



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA
INDUSTRIA**

INGENIERIA MECANICA

**“ANÁLISIS DE RESISTENCIA Y OPERACIÓN PARA EL DISEÑO Y
ELABORACIÓN DE GO-KART”**

AUTORES

Br. Daniela Ignacia Blandón Juárez

Br. Christopher de Jesús Murillo Portocarrero

TUTOR

Msc, Ing. William Emigdio Urbina Espinoza

Managua, 10 de Junio de 2019.



Lider en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

BLANDÓN JUÁREZ DANIELA IGNACIA

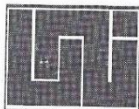
Carne: **2013-60978** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de marzo del año dos mil dieciocho.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





Lider en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

MURILLO PORTOCARRERO CHRISTOPHER DE JESUS

Carne: **2013-61376** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los dieciocho días del mes de enero del año dos mil dieciocho.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

Managua, 09 de abril del 2018

Brs. Daniela Ignacia Blandón Juárez
William David Sánchez Cornejo
Christopher de Jesús Murillo Portocarrero

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico titulado "Análisis de resistencia y operación para el diseño y construcción de un Go-Kart", para obtener el título de **Ingeniero Mecánico** y que contará con el **MSc. William Emigdio Urbina Espinoza** como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,


MSc. Glenda Velásquez Vargas
Decano en funciones



C/c Archivo
DCI/art

Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 • Tel.: 2249-6437 • 2248-6879 • 2251 8271 • 2251 8276
Telefax: 2240 1653 • 2249 0942



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

Managua, 09 de mayo de 2019

Brs Daniela Ignacia Blandón Juárez
Christopher de Jesús Murillo Portocarrero

Estimados Bachilleres:

El día 23 de agosto de 2018 recibí carta del bachiller **William David Sánchez Cornejo** en donde expone solicitud de retiro del trabajo monográfico titulado **“Análisis de resistencia y operación para el diseño y construcción de un Go-Kart”** por problemas personales y su poca disponibilidad de tiempo para continuar formando parte del equipo monográfico.

Por lo tanto, esta Decanatura acepta el retiro del bachiller **Sánchez Cornejo** y le autoriza continuar con dicho tema siempre contando como tutor con el **MSc. William Emigdio Urbina Espinoza**.

Cordialmente,



MSc. Lester Antonio Artola Chavarría
Decano

Cc: Archivo
LACH/art

Managua, 10 de Junio 2019

Ing. Lester Antonio Artola Chavarría
Decano FTI

Estimado Ing. Artola:

Me dirijo a usted con el fin de informarle que he revisado como tutor el trabajo monográfico titulado “**Análisis de resistencia y operación para el diseño y elaboración de Go Kart**” presentado por los bachilleres:

Daniela Ignacia Blandón Juárez

Carnet 2013-60978

Christopher de Jesús Murillo Portocarrero

Carnet 2013-61376

Después de leer y examinar el contenido del trabajo y tomando en cuenta la calidad del mismo, considero que cumple con los requisitos especificados para este tipo de estudio. Por lo cual, los bachilleres antes mencionados se encuentran en disposición de presentarlo ante el tribunal examinador, para su respectiva defensa y que puedan optar al título de **Ingeniero Mecánico**.

Msc. William Emigdio Urbina Espinoza

Tutor de monografía

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo monográfico a nuestros padres Reyna Esperanza Juárez Guatemala, Daniel Alejandro Blandón, Jeannett del Carmen Rodríguez Portocarrero y Alcalá Santiago Murillo Montiel quienes fueron nuestro principal apoyo y motivación durante el transcurso de nuestra carrera hasta su culminación, sabemos el esfuerzo y los sacrificios que se tuvieron que realizar para culminar nuestros estudios que alcanzáramos nuestra meta, que no es solo el final de un período de estudio sino el inicio de nuestra superación personal para una mejor calidad de vida.

Lo dedicamos a todas esas personas que nos ayudaron de buena voluntad con sus recomendaciones o de forma práctica para que adquiriéramos nuevos conocimientos que ahora se encuentran plasmados en el documento presente, por otro lado, también es grato para nosotros dedicarlo a las personas que solo supieron menospreciar el proyecto, a las palabras de desaliento y a todos los que pensaron que no se lograría ya que sirvieron de impulso para demostrar su equivocación con nuestras capacidades.

Esperamos que este orgullo que hoy llena nuestro interior sea el mismo que sientan todos los que nos han visto crecer hasta el día de hoy, porque sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible. No solo nuestras familias sino también a nuestros amigos de toda la vida, les estamos completamente agradecidos y de cierta forma en deuda por su infaltable amparo y desinterés.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios nuestro Señor que nos ha permitido llegar hasta este punto de nuestras vidas, por las innumerables bendiciones y pruebas que se nos presentaron a lo largo del camino y que no solo nos hicieron crecer como profesionales sino como personas.

“No se inquieten por nada; más bien, en toda ocasión, con oración y ruego, presenten sus peticiones a Dios y denle gracias. Y la paz de Dios, que sobrepasa todo entendimiento, cuidará sus corazones y sus pensamientos en Cristo Jesús.” (Filipenses 4: 6-7)

Damos gracias a nuestros padres que siempre han estado con nosotros ayudándonos y esperando lo mejor, nuestro éxito es fruto de su compañía y orgullo para nuestras familias. Agradecemos cada palabra de aliento, consejo y crítica constructiva que sirvieron de motivación para culminar satisfactoriamente este proyecto.

A nuestro tutor Ing. William Urbina por su excelente trabajo de guía durante el desarrollo de la tesis, le tenemos gran respeto y admiración. Estamos completamente seguros que sin su colaboración el resultado jamás habría sido el mismo.

