

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD TICOMÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: INGENIERO EN AERONÁUTICA
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN: SEMINARIO
DEBERÁ PRESENTAR: LOS C. PASANTES:
ARIAS AYALA JAVIER
CASTRO LÓPEZ JOSÉ ANTONIO
SÁNCHEZ CHIMAL RODRIGO ANTONIO

“ANÁLISIS BÁSICO DEL CHASIS, MOTOR, NEUMÁTICOS Y RINES PARA UN VEHÍCULO ARENERO”

CAPÍTULO I
CAPÍTULO II
CAPÍTULO III
CAPÍTULO IV
CAPÍTULO V

MARCO TEÓRICO
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA
TABLAS (MATERIALES, COSTOS Y PROVEEDORES)
ANÁLISIS, PRUEBAS MECÁNICAS Y DE ESTRUCTURAS EN EL SISTEMA
DISEÑO
SIMULACIÓN NUMÉRICA
CONCLUSIONES
GLOSARIO
BIBLIOGRAFÍA

México, DF., a 23 de octubre de 2009.

A S E S O R E S


ING. ABEL HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ




ING. JUAN CARLOS TORRES ÁVILA

I. P. N.
ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD TICOMÁN
V. B. O.


ING. MIGUEL ALVAREZ MONTALVO
DIRECTOR

INDICE

Objetivo	4
Introducción del Proyecto	5
Justificación	6
Marco Teórico	7
Motor	7
Neumáticos	10
Rin	17
Chasis	18
Alcance	23
Capítulo I Sistemas de Producción	
Sistemas de Produccion	25
Capítulo II Tablas (Materiales, Costos y Proveedores)	
Materiales, Costos y Proveedores	33
Capítulo III Análisis, Pruebas Mecánicas y Estructurasles	
Analisis Pruebas Mecánicas y Estructurales	40
Capítulo IV Diseño	
Diseño.....	47
Catia.....	47
Planos de Diseño.....	48
Chasis Modelado en Catia	50
Rin	55
Rin Modelado en Catia	56

Neumático	57
Selección del Motor	58
Motor Modelado en Catia	60
Capitulo V Simulación Numérica	
Simulación Numérica	62
Ansys	62
Método de Elemento Finito.....	65
Método de Elemento Finito.....	65
Análisis en ansys.....	69
Conclusiones	94
Glosario	96
Bibliografía.....	98

OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es el de establecer un método que permita Diseñar, Construir, Modelar y Analizar el sistema chasis de un vehículo arenero o Buggy aplicando los conocimientos adquiridos durante el Seminario. Todo esto considerando parámetros tales como el de obtener un chasis seguro para el piloto, resistente y económico posible, todo ello teniendo en cuenta que el tiempo disponible es limitado.

También dentro de los objetivos se encuentran el de elegir, modelar y analizar el motor apropiado de acuerdo con las características necesarias de nuestro Buggy resultando de ello un apropiado y óptimo desempeño del mismo; así como también lo mismo para los neumáticos y rines más apropiados que vayan afín a nuestro vehículo.

INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO

Una vez que ya se conozcan las limitantes del proyecto hay que decidirse por las herramientas de cálculo que deben utilizarse. La teoría de los elementos finitos es la ideal para nuestra geometría de diseño, por lo cual se eligió previamente por el software de ANSYS. Y para el modelado de la geometría utilizaremos un software CAD en este caso CATIA.

Para la aplicación de estas teorías es necesario hacer un dibujo aproximado del chasis. Para poder llevar a cabo esta aproximación correctamente, es imprescindible tener en mente los modos de fabricación de los que dispone. En la actualidad no hay una normativa específica sobre cómo diseñar chasis tubulares o rines llantas o incluso motores y no nos referimos a normas de competición sino de diseño. Existen normativas para calcular edificios, como por ejemplo el Eurocódigo. Evidentemente, un chasis no está en la misma situación que un edificio. Sus cargas tienen una mayor variabilidad y además su condición en el espacio no es estática. En otras palabras; un chasis se mueve durante la conducción. Por ello hay que aplicarle unas cargas y unas condiciones de contorno que tengan todo ello en cuenta. Lo que se pretende es analizarlo como si fuera un edificio pero teniendo en cuenta cuál es su situación en la realidad.

La solución que se ha planteado en este proyecto consta de los siguientes tres pasos generales:

1. Dibujar la geometría de nuestros elementos (chasis, rines, llantas y motor) de una manera aproximada (CATIA)
2. Comprobar el diseño de la geometría del chasis mediante Software de Análisis de Elemento Finito (ANSYS)
3. Emitir deducciones y recomendaciones a partir de los datos obtenidos en previos análisis.

JUSTIFICACIÓN

Al igual que los pies en los humanos son los que soportan el peso del cuerpo, el chasis y el bastidor son los que sostienen del auto, por lo cual merecen la debida atención.

La importancia del chasis debería ser obvia, pero es un sistema tan complejo que muchos ingenieros y técnicos lo definen solo como la unidad que conecta al auto con la superficie de la calle o carretera.

Sin embargo, su trabajo e importancia van más allá: Da soporte y suspensión a la masa total del vehículo, sostener los sistemas de dirección, cargar el motor y el sistema de frenos, asimismo sirve para que se transmita el torque, sin el cual ningún auto caminaría, por lo tanto su estructura y diseño tienen que ser sometidos a análisis para poder obtener un correcto desempeño del mismo.

Los rines no son solamente requeridos para soportar el peso íntegro de los vehículos en conjunto con los neumáticos, sino también para resistir las fuerzas de manejo durante la aceleración, fuerzas de frenado durante la desaceleración, fuerzas laterales durante el giro de las esquinas y otras fuerzas; por lo cual es necesario realizar un análisis elegir el más apropiado.

Las llantas su función primordial es darle al vehículo un adecuado contacto por el terreno donde transita, ya sea por adherencia o por fricción. Por lo consecuente es vital su correcta elección y análisis de las mismas para un correcto desempeño del vehículo.

El motor es una máquina capaz de transformar la energía mecánica en este caso en un trabajo. En el motor de nuestro vehículo arenero o buggy este efecto es una fuerza que produce el movimiento, por lo tanto la elección del mismo es de suma importancia ya que repercutirá directamente en el rendimiento y prestaciones mecánicas de nuestro vehículo.

MARCO TEÓRICO

Introducción

El término automóvil (del griego *auto*, "por sí mismo" y del latín *movil* "que se mueve") se refiere principalmente a un vehículo autopropulsado por un motor propio y destinado al transporte terrestre de personas o cosas sin necesidad de carriles. El término se utiliza en un sentido más restringido para referirse a un vehículo de ese tipo con cuatro ruedas y pensado para transportar menos de ocho personas. Los vehículos para un mayor número de pasajeros se denominan autobuses o autocares, y los dedicados al transporte de mercancías se conocen como camiones. El término vehículo automotor engloba todos los anteriores, así como ciertos vehículos especializados de uso industrial y militar.

Componentes

Los componentes principales de un automóvil son el motor, la transmisión, la suspensión, la dirección y los frenos. Estos elementos complementan el chasis, sobre el que va montada la carrocería.

Motor

Un **motor de combustión interna** es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor. Se emplean motores de combustión interna de cuatro tipos:

- El motor de explosión ciclo Otto, cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo inventó, Nikolaus August Otto, es el motor convencional de gasolina que se emplea en automoción y aeronáutica.
- El motor diesel, llamado así en honor del ingeniero alemán nacido en Francia Rudolf Diesel, funciona con un principio diferente y suele consumir gasóleo. Se emplea en instalaciones generadoras de energía eléctrica, en sistemas de propulsión naval, en camiones, autobuses y automóviles. Tanto los motores Otto como los diesel se fabrican en modelos de dos y cuatro tiempos.
- El motor rotatorio.
- La turbina de combustión.

Historia

Los primeros motores de combustión interna no tenían compresión, sino que funcionaban con una mezcla de aire y combustible aspirada o soplada durante la primera parte del movimiento del sistema. La distinción más significativa entre los motores de combustión interna modernos y los diseños antiguos es el uso de la compresión.

Estructura y funcionamiento

Cámara de combustión

La cámara de combustión es un cilindro, por lo general fijo, cerrado en un extremo y dentro del cual se desliza un pistón muy ajustado al cilindro. La posición hacia dentro y hacia fuera del pistón modifica el volumen que existe entre la cara interior del pistón y las paredes de la cámara. La cara exterior del pistón está unida por un eje al cigüeñal, que convierte en movimiento rotatorio el movimiento lineal del pistón.

En los motores de varios cilindros el cigüeñal tiene una posición de partida, llamada espiga de cigüeñal y conectada a cada eje, con lo que la energía producida por cada cilindro se aplica al cigüeñal en un punto determinado de la rotación. Los cigüeñales cuentan con pesados volantes y contrapesos cuya inercia reduce la irregularidad del movimiento del eje. Un motor puede tener de 1 a 28 cilindros.

Sistema de Alimentación

El sistema de alimentación de combustible de un motor de combustión interna consta de un depósito, una bomba de combustible y un dispositivo que vaporiza o atomiza el combustible líquido, para poder ser quemado. Se llama carburador al dispositivo utilizado con este fin en los motores Otto, aunque también se puede introducir el combustible atomizado en los cilindros a través de una Bomba de inyección de combustible.

En los motores de varios cilindros el combustible vaporizado se conduce a los cilindros a través de un tubo ramificado llamado colector de admisión. Muchos motores cuentan con un colector de escape o de expulsión, que transporta los gases producidos en la combustión.

Sistema de Distribución

Cada cilindro toma el combustible y expulsa los gases a través de válvulas de cabezal o válvulas deslizantes. Un muelle mantiene cerradas las válvulas hasta que se abren en el momento adecuado, al actuar las levas de un árbol de levas rotatorio movido por el cigüeñal, estando el conjunto coordinado mediante la correa de distribución.

Los motores necesitan una forma de iniciar la ignición del combustible dentro del cilindro. En los motores Otto, el sistema de ignición consiste en un componente llamado bobina de encendido, el cual es un auto-transformador de alto voltaje al que está conectado un conmutador que interrumpe la corriente del primario para que se induzca un impulso eléctrico de alto voltaje en el secundario. Dicho impulso está sincronizado con la etapa de compresión de cada uno de los cilindros; el impulso se lleva al cilindro correspondiente (aquel que está comprimido en ese momento) utilizando un distribuidor rotativo y unos cables de grafito que dirigen la descarga de alto voltaje a la bujía. El dispositivo que produce la ignición es la bujía que, fijado en cada cilindro, dispone de dos electrodos separados unos milímetros, entre los cuales el impulso eléctrico produce una chispa, que inflama el combustible.

Si la bobina está en mal estado se sobrecalienta; esto produce pérdida de energía, aminora la chispa de las bujías y causa fallos en el sistema de encendido del automóvil.

Refrigeración

Dado que la combustión produce calor, todos los motores deben disponer de algún tipo de sistema de refrigeración. Algunos motores estacionarios de automóviles y de aviones y los motores fueraborda se refrigeran con aire. Los cilindros de los motores que utilizan este sistema cuentan en el exterior con un conjunto de láminas de metal que emiten el calor producido dentro del cilindro. En otros motores se utiliza refrigeración por agua, lo que implica que los cilindros se encuentran dentro de una carcasa llena de agua que en los automóviles se hace circular mediante una bomba. El agua se refrigera al pasar por las láminas de un radiador. Es importante que el líquido que se usa para enfriar el motor no sea agua común y corriente porque los motores de combustión trabajan regularmente a temperaturas más altas que la temperatura de ebullición del agua, esto provoca una alta presión en el sistema de enfriamiento dando lugar a fallas en los empaques y sellos de agua así como en el radiador; se usa un anticongelante pues no hierve a la misma temperatura que el agua, sino a más alta temperatura, y que tampoco se congela a temperaturas muy bajas.

Otra razón por la cual se debe de usar un anticongelante es que éste no produce sarro ni sedimentos que se adhieran a las paredes del motor y del radiador formando una capa aislante que disminuirá la capacidad de enfriamiento del sistema. En los motores navales se utiliza agua del mar para la refrigeración.

Sistema de arranque

Al contrario que los motores y las turbinas de vapor, los motores de combustión interna no producen un par de fuerzas cuando arrancan (véase Momento de fuerza), lo que implica que debe provocarse el movimiento del cigüeñal para que se pueda iniciar el ciclo. Los motores de automoción utilizan un motor eléctrico (el motor de arranque) conectado al cigüeñal por un embrague automático que se desacopla en cuanto arranca el motor. Por otro lado, algunos motores pequeños se arrancan a mano girando el cigüeñal con una cadena o tirando de una cuerda que se enrolla alrededor del volante del cigüeñal.

Otros sistemas de encendido de motores son los iniciadores de inercia, que aceleran el volante manualmente o con un motor eléctrico hasta que tiene la velocidad suficiente como para mover el cigüeñal. Ciertos motores grandes utilizan iniciadores explosivos que, mediante la explosión de un cartucho mueven una turbina acoplada al motor y proporcionan el oxígeno necesario para alimentar las cámaras de combustión en los primeros movimientos. Los iniciadores de inercia y los explosivos se utilizan sobre todo para arrancar motores de aviones. Ref.13

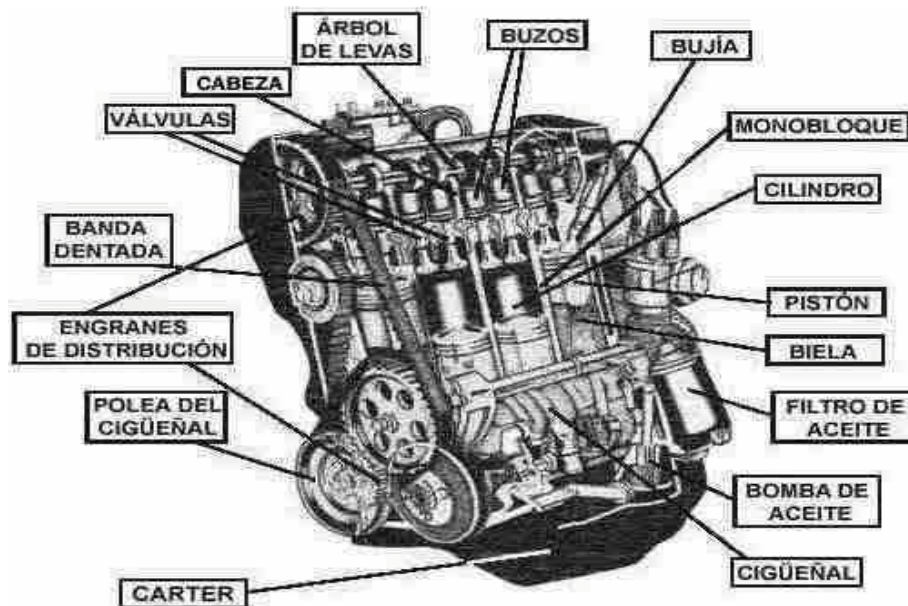


Imagen 1: motor de 4 tiempos con sus componentes principales REF. <http://www.vochoweb.com>

Neumáticos

Un neumático (del griego πνευματικός, relativo al pulmón, por el aire que lleva), también denominado cubierta en algunas regiones, es una pieza toroidal de caucho que se coloca en las ruedas de diversos vehículos y máquinas. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando el arranque, el frenado y la guía.

Los neumáticos generalmente tienen hilos que los refuerzan. Dependiendo de la orientación de estos hilos, se clasifican en diagonales o radiales. Los de tipo radial son el estándar para casi todos los automóviles modernos.

Historia

En 1887, el veterinario e inventor escocés, John Boyd Dunlop, desarrolló el primer neumático con cámara de aire para el triciclo que su hijo de nueve años de edad usaba para ir a la escuela por las calles bacheadas de Belfast. Para resolver el problema del traqueteo del triciclo, Dunlop infló unos tubos de goma con una bomba de aire para inflar balones. Después envolvió los tubos de goma con una lona para protegerlos y los pegó sobre las llantas de las ruedas del triciclo. Hasta entonces, la mayoría de las ruedas tenían llantas con goma maciza, pero los neumáticos permitían una marcha notablemente más suave. Desarrolló la idea y patentó el neumático con cámara el 7 de diciembre de 1888. Sin embargo, dos años después de que le concedieran la patente, Dunlop fue informado oficialmente de que la patente fue invalidada por el inventor escocés Robert William Thomson, quien había patentado la idea en Francia en 1846 y en Estados Unidos en 1847.¹ Dunlop ganó una batalla legal contra Robert William Thomson y revalidó su patente.

El desarrollo del neumático con cámara de Dunlop llegó en un momento crucial durante la expansión del transporte terrestre, con la construcción de nuevas bicicletas y automóviles.

Tipos de neumáticos

Por su construcción existen dos tipos de neumáticos:

- Diagonales: en su construcción las distintas capas de material se colocan de forma diagonal, unas sobre otras.
- Radiales: en esta construcción las capas de material se colocan unas sobre otras en línea recta, sin sesgo. Este sistema permite dotar de mayor estabilidad y resistencia a la cubierta.

Igualmente y según su uso de cámara tenemos:

- Neumáticos *tubetype*: aquellos que usan cámara y una llanta específica para ello. No pueden montarse sin cámara. Se usan en algunos 4x4, y vehículos agrícolas.
- Neumáticos *tubeless* o sin cámara: estos neumáticos no emplean cámara. Para evitar la pérdida de aire los flancos de la cubierta se "pegan" a la llanta durante el montaje, por lo que la llanta debe ser específica para estos neumáticos. Se emplea prácticamente en todos los vehículos.

Las dimensiones de los neumáticos se representan de la siguiente forma:

205/ 55 / 16 - 91 W

Dónde:

- El primer número identifica el ancho de sección (de pared a pared) de la cubierta, expresado en milímetros.
- El segundo número es el perfil, o altura del lado interior de la cubierta y se expresa en el porcentaje del ancho de cubierta que corresponde al flanco o pared de la cubierta. En algunas cubiertas se prescinde del mismo, considerando que equivale a un perfil 80.
- El tercer número es el diámetro de la circunferencia interior del neumático en pulgadas, o también, el diámetro de la llanta sobre la que se monta.
- El cuarto número indica el índice de carga del neumático. Este índice se rige por unas tablas en que se recogen las equivalencias en kg del mismo. En el ejemplo el índice "91" equivale a 615 kg por cubierta.
- Finalmente la letra indica la velocidad máxima a la que el neumático podrá circular sin romperse o averiarse. Cada letra equivale a una velocidad y en el ejemplo el código W supone una velocidad de hasta 270 km/h.

Es vital para la seguridad, respetar estrictamente las medidas de las cubiertas, así como el índice de carga y código de velocidad. Instalar cubiertas con menores índices puede ser causa de accidente.

En las indicaciones en los laterales de los neumáticos, también se puede leer la fecha de fabricación. Junto a la marca DOT, un grabado de cuatro cifras indica cuando fue creado. Los dos primeros números indican la semana del año, y los dos siguientes, el año de fabricación. Así, un neumático con el código DOT 4905, fue fabricado en la 49^a semana del año 2005

Tabla 1: Rangos de carga máxima

Código de carga	Carga máxima (kg)
20	80
30	106
35	121
40	136
45	165
50	190
55	218
60	250
65	290
70	335
75	387
80	450
85	515
90	600
95	690
100	800
105	925
110	1060
115	1215
120	1400

Tabla 2: Rangos de velocidad

Símbolo de Rango	Velocidad (km/h)
A1	5
A2	10
A3	15
A4	20
A5	25
A6	30
A7	35
A8	40
B	50
C	60
D	65
E	70
F	80
G	90
J	100
K	110
L	120
M	130
N	140
P	150
Q	160
R	170
S	180
T	190
U	200
H	210
V	240
W	270
(W)	Más de 270
Y	300
(Y)	Más de 300
ZR	Más de 240

Banda de rodamiento

La banda de rodadura de un neumático es aquella parte plana que entra en contacto con la superficie. Es, por tanto, la zona que más desgaste sufre de todo el neumático. En neumáticos comunes, el dibujo de la banda de rodadura no debe ser inferior a los 1,6 mm de profundidad; y tampoco debe ser inferior a los 3 mm en neumáticos de invierno.

Los neumáticos deben incorporar una serie de varios indicadores de desgaste a lo largo de su banda de rodadura. Si nos fijamos en sus laterales, podremos ver unos códigos, *TWI* ("Treadwear indicator", en inglés.); aunque algunas marcas las cambian por triángulos o su logotipo, como Bibendum. Al ver la banda de rodadura a la altura de dichos símbolos, veremos una zona alzada en la banda de rodadura. Cuando el taco del dibujo se ven iguales con dichos indicadores, podemos considerar que el neumático ha alcanzado el momento de su sustitución.

Un truco usado a menudo para realizar una prueba sencilla de profundidad es utilizar diversas monedas. En países de la Zona Euro, al introducir una moneda de 1 € en las acanaladuras, si se pueden ver las estrellas del reverso completamente, el neumático ha de ser sustituido. En los EEUU, también se puede realizar la prueba con una moneda de un centavo. Colocada boca abajo la imagen de Abraham Lincoln, si se tapa, al menos parcialmente la cabeza, el neumático tiene un nivel de desgaste admisible por ley.

Al igual que con el consumo de combustible, el desgaste de un neumático se puede reducir haciendo una conducción eficiente. De todos modos, la duración media de un neumático de calle con un uso correcto ronda entre los 40000 y los 60000 km, pero su uso se puede extender más allá de los 80000 km.

Inflado

El neumático va relleno en su interior con aire a presión. Según el vehículo, será necesaria más o menos presión. Es muy recomendable comprobar periódicamente sus niveles, ya que un neumático con mayor o menor presión de la indicada provocará situaciones peligrosas por falta de agarre o por riesgo de explosión; además de influir directamente en el consumo de combustible del vehículo.

Estudios demuestran que el inflado del neumático con Nitrógeno en lugar de aire reduce aproximadamente un 5% la cantidad de presión que se pierde con el trascurso del tiempo.^{7 8} Aun así, si es necesario, se pueden rellenar con aire

común, al ser totalmente compatibles, pero sus propiedades no son iguales. Además, mejora las prestaciones y la duración del neumático, al variar mucho menos su volumen por el efecto de la temperatura y por no reaccionar con los materiales de que está hecho el neumático.

En algunos vehículos agrícolas o de gran tonelaje, los neumáticos también se pueden rellenar con agua, pues es incompresible y evita que se deforme el neumático. Además, el sobrepeso afectará positivamente al agarre. Presenta el inconveniente de que no puede ser usado a altas velocidades. Ref..14

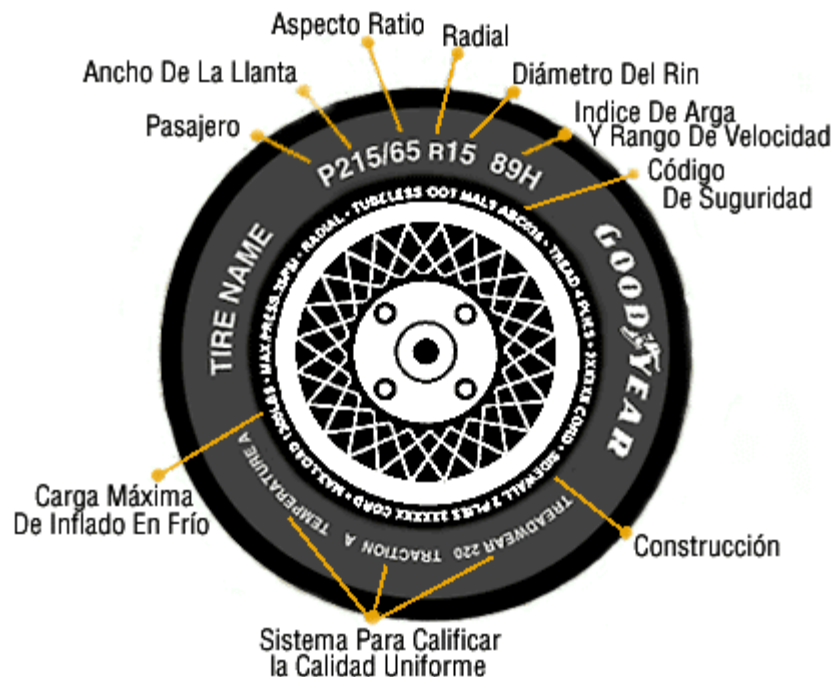


Imagen2: Llanta ilustrativa de datos técnicos

Características de un neumático:

- Transmitir la presión ejercida en las ruedas sobre una determinada superficie del terreno.
- Disponer para este efecto del suficiente contacto con el terreno a fin de patinar lo menos posible tanto en la aceleración como en el frenado.
- Hacer que el vehículo conserve su docilidad de maniobra, aún a gran velocidad.

