.8. PROCESO DE ANÁLISIS. | 33 |
| 3.9. RESULTADOS | 33 |
| 3.9.1. Estático | 33 |
| 3.9.2. Modal | 33 |
| 3.10. MODIFICACIONES ESTRUCTURALES..... | 34 |
| 3.11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 34 |
| 3.12 RESISTENCIA DE MATERIALES | 45 |
| 3.12.1 Propiedades generales de los materiales..... | 45 |
| 3.12.2. Propiedades físicas..... | 45 |
| 3.12.3. Propiedades mecánicas..... | 46 |
| 3.12.4. Clasificación de los materiales..... | 48 |
| 3.12.5. Efectos internos de las fuerzas | 49 |
| 3.12.6 Clases de aceros | 57 |
| 3.12.7. Tratamiento térmico del acero..... | 58 |
| 3.12.8. Clases de Aceros..... | 58 |
| 3.12.9 Selección de materiales para la construcción de las modificaciones del kart60 | |
| CAPITULO 4..... | 72 |
| SOLDADURA..... | 72 |
| 4.1. CONCEPTO DE SOLDADURA..... | 72 |
| 4.2 TIPOS DE SOLDADURA: | 72 |

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| 4.2.1 | Soldadura ordinaria o de aleación..... | 72 |
| 4.2.2 | Soldadura por fusión..... | 73 |
| 4.2.3 | Soldadura por gas..... | 73 |
| 4.2.4 | Soldadura por arco..... | 73 |
| 4.2.5 | Soldadura Aluminotérmica..... | 75 |
| 4.2.6 | Soldadura por presión..... | 75 |
| 4.2.7 | Soldadura por resistencia..... | 76 |
| 4.3 | UNIONES..... | 76 |
| 4.3.1 | Tipos de uniones por soldadura..... | 76 |
| 4.3.2. | Puntos de fusión de los materiales..... | 82 |
| CAPITULO 6..... | | 86 |
| 6.1 | AERODINÁMICA AUTOMOTRIZ..... | 86 |
| 6.2 | BENEFICIOS:..... | 87 |
| 6.3 | ESTUDIO AERODINÁMICO DEL VEHICULO A CONSTRUIRSE..... | 87 |
| 6.4 | SPOILER..... | 95 |
| CAPITULO 7..... | | 95 |
| 7.1 | SISTEMA ELÉCTRICO..... | 95 |
| 7.2 | DISEÑO..... | 96 |
| 7.3 | CARGAS..... | 96 |
| 7.4 | COMPROBACIONES..... | 96 |
| 7.5 | INSTALACIÓN..... | 96 |
| 7.6 | SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN..... | 96 |
| CAPITULO 8..... | | 96 |
| 8.1 | CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO..... | 96 |
| ANEXOS:..... | | 109 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig. 2 1.0. Modelo de Kart de competencia..... | 1 |
| Fig. 3 2.0. Neumáticos para tierra y para pista asfaltada..... | 2 |
| Fig. 4 2.1.1. Modelo de chasis..... | 5 |
| Fig. 6 2.1.3.4. Neumáticos FZ | 9 |
| Fig. 7 2.1.4. Columna de dirección | 12 |
| Fig. 8 2.1.2. Bandeja..... | 13 |
| Fig. 9 (a) Bobina | 18 |
| Fig. 10 (b) Bujía de uso regular | 19 |
| Fig. 11 (c) Cables de bujía | 19 |
| Fig. 12 2.3.6. Dirección Volante, Columna de la dirección, Crucetas, Bielas, Rótulas..... | 20 |
| Fig. 13 2.3.7. Disco de freno | 23 |
| Fig. 14 2.3.7. Disco de freno | 29 |
| Fig. 15 3.4.3.1. Se genera el modelo matemático y se introducen los datos del material, las cargas o condiciones iniciales pertinentes..... | 31 |
| Fig. 16 3.4.23.1. La geometría es analizada, se genera el mallado y la computadora además realiza los cálculos pertinentes para realizar los gráficos de resultados. | 31 |
| Fig. 17 3.5.3.2. Resumen del plan de simulaciones para el diseño del auto tipo Kart. | 33 |
| Fig. 19 3.8. Proceso para la realización de un análisis estático/modal en un entorno de FEA | 33 |
| Fig. 20 1. Chasis diseñado evidenciando las porciones con mayores esfuerzos equivalentes de Von Mises..... | 33 |
| Fig. 21 2. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 1..... | 33 |
| Fig. 22 3. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 2..... | 33 |
| Fig. 23 4. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 3..... | 33 |
| Fig. 24 5. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 4..... | 33 |
| Fig. 25 6. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 5..... | 33 |
| Fig. 26 7. Distribución del factor de seguridad en el modelo de chasis de kart modificado | 34 |
| Fig. 27 8. Modelo de kart modificado, modo de vibración #1..... | 34 |
| Fig. 28 9. Modelo de kart modificado, modo de vibración #2..... | 34 |
| Fig. 29 10. Modelo de kart modificado, modo de vibración #3..... | 34 |
| Fig. 30 11 Modelo de kart modificado, modo de vibración #4..... | 34 |
| Fig. 31 12. Modelo de kart modificado, modo de vibración #5..... | 34 |
| Fig. 33 3.4.3. Modelo 3D del vehículo Tony extreme 97, en donde se observa la distribución de esfuerzo equivalente de Von Mises a través del mismo..... | 63 |
| Fig. 34 3.4.3. Acercamiento partes críticas en donde se identifican las zonas con mayor esfuerzo del modelo..... | 63 |
| Fig. 35 3.4.3.4. Diagrama de Resistencia a la fluencia vs. Densidad..... | 65 |
| Fig. 36 3.4.3.4 Diagrama de propiedades específicas resistencia a la fluencia vs. Módulo de elasticidad..... | 66 |
| Fig. 37 3.4.3.4. Resistencia a la fluencia vs. Costo relativo [2]..... | 67 |
| Fig. 38 4.1 Proceso de soldadura..... | 72 |
| Fig. 39 4.3.1.1. Soldadura a tope..... | 77 |
| Fig. 40 4.3.1.1 Soldadura a tope..... | 77 |
| Fig. 41 4.3.1.2 Soldadura en ángulo..... | 78 |
| Fig. 42 4.3.1.3 Uniones planas con soldaduras cruzadas | 80 |
| Fig. 43 4.3.1.4 Uniones en ángulo con soldaduras cruzadas | 80 |
| Fig. 44 4.3.1.5 Uniones en ángulo con soldaduras cruzadas con tres cordones..... | 81 |
| Fig. 45 6. 2. Direcciones de las fuerzas aerodinámicas generadas por un sólido en movimiento a través de un fluido circundante..... | 88 |

| | | |
|---------|--|----|
| Fig. 46 | 2. Ecuación del arrastre o Drag (D) del vehículo al circular a través de un fluido | 89 |
| Fig. 47 | 3. Ecuación del arrastre o Drag (D) del vehículo al circular a través de un fluido | 89 |
| Fig. 48 | 1. Distribución de la velocidad en un plano que corta el vehículo a lo largo de la dirección longitudinal. Se observa con color azul las velocidades mínimas, casi nulas, de color verde las intermedias y anaranjadas y rojas las máximas(velocidad relativa entre el vehículo y flujo de aire) | 91 |
| Fig. 49 | 2. Vista lateral del kart ilustrando la posición del alerón trasero..... | 91 |
| Fig. 50 | 3. Modelo de un perfil NACA 16 a ser analizado | 92 |
| Fig. 51 | 4 distribución de presión de un plano transversal al perfil NACA 16 se observa la porción color azul donde se crea el levante en el perfil | 92 |
| Fig. 52 | 5 diagrama comparativo del arrastre en los distintos perfiles aerodinámicos candidatos .. | 93 |
| Fig. 53 | 6 diagrama comparativo del levante presentado en los distintos perfiles aerodinámicos candidatos | 94 |
| Fig. 54 | 7 diagrama comparativo de la razón levante/arrastre presentado en los diferentes perfiles aerodinámicos candidatos..... | 94 |
| Fig. 55 | 8. Alerón trasero del vehículo tipo Go kart | 95 |
| Fig. 56 | 1. Trayectorias del flujo de aire a través del protector frontal del vehículo tipo kart. | 95 |
| Fig. 57 | 2. Spoiler delantero del vehículo tipo kart..... | 95 |
| Fig. 58 | 3. Estudio de trayectorias del flujo de aire sobre el spoiler del vehículo tipo kart..... | 95 |
| Fig. 59 | 7 Campo magnético. | 96 |
| Fig. 60 | 7.5 Ruptor | 96 |
| Fig. 61 | 1. Dobladora de Tubo..... | 96 |
| Fig. 62 | 2 Tubo Doblado partes laterales | 96 |
| Fig. 63 | 3 Proceso de reforzamiento chasis Go Kart | 96 |
| Fig. 64 | 4 modificación partes laterales..... | 96 |
| Fig. 65 | 5 modificación delantera..... | 96 |
| Fig. 66 | 6 reforzamiento con suelda MIG | 96 |
| Fig. 67 | 7..... | 96 |
| Fig. 68 | 8 Construcción de Alerón..... | 96 |
| Fig. 69 | 9 Alerón concluido..... | 96 |
| Fig. 70 | 10 Colocación del empaque en sistema de escape..... | 96 |
| Fig. 71 | 11 Soldadura de la platina en sistema de escape | 96 |
| Fig. 72 | 13 Limpieza Motor- Pernos..... | 96 |
| Fig. 73 | 14 limpieza integral..... | 96 |
| Fig. 74 | 15 Cambio de bujía | 96 |
| Fig. 75 | 16 Sistema de Trasmisión | 96 |
| Fig. 76 | 17 Ensamblaje Sistema trasero | 96 |
| Fig. 77 | 18 Ajuste Prisioneros sistema trasmisión | 96 |
| Fig. 78 | 19 Acoplamiento Rulimanes. | 96 |
| Fig. 79 | 20 Reajuste total con el torquímetro | 96 |
| Fig. 80 | 21 Ensamblaje ruedas delanteras..... | 96 |
| Fig. 81 | 22 Construcción del Sistema de Dirección | 96 |
| Fig. 82 | 23 Ensamblaje tanque combustible | 96 |
| Fig. 83 | 24 Ensamblaje del motor | 97 |
| Fig. 84 | 25 Montaje del sistema de frenos | 97 |
| Fig. 85 | 26 Asiento | 97 |
| Fig. 86 | 27 Construcción de Carrocería | 97 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------------------|
| | 35 |
| | 41 |
| 43 | Tabla.1.0 Propiedades |
| 47 | |
| Tabla.2.0 Material y limite elástico | |
| 48.- | |
| Tabla 4 Ponderación variable | 63 |
| Tabla 5. Ponderación de las opciones con respecto al criterio de costo | 69 |
| Tabla 6. Ponderación de las opciones con respecto al criterio de propiedades mecánicas específicas | 70 |
| Tabla 7. Ponderación de las opciones con respecto al criterio de sencillez de manufactura | 71 |
| Tabla 8. Ponderación de las opciones con respecto al criterio de disponibilidad en el mercado nacional. | 71 |
| Tabla 9. Resumen de análisis de ponderación de las opciones y los criterios de selección. | 72 |
| Tabla 2 valores límites de la garganta de una soldadura en ángulo en una unión de fuerza. | 80 |
| Tabla 1. Resumen de los resultados obtenidos de los análisis aerodinámicos de los perfiles NACA candidatos. | 94 |
| Tabla.8.1 Tabla Elementos | 110 |
| Tabla 8.2 Tabla Elementos | |
| 113Tabla 8.3Tabla Elementos | |
| 114Tabla 8.4Tabla Elementos | |
| 115Tabla 8.5Tabla Elementos | |
| 116Tabla 8.6Tabla Elementos | |
| 1178.8 Tabla Elementos | 119 |

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El GO KART es un automóvil monoplace que se origina en los Estados Unidos, es propulsado por un motor, no posee suspensión y puede o no tener mecanismos de carrocería, cuenta con cuatro ruedas no alineadas que están en contacto con la calzada. La dirección del vehículo se controla mediante las dos ruedas delanteras, y las dos traseras están unidas a un eje de una sola pieza que transmiten la potencia de un motor, generalmente mono cilíndrico, además cuenta con el sistema de freno en el mismo eje, posteriormente se han realizado mejoras en los diseños como la implementación de un sistema de transmisión mejorado, frenos delanteros, etc., el deporte que se practica con estos vehículos es el kartismo el cual obtuvo una insuperable difusión a nivel internacional y aceptación por parte del público.

1.1. RESEÑA HISTÓRICA:

El primer Kart se lo creo con unos tubos de calefacción, ruedas de cola de avión, con un motor de corta-césped y el volante de un antiguo avión en desuso. En un inicio los Karts eran unos aparatos muy rudimentarios que escasamente alcanzaban los 50 Km/h.



¹Fig. 1 1.0. Modelo de Kart de competencia

¹Fig. 1.0. Modelo de Kart de competencia

Ingels tuvo la idea de crear un vehículo que sea lo más simple posible en su construcción, de modo que cualquier entusiasta pudiera construirlo.

o, pudiendo esta persona fabricar el vehículo con unos tubos de hierro y un

Fig. 2 2.0. Neumáticos para tierra y para pista asfaltada

eacciona-

1.2. CATEGORIAS DE COMPETICIÓN

soplete para armar el chasis sobre el cual se aplicarían los más rudimentarios sistemas de dirección, freno, transmisión, etc., y por supuesto sobre el que se acoplaría el más simple y barato de los motores existentes como los motores de 100cc de dos tiempos que se fabrican en cantidades enormes, Con esta idea se lanzó a la creación del kart que no era más que un asiento entre cuatro ruedas, provisto de un pequeño y llamativo motor trasero.

En Europa el kart tuvo gran acogida y en Francia, Italia, Inglaterra, Alemania, España, etc., surgieron pronto expertos conductores de estos vehículos con los que se podían realizar auténticas y llamativas acrobacias. Por otro lado las fábricas especialistas en la edificación de los motores de dos tiempos habilitaron sus motores para ser aplicados a los karts, un nuevo mercado que dio fama y resultados económicos atractivos. Los antiguos motores de competición BULTACO de 200 cc. se aplicaron muy rápido a la mayor de las cilindradas admitidas. Con este motor se lograba 24 CV a 9.000 rpm.

Existen varias categorías en el kartismo, entre ellas están : KF1, KF2, KF3, KZ1, KZ2 y Súper kart. Son las categorías superiores del karting internacional y son patrocinadas por todas las federaciones nacionales de automovilismo del Mundo como la FIA.

- **KF1**(Formula A)
- **KF2**(Intercontinental A)
- **KF3**Junior (ICA-J)

- **KF4** categoría "Básica"

Todas estas categorías constan utilizando motores de 125cc mono cilíndricos de dos tiempos automáticos, sin caja de cambios y refrigerados por agua o aire. Cada categoría con diversas especificaciones técnicas de silenciadores, carburadores, límite de revoluciones, entre otros.

- **KZ1** Súper-ICC
- **KZ2** (Intercontinental C)

Estas dos últimas categorías continúan usando motores de 125 cc mono cilíndricos de 2 tiempos, pero con caja de cambios, y también ya son refrigerados por agua.

CARACTERÍSTICAS

En las pruebas de karting se enfatiza el desarrollo competitivo de los participantes, así también se tienen muy cuenta las características técnicas de los karts.

El comportamiento y conducción es comparable a cualquier categoría automovilística del más alto nivel.

Los circuitos son especialmente diseñados para la competición de karting. Dichos circuitos están dentro de instalaciones cerradas, en las que desde cualquier punto se puede ver el desarrollo completo de la prueba, siguiendo la evolución de los pilotos y divisando la imagen total del recinto.

La estructura de una prueba de karting consta de los mismos elementos o actividades que las categorías superiores dentro del automovilismo deportivo, con las salvedades propias de la especialidad.

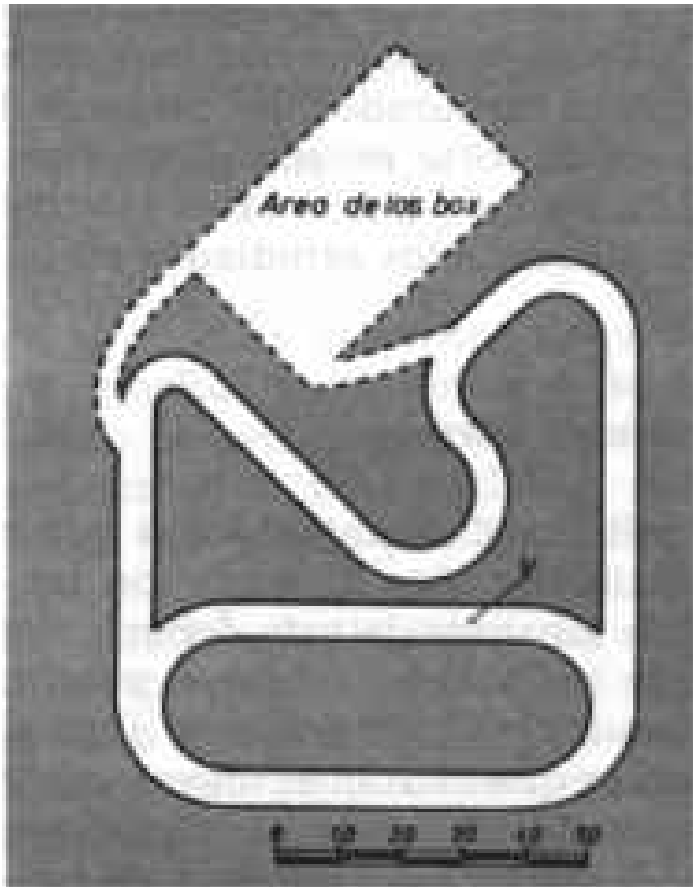


Fig. 2.0.²Pista para competición de Go Kart

² Fig 2.0. Tomada del reglamento NACAM 2009

CAPITULO 2

2.1. PARTES DE UN KART

Haciendo el análisis del vehículo a construirse encontramos que las partes principales del kart son: el chasis, el motor, los neumáticos y la columna de la dirección.

2.1.1. PARTES Chasis

Es donde se encuentran todos los elementos principales del Go kart entre los cuales están los componentes eléctricos, mecánicos, la bandeja y toda la carrocería que es la parte visible del vehículo en y en su interior se encuentra el pasajero

El chasis está formado por un conjunto de tubos cilíndricos de acero soldados de 12 a 25.4 milímetros de diámetro, estas medidas son las más usadas dado su dureza y grado de flexión para aguantar las diferentes torsiones al carecer de sistema de amortiguación, en nuestro caso el chasis tendrá modificaciones para incrementar su resistencia.

Sobre el chasis se sujeta mediante pernos el asiento, el sistema de dirección y el motor.



Fig. 3 2.1.1. Modelo de chasis

2.1.2. PARTES Motor.

Es la parte principal del kart ya que da la propulsión al , vehículo y es el encargado de transmitir la energía cinética al eje trasero el vehículo y permite que el vehículo pase de un estado estático a uno dinámico.



Fig. 4 2.1.2 Motor 125cc 2 T

El motor está formado por:

2.1.2.1. *PARTES Bloque de cilindros.*

El bloque de cilindros es una parte del motor hecha de hierro o aluminio fundido en donde se encuentran los cilindros y dentro ellos los pistones.

Los cilindros son cavidades, por donde se desplazan los pistones y su función principal es recibir la mezcla de aire-combustible para luego comprimirla y hacerla detonar mediante la chispa generada por la bujía, generando así la fuerza que se transmite finalmente a las ruedas por medio de la transmisión del vehículo en este caso la cadena.

2.1.2.2. PARTES CARTER de Aceite.

Es un reservorio de aceite que está ubicado en la parte inferior del bloque de cilindros, es una bandeja cuya función principal es la de servir como depósito del aceite, retener impurezas y proteger al motor, en el kart el cárter el el tanque de combustible.

2.1.2.3. Culata.

La culata es la tapa del cilindro, se ubica en la parte superior del bloque de cilindros, aquí se encuentran las lumbreras de admisión y escape, también se encuentran las bujías.

Gases de entrada: La mezcla de aire y gasolina (C_8H_{18})

Gases de salida: El residuo de la combustión (CO , CO_2 , O_2 , HC)

2.1.2.4 Pistón.

Es un elemento que realiza movimientos descendentes y ascendentes dentro de cada uno de los cilindros. Enlaza la fuerza que produce la combustión a la biela, quien a su vez la trasmite al cigüeñal.

2.1.2.5 Biela.

Es un brazo que comunica el movimiento ascendente y descendente del pistón al cigüeñal.

2.1.2.6. Cigüeñal.

Es el eje con codos en forma de manija, que reciben el movimiento ascendente y descendente del conjunto biela-pistón, para convertir este movimiento en uno giratorio que será transmitido a las ruedas.

M

.

Una gran variedad de otras sustancias químicas también se agregan a los neumáticos de caucho: agentes de vulcanización, aceleradores, retardadores, pigmentos, cargas, agentes de refuerzo, suavizantes, anti oxidantes, anti antiozonantes y desecantes.

G N .

Fig. 5 2.1.3.4. Neumáticos FZ

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Los neumáticos son los que tienen la función de transmitir toda la potencia del motor y la eficacia de los frenos sobre la superficie, por ello es ineludible que las condiciones, eficacia y el rendimiento de estos sean optimas ya que de ellos depende una parte muy importante a la hora de obtener mayor provecho a nuestro kart, deben poseer cualidades elásticas, maleables, de resistencia, etc. adecuadas y deben ser seleccionadas según el tipo de pista.

2.1.3.1 TIPOS DE NEUMÁTICOS

Existen diferentes tipos de neumáticos dependiendo de la superficie donde van a rodar (tierra, nieve, hielo o asfalto). Si los neumáticos son para asfalto podemos elegir diferentes tipos de compuestos variando en su dureza o dibujo habiendo especiales para seco (slicks) o para lluvia (wet tires), en el caso de nuestro Go kart está provisto de de neumáticos slicks con aro de 5 pulgadas. No son de caucho solido sino de aire, sirven para obtener el mayor agarre posible en la pista, su durabilidad es para dos carreras aunque a veces resiste únicamente una, dependiendo del manejo.

Los neumáticos pueden cambiar notablemente el comportamiento de nuestro kart dependiendo del nivel de degradación, el tipo de compuesto, la dureza, la presión de inflado o la temperatura de la pista. La presión de los neumáticos debe de ser verificada y aplicada cuando éstos están a temperatura ambiente, ya que después de usarlos, aunque sea solo unas vueltas, varía debido al calentamiento de estos. Para cada competición se especificará la marca y modelo que se puede usar, debido a las grandes diferencias que pueden proporcionar el uso de uno u otro compuesto.



Fig. 2.1.5.1. Neumáticos para tierra y para pista asfaltada

2.1.4. Columna de dirección

Se acciona por un volante de forma circular, los volantes de circunferencias abiertas o con formas anguladas no están permitidos por seguridad.

La instalación de elementos al volante no puede sobrepasar la parte superior del mismo en más de 20mm ni puede contener partes cortantes o aristas.

La columna de dirección deberá estar sujeta mediante elementos que garanticen una gran seguridad y un nivel mínimo de riesgo como las uniones mediante remaches, tuercas avellanadas¹² o autoblocantes.

Esta columna debe de estar formada por tubos de un espesor mínimo de 1.8mm. y una sección no inferior a 18mm.



Fig. 6 2.1.4. Columna de dirección

Entre otras partes del kart tenemos a:

2.1.5. Bandeja.

Está situada desde el extremo delantero del bastidor hasta el comienzo del asiento, atornillada al chasis. Sirve para proteger al conductor, y para apoyar los pies. No debe presentar agujeros ni grietas de una dimensión superior a lo especificado en el reglamento, ni huecos con el cuadro por donde se puedan escapar los pies del piloto. Tampoco debe tener prolongaciones hacia abajo ya que la búsqueda de efecto suelo no está permitida. La bandeja está construida, normalmente en aluminio de 1 ó 2 mm. de grosor, aunque también se encuentra en otros materiales, incluso plástico.

¹² Avellanadas: Ensanchar en forma de embudo (los agujero) para los tornillos, a fin de que la cabeza de estos no sobresalga de la pieza taladrada.



Fig. 7 2.1.2. Bandeja

2.2. DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR

- Cilindrada: de 125cc
- Distancia entre ejes: mín. 101cm// máx. 127cm
- Anchura de vía: como mínimo 2/3 de la dist. Entre ejes.
- Longitud total: 182 cm. como máximo.
- Anchura total: 140 cm. como máximo.
- Altura: 60 cm. máximo desde el suelo

Nuestro Go kart posee un motor 125cc marca parilla homologación 95 14Cv con una velocidad final máxima de 130 km/h a 17000 rpm, es un motor de combustión interna de dos tiempos enfriado por aire con una velocidad máxima del ciclo termodinámico (admisión, compresión, expansión y escape) en dos movimientos lineales del pistón (una vuelta del cigüeñal).

2.2.1 GENERALIDADES Características.

En el motor del kart podrán variar los gases de escape con diferentes colores que nos indicaran el funcionamiento del motor, de esta manera si el humo que sale por el escape es: Azul (aire), verde mezcla (aire/combustible), rojo (combustión), gris (gases quemados).

El motor Otto de dos tiempos tiene condiciones diferentes en su construcción, y varía con el de cuatro tiempos en los siguientes puntos:

- La cara superior e inferior del pistón ejecutan una función simultáneamente, a diferencia del motor Otto de cuatro tiempos en el que únicamente esta activa la cara superior.
- La entrada y salida de gases al motor se hacen a través de las lumbreras. Este motor no tiene válvulas que abren y cierran el paso de los gases en los motores de cuatro tiempos si lo tienen. El pistón dependiendo de la posición que ocupa en el cilindro en cada momento abre o cierra el paso de gases a través de las lumbreras.
- La lubricación, que en el motor de cuatro tiempos se efectúa mediante el cárter, en el motor de dos tiempos se consigue mezclando aceite con el combustible en una proporción que varía entre el 2 y el 5 por ciento. Que da cada ocho onzas de aceite un galón de combustible Dado que esta mezcla está en contacto con todas las partes móviles del motor se consigue la adecuada lubricación.

2.2.2 Funcionamiento

.

El funcionamiento se da a través de las siguientes fases:

a) Fase de admisión-compresión

El pistón tiene un desplazamiento hacia arriba (la culata) desde su punto muerto inferior, en su recorrido deja abierta la lumbrera de admisión. Mientras la cara superior del pistón cumple la compresión en el cilindro, la cara inferior succiona la mezcla de aire y combustible a través de la lumbrera.

b) Fase de explosión-escape

Cuando el pistón llega a su punto muerto superior se finaliza la compresión y se da la combustión de la mezcla gracias a una chispa eléctrica producida por la bujía. La expansión de los gases de combustión impulsa con fuerza el pistón que transmite su movimiento al cigüeñal a través de la biela.

En su desplazamiento descendente el pistón abre la lumbrera de escape para que puedan expulsar los gases de combustión y la lumbrera de transferencia por la que la mezcla de aire-combustible pasa del cárter al cilindro. Cuando el pistón alcanza el punto inferior empieza a ascender de nuevo, se cierra la lumbrera de transferencia y comienza un nuevo ciclo.

2.3. SISTEMAS DEL PROTOTIPO TIPO KART

2.3.1. Sistema de lubricación

La lubricación se fundamenta en aceite, mezclado con la gasolina, que es desprendido en el transcurso de quemado del combustible. Debido a las velocidades de la mezcla, el aceite se va situando en las paredes del cilindro, el pistón y demás componentes del motor. Este efecto es incrementado por las altas temperaturas de las piezas a lubricar. Un alto nivel de aceite en la mezcla implica posible carbonilla en la cámara de explosión, y la escasez el riesgo de que se gripe el motor. Los aceites suelen ser del tipo SAE 30, al que se le aumentan aditivos como inhibidores de corrosión y otros. La mezcla de aceite y gasolina es

ideal hacerla en un recipiente aparte, y una vez mezclados, agregarlos al depósito.

2.3.2. Sistema de enfriamiento.

En el Go kart el sistema de enfriamiento se da por fluido de aire es por esto que posee una toma anclada con pernos hacia el chasis, la cual apunta hacia la parte frontal del vehículo para que pueda absorber la mayor cantidad de aire posible, esto también sirve para la admisión de aire para la combustión, adicionalmente el choque del aire cuando el vehículo está en movimiento enfría al motor.

2.3.2.1. Temperatura del motor.

El motor no debe trabajar demasiado caliente, ni demasiado frío, existe cierta temperatura óptima de trabajo para la cual el rendimiento del motor es bueno y su durabilidad mayor, generalmente la temperatura es de 90 grados en los autos.

2.3.3. Sistema de alimentación.

El principio global del motor de dos tiempos es la reducción de la duración de los periodos de absorción de combustible y de expulsión de gases a una parte mínima de uno de los tiempos, en lugar de que cada operación requiera un tiempo completo. El diseño más simple de motor de dos tiempos y tiene, en lugar de válvulas, orificios. En los motores de dos tiempos la mezcla de combustible y aire entra en el cilindro a través del orificio de aspiración cuando el pistón está en la posición más alejada del cabezal del cilindro. La primera fase es la compresión, en la que se prende la carga de mezcla cuando el pistón llega al final de la fase. A continuación, el pistón se desplaza hacia atrás en la fase de explosión, abriendo el orificio de expulsión y permitiendo que los gases salgan de la cámara.

2.3.3.1. Combustible

.

La mayoría de los motores de dos tiempos emplean una mezcla de gasolina sin plomo y aceite a una proporción de 1:40 a 1:50, siéndola gasolina el agente de mayor presencia y tomar en consideración siempre utilizar un buen aceite y de calidad.

Para conocer cómo hacer el proceso de mezcla correctamente, debemos de realizar una operación matemática; Multiplicamos los litros de gasolina por el porcentaje de aceite y se multiplica por 10, con esta fórmula sabremos la cantidad en centímetros cúbicos de aceite, que requerimos para mezclar con una cantidad concreta de gasolina.

La mejor fórmula para llevar a cabo adecuadamente dicha operación, es realizarla con las herramientas adecuadas, como una probeta calibrada y en perfecto estado, donde insertaremos el aceite controlando adecuadamente la cantidad del mismo que vamos a mezclar, así como un tanque con la cantidad de gasolina requerida. Una vez insertado el aceite dentro del recipiente, éste se agitará enérgicamente hasta conseguir la mezcla homogénea.

Nuestro Go Kart tiene el sistema de lubricación junto con el sistema de alimentación de combustible para lo cual utiliza ocho onzas de aceite mezclados con cada galón de combustible.

2.3.3.2 Partes del sistema de alimentación

:

Tanque de Gasolina: Es fabricado en lámina, es el depósito de la gasolina.

Conductos: Son fabricados en caucho o metálicos, cumple la función de transportar o llevar adecuadamente el combustible de un lugar a otro.

Carburador: Pulveriza la gasolina al mezclarla con el aire para su utilización o aprovechamiento por parte del motor.

Filtro de Aire: Es un elemento de un material poroso, ubicado a la entrada del aire para retirar las impurezas que puedan rayar y perjudicar las paredes del cilindro.

2.3.3.3 Funcionamiento:

La alimentación a los cilindros del motor se hace mezclando la gasolina líquida depositada en el tanque, con el aire de la atmósfera. Mezcla que se realiza en el carburador si el vehículo posee este sistema.

2.3.4. Sistema de encendido.

El sistema de encendido del go kart se lo realiza de manera manual girando el cigüeñal del motor, la chispa es generada a través de una bobina la cual crea o genera alto voltaje de un voltaje menor y así el encendido se da de forma cíclica.

2.3.4.1. Partes:

a) Bobina:

Es un elemento que transforma la corriente de baja tensión de la batería en corriente de alta tensión requerida por las bujías, para poder crear una chispa capaz de quemar la mezcla aire-gasolina comprimida dentro del cilindro del motor. Se ubican libremente en la parte externa del motor por lo cual su remoción es muy sencilla.



¹³ Fig. 8 (a) Bobina

b) Bujía:

¹³ Fig. a y b tomadas de www.eletriauto.com

La bujía permite la chispa entre sus dos electrodos para quemar la mezcla dentro de cada cilindro del motor.

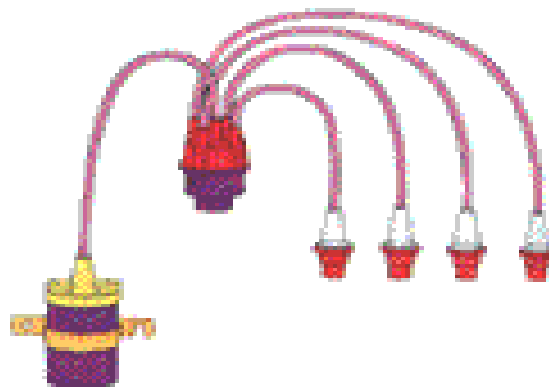
Están atornilladas en la culata y su parte inferior penetra en la parte superior del cilindro.



Fig. 9 (b) Bujía de uso regular

c) Cable de bujía: Transmite la electricidad desde la bobina o solenoide hasta la bujía, esta compuesto de hule resistentes al calor, al frío, a la gasolina aceite o agua.

Tienen un aislamiento grueso para impedir que la corriente salte antes de llegar a las bujías.



¹⁴Fig. 10 (c) Cables de bujía

2.3.5. Sistema de transmisión.

¹⁴ Fig. tomada de [ees.wikipedia/electricidad.com](https://es.wikipedia.org/wiki/Eléctrico)

Posee un sistema de transmisión de cadena y catalina la cual tiene ochenta y dos dientes, del numero de dientes de la catalina dependerá el torque y la velocidad final del vehículo, la cadena está montada sobre un disco en el eje trasero y conectada con el terminal del cigüeñal del motor lo que permite transmitir la potencia del motor hacia las ruedas posteriores. Pueden conseguir hasta 17000 rpm, la velocidad final se calcula haciendo una relación del diámetro total del neumático, numero de revoluciones y el numero de dientes de la catalina

2.3.6. SISTEMA DE DIRECCIÓN.

2.3.6.1. Funcionamiento.

Este dispositivo permite llevar la trayectoria del vehículo a voluntad del conductor, bien sea en línea recta o a derecha o a izquierda mediante el manejo del volante.

El sistema más usado en la actualidad por autos livianos es el sistema de cremallera, donde el volante hace girar la columna de dirección el cual trasmite el movimiento a la cremallera y posteriormente a las ruedas delanteras.

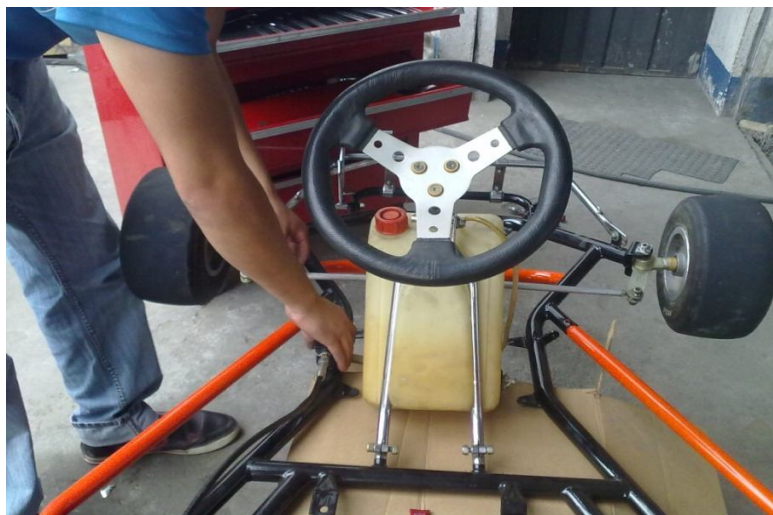


Fig. 11 2.3.6. Dirección Volante, Columna de la dirección, Crucetas, Bielas, Rótulas.

2.3.6.2. Partes.

a) COLUMNA DE DIRECCIÓN.

Comprende el volante, la barra de dirección y las varillas que van a las manguetas delanteras.

El volante se suele montar de forma que el radio perpendicular se ponga en el lado contrario al piloto. Así no existe riesgo de daño con el volante en caso de un golpe. También el tornillo que lo sujeta a la barra se debe colocar de arriba a abajo, para que en el caso de desprendimiento de la tuerca no se caiga el tornillo.

Las varillas de dirección conceden una graduación de longitud gracias a sus extremos roscados y las tuercas que lo limitan. Variando su longitud se puede modificar la convergencia o divergencia de las ruedas delanteras.