Agradecemos al responsable del taller de máquinas herramienta Ing. Pablo Mota quien a pesar de las duras circunstancias que ocurrieron en nuestro país nos impulsó siempre a continuar. Por su ayuda práctica, amplios conocimientos y la disposición de estar con nosotros en todo momento.

Por último, pero no menos importante, nos sentimos agradecidos con todos nuestros profesores y su vocación de enseñanza, especialmente con los que impartieron clases que influyeron de manera directa con este trabajo; fue gracias a la información que nos compartieron que tuvimos una base para emprender esta idea.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	14
ANTECEDENTES	16
JUSTIFICACIÓN.....	18
OBJETIVOS	19
Objetivo General:.....	19
Objetivos Específicos:	19
CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO PARA UN GO-KART	20
METODOLOGÍA	28
Visualización conceptual	28
Modelado de la estructura en los programas AUTOCAD y SOLIDWORKS.....	28
Análisis de la estructura en SOLIDWORKS.....	28
Soldadura.....	29
Ensamblaje.....	29
ASPECTOS SOBRE LA SOLDADURA.....	29
Soldadura por arco con electrodos revestidos.....	30
Soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible	30
Soldadura con núcleo de fundente	31
Punteado de la soldadura	33
Tratamientos térmicos previos y posteriores a la soldadura	33
Soldadura utilizada para las uniones de la estructura	34
CATEGORÍAS DE COMPETICIÓN EN EL KARTING	35
Tabla de categorías de la Comisión Internacional de Karting.....	37
SELECCIÓN DE MATERIAL	39
Tubos:.....	39
Material.	39
• Uniformidad	39
• Elasticidad	39
• Ductilidad	39
Ampliaciones de estructuras existentes.....	40
Acero A36.....	41

Propiedades Mecánicas	41
Neumático:.....	41
Elección del tipo de compuesto:	42
Partes de un neumático de un vehículo kart:.....	43
Influencia de la presión en los neumáticos	44
Ajustes.....	45
Llantas.....	46
Sistema de dirección.....	47
Caida de las ruedas	50
Avance en el perno de dirección.....	52
Divergencia de la dirección.....	53
Elementos básicos de la dirección	54
Sistema motriz	55
Información general:	58
TRANSMISIÓN POR CADENA - CÁLCULO Y DISEÑO	75
Cadenas para Karts de 2 tiempos	81
Cadenas para Karts de 4 tiempos	81
MEMORIA DE CÁLCULO PARA TRANSMISIÓN POR CADENA.....	83
Relación de transmisión	92
CÁLCULO DE LA PENDIENTE MÁXIMA SUPERABLE	92
SISTEMA DE FRENOS.....	95
Frenos de Discos.....	96
ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA.....	97
Propiedades de estudio.....	110
Unidades	110
Propiedades de material	111
Cargas y sujeciones	111
Información de malla	112
Información de malla - Detalles	113
Fuerzas resultantes	113
Fuerzas de reacción.....	113
Momentos de reacción	113
Vigas	114

Fuerzas de viga	114
Tensiones de viga	117
Tensiones de viga	120
Resultados del estudio	124
ANALISIS ECONOMICO	127
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	132
Conclusiones	132
Recomendaciones	132
BIBLIOGRAFÍA.....	133
REFERENCIAS	134
GLOSARIO	144
Índice de Ilustraciones	146
Índice de Tablas	147

INTRODUCCIÓN

Mediante el documento presente se definirá, analizará e indicarán las características que debe poseer la estructura que soportará todos los componentes de un GO-KART así como al mismo conductor. La estructura debe poseer rigidez, así como flexibilidad para poder desempeñarse adecuadamente durante el transcurso de una competencia de kartismo, dichas competencias exponen a la estructura a diversas fuerzas aplicadas por las cargas que sufre a causa del tipo de circuito.

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

El karting es una disciplina del automovilismo que se practica con karts sobre circuitos llamados kartódromos, que tienen entre 600 m y 1.700 metros de longitud, y un ancho de entre 8 y 15 metros. Dadas sus características, el kart es la modalidad por excelencia de formación de pilotos, suele ser el primer automóvil en el que debutan los aspirantes a pilotos de competición, a edades tan tempranas como los ocho años.

Al ser un proyecto donde se aplicarán conocimientos de diseño de elementos de máquinas, así como de máquinas automotrices entre otras asignaturas, la elaboración de este equipo contribuye al afianzamiento y demostración de los mismos. Por otro lado, dada la reciente inclusión de este tipo de deporte a manera de entretenimiento en el país es posible afirmar que la universidad contará con información actualizada sobre todo lo

que respecta a estas máquinas, así como con un vehículo para prácticas de mantenimiento en laboratorios disponible para futuras generaciones de estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica y afines.

ANTECEDENTES

Los inicios del Karting, datan en el año de 1951. Cuenta la historia que el Karting surge gracias a unos pilotos de aviación de los Estados Unidos, que durante su tiempo libre en una inmensa pista de aviones, buscaban una forma de divertirse.

Al verse en medio de una enorme pista de aviones, sabían que debían aprovechar todo ese espacio. Y fue así, cuando encontraron una cortadora de césped, unos tubos de calefacción soldados, ruedas de cola de avión y un volante de un antiguo avión, para así darle vida a un “Go-Kart”, un vehículo pequeño que podía alcanzar los 50 Km/h.

Se dice que el primer kart comercial fue construido en agosto de 1956 por Arte Ingels en California con un motor corta-césped de la West Bend Company (1911-2003), una compañía establecida en West Bend (Wisconsin).

Después de un tiempo, estos vehículos ya se habían convertido en una gran sensación, ya que, sin ser un vehículo de alta velocidad, se podía sentir la adrenalina de una forma diferente, convirtiéndose así, en un deporte reconocido.

En los años 60, este deporte se introdujo en Europa a través de Francia e Inglaterra, para así posteriormente llegar a España en los años 70, manteniéndose como un deporte de constante evolución.