- Contrarrestar el efecto de las desigualdades de la superficie de apoyo por medio de un cojín de aire elástico.
- Amortiguar los ruidos.
- Absorber las presiones laterales en los virajes.
- Proteger contra las vibraciones las partes desprovistas de resortes.

Rin

Desde que se invento la rueda hasta nuestros tiempos se han hecho mejoras, tanto para su duración como en su funcionamiento. Como se sabe las primeras ruedas eran de madera y con un simple diseño conforme fue pasando el tiempo, esa rueda se cubrió con caucho para hacerla más duradera, es así como la rueda básica paso a formar parte de un ensamble quedando solo como lo que conocemos como "RIN".

Las funciones básicas del rin son: transmitir el movimiento, es decir el torque necesario a las llantas para producir el movimiento, dar alojamiento a las masas de los ejes, y servir como estructura básica de la llanta.

Existen gran variedad de rines en la actualidad, de acuerdo a su forma, diseño y material de construcción, unos ejemplos de estos son

- Por material de construcción:
- Rin de aluminio
- Rin de magnesio
- Rin de acero
- Rin de aleaciones.

Características generales de los rines

- No maleable, es decir dureza.
- Resistencia a temperaturas altas y bajas.

- Livianos.
- Balanceado en todos sus ejes.



Imagen 3: diferentes tipos de diseño de rines en aluminio.

CHASIS

El chasis es el encargado de soportar el motor, la carrocería, la transmisión, la dirección, y las fuerzas dinámicas que se producen durante el movimiento del vehículo. Esta generalmente construido por miembros rectangulares, tubulares y acanalados, cuidadosamente configurados, soldados o remachados entre sí. Varios travesaños refuerzan el chasis y sirven también de soporte al motor y las ruedas. El chasis es extremadamente fuerte y rígido, para poder resistir los impactos de las irregularidades causados por el terreno y a su vez las torsiones y/o vibraciones que se puedan generar.

En los últimos años los fabricantes de automóviles se han esforzado por aumentar la seguridad del conductor. Por ejemplo, se han introducido en muchos modelos un nuevo diseño de chasis que amortigua los impactos de las colisiones frontales. En caso de choque, parte de las fuerzas resultantes de la colisión son absorbidas por un hundimiento de la parte frontal del bastidor, impidiendo que se transmita al conductor y otros ocupantes. Este nuevo diseño incorpora una serie de agujeros y escotaduras que favorecen este plegamiento del chasis. Este efecto amortiguador es comparable a la diferencia que existe en golpear una pared de ladrillo con el puño sin protección o golpearla llevando puesto un guante de boxeo; el material del guante absorbe parte del golpe, reduciendo considerablemente el impacto que repercute la mano.

El motor puede estar fijado al chasis por medio de puntos de anclaje. Para impedir en lo posible que el ruido y las vibraciones del motor se transfieran al chasis y este a los ocupantes del automóvil, el motor está aislado del chasis mediante arandelas y tacos de caucho en cada punto de soporte.

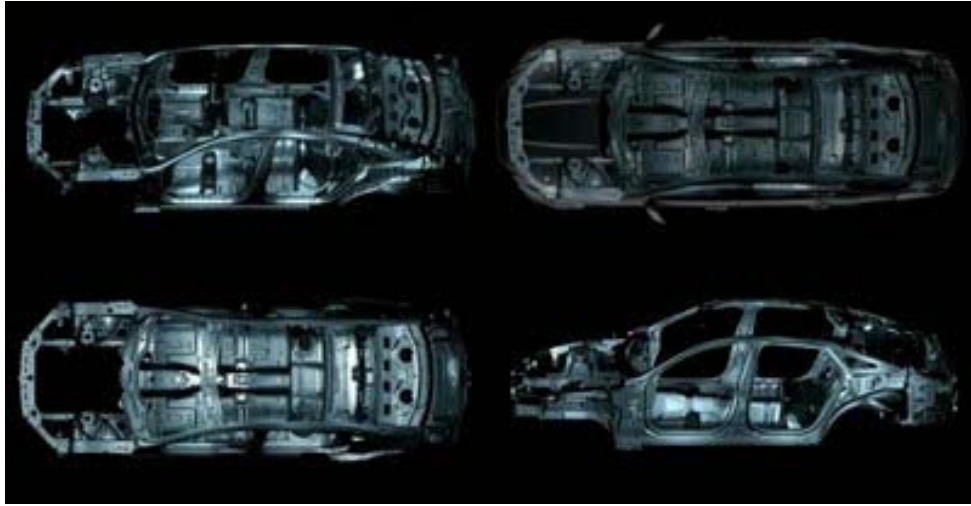


Imagen 4: Chasis monocasco

Características de los Chasis

- Es el soporte de todos los órganos mecánicos.
- Puede rodar sin carrocería.
- Un mismo tipo de chasis puede adaptarse a varios tipos de carrocería.
- Un mismo tipo de chasis puede alargarse o cortarse según los gustos del cliente.
- Es totalmente duro y rígido.



Imagen 5: Chasis Tubular.

Funciones

El chasis no es solo un marco de metal (conocido como bastidor) sobre el cual se colocan otras piezas, que conforman el chasis propiamente dicho, sino como ya se mencionó es un sistema que debe soportar el peso de todo el vehículo y, a la vez, garantizar un manejo sin contratiempos, como los producidos por las curvas cuando se viaja a exceso de velocidad.

Los ejes delantero y trasero, con sus muchas partes, también se apoyan en el bastidor. Antes de llegar a una reparación adopte mejor una estrategia preventiva, para ello evite golpes (hoyos en el camino), así como someter su auto a torsiones innecesarias provocadas por acelerones y frenazos bruscos. Es poco lo que se puede hacer cuando el daño al chasis es grande, aunque a favor del propietario debe decirse que se trata de una pieza muy bien construida y con

materiales de alta calidad. Aún así, la corrosión, producto de la falta de servicio, puede apoderarse de ella y destruirla.

Mantenimiento

En este sentido, al hablar del mantenimiento de la parte inferior del carro nos referimos no solo al chasis en sí, sino a partes tan vitales como la suspensión, la parte baja del motor y de la transmisión. Todos esos componentes requieren, como cualquier otra parte o sistema del auto, de chequeos y limpieza regulares.

La mejor forma de evaluar el estado de un chasis es elevando el auto por medio de un puente, o verlo desde abajo en un foso. Su limpieza debe realizarse por lo menos cuatro veces al año, y la mejor forma de hacerlo es por medio de un chorro de vapor de agua a alta presión y temperatura, para desprender la suciedad, el sarro y otras impurezas. Para tal fin se utilizan hidrolavadoras especializadas.

Si el vehículo circula por zonas de alta concentración salina, como sucede en las costas, el lavado debe realizarse con más frecuencia y debe alcanzar a la parte inferior e interior de las loderas. Esta recomendación obedece a los daños que causa el salitre sobre el hierro.

Un lavado tan fuerte implica, además, que los lubricantes se sequen o se disuelvan. Por tanto, es necesario que después de la limpieza se vuelvan a lubricar todos los componentes o piezas indicados por el fabricante para tal fin.

También deben lubricarse varios elementos de la suspensión y la dirección, así como aprovechar para revisar el estado de piezas como las cruces y las polveras. Algunos fabricantes, debido a cambios en la tecnología, afirman que ciertos modelos ya no necesitan de este tipo de mantenimiento, aunque si tiene alguna duda comuníquese con el distribuidor de su auto o consulte el manual del vehículo.

Cuando se ha completado el lavado, se debe aplicar una capa protectora que surge de mezclar aceite WD-40 más una solución siliconeada que, a su vez, mantiene la lubricación durante más tiempo. Una última recomendación para lograr mejores resultados y proteger el chasis aún más es aplicar al final de la lavada y lubricación, un anticorrosivo en toda la estructura. Ref...1



Imagen 6: chasis de un vehículo deportivo.

ALCANCE

Realizar un estudio del sistema chasis de un vehículo arenero o buggy incluyendo diseño y modelado en software de CAM en este caso CATIA; realizar una vez teniendo el modelo en computadora un análisis mecánico estructural mediante un análisis numérico en ANSYS (Software de Análisis del Elemento Finito); el cual consistirá en una prueba de impacto frontal, simulando un choque del vehículo arenero o Buggy contra un objeto de mayor rigidez impactándolo por su parte frontal, lo cual se realizará en una prueba estática aplicando cargas en puntos específicos equivalentes a las cargas producidas en un impacto frontal dinámico; con lo cual se obtendrán datos importantes tales como deformaciones en puntos críticos, por lo tanto se podrá analizar y/o corroborar el diseño establecido en nuestro vehículo cuyo uno de los objetivos primordiales de diseño es proteger al piloto en caso de un accidente por impacto.

Realizar un estudio y elegir el motor, llantas y rines apropiados en base a las características necesarias que requiere nuestro vehículo para obtener un desempeño óptimo en sus funciones y su vez modelar en CATIA dichos componentes.

CAPITULO I SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

La industria del automóvil en general, sector de la economía dedicado al diseño, fabricación y venta de vehículos de motor; representa la industria de fabricación más importante del mundo.

Producción en Serie.

La producción en serie no fue inventada por Henry Ford. En 1798 Eli Whitney introdujo la producción normalizada de mosquetes, y las fábricas de carne de Chicago habían introducido cadenas de producción en la década de 1860. En 1902, el automóvil Oldsmobile ya se fabricaba en serie. A partir de 1908, cuando se introdujo el modelo de Ford, Henry Ford empezó a combinar esos factores y reunió las enseñanzas de un siglo de forma espectacular. Entre 1913 y 1915 en la fábrica de Ford de Highland Park se combinaron la producción normalizada de piezas de precisión (que hacía que fueran intercambiables) y la fabricación en cadenas de montaje, que simplificaba las operaciones y las dividía en zonas de trabajo. La eficacia de la producción era tal que los precios de los automóviles bajaban sin cesar. Los automóviles salían de la cadena de montaje cada 10 segundos, con un ritmo anual de 2 millones. Esto hizo que Estados Unidos se motorizara de forma masiva en la década de 1920. Los fabricantes europeos aprendieron la lección, en especial el británico Morris, el francés Citroën, el alemán Opel, el italiano Fiat y, naturalmente, las fábricas de Ford situadas fuera de Estados Unidos. A pesar de todo, en la década de 1920 Estados Unidos y Canadá producían más del 90% de los automóviles fabricados en el mundo. La mayoría de estos vehículos se vendían en Norteamérica, pero las exportaciones suponían un 35% del mercado mundial de automóviles.

La producción de vehículos fuera de Estados Unidos sobrevivió en gran medida porque General Motors, Ford y Chrysler establecieron plantas de fabricación en el extranjero, pero sobre todo porque los gobiernos europeos protegieron su industria automovilística de la competencia estadounidense mediante aranceles y cuotas. En 1932, los aranceles eran del 33,3% en el Reino Unido, del 25% en Alemania, entre el 45 y el 70% en Francia y entre el 18 y el 23% en Italia. En 1929 se fabricaron 4,8 millones de vehículos en Norteamérica, frente a 554.000 en Europa occidental.

En el periodo posterior a 1945 comenzó una importante expansión de la producción y prosiguió la racionalización, tendencias que continúan en la actualidad. En 1950, Europa representaba el 13,6% de la producción mundial, que ascendía a 8,2 millones de vehículos. El número de fabricantes tradicionales continuó en declive. En Estados Unidos, Studebaker, Packard y American Motors abandonaron el sector o fueron absorbidos. En el Reino Unido, los principales fabricantes de propiedad británica se fusionaron en la década de 1960 para formar British Leyland, que cambió su nombre a Rover en 1986 y fue adquirida por BMW en 1994. En Francia, en la década de 1970, Peugeot compró Citroën y las instalaciones europeas de Chrysler en Gran Bretaña, Francia y España. Salvo algunas fábricas pequeñas, toda la industria automovilística italiana es propiedad de Fiat. En España, SEAT, que estaba a la cabeza del sector automovilístico español, empezó a notar la crisis en 1976 y ya a partir de 1984 inició un plan de colaboración con la alemana Volkswagen, que en 1986 adquirió el 51% de la empresa. Este proceso de reducción de empresas afectó a los coches, los vehículos comerciales y la fabricación de piezas.

El crecimiento económico de Europa y la mayor eficiencia en la producción de vehículos hicieron que, a principios de la década de 1970, el consumo y producción total de automóviles en Europa superaran a los de Norteamérica por primera vez desde los primeros días de la industria. Los aranceles experimentaron grandes reducciones en todo el mundo desde principios de la década de 1960; la inadaptación de los coches estadounidenses para la mayoría de los mercados de exportación hizo que los primeros en beneficiarse fueran los fabricantes europeos y posteriormente los japoneses. Sin embargo, alrededor del 20% de la producción y venta de automóviles en Europa correspondía a fabricantes estadounidenses.

En 1995 había en el mundo más de 625 millones de coches y vehículos comerciales en uso. De ellos, 193 millones correspondían a Estados Unidos, 17 millones a Canadá, 63 millones a Japón y 183 millones a Europa occidental. Si sólo se cuentan los coches, Europa occidental, con 162 millones, superaba a Estados Unidos, con 146 millones. Sin embargo, la combinación de un mayor poder adquisitivo per cápita y unos precios más bajos hacía que la densidad de automóviles fuera mayor en Estados Unidos que en Europa y el resto del mundo. En Estados Unidos hay 1,7 personas por automóvil, frente a 2,3 en Europa occidental. Las cifras de Europa oriental van desde 3,8 personas por automóvil en la República Checa hasta 16,0 en la antigua Unión Soviética. A título comparativo, en Japón hay 3,0 personas por automóvil, en Canadá 2,0 y en Australia 2,2.

Ámbito y estructura de la industria automovilística en la actualidad

La industria automovilística es de ámbito mundial. El dominio estadounidense del sector permaneció desde 1910 hasta 1965, cuando Estados Unidos todavía fabricaba el 50% de los vehículos de todo el mundo. Aunque ese dominio ya no existe, Estados Unidos sigue encabezando la producción mundial.

En 1902, la empresa alemana Daimler adquirió una filial con participación en Austria, lo que la convirtió en la primera empresa multinacional del automóvil. Una multinacional es una empresa que tiene instalaciones de producción importante en diferentes países, a menudo vinculada por un tráfico cruzado de suministros. En la actualidad, las empresas multinacionales más desarrolladas son Ford y General Motors, seguidas por las japonesas Toyota y Nissan. Los productores europeos están mucho más ligados a su zona, aunque el alemán Volkswagen y el italiano Fiat tienen instalaciones importantes en México y Sudamérica. Las empresas europeas de carácter más multinacional son los principales fabricantes de piezas y los productores de camiones como Mercedes-Benz o Volvo.

Calidad de los productos

En la década de 1980, los fabricantes japoneses de automóviles alcanzaron niveles nunca vistos en calidad y eficacia de fabricación. Mientras las empresas europeas y estadounidenses empleaban en el mejor de los casos 35 horas/trabajador para fabricar un automóvil, los japoneses sólo necesitaban 15. Las grandes inversiones de capital en equipos excelentes, los sistemas adecuados de control y fabricación y el diseño de los vehículos con el objetivo de una construcción más fácil proporcionaron a los japoneses una importante ventaja de coste y calidad sobre sus rivales. Esto se comprobó con el enorme y rápido crecimiento de la producción y las exportaciones japonesas. Los 3.000 dólares menos que costaban los automóviles japoneses en 1990 en relación a los estadounidenses y los europeos no se debían tanto a unos salarios más bajos como a ventajas básicas de diseño y fabricación. El CAD/CAM (diseño y fabricación asistidos por ordenador o computadora) y otras técnicas como la ingeniería simultánea contribuyeron a mejorar la calidad y reducir el coste y los periodos de gestación de productos desde cinco años hasta menos de tres.

Después de las crisis del petróleo, la industria estadounidense del automóvil, en crisis por sus vehículos excesivamente grandes y de mala calidad, vio cómo los consumidores se inclinaban por los vehículos japoneses en cantidades tales que éstos controlaron un 30% del mercado automovilístico. En la década de 1980, con el fin de dar un respiro a la industria de Estados Unidos para introducir mejoras, el gobierno de ese país persuadió a las empresas japonesas para que impusieran

restricciones voluntarias a sus ventas y sustituyeran las exportaciones por la fabricación de automóviles en Estados Unidos. En Europa, los japoneses también aceptaron restricciones voluntarias similares en Gran Bretaña y Francia, y limitaciones de otro tipo en Italia, España y Portugal. Esto fomentó el que los japoneses construyeran algunas plantas de fabricación en Europa, sobre todo en Gran Bretaña, para asegurarse el acceso a los mercados.



Imagen 7: producción en serie de vehículos.

La importancia de la industria del automóvil

La industria del automóvil es la mayor industria de fabricación del mundo. Su impacto sobre el empleo, la inversión, el comercio exterior y el medio ambiente hace que tenga una inmensa importancia económica, política y social. En Europa occidental la industria automovilística representa el 10% de la producción industrial y emplea directa o indirectamente a 9 millones de personas. Ref..4

Construcción del chasis

Para la construcción del chasis se necesitará una maquina dobladora de tubo la cual se encargue de efectuar los dobleces con el ángulo necesario para cada tubo que integra nuestro chasis.

Doblado

El formado de partes con la aplicación de fuerza mecánica, se considera uno de los procesos de formación más importantes, en términos del valor de la producción y del método de producción. El formado de partes se puede efectuar con el material frío (formado en frío) o con material caliente (formado en caliente). Las fuerzas utilizadas para formar las partes pueden ser de tipo de flexión, compresión o cizallado y tensión. Los procesos de formado se pueden clasificar sobre la base de la forma en que se aplica la fuerza.

El formado por doblado se efectúa al obligar a el material a doblarse a lo largo de un eje. Entre los procesos por doblado están el doblado, pelado, corrugado y rechazado en alta velocidad. El formado por cizallado (guillotinado) es en realidad, un proceso de separación de material en el cual se hace pasar a presión una o dos cuchillas a través de una parte fija.



Imagen 8: máquina dobladora de tubo Ref www.automaq.us/dobladorasdetubos.htm



Imagen 9: construcción del chasis

CAPITULO
II
TABLAS
(MATERIALES,
COSTOS Y
PROVEEDORES)

MATERIALES, COSTOS Y PROVEEDORES

COSTOS-

Costo se define como: la suma de los gastos invertidos por la empresa. Para obtener los recursos utilizados en la producción y distribución del producto o servicio.

Los cuales a su vez se dividen en los siguientes:

COSTOS DE LOTE DE PRODUCCIÓN: Son aquellos que representan la una cantidad monetaria estimada de gasto de un proyecto específico.

MANO DE OBRA: Es aquel que representa una cantidad monetaria dándole valor al servicio u/o conocimiento empleado por la persona para realizar una actividad específica dentro de un proyecto o trabajo.

GASTOS INDIRECTOS: Es la adición al costo total que se atribuye a gastos generados indirectamente por servicios o bienes utilizados.

COSTO REAL DE PRODUCCION: Como su nombre lo indica es el costo total y real gastado dentro del proyecto.

COSTOS DE LOTE DE PRODUCCION

MATERIALES	COSTO UNITARIO \$	CANTIDAD	COSTO TOTAL \$
Tubo 3/4 cedula 40	250	15	3750
Soldadura 6013 1/8	40	1	40
Segueta	15	4	60
Maquina de soldar	500	5	2500
Dobladora	500	2	1000
			\$7,350.00

MANO DE OBRA	COSTO \$
Soldador	3000
Doblador	500
Diseño	500
Análisis	1000
	\$5,000.00

GASTOS INDIRECTOS	
Luz	\$150
Internet	\$200
Teléfono	\$500
	\$850.00

COSTO REAL DE PRODUCCION

MATERIALES	COSTO UNITARIO \$	CANTIDAD	COSTO TOTAL \$
Tubo 3/4 cedula 40	250	12	3000
Soldadura 6013 1/8	40	1	40
Segueta	15	3	45
Maquina de soldar	500	4	2000
Dobladora	500	2	1000
			\$6,085.00

El análisis de costos y gastos permite además de realizar proyecciones a futuro para una producción a gran escala, también permite identificar en su totalidad los gastos reales del proyecto. Ref...12

Soldadura

Se denomina Soldadura al proceso en el cual se realiza la unión de dos materiales, generalmente metales o termoplásticos, usualmente obtenido a través de fusión, en la cual los elementos son soldados derritiendo ambos y agregando un material de relleno derretido (metal o plástico). Éste, al enfriarse, se convierte en un empalme fuerte.

La soldadura puede ser hecha en diferentes ámbitos: al aire libre, bajo el agua y en el espacio.

Existen aproximadamente cuarenta tipos distintos de soldaduras.

La mayoría de las soldaduras se efectúan en forma manual, lo cual requiere mano de obra calificada e implica un coste considerable de obra.

Soldaduras por fusión

En las soldaduras por fusión se emplea calor para fundir los extremos de la piezas; cuando enfrían, las partes soldadas solidifican logrando la unión permanente.

Las uniones soldadas con defectos de calidad son de difícil detección visual; dichos defectos reducen la resistencia de las uniones pudiendo comprometer la estabilidad de la estructura, por eso se requiere personal calificado.

Los tipos de soldaduras por fusión más utilizados son:

- Soldadura Autógena
- Soldadura por Arco Eléctrico
- Termo fusión

y para corte de piezas metálicas:

- Oxicorte

Para nuestro chasis convenimos usar soldadura por arco eléctrico (con electrodos).

La Soldadura por Arco Eléctrico se realiza poniendo a dos conductores en contacto; y se los somete a una diferencia de potencial, de esta manera se establece entre ellos un flujo de corriente.

Luego se los separa y se provoca una chispa para ionizar el gas o el aire que los rodea, consiguiendo de este modo el paso de corriente, aunque los conductores no se hallan en contacto.

De esta manera creamos un *arco eléctrico* entre ellos por transformación de la energía eléctrica en energía luminosa y calórica.

De hecho, el calor producido por el arco no solo es intenso sino que además está focalizado, lo cual resulta ideal para efectuar la soldadura. Se alcanzan así temperaturas de 3.500°C.

En ese circuito eléctrico formado por los electrodos y el arco, la intensidad de la corriente depende de la tensión, y la de la resistencia, del circuito. Al acercar o alejar los electrodos, varía la resistencia y la intensidad, por lo tanto, la energía se transforma en calor, haciendo que la soldadura no sea uniforme.

Para lograr soldaduras uniformes, es necesario durante el proceso de soldado, mantener la distancia constante entre electrodos.

Procedimientos de soldadura en Arco

Soldadura con electrodos de carbono

Esta soldadura no se utiliza en estructuras metálicas. El arco salta entre un electrodo de carbón y la pieza a soldar. Se complementa con metal de aportación.

Soldadura con electrodos de Tungsteno en Atmósfera de hidrógeno

Llamada soldadura al hidrógeno atómico. El arco salta entre dos electrodos de tungsteno en atmósfera de hidrógeno. Por el calor del arco se disocian las moléculas de hidrógeno que se vuelven a formar en contacto con las piezas a soldar, desprendiendo altas temperaturas. Esto funde las piezas y permite efectuar la soldadura sin oxígeno ni nitrógeno del aire.

Soldadura con electrodo Metálico

Este es el procedimiento usado en la construcción de estructuras metálicas. El gran desarrollo de la construcción con estructuras metálicas, en parte se debe a este procedimiento de unión.

Al provocar un arco eléctrico entre las piezas a unir y un electrodo que sirve de material de aportación, se logra la unión.

La soldadura en arco se inició en Suecia a principios del siglo XX, cuando Kjellber inventó el electrodo revestido.

Tratamiento térmico de los materiales del chasis

El tratamiento térmico confiere a las piezas y a las herramientas de materiales metálicos unas propiedades de procesamiento adecuadas a la fabricación y unas propiedades de uso adaptadas a su función.

Consta de una o varias secuencias de temperatura y tiempo, durante las cuales el material se calienta a la temperatura adecuada a la finalidad y, después de mantener esta temperatura durante el tiempo suficiente, se vuelve a enfriar con la velocidad adecuada a la finalidad hasta la temperatura ambiente (en caso necesario, también a una temperatura más baja).