La convergencia de cada rueda delantera se define como el ángulo que forma el plano de la rueda con el eje longitudinal del kart.

Cuando crean un ángulo agudo- las ruedas se cierran hacia adelante- existe una convergencia. Si las ruedas se abren hay divergencia. En circuitos con rectas largas las ruedas deben estar perfectamente paralelas ya que cualquier ángulo introduce un valor de resistencia al avance, pero en circuitos muy curvados se puede reducir la tendencia al sub viraje poniendo una ligera divergencia.

La convergencia se la realiza o se calcula midiendo las distancias entre ruedas tanto por su parte anterior como posterior. Es posible adquirir unas pequeñas barras que se acoplan a las manguetas en lugar de las ruedas y que permiten realizar una medida precisa. Si no se tienen, se puede, con ayuda, colocar cualquier elemento plano contra las ruedas y, manteniendo la barra de dirección recta, se miden con una cinta las distancias entre los dos elementos tanto por delante como por detrás de la rueda. Una persona experto lo suele realizar directamente sobre las ruedas pero la precisión es menor. La diferencia entre las dos medidas indica la convergencia. Si la

medida posterior es mayor que la anterior hay convergencia y, en caso contrario, divergencia. La diferencia se debe mantener en un pequeño margen menor de 1 cm.

El ajuste se lo hace enroscando más o menos las varillas de dirección para después sujetarlas con las tuercas. Hay que equilibrar el reglaje para que ambas varillas resulten de la misma longitud.

b) MANGUETAS.

Las manguetas de las ruedas se acoplan a los soportes del bastidor y a las varillas de dirección y en ellas se acoplan las ruedas delanteras. En el proceso de colocar la rueda delantera lo usual es ajustar la tuerca a tope, para después ir aflojando hasta que la rueda gire con facilidad sin resultar frenada, pero no tanto como para que tenga holgura en su colocación.

Se debe evitar la holgura ya que desplaza la rueda y le confiere un alabeo indeseable a la dirección. También en las manguetas se colocan un conjunto de separadores, en aros, que sirven para ajustar la anchura de la vía delantera, un punto importante en el reglaje del kart. Variando el número de separadores en la parte interior se modifica la separación entre ruedas y se modifica el agarre. Hay que concentrarse la atención a la igualdad de separación en las dos ruedas, el mismo número de aros en las dos manguetas. También es necesario agregar separadores en la zona exterior de la mangueta para cubrir la perforación entre la rueda y la tuerca y que el neumático no tenga juegos.

2.3.7. Sistema frenos.

El Sistema de los frenos en el Go Kart es uno de los más importantes, en el cual una parte móvil el disco adherido con la rueda que gira, es sometido al rozamiento de unas superficies de alto coeficiente de fricción las pastillas que ejercen sobre ellos una fuerza suficiente como para transformar toda o parte de la energía

cinética del vehículo en movimiento, en calor, hasta reducir su velocidad, según sea el caso.



¹⁵ Fig. 12 2.3.7. Disco de freno

2.3.7.1 Mordazas.

La mordaza es la base o soporte donde se asientan las pastillas y los pistones de freno. Los pistones están hechos de acero fundido. Hay dos tipos de mordazas: flotantes o fijas. Las fijas no se mueven, en relación al disco de freno y utilizan uno o más pares de pistones. De este modo, al accionarse, presionan las pastillas a ambos lados del disco. Las mordazas flotantes se mueven en relación al disco; un pistón a uno de los lados empuja la pastilla hasta que haga contacto con la superficie del disco, haciendo que la mordaza y con ella la pastilla de freno interior se desplace. De este modo la presión es aplicada a ambos lados del disco y se logra la acción de frenado.

2.3.7.2 Pistones y cilindros.

Los pistones cuentan con una fijación que va alrededor y sellos que impiden el escape de la presión ejercida por el líquido de frenos, a través del cual son accionados. La mordaza lleva un conducto por el cual entra el líquido de frenos y eso hace que la mordaza empuje la pastilla contra el disco y, a la vez, que se corra la mordaza para frenar con ambas y se logre uniformizar el frenado y el desgaste.

¹⁵ Fig. 2.3.7. tomada de [es.wikipedia.org/wiki/archivo: bremsanblage.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/archivo:bremasanblage.jpg)

2.3.7.3 Pastillas De Freno.

El diseño de las pastillas es para producir una alta fricción con el disco. Deben ser cambiadas regularmente según el uso y condiciones, y muchas están equipadas con un sensor que alerta al conductor cuando es necesario hacerlo.

2.3.8 Sistema Escape.

Este sistema en los motores de combustión interna es la de ayudar a los gases producidos en la combustión a escapar del motor hacia el exterior mejorar la combustión y reducir en algunos casos las emisiones de gases nocivos.

El principio en que opera se basa en las leyes de conducción de gases por cañerías y por el estudio de las ondas generadas por el flujo alternativo. Los gases producto de la combustión, son expulsados por el pistón en su carrera ascendente y salen a través de la válvula de escape al múltiple o conducto colector. En el caso de nuestro Go Kart de motor dos tiempos cumple la función de expulsar los gases por medio de la lumbrera de escape.

El sistema de escape del Go Kart no posee silenciador ni catalizador ya que además de incrementar el peso en el auto dificultaría la salida de gases del motor y reduciría la potencia.

CAPITULO 3

DISEÑO DEL PROTOTIPO

3.1 INTRODUCCIÓN

Inicia el diseño con el pensamiento de un nuevo producto ajustándolo a las necesidades requeridas e incorporando nuevas materiales y tecnologías.

PROCESO A SEGUIR:

- 1) Se debe diseñar un proyecto previo el cual contiene un bosquejo realizado a computador o a mano, este primer esquema tiene máxima simplicidad de la construcción de las piezas y del acoplamiento con otras piezas
- 2) Se determinara las cargas sobre el cuerpo en este caso el chasis.
- 3) Se elige el material en base a dos tipos de características: físico-mecánicos y ¹⁶maquinabilidad y el factor económico.
- 4) Se establece por cálculo las dimensiones de los componentes.

¹⁶ Maquinabilidad: propiedad de los materiales que permite comparar la facilidad con que pueden ser mecanizados

El diseño está dividido en tres aspectos principales: el diseño exterior, el diseño interior, el color y los complementos.

3.1.1. Diseño Exterior

El diseño del exterior se basa en crear las formas, las proporciones y las superficies del vehículo, para esto se ejecutan varios bosquejos digitales y manuales. Se hacen las aprobaciones de los dibujos de manera secuencial más detalladamente. Los informes finales de estos modelos se analizan y utilizan posteriormente para crear una maqueta en arcilla del mismo tamaño del diseño final.

3.1.2. Diseño interno

En el diseño interior hay que considerar todos los detalles, la forma de estos, las proporciones, y las superficies se debe tener siempre presente la ¹⁷ergonomía y la comodidad de los ocupantes del vehículo.

3.1.3. Diseño del color y detalles

Consta los diferentes tipos y diseños de pinturas, plásticos, tela, forrado con cuero, alfombra y así sucesivamente. El color, el contraste, la textura se combina cuidadosamente para dar al vehículo un ambiente y una personalidad interior única y agradable.

3.1.4. Diseño gráfico

Se crean diferentes gráficas para dar autenticidad al auto como, etiquetas, divisas, llamas, rayas de competencia, etc.

3.1.5. Proceso de desarrollo.

Incluye los siguientes pasos:

¹⁷ Ergonomía: es buscar la optimización integral de sistemas, elementos o personas, tener presente lo que le gusta al usuario.

- Esbozo o dibujo del concepto.
- Modelado asistido por computadora.
- Ingeniería de los trenes de tracción.
- Creación de modelos a escala.
- Desarrollo del prototipo.
- Proceso de manufacturación.
- Cálculos realizados

3.2. HIPÓTESIS DEL DISEÑO:

- - Diseño conceptual: ¿funcionará?
¿Cómo se verá?
¿Qué más debo considerar?
 - Diseño preliminar: Congelar la configuración.
Diseñar con mayor detalle.
Desarrollo de pruebas y bases analíticas.
 - Diseño detallado: Diseño de piezas a construir.
Pruebas para los detalles.
Planeamiento proceso de fabricación.
 - Fabricación.

3.2.2. Diseño conceptual.

El diseño comienza con el esquema o dibujo conceptual, brinda una indicación de cómo se verá el diseño. Un buen esquema incluye una geometría aproximada del

vehículo así como de la posición de los componentes principales tales como sistemas de manejo, motor y espacio para el conductor.

El diseño conceptual es un proceso muy fluido donde se plasma ideas nuevas y problemas según se investiga sobre el diseño al ir incrementando el detalle. En cada ocasión el diseño más reciente es analizado y dimensionado, redibujándolo para reflejar nuevos cambios en configuración y dimensiones.

3.2.3. Diseño preliminar

Aquí es donde se producen los mayores cambios, después de esto pueden ocurrir revisiones que serán menores. En esta etapa se analiza cada parte del vehículo y comienzan las pruebas analíticas estructurales estáticas como dinámicas para determinar el grado de seguridad del diseño identificando secciones peligrosas y realizando cambios y consideraciones correspondientes. Durante este diseño se prepara lo necesario para la etapa de diseño detallado o el desarrollo a escala completa

3.2.4 Diseño detallado.

Se diseñan cada pieza y partes a ser construidas en esta fase, se diseñan también un plan de construcción.

Durante el diseño detallado se intensifica el esfuerzo puesto en las pruebas, se analizan los resultados analíticos con las pruebas experimentales de la estructura. El diseño detallado termina cuando se fabrica el prototipo.



¹⁸Fig. 13 2.3.7. Disco de freno

3.3. METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DEL GO KART

En el diseño de los elementos del kart desarrollado en este trabajo se ha utilizado el software Solidworks® Simulation Premium 2009, el cual, permite realizar modelado tridimensional de elementos mecánicos y a partir de éste permite realizar análisis de distintas índoles, entre las que resaltan en este estudio: análisis estático, análisis dinámico, análisis de frecuencia, análisis aerodinámico.

FEA y CFD en Solidworks® Simulation

En el presente trabajo se ha utilizado esta herramienta para el análisis mecánico de los diferentes componentes. El análisis que tiene la capacidad de realizar este software lo hace a través de dos métodos, comercialmente extendidos por su facilidad de adaptarse en el uso de computadores personales, estos son el FEA (Finite Element Analysis) y el CFD (Computational Fluid Dynamics).

A pesar de ser temas que salen del alcance de este estudio se menciona una breve descripción de ellos.

. FEA

El análisis por método de elementos finitos básicamente permite utilizar teorías fundamentales y sencillas de la mecánica de materiales en pequeños elementos

¹⁸ Fig.3.4. es.wikipedia.org/wiki/Karting

finitos en los cuales se le divide al modelo 3D generado. La división en estos pequeños elementos se denomina mallado y consiste en determinar la posición de nudos y elementos en el espacio geométrico que ocupa el modelo 3D del componente a analizar.

Entonces por cada nodo se plantea un modelo matemático en forma de matriz que incorpora las propiedades del material, las cargas externas y las condiciones de borde o condiciones iniciales del estudio. Matrices enormes con los datos de todos los nodos del componente luego son resueltos hasta determinar las incógnitas.

CDF

Dinámica de fluidos computacionales, de similar manera utiliza el modelo 3D del componente para generar un mallado con nodos y de igual manera se divide al volumen de trabajo previamente seleccionado para utilizar principios fundamentales de la mecánica de los fluidos para realizar iteraciones y conocer los resultados deseados.

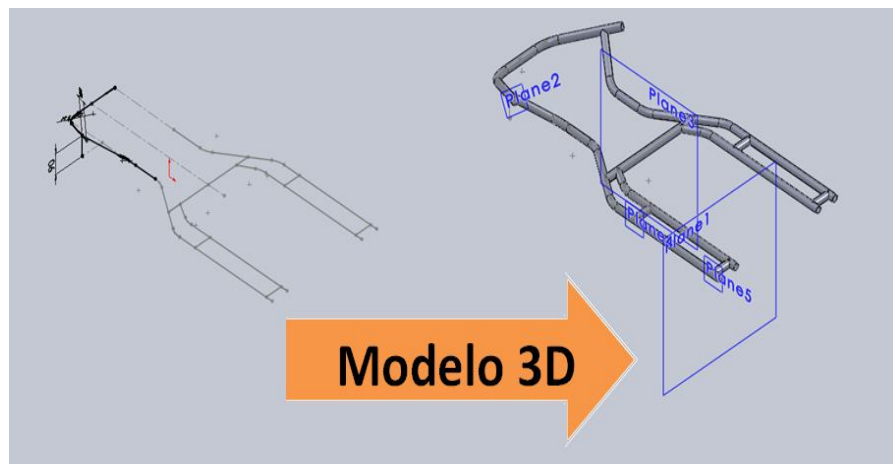
3.3.1. METODOLOGÍA GENERAL PARA EL ANÁLISIS POR FEA Y CFD

Se lo puede ver como la secuencia de los tres pasos fundamentales descritos a continuación:

- **Pre procesamiento**

Momento en el cual se genera el modelo 3D y se colocan las condiciones de borde y las propiedades pertinentes de los materiales, además de la definición del tipo y calidad de mallado requerido. En el caso del CFD se definen los volúmenes de control, las

condiciones de borde, propiedades de los fluidos a estudiar y las propiedades que se quieren evaluar.



¹⁹ Fig. 14 3.43.1. Se genera el modelo matemático y se introducen los datos del material, las cargas o condiciones iniciales pertinentes.

- Procesamiento.

Momento en el cual el computador analiza la geometría, genera el mallado correspondiente, a partir de este, genera las matrices para los nudos y las grandes matrices que contienen los datos de todos los nudos, en si, el modelo matemático, posteriormente la computadora realiza los cálculos pertinentes y entrega los resultados.

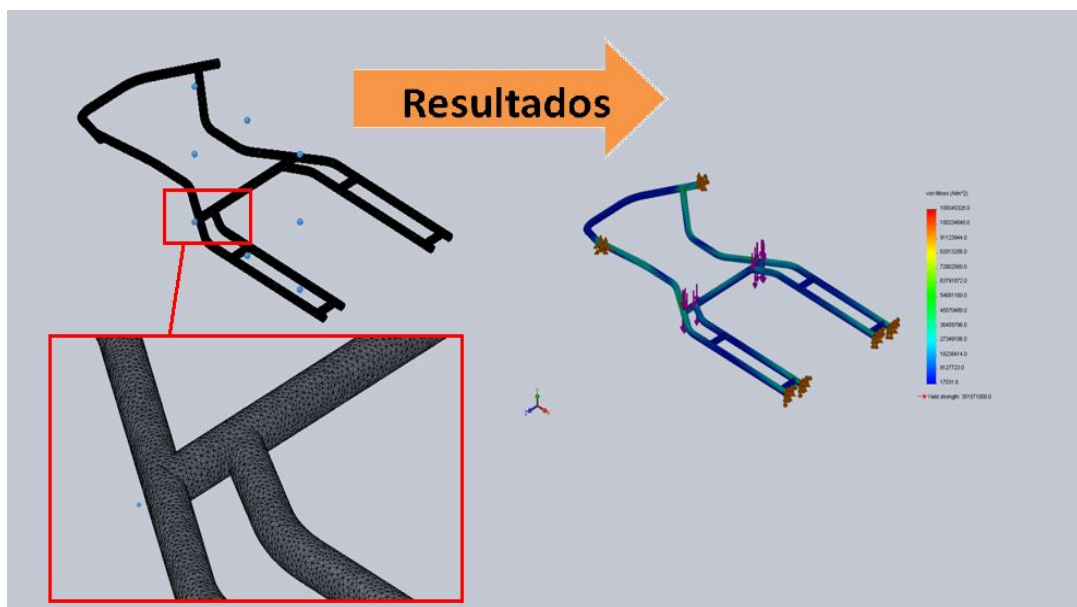


Fig. 15 3.4.23.1. La geometría es analizada, se genera el mallado y la computadora además realiza los cálculos pertinentes para realizar los gráficos de resultados.

¹⁹ Fig. 3.3.1. tomada del proceso de diseño en SOLIDWORKS 2009 3D

- **Pos procesamiento**

Es la parte más importante del proceso de análisis en el cual el usuario puede hacer uso de las herramientas de presentación de resultados para evaluarlos, analizarlos y determinar su significado y presentar una propuesta para validarlos o tomarlos como definitivos, dependiendo del alcance del estudio.

-

Diseño basado en simulación (FFA v CFD)

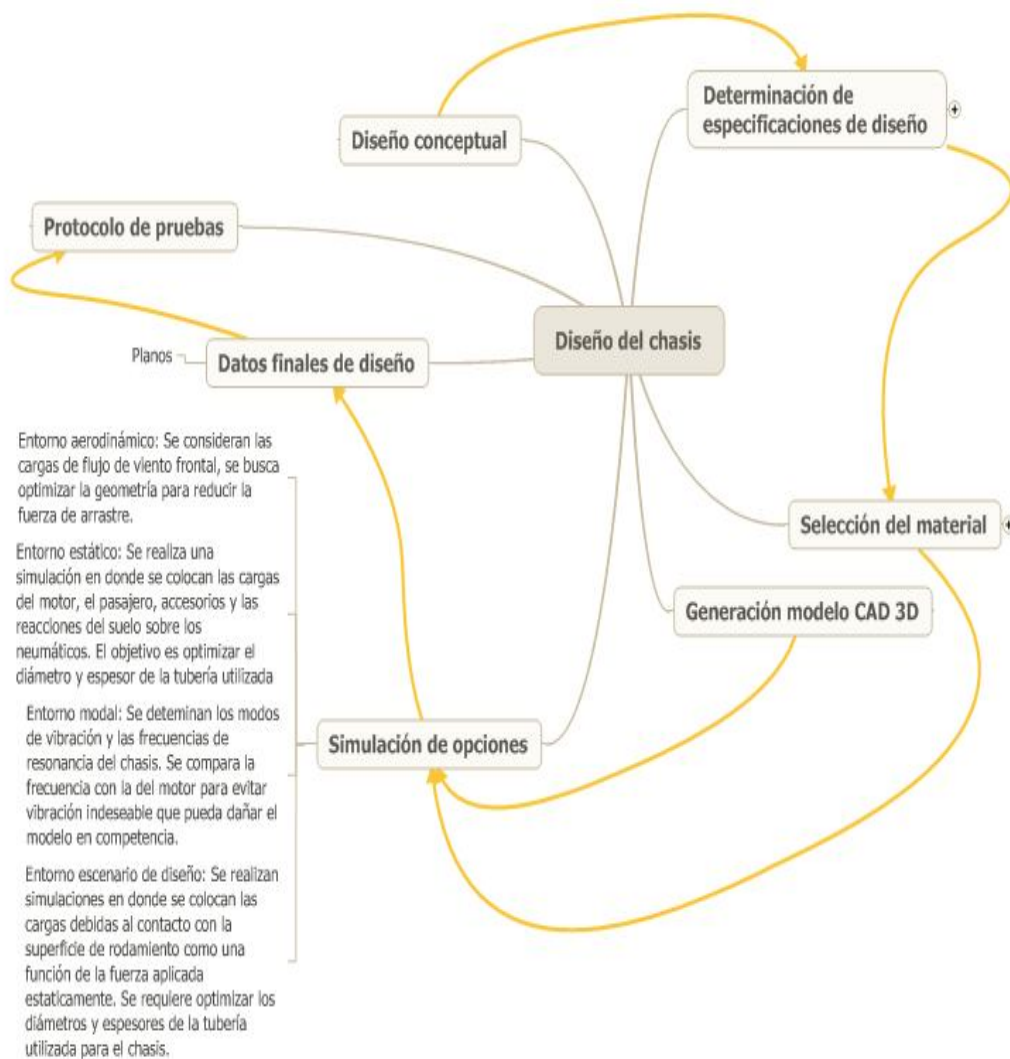


Fig. 163.53.2. Resumen del plan de simulaciones para el diseño del auto tipo Kart.

[Estudio estático y modal](#)

2.1.

Fig. 17 3.7. Ubicación de cargas y puntos fijos del modelo 3D del chasis de un kart

2.2.

Fig. 18 3.8. Proceso para la realización de un análisis estático/modal en un entorno de FEA

2.2.1.

Fig. 19 1. Chasis diseñado evidenciando las porciones con mayores esfuerzos equivalentes de Von Mises

2.2.2.

Fig. 20 2. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 1

Fig. 21 3. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 2

Fig. 22 4. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 3

Fig. 23 5. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 4
Fig. 246. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 5

2.3.

[vuelve](#) Fig. 25 7. Distribución del factor de seguridad en el modelo de chasis de kart modificado

Fig. 26 8. Modelo de kart modificado, modo de vibración #1. Fig. 27 9. Modelo de kart modificado, modo de vibración #2. Fig. 28 10. Modelo de kart modificado, modo de vibración #3. Fig. 29 11. Modelo de kart modificado, modo de vibración #4. Fig. 30 12. Modelo de kart modificado, modo de vibración #5

2.4.

3.3.2.

Objetivo:

Determinar los diámetros y espesores de la tubería estructural a utilizar para la fabricación del chasis del kart.

Determinar cinco modos de vibración del chasis y sus frecuencias.

En este estudio se toma el modelo 3D del kart y se le colocan cargas y propiedades del material seleccionado para la aplicación, posteriormente se corren el análisis estático y modal que finalmente arrojan resultados de los esfuerzos a los que se someterá el vehículo al estar parado sosteniendo los pesos del conductor, motor, accesorios aerodinámicos y peso propio del chasis, además, cinco modos de vibración con sus respectivas frecuencias de resonancia.

Al conocer las frecuencias de resonancia se puede advertir el tipo de vibraciones que se tendrán cuando el motor gire a ciertas revoluciones por minuto y pretender reforzar las partes que tienen desplazamiento excesivo debido a las vibraciones.

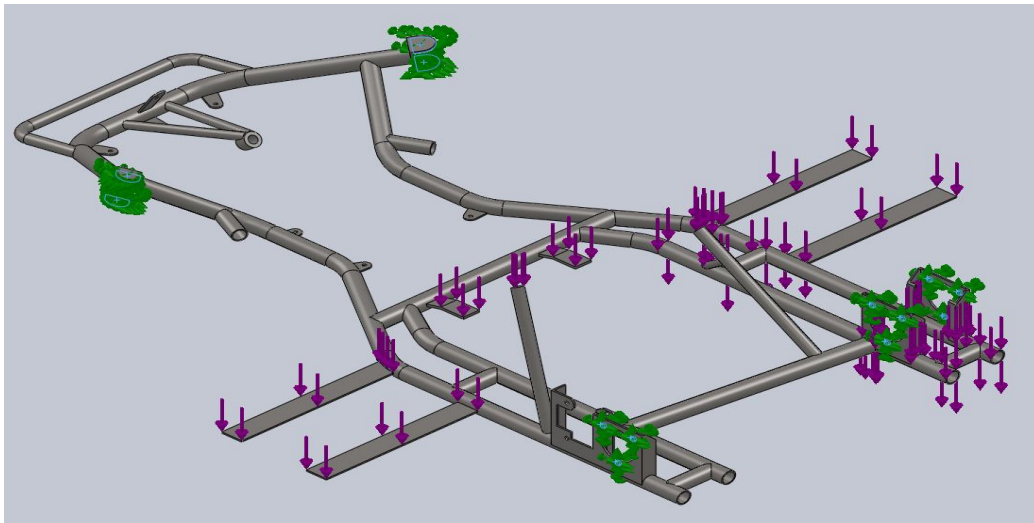
El estudio estático indica, por su parte, si el material seleccionado y la configuración crean esfuerzos que puedan comprometer al vehículo y su integridad cuando está estacionado.

3.3.3. Escenario a analizar – Análisis estático y modal

Se va a analizar el chasis de un kart cuando se encuentra estacionado y cargado completamente con los pesos principales que son:

- Conductor
- Motor
- Accesorios aerodinámicos

En el entorno de Solidworks Simulation 2009, se ha configurado para que visualmente se indiquen las cargas y los puntos fijos, es así que se indican las cargas con su ubicación, dirección y color morado y los puntos fijos o de desplazamiento nulo con múltiples flechas de color verde, esto se puede observar en la ilustración siguiente:



³⁵Fig.3.3.4. Ubicación de cargas y puntos fijos del modelo 3D del chasis de un kart.

Se enlistan en la siguiente tabla las masas respectivas para cada elemento a incluir:

Tabla 1. Datos requeridos para el análisis estático del chasis del kart

| Análisis | Datos requeridos | Valor |
|-----------|-------------------------|-------|
| Estático/ | Velocidad máxima (km/h) | 130 |

³⁵ Fig. 3.3.4. tomada de SOLID WORK 2009 diseño 3D

| | | |
|------------|--|---------|
| Movimiento | Velocidad promedio de competencia (km/h) | 85 |
| | Peso del conductor (kg) | 70 |
| | Peso del motor (kg) | 10 |
| | Características del terreno o pista de competencia | Asfalto |
| | Peso accesorios aerodinámicos laterales, cada uno (kg) | 2 |

El material a ser utilizado es el acero ASTM A36 (AISI 1020) determinado para el uso en la construcción del chasis en la sección de selección de materiales. Las propiedades del material se obtienen de la base de datos de materiales del software Solidworks ® 2009.

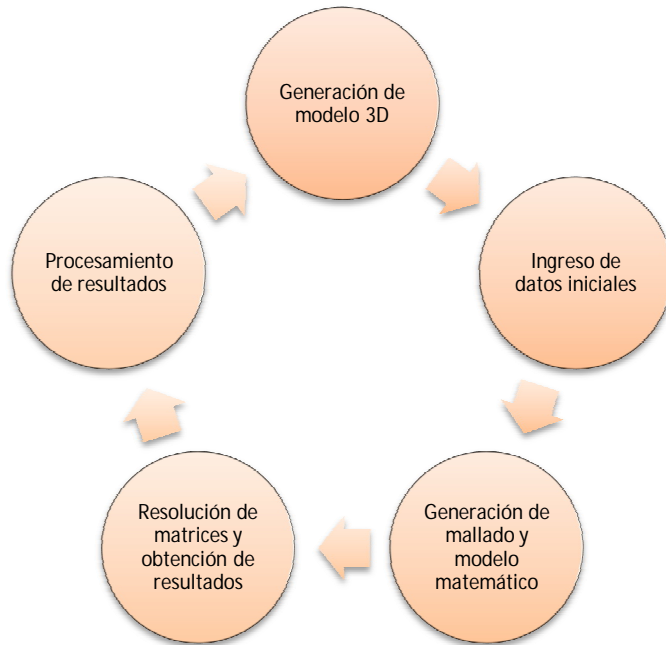
El tipo de mallado seleccionado para el análisis es el adaptable a geometría, que utiliza elementos de segundo orden (tipo parabólicos) que se distribuyen a través del modelo 3D del elemento.

La optimización se obtendrá de una serie de pruebas en función de la obtención de un factor de seguridad 1.5 basado en la comparación de los esfuerzos máximos de Von Mises encontrados con respecto a la resistencia a la fluencia del material, en este caso acero A36. La recomendación de utilizar el factor de seguridad 1.5 nace de la consideración de que se deben afinar los cálculos para obtener el diseño más liviano posible de un vehículo, sin embargo por consideraciones de estabilidad del vehículo se recomienda obtener un peso tal que permita mantener el centro de gravedad del kart, incluyendo el piloto, lo más cerca del suelo. Estos criterios son contradictorios sin embargo sirven de guía para llegar a un punto medio de equilibrio entre peso y estabilidad.

Los reportes de los análisis o simulaciones llevadas a cabo se encuentran en la sección de anexos bajo el nombre de "Análisis estático".

3.3.5. Proceso de análisis

El siguiente gráfico resume el procedimiento para la realización del análisis estático/modal correspondiente:



³⁶Fig.3.3.5. Proceso para la realización de un análisis estático/modal en un entorno de FEA.

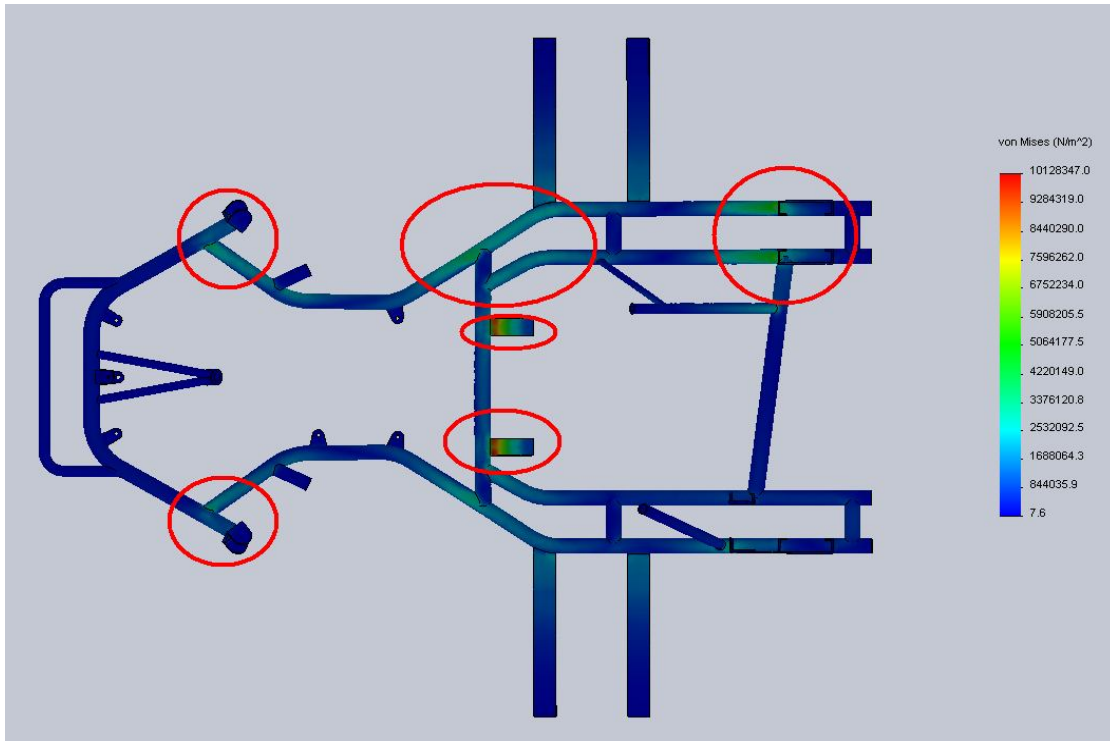
3.3.6. Resultados

- Estático

Se realizaron 6 simulaciones que tomaron alrededor de 5 horas, principalmente debido a la gran cantidad de elementos y grados de libertad que el mallado del elemento generó y a las capacidades del computador a utilizar.

El esfuerzo máximo varió desde 180 MPa en el primer modelo hasta 101 MPa en el modelo definitivo. Las zonas con mayor esfuerzo se ubican en donde las cargas tienen contacto con el chasis, esencialmente en la parte trasera en donde se concentra el peso del motor y el piloto, como se observa a continuación:

³⁶ Fig. 3.3.5. Kurowski, P.; Engineering Analysis with Solidworks Simulation 2009; s/ed.; SDC Publications; USA; 2009



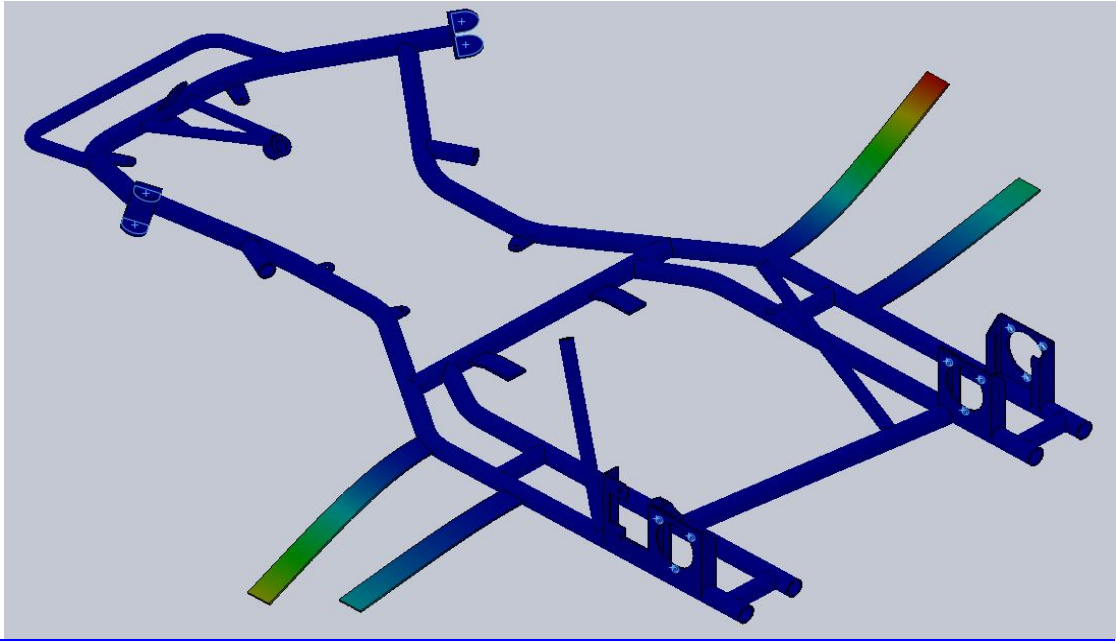
³⁷Fig.3.3.6. Chasis diseñado evidenciando las porciones con mayores esfuerzos equivalentes de Von Mises.

Además observamos concentración de esfuerzos en los terminales delanteros del chasis, en donde se acopla el mecanismo de la dirección, esta sección es de gran importancia y se analiza con mayor detalle en la sección de escenarios de estudio de este documento.