Hoy en día un Go-Kart puede alcanzar velocidades superiores a los 150 Km/h, gracias a las mejoras del chasis, consiguiendo estabilidad y una frenada precisa.

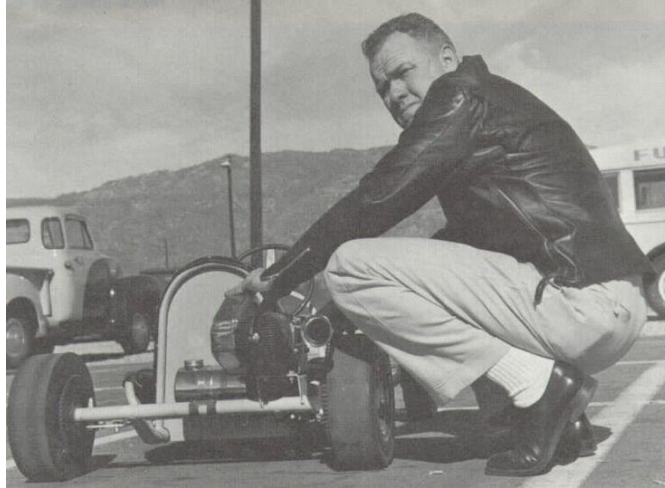


Ilustración 1.- Art Ingels con uno de los primeros modelos de go-kart de la historia

JUSTIFICACIÓN

El taller automotriz de la FTI cuenta con muchas maquetas, las cuales poseen cortes que permiten ver cómo funcionan los distintos tipos de mecanismos que utilizan los componentes de las máquinas automotrices. Sin embargo, carece casi en su totalidad de equipos que funcionen realmente por lo que se hace necesaria la existencia de una herramienta práctica para analizar el funcionamiento en tiempo y forma de manera demostrativa.

Mecánico es la denominación genérica que reciben los profesionales que se ocupan de la construcción, montaje y mantenimiento de los equipos industriales y maquinarias. La formación de un profesional mecánico se adquiere después de varios años de aprendizaje tanto teórico como práctico. Este aprendizaje se imparte en los institutos de formación profesional. Un profesional mecánico que continúe sus estudios, puede titularse como Ingeniero Mecánico y puede trabajar en una oficina técnica de proyectos, diseño de maquinaria, instalación de equipos industriales, actividades de planeación, ejecución y control del mantenimiento.

Entre los propósitos de este trabajo están el proporcionar un documento que sea de utilidad como base teórica para estudiantes que opten por la obtención de un título universitario, así como para docentes que necesiten de referencias en las asignaturas que imparten, por otro lado, está el proveer un instrumento de educación práctica en los laboratorios lo cual asegure el aprendizaje y la calidad de los profesionales que saldrán al mundo laboral.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Diseñar y construir un vehículo GO-KART monoplace impulsado con un motor de combustión.

Objetivos Específicos:

1. Diseñar el bastidor del vehículo, haciendo uso de los conocimientos de Resistencia de Materiales y Diseño de Elementos de Máquinas, entre otros.
2. Seleccionar los materiales a utilizar en la construcción del vehículo, basados en los resultados de resistencia.
3. Determinar la potencia del motor de combustión a utilizar para el movimiento del vehículo.
4. Elaborar los planos de fabricación y ensamble del GO-KART.
5. Realizar los ensayos de funcionamiento del vehículo.

CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO PARA UN GO-KART

“Las partes o componentes principales que conforman a este tipo de vehículos son:

- **Cuadro o chasis de kart**

Está formado por un conjunto de tubos de acero soldado, no atornillado, formando una estructura rígida. Limpiar el bastidor para mantenerlo pulcro y buscar posibles fatigas del material es una tarea a realizar con regularidad. Al limpiarlo y pulirlo se ha de buscar posibles grietas o fracturas en el bastidor por lo que el trabajo debe ser hecho con cuidado; entre los métodos de inspección se pueden mencionar la revisión visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, corrientes inducidas, radiografía industrial, entre otros. Las grietas se corregirán realizando nuevamente la soldadura, una vez desecha la anterior.

- **Bandeja**

Colocada desde el extremo delantero del chasis hasta el comienzo del asiento, atornillada al bastidor. Sirve de protección, apoya pies y es soporte para el depósito de carburante que, salvo en karts de 250 cc, se ubica debajo de la columna de dirección, entre las piernas del piloto. No debe presentar huecos con el cuadro por donde se puedan escapar los pies del piloto. Tampoco debe tener prolongaciones hacia abajo ya que la búsqueda de efecto suelo no está permitida. La bandeja está construida normalmente en aluminio de 1 o 2 mm de grosor, aunque también se encuentra en otros materiales, incluso plástico.

- **Barras**

Al bastidor se añaden un conjunto de barras, habitualmente cromadas, que sirven de estabilizadores, le confieren rigidez o actúan como soporte a otros elementos. La defensa delantera, atornillada en sus extremos y con dos apoyos centrales constituye la barra

estabilizadora del eje delantero, protege los pies del piloto frente a alcances y sirve de soporte al pontón/faldón. Modificando la fuerza de su acoplamiento al bastidor se puede variar el agarre del eje delantero. La defensa trasera cumple funciones equivalentes y sirve de agarre para el empuje del kart en el arranque; los soportes laterales de los pontones añaden rigidez al conjunto además de servir de protección frente a golpes.

- **Asiento**

Realizado en fibra de vidrio también constituye un elemento de protección contra el calor del escape y posible, aunque improbable fuego. Existen asientos de diferentes medidas, según el peso y tamaño del piloto, y ha de montarse aquel que permita una buena sujeción al desplazamiento del cuerpo en los pasos de curva. Al asiento se atornillan los tirantes del eje y también se suele atornillar el lastre, aunque forrarlo con una capa de plomo en la parte posterior e inferior es una posibilidad usada cuando la cantidad de peso a colocar es considerable.