De esta manera se obtienen unas estructuras caracterizadas por una dureza, una resistencia, una deformabilidad, una resistencia al desgaste, etc. Adecuadas al esfuerzo al que se van a someter con una carga elástica o dinámica.

A continuación se muestran los procesos industriales más importantes los cuales se pueden encontrar en normas tal como la DIN EN 10052

- Temple: sirve para que aparezca en materiales féreos (acero, hierro colado) la estructura denominada martensita, que se caracteriza sobre todo por su elevada dureza y resistencia
- Temple bainítico :en este procedimiento, la estructura objetivo es la tensita, por tener una dureza inferior a la martensita pero, por otra parte, por presentar una mayor tenacidad y una menor modificación específica del volumen.
- Revenido: sirve para conferir una mayor tenacidad al material templado y frágil a fin de reducir el riesgo de un agrietado retardado después del

temple o durante el rectificado, como consecuencia de unas tensiones propias demasiado elevadas. Se consigue precipitando los carburos, con lo cual la resistencia y la dureza disminuyen, pero la tenacidad aumenta.

- Bonificado: la combinación del temple y del revenido a temperaturas superiores a los 500°C se denomina bonificado. Debe producir una relación óptima entre la resistencia y tenacidad y se aplica si se necesita una tenacidad o una deformabilidad muy elevadas.
- Tratamientos termoquímicos: consisten en un recocido en agentes que desprenden elementos que se difunden en la capa superficial de la pieza para modificar su composición. Este proceso da como resultado unas propiedades de función muy específicas. En este caso son de gran interés los elementos carbono, nitrógeno y boro. Ref...3

CAPITULO
III
ANALISIS
PRUEBAS
MECANICAS Y
ESTRUCTURALES

ANALISIS PRUEBAS MECANICAS Y ESTRUCTURALES

Las pruebas estructurales son una aproximación al diseño de casos de prueba en donde las pruebas se derivan a partir del conocimiento de la estructura e implementación del software.

En este caso el chasis será sometido a una prueba de impacto frontal la cual nos arrojará datos de suma importancia para corroborar el diseño del mismo cuyo objetivo es de proteger al ocupante en caso de algún incidente o accidente de impacto.

Actualmente los vehículos son sometidos a pruebas de impacto frontal regulado por La National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) que es una agencia dependiente del gobierno de los Estados Unidos, y forma parte del Departamento de Transporte. Su misión es "Salvar vidas, prevenir heridas y reducir los accidentes de vehículos".

Los sistemas en un vehículo requieren la coordinación de complejas funciones dinámicas distribuidas en todo el chasis como las capacidades de torsión, el control de los sistemas de suspensión y frenado y los controles del sistema de dirección. Actualmente para ello se están usando redes de comunicaciones, motores eléctricos, procesadores avanzados, e incluso sistemas inalámbricos y de procesamiento de imágenes.

Las herramientas como software de Análisis y modelado permiten a los ingenieros crear modelos y simular los requerimientos de más alto nivel para utilizarlos en diferentes plataformas de vehículos. Las avanzadas capacidades de las herramientas de procesamiento de imágenes de señal, control de motores, tecnologías de comunicación y desarrollo de software permiten la implantación en el sistema destino.

Historia de las pruebas de impacto

Bridget Driscoll, una mujer inglesa de 44 años, fue arrollada por un automóvil que circulaba a tan solo 6 kilómetros por hora. Increíblemente, la mujer murió como consecuencia de las heridas recibidas en la cabeza. El médico forense que realizó la autopsia de Bridget, quien dio un veredicto de muerte accidental, dijo “confío en que esta clase de absurdo no suceda nunca más”.

El hecho ocurrió en 1896 y constituyó la primera muerte en un accidente de tránsito. Quizás a partir de ese momento las automotrices comenzaron a preocuparse en la seguridad vehicular.

La inquietud de construir vehículos más seguros hizo que los ingenieros comenzaran a ensayar con sus productos, pero no tenían ni experiencia ni métodos precisos para hacerlo. En los primeros años del siglo pasado se probaban autos con cadáveres en su interior. Estos debían pasar el período de rigidez y luego se intentaba imitar la condición de vida. Los muertos eran cubiertos con vendas y se les inyectaba un líquido que simulaba sangre en el caso de una lesión. Se colocaban instrumentos sujetos en los huesos para medir la fuerza que se necesitaba para quebrarlos. Pero el verdadero escándalo se desató cuando se realizaron pruebas con cadáveres de bebés.



Imagen 10: Impacto frontal en la década de los '60s.

En la década del '60 las automotrices comprendieron que era necesario efectuar pruebas prácticas en condiciones reales para mejorar la seguridad de sus vehículos. Los automóviles todavía no estaban dotados de carrocerías de seguridad

ni de zonas de deformación controlada por lo que solo se deformaban mínimamente aunque el impacto se produjera a alta velocidad.

Los técnicos de la investigación seguían siendo arriesgados. Dueños particulares ponían a disposición sus coches y sus vidas a cambio de una retribución Impactaban contra muros frente a otros autos sin colocarse el cinturón de seguridad ni cualquier otro tipo de elemento de prevención Una verdadera carnicería que solía terminar con la muerte de los generosos testers.

En 1966 el Gobierno de Estados Unidos ordenó que se estableciera una serie de normas básicas para mejorar la seguridad de los automóviles. Estas sirvieron como patrón para otros países. De esta manera se incrementó el número de pruebas. La investigación incluía disciplinas científicas como biomecánica ampliando el conocimiento sobre la capacidad de aguante y de resistencia del peso del cuerpo humano.



Imagen 11: prueba de impacto lateral.

Para complementar la nueva legislación se creó el programa de Vehículos Experimentales de Seguridad (VES). Diferentes fabricantes crearon 15 prototipos para probar nuevos conceptos de autos seguros. Este programa dio origen a numerosas técnicas y elementos de seguridad como, por ejemplo, el airbag.

En 1971 la historia de los crash test produjo un gran avance en la investigación con la incorporación de los dummies, los muñecos que simulan al cuerpo humano en el estudio de las características físicas originadas en diferentes accidentes automovilísticos A dichos dummies, los distintos investigadores les fueron mejorando las articulaciones para los hombros la columna y las rodillas. Esto permitió brindar más datos en el análisis de las consecuencias físicas en un choque.

Hasta ese momento todas las pruebas de impacto se realizaban al aire libre. Pero a partir de 1973 los crash test de alta velocidad se comenzaron a desarrollar en naves de ensayo con modernas instalaciones para evitar que los espectadores sufran algún accidente.

En 1984 las automotrices incorporaron internamente crash test frontales con barrera deformable, traseros, laterales y del techo. Más adelante en 1992 se llevo a cabo por primera vez una prueba de impacto frontal asimétrica con barrera deformable.

Antes



Imagen 12: maniqués antiguos para pruebas dinámicas.

Después



Imagen 13: maniqués con sensores de prueba.

En 1997 se incorporó la prueba de vehículo contra vehículo. Este ensayo arrojó como resultado nuevos conceptos de carrocería como el salpicadero elipsoidal y la protección contra empotramiento en el frontal del vehículo.

Se creó el Euro NCAP, un programa de investigación de nuevos vehículos, para brindar datos independientes e imparciales de los nuevos automóviles que se ponen a la venta. Para esta finalidad, el programa realiza tres tipos de ensayos: impacto frontal, lateral y de protección a peatones.

A nivel nacional, CESVI ARGENTINA cuenta con la única pista de impactos del país. En ella se realizan crash test a baja velocidad, impactos de reparabilidad, donde el vehículo impacta contra un bloque indeformable de 32 toneladas a una velocidad de 15 kilómetros por hora. Este estudio analiza la reparabilidad, el tiempo y los costos de reparación del vehículo impactado.

En otros centros de experimentación del mundo se practican pruebas de impacto a velocidades superiores, que oscilan entre los 50 y 65 kilómetros por hora, denominados crash test de habitabilidad. Dichos impactos están orientados a evaluar la seguridad del habitáculo y el riesgo al que se exponen los pasajeros.

Desde 1998 es obligatorio el crash test lateral, una prueba donde se lanza una barrera móvil deformable de 950 kilogramos a 50 kilómetros por hora contra un vehículo inmóvil. La barrera impacta perpendicularmente sobre la puerta, en el costado del conductor, que es donde se sitúa el dummy.

La preocupación actual de las automotrices consiste en proteger a los peatones cuando son embestidos por un vehículo. Está demostrado que la forma, los materiales, las dimensiones y la estructura de la parte frontal del auto influyen de manera determinante en las consecuencias del atropello. Para eso se realizan las pruebas de protección a peatones.

Los crash test comenzaron con las ideas aventureras de algunos ingenieros, pero fueron evolucionando con el avance de la tecnología hasta llegar a una simulación casi real de los accidentes de tránsito. Ref...4



Imagen 14: Impacto frontal entre 2 vehículos.

CAPITULO

IV

DISEÑO

DISEÑO

Introducción

Durante el proceso de diseño del chasis así como también del los rines, motor y neumáticos sucederá que necesitaremos cambiar repetidas veces la geometría hasta que se satisfagan todos los objetivos. Por eso es necesario trabajar con un programa CAD paramétrico. El hecho de que sea paramétrico implica que las cotas que definan la geometría van a poder cambiar de magnitud incluso cuando la estructura esté ya dibujada. En un programa no paramétrico habría que borrar y dibujar de nuevo la zona que nos interesase cambiar. En nuestro caso utilizaremos CATIA.

— El uso de software CAD/CAM ayudará a realizar el diseño del nuestro chasis y demás elementos. Todas las partes del auto, incluso el motor, se diseñan en software de CATIA. La ventaja principal de CATIA encima de una hoja de papel es que el objeto puede ser dado por el software en 3D y lo hace mucho más fácil para la operación del mismo y ver cómo las partes encajan en un conjunto. Los programas como el CATIA que diseñan el software pueden crear partes grandes hechas de muchos componentes pequeños. Este software puede unirse a ANSYS (Software de Análisis del Elemento Finito) el software que puede calcular la tensión y figura de tensión en cada parte del componente, con grados variantes de tensión pintada con varios colores. Esto nos permite observar las áreas bajo las que existe la mayor tensión y rediseñar el componente para remitir las tensiones altas a otras áreas, lo cual nos ayudará en un futuro a cumplir nuestro objetivo inicial de nuestro proyecto.

Catia

CATIA (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application) es un programa de CAD/CAM/CAE comercial realizado por Dassault Systemes, Francia. El programa está desarrollado para proporcionar apoyo desde la concepción del diseño (CAD) hasta la producción (CAM) y el análisis (CAE) de productos. Actualmente se está trabajando en la versión V5, que en éstos últimos años ha sustituido a la versión CATIA V4 basada en AIX, y también disponible para Solaris, IRIX y HP-UX, debido a la posibilidad de trabajar sobre Microsoft Windows.

Provee una arquitectura abierta para el desarrollo de aplicaciones o para personalizar el programa. Los APIs se pueden programar en Visual Basic y C++. Estos APIs se llaman CAA2 (o CAA V5).

Programa inicialmente desarrollado para servir en la industria aeronáutica, se ha hecho un gran hincapié en el manejo de superficies complejas. CATIA también es ampliamente usado en la industria del automóvil para el diseño y desarrollo de componentes de carrocería. Concretamente empresas como el Grupo VW (Volkswagen, Audi, SEAT y Škoda), BMW, Renault, Peugeot, Daimler AG, Chrysler, Smart y Porsche hacen un amplio uso del programa. La industria de la construcción también ha incorporado el uso del software para desarrollar edificios de gran complejidad formal; el museo de la fundación Guggenheim en Bilbao, España, es un hito arquitectónico que ejemplifica el uso de esta tecnología.

Los paquetes de actualización y versiones se denominan según lo siguiente:

Vx - Indica la versión del programa. Actualmente versión 5, que cambió radicalmente la interfaz de usuario respecto a V4.

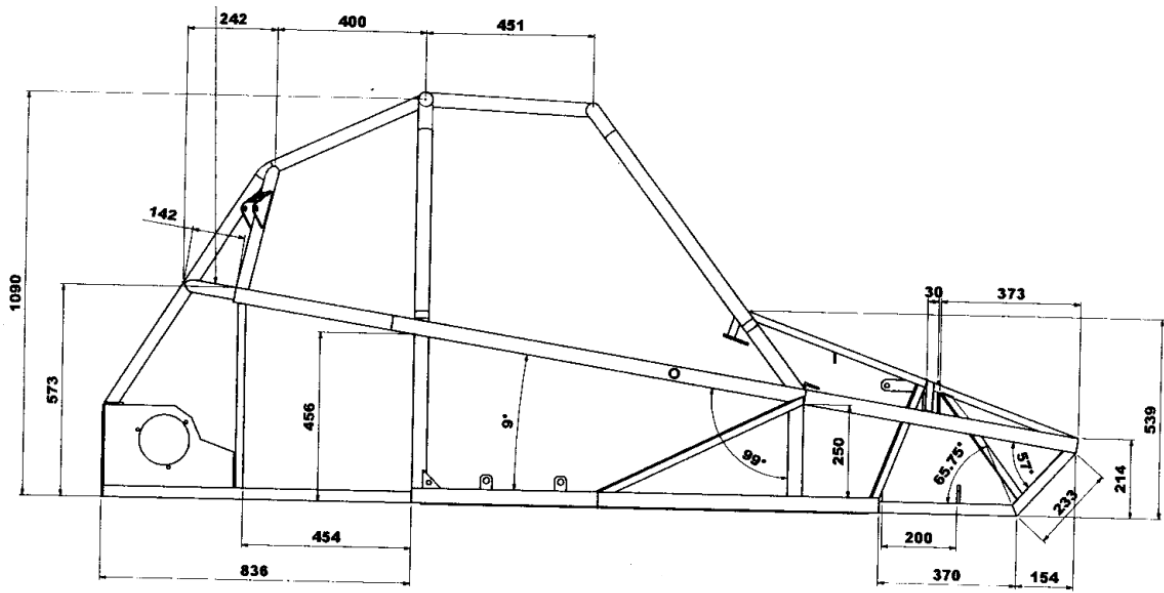
Rxx - Indica el release del programa. Actualmente Release 19. Suele ser actualizado en periodos cortos de tiempo (no más de un año) y suelen aportar cambios en funcionamiento de algunas herramientas, otras nuevas y algunas que se intercambian entre los diferentes módulos del programa.

SPx - Indica el service pack del programa. Actualmente SP 2. Como en cualquier software, los service pack, se encargan de corregir errores y modificar comportamientos incorrectos, vistos en el testeo de la versión. Ref...6

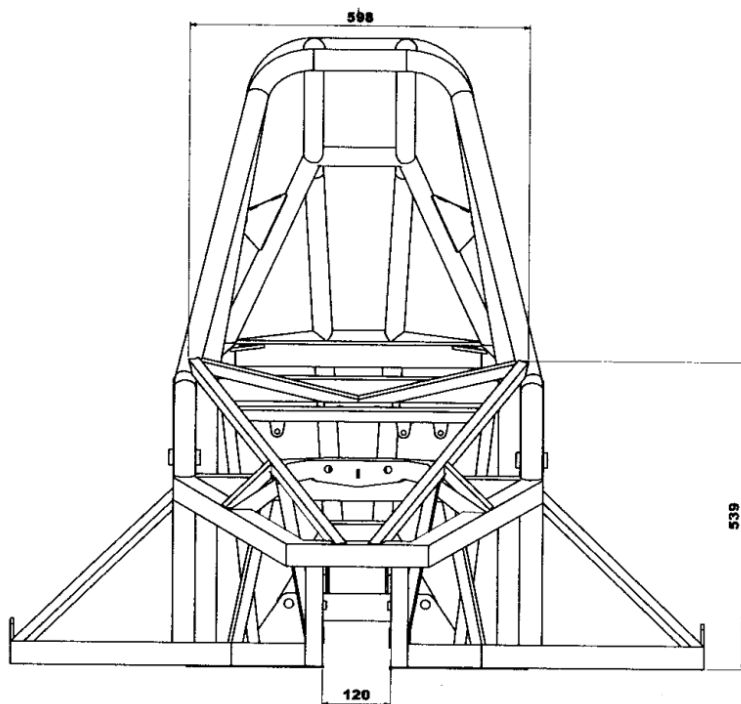
Planos de diseño

A continuación se muestran las tres vistas (lateral, frontal y superior) de los planos de nuestro buggy o carro arenero.

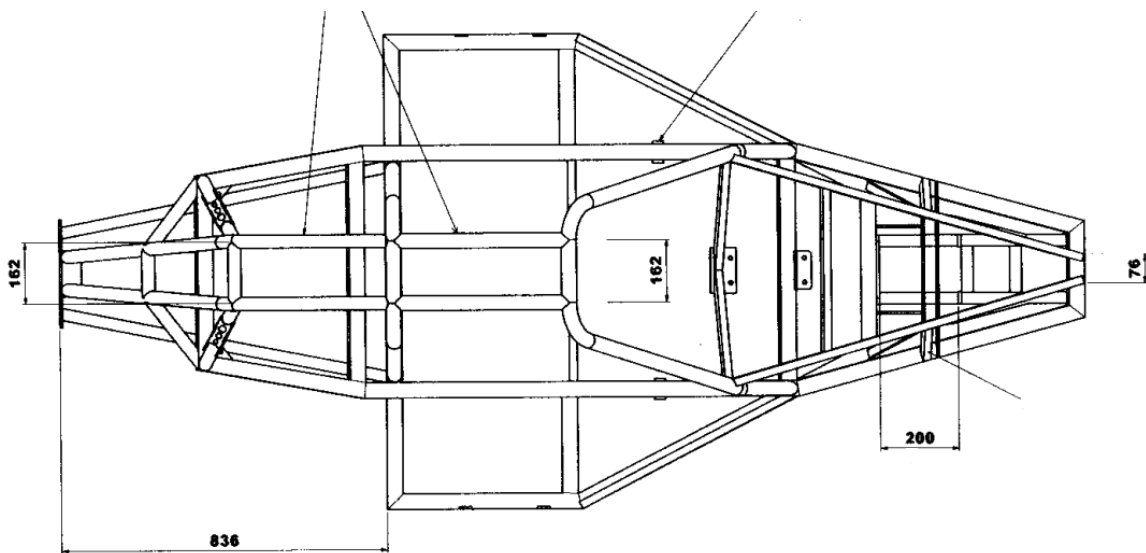
Vista Lateral Chasis



Vista Frontal Chasis



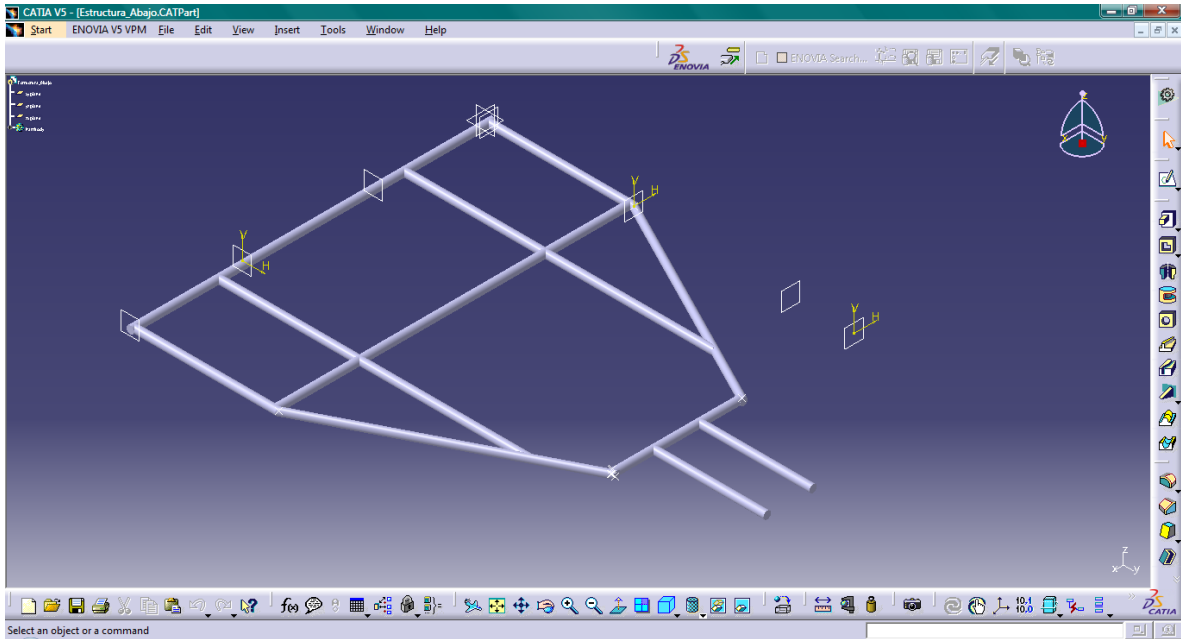
Vista Superior Chasis



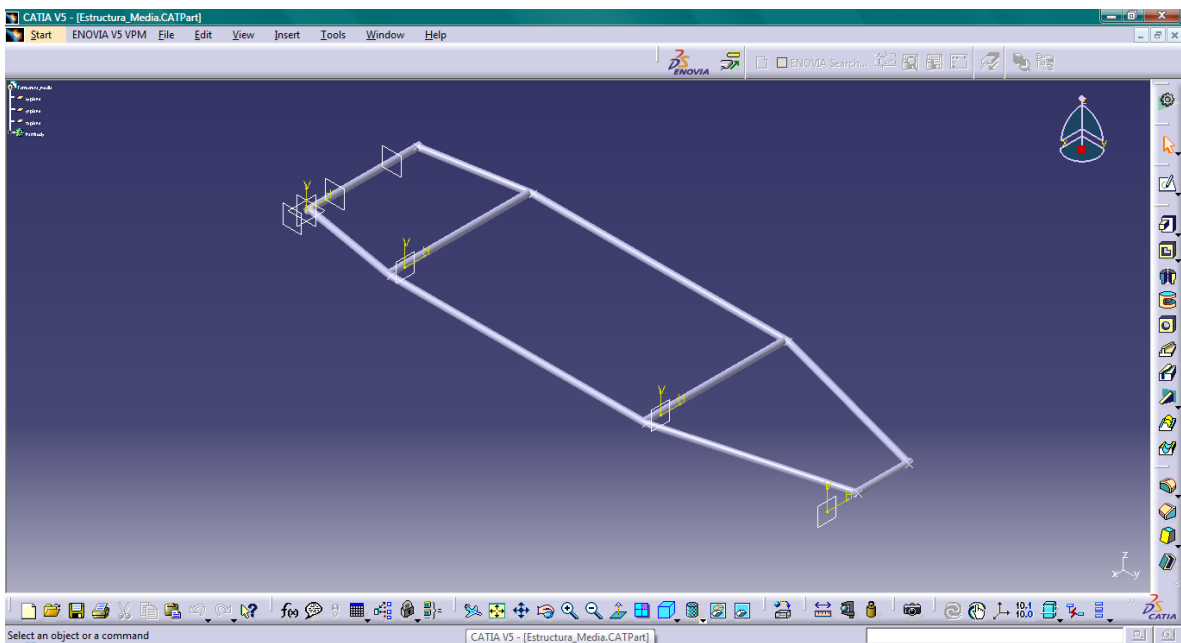
Chasis modelado en CATIA

Para modelar el chasis en el software de CATIA de acuerdo con los planos se realizó en diferentes pasos o secciones.