3.3.7. Modal

Observar los movimientos que presenta el chasis con los modos de vibración identificados por el software de simulación:

³⁷ Fig. 3.3.6. tomada de SOLID WORKS



³⁸Fig. 3.3.7.1. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 1

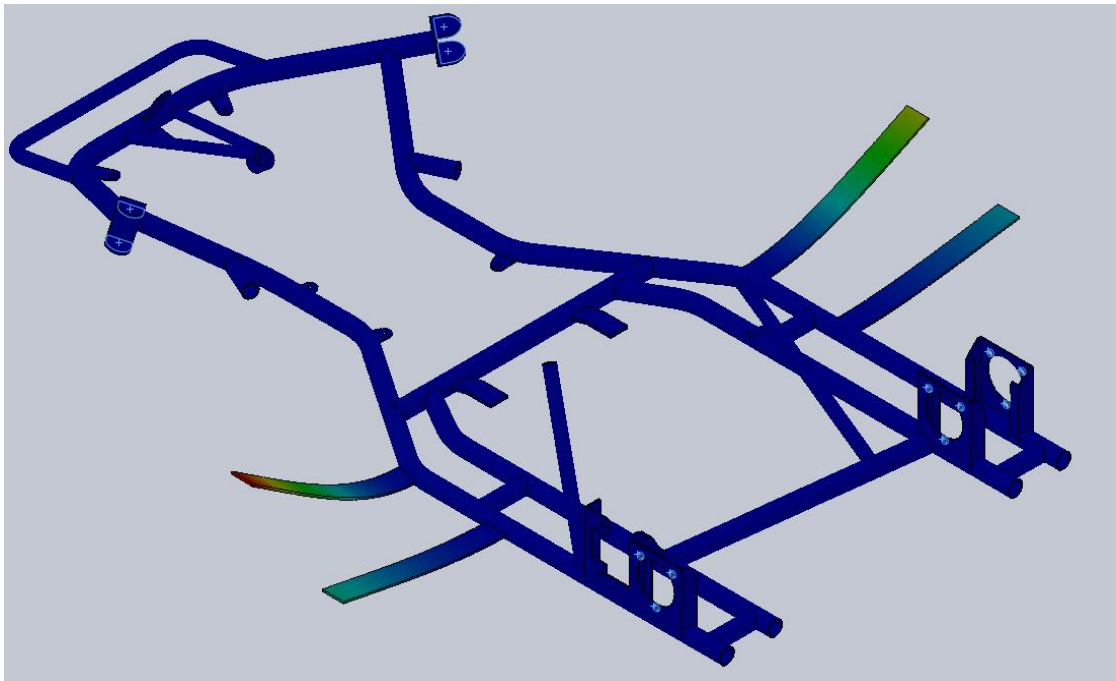
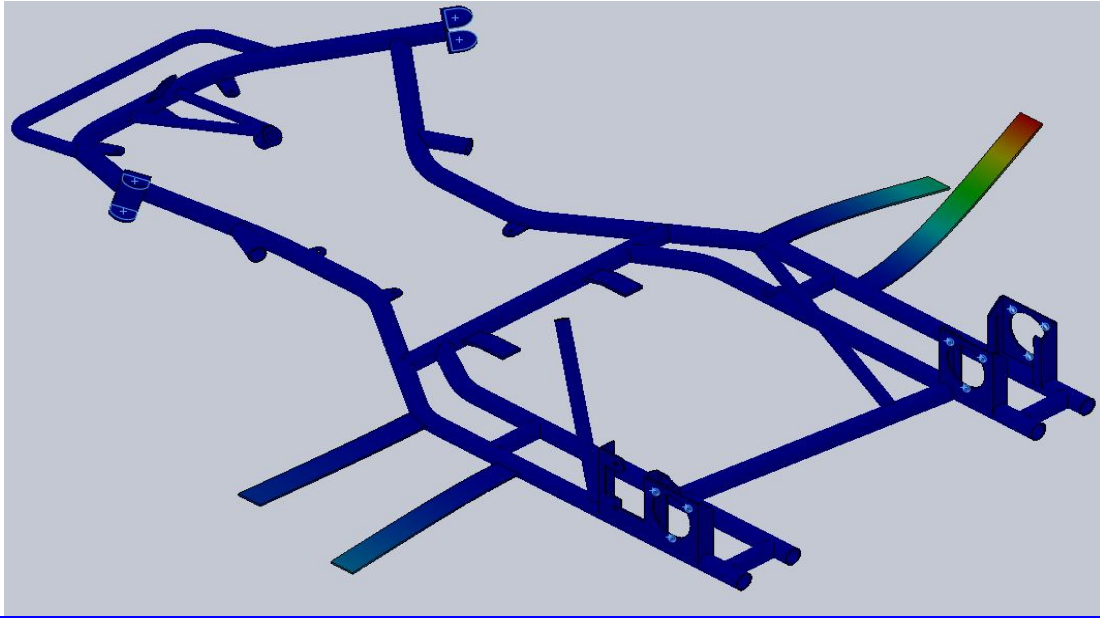


Fig. 3.3.7.2. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 2

³⁸ Fig. 3.3.7.1 y 3.3.7.2 tomadas de SOLID WORKS



³⁹Fig.3.3.7.3. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 3

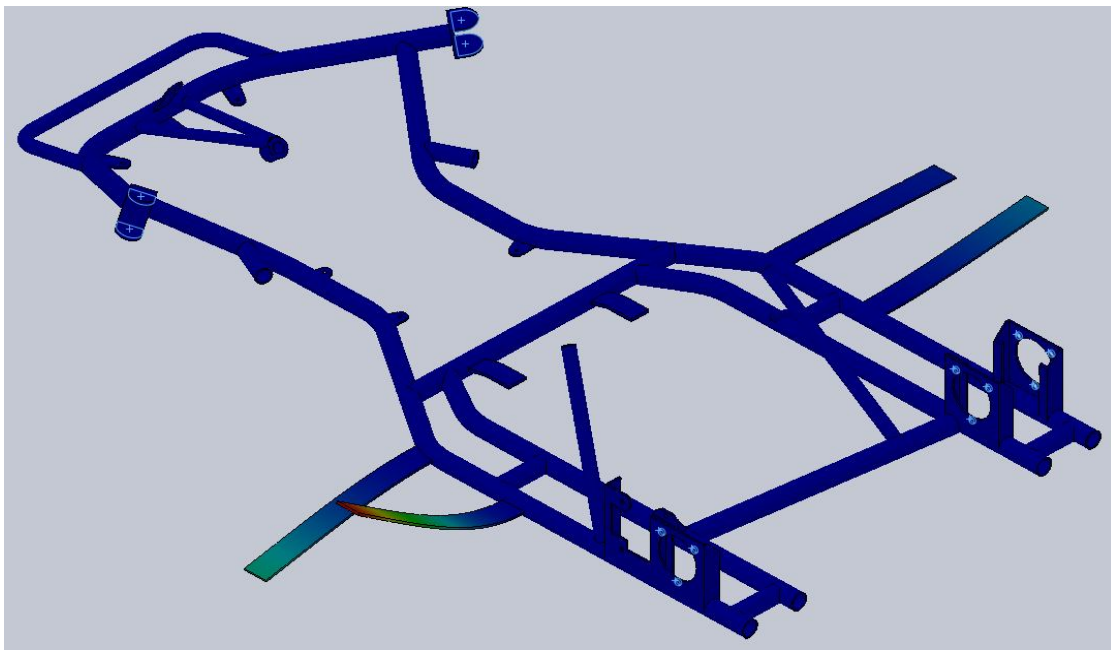
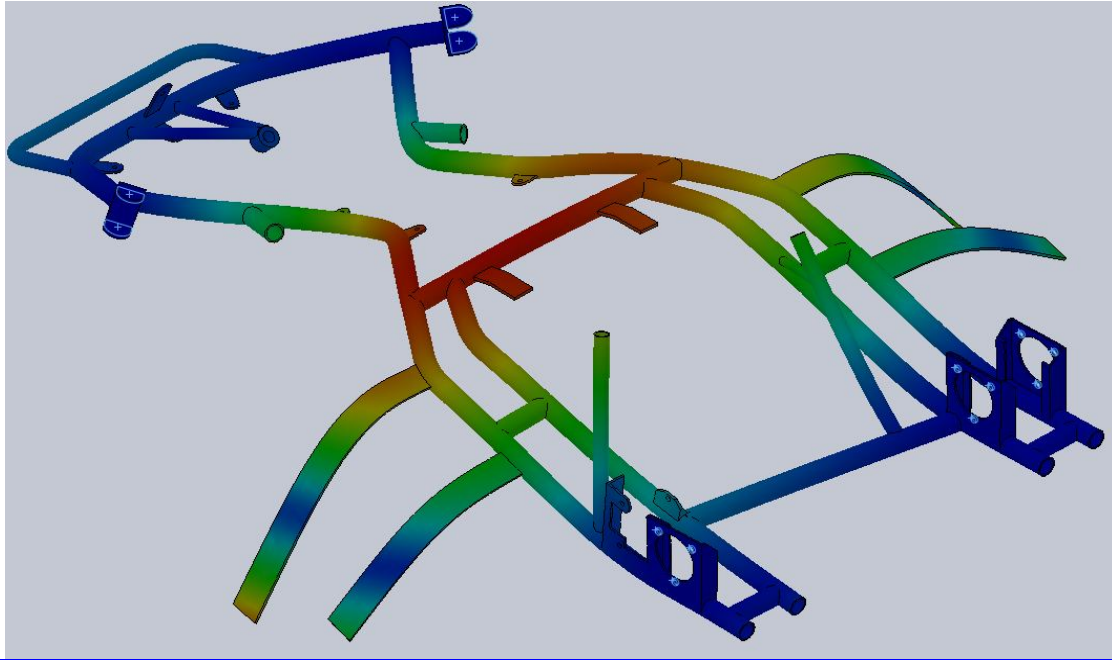


Fig.3.3.7.4. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 4

³⁹ Fig. 3.3.7.3. y 3.3.7.4. tomadas de SOLID WORKS



⁴⁰Fig. 3.3.7.5. Desplazamientos presentados en el modo de vibración No. 5

Los modos de vibración identificados permiten observar que pueden existir resonancias en el chasis cuando el motor se coloca en varias velocidades, lo que se resume en la tabla siguiente:

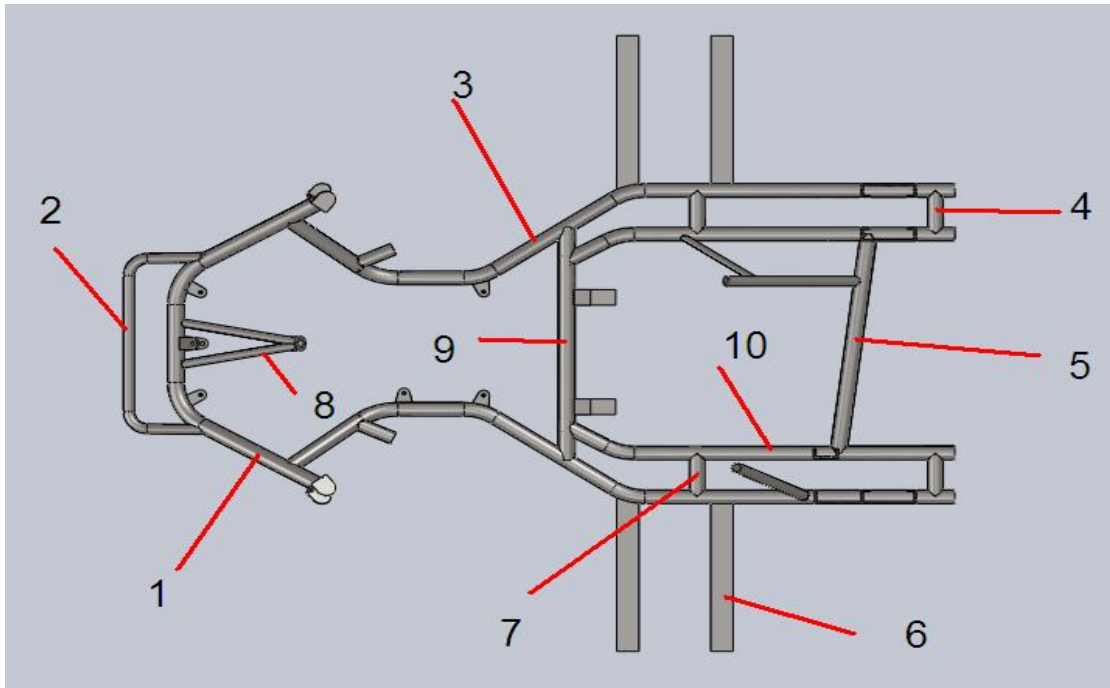
Tabla 2. Resumen de modos de vibración y frecuencias de resonancia, reflejadas en rpm del motor

| Modo de vibración | Frecuencia (Rad/sec) | Frecuencia (Hz) | Período (s) | rpm motor |
|-------------------|----------------------|-----------------|-------------|------------|
| 1 | 167.88 | 26.719 | 0.037426 | 27.98 |
| 2 | 168.71 | 26.851 | 0.037242 | 28.1183333 |
| 3 | 173.57 | 27.625 | 0.036199 | 28.9283333 |
| 4 | 173.65 | 27.637 | 0.036184 | 28.9416667 |
| 5 | 559.77 | 89.091 | 0.011225 | 93.295 |

3.3.8. Dimensiones de elementos

Finalmente se determinaron los diámetros y espesores de la tubería estructural a utilizar, lo que se resume en la siguiente tabla. Ver ilustración para guía de numeración de tipos de elementos:

⁴⁰ Fig. 3.3.7.5. tomada de SOLID WORKS



⁴¹Fig.3.3.8.1. Guía de numeración de tipos de elementos utilizados para el diseño del chasis

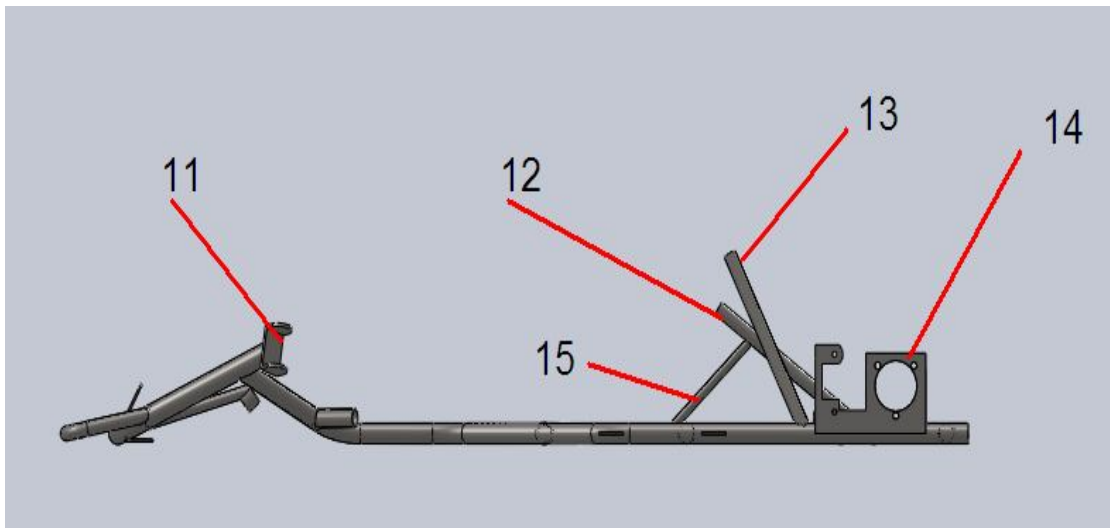


Fig.3.3.8.2. Guía de numeración de tipos de elementos utilizados para el diseño del chasis (continuación)

⁴²Tabla 3. Listado de elementos optimizados y dimensiones finales seleccionadas

| No. | Tipo de elemento | Material | Diámetro (mm) | Espesor (mm) |
|-----|------------------|----------|---------------|--------------|
|-----|------------------|----------|---------------|--------------|

⁴¹ Fig. 3.3.8.1 y 3.3.8.2 tomadas de SOLID WORKS

⁴² Tabla obtenida de <http://www.novacero.com/>

| | | | | |
|----|--------------|----------------|------|-----|
| 1 | Tubería | Acero ASTM A36 | 30.2 | 2.3 |
| 2 | Tubería | | 20.6 | 2.1 |
| 3 | Tubería | | 28.0 | 2.3 |
| 4 | Tubería | | 28.0 | 2.1 |
| 5 | Tubería | | 30.0 | 2.3 |
| 6 | Platina | | - | 3.2 |
| 7 | Tubería | | 28.0 | 2.1 |
| 8 | Varilla lisa | | 16.1 | - |
| 9 | Tubería | | 30.2 | 2.3 |
| 10 | Tubería | | 28.3 | 2.3 |
| 11 | Platina | | - | 5.0 |
| 12 | Tubería | | 20.3 | 4.4 |
| 13 | Tubería | | 20.3 | 4.4 |
| 14 | Placa | | - | 3.1 |
| 15 | Varilla lisa | | 12.5 | - |

Según el catálogo en línea de la marca Novacero existen tuberías estructurales de acero ASTM A36 las cuales, con ciertas diferencias mínimas de dimensiones pueden adaptarse para la construcción del modelo de kart, el catálogo se muestra a continuación en la ilustración.

1. Tubos Redondos



| DENOMINACIÓN | | ESPESOR | PESO | |
|-----------------------|-------|---------|------|-------|
| Diámetro Exterior (D) | | e | P | P |
| pulg. | mm | mm | Kg/m | Kg/6m |
| 5/8 | 15,88 | 1,50 | 0,55 | 3,28 |
| 3/4 | 19,05 | 1,50 | 0,67 | 3,99 |
| 7/8 | 22,22 | 1,50 | 0,79 | 4,73 |
| 1 | 25,40 | 1,50 | 0,90 | 5,37 |
| | | 2,00 | 1,17 | 7,02 |
| 1 1/4 | 31,75 | 1,50 | 1,13 | 6,78 |
| | | 2,00 | 1,48 | 8,90 |
| 1 1/2 | 38,10 | 1,50 | 1,37 | 8,20 |
| | | 2,00 | 1,80 | 10,79 |

⁴³Fig. 3.3.8.3. Listado de perfiles estructurales de acero de la marca Novacero [3]

3.3.9. Conclusiones y recomendaciones.

- El vehículo tipo kart propuesto soportará las cargas del piloto, los accesorios aerodinámicos y el motor.
- Los diámetros y los espesores de los perfiles estructurales se han determinado y se observa que son compatibles o muy similares con los comercialmente disponibles en el mercado nacional.
- No operar el motor del vehículo a revoluciones bajas por tiempo extendidos, menores a 100 rpm, ya que presenta modos de vibración con grandes desplazamientos en el vehículo que

⁴³ Listado obtenido de <http://www.novacero.com/>
<http://www.novacero.com/ws/novacero/novacero.nsf/paginasc/8DB24C9F5D2830B9052571B20059F4CE?OpenDocument>

pueden degenerar en desajustas, movimientos indeseados y pérdida de calibración en el vehículo.

- La utilización de acero permite concentrar gran cantidad del peso en el fondo del vehículo lo que ayuda a mantener el centro de gravedad lo más bajo posible, lo más cercano al suelo.

3.12 RESISTENCIA DE MATERIALES

3.12.1 Propiedades generales de los materiales.

Las propiedades constituyen un conjunto de características las cuales ponen en manifiesto las cualidades y el tipo de utilización de cada material y éstas se dividen en propiedades físicas y propiedades mecánicas.

3.12.2. Propiedades físicas.

a) FUSIBILIDAD.- es la propiedad que poseen los materiales a licuarse bajo la acción del calor y es en esta propiedad donde se basan los trabajos de fundición para las piezas coladas.

b) DILATABILIDAD.- es la propiedad de un material para aumentar su volumen por efectos del calor.

c) TEMPERATURA DE FUSIÓN.

Es la propiedad que presentan los materiales para su cambio de estado de solido a líquido:

Tabla.1.0 Propiedades

| MATERIAL | TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS |
|-----------------|--|
| ALUMINIO | 660 |
| COBRE | 1083 |

| | |
|---------|------|
| CROMO | 1875 |
| ESTANIO | 232 |
| HIERRO | 1539 |
| NIQUEL | 1473 |
| PLOMO | 327 |

3.12.3. Propiedades mecánicas.

Debemos conocer cómo se comportan los materiales sólidos a fuerzas externas como la tensión, la torsión, la compresión, la cizalladura o la flexión. Los materiales sólidos reaccionan a dichas fuerzas con deformaciones que pueden ser elásticas o una fractura (deformación permanente). La plasto deformación y la fatiga, que se definen más adelante. Son las consecuencias de una fuerza externa dependientes del tiempo.

Propiedades del los materiales:

- a) **TENACIDAD.**-Propiedad que permiten resistir esfuerzos de rotura y deformaciones, se puede definir también como la capacidad que poseen los materiales para recibir, absorber energía antes de romperse.
- b) **ELASTICIDAD.**-Propiedad para resistir esfuerzos, deformarse y recuperar su estado original.

Todo material posee un límite elástico, el cual depende de porcentajes de aleación de carbono y de su constitución original y formación.

MATERIAL Y LÍMITE ELÁSTICO

Tabla.2.0.-

| MATERIAL | AL RECOCIDO | FE | ACERO 0,15 % CARB | ACERO 0,25 % CARB |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| LIM. ELÁSTICO | 15kg/mm ² | 20kg/mm ² | 28kg/mm ² | 30kg/mm ² |
| MATERIAL | ACERO 0,35% CARB. | ACERO 0,45 % CARB. | | |



- c) **PLASTICIDAD.**-Son permanentes deformaciones de los materiales, esta propiedad se toma cuenta para la crear herramientas y máquinas; la plasticidad depende de la maleabilidad de los materiales, éstas propiedades permiten que los materiales puedan convertirse en láminas por acción de la compresión, sin que pierda el material la compactación de sus granos y por lo tanto mantenga sus propiedades originales, también mediante tracción se pueden convertir en hilos.
- d) **RESISTENCIA A LA ROTURA.**- Se da cuando son sometidos a esfuerzos bruscos o repentinos los materiales, esto quiere decir que cambian de estar estáticos a estar dinámicos o en movimiento en poco tiempo.
- e) **TENSIÓN.**- Es la fuerza que jala o tironea como la fuerza que actúa sobre un cable que sostiene un peso. La tensión es baja si la fuerza no supera el límite elástico un material pudiendo este estirarse y recuperar su longitud original. Con tensiones altas el material no vuelve completamente a su situación inicial y cuando la fuerza es aún mayor se produce la ruptura del material.
- f) **COMPRESIÓN.**-Es cuando se causa reducción de volumen por una presión. Cuando se somete un material a una fuerza de flexión, cizalladura o torsión, actúan simultáneamente fuerzas de tensión y de compresión. Dando un ejemplo podemos flexionar una varilla y ocurrirá que uno de sus lados se estira y el otro se comprime.
- g) **PLASTODEFORMACIÓN.**-cuando se aplica una fuerza continuada sobre un material se da una deformación permanente que será gradual si la fuerza q se aplica continua. Los materiales que están sometidos a altas temperaturas tienen mayor vulnerabilidad a la deformación. En muchos casos esta deformación continua y lenta se detiene porque la fuerza que la produce desaparece a causa de la propia deformación. Cuando la plasto deformación se prolonga durante mucho tiempo, el material termina

rompiéndose o deformándose en su totalidad, perdiendo las propiedades y la función para la que fue fabricado.

h) FATIGA.- Se produce cuando una pieza mecánica está sometida a un esfuerzo repetido o cíclico como una vibración, aunque el esfuerzo máximo nunca supere el límite elástico se producirá una ruptura gradual, podría ocurrir esto inclusive en un periodo corto de tiempo. En metales como las aleaciones de titanio si se mantiene la fuerza cíclica por debajo de un nivel determinado, el material no se fatigara. En la fatiga se presentan pequeñas grietas localizadas que se expanden por todo el material sin que se observe ninguna deformación, es necesario poner en consideración los valores de: esfuerzo de tensión, límites elásticos y la resistencia de los materiales a la plasto deformación y la fatiga Deformación elástica (en la que el material vuelve a su tamaño y forma originales cuando se elimina la fuerza externa.

3.12.4. Clasificación de los materiales.

En todo material prevalecen dos características y se pueden clasificar por estas en:

MATERIAL HOMOGÉNEO:

Tienen propiedades elásticas similares (E , μ) en todos los puntos del cuerpo.

MATERIAL ISÓTROPO:

Tienen propiedades elásticas iguales en todas las direcciones en cada punto del cuerpo. No todos los materiales son isótropos. Existen también los materiales antisótropos si no existe ninguna clase de simetría elástica, a veces un material tiene sustancia tiene 21 constantes elásticas en lugar de tener 2 constantes elásticas independientes (E , μ) como un material isótropo a este se lo nombra aeolotrópico. Si el material tiene tres planos de simetría elástica perpendiculares

entre sí dos a dos se dice que es orto trópico, cuyas constantes independientes son 9.

a) MATERIALES FRÁGILES Y DÚCTILES:

Los metales se clasifican ordinariamente en frágiles y dúctiles.

Material frágil: Relativamente posee deformaciones pequeñas hasta el mismo punto. A menudo se designa como línea divisoria entre las dos clases de materiales un alargamiento arbitrario de 0.05 cm/cm. La fundición y el hormigón son ejemplos de materiales frágiles.

Material dúctil: Posee un alargamiento a tracción relativamente elevado hasta llegar al punto de rotura (aluminio o acero estructural).

3.12.5. Efectos internos de las fuerzas

a) BARRA CARGADA AXIALMENTE:

Es cuando se aplican fuerzas en los extremos de una barra metálica con fuerzas en contra, inicialmente la barra es recta, la mayor fuerza se da en el centro de la barra, si las magnitudes de las fuerzas son iguales se mantendrá un equilibrio estático. Si las fuerzas se dirigen en sentido que se alejan de la barra está sometida a tracción en el caso contrario si actúan hacia la barra hay un estado de compresión. Atrás de la acción de estas dos fuerzas aplicadas se originan otras fuerzas internas dentro de la barra, que se pueden estudiar suponiendo un plano que lo corte en un punto cualquiera y sea vertical a su eje longitudinal.

b) DISTRIBUCIÓN DE LAS FUERZAS RESISTENTES:

Se realiza una hipótesis sobre la manera en que varían las fuerzas repartidas, y como actúa en el centro la fuerza aplicada P , se suele admitir que son iguales en toda la sección. A consecuencia de la orientación inconstante de los granos cristalinos de que está compuesta la barra una distribución igual no se podría dar nunca; el valor exacto de la fuerza que actúa en cada elemento de la sección transversal en función de la naturaleza y la orientación de la estructura cristalina en ese punto, pero

para el conjunto de la sección la hipótesis de una distribución igual da una precisión aceptable.

C) TENSIÓN NORMAL:

Es de mayor utilidad considerar como a la fuerza normal que actúa sobre una superficie unida a la sección perpendicular y no hablar de la fuerza interna que actúa sobre un elemento de superficie. La intensidad de la fuerza normal por unidad de superficie se llama tensión normal y se mide en unidades de fuerza por unidad de superficie, kg/cm². Para expresar la fuerza resultante axial total en kilogramos utilizaremos el término de tensión total. Si las fuerzas que se aplican en los extremos de la barra crean una tracción, se crean tensiones de tracción en la misma; si está sometida a compresión, tendremos tensiones de compresión. Es importante que la línea donde se aplican las fuerzas pase por el centro de cada sección transversal de la barra.

PROBETAS DE ENSAYO:

La carga axial es un problema frecuente en el diseño de estructuras y de máquinas. Se simula esta carga en el laboratorio situando una probeta entre las mordazas de una máquina de ensayos accionado eléctrica o hidráulicamente, estas máquinas son usadas regularmente en los laboratorios de ensayo de materiales para aplicar una tracción axial.

b) DEFORMACIÓN NORMAL:

Se puede medir el alargamiento total en la longitud aplicando fuerzas en los extremos de una probeta de tracción de forma ascendente con una máquina de ensayos de compresión y tracción. La deformación normal es el alargamiento por unidad de longitud expresado por e , el alargamiento se divide en Δ por la longitud patrón L , es decir $e = \Delta/L$. normalmente se expresa la deformación en centímetros por centímetros, por lo que es a dimensional. A veces se usa la expresión deformación total para demostrar el alargamiento en centímetros.

c) CURVA TENSIÓN-DEFORMACIÓN

Cuando la carga axial se eleva progresivamente por aumentos de carga, se mide el alargamiento de la longitud patrón para cada aumento, continuando de este modo hasta que se produce la rotura de la probeta.

Si de la probeta se conoce el área original de la sección transversal se puede obtener la tensión normal, representada por sigma para cada valor de la carga axial, se usa la relación:

$$= P / A$$

Donde P es la carga axial (kilogramos) y A el área original de la sección transversal.

Con los valores de la deformación normal y de la tensión normal podemos realizar representaciones gráficas de los datos experimentales tomando estas cantidades como coordenadas. Obtendremos de esta manera un diagrama tensión-deformación del material para esta clase de carga. Este diagrama tener varias formas.

La curva tensión-deformación se suele usar para determinar varias características de resistencia del material. Éstas son:

LIMITE DE PROPORCIONALIDAD:

Es la máxima tensión que se podría producirse en un ensayo de tracción simple de manera que la tensión sea función lineal de la deformación. Para un material que tenga la curva tensión-deformación no existe límite de proporcionalidad.

LIMITE ELÁSTICO:

Es la máxima tensión que se puede producir durante un ensayo de tracción simple de muchos materiales, son similares los valores numéricos del límite elástico y del límite de proporcionalidad, por lo que en ocasiones se consideran sinónimos. En los casos en que es notoria la diferencia, el límite elástico es casi siempre mayor que el de proporcionalidad.

ZONA ELÁSTICA:

Es la parte de la curva tensión-deformación desde el inicio hasta el límite de proporcionalidad.

ZONA PLÁSTICA:

Es la parte de la curva tensión-deformación desde el límite de proporcionalidad hasta el punto de rotura.

LÍMITE ELÁSTICO APARENTE O DE FLUENCIA:

Es donde se produce una deformación mayor sin aumento de tensión. Es provocada cuando la carga aumenta.

La fluencia se da cuando la carga aumenta sin que aumente la tensión en la curva tensión-deformación.

MODULO DE RESILENCIA:

El trabajo en un volumen o unidad de material, cuando una fuerza de tracción se incrementa progresivamente desde cero hasta un valor que alcance el límite de proporcionalidad del material, se define como modulo de resiliencia. Puede calcularse por el área bajo la curva tensión-deformación desde el inicio hasta el límite de proporcionalidad, las unidades en que se mide son kg/cm³.

La resiliencia de un material es su capacidad de absorber energía en la zona elástica.

MODULO DE TENACIDAD:

Es el trabajo realizado en un material cuando la fuerza de tracción es mayor y gradualmente va desde cero hasta llegar a un valor en el que se produce la rotura. Puede calcularse por el área total bajo la curva tensión-deformación desde el inicio hasta la rotura.

La tenacidad de un material es su capacidad de absorber energía en la parte plástica del material.

ESTRICCION:

Es la relación entre la disminución del área de la sección transversal y la inicial en la fractura, dividida por el área de origen y multiplicada por cien. Cuando actúan las fuerzas de tracción en una barra se reduce el área de la sección transversal, pero normalmente se hacen los cálculos de las tensiones en función del área primitiva. Cuando las deformaciones se hacen mayores, es importante considerar los valores decrecientes instantáneos del área de la sección transversal, con lo cual se logra obtener la curva tensión-deformación verdadera.

ALARGAMIENTO DE ROTURA:

Es la relación entre el aumento de longitud posterior a la fractura y la longitud de origen, multiplicada por cien. Se considera que tanto la estricción como el alargamiento de rotura son medidas de la ductilidad del material.

TENSIÓN DE TRABAJO:

Esta tensión se la calcula dividiendo la tensión en la fluencia o rotura por un número (coeficiente de seguridad).

Las medidas de la resistencia son caracterizadas por la curva tensión-deformación no lineal de un material frágil, las cuales son:

LIMITE ELÁSTICO CONVENCIONAL:

La ordenada de la curva tensión-deformación para la cual el material tiene una deformación permanente predeterminada cuando se elimina la carga se llama límite elástico convencional del material. Se suele tomar como deformación permanente 0.002 o 0.0035 cm por cm; son arbitrarios estos valores. Mediante la ordenada Y se conoce el límite elástico convencional del material.

MÓDULO TANGENTE:

Se conoce como módulo tangente a la pendiente de la tangente de la curva tensión-deformación.

Hay otras características de un material que son útiles para los proyectos, como son las siguientes:

COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL:

Es la variación por unidad de longitud de una barra recta la cual se somete a un cambio de temperatura de un grado. Dicho valor de este coeficiente es independiente de la unidad de longitud, depende de la escala de temperatura empleada. Pondremos en consideración la escala centígrada, para la cual el coeficiente que se representa por alfa es para el acero, por ejemplo, 11×10^{-6} por grado C. Las variaciones de temperatura en una estructura dan origen a tensiones internas del mismo modo que las cargas aplicadas.

RELACIÓN DE POISSON:

Cuando se someten una barra a una carga de tracción se produce en ésta un incremento de longitud en la dirección de la carga así como una disminución de las dimensiones laterales perpendiculares a ésta. La relación de poisson es la relación entre la deformación en la dirección lateral y la de la dirección axial. Para la mayoría de los metales está entre 0.25 y 0.35.

3.12.5 Ley de Hooke:

Los valores relativamente bajos de deformación para un material, tienen una curva tensión-deformación con una relación lineal, lo que quiere decir que es directamente proporcional la tensión con la deformación. Dicha relación comprende el alargamiento y la fuerza axial y difiere según una constante de

deformación y de tensión respectivamente. Para describir esta zona inicial del comportamiento del material, podemos escribir

$$\sigma = E \epsilon$$

donde E representa la pendiente de la parte recta de la curva tensión-deformación.

MODULO DE ELASTICIDAD:

Es la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria da una cantidad o valor E, la r es el modulo de elasticidad del material en tracción. Los valores de E aparecen tabulados en manuales para varios materiales utilizados en ingeniería. La deformación unitaria es un numero abstracto y es la relación entre dos longitudes, E conserva las mismas unidades que la tensión como por ejemplo, kg/cm² El modulo de elasticidad en compresión para muchos de los materiales usados en la ingeniería el modulo de elasticidad es similar al contraído en tracción.

TORSIÓN

Consideremos una barra sometida a un par $T(=Fd)$ a un aplicado en un plano perpendicular al eje en un extremo y el otro sujeto rígidamente. Se dice que dicha barra está sometida a torsión.

EFFECTOS DE LA TORSIÓN:

- 1) Se crean tensiones cortantes en cualquier zona de la barra perpendicular a su eje.
- 2) Se produce un desplazamiento angular de la zona de un extremo respecto al otro.

MOMENTO DE TORSIÓN:

El momento de torsión se define para cada sección de la barra, como la suma algebraica de los momentos en que aplica la fuerza torsionante,

DEFORMACIÓN POR CORTE:

Se define como la deformación por corte en la superficie de la barra al ángulo resultante entre las posiciones inicial y final de una generatriz, ésta se marca (a-b) en la superficie de la barra sin carga, y luego se aplica el momento torsor T.

MODULO DE ELASTICIDAD EN CORTANTE:

Es la relación entre la tensión cortante y su deformación $G = \tau / \gamma$

Las unidades de G son las mismas que las de la tensión cortante, pues la deformación no tiene dimensión.

- ANGULO DE TORSIÓN:

Si a un árbol de longitud lo llamamos L va a someterse a un momento de torsión constante T en su longitud total, el ángulo que en un extremo de la barra gira con respecto del otro, es igual a:

$$\theta = TL / GIp$$

- MODULO DE ROTURA:

Es la tensión cortante no verdadera que se obtiene sustituyendo en la ecuación, el par máximo T que soporta un árbol cuando se ensaya a rotura. En este caso se toma para valor del radio exterior de la barra p. no está justificado el uso de esta fórmula en el punto de rotura porque se supone el comportamiento lineal del material. La tensión obtenida utilizando esta fórmula no será real pero es útil para realizar comparaciones.

PROBLEMAS ESTÁTICAMENTE INDETERMINADOS:

Se presentan muy a menudo cargas de torsión como por ejemplo un árbol formado de dos materiales, un tubo de un material que ventila a otro tubo o a una barra compacta de material distinto, los cuales están bajo la influencia de las fuerzas torsionales. Las ecuaciones de la estática son reemplazadas con otras basadas en las deformaciones de la estructura, para tener igual número de

incógnitas y ecuaciones, los momentos de torsión serían las incógnitas. La ecuación se basaría en las deformaciones y establece que los ángulos de giro de los diferentes tipos de materiales son iguales.

3.12.6 Clases de aceros

3.12.6.1 Estructura de Acero.

Depende de la cantidad de aleación de carbono que tenga el acero, de las propiedades físicas de los aceros, las distintas temperaturas y también de la distribución en el hierro. Antes del tratamiento térmico, la mayor cantidad de los aceros son una combinación de tres sustancias: ferrita, perlita y cementita.

La ferrita, blanda y dúctil, es hierro con cantidades pequeñas de carbono y otros elementos en disolución. La cementita es un compuesto de hierro con 7% de carbono que posee alta dureza. La perlita es una mezcla de ferrita y cementita, con una composición determinada y una estructura especial, sus propiedades físicas son intermedias entre las de sus dos componentes. En el acero su resistencia y dureza depende de las proporciones de estos tres componentes cuando no han sido tratados térmicamente.

Cuando la cantidad de carbono de un acero es alta, menor es la cantidad de ferrita y mayor la de perlita: cuando el acero tiene un 0,8% de carbono, está compuesto de perlita en su totalidad. El acero con cantidades de carbono aún mayores es una mezcla de perlita y cementita. Al ser mayor la temperatura del acero, la ferrita y la perlita se transforman en una forma ⁴⁴**alotrópica** de aleación de hierro y carbono llamada como austenita, que posee la propiedad de diluir todo el carbono libre presente en el metal. Si el acero se enfría suave, la austenita vuelve a convertirse en ferrita y perlita, pero si el enfriamiento es imprevisto la austenita se convierte en martensita, una modificación alotrópica de gran dureza similar a la ferrita pero con carbono en una mezcla sólida.

⁴⁴ Alotrópico elemento que tienen una misma composición, pero aspectos diferentes.

3.12.7. Tratamiento térmico del acero

El procedimiento para fortalecer el acero mediante tratamiento térmico se basa en subir la temperatura de un metal hasta una temperatura entre los 750 y 850 °C en la que se forma la austenita, posteriormente enfriar el acero con rapidez sumergiéndolo en aceite o agua. Estos tratamientos de endurecimiento crean martensita, se generan tensiones internas inmensas en el metal, que se eliminan por medio del temple o el recocido, el cual consiste en nuevamente calentar el acero hasta una menor temperatura. El temple disminuye la dureza y resistencia pero aumenta la ductilidad y la tenacidad. El análisis fundamental del proceso de tratamiento térmico consiste en inspeccionar la cantidad, forma, tamaño y distribución de las partículas de cementita contenidas en la ferrita, y así determinar las propiedades físicas del acero.