La colocación del asiento es un punto importante ya que condiciona la postura del piloto y el reparto de pesos. Un piloto no suele colocar los brazos o piernas totalmente extendidos, sino con una ligera flexión que le permita mover el volante sin levantarse del asiento y presionar los pedales a fondo sin problemas.

- **Tornillos y tuercas**

Es lo que liga los diferentes elementos del chasis y a los que hay que prestar una especial atención por las vibraciones que experimenta el kart. Es preciso comprobar su grado de apriete con regularidad, aunque también dependerá del reglaje que se quiere obtener; cualquier tornillo o tuerca que se considere dudoso debe ser cambiado. Aquellos que se desee que no se aflojen pueden ser bloqueados usando loctite o barniz de uñas, u otro medio de fijación.

- **Columna de dirección**

Comprende el volante, la barra de dirección y las varillas que van a las manguetas delanteras, más las rótulas correspondientes. Hay que asegurar que la barra de dirección no resulte limitada en ningún punto del giro y que no esté excesivamente apretada. Para esto, es necesario calcular el radio de giro correspondiente al vehículo.

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

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

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

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

La convergencia se calcula midiendo las distancias entre ruedas tanto por su parte anterior como posterior. Es posible adquirir unas pequeñas barras que se acoplan a las manguetas en lugar de las ruedas y que permiten realizar una medida precisa. Si no se tienen, se puede con ayuda colocar cualquier elemento plano contra las ruedas (una regla, un trozo de madera, etc.) y manteniendo la barra de dirección recta, se miden con una cinta las distancias entre los dos elementos tanto por delante como por detrás de la rueda. La diferencia entre las dos medidas indica la convergencia. Si la medida posterior es mayor que la anterior hay convergencia y, en caso contrario, divergencia. La diferencia se debe mantener en un pequeño margen menor de 1 cm.

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

- **Manguetas**

Las manguetas de las ruedas se acoplan a los soportes del bastidor y a las varillas de dirección y en ellas se encajan las ruedas delanteras. En el proceso de colocar la rueda delantera lo usual es apretar la tuerca a tope, para después ir aflojando hasta que la rueda gire con facilidad sin resultar frenada, pero no tanto como para que tenga holgura en su colocación; la holgura se debe evitar ya que desplaza la rueda y le confiere un alabeo indeseable a la dirección. También en las manguetas se colocan un conjunto de separadores, en aros, que sirven para ajustar la anchura de la vía delantera, un punto importante en el reglaje del kart. Variando el número de separadores en la parte interior se modifica la separación entre ruedas y se modifica el agarre, hay que prestar atención a la igualdad de separación en las dos ruedas, el mismo número de aros en las dos manguetas. También es necesario poner separadores en la zona exterior de la mangueta para cubrir el hueco entre la rueda y la tuerca y que la llanta no baile.

- **Cables**

Se usan para el acelerador y, en algunos chasis, para el freno. Si se tiene dificultad para encontrarlos se pueden usar cables de freno de bicicleta o de moto. Los hay de distintos grosores, así se tendrá que pedir el más resistente para el cable del freno, si no se acciona con varilla. Esto se debe considerar en dependencia de la potencia de frenado.

Colocar los cables formando curvas muy amplias para que no existan codos y sujetarlo al chasis con bridas cada 30 cm. No se habrá de apretar muy fuerte para permitir su desplazamiento con facilidad o la acción del pedal será muy dura o imposible. En el freno, si los soportes lo permiten, colocar un segundo cable paralelo al principal, un poco más flojo que sirva como emergencia en caso de rotura del primero.

- **Pedales**

No se deben apretar con mucha fuerza para que puedan realizar su juego y no deben sobrepasar en ningún caso la defensa delantera. Asegurar que los topes de juego del pedal están graduados para ello, comprobar los muelles de retorno de los pedales a su postura de reposo. El uso de una funda de goma estriada (un trozo de manguera) en la parte accionada del pedal puede impedir el deslizamiento del pie. También colocar topes reposapiés en la bandeja puede facilitar el pilotaje.

- **Eje posterior**

Es el elemento de transmisión del kart y el soporte único de frenos en karts sin cambios. Es una barra de acero, maciza o hueca, de un grosor que puede oscilar entre 25, 40 o 45 mm, según chasis y categoría. Se atornilla al bastidor por medio de dos o tres soportes para los puntos de apoyo, con los rodamientos adecuados para conseguir un buen giro del eje.

Puntos esenciales en su colocación son:

- Que el eje esté perfectamente recto, en una única línea, sin ninguna torcedura en ningún punto.
- Que esté centrado en el bastidor, sin estar escorado hacia ningún lado.
- Que esté paralelo al chasis de forma que los diferentes puntos del mismo se coloquen a la misma distancia del suelo.
- Que gire con facilidad sobre sus rodamientos.
- Que esté perfectamente enclavado al chasis y en los puntos de rodamiento, para que no sufra desplazamiento lateral en cualquier giro o golpe.

Los pequeños tornillos que sujetan los rodamientos al eje deben ser comprobados de tiempo en tiempo y pueden ser asegurados con una gota de loctite. Es muy importante asegurar un rodamiento suave del eje para que no resulte retenido en ningún punto del giro, lo que a veces sucede si la sujeción a los soportes del chasis resulta forzada.

- **Freno**

Salvo en los karts con cambio, que llevan frenos en las ruedas delanteras, el disco de frenos se atornilla al porta discos situado en el eje trasero. En karts de 250 cc se encuentran chasis con dos discos traseros además de los delanteros. Las pastillas que actúan sobre el disco se colocan en el conjunto de freno atornillado al chasis y se accionan por medio de cable o bomba hidráulica. La variación de la distancia de las pastillas al disco de freno se consigue por medio de tornillos o de placas metálicas separadoras. Se debe conseguir una separación de alrededor de 1,5 mm entre cada una de las pastillas y el disco de freno en situación de reposo.