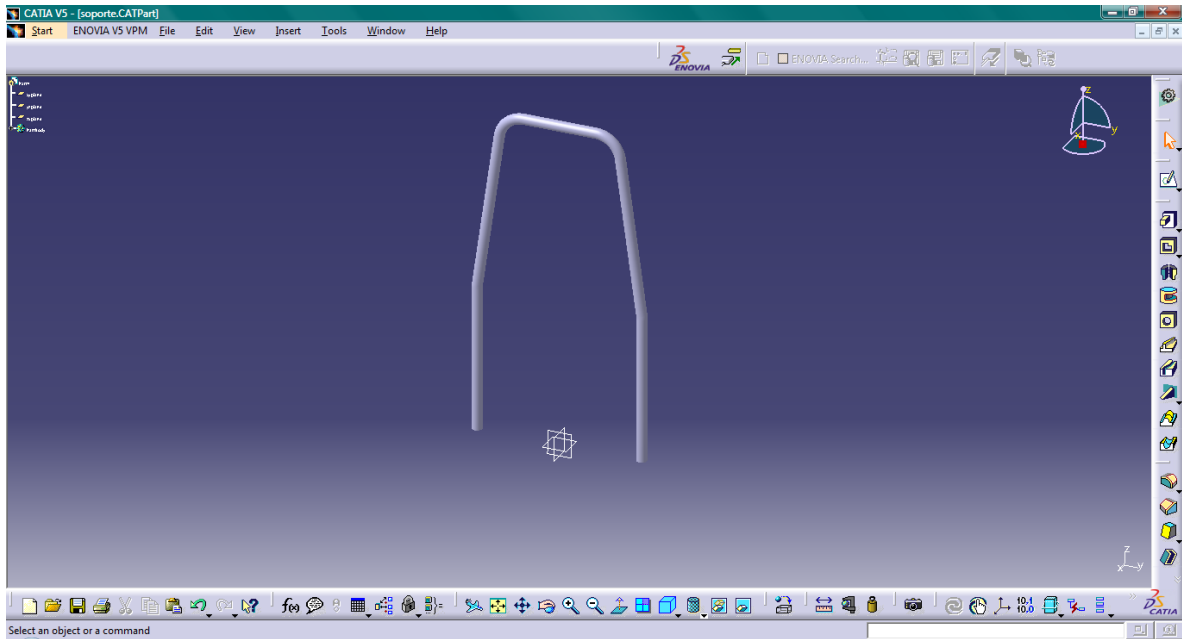
Se realizó primero la estructura de la parte inferior del chasis, como se muestra a continuación:



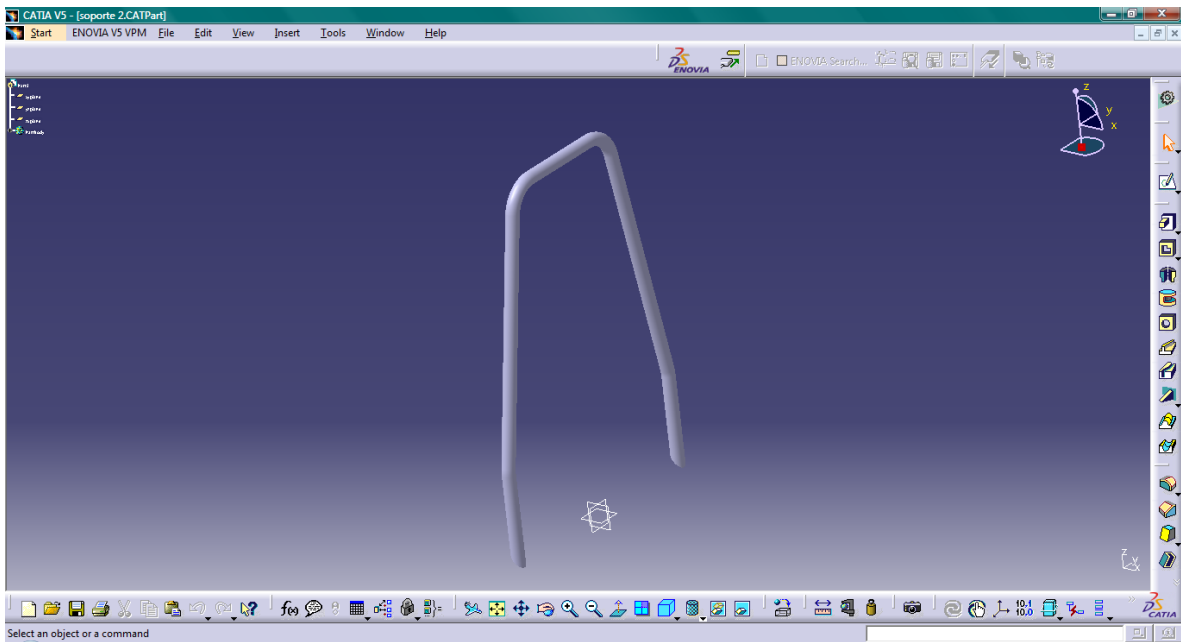
El siguiente paso se procedió a realizar la parte media de la estructura.



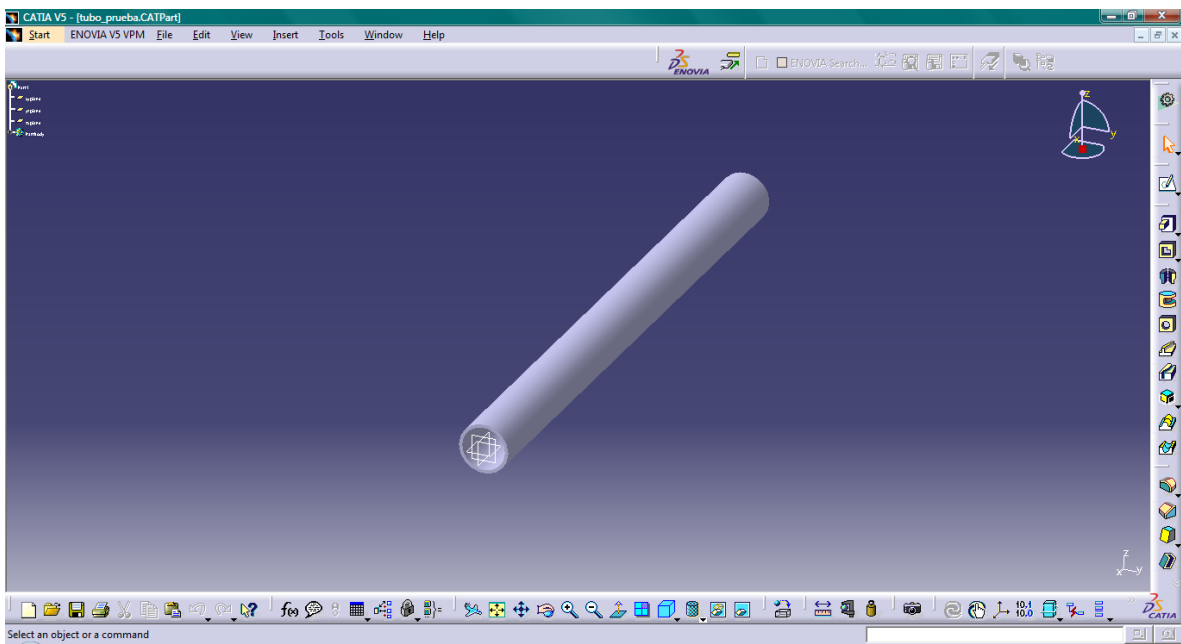
Prosiguiendo con el modelado del chasis, se realizaron los protectores anti-vuelco, tal como se muestran a continuación:



A continuación se muestra el segundo protector anti-vuelco



Después se realizaron tubos para darle rigidez, resistencia y forma al chasis de diferentes medidas conforme se fue requiriendo. Un ejemplo de los tubos se muestra a continuación:



El último paso en el procedimiento de modelado, es el ensamble que se hace conjuntando todas las piezas formando una pieza única dando forma al chasis de nuestro proyecto.

A continuación se muestra el chasis en una sola pieza, con su isométrico y con sus tres vistas (vista superior, vista frontal y vista lateral) respectivamente de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

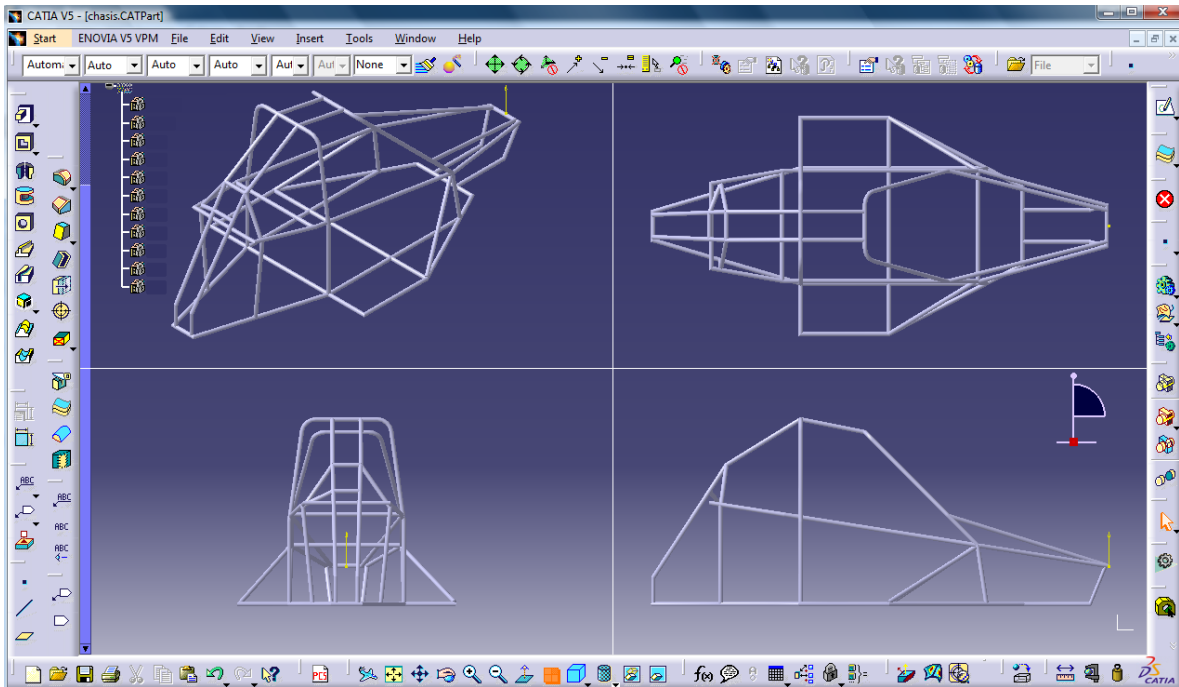


Imagen 15: chasis.

Rin

A continuación se muestra una imagen del rin ya fabricado, que es el que se utilizará en nuestro buggy.

Características de Rin:

Marca: ITP

Material: Aluminio



Imagen 16: rin

Rin modelado en CATIA.

El rin modelado en CATIA se creó a partir de un perfil el cual se roto en un eje 360° formando una pieza entera como se muestra a continuación:

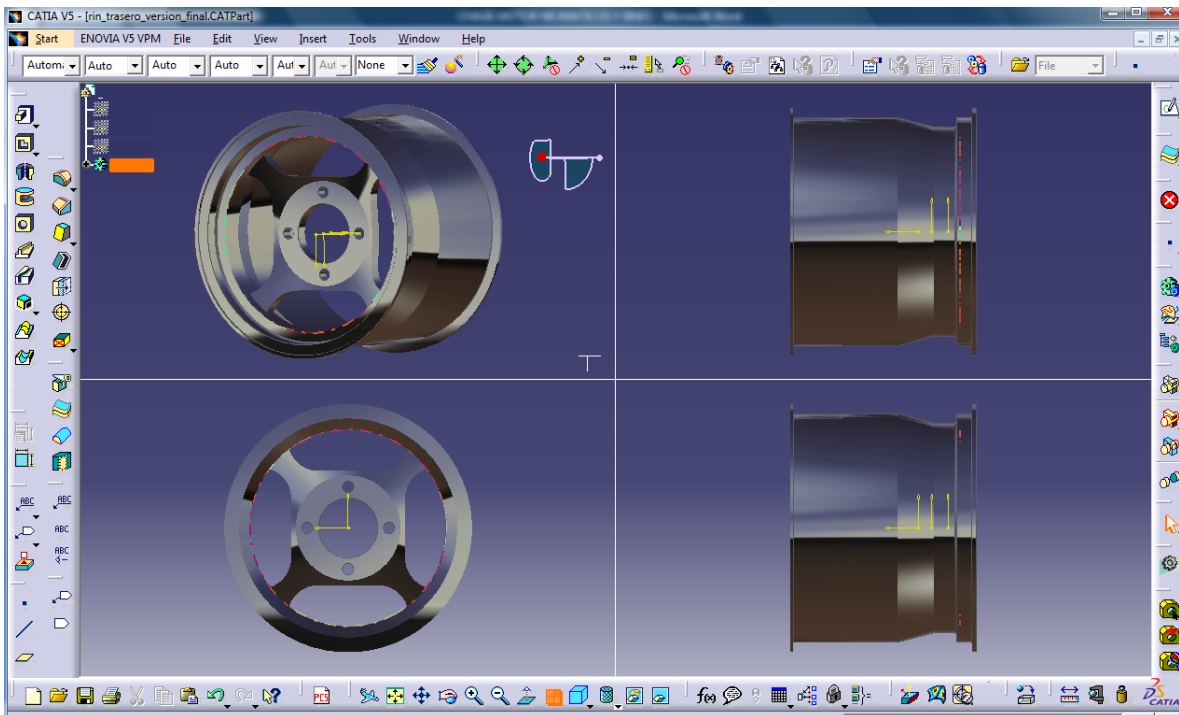


Imagen 17: rin modelado en catia, en sus 3 vistas e isométrico

NEUMÁTICO

A continuación se muestra el rodado de las llantas que se utilizarán en nuestro buggy:



Imagen 18: banda de rodadura de la llanta todo terreno.

Las llantas fueron elegidas debido a que cumplen con todas las características necesarias para cumplir óptimamente los diferentes objetivos de desempeño de nuestro buggy o vehículo arenoso.

Características:

- Llantas tipo todo terreno, especialmente para terrenos no asfaltados.
- Marca: Pirelli
- Modelo: rut-buster, sin cámara (tubeless)
- Presión máxima de inflado: 50 psi

SELECCIÓN DEL MOTOR

El motor elegido es un Briggs & Stratton de 10 hp modelo Intek I/C 305, el cual fue seleccionado por sus características mecánicas. Además de la facilidad de su adquisición ya que Esime Ticoman cuenta actualmente con dicho motor.



Imagen 19: motor Intek pro 305.

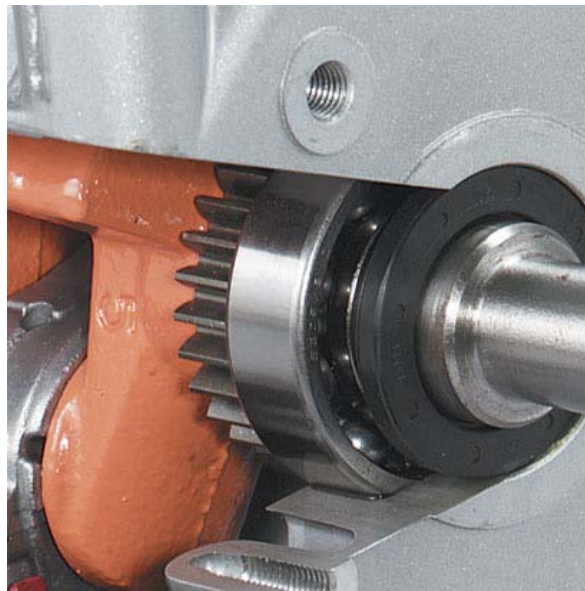


Imagen 20: cigüeñal del motor

Tabla 3 Características técnicas de motor

Diseño de válvula en la culata de 30°	Funcionamiento más eficiente y mayor potencia en caballos de fuerza en un equipo limpio y compacto
206 cc de cilindrada	Brinda mayor potencia en caballos de fuerza para tareas pesadas
Manguito de cilindro de hierro fundido Dura-Bore	Resiste el desgaste y el abuso y brinda un mejor control del aceite
Rodamiento de bolas en el lado de la toma de potencia del cigüeñal	Más duración y reemplazo fácil
Carburador de flotador	Brinda mayor potencia en caballos de fuerza para tareas pesadas
Rodamiento del distribuidor	Rodamiento superior reemplazable autolubricado que reduce el desgaste para una mayor vida útil del motor
Filtro de aire Dual-Clean	Filtro de papel plisado de tipo automotor con prefiltro de espuma que asegura una doble protección para una mayor vida útil del motor
Encendido electrónico Magnetron®	Arranque rápido y confiable que no requiere mantenimiento
Sistema de apagado por bajo nivel de aceite Oil Guard®	Reduce significativamente la posibilidad de daño del motor provocado por una lubricación insuficiente
Silenciador Super Lo-Tone con protección	Funcionamiento excepcionalmente silencioso
Llenado de aceite alto con varilla indicadora de nivel de tipo automotor	Verificación exacta de nivel y cambio de aceite fáciles. Evita llenar de más o de menos
Válvula de cierre de combustible	Cierre de combustible sencillo para un transporte más seguro

Motor modelado en Catia

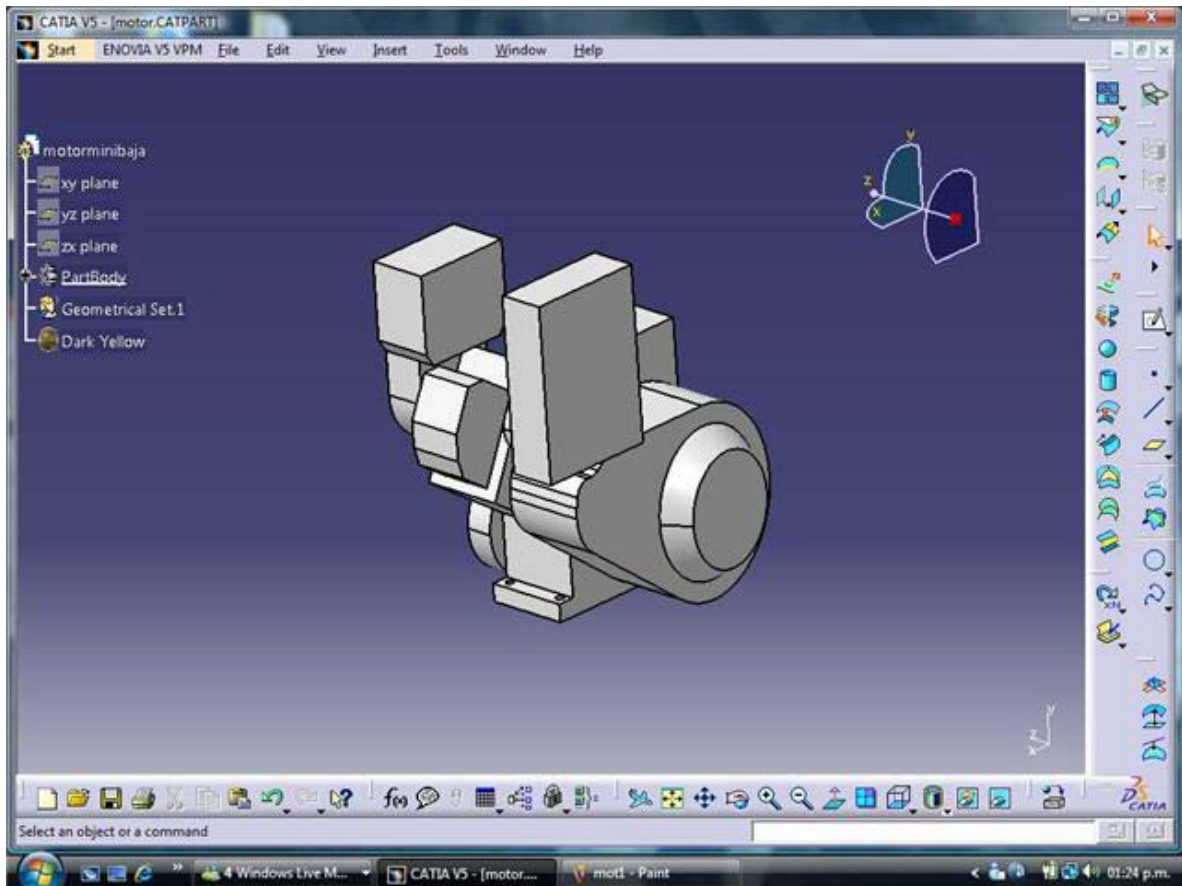


Imagen 21: motor en vista isométrico en CATIA

CAPITULO V SIMULACIÓN NUMÉRICA

SIMULACIÓN NUMÉRICA

ANSYS

ANSYS, Inc. Fue fundada en 1970 (Swanson Analysis Systems, Inc.) utilizando aproximadamente 1700 empleados. La mayoría con experiencia en elemento finito y dinámica de fluido computacional.

ANSYS desarrolla, comercializa y presta soporte a la ingeniería a través de software de simulación para predecir cómo funcionará y reaccionará determinado producto bajo un entorno real. ANSYS continuamente desarrolla tecnología enfocada en la simulación y a través del tiempo ha adquirido otros software para ofrecer un paquete de aplicaciones que pueden ser unificadas para los problemas más complejos. Además presta soporte a la industria.

ANSYS, Ins. es un software de simulación ingenieril. Está desarrollado para funcionar bajo la teoría de elemento finito para estructuras y volúmenes finitos para fluidos.¹

En 2008, el National Institute of Standards and Technology de Estados Unidos utilizó ANSYS para modelar los acontecimientos que llevaron al inicio del desplome del edificio World Trade Center 7 durante los atentados del 11 de septiembre de 2001.

Características

Integrado

Permite la asociación de distintas tecnologías para el desarrollo de un producto sin abandonar una única plataforma. Además su integración permite la asociación con los software más avanzados de CAD en este caso nos será de gran ayuda al tener compatibilidad con CATIA. Por último, su sistema de integración permite incluirse sin dificultad en sistemas de documentación propios de cada empresa.

Modular

ANSYS permite que los clientes instalen una única aplicación para la solución de un problema específico. A medida que el usuario avanza en la solución, este puede

necesitar análisis más complejos, hasta llegar al proceso de validación. Los distintos módulos de ANSYS permiten solucionar los problemas por partes.

Extensible

ANSYS propone "aplicaciones verticales" o adaptaciones más específicas según las requiera el cliente. Estas adaptaciones pueden automatizar procesos que realiza normalmente un cliente hasta aplicaciones más complejas que se adaptan a determinados sectores industriales.

Desventajas

La mayoría de los errores y desventajas de ANSYS, más que basarse en el programa mismo, se basan en el elemento finito utilizado por el programa para realizar los análisis.

La solución otorgada por el programa es una compleja mezcla de cálculos discretos. Y los esfuerzos, temperaturas y otras propiedades representan parámetros continuos. Dicho esto, los resultados arrojados por ANSYS son aproximaciones que dependerán del número de elementos utilizados.

La geometría del objeto que se desee analizar, puede generar errores en la solución debido a que si el mallado realizado no mantiene ciertos parámetros en rango predeterminados como son los ángulos de las aristas, así como las relaciones de tamaño en las aristas, el método puede fallar en un punto lo cual afecta la convergencia del sistema.

La densidad de elementos utilizados se debe ingresar de manera manual. Es decir el usuario debe hacer corridas de ANSYS aumentando consecutivamente la cantidad de elementos utilizados hasta conseguir una convergencia que varíe menos que el criterio de parada utilizado. Esto genera gran costo computacional y de tiempo por parte del usuario.

Debido a la utilización de un rango discreto en cuanto a las propiedades de la materia, se debe aumentar la cantidad de puntos en el mallado del objeto en los puntos en que el gradiente de la propiedad analizada sea muy grande para obtener resultados más precisos.

El tipo de elemento, así como algunas propiedades son ingresados de forma manual por el usuario. Lo cual genera errores de tipo humano en la utilización de ANSYS, que en ocasiones el programa no muestra una alerta sobre los rangos normalmente utilizados.

Productos ANSYS

ANSYS: Análisis estructural, transferencia de calor, dinámica de fluidos, electromagnética, campos acoplados.

ANSYS Workbench: Análisis estructural, térmico, de fluidos, electromagnético.

ANSYS CFX: Procesos con fluidos, flujos, transferencias de calor o reacciones químicas en CFD.

Soluciones ANSYS AUTODYN: Software explícito para análisis de cargas extremas de corta duración.

Soluciones ANSYS de mallado: ANSYS ICEM CFD/AI*Environment es una herramienta para el pre-proceso y post-proceso

CivilFEM con ANSYS: Análisis estructural y aplicaciones de Ingeniería civil.

Proceso típico de realización de un cálculo

Pre-proceso

Establecimiento del modelo, se construye la geometría del problema, creando líneas, áreas o volúmenes. Sobre este modelo se establecerá la maya de elementos. Esta parte del pre-proceso es opcional, dado que la ubicación de los elementos de la maya puede provenir de otras aplicaciones de diseño.