3.12.8. Clases de Aceros.

Las cinco clases principales son:



3.12.8.1 Aceros al carbono:

Estos constituyen el 90% de todos los aceros, poseen diferentes cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, 0,60% de cobre y el 0,60% de silicio. Algunos de los productos fabricados con aceros al carbono son algunas

máquinas, carrocerías de automóvil, la mayor parte de las estructuras de construcción de acero.

3.12.8.2 Aceros aleados:

Contienen vanadio, molibdeno en cantidades establecidas y otros elementos adicionalmente mayores cantidades de manganeso, cobre y silicio que los aceros al carbono normales. Estos aceros se usan para la fabricación de engranajes y ejes de motores.

3.12.8.3 Aceros de baja aleación ultra resistente:

Contienen bajas cantidades de costosos elementos de aleación pero se les da un tratamiento especial que les brinda una resistencia mucho mayor que la del acero al carbono. Hoy en día muchas edificaciones cuentan con estructuras de aceros de baja aleación, una de las características es que las vigas pueden ser más delgadas sin que disminuya su resistencia, logrando de esta manera mayor amplitud al interior en los edificios.

3.12.8.4 Los aceros inoxidables:

Están constituidos de cromo, níquel y otros elementos de aleación que los protegen de la oxidación a pesar de la humedad o de ácidos y gases corrosivos, se lo utiliza para las tuberías y tanques de refinerías de petróleo o plantas químicas por las propiedades y beneficios ya antes mencionados.

3.12.8.5 Aceros de herramientas:

Estos aceros contienen molibdeno, wolframio y otros elementos de aleación se caracterizan por ser resistentes, fuertes y durables; sirven para construir muchos tipos de herramientas.

3.12.9 Selección de materiales para la COSTRUCCION construcción de las modificaciones del kart

En el presente documento se plasma el proceso de selección de los materiales a ser utilizados para la construcción de las modificaciones del chasis del vehículo de competencia tipo kart.

Se puede resumir el proceso de selección en cuatro pasos simplificados:

- 1) Determinación de características requeridas en el material
- 2) Ponderación del criterio de selección
- 3) Utilización de tablas de selección de materiales para identificar los candidatos y sus propiedades
- 4) Selección de materiales basado en el mejor candidato con la mejor calificación ponderada.

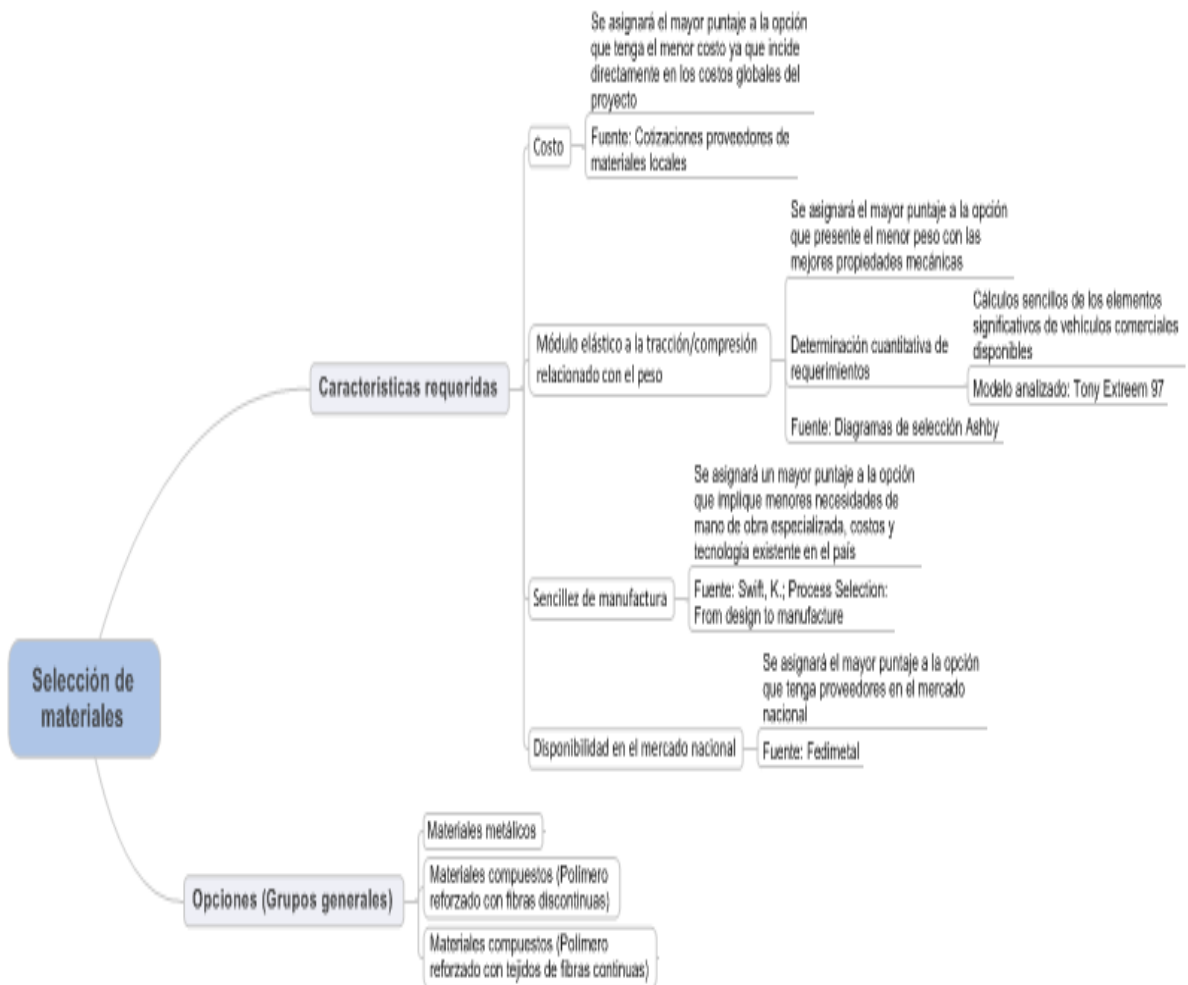
3.12.9.1 Características requeridas del material

Las premisas indicadas por toda fuente de información de diseño de autos determinan que el peso del vehículo debe ser mínimo, que debe ser rígido y que su manufactura se la realizará utilizando el menor número posible de componentes, además, al ser un proyecto de titulación se propone el utilizar un material de fácil adquisición y de bajo costo.

Para poder ser coherente con estas premisas las características del material a utilizar son:

1. Costo
2. Propiedades mecánicas específicas
3. Sencillez de manufactura
4. Disponibilidad en el mercado nacional

En el siguiente gráfico se resume el proceso de selección del material a ser utilizado en el chasis:



⁴⁵Fig. 31 3.4.3.1. Resume de Selección de Material

3.1.2.9.1 Ponderación de variables

⁴⁵Fig. 3.4.3.1.] <http://www.novacero.com/>

(<http://www.novacero.com/ws/novacero/novacero.nsf/paginasc/8DB24C9F5D2830B9052571B20059F4CE?OpenDocument>)

Tabla 4 Ponderación de variables

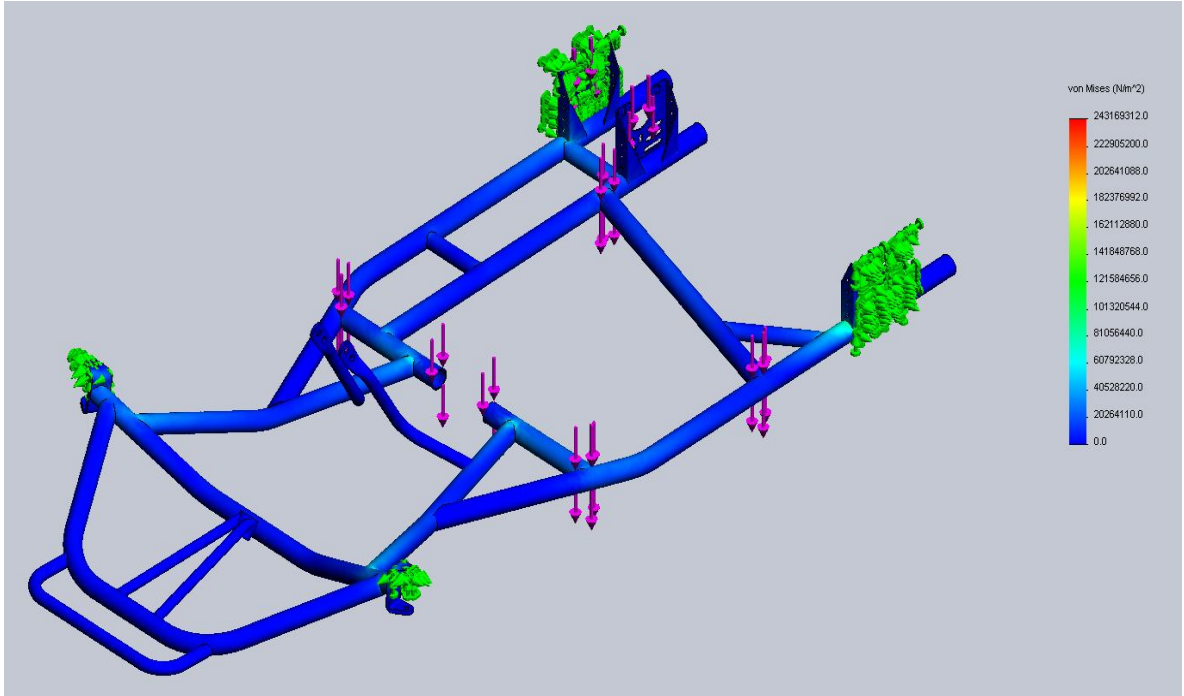
1>2=4>3

| | Ponderación/ criterios | Costo | Propiedades mecánicas específicas | Sencillez de manufactura | Disponibilidad en el mercado nacional | Sumatorio | Ponderado |
|---|--|-------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|
| 1 | Costo | | 1 | 1 | 1 | 3.50 | 0.44 |
| 2 | Propiedades mecánicas específicas | 0 | | 1 | 0.5 | 2.00 | 0.25 |
| 3 | Sencillez de manufactura | 0 | 0 | | 0 | 0.50 | 0.06 |
| 4 | Disponibilidad en el mercado nacional | 0 | 0.5 | 1 | | 2.00 | 0.25 |
| | | | | | | 8.00 | |

3.12.9.2 Cálculos iniciales

Se van a determinar las cargas de los elementos críticos identificados en el modelo 3D del vehículo Tony Extreem 97, obtenidos de un análisis estático del mismo con el software Solidworks Simulation 2009.

Como se observa a continuación en el gráfico se identifica los elementos del chasis con valores críticos de deformación (con color anaranjado o rojo) al incluir en el análisis las cargas de la masa del piloto, el motor y propio del vehículo.



⁴⁶Fig. 32 3.4.3. Modelo 3D del vehículo Tony extreme 97, en donde se observa la distribución de esfuerzo equivalente de Von Mises a través del mismo.

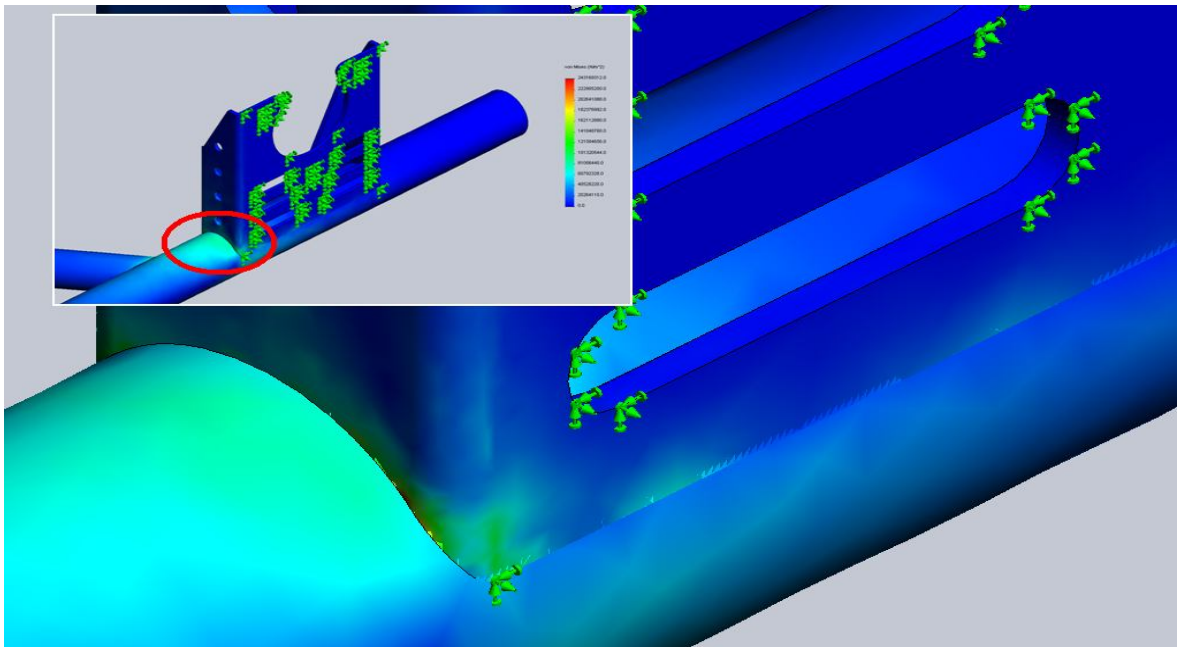


Fig. 33 3.4.3. Acercamiento partes críticas en donde se identifican las zonas con mayor esfuerzo del modelo

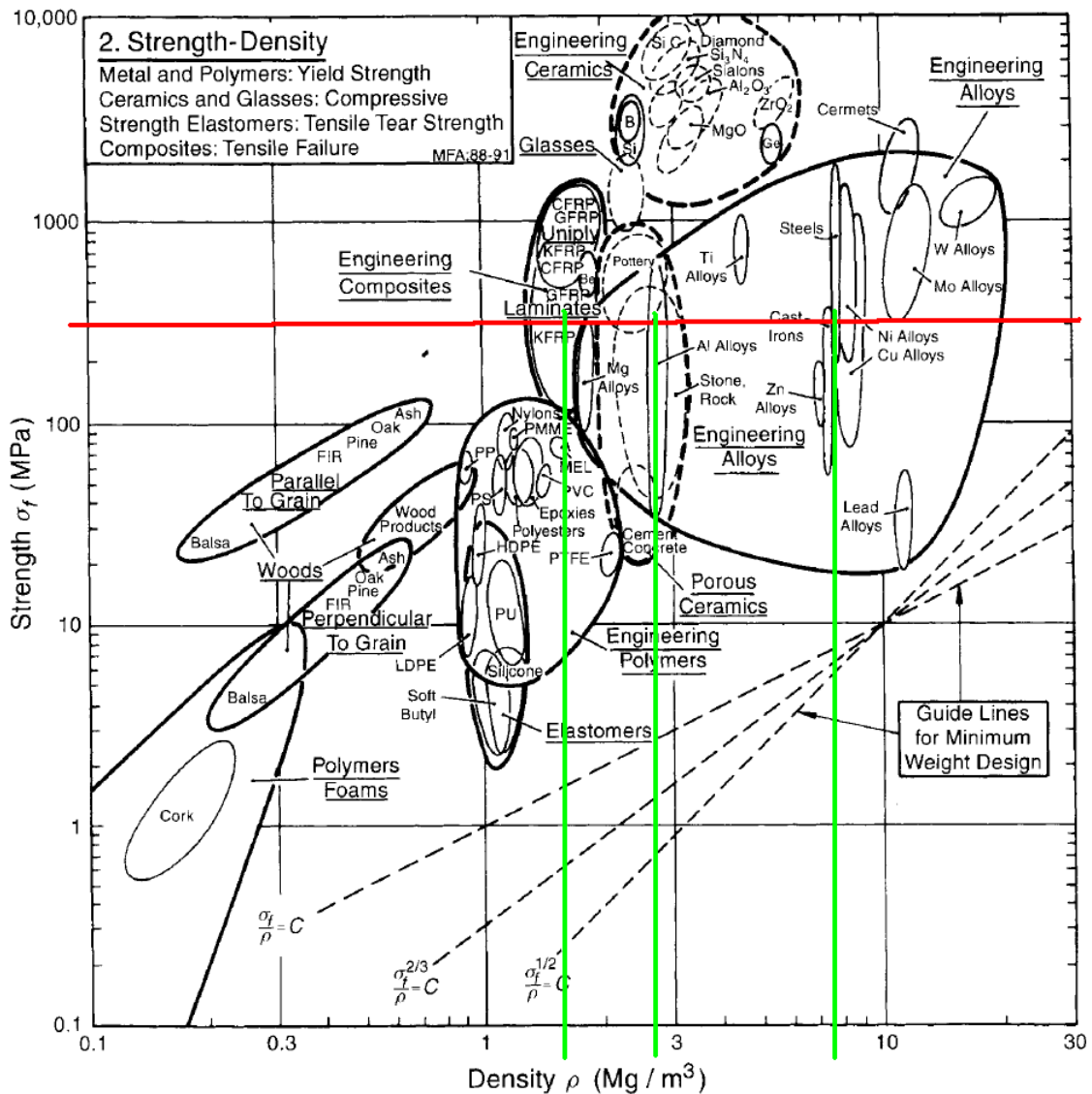
Con mayor detalle encontrar el reporte de análisis en el Anexo B de este documento.

⁴⁶Figs. 3.4.3. tomada de SOLID WORKS

En el reporte del análisis de elementos finitos del modelo se concluye que los esfuerzos máximos encontrados fueron de 243.17 MPa, por lo que se deben buscar opciones de materiales que tengan un valor de límite a la fluencia mayor, en por lo menos un 50%, que el valor máximo identificado.

3.12.9.2.1 *Determinación de opciones según las tablas de selección de materiales de Ashby*

Una vez identificado el valor referencial de búsqueda entonces se procede a la búsqueda de opciones con la ayuda de los diagramas de selección de Ashby [2] Se utilizaron las tablas de selección por costo, límite a la fluencia y proceso de manufactura vs. Densidad del material, ya que el peso es un criterio de selección importante.

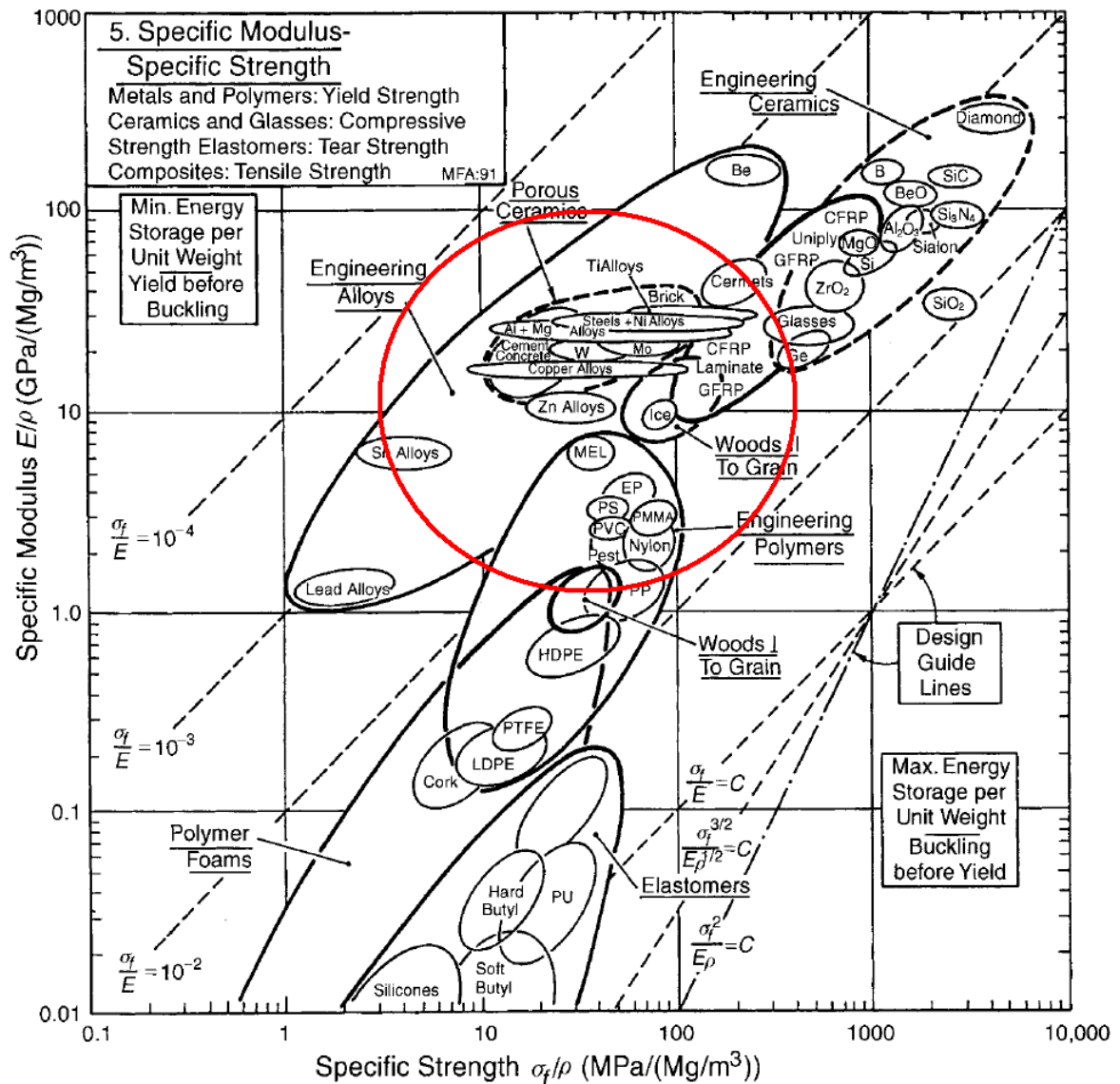


⁴⁷ Fig. 34 3.4.3.4. Diagrama de Resistencia a la fluencia vs. Densidad

En la ilustración se colocó una línea horizontal (color rojo) indicando el valor de resistencia a la fluencia que se requiere (300 MPa) y las líneas verdes horizontales ayudan a ubicar el valor de densidad del material. Las opciones iniciales han sido tomadas en cuenta y así se puede observar que para un mismo valor de resistencia los materiales compuestos y el aluminio son mucho más

⁴⁷Fig. 3.4.3.4. tomada de Ashby, M.; Materials selection in Mechanical Design; 2nd ed.; Butterworth-Heinemann; USA; 1999

livianos que el acero, por lo que en la tabla de ponderación de propiedades específicas el menos denso se llevará mejores calificaciones.

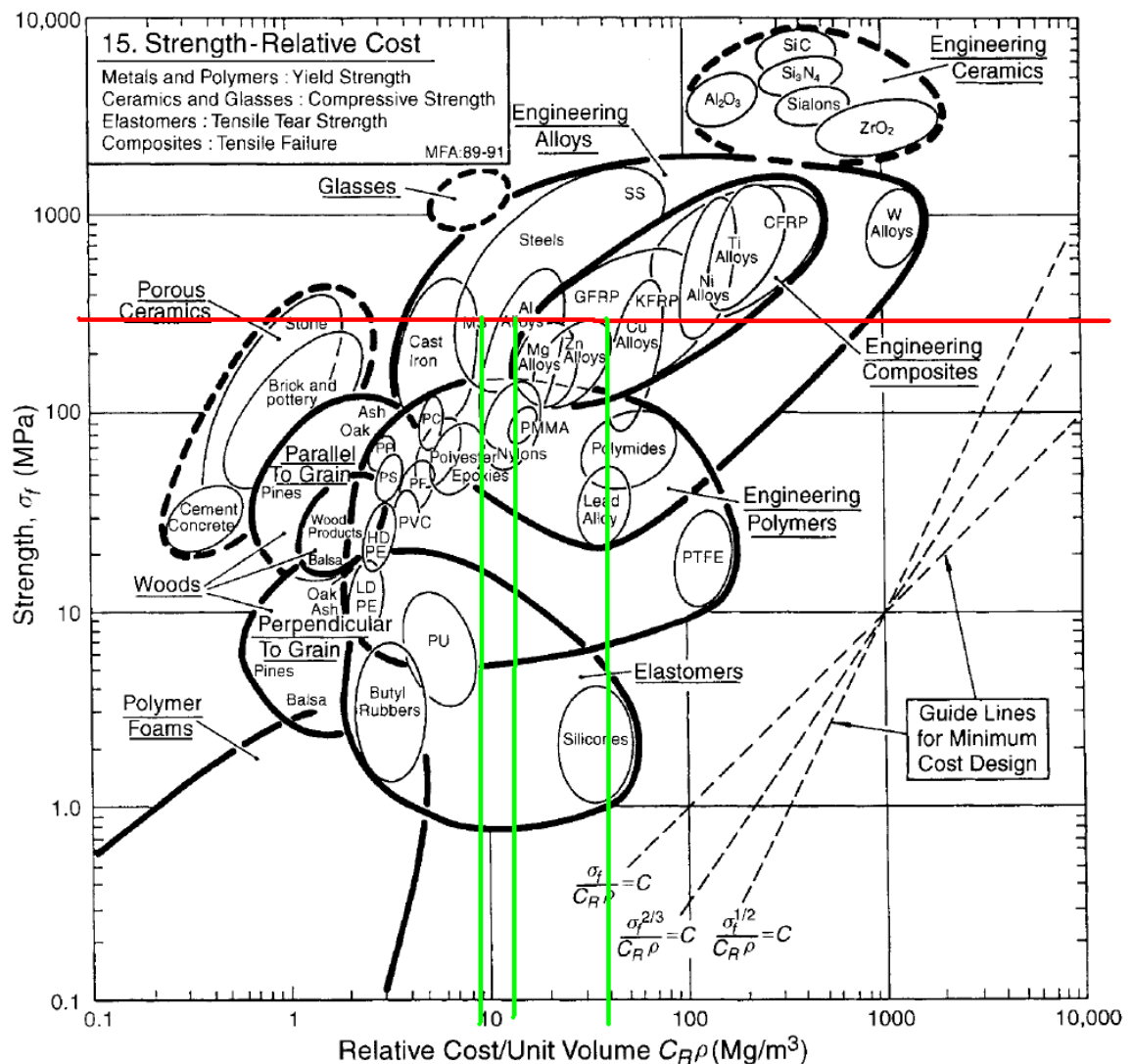


⁴⁸Fig. 35 3.4.3.4 Diagrama de propiedades específicas resistencia a la fluencia vs. Módulo de elasticidad.

En la figura se puede observar un contraste entre el módulo de elasticidad específico y le resistencia a la fluencia específica. Las propiedades específicas son aquellas que indican el valor de una propiedad de un material o sustancia en función de su densidad.

⁴⁸Fig. 3.4.3.4. tomada de Ashby, M.; Materials selection in Mechanical Design; 2nd ed.; Butterworth-Heinemann; USA; 1999

Aunque no se ha incluido en el listado de características requeridas en el material, debido a que no se evaluó el módulo elástico requerido, se analiza la relación entre la resistencia a la fluencia y el módulo de rigidez ya que el módulo de rigidez intervendrá en el comportamiento del vehículo en la carretera, por lo general se pretende tener el material más rígido posible, sin que se tenga un material frágil. Este gráfico nos guía a usar materiales como aleaciones metálicas o materiales compuestos para esta aplicación ingenieril.



⁴⁹Fig. 36 3.4.3.4. Resistencia a la fluencia vs. Costo relativo [2]

En la figura se comparan los costos relativos de producción del material en base a una resistencia a la fluencia constante de (300 MPa), se observa claramente el

⁴⁹Fig. 3.4.3.4. tomada de Ashby, M.; Materials selection in Mechanical Design; 2nd ed.; Butterworth-Heinemann; USA; 1999

incremento de costo entre las aleaciones de acero y los materiales compuestos. Esto se verá reflejado en las tablas de ponderación, obteniendo un mayor puntaje el acero en ventaja de los otros dos competidores.

Para aplicaciones ingenieriles se recomienda que se tome como referencia y candidato al acero AISI 1020 (o ASTM A36) por su versatilidad, propiedades mecánicas intermedias, disponibilidad en el mercado, extendido uso en aplicaciones ingenieriles, tecnología e industria relacionada a este material, entre otros.

3.12.9.2.2 Ponderación de opciones individuales con respecto a las características requeridas

En función de los requerimientos planteados para los materiales candidatos en la sección de ponderación de variables de este documento se realiza una ponderación comparando las distintas opciones por cada característica planteada, proceso que se resume en las siguientes tablas:

Costo: Como se observó en la ilustración No. 5, el costo del acero es menor que el de los otros candidatos por lo que posee un mejor puntaje dentro del análisis.

Tabla 5. Ponderación de las opciones con respecto al criterio de costo

1>2>3

| | Costo | Acero | Aleación de Aluminio | Material compuesto | Sumatorio | Ponderado |
|---|----------------------|-------|----------------------|--------------------|-----------|-----------|
| 1 | Acero | | 1 | 1 | 2.50 | 0.56 |
| 2 | Aleación de Aluminio | 0 | | 1 | 1.50 | 0.33 |
| 3 | Material compuesto | 0 | 0 | | 0.50 | 0.11 |
| | | | | | 4.50 | |

Propiedades mecánicas específicas: Como se observó en la ilustración se aprecia que los materiales compuestos y el aluminio tienen un bajo peso en comparación al acero por lo que éstas tendrán una mejor puntuación para la ponderación.

Tabla 6. Ponderación de las opciones con respecto al criterio de propiedades mecánicas específicas

3>2>1

| | Propiedades mecánicas específicas | Acero | Aleación de Aluminio | Material compuesto | Sumatorio | Ponderado |
|---|-----------------------------------|-------|----------------------|--------------------|-----------|-----------|
| 1 | Acero | | 0 | 0 | 0.50 | 0.11 |
| 2 | Aleación de Aluminio | 1 | | 0 | 1.50 | 0.33 |
| 3 | Material compuesto | 1 | 1 | | 2.50 | 0.56 |
| | | | | | 4.50 | |

Sencillez de manufactura: El maquinado de los tres tipos de materiales se puede hacer con la misma tecnología, sin embargo las herramientas de corte para materiales compuestos son costosas y difíciles de encontrar. El tiempo de curado de los materiales compuestos alarga el proceso de manufactura de elementos estructurales. Las aleaciones metálicas se sueldan y doblan con las mismas facilidades, sin embargo el proceso de soldadura del aluminio requiere otro tipo de cuidados, por lo tanto se entrega la mayor puntuación al acero y la menor puntuación a los materiales compuestos.

Tabla 7. Ponderación de las opciones con respecto al criterio de sencillez de manufactura

1>2>3

| | Sencillez de manufactura | Acero | Aleación de Aluminio | Material compuesto | Sumatorio | Ponderado |
|---|--------------------------|-------|----------------------|--------------------|-----------|-----------|
| 1 | Acero | | 1 | 1 | 2.50 | 0.56 |
| 2 | Aleación de Aluminio | 0 | | 1 | 1.50 | 0.33 |
| 3 | Material compuesto | 0 | 0 | | 0.50 | 0.11 |
| | | | | | 4.50 | |

Disponibilidad en el mercado nacional: A nivel nacional existen empresas que reciclar y procesan aluminio y acero estructurales, siendo dominante del mercado el acero estructural en presentaciones de perfiles, tuberías, vigas, entre otros. EL mercado de materiales compuestos a nivel nacional se reduce a proveedores de sistemas de resina epóxica de bajas propiedades mecánicas y las fibras discontinuas de vidrio, los tejidos estructurales de refuerzo como de fibras de carbono o Kevlar son costosos en el mercado ecuatoriano.

Tabla 8. Ponderación de las opciones con respecto al criterio de disponibilidad en el mercado nacional.

1>2>3

| | Disponibilidad en el mercado nacional | Acero | Aleación de Aluminio | Material compuesto | Sumatorio | Ponderado |
|---|---------------------------------------|-------|----------------------|--------------------|-----------|-----------|
| 1 | Acero | | 1 | 1 | 2.50 | 0.56 |
| 2 | Aleación de Aluminio | 0 | | 1 | 1.50 | 0.33 |
| 3 | Material compuesto | 0 | 0 | | 0.50 | 0.11 |
| | | | | | 4.50 | |

Tabla 9. Resumen de análisis de ponderación de las opciones y los criterios de selección.

| Opción/Criterio | Costo | Propiedades mecánicas específicas | Sencillez de manufactura | Disponibilidad en el mercado nacional | Sumatorio | Resumen resultado |
|----------------------|-------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------|-----------------------|
| Acero | 0.24 | 0.03 | 0.03 | 0.14 | 0.44 | Material seleccionado |
| Aleación de Aluminio | 0.15 | 0.08 | 0.02 | 0.08 | 0.33 | |
| Material compuesto | 0.05 | 0.14 | 0.01 | 0.03 | 0.22 | |

El material que se ha seleccionado es el acero, y por su disponibilidad en el mercado local, su costo, y la gran facilidad de manufactura se determina que el acero AISI 1020 se usará para la aplicación (equivalente al acero ASTM A36)

CAPITULO 4 **SOLDADURA**

4.1.CONCEPTO DE SOLDADURA.

La soldadura es un proceso mediante el cual se funden o se adhieren dos o más partes metálicas o plásticas, se fijan las piezas agregando un material de aporte, éste posee o tiene un punto de [fusión](#) menor al de la pieza a soldar, para obtener un baño de material fundido que, al enfriarse, se convierte en una unión fija.

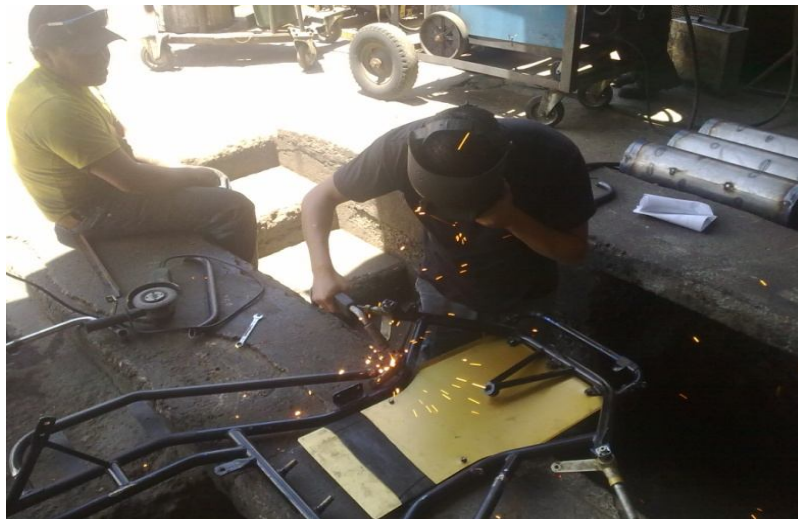


Fig. 37 4.1 Proceso de soldadura

4.2 TIPOS DE SOLDADURA:

4.2.1 Soldadura ordinaria o de aleación.

Este método es empleado para unir metales con aleaciones metálicas que se funden a temperaturas respectivamente bajas. Se pueden diferenciar entre soldaduras duras y blandas, según el punto de fusión y resistencia de la aleación utilizada.

Los metales de aportación de las soldaduras blandas son aleaciones de Estaño y Plomo y, en ocasiones, bismuto.

En soldaduras de tipo duras se usan aleaciones de plata, cobre y cinc.

Para acoplar dos piezas de metal con aleación, hay que limpiar perfecto su superficie mecánicamente y recubrirla con una capa de fundente, como resina o bórax. Esta limpieza ayuda a que las piezas se unan con mayor fuerza, ya que elimina total el óxido de los metales. Se continúa calentando las superficies con un soldador o soplete, y cuando alcanzan la temperatura de fusión del metal de aportación se aplica éste, que corre libremente y se robustece cuando se enfría.

4.2.2 Soldadura por fusión

Esta adjunta muchas tácticas de soldadura en los que tiene lugar una fusión entre los metales a unir, con o sin la aportación de un metal, sin aplicar presión y a temperaturas superiores a las que se trabaja en las soldaduras ordinarias.

4.2.3 Soldadura por gas

Esta soldadura se utiliza el calor de la combustión de un gas o una mezcla gaseosa, que se les aplica a las superficies de las piezas y la varilla de metal de aportación. Este sistema tiene una ventaja de ser portátil ya que no necesita conectarse a la corriente eléctrica. Según la mezcla gaseosa utilizada se distingue entre soldadura oxiacetilénica oxígeno / acetileno y oxhídrica oxígeno / hidrógeno, entre otras.