Con freno hidráulico es preciso comprobar que no existan burbujas de aire en los conductos del freno. De tiempo en tiempo, conviene purgar el circuito, vaciándolo y limpiándolo con alcohol para volver a llenarlo.

Conviene comprobar con asiduidad el estado de las pastillas, del disco y del porta disco. Cambiar las pastillas según el desgaste; el disco de freno dada su posición tan cercana al suelo puede sufrir golpes que los desplacen o le ocasionen daño. Al limpiar el chasis se debe tener cuidado para que no resulte manchado con grasa o aceite el conjunto, frotando la superficie del disco con una lija fina se mantendrá en condiciones.

- **Estrella (Sprocket)**

Comprobar que la estrella está perfectamente plana y no ha sufrido deformaciones antes de atornillarla sobre el porta estrella. Después de colocarla el conjunto debe ser alineado con el piñón del motor para que la cadena trabaje adecuadamente. Una estrella mal alineada provoca desgastes importantes en el piñón, corona y cadena pudiendo ocasionar la salida o rotura de la cadena.

- **Cadena y cubrecadenas**

La cadena debe tener la dimensión apropiada según el sprocket elegido y se debe colocar un tensor oscilante, se denomina así al mecanismo instalado para eliminar la holgura inevitable en todo arrastre por cadena. Es un elemento que, aunque automático casi siempre, conviene revisar tan frecuentemente como el estiramiento de la cadena de distribución.

Una **caja de cadenas** es un recinto para los conjuntos de la cadena y la rueda dentada. Sirve para proteger la cadena del barro y la suciedad y tiende a encerrar por completo el tren de transmisión. También puede contener un baño de aceite para mantener la cadena lubricada. Las unidades modernas suelen ser moldeados en plástico. Se pueden encontrar dispositivos similares en relación con las cadenas utilizadas en los vehículos más grandes y en la maquinaria. También hay una variedad de estructuras más pequeñas llamadas **cubrecadenas** que, en lugar de proteger la cadena, sirven principalmente para proteger la ropa del ciclista, para que no se ensucie o sea atrapado por los anillos de la cadena.

- **Lastre**

Normalmente se ponen pequeños bloques de plomo para añadir el peso necesario a fin de cumplir el mínimo especificado para la categoría en el reglamento. Lo habitual es atornillarlo al asiento o al chasis, asegurando siempre que la fijación es sólida sin posibilidades de desprendimiento. La distribución del peso es un tema a considerar y en muchos casos se tiende a concentrarlo en la parte izquierda del chasis, ya que puede servir para equilibrar el chasis respecto al eje longitudinal, descompensado siempre por un motor ubicado a la derecha. Por otra parte mucho peso detrás puede dificultar el apoyo de las ruedas delanteras y constituye un problema adicional para empujar en el arranque.

- **Llantas**

Se debe comprobar que son de las dimensiones adecuadas (5 pulgadas de ancho para karts sin cambios, salvo alguna prueba internacional) y que no presentan deformaciones que hagan posible la pérdida de aire o el desenllantado de los neumáticos. Se debe prestar especial atención a los rodamientos de la rueda, afectados por la tierra o polvo, limpiándolos con aire a presión y sustituyéndolos cuando se tengan dudas. Al montar las ruedas del eje trasero se deben apretar bien las tuercas o tornillos al buje. Si no está bien apretada, se puede estropear la llanta.

El equilibrado de las ruedas delanteras ayuda a conseguir un buen rodamiento y suavidad de dirección. Una forma de realizarlo consiste en comprobar, con el neumático montado y la presión adecuada, el giro de la rueda. Se da vueltas a la rueda hasta que se pare sola. Se marca el punto superior de la rueda. Se vuelve a girar. Si se para siempre en el mismo sitio, hay un pequeño desequilibrio que se puede corregir con unos pequeños contrapesos fijados de forma permanente, hasta que la rueda se pare en puntos diferentes al realizar giros.

- **Neumáticos**

Se debe comprobar su grado de desgaste con asiduidad. En los neumáticos rayados, la profundidad de los surcos del grabado del mismo lo confirma. En los lisos, hay unos puntos en la goma para el mismo fin. Para aprovechar al máximo, el cambio de lado de las ruedas puede resultar beneficioso ya que en casi todos los circuitos predominan las curvas en un sentido y el desgaste de los neumáticos es mayor de un lado que de otro. Poner las presiones adecuadas según la temperatura ambiente y las referencias del circuito. Si no se tienen referencias previas, comenzar con 1 bar para las ruedas traseras y 0,9 para las delanteras. Enllantar y desenllantar son labores a realizar con una cierta frecuencia dada la limitada vida de las gomas.” **Silva Erick y Macías José (2008) p.10-22.**

METODOLOGÍA

Para llevar a buen término el siguiente proyecto, se desarrollarán los siguientes pasos:

Visualización conceptual

Se analizarán diversos diseños para la estructura tubular de acuerdo a la observación de distintos modelos de GO-KART. Se utilizarán los software AUTOCAD y SOLIDWORKS para modelar el concepto de la estructura tubular.

Modelado de la estructura en los programas AUTOCAD y SOLIDWORKS

Se realizará el modelado de acuerdo con los parámetros establecidos durante la visualización del GO-KART. Se analizará la estructura modelada y se redefinirán dimensiones en base al modelado creado en el programa para su posterior ensamble con las demás piezas del prototipo.

Análisis de la estructura en SOLIDWORKS

Para determinar los esfuerzos y deformaciones que se presentan sobre la estructura y en caso de exceder el esfuerzo límite se realizaran las modificaciones pertinentes en el diseño para garantizar el correcto desempeño y rendimiento del GO-KART.