Se definen los materiales a ser usados en base a sus constantes. Todo elemento debe tener asignado un material particular.

Generación de la maya, realizando una aproximación discreta del problema en base a puntos o nodos. Estos nodos se conectan para formar elementos finitos que juntos forman el volumen del material. La maya puede generarse a mano o usando las herramientas de generación automática o controlada de mayas.

Proceso

Aplicación de cargas, Se aplican condiciones de borde en los nodos y elementos, se puede manejar valores de fuerza, tracción, desplazamiento, momento o rotación

Obtención de la solución, que se obtiene una vez que todos los valores del problema son ya conocidos.

post-proceso

Visualización de resultados, por ejemplo como dibujo de la geometría deformada del problema.

Listado de resultados, igualmente como datos en una tabla

En este caso de nuestro proyecto utilizaremos el producto ANSYS debido a las condiciones y facilidades que este representa para poder realizar nuestro análisis estructural estático.

Método de Elemento Finito

El **método de los elementos finitos** (MEF en castellano o FEM en inglés) es un método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería y física.

El MEF consiste en un modelo informático del material o diseño que es tensado y analizado para conseguir resultados específicos. Es usado en el diseño de nuevos productos, y en la mejora de los actuales. Una empresa capaz de verificar un diseño propuesto será capaz de ajustarse a las especificaciones del cliente antes de la fabricación ó construcción. Modificando un producto o estructura existente es utilizado para calificarlo para unas nuevas condiciones de servicio. En caso de fallo estructural, el MEF puede ser usada para ayudar a determinar el diseño de las modificaciones para ajustarse a las nuevas condiciones.

Hay generalmente dos tipos de análisis que son usados en la industria: modelos en 2D y en 3D. Mientras los modelos en 2D conservan la simplicidad y permiten que el análisis se realice en un ordenador normal, tiende a dar resultados menos precisos. El modelado en 3D, sin embargo, producen resultados más precisos mientras sacrifica la habilidad para funcionar de manera efectiva en cualquier ordenador, menos en los más rápidos. Con cada uno de estos esquemas modelados, el programador puede insertar numerosos algoritmos ó funciones que

pueden hacer al sistema comportarse de manera lineal o no lineal. Los sistemas lineales son menos complejos y normalmente no tienen en cuenta deformaciones plásticas. Los sistemas no lineales toman en cuenta las deformaciones plásticas, y algunos incluso son capaces de testear el material hasta la fractura.

El MEF es un método numérico de resolución de ecuaciones diferenciales. Para ello trabaja discretizando la estructura en elementos de forma variada (pueden ser superficies, volúmenes y barras), que se conectan entre sí mediante "nodos". La solución ahora es sólo aproximada en función de los resultados obtenidos para los nodos. El MEF parte del cálculo matricial en el planteamiento del equilibrio en los nodos mediante un sistema de ecuaciones resultado de la contribución de los elementos.

Cómo trabaja el Método de los Elementos Finitos

El MEF usa un complejo sistema de puntos llamados nodos que hacen una red llamada malla. Esta malla está programada para contener el material y las propiedades de la estructura que definen cómo ésta reaccionará ante ciertas condiciones de carga. A los nodos se les asigna una densidad por todo el material dependiendo del nivel de estrés anticipado en un área. Las regiones que recibirán gran cantidad de estrés tienen normalmente una mayor densidad de nodos (densidad de malla) que aquellos que experimentan poco o ninguno. Puntos de interés consisten en: puntos de fractura previamente testeados del material, entrantes, esquinas, detalles complejos, y áreas de elevado estrés. La malla actúa como la red de una araña en la que desde cada nodo se extiende un elemento de malla a cada nodo adyacente. Este tipo de red vectorial es la que lleva las propiedades del material al objeto, creando varios elementos.

PREPROCESO

CÁLCULO

POSTPROCESO

Básicamente los pasos a seguir en el análisis de estructuras mediante el método de los desplazamientos a través del MEF son:

1. El continuo se divide, mediante líneas o superficies imaginarias en un número de elementos finitos. Esta parte del proceso se desarrolla habitualmente mediante

algoritmos incorporados a programas informáticos de mallado durante la etapa de pre proceso.

2. Se supone que los elementos están conectados entre sí mediante un número discreto de puntos o "nodos", situados en sus contornos. Los desplazamientos de estos nodos serán las incógnitas fundamentales del problema, tal y como ocurre en el análisis simple de estructuras por el método matricial.

3. Se toma un conjunto de funciones que definan de manera única el campo de desplazamientos dentro de cada "elemento finito" en función de los desplazamientos nodales de dicho elemento.

Por ejemplo el campo de desplazamientos dentro de un elemento lineal de dos nodos podría venir definido por: $u = N_1 u_1 + N_2 u_2$, siendo N_1 y N_2 las funciones comentadas (funciones de forma) y u_1 y u_2 los desplazamientos en el nodo 1 y en el nodo 2.

4. Estas funciones de desplazamientos definirán entonces de manera única el estado de deformación del elemento en función de los desplazamientos nodales. Estas deformaciones, junto con las propiedades constitutivas del material, definirán a su vez el estado de tensiones en todo el elemento, y por consiguiente en sus contornos.

5. Se determina un sistema de fuerzas concentradas en los nodos, tal que equilibre las tensiones en el contorno y cualesquiera cargas repartidas, resultando así una relación entre fuerzas y desplazamientos de la forma $F = k \cdot u$, que como vemos es similar a la del cálculo matricial.

6. La resolución del sistema anterior permite obtener los desplazamientos en los nodos y con ellos definir de manera aproximada el campo de desplazamientos en el elemento finito.

7. En la etapa de postproceso se presentan los resultados, generalmente de forma gráfica para su análisis.

En el caso de nuestro proyecto utilizaremos un análisis estructural que consiste en modelos lineales y no lineales. Los modelos lineales usan simples parámetros y asumen que el material no es deformado plásticamente. Los modelos no lineales consisten en tensionar el material más allá de sus capacidades elásticas. La tensión en el material varía con la cantidad de deformación, como en la figura.

Resultados del MEF

El MEF se ha vuelto una solución para la tarea de predecir los fallos debidos a tensiones desconocidas enseñando los problemas de la distribución de tensiones en el material y permitiendo a los diseñadores ver todas las teóricas tensiones involucradas. Este método de diseño y testado del producto es muy superior a los costes de manufactura que podrían acarrear si actualmente cada ejemplo fuera construido y testado.

Las grandes ventajas del cálculo por ordenador se pueden resumir en:

Hace posible el cálculo de estructuras que, bien por el gran número de operaciones que su resolución presenta (entramados de muchos pisos, por ejemplo) o por lo tedioso de las mismas (entramados espaciales, por ejemplo) eran, en la práctica, inabordables mediante el cálculo manual.

En la mayoría de los casos reduce a límites despreciables el riesgo de errores operatorios. Ref..5

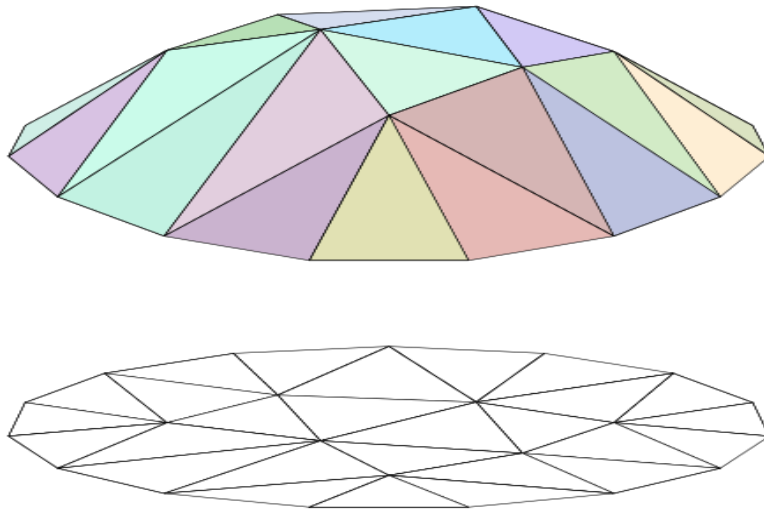


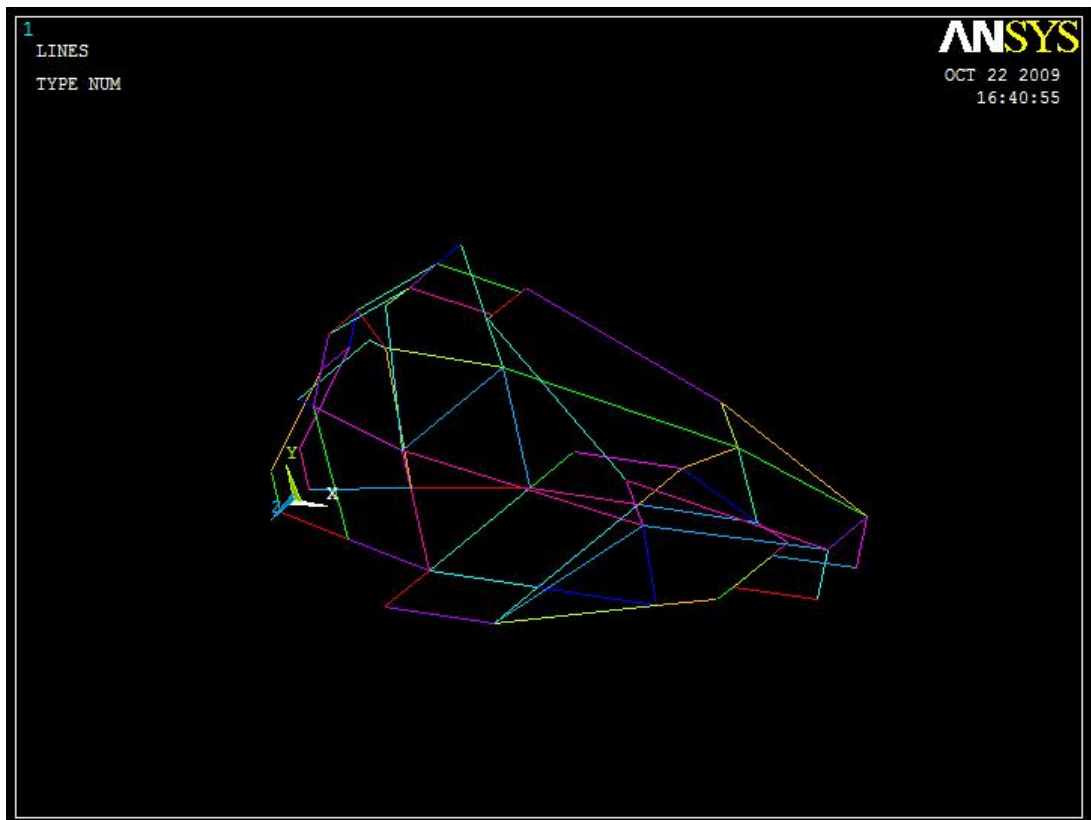
Imagen 22: triangulación de una malla.

Análisis en Ansys

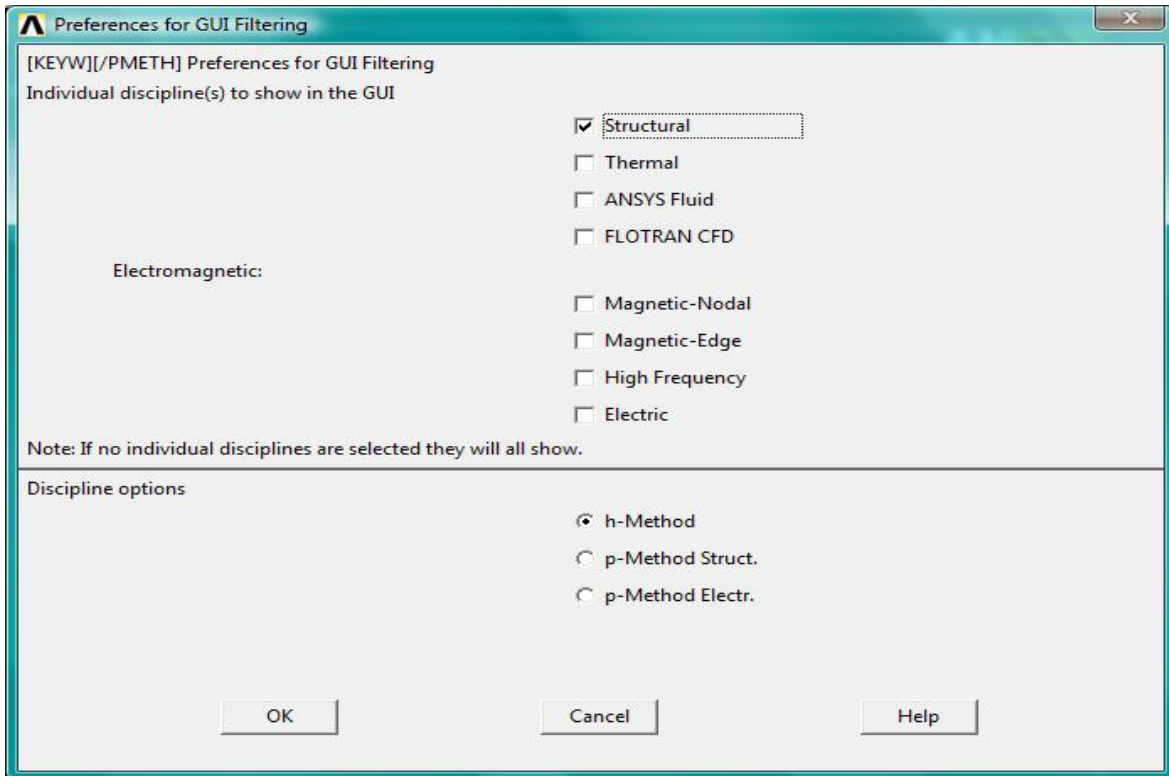
A continuación se muestra el análisis estructural a nuestro chasis, en el cual analizaremos el comportamiento del chasis en el momento que sufre un impacto frontal, con lo cual podremos identificar las zonas críticas dentro de la misma estructura.

El análisis se planteará de la siguiente manera: se restringirá en cuatro puntos de la base del chasis que más adelante será explicado y se le aplicará 4 fuerzas distribuidas en la parte frontal del mismo; simulando así un impacto frontal del chasis y su resultado.

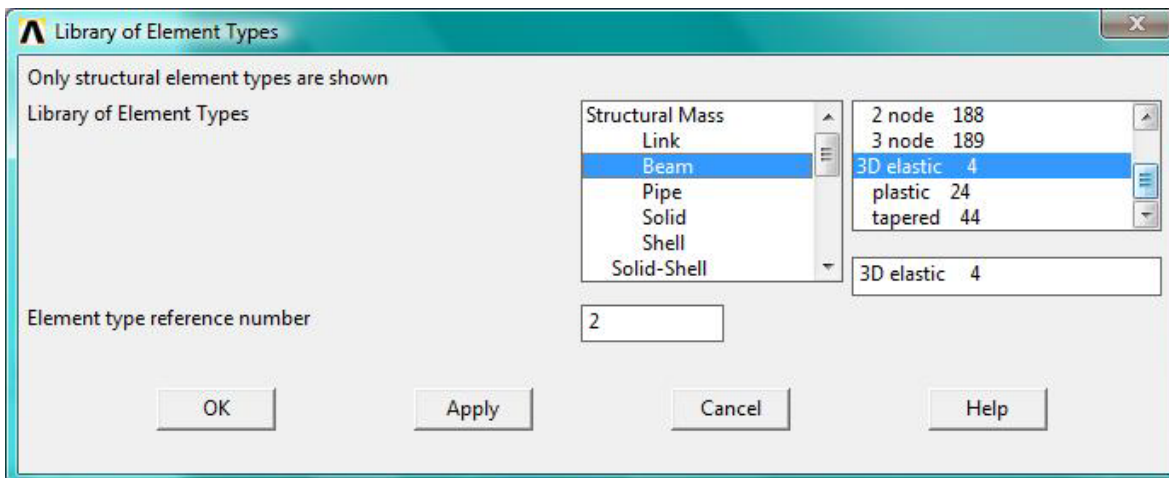
El primer paso es tener la estructura del chasis dibujada en Ansys, en este caso se logra uniendo líneas de diferentes longitudes.



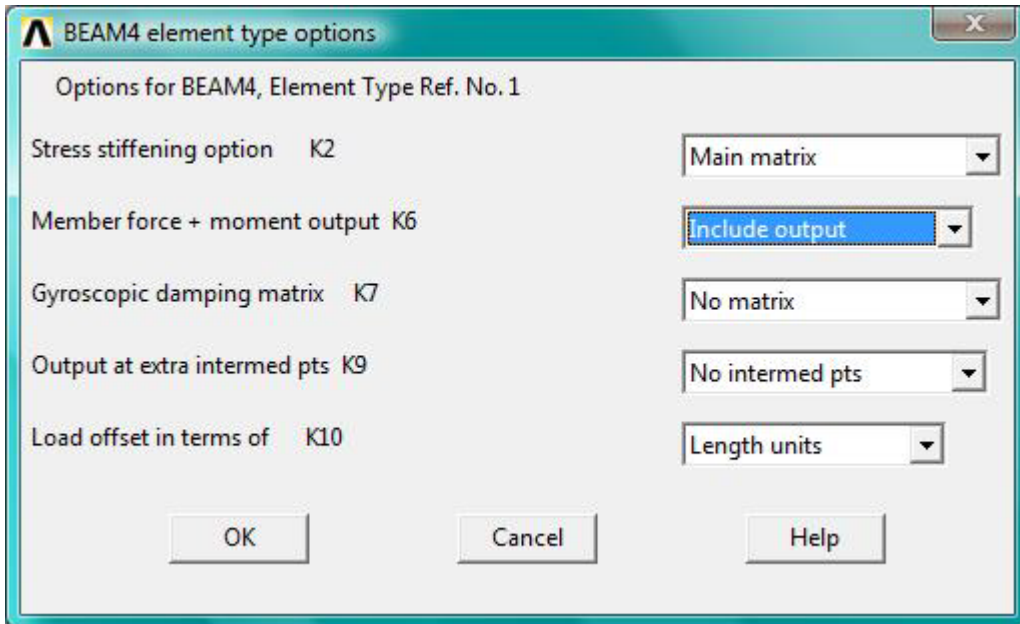
Después se elige el tipo de estudio que se pretende realizar en este caso es estructural.



Después se elige el tipo de elemento que utilizaremos en este caso corresponde a un Beam 3d elastic 4.



En las opciones del elemento se activa la ventanilla de include output.



El paso siguiente es el de introducir las características de nuestras secciones, las cuales se muestran a continuación:

Área de la sección transversal, en esta caso es de una circunferencia.

Datos:

Radio de las secciones tubulares = 11.11 mm

$$A = (\pi)(r)^2$$

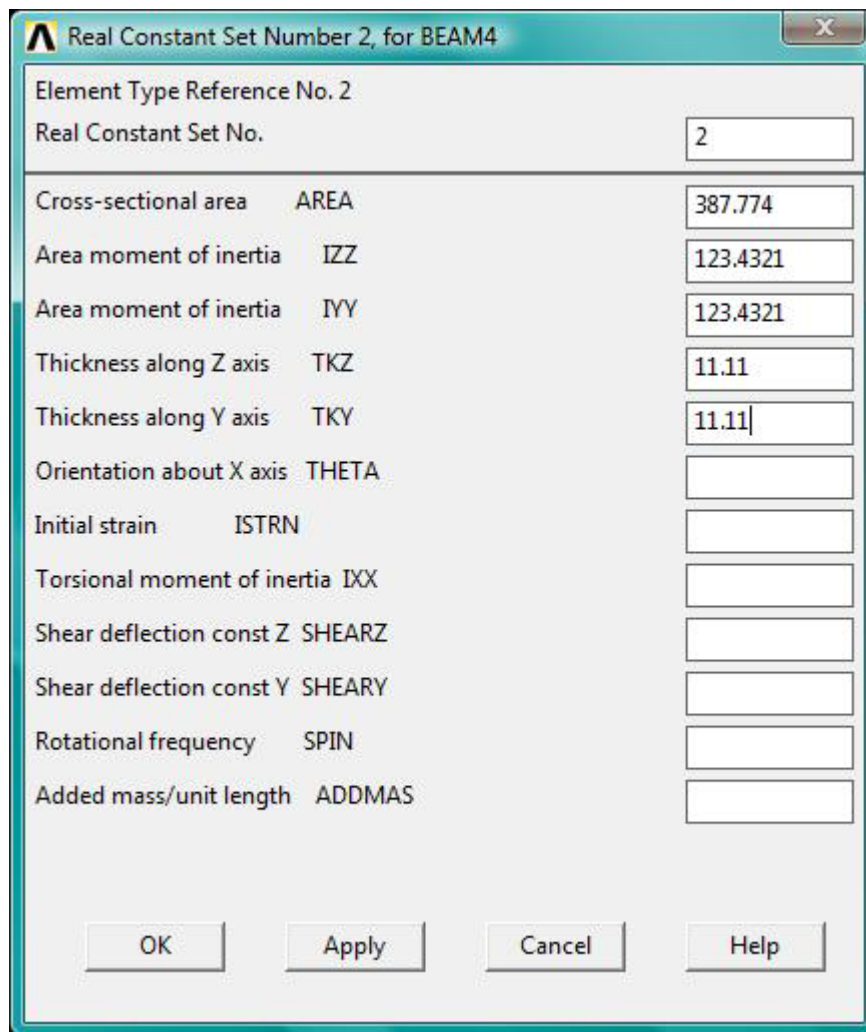
Sustituyendo:

$$\text{Área} = 3.1416 \times (11.11)^2 = 3.1415 \times 123.4321 = 387 \text{ mm}^2$$

$$IZZ = (11.11)^2 = 123.4321$$

$$IYY = (11.11)^2 = 123.4321$$

$$TKZ = TKY = 11.11$$

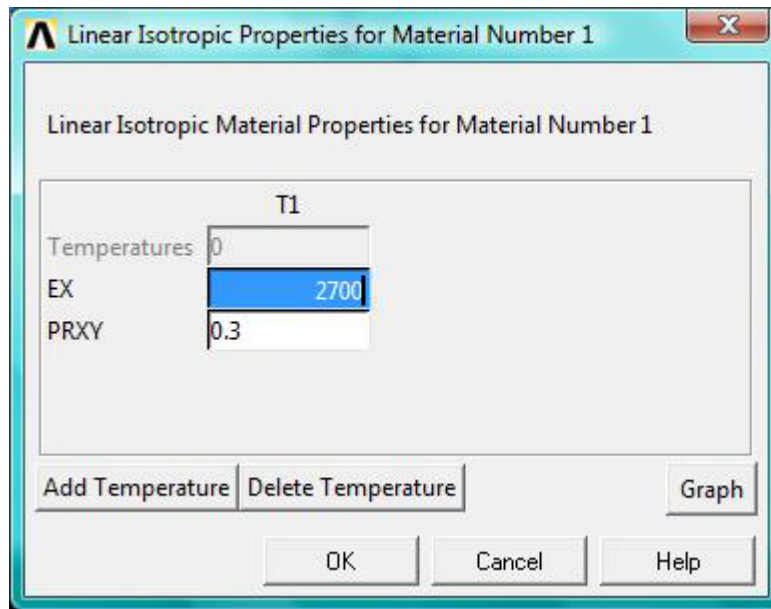


A continuación se ingresan las propiedades del material. Las cuáles son las siguientes:

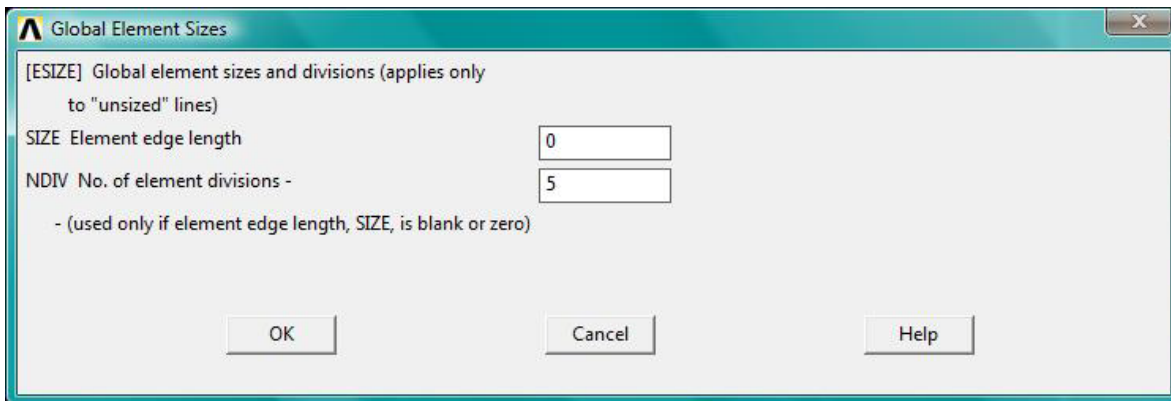
Propiedades del acero. Ref...8

Modulo de Young = 2×10^9 Pascales

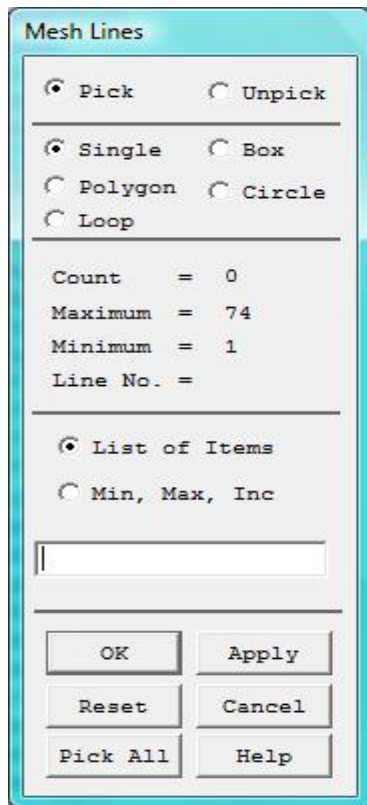
Coefficiente de Poisson= 0.3 unidimensional.