4.2.4 Soldadura por arco

Este tipo de soldadura es la más utilizada, sobre todo para soldar acero, y se necesita el uso de corriente eléctrica. Esta corriente se utiliza para crear un arco eléctrico entre uno o varios electrodos aplicados a la pieza, lo que genera el calor suficiente para fundir el metal y realizar la unión.

La soldadura por arco tiene ventajas con respecto a otros. Es la más rápida debido a la alta concentración de calor que se genera y por lo tanto produce menos distorsión en la unión.

En algunos casos se usan electrodos fusibles, que son los metales de aportación, en forma de varillas recubiertas de fundente; en otros casos se utiliza un electrodo refractario de wolframio y el metal de aportación se añade aparte. Los procedimientos más considerables de soldadura por arco son con electrodo recubierto, con protección gaseosa y con fundente en polvo.

La soldadura por arco tiene por objetivo aprovechar el intenso calor que produce un arco voltaico. El Arco se da cuando fluye una corriente entre dos electrodos separados. La corriente atraviesa el aire situado entre los electrodos, y produce luz y calor. Una pantalla protectora permite al soldador observar el proceso sin tener consecuencias.

El electrodo de carga positiva se lo llama ánodo y el de carga negativa cátodo. Los electrodos de arco voltaico están hechos o fabricados con carbono y los electrodos empleados en la soldadura por arco están elaborados con un metal

4.2.4.1 *Soldadura por arco con electrodo recubierto*

Este tipo de soldadura el electrodo metálico, es conductor de electricidad, está recubierta de fundente y conectado a la fuente de corriente. El metal a soldar está conectado al otro borde de la fuente eléctrica. Al tocar con la punta del electrodo la pieza de metal se forma el arco eléctrico. La concentración de calor del arco funde las dos partes a unir y la punta del electrodo, que constituye el metal de aportación.

4.2.4.2 *Soldadura por arco con protección gaseosa*

Este tipo de soldadura utiliza un gas para proteger la fusión del aire de la atmósfera la suelda MIG, si utiliza un gas activo. Los gases inertes utilizados

como protección pueden ser argón y helio; los gases activos saben ser mezclas con dióxido de carbono. En ambos casos el electrodo, una varilla recubierta con fundente, se funde para rellenar la unión. Otro tipo de soldadura con protección gaseosa es la soldadura TIG5, que utiliza un gas inerte para proteger los metales del oxígeno, como la MIG, se distingue en que el electrodo no es fusible; se usa una varilla refractaria de wolframio. El metal de aportación se puede suministrar acercando una varilla desnuda al electrodo.

4.2.4.3 Soldadura por arco con fundente en polvo

Este proceso, en vez de utilizar un gas o el recubrimiento fundente del electrodo para proteger la unión del aire, utiliza un baño de material fundente en polvo donde se sumergen las piezas a soldar.

Se pueden emplear varios electrodos de alambre desnudo y el polvo sobrante se utiliza de nuevo, por lo que es un procedimiento excelente.

4.2.5 Soldadura Aluminotérmica

El calor que se necesita para este tipo de soldadura se la consigue de la reacción química de una mezcla de óxido de hierro con partículas de aluminio muy finas.

El metal líquido resultante constituye el metal de aportación. Se emplea para soldar roturas y cortes en piezas pesadas de hierro y acero, un ejemplo es el método utilizado para soldar los rieles de los trenes.

4.2.6 Soldadura por presión

Este método agrupa todos los procesos de soldadura en los que se aplica presión sin aportación de metales para realizar la unión. Algunos procedimientos coinciden con los de fusión, como la soldadura con gases por presión, donde se

calientan las piezas con una llama, pero difieren en que la unión se hace por presión y sin añadir ningún metal.

4.2.7 Soldadura por resistencia

Esta soldadura se hace o se basa por el calentamiento que experimentan los metales debido a su resistencia al flujo de una corriente eléctrica. Los electrodos. Se le constituye a los extremos de las piezas, se colocan juntas a presión y se hace pasar por ellas una corriente eléctrica intensa durante un instante.

La zona de unión de las dos piezas como es la que mayor resistencia eléctrica ofrece, se calienta y funde los metales. Este procedimiento se utiliza mucho en la industria para la fabricación de láminas y alambres de metal, y se adapta muy bien a la automatización.

4.3 UNIONES.

El objetivo primordial de la unión es asegurar la mejor continuidad de las piezas, continuidad que será más perfecta cuanto más uniforme sea la transmisión del esfuerzo.

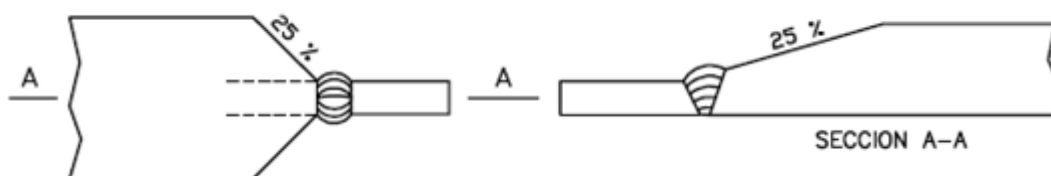
La transmisión de esfuerzos en las uniones se hace en varias ocasiones de modo indirecto, ya que para pasar el esfuerzo de una pieza a otra se la obliga previamente a desviarse de su trayectoria normal. En el caso de soldadura a tope, la transmisión es directa.

4.3.1 Tipos de uniones por soldadura.

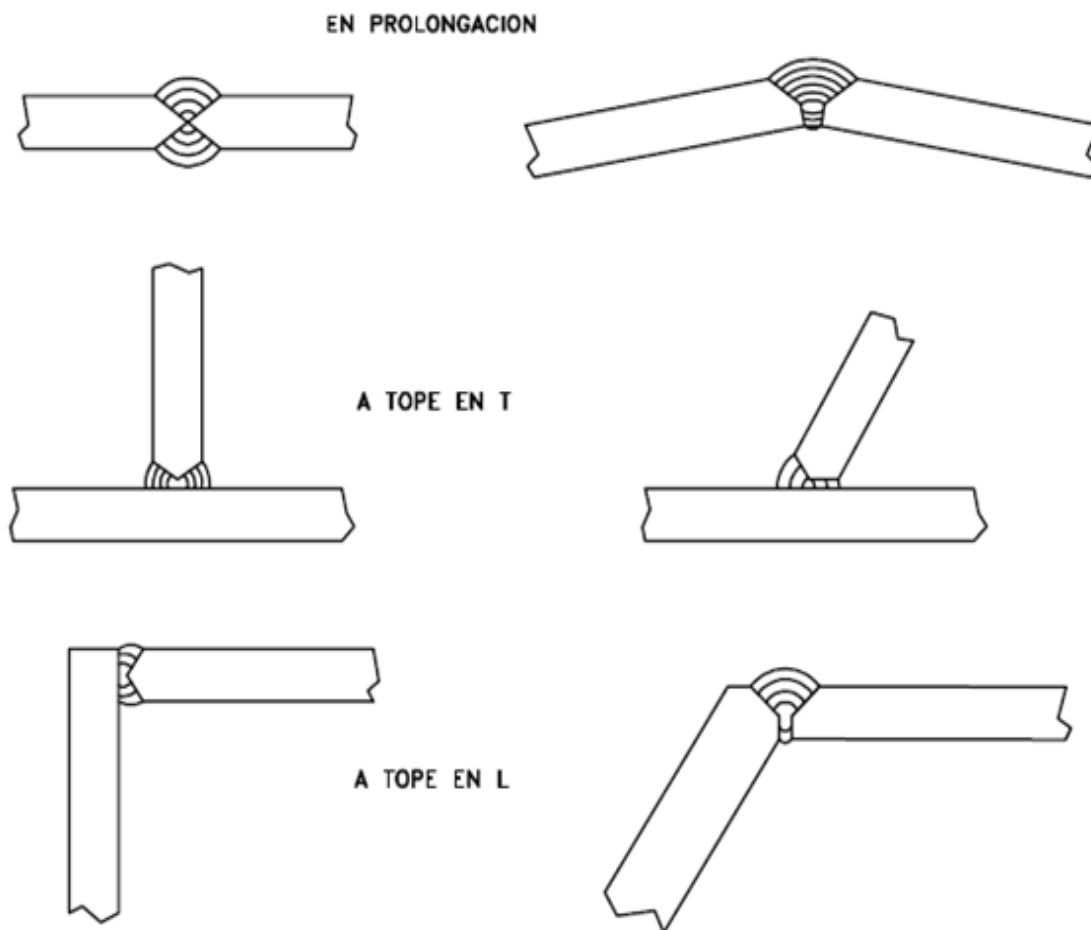
Hay varias formas y condiciones de disponer las uniones por soldaduras, las más usadas son:

4.3.1.1 Soldaduras a tope

Tiene que tener continuidad en toda la longitud y de penetración completa. Debe estar absolutamente limpia la raíz antes de depositar el primer cordón de la cara posterior o el cordón de cierre.



⁵⁰Fig. 38 4.3.1.1. Soldadura a tope



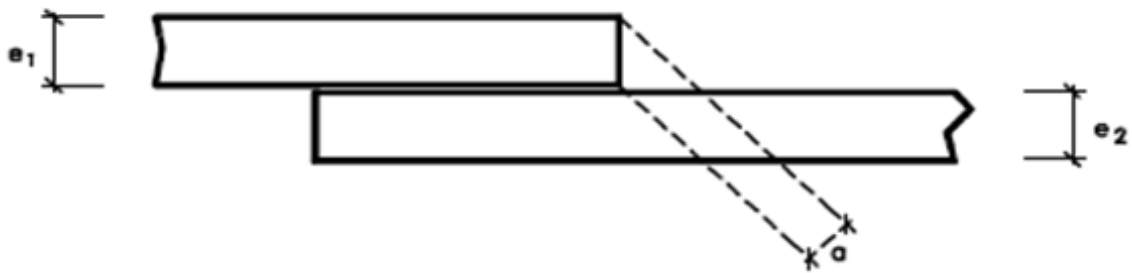
⁵¹Fig. 39 4.3.1.1 Soldadura a tope.

⁵⁰ Fig. 4.3.1.1. tomada de http://elchapista.com/mig_mag_soldadura_por_hilo_continuo.html.

⁵¹ Fig. 4.3.4.1. tomada de http://elchapista.com/mig_mag_soldadura_por_hilo_continuo.html.

4.3.1.2 Soldaduras en ángulo

La garganta de una soldadura en ángulo que une dos perfiles de espesores e_1 y e_2 no debe sobrepasar el valor máximo de la Tabla 2, que corresponde al valor e_1 y no debe ser menor que el mínimo correspondiente al espesor e_2 , y siempre que este valor mínimo no sea mayor que el valor máximo para e_1 .



⁵²Fig. 40 4.3.1.2 Soldadura en ángulo

⁵² Fig. 4.3.4.2. tomada de http://elchapista.com/mig_mag_soldadura_por_hilo_continuo.html.

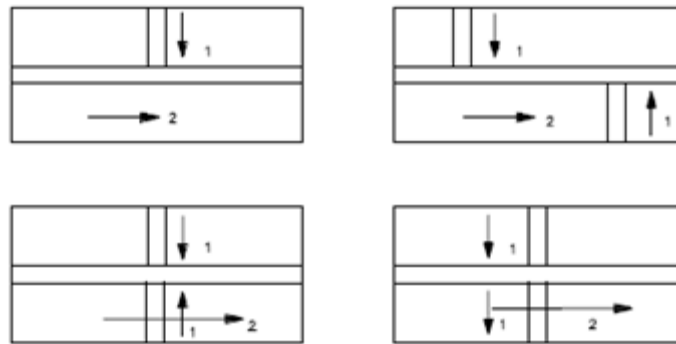
| TABLA 2 | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Valores límite de la garganta de una soldadura en ángulo en una unión de fuerza | | |
| Espesor de la pieza (mm) | Garganta a | |
| | Valor máximo (mm) | Valor mínimo (mm) |
| 4.0- 4.2 | 2.5 | 2.5 |
| 4.3- 4.9 | 3 | 2.5 |
| 5.0- 5.6 | 3.5 | 2.5 |
| 5.7- 6.3 | 4 | 2.5 |
| 6.4- 7.0 | 4.5 | 2.5 |
| 7.1- 7.7 | 5 | 3 |
| 7.8- 8.4 | 5.5 | 3 |
| 8.5- 9.1 | 6 | 3.5 |
| 9.2- 9.9 | 6.5 | 3.5 |
| 10.0-10.6 | 7 | 4 |
| 10.7-11.3 | 7.5 | 4 |
| 11.4-12.0 | 8 | 4 |
| 12.1-12.7 | 8.5 | 4.5 |
| 12.8-13.4 | 9 | 4.5 |
| 13.5-14.1 | 9.5 | 5 |
| 14.2-15.5 | 10 | 5 |
| 15.6-16.9 | 11 | 5.5 |
| 17.0-18.3 | 12 | 5.5 |
| 18.4-19.7 | 13 | 6 |
| 19.8-21.2 | 14 | 6 |
| 21.3-22.6 | 15 | 6.5 |
| 22.7-24.0 | 16 | 6.5 |
| 24.1-25.4 | 17 | 7 |
| 25.5-26.8 | 18 | 7 |
| 26.9-28.2 | 19 | 7.5 |
| 28.3-31.1 | 20 | 7.5 |
| 31.2-33.9 | 22 | 8 |
| 34.0-36.0 | 24 | 8 |

⁵³Tabla 2 valores límites de la garganta de una soldadura en ángulo en una unión de fuerza.

⁵³ Tabla 2 tomada de http://elchapista.com/mig_mag_soldadura_por_hilo_continuo.html.

4.3.1.3 Uniones planas con soldaduras cruzadas.

Se recomienda establecer en primer lugar las soldaduras transversales (figura 4.3.1.3).



⁵⁴Fig. 41 4.3.1.3 Uniones planas con soldaduras cruzadas

4.3.1.4 Uniones en ángulo con soldaduras cruzadas

Cuando sólo son dos los cordones que se cruzan (figura 4.3.4.4) debe seguirse la Disposición a), ya que aunque parece que la disposición b) evita las tracciones biaxiales.

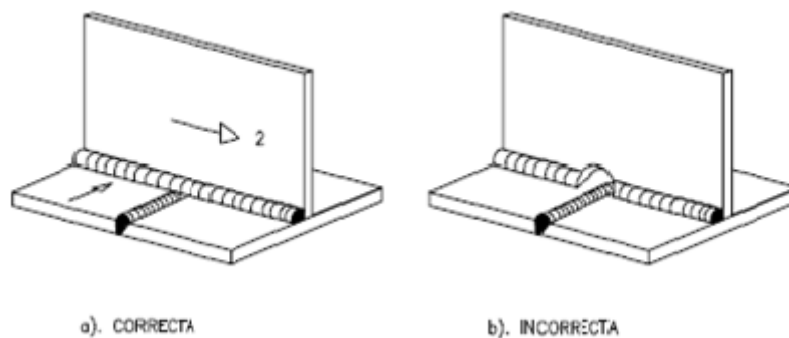


Fig. 42 4.3.1.4 Uniones en ángulo con soldaduras cruzadas

Cuando se trata de tres cordones (figura 4.3.1.5), el efecto de tracción triaxial y su consecuente peligro de rotura frágil recomienda que se utilice la configuración a),

⁵⁴ Figs. 4.3.4.3. y 4.3.4.4. tomadas de http://elchapista.com/mig_mag_soldadura_por_hilo_continuo.html.

en lugar de la b), a pesar del ⁵⁵**efecto de entalla**, aunque la mejor solución es evitar la Concurrencia de tres cordones en un punto.

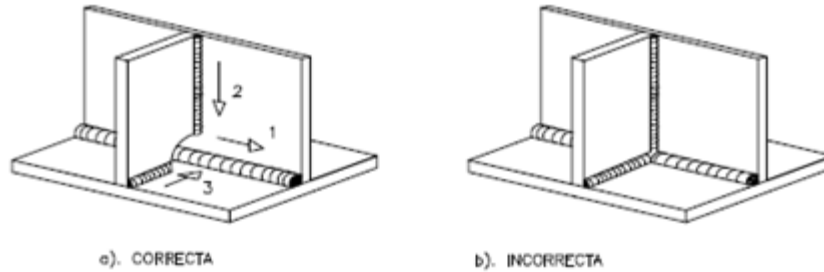


Fig. 43 4.3.1.5 Uniones en ángulo con soldaduras cruzadas con tres cordones

⁵⁵consiste en practicar una incisión o cualquier daño al material para concentrar las tensiones e iniciar voluntariamente el mecanismo de propagación de la grieta, es decir a partir de ese sector se propagará la falla.

Fig 4.3.4.5. tomada de http://elchapista.com/mig_mag_soldadura_por_hilo_continuo.html.

4.3.2. Puntos de fusión de los materiales

⁵⁶Cuadro 4.3.5.

| Elemento | Simb. | # | Punto de fusión | |
|-----------------|--------------|----------|------------------------|-----------|
| Helio | He | 2 | 0.95K | -272.2°C |
| Hidrógeno | H | 1 | 13.81K | -259.34°C |
| Neón | Ne | 10 | 24.56K | -248.59°C |
| Flúor | F | 9 | 53.53K | -219.62°C |
| Oxígeno | O | 8 | 54.85K | -218.3°C |
| Nitrógeno | N | 7 | 63.25K | -209.9°C |
| Argônio | Ar | 18 | 83.8K | -189.35°C |
| Criptón | Kr | 36 | 115.77K | -157.38°C |
| Xenón | Xe | 54 | 161.36K | -111.79°C |
| Cloro | Cl | 17 | 171.65K | -101.5°C |
| Radón | Rn | 86 | 202.15K | -71.8°C |
| Mercurio | Hg | 80 | 234.32K | -38.83°C |
| Bromo | Br | 35 | 265.95K | -7.2°C |
| Francio | Fr | 87 | 300.15 | 27°C |
| Cesio | Cs | 55 | 301.65K | 28.5°C |
| Galio | Ga | 31 | 302.91K | 29.76°C |

⁵⁶ Cuadro 4.3.5. obtenido de www.materiales/fusion%20materiales.es

| | | | | |
|------------------|-----------|-----------|----------------|-----------------|
| Yodo | I | 53 | 386.85K | 113.7°C |
| Azufre | S | 16 | 392.75K | 119.60°C |
| Indio | In | 49 | 429.75K | 156.6°C |
| Litio | Li | 3 | 453.65K | 180.5°C |
| Selenio | Se | 34 | 493.65K | 220.5°C |
| Estaño | Sn | 50 | 505.08K | 231.93°C |
| Polonio | Po | 84 | 527.15K | 254°C |
| Bismuto | Bi | 83 | 544.45K | 271.3°C |
| Astato | At | 85 | 575.15K | 302°C |
| Talio | Tl | 81 | 577.15K | 304°C |
| Cadmio | Cd | 48 | 594.22K | 321.07°C |
| Plomo | Pb | 82 | 600.61K | 327.46°C |
| Zinc | Zn | 30 | 692.73K | 419.58°C |
| Teluro | Te | 52 | 722.66K | 449.51°C |
| Antimonio | Sb | 51 | 903.78K | 630.63°C |
| Neptunio | Np | 93 | 910.15K | 637°C |
| Plutonio | Pu | 94 | 912.55K | 639.4°C |

Cuadro 4.3.5. obtenido de materiales/fusion/materiales.es

CAPITULO 5

CALCULOS DEL MOTOR

Datos Motor:

$$\text{Carrera (C)} = 5.4\text{cm}$$

$$\text{Diámetro: (D)} = 5.4 \text{ cm}$$

Volumen de la Cámara de Combustión

$$V_c = 12\text{cm}^3$$

5.1. Cilindrada

$$\begin{aligned} &= \frac{\pi \times \pi}{4} \\ &= \frac{\pi \times 5.4 \times \pi \times 5.4}{4} \\ V &= 123.67 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

5.2 Relación de Compresión

$$\begin{aligned} &= \frac{V_c + V}{V_c} \\ &= \frac{123.67 + 12}{12} \\ &= 11.31:1 \end{aligned}$$

5.3. Área del Cilindro

$$\begin{aligned} &= \\ &= \pi \times 27 \\ &= 2290,23 \end{aligned}$$

5.4. Potencia del Motor

Especificaciones Técnicas del Motor a 17000 Rpm

$$P_o = 14\text{Cv}$$

$$1\text{Cv} = \text{—}$$

$$P_0 = \text{—————}$$

5.5. Trabajo del Motor

$$\begin{aligned} &= \text{—} \times \\ &= 1050 \text{—} \times 0,1\text{s} \\ &W=105\text{Kgm} \end{aligned}$$

5.6. Fuerza Motor

$$\begin{aligned} &= \text{—} \\ &= \frac{105}{0.054} \\ &= 1944,44 \end{aligned}$$

5.7. Velocidad del pistón

$$\begin{aligned} &= \frac{\times}{30000} \\ &= \frac{54 \times 17000}{30000} \\ &= 30,6\text{m/s} \end{aligned}$$

5.8. Velocidad del Cilindro

$$\begin{aligned} &= \frac{\times}{30} \\ &= \frac{0,054 \times 17000}{30} \\ &= 30,6 \text{ /} \end{aligned}$$

CAPITULO 6

6.1 AERODINÁMICA AUTOMOTRIZ

Cuando un auto se encuentra en movimiento, constantemente está expuesto a diferentes fuerzas que resultan del desplazamiento del mismo a través de la fricción sobre el suelo y de un gas que es el aire. Para el estudio la fuerza resultante se puede descomponer en Fuerzas Frontales (Resistencia al Avance también denominadas F_x), Fuerzas Laterales (F_y) y Fuerzas Verticales (F_z) éstas podrán ser ascendentes o descendentes (“lift” y “downforce” respectivamente), las fuerzas principales son las (F_x) y la (F_z). Desde mediados del siglo pasado los fabricantes han logrado varias mejoras aprovechando estas fuerzas, sin embargo, hay mucha diferencia entre los vehículos que usamos a diario comparándolos con un vehículo de carreras.

La resistencia al avance dependerá del Coeficiente de Resistencia (C_x) producto del diseño del vehículo, el área frontal (Vista de frente del vehículo) y la velocidad que afecta esta resistencia de forma exponencial esto significa que a mayor velocidad mucho mayor será la fuerza que se opone al avance. Se deberá tomar en cuenta realizar mejoras que ayuden a reducir la resistencia al avance y nos permitan aprovechar la potencia del motor, pudiendo alcanzar velocidades más elevadas y consumo de combustible óptimo.

En las competencias se incrementa la resistencia al avance por lograr fuerzas descendentes que presionen al vehículo contra el pavimento, esto se logra mediante el diseño de la carrocería tomando en cuenta su respectivo coeficiente (C_z); sin embargo se puede alterar o modificar más “fácilmente” gracias a los alerones denominados también “spoilers”.

El Down force también es exponencial a la velocidad, lo cual es muy conveniente en carreras ya que aumenta la adhesión al pavimento a altas velocidades, sin embargo, la incorporación de alerones influye negativamente sobre la resistencia al avance.

Los efectos se estudian en "Túneles de Viento", llamados así por semejar las condiciones a las que el vehículo se somete, pero en forma estática.

6.2 BENEFICIOS:

Menor consumo de combustible.

Aumento de la estabilidad ya que los alerones aumentan el área frontal del vehículo.

Reduce el esfuerzo innecesario del motor.

Aumenta la eficiencia de enfriamiento del sistema: del motor; transmisión automática, dirección hidráulica y alternador.

Disipa el calor con mayor facilidad de discos y/o tambores de frenos.

Reduce esfuerzos innecesarios de la suspensión sobre los resortes.

Evita el desgaste de neumáticos ya que no simula un efecto de sobrecarga a alta velocidad.

Elimina el ruido del viento que se produce cuando el aire choca con el vehículo.

6.3 ESTUDIO AERODINÁMICO DEL VEHICULO A CONSTRUIRSE.

El vehículo tipo Go kart cuyo diseño ha sido detallado en el presente documento puede o no incluir un alerón trasero que permite un mejor agarre a la superficie de rodadura, la colocación del mismo dependerá del análisis aerodinámico del vehículo ante un flujo de aire equivalente al movimiento del vehículo a velocidad máxima.

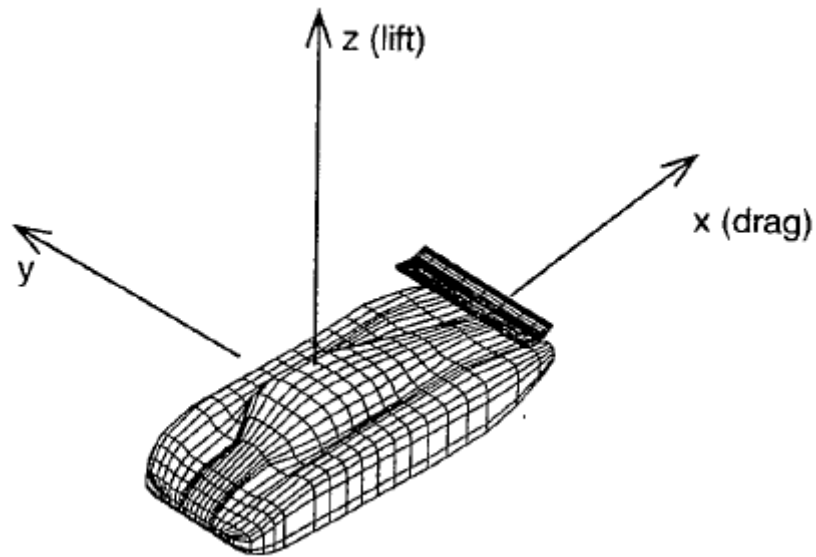


Fig. 44 6. 2. Direcciones de las fuerzas aerodinámicas generadas por un sólido en movimiento a través de un fluido circundante.

Básicamente en el movimiento de un vehículo en el interior de un fluido, en este caso el aire (con condiciones atmosféricas de Quito), se deben analizar dos componentes de la fuerza de interacción entre las partes, el arrastre (Drag, x) y el levante (Lift, z) que son componentes ortogonales de la fuerza de interacción entre el cuerpo y el gas, como se observa en la Figura No. 1. El Drag (arrastre) o resistencia representa la fuerza que se vencerá para movilizar al vehículo a una determinada velocidad, ésta depende de la velocidad relativa, la densidad del gas circundante y el coeficiente de arrastre, propio de la geometría del vehículo, esto se observa en la ilustración No. 2, adelante en el texto. Hay que tomar en cuenta que la velocidad tiene un exponente cuadrado, lo que significa que el vehículo al avanzar con una velocidad relativa mayor, aumenta la fuerza de arrastre y por lo tanto se necesita mayor potencia del motor para seguir adelante, de igual manera al aumentar el área que se enfrenta al flujo del aire, la fuerza del drag crece. Análisis similar merece la ecuación del lift en el cual si se tiene una mayor velocidad y área el levante crece.

$$D = \frac{1}{2} C_D \rho V^2 A$$

Donde:

ρ : Densidad del gas circundante

V : Velocidad relativa entre la velocidad del viento y la del vehículo

A : Área transversal equivalente (Mayor área transversal al flujo del gas circundante)

C_D : Coeficiente de arrastre (Adimensional)

Fig. 45 2. Ecuación del arrastre o Drag (D) del vehículo al circular a través de un fluido

$$L = \frac{1}{2} C_L \rho V^2 A$$

Donde:

ρ : Densidad del gas circundante

V : Velocidad relativa entre la velocidad del viento y la del vehículo

A : Área transversal equivalente (Mayor área transversal al flujo del gas circundante)

C_L : Coeficiente de levante (Adimensional)

Fig. 46 3. Ecuación del arrastre o Drag (D) del vehículo al circular a través de un fluido

Los procesos generales implicados en el proceso de diseño de vehículos de competencia es determinar para una determinada velocidad de competencia modificando el área y la forma del vehículo para favorecer y disminuir el drag y favorecer el lift, en el primer caso se tratara de mantener la menor área transversal posible, mejorando el lift y de esta manera tendremos una mejor conducción al obtener mayor agarre al asfalto, el lift en la parte posterior se planea modificarlo utilizando un alerón trasero, se utiliza un perfil NACA de bajo drag para éste ya que ha sido probada su efectividad en el mundo de la aviación y el automovilismo, además por su sencillez en el análisis aerodinámico, se puede mencionar que el vehículo deberá estar lo más cercano a la calzada para mejorar la relación del vehículo con la capa límite, esto también se tomará en cuenta en los análisis. La premisa para la determinación de la altura del alerón con respecto

al nivel del suelo es que a mayor altura se reduce la efectividad de este, es decir la fuerza en el eje negativo de las Y disminuye.

- **PLAN DE ANÁLISIS**

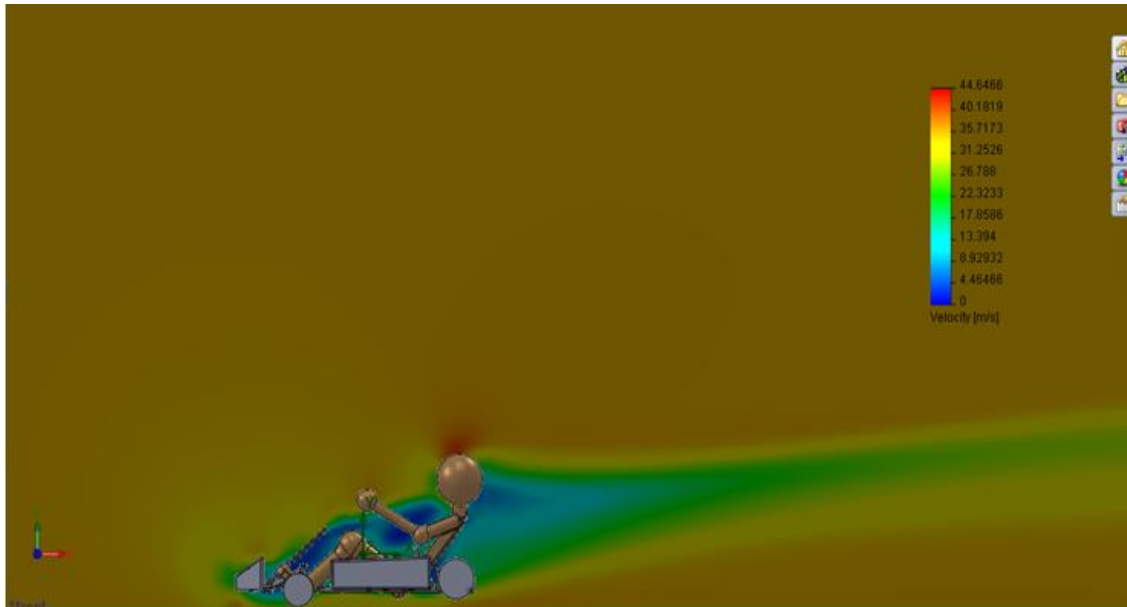
Se analiza el vehículo sin piloto, posteriormente con piloto, accesorios aerodinámicos, neumáticos y finalmente el mismo parámetro incluyendo el alerón, en la última fase se realizan pruebas para determinar cual es la posición del alerón y su efectividad en el modelo del kart actual.

- **RESULTADOS DEL ANALISIS**

Se realizó el estudio aerodinámico colocando los elementos del vehículo y con la velocidad máxima, utilizando las condiciones atmosféricas de la ciudad de Quito.

La decisión de la posición para colocar el alerón se tomó observando la altura en la que el flujo de aire tiene mayor velocidad, lo que optimizara el efecto de levante sobre el elemento.

Se observa a continuación la velocidad en el plano medio que corta al vehículo longitudinalmente, en donde se identifican las secciones de mayor velocidad.



⁵⁷Fig. 47 1. Distribución de la velocidad en un plano que corta el vehículo a lo largo de la dirección longitudinal. Se observa con color azul las velocidades mínimas, casi nulas, de color verde las intermedias y anaranjadas y rojas las máximas(velocidad relativa entre el vehículo y flujo de aire)

A partir del análisis aerodinámico se concluye que el alerón se colocará a la altura de 220mm, en donde se optimizará el levante en el perfil aerodinámico.

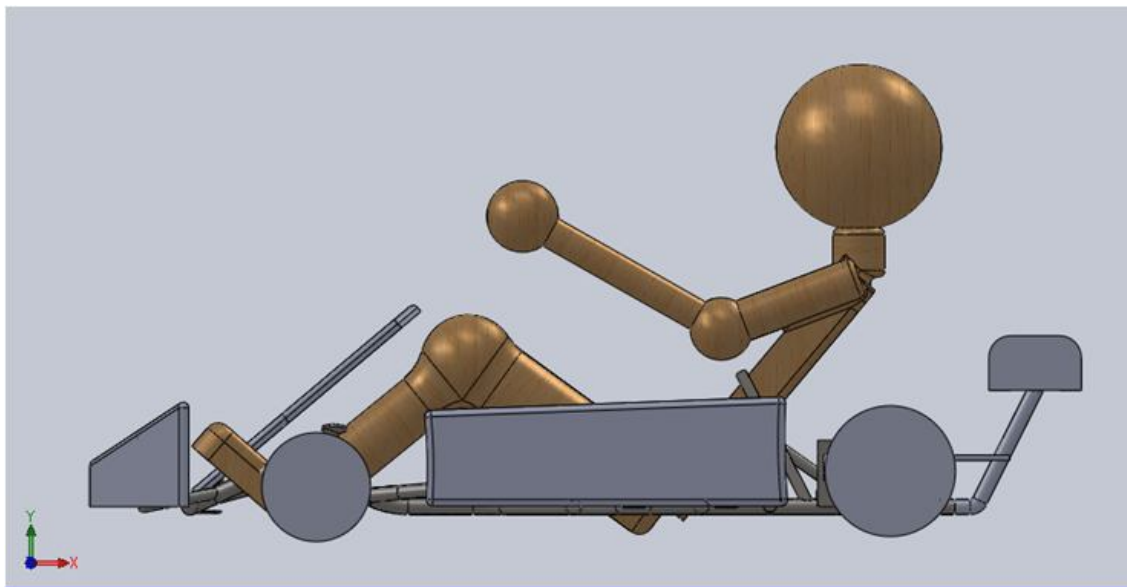
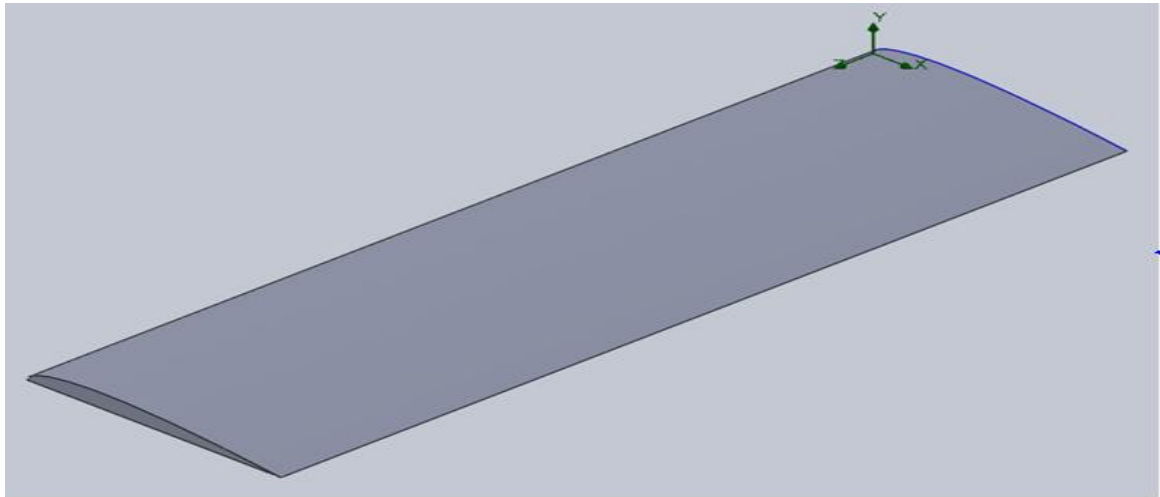


Fig. 48 2. Vista lateral del kart ilustrando la posición del alerón trasero.