- a) **Selección del material:** Es un punto determinante ya que la correcta selección asegura que la estructura pueda soportar las cargas que se generan durante una competición, además se debe determinar el costo del material ya que los hay con excelentes características lo cual influye en los precios así como en el presupuesto final.
- b) **Análisis e interpretación de resultados:** Luego de la selección del material y la aplicación de las cargas, la obtención de los resultados permitirá conocer las zonas o puntos donde la estructura resiente más los esfuerzos debidos a las cargas que soporta, una vez conocido esto es posible rediseñar la estructura tubular hasta conseguir el diseño más adecuado.

Soldadura

El soldeo es el proceso de unión por el que se establece la continuidad entre las partes a unir con o sin calentamiento, con o sin aplicación de presión y con o sin aportación de material.

Ensamblaje

Implica todo lo referente a la unión de los componentes que estarán incluidos en la estructura fabricada.

ASPECTOS SOBRE LA SOLDADURA

La distinción entre los términos soldeo y soldadura es la siguiente: “soldeo” se aplica a la serie de acciones conducentes a obtener uniones soldadas o “soldaduras”, dicho de otra forma: se hablará de “soldadura” cuando nos referimos a la unión obtenida como resultado de diferentes acciones de “soldeo”, tales como procesos de soldeo, parámetros de soldeo, secuencias de soldeo, equipos de soldeo, etc.

Una soldadura puede ser homogénea o heterogénea. Como ejemplo de soldadura homogénea se puede citar la obtenida al realizar el soldeo de dos piezas de acero de composición similar sin utilizar metal de aporte, o utilizando un metal de aporte de la misma naturaleza que la de las piezas a unir.

Como ejemplo de soldadura heterogénea, se puede citar la obtenida al realizar el soldeo de dos piezas de fundición utilizando como metal de aporte una aleación de níquel, o bien realizar el soldeo entre dos piezas de distinto material utilizando como aporte otro material diferente.

Para la unión de perfiles tubulares se utilizan equipos de soldadura manuales o semiautomáticos normalmente. La técnica más utilizada es la soldadura mediante arco eléctrico. Comentaremos los tres métodos más utilizados para la unión de perfiles tubulares:

(Aguado Diego. 2014 p. 131-134)

Soldadura por arco con electrodos revestidos

Conocida por sus siglas en inglés SMAW (Shielded Metal Arc Welding) o también por MMA (Manual Metal Arc). Se forma un arco eléctrico entre la pieza que se quiere soldar y un electrodo que normalmente es una varilla metálica recubierta. Las funciones del revestimiento son:

- Función eléctrica: Facilita el cebado y la estabilidad del arco.
- Función física: Aislamiento y favorece el proceso térmico.
- Función metalúrgica: Disminuye la velocidad de enfriamiento y elimina impurezas.

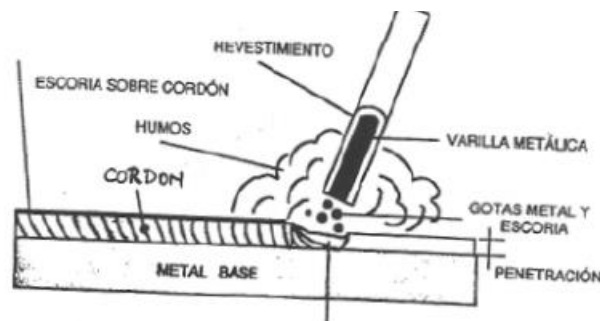
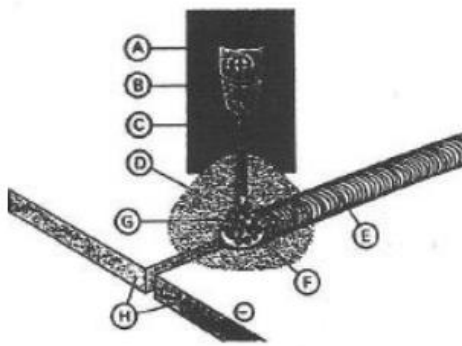


Ilustración 2.-Soldadura por arco eléctrico

Soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible

Su acrónimo en inglés es GMAW (Gas Metal Arc Welding). El arco eléctrico se establece entre un electrodo de hilo continuo y la pieza que se quiere soldar. La protección de la atmósfera circundante se realiza a través de un gas inerte (procedimiento MIG) o un gas activo (procedimiento MAG). El gas inerte más empleado en Europa es el Argón mientras que en Estados Unidos es el Helio. Al realizar una soldadura MAG, el gas activo utilizado desprenderá O₂ que podría oxidar la soldadura, en este caso es importante utilizar en el material de aportación elementos desoxidantes.



- a) Conducción del gas
- b) Tubo de contacto
- c) Metal de aportación
- d) Gas de protección
- e) Cordón de soldadura
- f) Metal fundido
- g) Arco
- h) Metal base

Ilustración 3.-Soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible

A continuación, una tabla comparativa entre los métodos de soldadura MIG y MAG para apreciar sus diferencias:

Criterio	MIG	MAG
Gas de protección	Normalmente Argón o Helio	CO ₂ o mezclas
Generador	De potencial constante o característica descendente	De potencial constante
Tipo de transporte	Solo arco spray	Arco spray o arco corto
Metales a soldar	Acero inox, cobre y aluminio	Solo aceros ordinarios
Espesores a soldar	Medios y gruesos	Todos
Posiciones de soldeo	Solo fáciles	Todas
Regulación	Poco sensible	Exige precisión
Visibilidad	Buena	Regular
Proyecciones	Raras	Abundantes
Limpieza de bordes	Exige mucha limpieza	Admite piezas oxidadas
Humos	Poco molestos	Pueden ser nocivos

Tabla 1.- Comparación entre métodos de soldadura MIG y MAG

Soldadura con núcleo de fundente

Conocida también por sus siglas en inglés como FCAW (Flux Cored Arc Welding), es un proceso de soldadura por arco que aprovecha un arco entre un electrodo continuo de metal de aportación y el charco de soldadura. Se emplea la protección de un fundente

contenido dentro del electrodo tubular, con o sin escudo adicional de gas de procedencia externa y sin aplicación de presión.