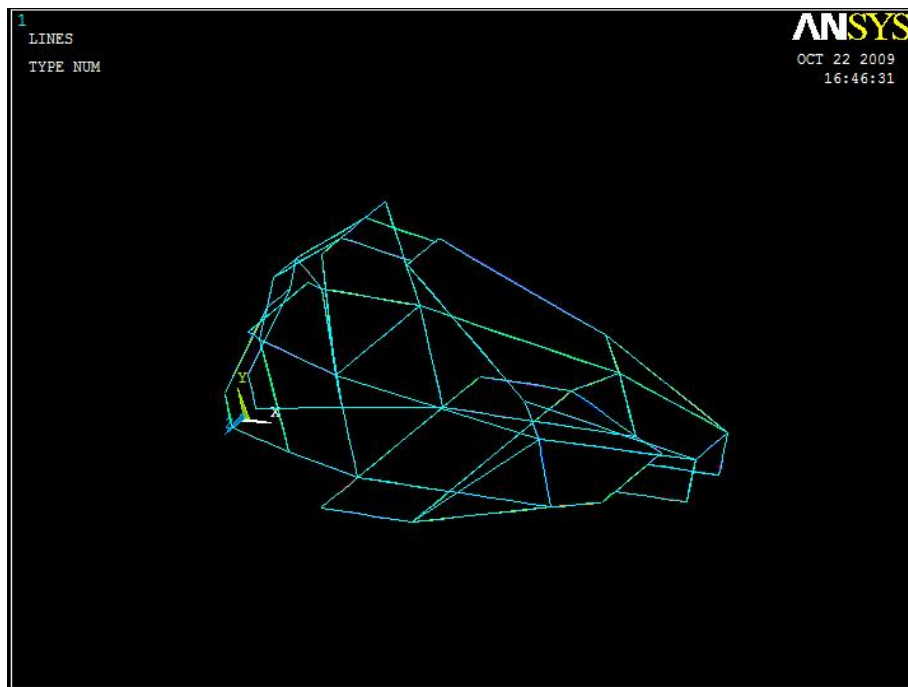
Después proseguimos a ingresar el número de divisiones por elemento de nuestra malla, que en este caso por el tamaño de nuestro modelo este será de 5 unidades.



Después se seleccionan todas las líneas que conforman nuestro modelo, en el botón de Pick All.



A continuación se muestra nuestro modelo mallado.

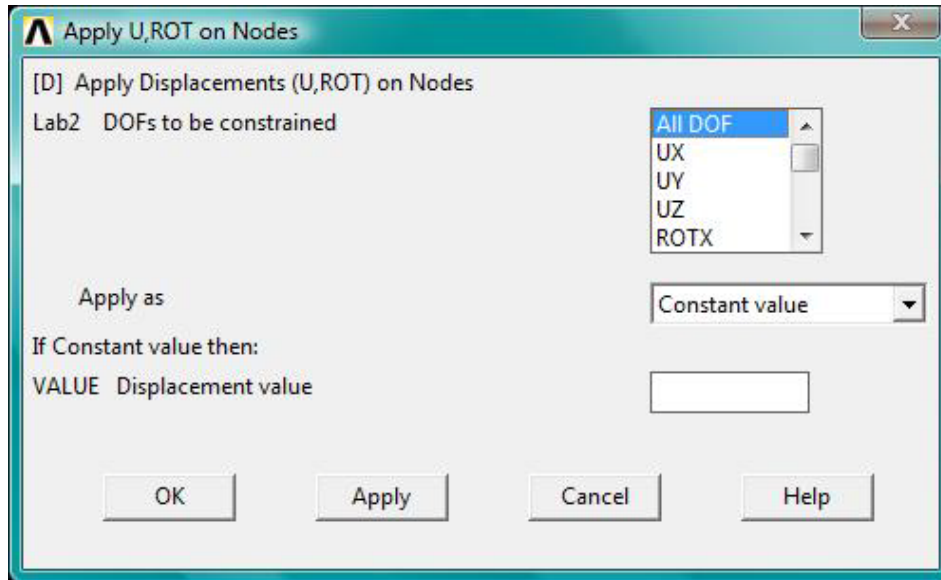


Después proseguimos a fijar los elementos deseado, activamos plot nodes esto para facilitar su selección.

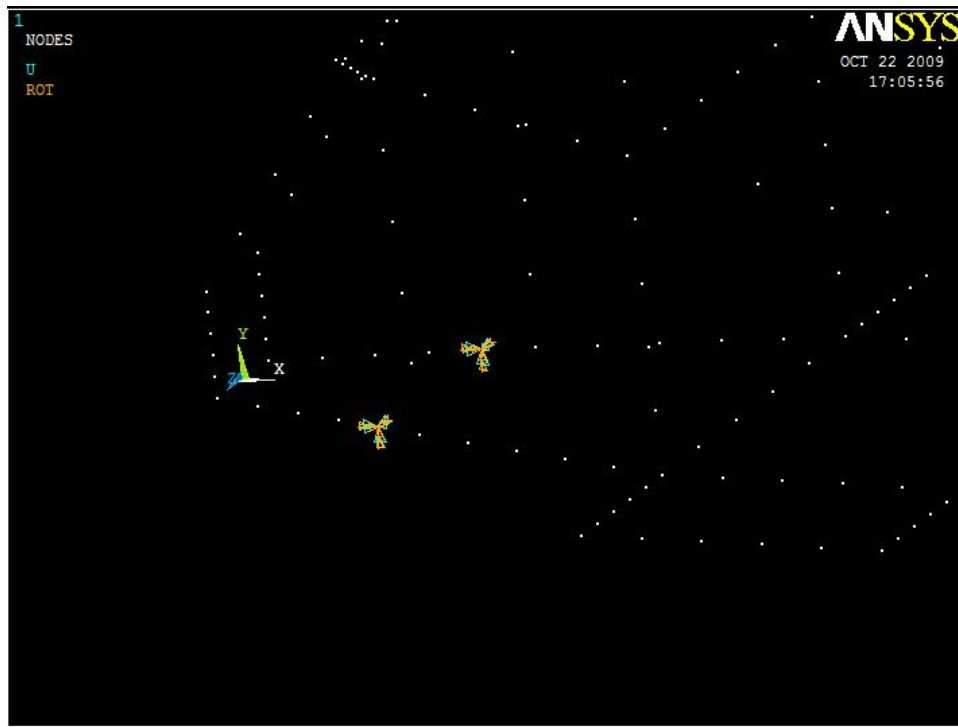
Los elementos a fijar serán aquellos en donde hace contacto la suspensión del eje trasero y delantero, cabe mencionar que lo ideal sería tener en conjunto la suspensión delantera y trasera en conjunto con el chasis para fijar el espacio donde se encontrarían las llantas. En este caso por fines prácticos como se menciono antes se fijará los elementos que estén en contacto con la suspensión.



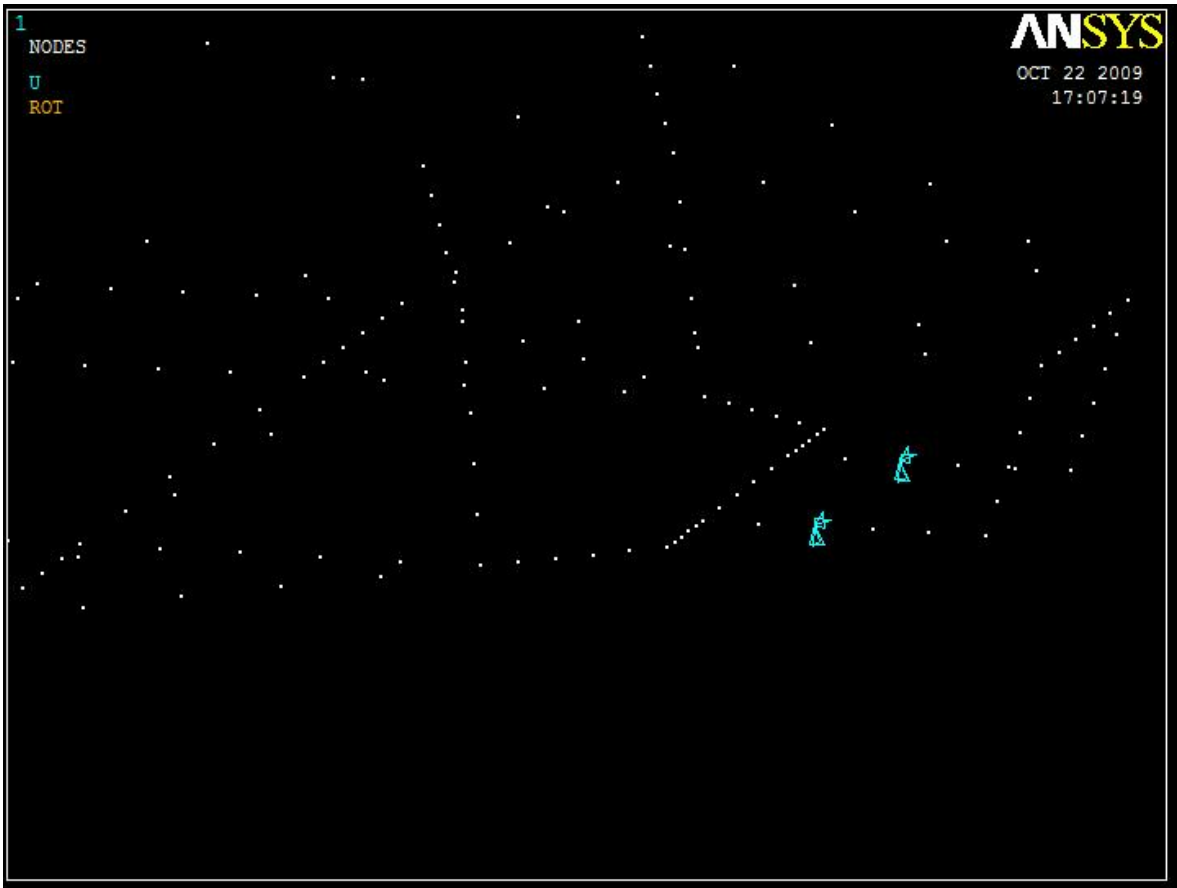
En la parte trasera del chasis las fijaciones serán en todos los ejes (x,y,z) debido a que queremos restringir el movimiento en esta parte para el análisis.



A continuación se muestra los puntos de fijación del elemento, se puede observar que son simétricos uno con el otro, y que están restringidos en los 3 ejes.



Siguiendo el mismo procedimiento para las secciones frontales a excepción de que ahora se va a restringir solo en dos ejes que serán el Y Z esto es porque en el análisis queremos observar el desplazamiento en el eje X.



Después proseguimos a aplicar las fuerzas, de acuerdo a los siguientes datos:

$F = \text{Masa} \times \text{Aceleración}$. Ref...9

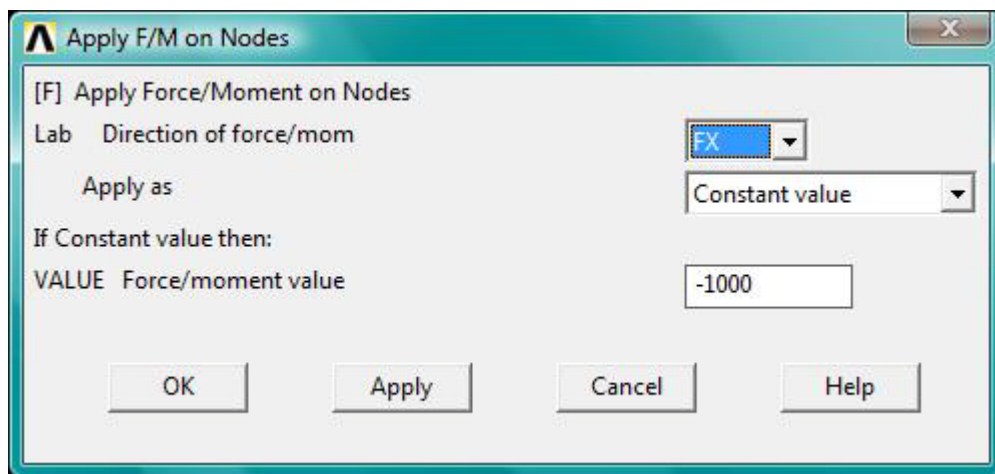
El peso total de nuestro vehículo arenero o buggy es de aproximadamente de: 480.19 kg , considerando fluidos (aceites, gasolina), todos los sistemas, piloto y extras.

La aceleración es de 8.33 m/s^2 , considerando el tiempo=1 seg. y la velocidad crucero estimada de 30 km/hr.

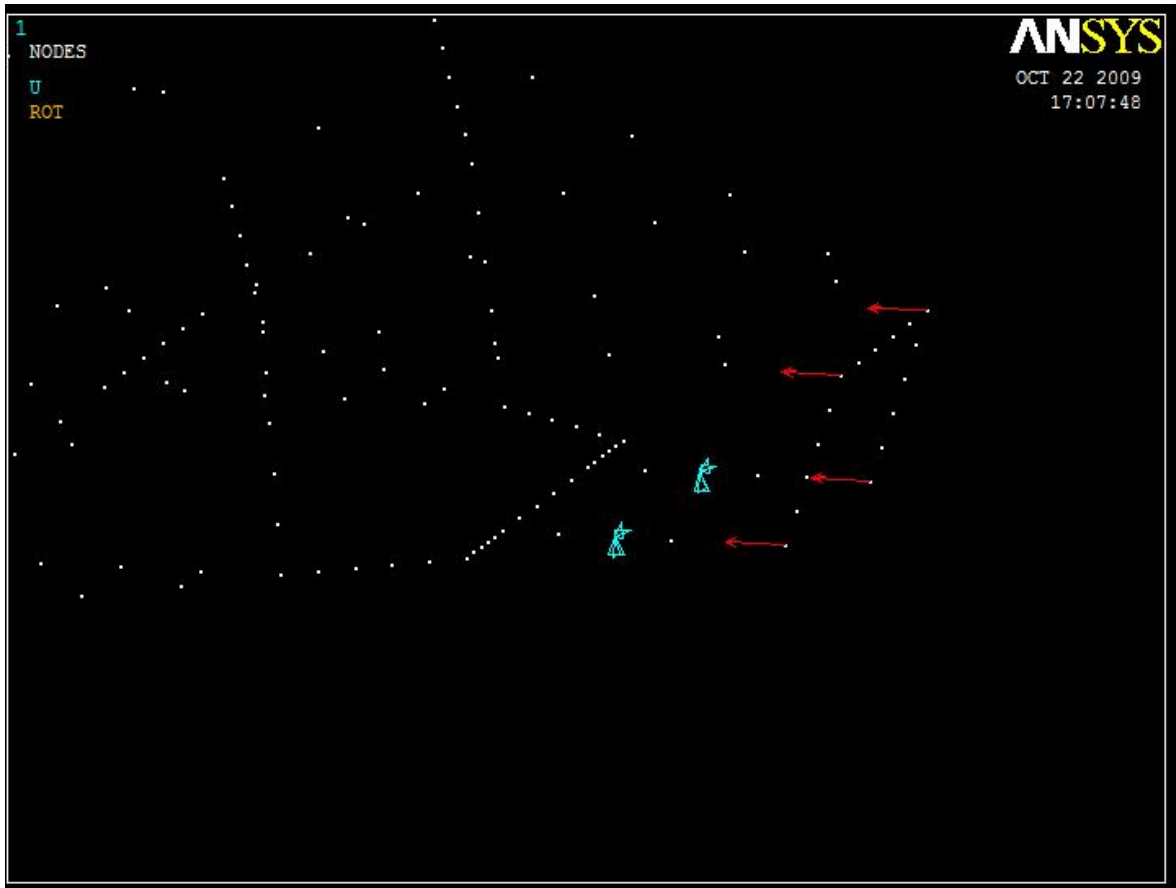
Sustituyendo:

$$\text{Fuerza} = 480.19 \times 8.33 = 4000 \text{ N.}$$

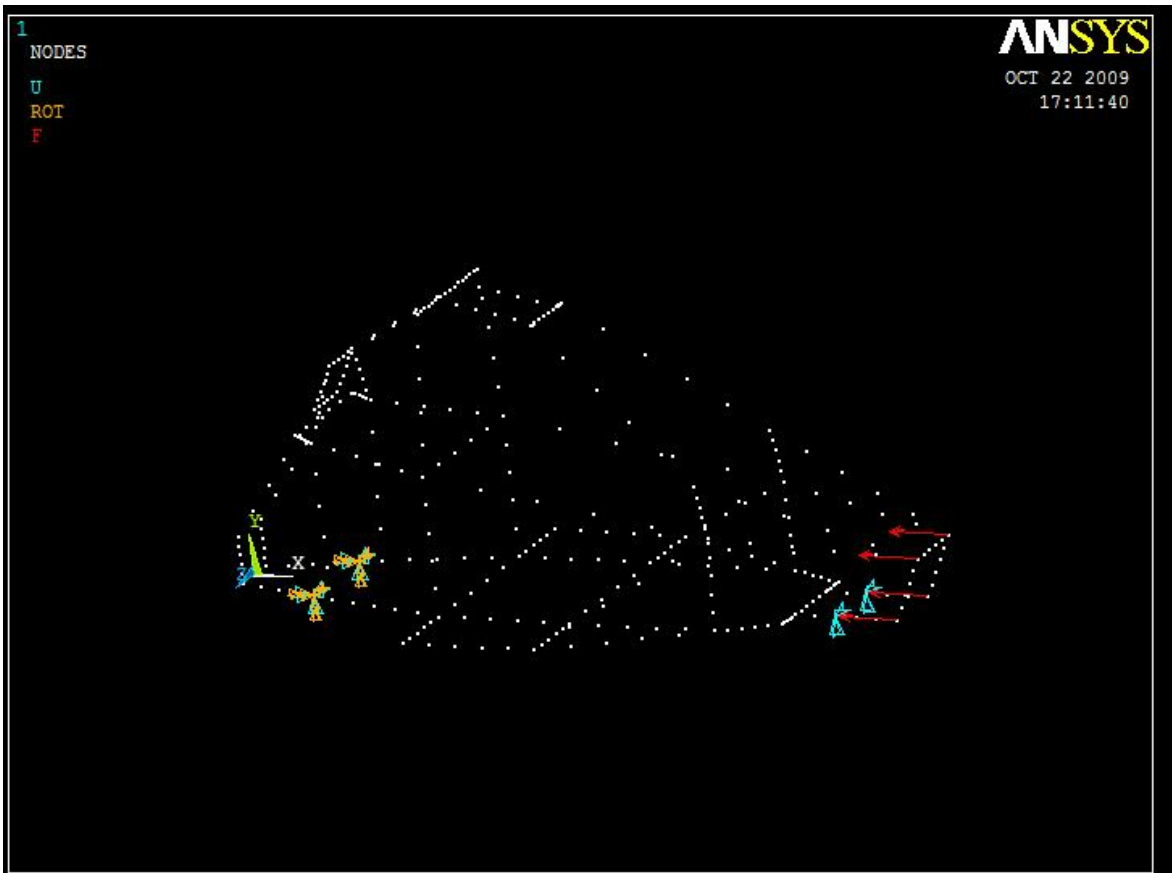
La fuerza será aplicada en cuatro puntos frontales específicos, por lo tanto cada fuerza aplicada será de 1000 N.



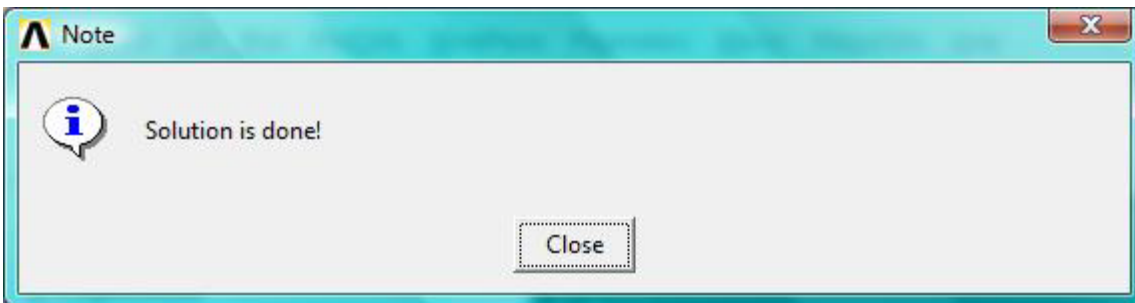
A continuación se muestra como se ven las 4 fuerzas aplicadas en la parte frontal, cada una de 1000 N.



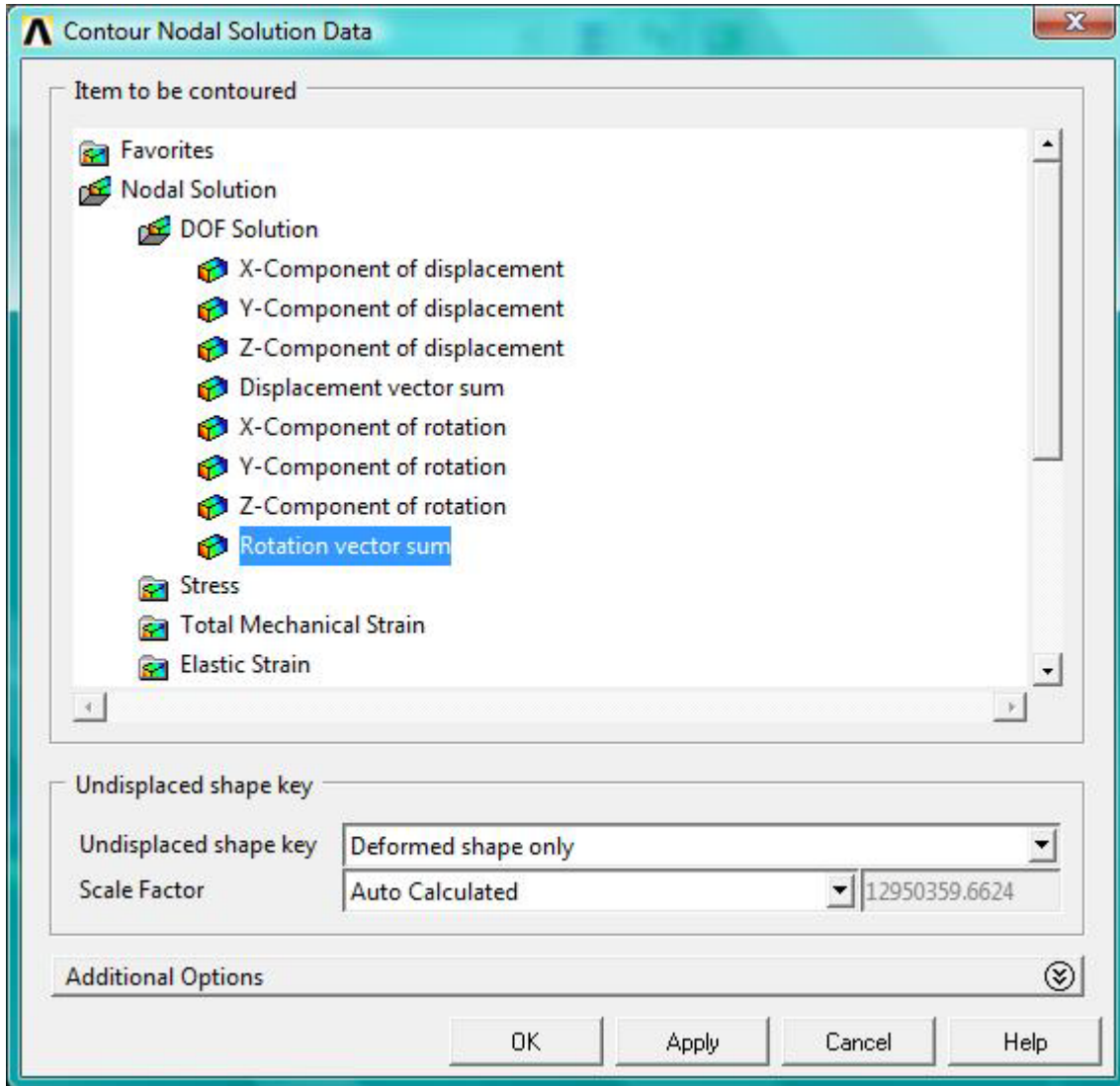
En la figura siguiente se muestra un esquema del modelo listo para aplicarle la solución.