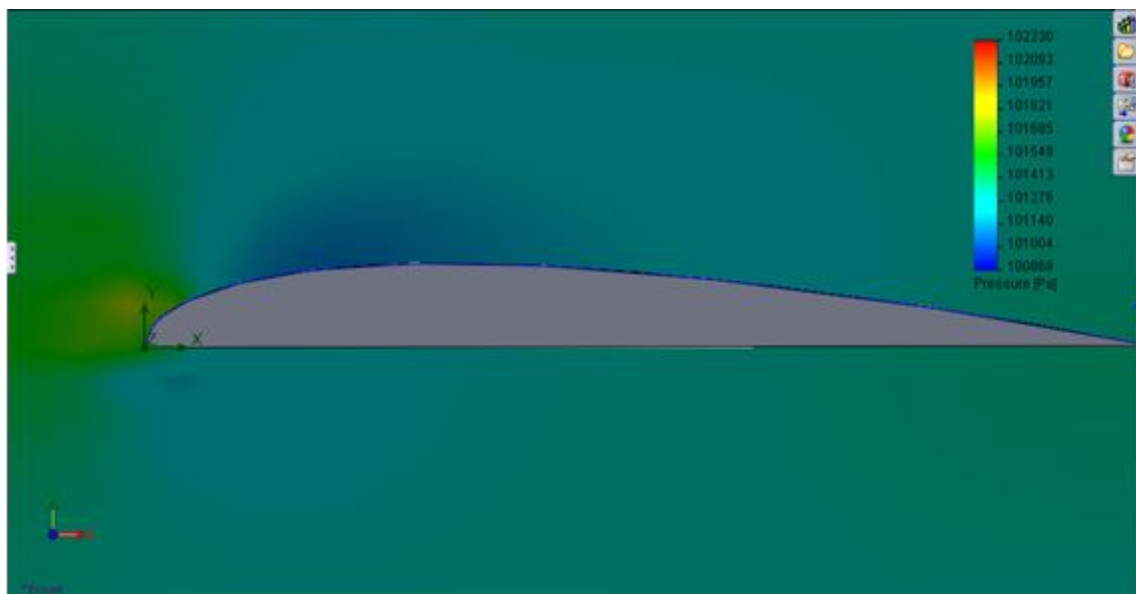
En este punto se conoce la posición del alerón; ahora se va a seleccionar el perfil aerodinámico que presente las mejores prestaciones para el vehículo.

⁵⁷ Fig. 1 y 2 tomadas de SOLID WORKS.

El análisis se lo realizó con un flujo de aire a condiciones atmosféricas de Quito, con velocidad máxima de competencia y comparados los valores de arrastre y levante que presenten. Son 5 perfiles NACA ampliamente utilizados 06, 10, 16, 20, 24. La longitud principal de cada perfil es 150 mm y el ancho del perfil es de 500 mm.



⁵⁸ Fig. 49 3. Modelo de un perfil NACA 16 a ser analizado



⁵⁹ Fig. 50 4 distribución de presión de un plano transversal al perfil NACA 16 se observa la porción color azul donde se crea el levante en el perfil

⁵⁸ Fig. 3 y 4 tomadas de SOLID WORKS.

⁵⁹ Tabla 1 y Fig. 5 extraídas de SOLID WORKS

Los resultados del análisis aerodinámico se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 1. Resumen de los resultados obtenidos de los análisis aerodinámicos de los perfiles NACA candidatos.

| <u>Perfil</u> | <u>Arrastre D, (N)</u> | <u>Levante L, (N)</u> | <u>Razón (L/D)</u> |
|----------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|
| <u>NACA 6</u> | <u>0.27</u> | <u>0.36</u> | <u>1.35</u> |
| <u>NACA 10</u> | <u>1.09</u> | <u>2.16</u> | <u>1.98</u> |
| <u>NACA 16</u> | <u>2.22</u> | <u>3.91</u> | <u>1.76</u> |
| <u>NACA 20</u> | <u>3.04</u> | <u>5.20</u> | <u>1.71</u> |
| <u>NACA 24</u> | <u>3.94</u> | <u>7.04</u> | <u>1.79</u> |

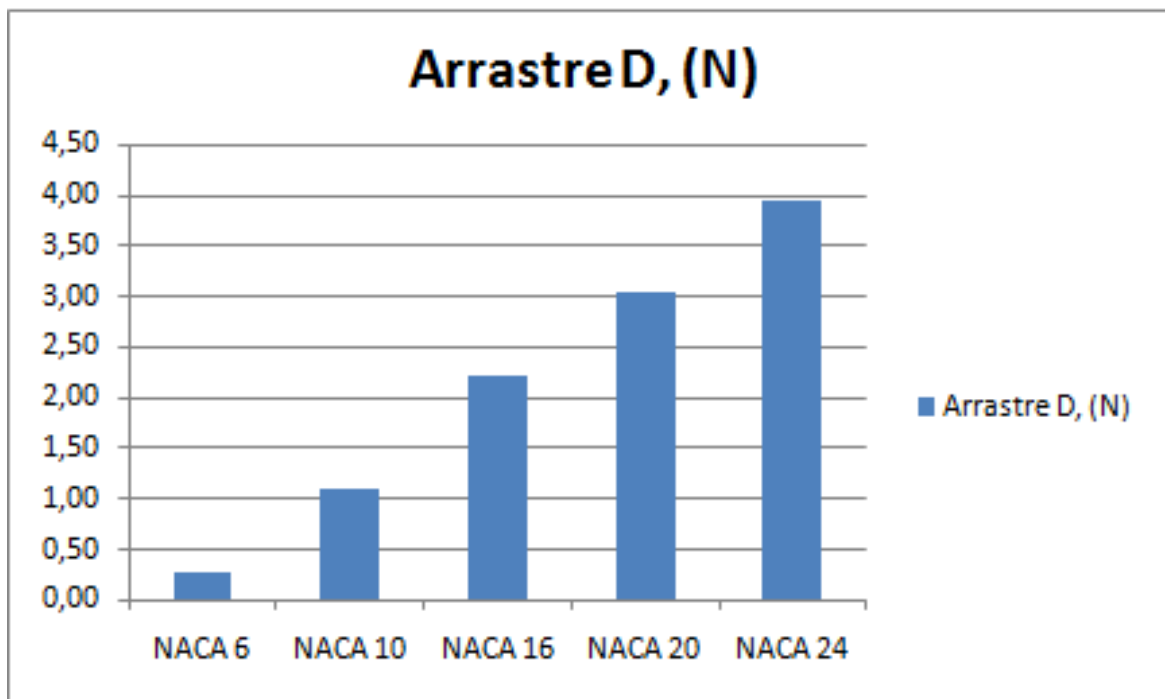
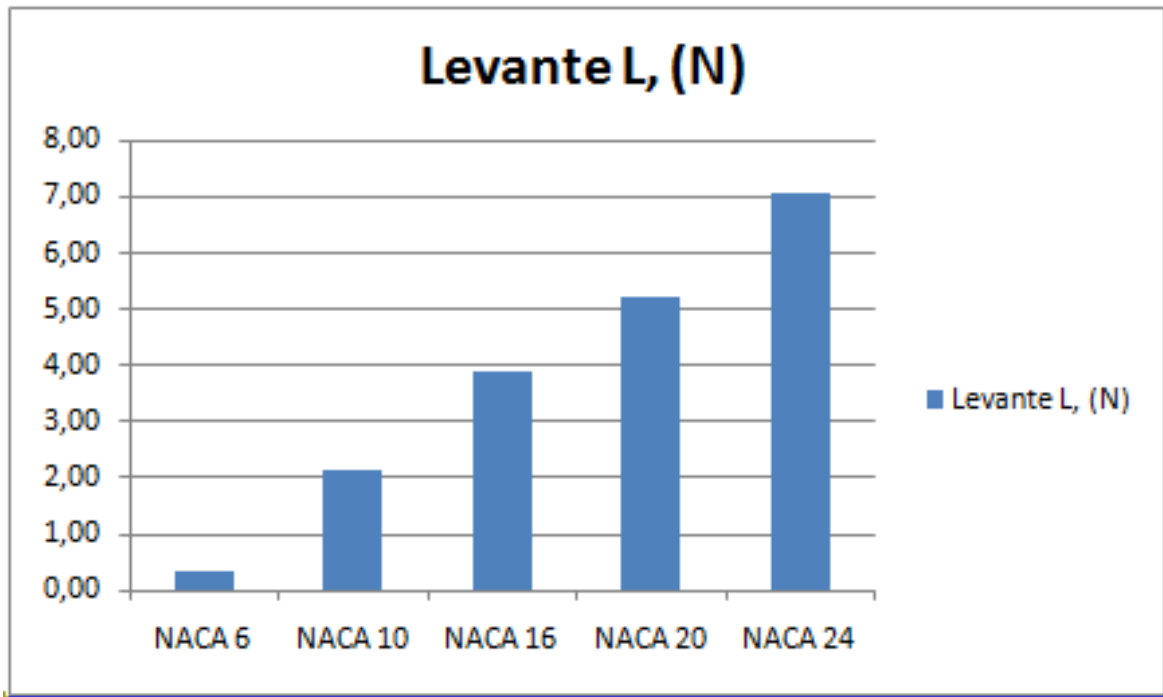


Fig. 51 5 diagrama comparativo del arrastre en los distintos perfiles aerodinámicos candidatos



⁶⁰ Fig. 52 6 diagrama comparativo del levante presentado en los distintos perfiles aerodinámicos candidatos

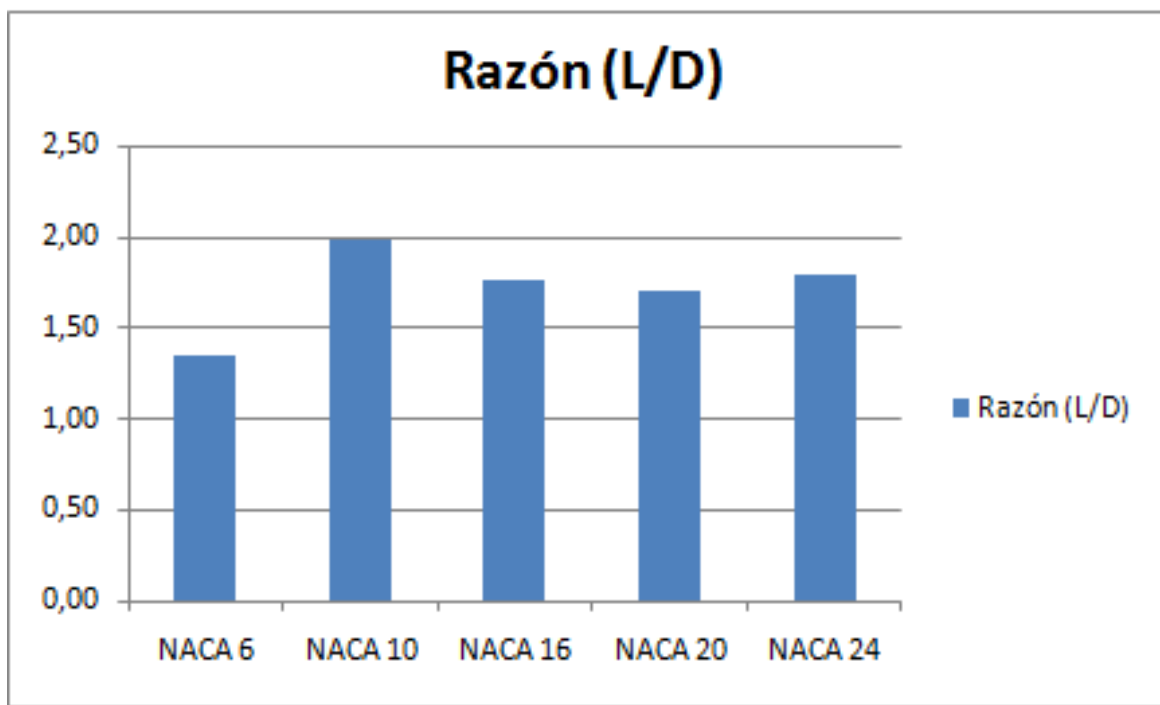
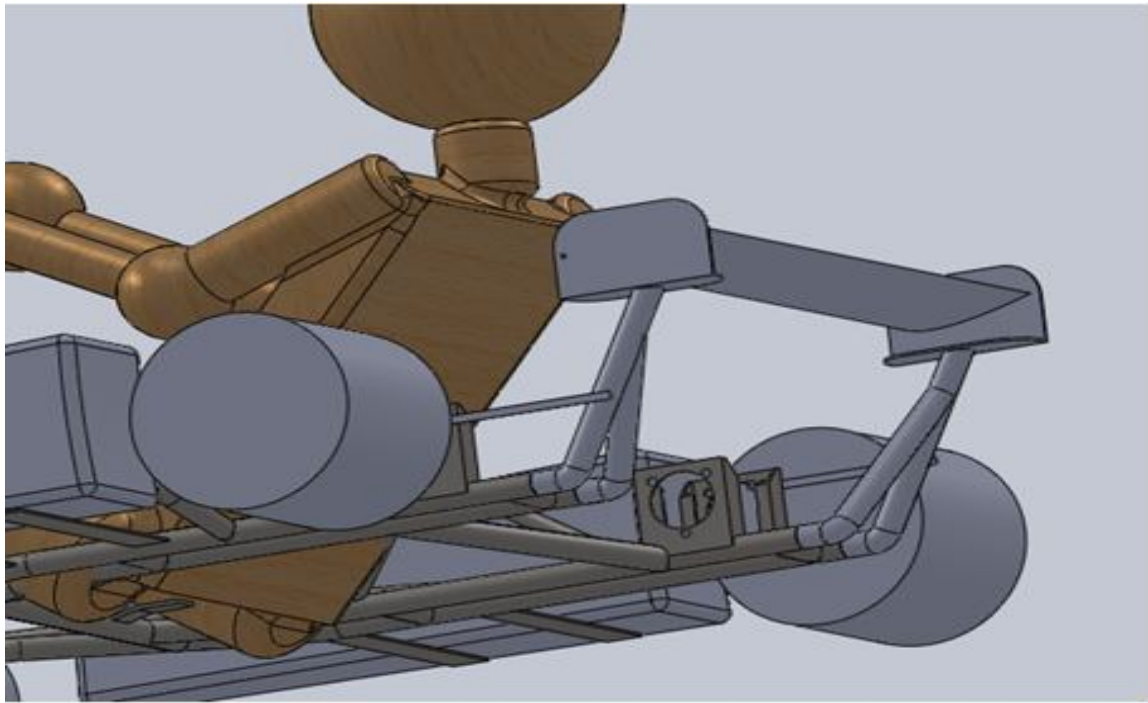


Fig. 53 7 diagrama comparativo de la razón levante/arrastre presentado en los diferentes perfiles aerodinámicos candidatos

⁶⁰ Fig. 6 y 7 tomadas de SOLID WORKS

A partir del estudio anterior se puede concluir que el perfil con la mejor relación entre levante y arrastre es el NACA 10 sin embargo por los valores de levante elevados que se obtienen con el perfil NACA 24 se lo escoge como perfil para la aplicación en el vehículo go kart en cuestión.

Finalmente el modelo ED se ensambla obteniendo un vehículo con mayor agarre en la sección trasera, producto del levante producido en un perfil aerodinámico invertido que fluye el aire a través del circundante



⁶¹ Fig. 54 8. Alerón trasero del vehículo tipo Go kart

6.4

Fig. 55 1. Trayectorias del flujo de aire a través del protector frontal del vehículo tipo kart.

geometría Fig. 56 2. Spoiler delantero del vehículo tipo kart. Fig. 57 3. Estudio de trayectorias del flujo de aire sobre el spoiler del vehículo tipo kart.

Fig. 4. Distribución de presión alrededor del spoiler (corte transversal)

7.1

⁶¹ Fig. 8 extraída del análisis en SOLID WORKS.

Fig. 58 7 Campo magnético.²³⁴ .. **5 6**⁶²Fig. 59 7.5 Ruptor

8.1

Fig. 60 1. Dobladora de Tubo**Fig. 61 2 Tubo Doblado partes laterales**

Fig. 62 3 Proceso de reforzamiento chasis Go KartFig. 63 4 modificación partes laterales Fig. 64
5 modificación delantera

Fig. 65 6 reforzamiento con suelda MIGFig. 66 7

Fig. 67 8 Construcción de AlerónFig. 68 9 Alerón concluido

Fig. 69 10 Colocación del empaque en sistema de escapeFig. 70 11 Soldadura de la platina en
sistema de escape

2Fig. 71 13 Limpieza Motor- Pernos

Fig. 72 14 limpieza integralFig. 73 15 Cambio de bujía **Tabla.8.1**

Fig. 74 16 Sistema de Trasmisión

Fig. 75 17 Ensamblaje Sistema trasero

Fig. 76 18 Ajuste Prisoneros sistema trasmisiónFig. 77 19 Acoplamiento Rulimanes.Fig.

78 20 Reajuste total con el torquímetro**Tabla 8.2**

Fig. 79 21 Ensamblaje ruedas delanteras

Tabla 8.3Fig. 80 22 Construcción del Sistema de Dirección**Tabla 8.4**

Fig. 81 23 Ensamblaje tanque combustible**Tabla 8.5**

⁶²Gráficos tomados wikipedia.com

Fig. 82 24 Ensamblaje del motor **Tabla 8.6**

Fig. 83 25 Montaje del sistema de frenos Fig. 84 26 Asiento

8.8

Fig. 85 27 Construcción de Carrocería **Capítulo 7**

SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico del GO Kart se basa específicamente en la forma de encendido.

El sistema de encendido se basa esencialmente en el magnetismo que es una forma de fuerza dada por el movimiento orbital de los electrones alrededor del núcleo. Cada electrón crea un campo magnético débil, que al unirse con otros obtiene un campo Magnético intenso.

El magnetismo es una fuerza no visible, sin embargo se pueden observar sus efectos en otros materiales.

La corriente es producida cuando el campo magnético creado por un Imán fijo, inductor, atraviesa la corriente inducida en esta bobina giratoria, que es en un principio corriente alterna, se transforma en continua mediante el trabajo de un conmutador giratorio llamado ruptor, adherente con el inducido, que permite la corriente llegar a la bujía y salte la chispa.

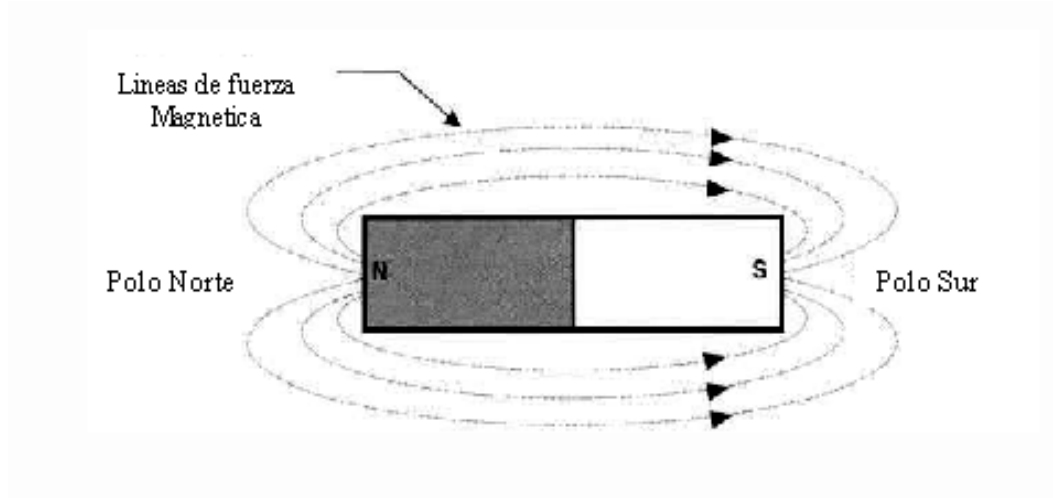
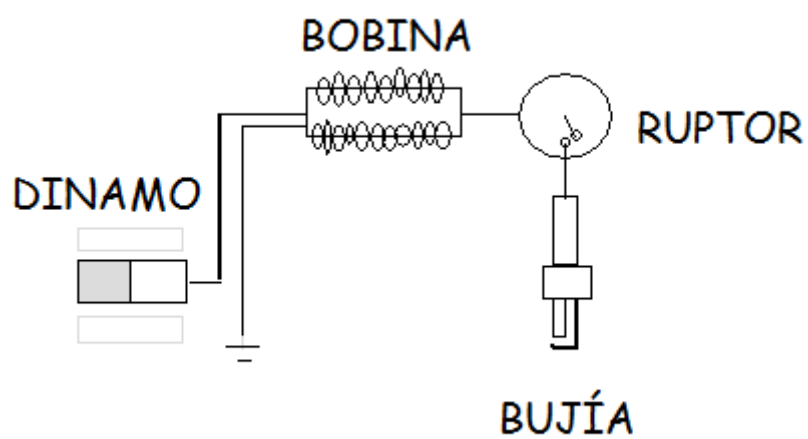


Fig. 7 Campo magnético.

7.1 Diseño.



7.1 Diagrama de encendido.



7.2 Cargas

El voltaje de la bujía va desde los 12000 voltios hasta los 20000 voltios el sistema que alimenta la bujía esta basado por medio de un solenoide el cual se encarga de enviar la corriente a la bujía la generación de energía se basa por medio de platinos magnetizados dentro de una bobina, el movimiento del auto permite que se autoalimente el sistema.

7.3 Comprobaciones

**Verificar el estado de las bujías, comprobar que el electrodo este calibrado
Revisar los cables del sistema es posible que existan perdidas de corriente por cables sueltos o pelados, o que no estén haciendo un buen contacto
Revisar el estado de la bobina, los platinos, el rotor.
Verificar el solenoide arranque q este en buen estado y que su funcionamiento sea optimo.**

7.4 Instalación

El sistema eléctrico se lo instala directamente desde las ruedas se coloca un dinamo esta corriente se envía a la bobina y a un solenoide el cual esvia la corriente a la bujía

7.5 Sistema de Distribución

Se da a través de un ruptor el cual abre y cierra el circuito según la revoluciones del motor permitiendo de esta manera generar los momentos de chispa en la bujía.

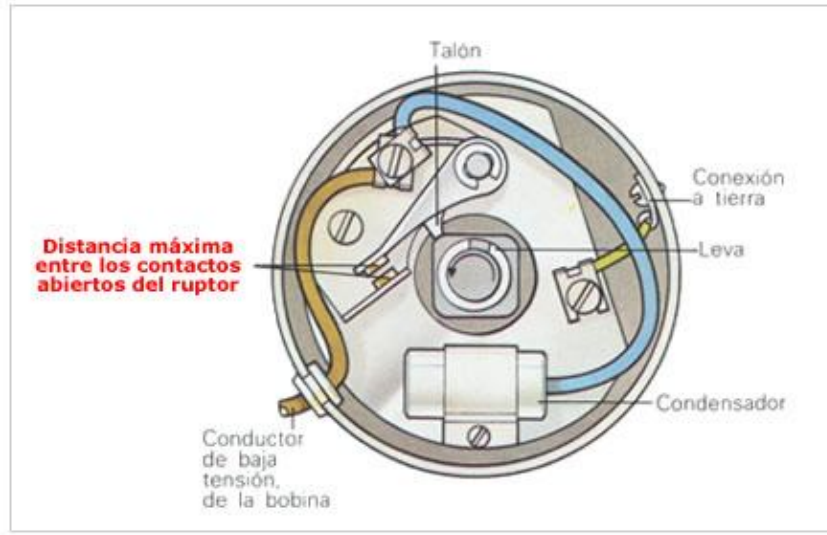


Fig. 7.5 Ruptor

CAPITULO 8

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

- 1.
- 2.
- 3.

4.

1.

2.

3.

4.

5.

NEUMÁTICOS

Los neumáticos son los responsables de transmitir la potencia del motor y la eficacia de los frenos sobre cualquier superficie que estemos rodando, por ello es importante que las prestaciones, eficacia y el rendimiento de estos sea óptimo ya que de ellos depende una parte muy importante a la hora de sacar mayor partido a nuestro kart, deben poseer cualidad elásticas adecuadas y deben ser los correctos para diferentes situaciones de pista.

8.1. NEUMATICOS DEL KART.

En nuestro go kart utilizaremos neumático para pista marca MG

MG Pneus es una compañía brasileña, líder en la fabricación de neumáticos para karts, MG posee los estándares de calidad elevados, ha conseguido niveles óptimos de rendimiento y una relación muy buena entre el costo y el beneficio .

La versatilidad de la línea de neumáticos MG no se limita a los productos estándar ofrecidos por la empresa, sino también a neumáticos con características especiales producidos para atender segmentos diferenciados.

8.1.1. MATERIALES DE FABRICACIÓN.

El material de fabricación de las llantas influye en la temperatura alcanzada por el neumático con el transcurso de las vueltas. El magnesio tiene una porosidad mayor que el aluminio y tiene una tolerancia superior al calor, manteniendo la temperatura de los neumáticos más constante. Podemos apreciar beneficios de las llantas de aluminio como el aumento de la presión interna en carrera ya que este material facilita un aumento de la temperatura, estos factores se deben tomar en cuenta en la fase de llenado de los neumáticos.

El uso de tornillos de seguridad en las llantas - obligatorio en las competencias internacionales - es muy conveniente cuando se usan presiones inferiores a 13 PSI.

Estos tornillos ejercen una función anti - destalonamiento, y son muy indicados sobre todo en circuitos con curvas a alta velocidad y donde el asfalto tiene mucha goma. La variación de la geometría y dimensiones de las llantas influye directamente también en el rendimiento de los neumáticos.

8.1.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES DEL NEUMÁTICO

Una amplia gama de compuestos químicos, como el caucho natural, SBR (caucho de butadieno estireno), y caucho butadieno, se puede encontrar en el caucho de los neumáticos de los vehículos. El análisis químico del material del neumático también ha revelado que los metales como Zn, Fe y Ca pueden estar presentes en diferentes concentraciones. Una gran variedad de otras sustancias químicas

también se agregan a los neumáticos de caucho: agentes de vulcanización, aceleradores, retardadores, pigmentos, cargas, agentes de refuerzo, suavizantes, anti oxidantes, anti antiozonantes y desecantes. Algunos resultados de experimentos llevados a cabo para determinar la especificación química del material del neumático se muestran a continuación.

8.1.3. TEMPERATURA DE NEUMATICOS

BIBLIOGRAFIA:

1. <http://fazermotos.com.ar/Mecanica-General/Embragemoto/emb.jpg>.
2. http://elchapista.com/mig_mag_soldadura_por_hilo_continuo.html.
3. www.atikoestudio.com/.../materiales/index.htm
4. www.gmpneus.com
5. Ashby, M.; Materials selection in Mechanical Design; 2nd ed.; Butterworth-Heinemann; USA; 1999
6. Costin, M.; Racing and Sports car: Chassis design; 2nd ed.; B. T. Batsford; UK; 1966
7. Katz, J.; Race Car Aerodynamics: Designing for speed; s/ed.; Bentley Publishers; USA; 1995
8. Kurowski, P.; Engineering Analysis with Solidworks Simulation 2009; s/ed.; SDC Publications; USA; 2009
9. Washington, R.; Karting; s/ed.; Lerner Publications; USA; 1980
10. <http://www.novacero.com/>
[http://www.novacero.com/\(http://www.novacero.com/ws/novacero/novacero.nsf/paginasc/8DB24C9F5D2830B9052571B20059F4CE?OpenDocument](http://www.novacero.com/(http://www.novacero.com/ws/novacero/novacero.nsf/paginasc/8DB24C9F5D2830B9052571B20059F4CE?OpenDocument)

ANEXOS:



Análisis de esfuerzos: Alerón (Análisis
estático)

Autores: Sebastián Ramírez y Guillermo Zaruma

Institución: Universidad Internacional del Ecuador - Ingeniería
Automotriz

Nota:

No base sus decisiones de diseño únicamente en los datos presentados en este reporte. Use esta información conjuntamente con datos experimentales y la experiencia práctica. La realización de pruebas de campo son obligatorias para validar el diseño final. La simulación le ayuda a reducir sus tiempos de puesta en el mercado de los productos, más no a eliminar las pruebas de campo.

Tabla de contenidos

| | |
|---------------------------------|-----|
| Tabla de contenidos..... | 111 |
| Listado de ilustraciones | 111 |
| Descripción | 112 |
| Suposiciones | 112 |
| Información del modelo 3D | 112 |
| Propiedades del estudio | 112 |
| Unidades..... | 112 |
| Propiedades del material..... | 113 |
| Cargas y restricciones | 113 |
| Información del mallado | 114 |
| Fuerzas de reacción | 114 |
| Fuerzas del cuerpo libre | 114 |
| Resultados del estudio | 114 |
| Conclusión | 116 |

Listado de ilustraciones

| | |
|---|-----|
| Alerón1-Alerón 1-Stress-Stress1 | 115 |
| Alerón1-Alerón 1-Displacement-Displacement1 | 115 |
| Alerón1-Alerón 1-Strain-Strain1..... | 116 |

Descripción

Resume los resultados del Análisis de esfuerzos: Alerón 1 (Análisis estático). El cual sirve para determinar si el alerón es capaz de resistir las cargas de diseño planteadas. Se carga al modelo con los pesos de todos los componentes y accesorios.

Suposiciones

Se supone que el material es homogéneo e isotrópico y que las juntas soldadas no tienen imperfecciones o discontinuidades de material.

Información del modelo 3D

| Nombre del documento | Configuración | Camino del archivo | Fecha de modificación |
|----------------------|----------------|--|--------------------------|
| Alerón1 | Predeterminado | C:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Tesis\Kart\3D Model1\Alerón1.SLDPRT | Sat Oct 09 16:45:15 2010 |

Propiedades del estudio

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre del estudio | Alerón 1 |
| Tipo de análisis | Static |
| Tipo de mallado | Solid Mesh |
| Tipo de algoritmo de solución | FFEPlus |
| Efecto en plano | Off |
| Resorte suave | Off |
| Alivio de inercia | Off |
| Efecto térmico | Temperatura ingresada |
| Temperatura de deformación cero | 298.000000 |
| Unidades | Kelvin |
| Incluir efectos de la presión obtenidos de Flow Simulation® | Off |
| Fricción | Off |
| Ignorar tolerancias para contactos superficiales | Off |
| Utilizar método adaptativo | Off |

Unidades

| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades | SI |
| Longitud/Desplazamiento | m |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | rad/s |
| Esfuerzo/Presión | N/m ² |

Propiedades del material

| No. | Nombre del cuerpo | Material | Masa | Volumen |
|-----|-------------------|-----------|--------------|-----------------------------|
| 1 | Alerón1 | AISI 1020 | 2.08295 kg | 0.000263664 m ³ |
| 2 | Alerón1 | AISI 1020 | 0.0512833 kg | 6.49155e-006 m ³ |
| 3 | Alerón1 | AISI 1020 | 0.154488 kg | 1.95555e-005 m ³ |
| 4 | Alerón1 | AISI 1020 | 0.154488 kg | 1.95555e-005 m ³ |

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Nombre del material | [SW]AISI 1020 |
| Descripción: | |
| Fuente del material | |
| Tipo del modelo del material | Linealmente elástico, Isotrópico |
| Teoría de falla por defecto | Desconocida |
| Datos de aplicación | |

| Propiedad | Valor | Unidades | Tipo de valor |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|---------------|
| Módulo elástico | 2e+011 | N/m ² | Constante |
| Razón de Poisson | 0.29 | NA | Constante |
| Módulo a corte | 7.7e+010 | N/m ² | Constante |
| Densidad | 7900 | kg/m ³ | Constante |
| Resistencia a la tracción | 4.2051e+008 | N/m ² | Constante |
| Resistencia a la cendencia | 3.5157e+008 | N/m ² | Constante |
| Coefficiente de expansión térmica | 1.5e-005 | /Kelvin | Constante |
| Conductividad térmica | 47 | W/(m.K) | Constante |
| Calor específico | 420 | J/(kg.K) | Constante |

Cargas y restricciones

Fijos

| Nombre de la restricción | Conjunto de selecciones | Descripción |
|--------------------------|-------------------------|-------------|
| Fixture-1 <Alerón1> | on 3 Face(s) fixed. | |

Cargas

| Nombre | Conjunto de selecciones | Tipo de cargado | Descripción |
|--------------------------|--|--------------------|-------------|
| Force/Torque-1 <Alerón1> | en 1 Cara (s) fuerza normal de 50 usando distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Gravity-1 | Gravedad con respecto a Planta con aceleración - 9.81 m/s ² normal al plano de referencia | Cargado secuencial | |

Información del mallado

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Tipo de mallado | Mallado sólido |
| Mallador usado | Mallado basado en curvatura |
| Transición automática | Off |
| Superficie lisa | On |
| Chequeo Jacobiano | 4 Puntos |
| Tamaño del elemento | 0 mm |
| Tolerancia | 0 mm |
| Calidad | Alta |
| Número de elementos | 10364 |
| Número de nodos | 21073 |
| Tiempo tomado para mallado(hh:mm:ss): | 00:00:04 |
| Nombre de la PC | Casa1 |

Fuerzas de reacción

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|------------|---------|----------|------------|
| Cuerpo entero | N | -0.0473525 | 74.3244 | 0.223795 | 74.3247 |

Fuerzas del cuerpo libre

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Cuerpo entero | N | -0.000170012 | 0.000383729 | 0.000282869 | 0.000506129 |

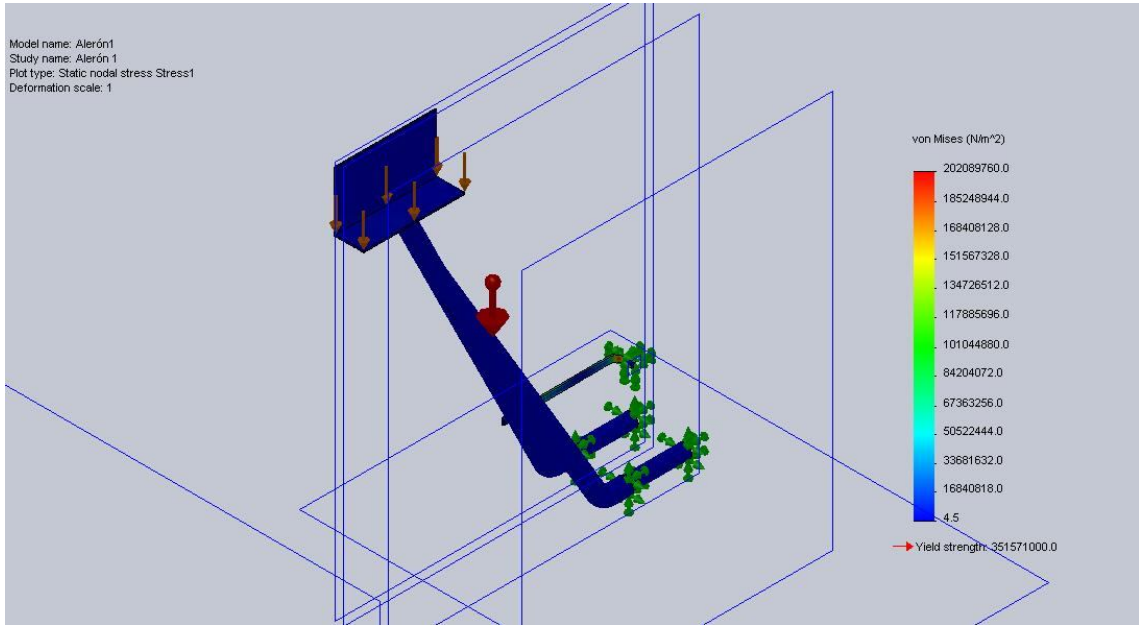
Momentos del cuerpo libre

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|-------|-------|-------|------------|
| Cuerpo entero | N-m | 0 | 0 | 0 | 1e-033 |

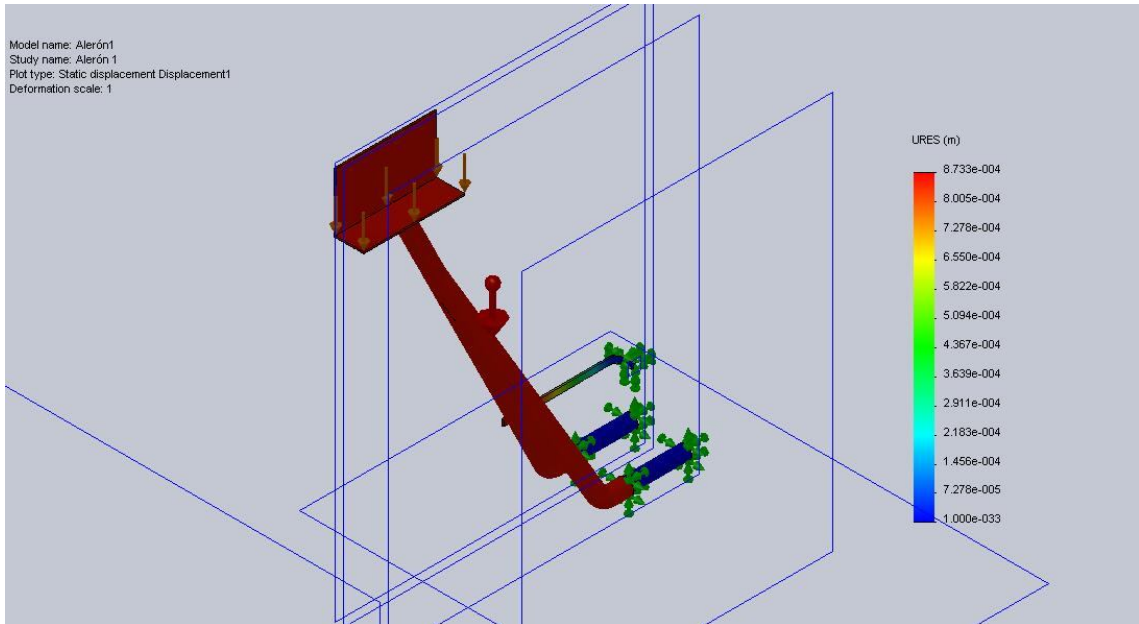
Resultados del estudio

Resultados por defecto

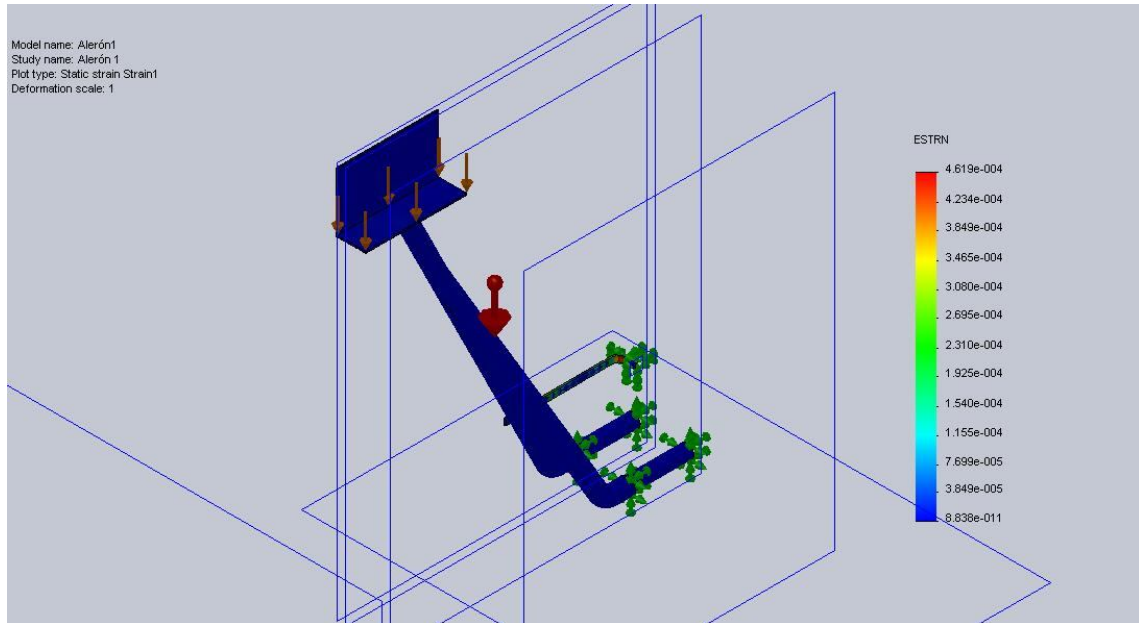
| Nombre | Tipo | Min | Localización | Max | Localización |
|---------------|------------------------------|---|---|---|--|
| Stress1 | VON: von Mises Stress | 4.48816 N/m ² Node: 18907 | (-150.902 mm, 0.577383 mm, -2.05726 mm) | 2.0209e+008 N/m ² Node: 17511 | (-241.207 mm, 89.995 mm, -88.6605 mm) |
| Displacement1 | URES: Resultant Displacement | 0 m Node: 17127 | (-236.207 mm, 95 mm, -93 mm) | 0.000873312 m Node: 8 | (-207.076 mm, 492.794 mm, 375.003 mm) |
| Strain1 | ESTRN: Equivalent Strain | 8.83787e-011 Element: 10064 | (-233.586 mm, 9.06996 mm, -65.3129 mm) | 0.000461935 Element: 8592 | (-239.739 mm, 93.7485 mm, -89.9377 mm) |



Alerón1-Alerón 1-Stress-Stress1



Alerón1-Alerón 1-Displacement-Displacement1



Alerón1-Alerón 1-Strain-Strain1

Conclusión

- El material propuesto para ser utilizado en la construcción del alerón del vehículo tipo kart puede resistir todos los esfuerzos provocados por las cargas debidas a las cargas aerodinámicas, además del peso propio de la estructura en un campo gravitacional de aceleración de -9.981 m/s^2 , con lo que se concluye que el alerón del vehículo es el adecuada para la aplicación de esta tesis.
- En los gráficos se observan que las zonas de mayor esfuerzo no alcanzan el valor de resistencia a la fluencia del material propuesto, por lo que se concluye que el material no sufrirá deformación plástica en el caso de someterse a las cargas propuestas en el estudio.