El electrodo con núcleo de fundente es un electrodo tubular de metal de aporte compuesto que consiste en una funda metálica y un núcleo con diversos materiales pulverizados. Durante la soldadura se produce un manto de escoria abundante sobre la superficie de la franja de soldadura.

El aspecto que distingue el proceso FCAW de otros procesos de soldadura por arco es la inclusión de ingredientes fundentes dentro de un electrodo de alimentación continua. Existen dos variantes que difieren en su método de protección del arco y del charco de soldadura contra la contaminación por gases atmosféricos (oxígeno y nitrógeno):

- **FCAW con autoprotección:** Protege el metal fundido mediante la descomposición y vaporización del núcleo de fundente en el calor del arco.
- **FCAW con escudo de gas:** Utiliza un flujo de gas protector además de la acción del núcleo fundente.

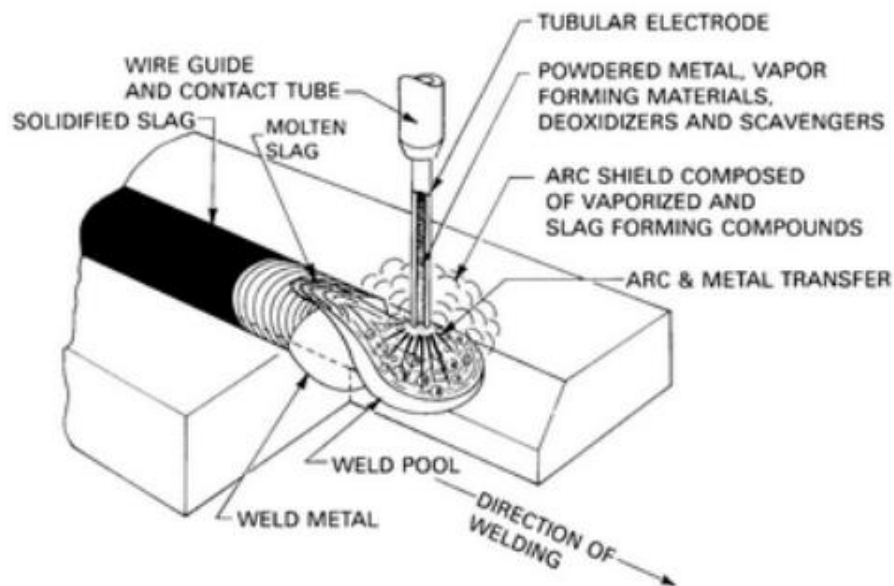


Ilustración 4.- Soldadura con núcleo de fundente

Punteado de la soldadura

El punteado de la soldadura es una técnica que se utiliza para mantener los perfiles unidos mediante puntos de soldadura, y así realizar la soldadura final con mayor comodidad para el operario. Esta labor debe ser realizada por un soldador experimentado ya que el punteado formará parte de la soldadura final, y si no se realiza adecuadamente es posible que debilite la unión.

El punteado también permite evitar un calentamiento excesivo de la pieza cuando el cordón de soldadura sea muy largo, evitando en consecuencia la deformación debida a la dilatación térmica.

Tratamientos térmicos previos y posteriores a la soldadura

En los aceros sin alear no es necesario normalmente un precalentamiento de la zona a soldar, salvo que la temperatura ambiente sea inferior a 5°C y el espesor mayor de 30 mm.

Posteriormente a la realización de la soldadura es recomendable realizar un tratamiento térmico para aliviar las tensiones residuales provocadas en el proceso. Este tratamiento se suele realizar a una temperatura entre 530°C y 580°C. Estas tensiones residuales no deben ser menospreciadas, ya que pueden comprometer la unión de los perfiles haciendo que cuando la estructura esté sometida a una carga moderada la unión se rompa. En la unión soldada de perfiles tubulares las tensiones residuales pueden estar causadas por distintos factores como:

- Tamaño del cordón de soldadura.
- Número de pasadas de la soldadura.
- Posición de las piezas a unir.
- Secuencia de la soldadura.
- Método de soldadura.

Soldadura utilizada para las uniones de la estructura

Electrodos AWS E6013 marca Lincoln, las primeras letras AWS significan American Welding Society eso quiere decir que estos electrodos han sido aprobados por la sociedad americana de soldadura lo que significa que su calidad está garantizada.

E6013: En este caso **E** significa que se trata de un electrodo para soldadura eléctrica manual, osea para ser utilizado por un operador que aplique la soldadura de arco si trae alguna otra letra que no sea E significa que no es un electrodo para soldadura manual.

60: Los primeros 2 números del código nos indican la fuerza de tracción o sea el peso o fuerza que soportara la soldadura con ese electrodo una vez aplicada la soldadura, este valor se interpreta en Libras por Pulgada cuadrada, hay electrodos de uso industrial que traen 5 números si este fuera el caso los primeros 3 números representarían la resistencia en Lbs/pulg².

1: El tercer número nos indica la posición ideal para soldar con este tipo de electrodo, los valores para esta posición son: 1, 2,4 donde 1 significa que el electrodo es ideal para soldar en todas las posiciones ósea: Vertical descendente, vertical ascendente, y horizontal. Si el número es 2 significa que solo sirve para hacer soldaduras en vertical descendente y horizontal, si el numero en cambio es 4 significa que ese electrodo es ideal para soldaduras horizontales descendentes, quizás te preguntes ¿para qué quiero un electrodo de soldadura descendente o vertical si hay uno que me permite soldar en todas las posiciones? la razón es sencilla, los electrodos especificados para este tipo de soldadura tienen una mejor penetración en el metal logrando uniones de mejor calidad.