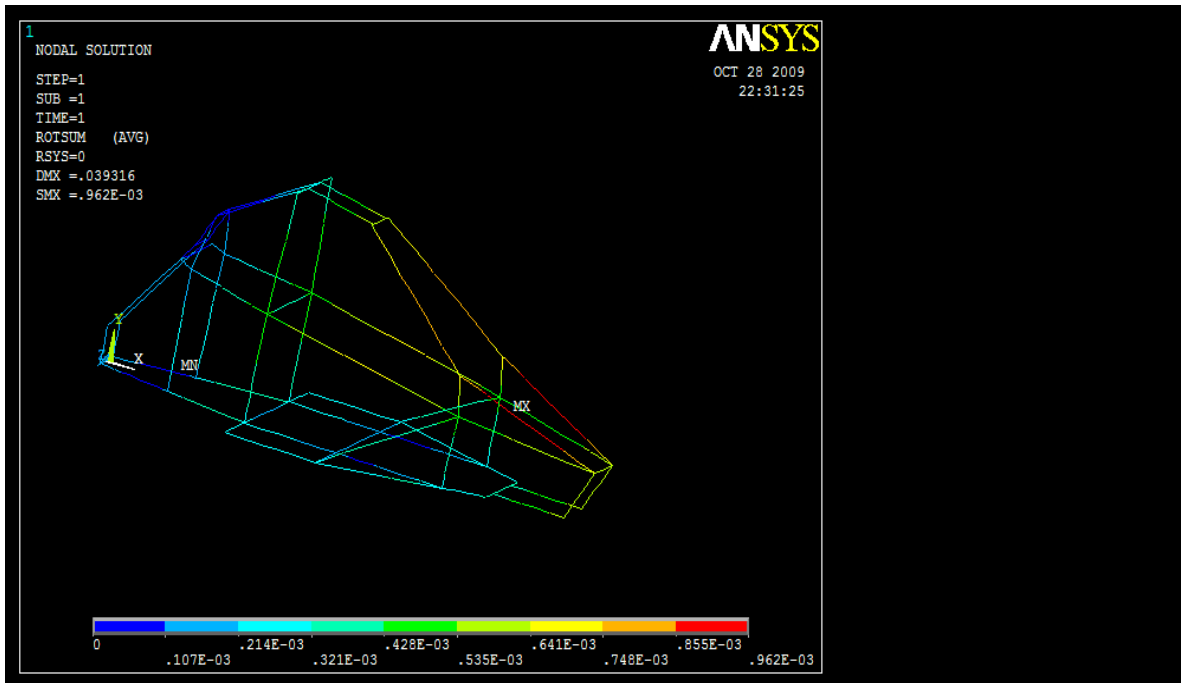
Se selecciona solution y después en Current Ls, y el software nos indica que la solución está realizada.



A continuación queremos observar los desplazamientos que sufrió nuestra estructura después de haberla sometido a las fuerzas anteriormente aplicadas. Por lo tanto se elige la opción de nodal solution en este caso.



En la siguiente imagen podemos observar las zonas críticas en color rojo y las que sufren menor desplazamiento en color azul.



Y por último se muestra la diferencia de desplazamientos con respecto al chasis sin aplicarle fuerzas mostrándose con líneas punteadas blancas, y de azul el chasis deformado debido a las fuerzas aplicadas.

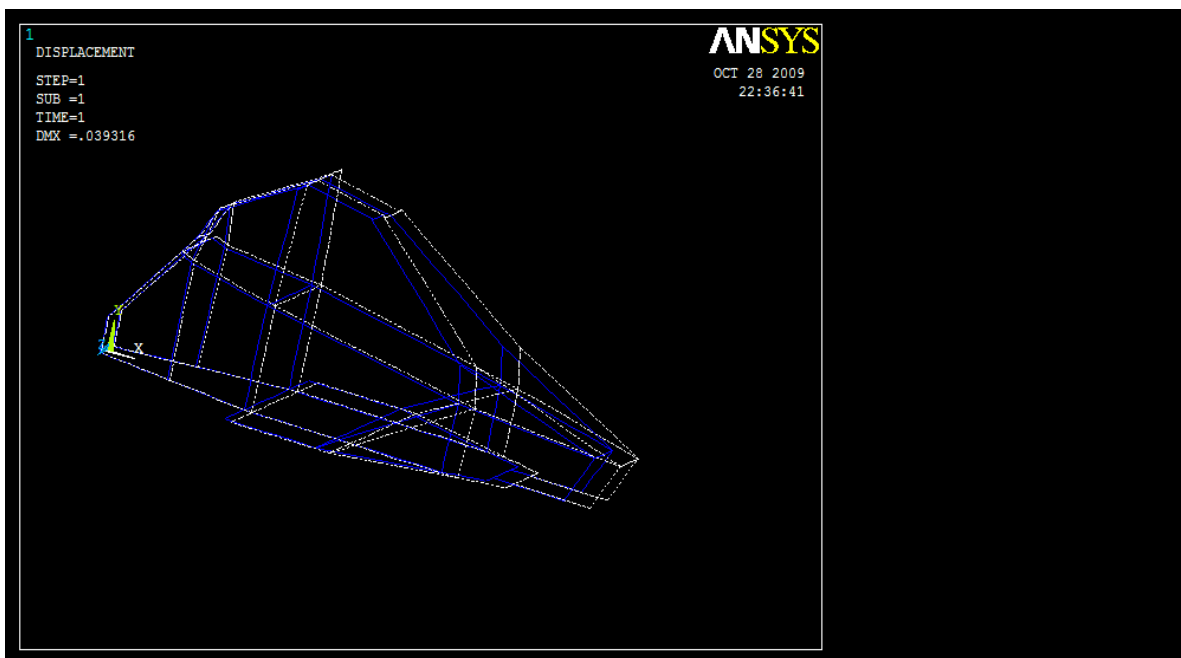


Tabla 4 de resultados de desplazamiento en cada nodo

NODO	ROTX	ROTY	ROTZ	RSUM
1	0.11525E-03	0.18683E-04	-0.55982E-03	0.57186E-03
2	0.99488E-04	0.16780E-03	-0.60658E-03	0.63718E-03
3	0.12368E-03	0.43287E-04	-0.57703E-03	0.59172E-03
4	0.12633E-03	0.70500E-04	-0.59031E-03	0.60778E-03
5	0.12317E-03	0.10032E-03	-0.59966E-03	0.62035E-03
6	0.11423E-03	0.13275E-03	-0.60509E-03	0.62992E-03
7	-0.10011E-03	-0.14847E-03	-0.60695E-03	0.63282E-03
8	-0.60159E-04	-0.85159E-04	-0.60688E-03	0.61577E-03
9	-0.20224E-04	-0.21879E-04	-0.60680E-03	0.60753E-03
10	0.19696E-04	0.41374E-04	-0.60673E-03	0.60846E-03
11	0.59600E-04	0.10460E-03	-0.60665E-03	0.61848E-03
12	0.25401E-04	0.52628E-04	-0.37743E-03	0.38192E-03
13	0.97277E-04	-0.14011E-05	-0.52848E-03	0.53736E-03
14	0.79308E-04	-0.60890E-05	-0.49417E-03	0.50053E-03
15	0.61339E-04	0.46198E-05	-0.45688E-03	0.46100E-03
16	0.43370E-04	0.25825E-04	-0.41762E-03	0.42066E-03
17	-0.11560E-03	-0.28256E-05	-0.55917E-03	0.57101E-03
18	-0.27710E-04	-0.36319E-04	-0.37627E-03	0.37903E-03
19	-0.98025E-04	0.16752E-04	-0.52752E-03	0.53681E-03
20	-0.80446E-04	0.21256E-04	-0.49289E-03	0.49986E-03
21	-0.62867E-04	0.10686E-04	-0.45528E-03	0.45972E-03
22	-0.45288E-04	-0.10119E-04	-0.41598E-03	0.41856E-03
23	-0.32645E-04	-0.99707E-04	-0.30682E-03	0.32426E-03
24	-0.28609E-04	-0.50854E-04	-0.36238E-03	0.36705E-03
25	-0.29552E-04	-0.64460E-04	-0.34849E-03	0.35563E-03
26	-0.30539E-04	-0.77137E-04	-0.33460E-03	0.34473E-03
27	-0.31570E-04	-0.88886E-04	-0.32071E-03	0.33429E-03
28	0.29093E-04	0.11722E-03	-0.30761E-03	0.33047E-03
29	0.26037E-04	0.67390E-04	-0.36346E-03	0.37057E-03
30	0.26724E-04	0.81230E-04	-0.34950E-03	0.35981E-03
31	0.27462E-04	0.94148E-04	-0.33554E-03	0.34958E-03
32	0.28252E-04	0.10614E-03	-0.32158E-03	0.33982E-03
33	0.28623E-04	0.23401E-03	-0.17866E-03	0.29581E-03
34	0.28496E-04	0.21103E-03	-0.20492E-03	0.29553E-03
35	0.28480E-04	0.18785E-03	-0.23094E-03	0.29906E-03
36	0.28574E-04	0.16449E-03	-0.25673E-03	0.30625E-03
37	0.28779E-04	0.14095E-03	-0.28229E-03	0.31683E-03

38	-0.35266E-04	-0.21265E-03	-0.17924E-03	0.28035E-03
39	-0.32980E-04	-0.12282E-03	-0.28171E-03	0.30908E-03
40	-0.33409E-04	-0.14568E-03	-0.25639E-03	0.29677E-03
41	-0.33934E-04	-0.16827E-03	-0.23088E-03	0.28770E-03
42	-0.34553E-04	-0.19059E-03	-0.20516E-03	0.28215E-03
43	0.14960E-04	0.34802E-04	-0.37719E-03	0.37909E-03
44	0.44288E-05	0.16994E-04	-0.37696E-03	0.37737E-03
45	-0.61932E-05	-0.79541E-06	-0.37673E-03	0.37678E-03
46	-0.16906E-04	-0.18567E-04	-0.37650E-03	0.37734E-03
47	0.48874E-04	0.21211E-04	0.11244E-03	0.12442E-03
48	0.32673E-04	0.18835E-03	-0.12023E-03	0.22583E-03
49	0.36722E-04	0.14424E-03	-0.61900E-04	0.16120E-03
50	0.40773E-04	0.10168E-03	-0.36802E-05	0.10961E-03
51	0.44823E-04	0.60668E-04	0.54432E-04	0.93019E-04
52	0.10518E-03	0.16464E-03	0.16696E-03	0.25699E-03
53	0.49756E-04	0.39692E-04	0.12334E-03	0.13880E-03
54	0.55829E-04	0.63275E-04	0.13425E-03	0.15857E-03
55	0.67090E-04	0.91961E-04	0.14515E-03	0.18446E-03
56	0.83542E-04	0.12575E-03	0.15606E-03	0.21713E-03
57	0.18537E-03	-0.20583E-03	0.10296E-03	0.29551E-03
58	0.76172E-04	-0.36120E-04	0.14252E-03	0.16559E-03
59	0.10347E-03	-0.87490E-04	0.15661E-03	0.20709E-03
60	0.13077E-03	-0.13290E-03	0.15472E-03	0.24228E-03
61	0.15807E-03	-0.17235E-03	0.13683E-03	0.27095E-03
62	0.13527E-03	-0.10353E-03	0.17825E-03	0.24656E-03
63	0.11120E-03	0.12046E-03	0.18722E-03	0.24885E-03
64	0.11722E-03	0.71556E-04	0.19847E-03	0.24135E-03
65	0.12323E-03	0.17923E-04	0.20073E-03	0.23622E-03
66	0.12925E-03	-0.40439E-04	0.19399E-03	0.23659E-03
67	0.16945E-03	-0.19898E-03	0.11802E-03	0.28676E-03
68	0.15648E-03	-0.18532E-03	0.13308E-03	0.27666E-03
69	0.14646E-03	-0.16486E-03	0.14814E-03	0.26566E-03
70	0.13939E-03	-0.13759E-03	0.16320E-03	0.25494E-03
71	-0.51695E-04	0.47583E-05	0.11160E-03	0.12308E-03
72	-0.38551E-04	-0.16382E-03	-0.12071E-03	0.20711E-03
73	-0.41836E-04	-0.11767E-03	-0.62364E-04	0.13959E-03
74	-0.45122E-04	-0.74186E-04	-0.41952E-05	0.86932E-03
75	-0.48409E-04	-0.33377E-04	0.53793E-04	0.79694E-04
76	-0.18475E-03	0.22101E-03	0.10103E-03	0.30526E-03
77	-0.78306E-04	0.61806E-04	0.14160E-03	0.17321E-03
78	-0.10492E-03	0.11195E-03	0.15554E-03	0.21848E-03
79	-0.13153E-03	0.15521E-03	0.15343E-03	0.25481E-03

80	-0.15814E-03	0.19156E-03	0.13526E-03	0.28284E-03
81	-0.13673E-03	0.12114E-03	0.17525E-03	0.25315E-03
82	-0.16937E-03	0.21465E-03	0.11588E-03	0.29696E-03
83	-0.15687E-03	0.20148E-03	0.13072E-03	0.28687E-03
84	-0.14727E-03	0.18151E-03	0.14557E-03	0.27536E-03
85	-0.14055E-03	0.15473E-03	0.16041E-03	0.26349E-03
86	-0.10969E-03	-0.14307E-03	0.16477E-03	0.24423E-03
87	-0.52829E-04	-0.14649E-04	0.12223E-03	0.13396E-03
88	-0.59194E-04	-0.39135E-04	0.13287E-03	0.15063E-03
89	-0.70793E-04	-0.68700E-04	0.14350E-03	0.17414E-03
90	-0.87623E-04	-0.10334E-03	0.15413E-03	0.20522E-03
91	-0.11509E-03	-0.99647E-04	0.18450E-03	0.23920E-03
92	-0.12050E-03	-0.51515E-04	0.19542E-03	0.23529E-03
93	-0.12591E-03	0.13269E-05	0.19751E-03	0.23424E-03
94	-0.13132E-03	0.58880E-04	0.19079E-03	0.23898E-03
95	0.33232E-04	0.29269E-03	-0.13023E-03	0.32208E-03
96	0.43192E-04	0.31510E-03	-0.71450E-04	0.32597E-03
97	0.58504E-04	0.30122E-03	-0.23256E-05	0.30686E-03
98	0.79168E-04	0.25107E-03	0.77145E-04	0.27433E-03
99	-0.39367E-04	-0.27173E-03	-0.13129E-03	0.30434E-03
100	-0.48860E-04	-0.29431E-03	-0.72911E-04	0.30712E-03
101	-0.63744E-04	-0.28039E-03	-0.41096E-05	0.28758E-03
102	-0.84019E-04	-0.22998E-03	0.75116E-04	0.25611E-03
103	-0.11125E-03	0.13464E-03	0.10142E-03	0.20196E-03
104	-0.37494E-04	0.48764E-04	0.10180E-03	0.11894E-03
105	0.36528E-04	-0.36606E-04	0.10219E-03	0.11453E-03
106	0.11081E-03	-0.12147E-03	0.10257E-03	0.19380E-03
107	0.28971E-04	0.17787E-04	0.11227E-03	0.11730E-03
108	0.89627E-05	0.14429E-04	0.11210E-03	0.11338E-03
109	-0.11151E-04	0.11139E-04	0.11193E-03	0.11304E-03
110	-0.31370E-04	0.79151E-05	0.11177E-03	0.11636E-03
111	0.35693E-04	-0.14678E-03	0.11688E-03	0.19099E-03
112	0.14694E-03	-0.31778E-03	0.13806E-03	0.37634E-03
113	0.11277E-03	-0.36784E-03	0.15700E-03	0.41554E-03
114	0.82831E-04	-0.35603E-03	0.15978E-03	0.39893E-03
115	0.57140E-04	-0.28234E-03	0.14641E-03	0.32314E-03
116	-0.35275E-04	0.14957E-03	0.11701E-03	0.19315E-03
117	-0.14627E-03	0.33082E-03	0.13690E-03	0.38675E-03
118	-0.11209E-03	0.37858E-03	0.15643E-03	0.42468E-03
119	-0.82194E-04	0.36429E-03	0.15962E-03	0.40613E-03
120	-0.56589E-04	0.28795E-03	0.14648E-03	0.32799E-03
121	0.16227E-03	0.57480E-05	0.48181E-05	0.16245E-03

122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
123	0.42611E-04	0.15507E-04	0.81994E-05	0.46080E-04
124	0.83860E-04	0.21634E-04	0.11735E-04	0.87397E-04
125	0.12375E-03	0.18381E-04	0.10608E-04	0.12555E-03
126	0.20167E-03	-0.41218E-04	-0.84151E-05	0.20601E-03
127	0.17362E-03	-0.36452E-05	0.24120E-05	0.17368E-03
128	0.18324E-03	-0.13038E-04	-0.11438E-06	0.18370E-03
129	0.19112E-03	-0.22432E-04	-0.27610E-05	0.19245E-03
130	0.19726E-03	-0.31825E-04	-0.55279E-05	0.19989E-03
131	-0.16093E-03	-0.50078E-05	0.49112E-05	0.16108E-03
132	-0.19984E-03	0.42318E-04	-0.83203E-05	0.20444E-03
133	-0.17217E-03	0.44573E-05	0.25073E-05	0.17225E-03
134	-0.18168E-03	0.13922E-04	-0.17779E-07	0.18222E-03
135	-0.18947E-03	0.23388E-04	-0.26641E-05	0.19092E-03
136	-0.19552E-03	0.32853E-04	-0.54316E-05	0.19833E-03
137	-0.39163E-04	0.34529E-04	-0.71144E-06	0.52216E-04
138	-0.10464E-03	0.60009E-04	-0.11575E-04	0.12118E-03
139	-0.15345E-03	0.73528E-04	-0.17767E-04	0.17108E-03
140	-0.18559E-03	0.75086E-04	-0.19289E-04	0.20113E-03
141	-0.20105E-03	0.64682E-04	-0.16140E-04	0.21181E-03
142	0.42241E-04	-0.31689E-04	-0.62617E-06	0.52810E-04
143	0.20322E-03	-0.63296E-04	-0.16222E-04	0.21347E-03
144	0.18805E-03	-0.73382E-04	-0.19347E-04	0.20278E-03
145	0.15616E-03	-0.71476E-04	-0.17789E-04	0.17266E-03
146	0.10756E-03	-0.57579E-04	-0.11549E-04	0.12255E-03
147	0.23470E-04	0.38343E-04	0.22785E-04	0.50400E-04
148	-0.31601E-04	0.37601E-04	0.34248E-05	0.49236E-04
149	-0.21557E-04	0.39519E-04	0.78425E-05	0.45694E-04
150	-0.90306E-05	0.40282E-04	0.12542E-04	0.43145E-04
151	0.59784E-05	0.39890E-04	0.17523E-04	0.43977E-04
152	-0.20422E-04	-0.35172E-04	0.22810E-04	0.46631E-04
153	0.34682E-04	-0.34699E-04	0.35440E-05	0.49188E-04
154	0.24637E-04	-0.36553E-04	0.79727E-05	0.44795E-04
155	0.12104E-04	-0.37249E-04	0.12660E-04	0.41162E-04
156	-0.29154E-05	-0.36789E-04	0.17605E-04	0.40889E-04
157	-0.27486E-04	-0.86833E-05	-0.32014E-03	0.32143E-03
158	-0.19925E-04	-0.33066E-04	-0.10614E-04	0.40038E-04
159	-0.20383E-04	-0.29364E-04	-0.61621E-04	0.71238E-04
160	-0.21796E-04	-0.24066E-04	-0.13021E-03	0.13420E-03
161	-0.24163E-04	-0.17173E-04	-0.21638E-03	0.21840E-03
162	0.28298E-04	0.12387E-04	-0.31947E-03	0.32096E-03
163	0.22683E-04	0.36081E-04	-0.10524E-04	0.43899E-04

164	0.22772E-04	0.32354E-04	-0.61405E-04	0.73047E-04
165	0.23738E-04	0.27163E-04	-0.12986E-03	0.13477E-03
166	0.25580E-04	0.20507E-04	-0.21588E-03	0.21835E-03
167	-0.22872E-04	0.21308E-04	-0.69438E-06	0.31267E-04
168	-0.65855E-05	0.80761E-05	-0.67733E-06	0.10443E-04
169	0.96953E-05	-0.51674E-05	-0.66028E-06	0.11006E-04
170	0.25971E-04	-0.18422E-04	-0.64323E-06	0.31848E-04
171	0.14692E-04	0.23622E-04	0.22790E-04	0.35962E-04
172	0.59142E-05	0.89104E-05	0.22795E-04	0.25179E-04
173	-0.28641E-05	-0.57926E-05	0.22800E-04	0.23698E-04
174	-0.11643E-04	-0.20487E-04	0.22805E-04	0.32792E-04
175	-0.26885E-03	-0.10654E-03	-0.36394E-03	0.46485E-03
176	-0.30301E-03	0.15508E-03	-0.68428E-05	0.34046E-03
177	-0.37055E-03	0.89358E-04	-0.10728E-03	0.39598E-03
178	-0.38737E-03	0.23847E-04	-0.20027E-03	0.43673E-03
179	-0.35347E-03	-0.41452E-04	-0.28583E-03	0.45646E-03
180	0.27177E-03	0.11318E-03	-0.36185E-03	0.46648E-03
181	0.30566E-03	-0.14160E-03	-0.37451E-05	0.33689E-03
182	0.37445E-03	-0.77586E-04	-0.10358E-03	0.39619E-03
183	0.39173E-03	-0.13784E-04	-0.19654E-03	0.43849E-03
184	0.35750E-03	0.49805E-04	-0.28263E-03	0.45844E-03
185	0.12238E-03	0.99630E-04	0.46752E-04	0.16459E-03
186	0.51223E-04	-0.10300E-03	0.20267E-03	0.23305E-03
187	0.67657E-04	-0.56474E-04	0.23856E-03	0.25432E-03
188	0.84995E-04	-0.71927E-05	0.22454E-03	0.24019E-03
189	0.10324E-03	0.44842E-04	0.16060E-03	0.19612E-03
190	-0.11949E-03	-0.94915E-04	0.46860E-04	0.15964E-03
191	-0.50467E-04	0.10618E-03	0.20287E-03	0.23447E-03
192	-0.66486E-04	0.60039E-04	0.23878E-03	0.25503E-03
193	-0.83329E-04	0.11143E-04	0.22475E-03	0.23996E-03
194	-0.10100E-03	-0.40509E-04	0.16078E-03	0.19414E-03
195	0.25756E-03	0.16387E-03	-0.31930E-03	0.44175E-03
196	0.23552E-03	0.18787E-03	-0.25716E-03	0.39610E-03
197	0.20565E-03	0.18516E-03	-0.17544E-03	0.32765E-03
198	0.16793E-03	0.15574E-03	-0.74137E-04	0.24074E-03
199	-0.25455E-03	-0.15732E-03	-0.32067E-03	0.43861E-03
200	-0.23247E-03	-0.18155E-03	-0.25796E-03	0.39185E-03
201	-0.20260E-03	-0.17922E-03	-0.17580E-03	0.32260E-03
202	-0.16494E-03	-0.15035E-03	-0.74190E-04	0.23519E-03
203	0.91207E-04	0.79452E-04	0.46200E-04	0.12948E-03
204	0.11623E-03	0.95808E-04	0.46640E-04	0.15768E-03
205	0.11003E-03	0.91879E-04	0.46528E-04	0.15071E-03