Análisis de esfuerzos: Alerón 2 (Análisis estático)

Autores: Sebastián Ramírez y Guillermo Zaruma

Institución: Universidad Internacional del Ecuador - Ingeniería Automotriz

Nota:

No base sus decisiones de diseño únicamente en los datos presentados en este reporte. Use esta información conjuntamente con datos experimentales y la experiencia práctica. La realización de pruebas de campo son obligatorias para validar el diseño final. La simulación le ayuda a reducir sus tiempos de puesta en el mercado de los productos, más no a eliminar las pruebas de campo.

Tabla de contenidos

| | |
|---------------------------------|-----|
| Tabla de contenidos..... | 111 |
| Listado de ilustraciones | 111 |
| Descripción | 112 |
| Suposiciones | 112 |
| Información del modelo 3D | 112 |
| Propiedades del estudio | 112 |
| Unidades..... | 112 |
| Propiedades del material..... | 113 |
| Cargas y restricciones | 113 |
| Información del mallado | 114 |
| Fuerzas de reacción | 114 |
| Fuerzas del cuerpo libre | 114 |
| Resultados del estudio | 114 |
| Conclusión | 116 |

Listado de ilustraciones

| | |
|---|-----|
| Alerón1-Alerón 1-Stress-Stress1 | 115 |
| Alerón1-Alerón 1-Displacement-Displacement1 | 115 |
| Alerón1-Alerón 1-Strain-Strain1..... | 116 |

Descripción

Resume los resultados del Análisis de esfuerzos: Alerón 2 (Análisis estático). El cual sirve para determinar si el alerón es capaz de resistir las cargas de diseño planteadas. Se carga al modelo con los pesos de todos los componentes y accesorios.

Suposiciones

Se supone que el material es homogéneo e isotrópico y que las juntas soldadas no tienen imperfecciones o discontinuidades de material.

Información del modelo 3D

| Nombre del documento | Configuración | Camino del archivo | Fecha de modificación |
|----------------------|----------------|--|--------------------------|
| Alerón1 | Predeterminado | C:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Tesis\Kart\3D Model1\Alerón1.SLDPRT | Sat Oct 09 16:45:15 2010 |

Propiedades del estudio

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre del estudio | Alerón 1 |
| Tipo de análisis | Static |
| Tipo de mado | Solid Mesh |
| Tipo de algoritmo de solución | FFEPlus |
| Efecto en plano | Off |
| Resorte suave | Off |
| Alivio de inercia | Off |
| Efecto térmico | Temperatura ingresada |
| Temperatura de deformación cero | 298.000000 |
| Unidades | Kelvin |
| Incluir efectos de la presión obtenidos de Flow Simulation® | Off |
| Fricción | Off |
| Ignorar tolerancias para contactos superficiales | Off |
| Utilizar método adaptativo | Off |

Unidades

| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades | SI |
| Longitud/Desplazamiento | m |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | rad/s |
| Esfuerzo/Presión | N/m ² |

Propiedades del material

| No. | Nombre del cuerpo | Material | Masa | Volumen |
|-----|-------------------|-----------|--------------|-----------------------------|
| 1 | Alerón1 | AISI 1020 | 2.08295 kg | 0.000263664 m ³ |
| 2 | Alerón1 | AISI 1020 | 0.0512833 kg | 6.49155e-006 m ³ |
| 3 | Alerón1 | AISI 1020 | 0.154488 kg | 1.95555e-005 m ³ |
| 4 | Alerón1 | AISI 1020 | 0.154488 kg | 1.95555e-005 m ³ |

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Nombre del material | [SW]AISI 1020 |
| Descripción: | |
| Fuente del material | |
| Tipo del modelo del material | Linealmente elástico, Isotrópico |
| Teoría de falla por defecto | Desconocida |
| Datos de aplicación | |

| Propiedad | Valor | Unidades | Tipo de valor |
|----------------------------------|-------------|-------------------|---------------|
| Módulo elástico | 2e+011 | N/m ² | Constante |
| Razón de Poisson | 0.29 | NA | Constante |
| Módulo a corte | 7.7e+010 | N/m ² | Constante |
| Densidad | 7900 | kg/m ³ | Constante |
| Resistencia a la tracción | 4.2051e+008 | N/m ² | Constante |
| Resistencia a la cendencia | 3.5157e+008 | N/m ² | Constante |
| Coeficiente de expansión térmica | 1.5e-005 | /Kelvin | Constante |
| Conductividad térmica | 47 | W/(m.K) | Constante |
| Calor específico | 420 | J/(kg.K) | Constante |

Cargas y restricciones

Fijos

| Nombre de la restricción | Conjunto de selecciones | Descripción |
|--------------------------|-------------------------|-------------|
| Fixture-1 <Alerón1> | on 3 Face(s) fixed. | |

Cargas

| Nombre | Conjunto de selecciones | Tipo de cargado | Descripción |
|--------------------------|---|--------------------|-------------|
| Force/Torque-1 <Alerón1> | en 1 Cara (s) fuerza normal de 50 usando distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Gravity-1 | Gravedad con respecto a Planta con aceleración -9.81 m/s ² normal al plano de referencia | Cargado secuencial | |

Información del mallado

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Tipo de mallado | Mallado sólido |
| Mallador usado | Mallado basado en curvatura |
| Transición automática | Off |
| Superficie lisa | On |
| Chequeo Jacobiano | 4 Puntos |
| Tamaño del elemento | 0 mm |
| Tolerancia | 0 mm |
| Calidad | Alta |
| Número de elementos | 10364 |
| Número de nodos | 21073 |
| Tiempo tomado para mallado(hh:mm:ss): | 00:00:04 |
| Nombre de la PC | Casa1 |

Fuerzas de reacción

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|------------|---------|----------|------------|
| Cuerpo entero | N | -0.0473525 | 74.3244 | 0.223795 | 74.3247 |

Fuerzas del cuerpo libre

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Cuerpo entero | N | -0.000170012 | 0.000383729 | 0.000282869 | 0.000506129 |

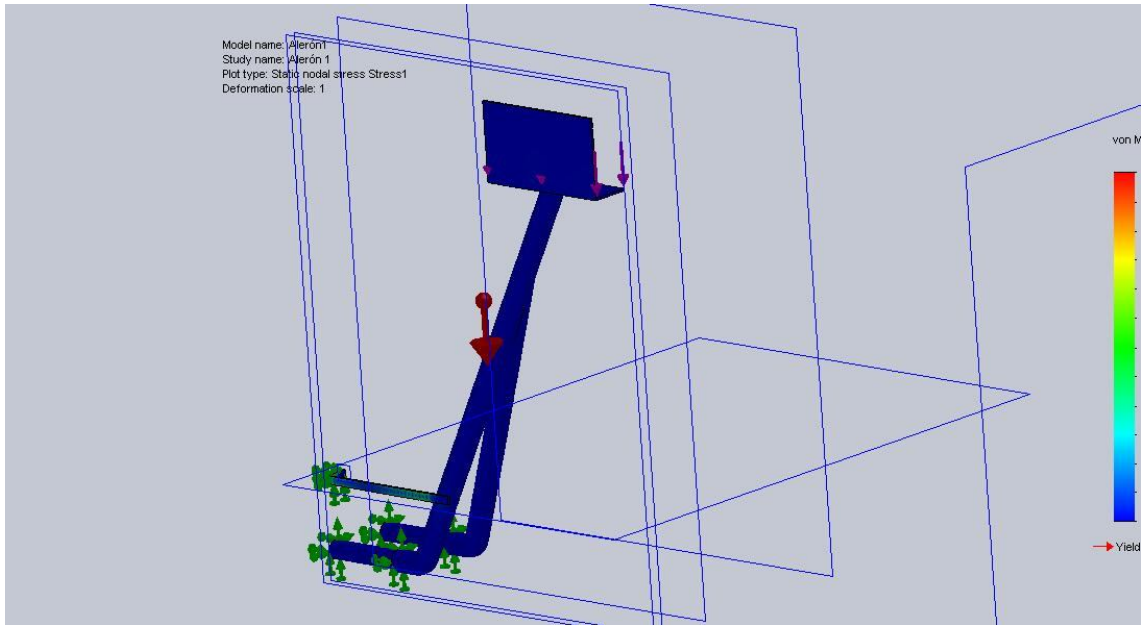
Momentos del cuerpo libre

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|-------|-------|-------|------------|
| Cuerpo entero | N-m | 0 | 0 | 0 | 1e-033 |

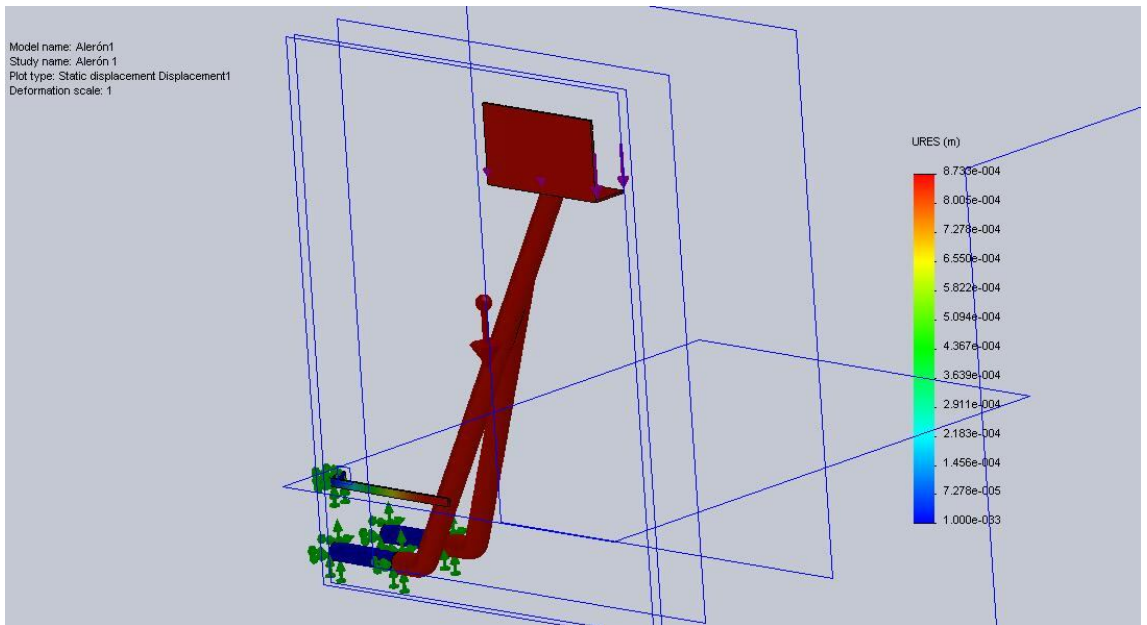
Resultados del estudio

Resultados por defecto

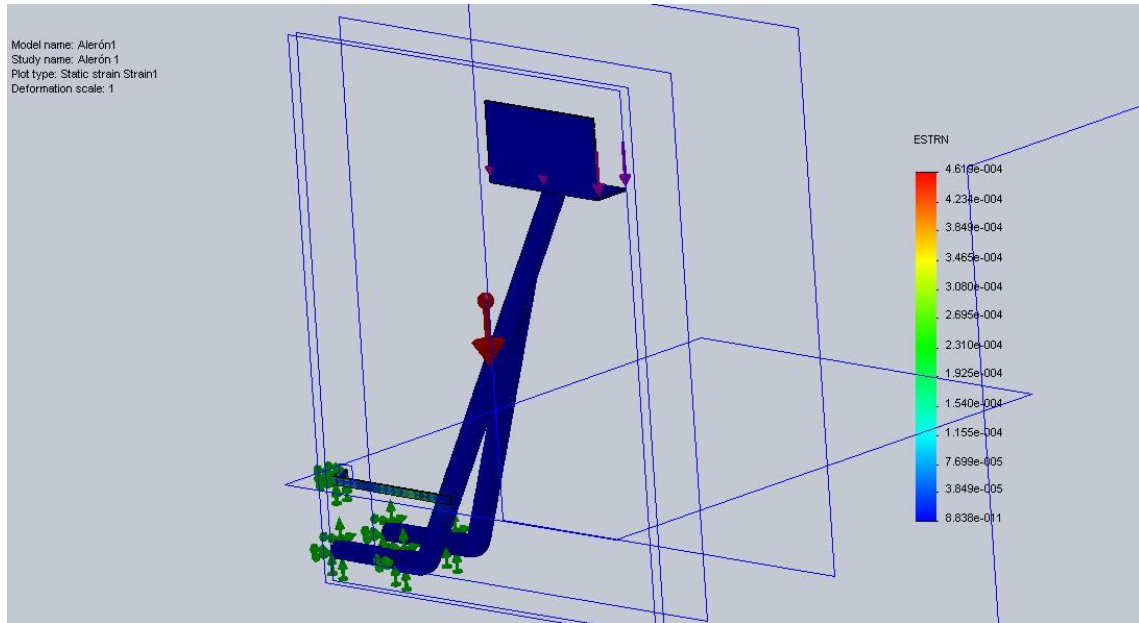
| Nombre | Tipo | Min | Localización | Max | Localización |
|---------------|------------------------------------|--|---|--|--|
| Stress1 | VON: von Mises Stress | 4.48816 N/m ² Node: 18907 | (-150.902 mm, 0.577383 mm, -2.05726 mm) | 2.0209e+008 N/m ² Node: 17511 | (-241.207 mm, 89.995 mm, -88.6605 mm) |
| Displacement1 | URES: Resultant Displacement | 0 m Node: 17127 | (-236.207 mm, 95 mm, -93 mm) | 0.000873312 m Node: 8 | (-207.076 mm, 492.794 mm, 375.003 mm) |
| Strain1 | ESTRN: Equivalent Strain | 8.83787e- 011 Element: 10064 | (-233.586 mm, 9.06996 mm, -65.3129 mm) | 0.000461935 Element: 8592 | (-239.739 mm, 93.7485 mm, -89.9377 mm) |



Alerón1-Alerón 1-Stress-Stress1



Alerón1-Alerón 1-Displacement-Displacement1



Alerón1-Alerón 1-Strain-Strain1

Conclusión

- El material propuesto para ser utilizado en la construcción del alerón del vehículo tipo kart puede resistir todos los esfuerzos provocados por las cargas debidas a las cargas aerodinámicas, además del peso propio de la estructura en un campo gravitacional de aceleración de -9.981 m/s^2 , con lo que se concluye que el alerón del vehículo es el adecuada para la aplicación de esta tesis.
- En los gráficos se observan que las zonas de mayor esfuerzo no alcanzan el valor de resistencia a la fluencia del material propuesto, por lo que se concluye que el material no sufrirá deformación plástica en el caso de someterse a las cargas propuestas en el estudio.



Análisis de esfuerzos: Chasis con 5g (Análisis suspensión)

Autores: Sebastián Ramírez y Guillermo Zaruma

Institución: Universidad Internacional del Ecuador - Ingeniería
Automotriz

Nota:

No base sus decisiones de diseño únicamente en los datos presentados en este reporte. Use esta información conjuntamente con datos experimentales y la experiencia práctica. La realización de pruebas de campo son obligatorias para validar el diseño final. La simulación le ayuda a reducir sus tiempos de puesta en el mercado de los productos, más no a eliminar las pruebas de campo.

Tabla de contenidos

| | |
|---------------------------------|-----|
| Tabla de contenidos..... | 125 |
| Listado de ilustraciones | 125 |
| Descripción | 126 |
| Suposiciones | 126 |
| Información del modelo 3D | 126 |
| Propiedades del estudio | 126 |
| Unidades..... | 126 |
| Propiedades del material..... | 126 |
| Cargas y restricciones | 127 |
| Fijos..... | 127 |
| Información del mallado | 128 |
| Fuerzas de reacción | 128 |
| Fuerzas del cuerpo libre | 128 |
| Resultados del estudio | 129 |
| Conclusión | 131 |

Listado de ilustraciones

| | |
|--|-----|
| Chassis1_5g_con refuerzo-5g-Stress-Stress1 | 129 |
| Chassis1_5g_con refuerzo-5g-Displacement-Displacement1 | 130 |
| Chassis1_5g_con refuerzo-5g-Strain-Strain1 | 130 |

Descripción

Resume los resultados del Análisis de esfuerzos: Chasis con 5g (Análisis suspensión). EL cual sirve para determinar si el chasis es capaz de resistir las cargas de diseño planteadas. Se carga al modelo como si estuviera funcionando en un campo gravitacional 5 veces mayor al real.

Suposiciones

Se supone que el material es homogéneo e isotrópico y que las juntas soldadas no tienen imperfecciones o discontinuidades de material.

Información del modelo 3D

| Nombre del documento | Configuración | Camino del archivo | Fecha de modificación |
|--------------------------|----------------|---|--------------------------|
| Chassis1_5g_con refuerzo | Predeterminado | C:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Tesis\Kart\3D Model1\Chassis1_5g_con refuerzo.SLDPRT | Sun Oct 10 01:42:27 2010 |

Propiedades del estudio

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre del estudio | 5g |
| Tipo de análisis | Static |
| Tipo de mallado | Solid Mesh |
| Tipo de algoritmo de solución | FFEPlus |
| Efecto en plano | Off |
| Resorte suave | Off |
| Alivio de inercia | Off |
| Efecto térmico | Temperatura ingresada |
| Temperatura de deformación cero | 298.000000 |
| Unidades | Kelvin |
| Incluir efectos de la presión obtenidos de Flow Simulation® | Off |
| Fricción | Off |
| Ignorar tolerancias para contactos superficiales | Off |
| Utilizar método adaptativo | Off |

Unidades

| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades | SI |
| Longitud/Desplazamiento | m |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | rad/s |
| Esfuerzo/Presión | N/m ² |

Propiedades del material

| No. | Nombre del cuerpo | Material | Masa | Volumen |
|-----|--------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| 1 | Chassis1_5g_con refuerzo | [SW]AISI 1020 | 18.1772 kg | 0.00230091 m ³ |

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Nombre del material | [SW]AISI 1020 |
| Descripción: | |
| Fuente del material | |
| Tipo del modelo del material | Linealmente elástico, Isotrópico |
| Teoría de falla por defecto | Desconocida |
| Datos de aplicación | |

| Propiedad | Valor | Unidades | Tipo de valor |
|----------------------------------|------------|-------------------|---------------|
| Módulo elástico | 2e+11 | N/m ² | Constante |
| Razón de Poisson | 0.29 | NA | Constante |
| Módulo a corte | 7.7e+10 | N/m ² | Constante |
| Densidad | 7900 | kg/m ³ | Constante |
| Resistencia a la tracción | 4.2051e+08 | N/m ² | Constante |
| Resistencia a la cendencia | 3.5157e+08 | N/m ² | Constante |
| Coeficiente de expansión térmica | 1.5e-05 | /Kelvin | Constante |
| Conductividad térmica | 47 | W/(m.K) | Constante |
| Calor específico | 420 | J/(kg.K) | Constante |

Cargas y restricciones

Fijos

| Nombre de la restricción | Conjunto de selecciones | Descripción |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Fixture-1 <Chassis1_5g_con refuerzo> | 13 Caras(s) fijadas. | |

Cargas

| Nombre | Conjunto de selecciones | Tipo de cargado | Descripción |
|---|---|--------------------|-------------|
| Force/Torque-1 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 2 Cara (s) fuerza normal de 50 usando distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Force/Torque-2 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 2 Cara (s) fuerza normal de 50 usando distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Force/Torque-3 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 6 Cara(s) se aplican-650 N en dirección normal al plano de referencia seleccionado (Plane17) distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Force/Torque-4 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 6 Cara(s) se aplican-4000 N en dirección normal al plano de referencia seleccionado | Cargado secuencial | |

| | | | |
|--|--|--------------------|--|
| | (Plane17) distribución uniforme | | |
| Force/Torque-5 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 4 Borde(s) se aplican 400 N en dirección normal al plano de referencia seleccionado (Plane17) distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Gravity-1 | Gravedad con respecto a Planta con aceleración -9.81 m/s ² normal al plano de referencia | Cargado secuencial | |

Información del mallado

| | |
|---------------------------------------|------------------|
| Tipo de mallado | Mallado sólido |
| Mallador usado | Mallado estándar |
| Transición automática | Off |
| Superficie lisa | On |
| Chequeo Jacobiano | 4 Puntos |
| Tamaño del elemento | 0 mm |
| Tolerancia | 0 mm |
| Calidad | Alta |
| Número de elementos | 79473 |
| Número de nodos | 157774 |
| Tiempo tomado para mallado(hh:mm:ss): | 00:00:25 |
| Nombre de la PC | Casa1 |

Fuerzas de reacción

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|----------|---------|-----------|------------|
| Cuerpo entero | N | 0.401505 | 6318.33 | -0.265844 | 6318.33 |

Fuerzas del cuerpo libre

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|-------------|-------------|------------|------------|
| Cuerpo entero | N | 0.000716336 | -0.00538297 | 0.00112201 | 0.00554513 |

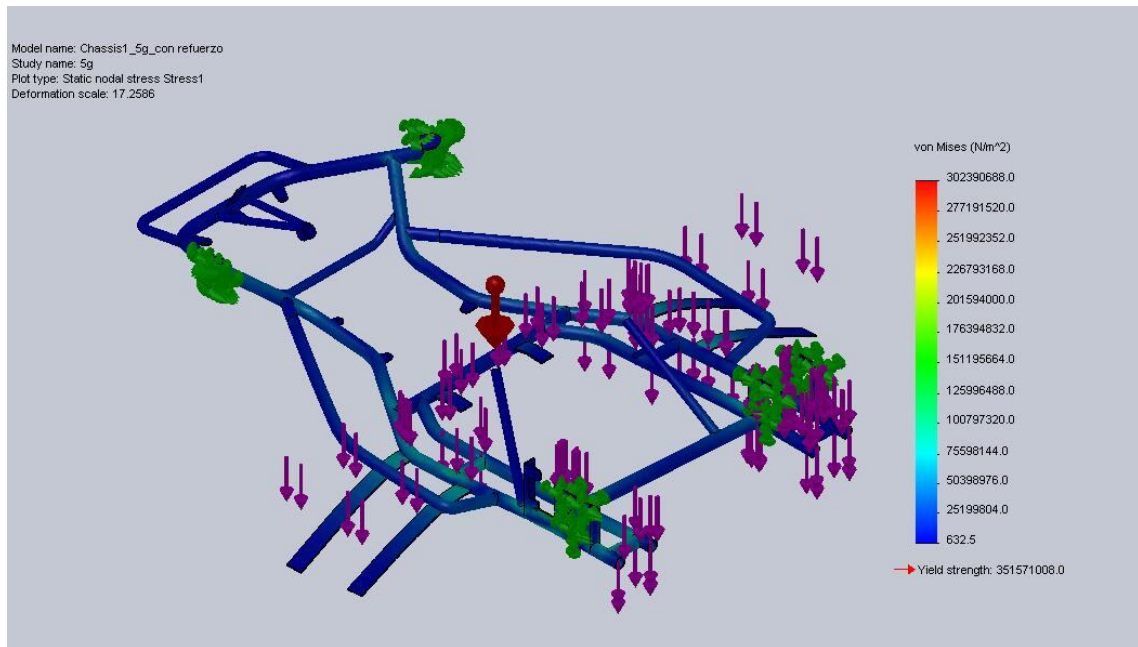
Momentos del cuerpo libre

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|-------|-------|-------|------------|
| Cuerpo entero | N-m | 0 | 0 | 0 | 1e-33 |

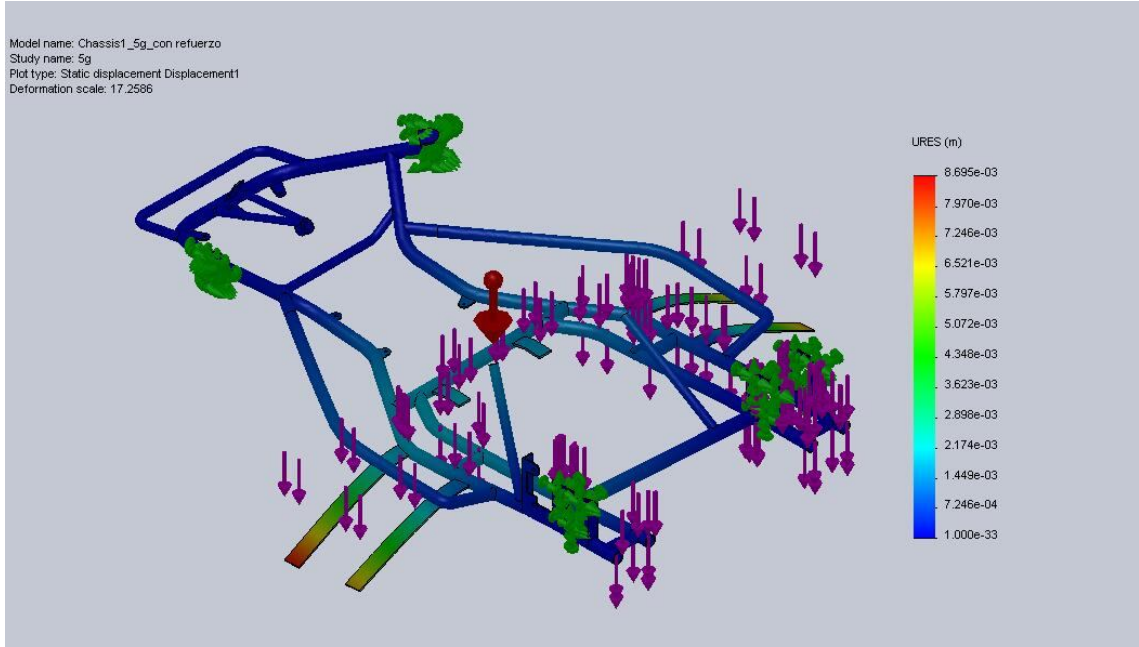
Resultados del estudio

Resultados por defecto

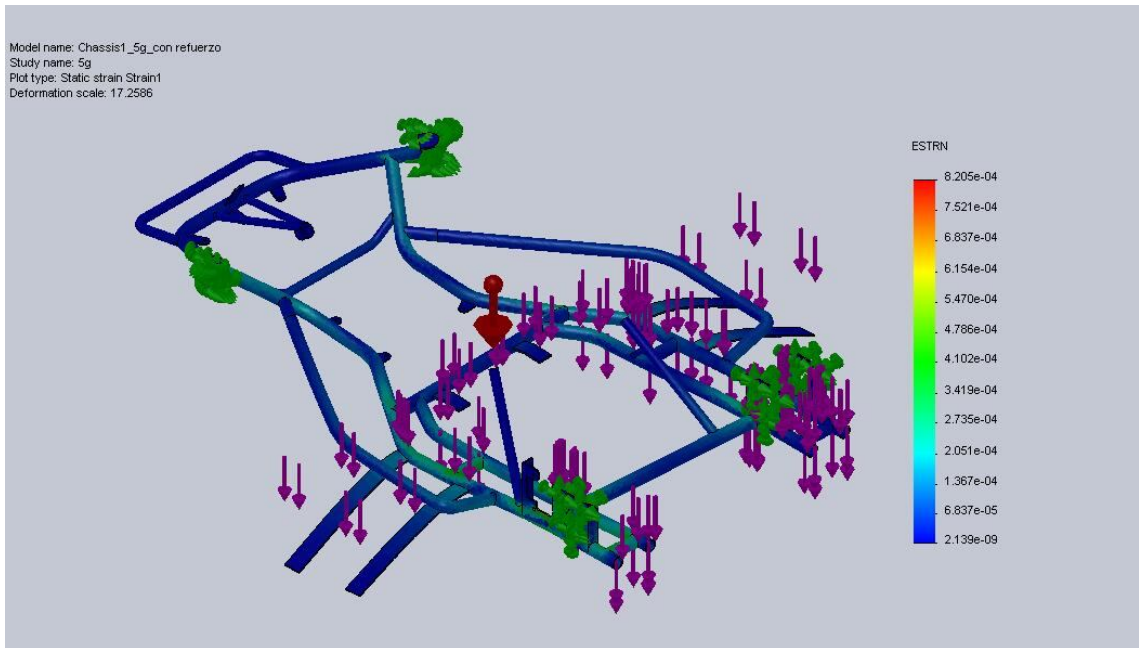
| Nombre | Tipo | Min | Localización | Max | Localización |
|---------------|------------------------------------|--|--|---|---|
| Stress1 | VON: von Mises Stress | 632.504 N/m ² Node: 77206 | (631.674 mm, 97.6352 mm, 239.234 mm) | 3.02391e+08 N/m ² Node: 2674 | (696.566 mm, 93.236 mm, 243.083 mm) |
| Displacement1 | URES: Resultant Displacement | 0 m Node: 10 | (-272.835 mm, 144.443 mm, -393.981 mm) | 0.00869505 m Node: 431 | (241.845 mm, -148.466 mm, 551.586 mm) |
| Strain1 | ESTRN: Equivalent Strain | 2.13866e-09 Element: 18424 | (632.792 mm, 116.357 mm, 240.798 mm) | 0.000820472 Element: 30584 | (675.455 mm, 28.3035 mm, 243.77 mm) |



Chassis1_5g_con refuerzo-5g-Stress-Stress1



Chassis1_5g_con refuerzo-5g-Displacement-Displacement1



Chassis1_5g_con refuerzo-5g-Strain-Strain1

Conclusión

- El material propuesto para ser utilizado en la construcción del chasis del vehículo tipo kart puede resistir todos los esfuerzos provocados por las cargas debidas al peso del piloto, los accesorios de carrocería, el motor y otros, además del peso propio de la estructura en un campo gravitacional 5 veces mayor al real, con lo que se concluye que la suspensión del vehículo es la adecuada para la aplicación de esta tesis.
- En los gráficos se observan que las zonas de mayor esfuerzo no alcanzan el valor de resistencia a la fluencia del material propuesto, por lo que se concluye que el material no sufrirá deformación plástica en el caso de someterse a las cargas propuestas en el estudio.



Análisis de esfuerzos: Chasis con 5g (Análisis estático)

Autores: Sebastián Ramírez y Guillermo Zaruma

Institución: Universidad Internacional del Ecuador - Ingeniería
Automotriz

Nota:

No base sus decisiones de diseño únicamente en los datos presentados en este reporte. Use esta información conjuntamente con datos experimentales y la experiencia práctica. La realización de pruebas de campo son obligatorias para validar el diseño final. La simulación le ayuda a reducir sus tiempos de puesta en el mercado de los productos, más no a eliminar las pruebas de campo.

Tabla de contenidos

| | |
|---------------------------------|-----|
| Tabla de contenidos..... | 111 |
| Listado de ilustraciones | 111 |
| Descripción | 112 |
| Suposiciones | 112 |
| Información del modelo 3D | 112 |
| Propiedades del estudio | 112 |
| Unidades..... | 112 |
| Propiedades del material..... | 113 |
| Cargas y restricciones | 113 |
| Información del mallado | 114 |
| Fuerzas de reacción | 114 |
| Fuerzas del cuerpo libre | 114 |
| Resultados del estudio | 114 |
| Conclusión | 139 |

Listado de ilustraciones

| | |
|--|-----|
| Chassis1_5g_con refuerzo-Modificaciones 1-Stress-Stress1 | 137 |
| Chassis1_5g_con refuerzo-Modificaciones 1-Displacement-Displacement1 | 138 |
| Chassis1_5g_con refuerzo-Modificaciones 1-Strain-Strain1 | 138 |
| Chassis1_5g_con refuerzo-Modificaciones 1-Factor of Safety-Factor of Safety1 | 139 |

Descripción

Resume los resultados del Análisis de esfuerzos: Chasis con 5g (Análisis estático). El cual sirve para determinar si el chasis es capaz de resistir las cargas de diseño planteadas. Se carga al modelo con los pesos de todos los componentes, accesorios y ocupantes.

Suposiciones

Se supone que el material es homogéneo e isotrópico y que las juntas soldadas no tienen imperfecciones o discontinuidades de material.

Información del modelo 3D

| Nombre del documento | Configuración | Camino del archivo | Fecha de modificación |
|--------------------------|----------------|---|--------------------------|
| Chassis1_5g_con refuerzo | Predeterminado | C:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Tesis\Kart\3D Model1\Chassis1_5g_con refuerzo.SLDPRT | Sat Oct 09 13:20:44 2010 |

Propiedades del estudio

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre del estudio | Modificaciones 1 |
| Tipo de análisis | Static |
| Tipo de mallado | Solid Mesh |
| Tipo de algoritmo de solución | FFEPlus |
| Efecto en plano | Off |
| Resorte suave | Off |
| Alivio de inercia | Off |
| Efecto térmico | Temperatura ingresada |
| Temperatura de deformación cero | 298.000000 |
| Unidades | Kelvin |
| Incluir efectos de la presión obtenidos de Flow Simulation® | Off |
| Fricción | Off |
| Ignorar tolerancias para contactos superficiales | Off |
| Utilizar método adaptativo | Off |

Unidades

| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades | SI |
| Longitud/Desplazamiento | m |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | rad/s |
| Esfuerzo/Presión | N/m ² |

Propiedades del material

| No. | Nombre del cuerpo | Material | Masa | Volumen |
|-----|--------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| 1 | Chassis1_5g_con refuerzo | [SW]AISI 1020 | 18.1772 kg | 0.00230091 m ³ |

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Nombre del material | [SW]AISI 1020 |
| Descripción: | |
| Fuente del material | |
| Tipo del modelo del material | Linealmente elástico, Isotrópico |
| Teoría de falla por defecto | Desconocida |
| Datos de aplicación | |

| Propiedad | Valor | Unidades | Tipo de valor |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|---------------|
| Módulo elástico | 2e+011 | N/m ² | Constante |
| Razón de Poisson | 0.29 | NA | Constante |
| Módulo a corte | 7.7e+010 | N/m ² | Constante |
| Densidad | 7900 | kg/m ³ | Constante |
| Resistencia a la tracción | 4.2051e+008 | N/m ² | Constante |
| Resistencia a la cendencia | 3.5157e+008 | N/m ² | Constante |
| Coefficiente de expansión térmica | 1.5e-005 | /Kelvin | Constante |
| Conductividad térmica | 47 | W/(m.K) | Constante |
| Calor específico | 420 | J/(kg.K) | Constante |

Cargas y restricciones

Fijos

| Nombre de la restricción | Conjunto de selecciones | Descripción |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------|
| Fixture-1 <Chassis1_5g_con refuerzo> | 11 Cara(s) se han fijado | |

Cargas

| Nombre | Conjunto de selecciones | Tipo de cargado | Descripción |
|---|---|--------------------|-------------|
| Force/Torque-1 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 2 Cara (s) fuerza normal de 10 usando distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Force/Torque-2 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 2 Cara (s) fuerza normal de 10 usando distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Force/Torque-3 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 2 Cara(s) se aplican 130 N en dirección normal al plano de referencia seleccionado (Plane17) distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Force/Torque-4 | en 6 Cara(s) se | Cargado secuencial | |

| | | | |
|---|---|--------------------|--|
| <Chassis1_5g_con refuerzo> | aplican 800 N en dirección normal al plano de referencia seleccionado (Plane17)distribución uniforme | | |
| Force/Torque-5 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 4bordes(s) se aplican 100 N en dirección normal al plano de referencia seleccionado (Plane17)distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Gravity-1 | Gravedad con respecto a Planta con aceleración -9.81 m/s ² normal al plano de referencia | Cargado secuencial | |

Información del mallado

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Tipo de mallado | Mallado sólido |
| Mallador usado | Mallado basado en curvatura |
| Transición automática | Off |
| Superficie lisa | On |
| Chequeo Jacobiano | 4 Puntos |
| Tamaño del elemento | 0 mm |
| Tolerancia | 0 mm |
| Calidad | Alta |
| Número de elementos | 79473 |
| Número de nodos | 157774 |
| Tiempo tomado para mallado(hh:mm:ss): | 00:00:25 |
| Nombre de la PC | Casa1 |

Fuerzas de reacción

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|-----------|---------|------------|------------|
| Cuerpo entero | N | 0.0339668 | 1260.11 | -0.0159276 | 1260.11 |

Fuerzas del cuerpo libre

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|--------------|-------------|--------------|------------|
| Cuerpo entero | N | -0.000258251 | -0.00027764 | -0.000955857 | 0.00102832 |

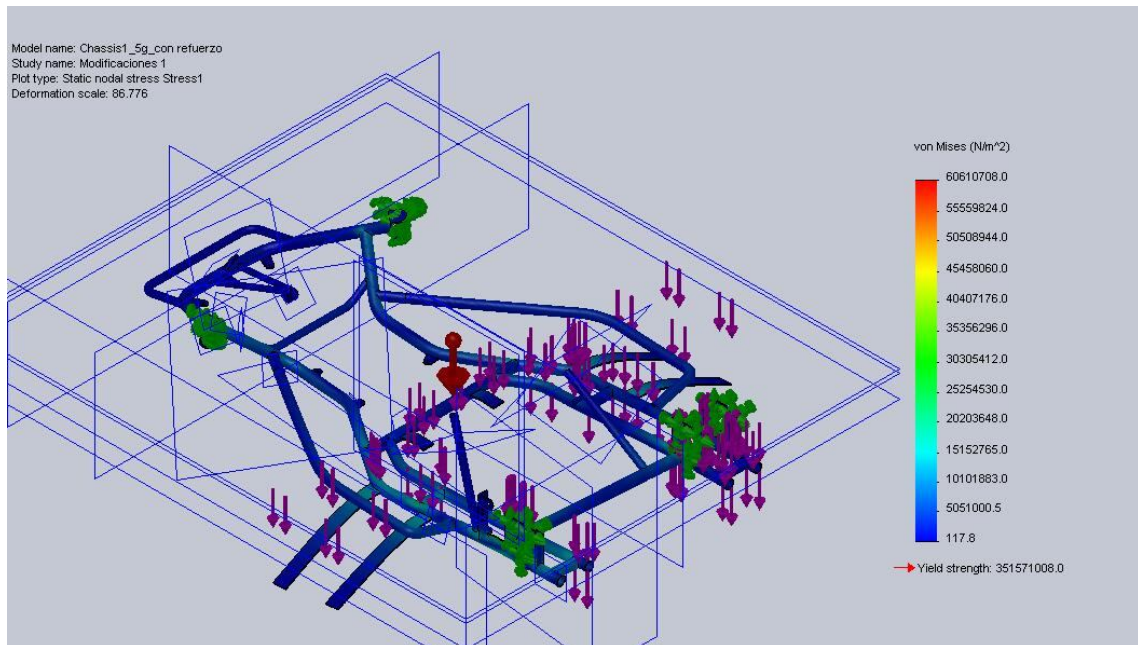
Momentos del cuerpo libre

| Conjunto de elementos | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-----------------------|----------|-------|-------|-------|------------|
| Cuerpo entero | N-m | 0 | 0 | 0 | 1e-033 |

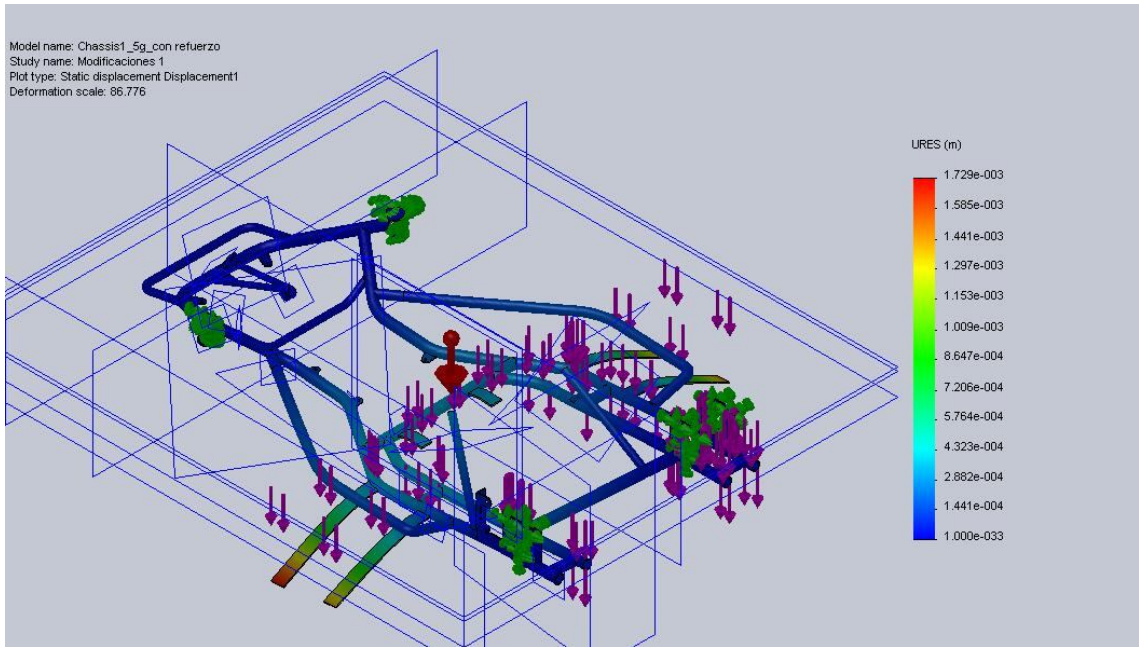
Resultados del estudio

Resultados por defecto

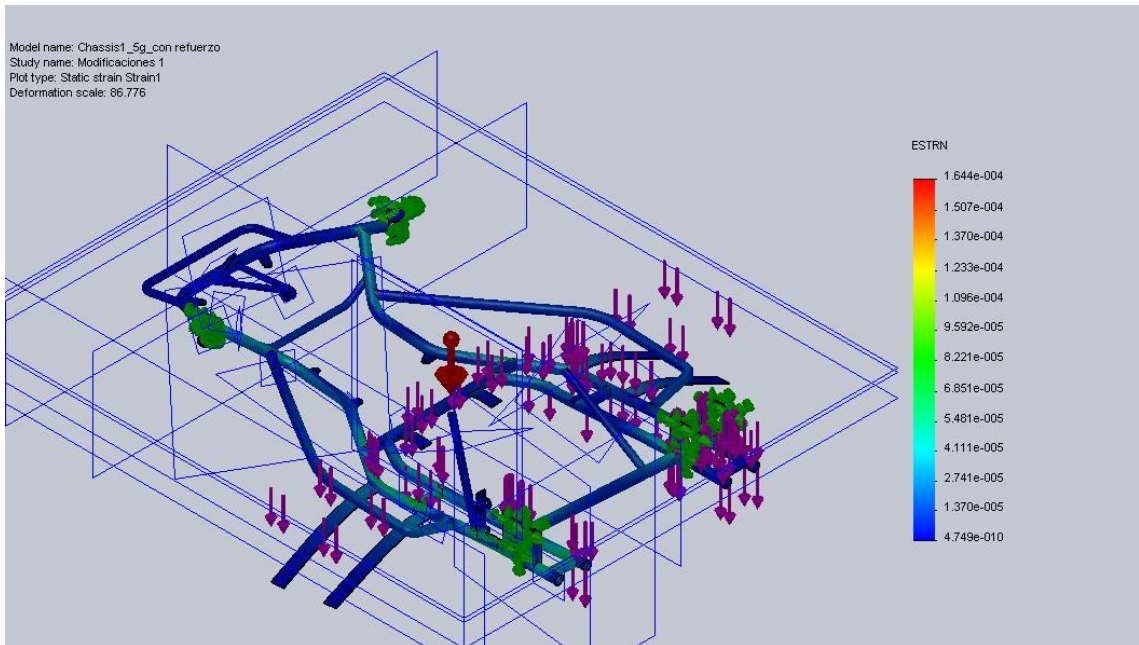
| Nombre | Tipo | Min | Localización | Max | Localización |
|---------------|------------------------------------|--|--|--|---|
| Stress1 | VON: von Mises Stress | 117.786 N/m ² Node: 77318 | (639.172 mm, 108.32 mm, 240.209 mm) | 6.06107e+007 N/m ² Node: 2674 | (696.566 mm, 93.236 mm, 243.083 mm) |
| Displacement1 | URES: Resultant Displacement | 0 m Node: 10 | (-272.835 mm, 144.443 mm, -393.981 mm) | 0.00172933 m Node: 431 | (241.774 mm, -148.466 mm, 551.597 mm) |
| Strain1 | ESTRN: Equivalent Strain | 4.74872e- 010 Element: 18424 | (632.754 mm, 116.342 mm, 240.772 mm) | 0.000164429 Element: 13324 | (696.561 mm, 90.5463 mm, 243.847 mm) |



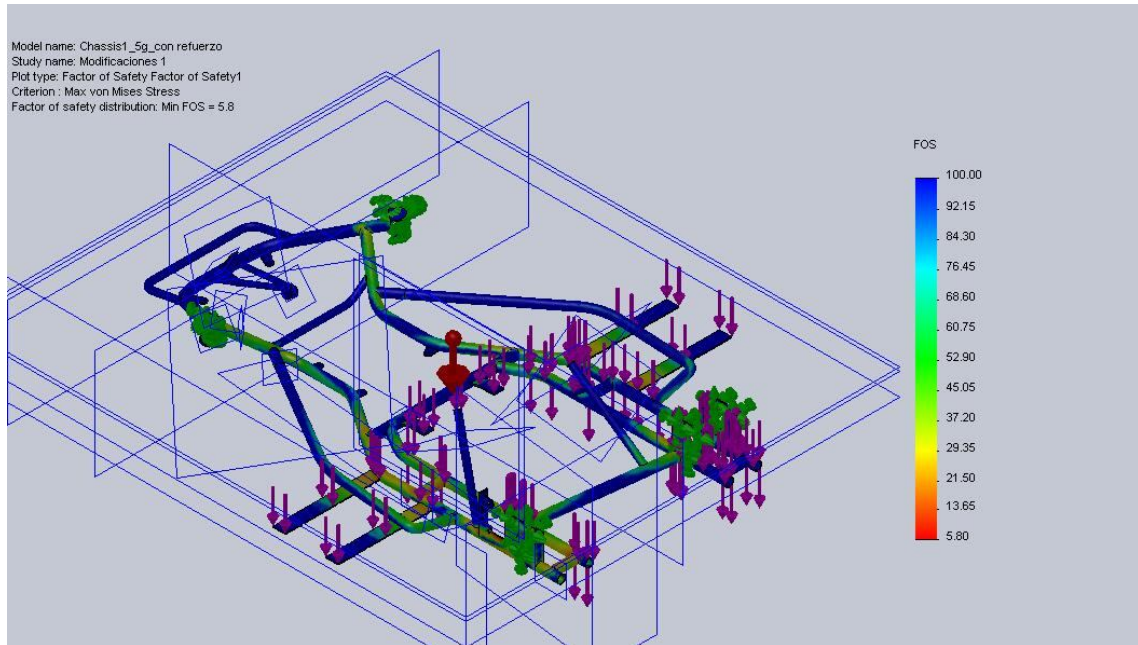
Chassis1_5g_con refuerzo-Modificaciones 1-Stress-Stress1



Chassis1_5g_con refuerzo-Modificaciones 1-Displacement-Displacement1



Chassis1_5g_con refuerzo-Modificaciones 1-Strain-Strain1



Chassis1_5g_con refuerzo-Modificaciones 1-Factor of Safety-Factor of Safety1

Conclusión

- El material propuesto para ser utilizado en la construcción del chasis del vehículo tipo kart puede resistir todos los esfuerzos provocados por las cargas debidas al peso del piloto, los accesorios de carrocería, el motor y otros, además del peso propio de la estructura en un campo gravitacional de aceleración de -9.981 m/s^2 , con lo que se concluye que el chasis del vehículo es el adecuada para la aplicación de esta tesis.
- En los gráficos se observan que las zonas de mayor esfuerzo no alcanzan el valor de resistencia a la fluencia del material propuesto, por lo que se concluye que el material no sufrirá deformación plástica en el caso de someterse a las cargas propuestas en el estudio.
- La deformación máxima observada en el gráfico correspondiente no es significativa y el factor de seguridad (FOS) sobrepasa el 5.8 en todo el volumen del modelo, por lo que se concluye que el modelo no fallará bajo el escenario de estudio establecido en este caso.



Análisis de frecuencia: Chasis con 5g

Autores: Sebastián Ramírez y Guillermo Zaruma

Institución: Universidad Internacional del Ecuador - Ingeniería Automotriz

Nota:

No base sus decisiones de diseño únicamente en los datos presentados en este reporte. Use esta información conjuntamente con datos experimentales y la experiencia práctica. La realización de pruebas de campo son obligatorias para validar el diseño final. La simulación le ayuda a reducir sus tiempos de puesta en el mercado de los productos, más no a eliminar las pruebas de campo.

Tabla de contenidos

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Tabla de contenidos..... | 141 |
| Listado de ilustraciones | 141 |
| Descripción | 142 |
| Suposiciones | 142 |
| Model Information | 142 |
| Propiedades del estudio | 142 |
| Unidades..... | 142 |
| Propiedades del material..... | 142 |
| Cargas y restricciones | 143 |
| Información del mallado | 144 |
| Fuerzas de reacción | 144 |
| Fuerzas del cuerpo libre | 144 |
| Resultados del estudio | 144 |
| Conclusión | ¡Error! Marcador no definido. |

Listado de ilustraciones

| | |
|--|-----|
| Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement1 | 145 |
| Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement2 | 146 |
| Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement3 | 146 |
| Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement4 | 147 |
| Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement5 | 147 |

Descripción

Resume los resultados del Análisis de frecuencia: Chasis con 5g. El cual sirve para determinar los modos de vibración del chasis del vehículo tipo kart. Se carga al modelo con los pesos de todos los componentes, accesorios y ocupantes y se solicita al programa el cálculo de 5 modos de vibración, sus desplazamientos máximos y frecuencias respectivas.

Suposiciones

Se supone que el material es homogéneo e isotrópico y que las juntas soldadas no tienen imperfecciones o discontinuidades de material.

Model Information

| Nombre del documento | Configuración | Camino del archivo | Fecha de modificación |
|--------------------------|----------------|--|--------------------------|
| Chassis1_5g_con refuerzo | Predeterminado | C:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Docs Tesis\Kart\3D Model1\Chassis1_5g_con refuerzo.SLDPRT | Sat Oct 09 14:34:39 2010 |

Propiedades del estudio

| | |
|--------------------|----------------|
| Nombre del estudio | Frecuencia 2 |
| Tipo de análisis | Frequency |
| Tipo de mallado | Mallado sólido |

Información de el resolvedor

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Calidad | Alta |
| Tipo de algoritmo de solución | Direct sparse solver |
| Número de frecuencias | 5 |

Unidades

| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades | SI |
| Longitud/Desplazamiento | m |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | rad/s |
| Esfuerzo/Presión | N/m ² |

Propiedades del material

| No. | Nombre del cuerpo | Material | Masa | Volumen |
|-----|--------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| 1 | Chassis1_5g_con refuerzo | [SW]AISI 1020 | 18.1772 kg | 0.00230091 m ³ |

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Nombre del material | [SW]AISI 1020 |
| Descripción: | |
| Fuente del material | |
| Tipo del modelo del material | Linealmente elástico, Isotrópico |
| Teoría de falla por defecto | Desconocida |
| Datos de aplicación | |

| Propiedad | Valor | Unidades | Tipo de valor |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|---------------|
| Módulo elástico | 2e+011 | N/m ² | Constante |
| Razón de Poisson | 0.29 | NA | Constante |
| Módulo a corte | 7.7e+010 | N/m ² | Constante |
| Densidad | 7900 | kg/m ³ | Constante |
| Resistencia a la tracción | 4.2051e+008 | N/m ² | Constante |
| Resistencia a la cendencia | 3.5157e+008 | N/m ² | Constante |
| Coefficiente de expansión térmica | 1.5e-005 | /Kelvin | Constante |
| Conductividad térmica | 47 | W/(m.K) | Constante |
| Calor específico | 420 | J/(kg.K) | Constante |

Cargas y restricciones

Fijos

| Nombre de la restricción | Conjunto de selecciones | Descripción |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Fixture-1 <Chassis1_5g_con refuerzo> | 11 Cara(s) fijas | |

Cargas

| Nombre | Conjunto de selecciones | Tipo de cargado | Descripción |
|---|---|--------------------|-------------|
| Force/Torque-1 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 2 Cara (s) fuerza normal de 10 N usando distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Force/Torque-2 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 2 Cara (s) fuerza normal de 10 N usando distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Force/Torque-3 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 2 Cara(s) se aplican-130 N en dirección normal al plano de referencia seleccionado (Plane17) distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Force/Torque-4 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 6 Cara(s) se aplican-800 N en dirección normal al | Cargado secuencial | |

| | | | |
|--|---|--------------------|--|
| | plano de referencia seleccionado (Plane17) distribución uniforme | | |
| Force/Torque-5 <Chassis1_5g_con refuerzo> | en 4 bordes(s) se aplican 100 N en dirección normal al plano de referencia seleccionado (Plane17) distribución uniforme | Cargado secuencial | |
| Gravity-1 | Gravedad con respecto a Planta con aceleración -9.81 m/s ² normal al plano de referencia | Cargado secuencial | |

Información del mallado

| | |
|---------------------------------------|------------------|
| Tipo de mallado | Mallado sólido |
| Mallador usado | Mallado estándar |
| Transición automática | Off |
| Superficie lisa | On |
| Chequeo Jacobiano | 4 Puntos |
| Tamaño del elemento | 0 mm |
| Tolerancia | 0 mm |
| Calidad | Alta |
| Número de elementos | 79473 |
| Número de nodos | 157774 |
| Tiempo tomado para mallado(hh:mm:ss): | 00:00:25 |
| Nombre de la PC | Casa1 |

Fuerzas de reacción

No disponibles

Fuerzas del cuerpo libre

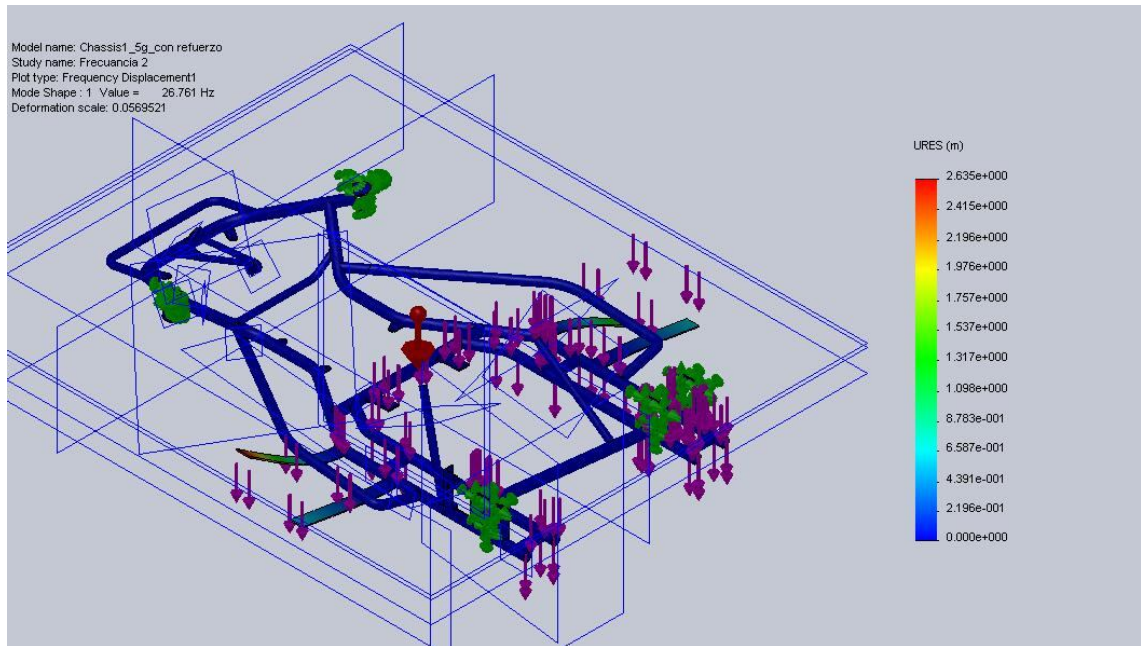
No disponibles

Resultados del estudio

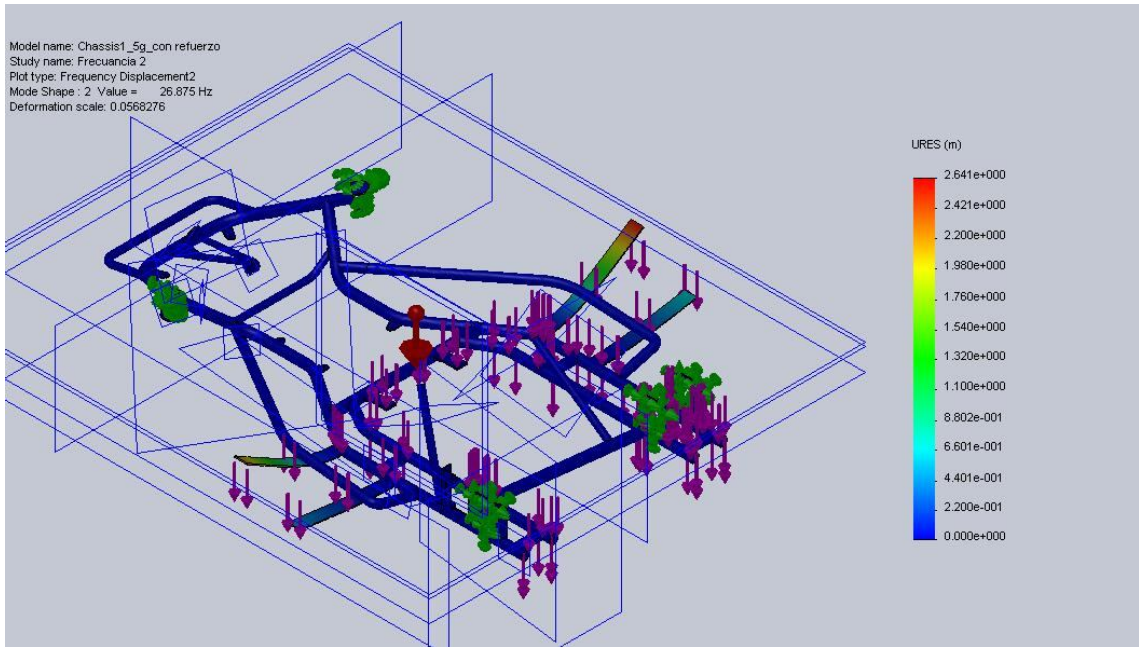
Resultados por defecto

| Nombre | Tipo | Min | Localización | Max | Localización |
|---------------|------------------------------------|-----------------|--|------------------------|--|
| Displacement1 | URES: Resultant Displacement | 0 m Node: 10 | (-272.835 mm, 144.443 mm, -393.981 mm) | 2.63479 m Node: 431 | (240.869 mm, 151.641 mm, 548.912 mm) |
| Displacement2 | URES: Resultant Displacement | 0 m Node: 10 | (-272.835 mm, 144.443 mm, -393.981 mm) | 2.64056 m Node: 441 | (240.82 mm, 148.466 mm, -717.024 mm) |

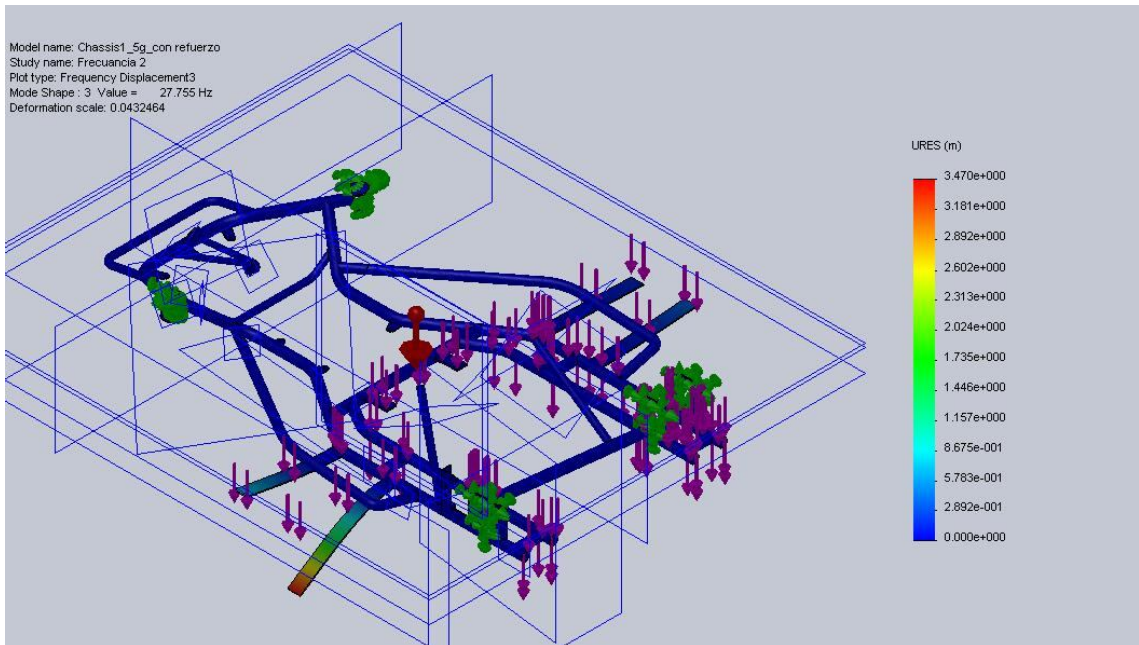
| | | | | | |
|---------------|------------------------------------|-----------------|--|---------------------------|---|
| Displacement3 | URES: Resultant Displacement | 0 m Node: 10 | (-272.835 mm, 144.443 mm, -393.981 mm) | 3.46981 m Node: 3444 | (430.898 mm, -148.466 mm, 551.08 mm) |
| Displacement4 | URES: Resultant Displacement | 0 m Node: 10 | (-272.835 mm, 144.443 mm, -393.981 mm) | 3.45175 m Node: 30045 | (420.882 mm, -151.641 mm, -714.834 mm) |
| Displacement5 | URES: Resultant Displacement | 0 m Node: 10 | (-272.835 mm, 144.443 mm, -393.981 mm) | 0.642968 m Node: 71831 | (-697.357 mm, 145.245 mm, -77.3482 mm) |



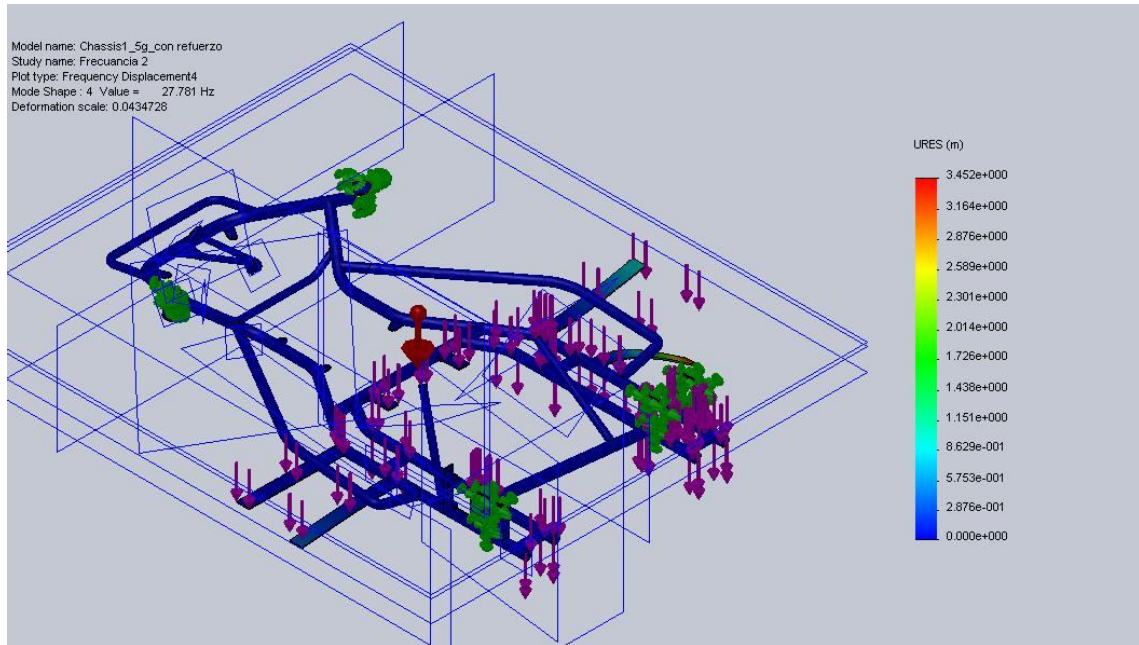
Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement1



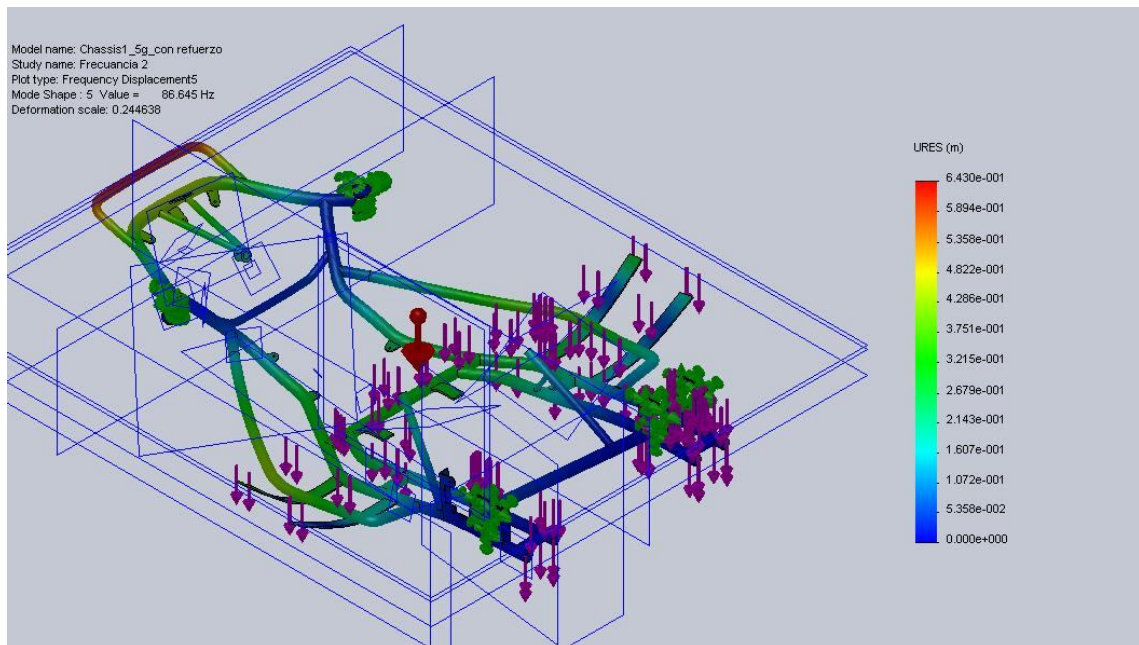
Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement2



Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement3



Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement4



Chassis1_5g_con refuerzo-Frecuencia 2-Displacement-Displacement5

Listado de modos de vibración

| Número de frecuencia | Hertz | Segundos |
|----------------------|--------|----------|
| 1 | 26.761 | 0.037367 |
| 2 | 26.875 | 0.03721 |
| 3 | 27.755 | 0.036029 |
| 4 | 27.781 | 0.035996 |
| 5 | 86.645 | 0.011541 |

Conclusion

- El modelo no debe ser cargado con fuerzas dinámicas como por ejemplo la vibración del motor propulsor cuando las frecuencias de la rotación del mismo sean equivalentes a las frecuencias de los modos de vibración calculados ya que pueden causar vibraciones y oscilaciones indeseadas en el vehículo y pueden causar descalibración o malfuncionamiento en el mismo.