206	0.10380E-03	0.87844E-04	0.46418E-04	0.14369E-03
207	0.97523E-04	0.83702E-04	0.46309E-04	0.13661E-03
208	-0.88123E-04	-0.74818E-04	0.46304E-04	0.12453E-03
209	0.55419E-04	0.48566E-04	0.46221E-04	0.86984E-04
210	0.19592E-04	0.17695E-04	0.46242E-04	0.53247E-04
211	-0.16274E-04	-0.13159E-04	0.46262E-04	0.50776E-04
212	-0.52179E-04	-0.43996E-04	0.46283E-04	0.82465E-04
213	-0.94478E-04	-0.79051E-04	0.46417E-04	0.13164E-03
214	-0.10079E-03	-0.83178E-04	0.46529E-04	0.13872E-03
215	-0.10707E-03	-0.87197E-04	0.46641E-04	0.14575E-03
216	-0.11330E-03	-0.91110E-04	0.46751E-04	0.15272E-03
217	0.12059E-03	0.93391E-04	0.54666E-04	0.16203E-03
218	0.10980E-03	0.84142E-04	0.56227E-04	0.14933E-03
219	0.90020E-04	0.71885E-04	0.51433E-04	0.12616E-03
220	0.61242E-04	0.56619E-04	0.40286E-04	0.92624E-04
221	-0.11759E-03	-0.88983E-04	0.54741E-04	0.15729E-03
222	-0.10673E-03	-0.80043E-04	0.56276E-04	0.14479E-03
223	-0.86914E-04	-0.68094E-04	0.51466E-04	0.12182E-03
224	-0.58145E-04	-0.53137E-04	0.40310E-04	0.88483E-04
225	0.16345E-03	0.69958E-04	-0.36227E-03	0.40355E-03
226	0.55230E-04	0.26376E-04	-0.36269E-03	0.36782E-03
227	-0.52893E-04	-0.17568E-04	-0.36311E-03	0.36736E-03
228	-0.16092E-03	-0.61873E-04	-0.36353E-03	0.40234E-03
229	0.32384E-04	0.31853E-04	-0.59512E-03	0.59685E-03
230	0.29111E-04	0.16259E-04	-0.38405E-03	0.38549E-03
231	0.29926E-04	0.20142E-04	-0.44390E-03	0.44536E-03
232	0.30744E-04	0.24035E-04	-0.49903E-03	0.50055E-03
233	0.31563E-04	0.27939E-04	-0.54943E-03	0.55105E-03
234	-0.34907E-04	-0.27791E-04	-0.59568E-03	0.59735E-03
235	-0.28998E-04	-0.12658E-04	-0.38486E-03	0.38616E-03
236	-0.30496E-04	-0.16556E-04	-0.44478E-03	0.44613E-03
237	-0.31980E-04	-0.20377E-04	-0.49989E-03	0.50133E-03
238	-0.33451E-04	-0.24122E-04	-0.55019E-03	0.55174E-03
239	0.43599E-04	0.44093E-04	-0.61780E-03	0.62091E-03
240	0.41398E-04	0.41526E-04	-0.61326E-03	0.61606E-03
241	0.39175E-04	0.39019E-04	-0.60873E-03	0.61123E-03
242	0.36932E-04	0.36571E-04	-0.60419E-03	0.60642E-03
243	0.34668E-04	0.34182E-04	-0.59965E-03	0.60163E-03
244	-0.46350E-04	-0.39910E-04	-0.61844E-03	0.62145E-03
245	-0.37238E-04	-0.30096E-04	-0.60023E-03	0.60214E-03
246	-0.39547E-04	-0.32460E-04	-0.60479E-03	0.60695E-03
247	-0.41836E-04	-0.34884E-04	-0.60934E-03	0.61177E-03

248	-0.44103E-04	-0.37367E-04	-0.61389E-03	0.61660E-03
249	0.92843E-04	0.18198E-04	-0.36210E-03	0.37426E-03
250	0.77780E-04	0.15559E-04	-0.35358E-03	0.36236E-03
251	0.63794E-04	0.13659E-04	-0.34505E-03	0.35116E-03
252	0.50885E-04	0.12497E-04	-0.33652E-03	0.34058E-03
253	0.39053E-04	0.12073E-04	-0.32800E-03	0.33054E-03
254	-0.91549E-04	-0.13785E-04	-0.36370E-03	0.37530E-03
255	-0.38144E-04	-0.82025E-05	-0.32885E-03	0.33116E-03
256	-0.49879E-04	-0.84723E-05	-0.33756E-03	0.34133E-03
257	-0.62692E-04	-0.94926E-05	-0.34628E-03	0.35203E-03
258	-0.76582E-04	-0.11263E-04	-0.35499E-03	0.36333E-03
259	-0.25081E-03	-0.85058E-04	-0.38413E-03	0.46658E-03
260	-0.22406E-03	-0.65040E-04	-0.39420E-03	0.45807E-03
261	-0.18860E-03	-0.46489E-04	-0.39416E-03	0.43942E-03
262	-0.14443E-03	-0.29404E-04	-0.38399E-03	0.41131E-03
263	0.25342E-03	0.91299E-04	-0.38181E-03	0.46726E-03
264	0.22636E-03	0.70861E-04	-0.39181E-03	0.45801E-03
265	0.19057E-03	0.51865E-04	-0.39186E-03	0.43882E-03
266	0.14607E-03	0.34311E-04	-0.38195E-03	0.41037E-03
267	0.17120E-04	0.81928E-05	-0.31961E-03	0.32017E-03
268	0.59532E-05	0.39889E-05	-0.31974E-03	0.31982E-03
269	-0.52035E-05	-0.22506E-06	-0.31987E-03	0.31991E-03
270	-0.16350E-04	-0.44491E-05	-0.32001E-03	0.32045E-03
271	-0.12274E-03	-0.17787E-04	0.10675E-04	0.12448E-03
272	-0.83187E-04	-0.21211E-04	0.11778E-04	0.86653E-04
273	-0.42274E-04	-0.15283E-04	0.82194E-05	0.45697E-04
274	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
275	0.16573E-03	0.36061E-03	-0.28099E-03	0.48627E-03
276	0.15629E-03	0.30836E-03	-0.43038E-03	0.55203E-03
277	0.19131E-03	0.39792E-03	-0.30972E-03	0.53932E-03
278	0.20456E-03	0.43648E-03	-0.24460E-03	0.54055E-03
279	0.19603E-03	0.42405E-03	-0.23502E-03	0.52295E-03
280	0.14325E-03	0.35886E-03	-0.61707E-03	0.72806E-03
281	0.89493E-04	0.27168E-03	-0.78558E-03	0.83603E-03
282	0.88872E-04	0.34273E-03	-0.87612E-03	0.94496E-03
283	0.97625E-04	0.38094E-03	-0.87822E-03	0.96225E-03
284	0.11575E-03	0.38632E-03	-0.79187E-03	0.88865E-03
285	-0.17290E-03	-0.34350E-03	-0.28259E-03	0.47723E-03
286	-0.15700E-03	-0.28459E-03	-0.43118E-03	0.53996E-03
287	-0.19273E-03	-0.37216E-03	-0.31086E-03	0.52180E-03
288	-0.20729E-03	-0.41117E-03	-0.24599E-03	0.52205E-03
289	-0.20068E-03	-0.40161E-03	-0.23656E-03	0.50747E-03

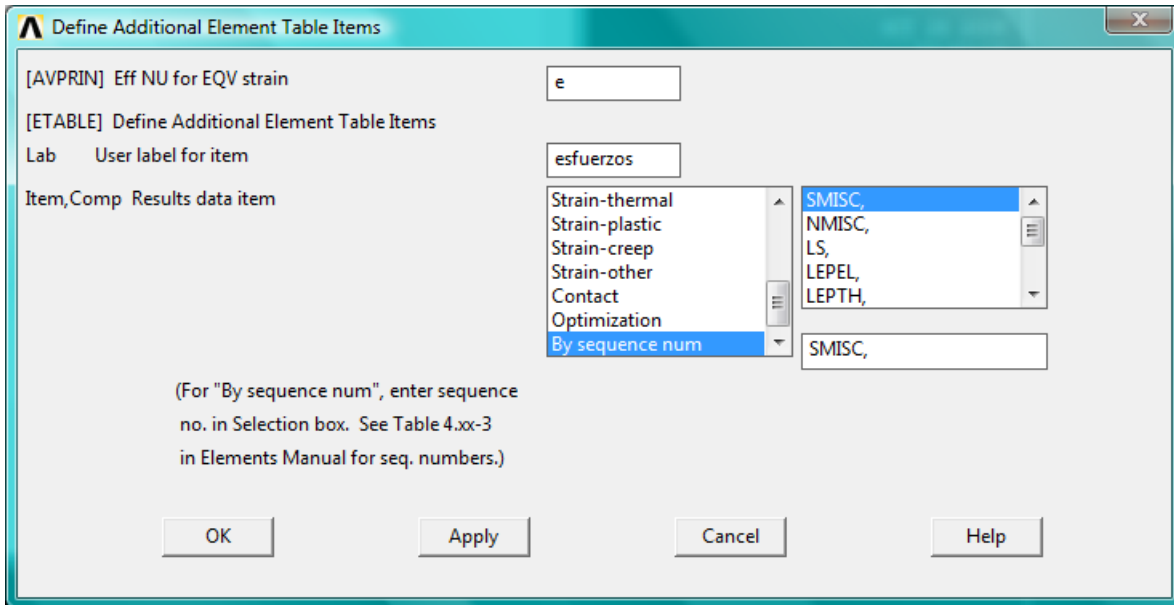
290	-0.15043E-03	-0.34560E-03	-0.61863E-03	0.72442E-03
291	-0.92205E-04	-0.25589E-03	-0.78670E-03	0.83239E-03
292	-0.93284E-04	-0.32932E-03	-0.87774E-03	0.94211E-03
293	-0.10335E-03	-0.36874E-03	-0.88008E-03	0.95978E-03
294	-0.12240E-03	-0.37417E-03	-0.79371E-03	0.88598E-03
295	0.16148E-03	0.36031E-03	-0.34291E-03	0.52296E-03
296	0.15711E-03	0.35998E-03	-0.40748E-03	0.56596E-03
297	0.15262E-03	0.35963E-03	-0.47470E-03	0.61479E-03
298	0.14800E-03	0.35926E-03	-0.54456E-03	0.66897E-03
299	-0.16866E-03	-0.34388E-03	-0.34446E-03	0.51513E-03
300	-0.16429E-03	-0.34428E-03	-0.40900E-03	0.55929E-03
301	-0.15980E-03	-0.34470E-03	-0.47621E-03	0.60921E-03
302	-0.15518E-03	-0.34514E-03	-0.54609E-03	0.66439E-03
303	0.11537E-03	0.33540E-03	-0.26115E-03	0.44046E-03
304	0.76478E-04	0.31013E-03	-0.24100E-03	0.40014E-03
305	0.49056E-04	0.28481E-03	-0.22054E-03	0.36354E-03
306	0.33105E-04	0.25944E-03	-0.19976E-03	0.32910E-03
307	-0.40745E-04	-0.23891E-03	-0.20062E-03	0.31462E-03
308	-0.57249E-04	-0.26513E-03	-0.22164E-03	0.35027E-03
309	-0.84776E-04	-0.29130E-03	-0.24230E-03	0.38827E-03
310	-0.12333E-03	-0.31742E-03	-0.26262E-03	0.43004E-03
311	0.93176E-04	0.11659E-03	-0.69611E-03	0.71193E-03
312	0.12793E-03	0.18432E-03	-0.73519E-03	0.76867E-03
313	0.14786E-03	0.24727E-03	-0.73505E-03	0.78949E-03
314	0.15297E-03	0.30545E-03	-0.69567E-03	0.77502E-03
315	-0.15980E-03	-0.29474E-03	-0.69706E-03	0.77350E-03
316	-0.15408E-03	-0.23873E-03	-0.73625E-03	0.78918E-03
317	-0.13327E-03	-0.17759E-03	-0.73621E-03	0.76896E-03
318	-0.97357E-04	-0.11132E-03	-0.69694E-03	0.71246E-03
319	0.18943E-04	0.19918E-04	-0.59523E-03	0.59587E-03
320	0.54933E-05	0.79854E-05	-0.59534E-03	0.59542E-03
321	-0.79648E-05	-0.39434E-05	-0.59546E-03	0.59552E-03
322	-0.21432E-04	-0.15869E-04	-0.59557E-03	0.59617E-03
323	0.22592E-03	0.32956E-03	-0.51116E-04	0.40281E-03
324	0.24996E-03	0.29443E-03	0.10861E-03	0.40120E-03
325	0.23785E-03	0.25524E-03	0.19820E-03	0.40125E-03
326	0.18959E-03	0.21197E-03	0.21765E-03	0.35812E-03
327	0.18633E-03	0.32339E-03	-0.45991E-03	0.59230E-03
328	0.20723E-03	0.28003E-03	-0.55747E-03	0.65737E-03
329	0.22844E-03	0.23054E-03	-0.57364E-03	0.65909E-03
330	0.24995E-03	0.17493E-03	-0.50843E-03	0.59294E-03
331	-0.24958E-03	-0.17196E-03	-0.50995E-03	0.59321E-03

332	-0.23034E-03	-0.22836E-03	-0.57481E-03	0.66001E-03
333	-0.21115E-03	-0.27575E-03	-0.55854E-03	0.65772E-03
334	-0.19201E-03	-0.31413E-03	-0.46113E-03	0.59008E-03
335	-0.23355E-03	-0.31122E-03	-0.52781E-04	0.39267E-03
336	-0.25755E-03	-0.27503E-03	0.10686E-03	0.39165E-03
337	-0.24491E-03	-0.23494E-03	0.19633E-03	0.39207E-03
338	-0.19562E-03	-0.19095E-03	0.21563E-03	0.34818E-03
339	-0.12385E-03	-0.26844E-04	-0.57659E-03	0.59035E-03
340	-0.12643E-03	-0.53417E-04	-0.59007E-03	0.60582E-03
341	-0.12333E-03	-0.82545E-04	-0.59963E-03	0.61772E-03
342	-0.11455E-03	-0.11423E-03	-0.60525E-03	0.62650E-03

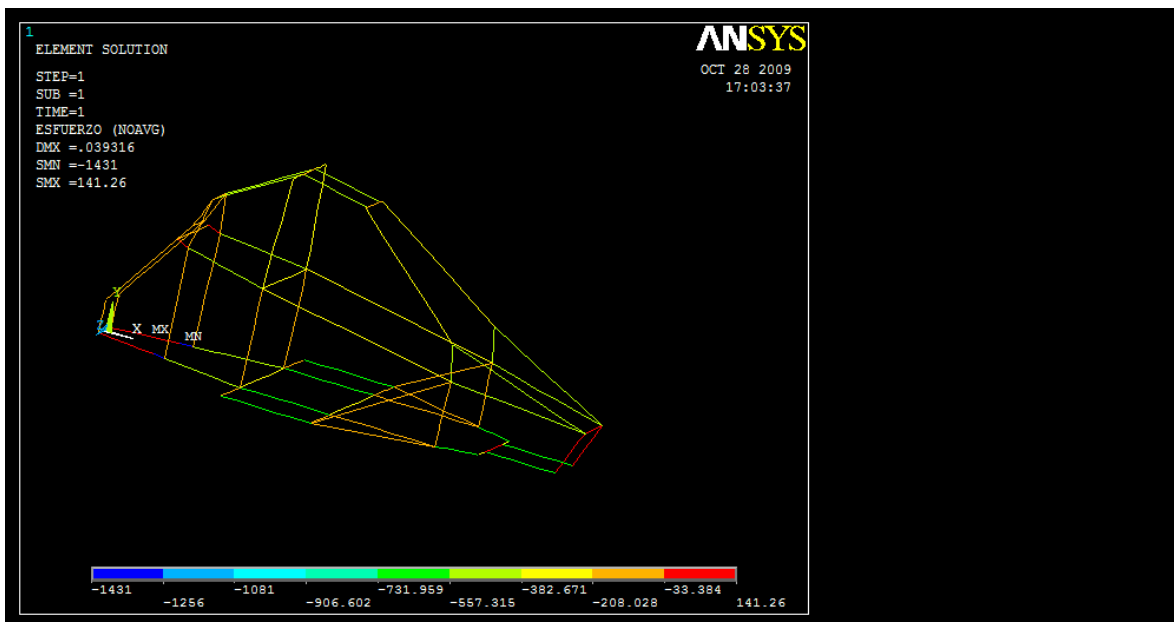
VALORES ABSOULTOS MAXIMOS

NODO	183	278	293	283
VALOR	3.92E-04	4.36E-04	-8.80E-04	9.62E-04

Por último le pedimos al software que nos muestre los esfuerzos en una imagen, por lo cual tenemos que definir valores adicionales los cuales son los siguientes:



A continuación queremos observar los esfuerzos que sufrió nuestra estructura después de haberla sometido a las fuerzas anteriormente aplicadas. Por lo tanto se elige la opción de element solution en este caso.



En la imagen anterior podemos observar los esfuerzos máximos en la prueba, los cuales se representan en color rojo y los mínimos en color azul.

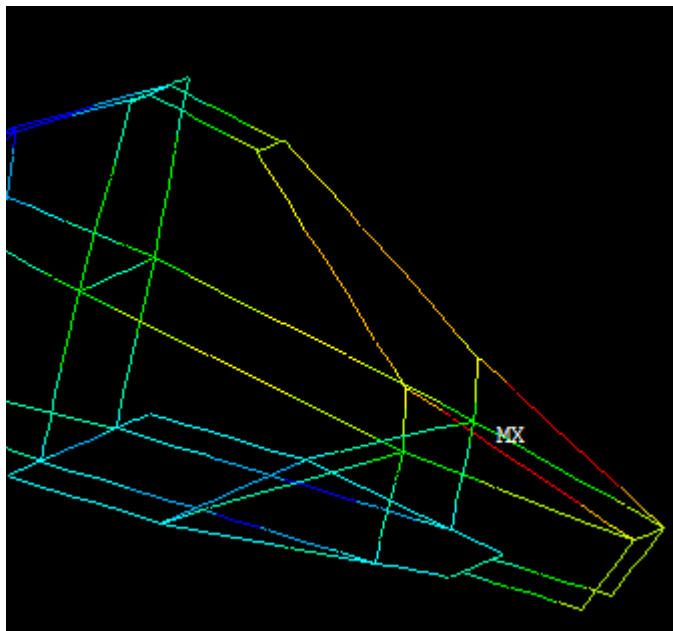
CONCLUSIONES

En relación con el objetivo principal del proyecto, se estableció un método que nos permitió construir, modelar y analizar un sistema chasis de un vehículo arenero, y en segundo plano se eligió, modelo y analizó el motor más apropiado de acuerdo con las características necesarias para el óptimo desempeño del mismo; así como también lo mismo para los neumáticos y rines que fueron los más apropiados para nuestro a nuestro vehículo.

La utilización del software de modelado en este caso CATIA, nos facilitó enormemente el trabajo de diseño de todos los sistemas, ya que reducimos el tiempo de diseño gracias a la utilización de las herramientas que nos ofrece dicho programa. El principal diseño fue el chasis el cual se realizó en segmentos los cuales después fueron ensamblados en un conjunto, los rines se realizó ingeniería inversa ya que se modelo a partir de un objeto ya creado; y por último el motor solamente fue un diseño meramente estético y demostrativo.

Los análisis efectuados en Ansys, fueron de gran utilidad ya que nos percatamos de los puntos críticos de la estructura del chasis en caso de sufrir un impacto frontal, los cuales son:

MX.- Punto crítico de desplazamiento en caso de impacto frontal en el chasis



Lo cual nos permite darnos una idea donde la estructura se desplazaría más en caso de impacto; por lo cual una vez teniendo el chasis fabricado se propondría reforzar esa parte en específico, lo cual nos ayudaría a tener una estructura mas solida lo que representa un chasis más seguro para el piloto.

Por otra parte en la construcción hubo variaciones a partir del modelado en computadora ya que dichas variaciones tales como dobleces distintos a los planos originales representaron menor dificultad lo que se traduce en un ahorro de tiempo y trabajo.



Imagen 23: construcción del chasis de nuestro buggy

El uso de todas las herramientas y conocimientos adquiridos durante el seminario nos permitió realizar el proyecto de un análisis básico y claro de los sistemas mencionados en el titulo de este trabajo.

GLOSARIO

Aceleración: La aceleración es una magnitud vectorial que nos indica el ritmo o tasa de cambio de la velocidad de un móvil por unidad de tiempo.

Buggy: Es un vehículo diseñado para andar en la arena. Suele tener un chasis ligero, una carrocería sin techo rígido y ruedas grandes. Los primeros buggies fueron construidos sobre la base de un Volkswagen Escarabajo. Hoy existen buggies tanto basados en modelos de producción como totalmente artesanales.

Crash: Término en el idioma inglés “choque o impacto”

Dummies: Son réplicas a escala natural de personas, con el peso y las articulaciones creadas para replicar el comportamiento del cuerpo humano en una colisión de un vehículo. El maniquí contiene numerosos instrumentos para recolectar toda la información posible sobre variables como la velocidad de impacto, la fuerza de compresión, doblado, o la torsión del cuerpo, así como la desaceleración durante una colisión.

Fuerza: La fuerza es una magnitud vectorial capaz de deformar los cuerpos (efecto estático), modificar su velocidad o vencer su inercia y ponerlos en movimiento si estaban inmóviles (efecto dinámico). En este sentido la fuerza puede definirse como toda acción o influencia capaz de modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo (imprimiéndole una aceleración que modifica el módulo, la dirección, o el sentido de su velocidad), o bien de deformarlo.

Nodo: Espacio real o abstracto en el que confluyen parte de las conexiones de otros espacios reales o abstractos que comparten sus mismas características y que a su vez también son nodos. Todos estos nodos se interrelacionan entre sí de una manera no jerárquica y conforman lo que en términos matemáticos se llama red

Testers: término en el idioma inglés "Probadores"

Toroidal: En geometría, un toroidal es una superficie de revolución generada por una circunferencia que gira alrededor de una recta exterior coplanaria (en su plano y que no la corta). La palabra «toro» proviene del vocablo en latín *torus*, el cual en castellano significa «bocel» o «murecillo», que es una moldura redondeada de la basa, con forma de hogaza de pan.

Treadwear: Es el grado de desgaste de un neumático regulado por UTQG que se imprimen en la pared lateral de un neumático

Tubeless: *En los neumáticos se refiere a sin cámara de aire.*

Tubetype: Término en el idioma inglés "tipo de tubo"

BIBLIOGRAFIA

1. **William H. crouse, Chasis y carrocería del automóvil.**
2. **Andrea E. Trottet, Chasis, M.H.P.**
3. **Bosch, Manual de la técnica del automóvil, 4ta edición.**
4. **Pagina web, Auto emoción y Mecánica del Automóvil, Industria del Automóvil.**
5. **Página oficial del software Ansys inc.**
6. **Página oficial del software CATIA**
7. **Universidad de Castilla-La Mancha, Método elementos finitos.**
8. **Donald R. Askeland , Ciencia e Ingeniería de los Materiales.**
9. **Frederick J. Bueche., Física General.**
10. **Software CATIA versión 5.0 R18**
11. **Software ANSYS inc version 11.0**
12. **GAYLE, Rayburn Letricia, Administracion y Contabilidad de Costos, Ed. Mc Graw Hill**
13. **Enciclopedia virtual <http://es.wikipedia.org> 4**
14. **Manual de Ingeniería de neumáticos, varios autores, Año 1983**