3: Este último número nos habla sobre el recubrimiento del electrodo, pero lo que realmente nos indica es el tipo de corriente que debemos usar para soldar con él, ósea corriente continua o corriente alterna y los valores son los siguientes:

1= Celulosa de sodio se suelda con CC (corriente continua) colocando el electrodo en el polo +.

2= Celulosa de potasio sirve para CC y CA (Corriente alterna) es indiferente en cual polo vaya el electrodo.

3= Celulosa de titanio sirve para CA y CC- (se coloca el electrodo en el polo negativo para que no se sobrecaliente).

4= Hierro polvo de titanio AC, DC-, DC+.

5= Hidrogeno de potasio DC+.

6= Hidrogeno de potasio bajo AC, DC+.

7= Óxido de hierro AC, DC+, DC-.

8= Polvo de hierro hidrogeno bajo AC, DC+

CATEGORÍAS DE COMPETICIÓN EN EL KARTING

Desde finales de 2006 la Comisión Internacional de Karting / Federación Internacional de Automovilismo (CIK/FIA) decretó las siguientes categorías para todos los campeonatos internacionales, siendo las usadas hasta el día de hoy:

Categoría KF

Se engloban en esta categoría el modelo de karts automático de 125 cc, común para todas las categorías kf, donde el reglamento permite adaptarlo a las diferentes prestaciones de cada subcategoría:

- KF1 sustituye a la anterior FA (Formula A).
- KF2 sustituye a la anterior ICA (Intercontinental A).
- KF3 sustituye a la anterior ICA-Junior (ICA-J)
- KF4 es la denominada categoría “Básica”.

Todas estas categorías están utilizando motores de 125 cc, de dos tiempos automáticos (encendido electrónico), mono cilíndrico, sin caja de cambios y refrigerados por agua o aire. Cada categoría cuenta con diversas especificaciones técnicas (silenciadores, carburadores, límite de revoluciones, etc.).

El nuevo motor oficial (125 cc) es de mayor cilindrada que sus predecesores y se limitan las rpm máximas entre 14,000 y 16,000 con lo que se alarga su vida útil y se reduce su mantenimiento.

Estos grandes cambios no dejan de ser un paso intermedio hacia una nueva generación de motores de 4T. Como ya ocurre en el motociclismo, los motores de 4T se imponen a los de 2T por su mejor rendimiento del combustible y su menor impacto medioambiental.

Categoría KZ

Es la categoría que define a los Karts de marchas, y en los últimos años ha ganado mucho en relevancia y aficionados. Podemos considerarla como una modalidad de paso entre los karts automáticos y cualquier disciplina automovilística de alto nivel, ya que aumentan las exigencias físicas del piloto y se desarrollan las destrezas relacionadas con el cambio de marchas manual.

La categoría de KZ es quizás unas de las más divertidas para los pilotos y en las que los mecánicos juegan una mayor labor ya que, aunque es bastante homogénea en todo el mundo (motor de 125cc con 6 velocidades, un carburador de difusores Ø30mm, refrigerados por agua y un escape homologado), el resto de la preparación suele ser libre.

Dentro de la categoría de KZ, existen dos subcategorías:

- KXZ1 sustituye a la anterior Súper-ICC
- KZ2 sustituye a la anterior ICC (Intercontinental C)

Se diferencian básicamente en que la modalidad KZ1 es una categoría exclusiva reservada a los eventos de ámbito internacional, de mayor nivel deportivo y elevados costes económicos. Es en esta modalidad donde encontramos a los mejores pilotos y a las compañías más importantes del sector. KZ1 Representa la élite de la competición y los fabricantes son consciente de que es aquí donde se pone en juego su prestigio.

Superkart

Como el propio nombre indica, estamos hablando karts muy superiores a los nombrados anteriormente. Tienen una carrocería completa y motores bicilíndricos de 2T que rondan los 100cv, además de un peso mínimo de 205-215 kg (dependiendo del campeonato). Podemos decir que son la relación perfecta entre velocidad y precio. Los Superkarts necesitan correr en pistas de alta velocidad, ya que alcanzan velocidades superiores a los 200km/h, compitiendo de esta forma en los mismos tiempos que los mejores vehículos deportivos del planeta. Sin duda nos referimos a un mundo aparte.

Tabla de categorías de la Comisión Internacional de Karting

COMISIÓN INTERNACIONAL DE KARTING			
CATEGORIA	EDAD	PESO MIN.	MOTOR
KF4	Es el reglamento base de todas las categorías KF.		
KF3	13 a 15	145 kg	2T - 125cc - 14.000rpm max.
KF2	15 o más	158 kg	2T - 125cc - 15.000rpm max.
KF1	15 o más	160 kg	2T - 125cc - 16.000rpm max.
KZ2	15 o más	175 kg	2T - 125cc - 6 velocidades
KZ1	15 o más	170-175 kg	2T - 125cc - 6 velocidades
SUPERKART	18 o más	205-215 kg	2T - 125cc - 6 velocidades

Tabla 2.- Comisión internacional de karting

Campeonato de España de karting

Para terminar se muestra una tabla de las categorías que se establecen para los campeonatos de la Real Federación Española de Automovilismo :

CAMPEONATO DE ESPAÑA DE KARTING					
CATEGORIA	EDAD	PESO MIN.	MOTOR	CHASIS	DESCRIPCION
ALEVIN	7 a 11	108 kg	Parrilla Puma 64 Automático	Tubo Ø28mm Freno trasero Eje Ø30mm Dist. Ejes 900m	Los pequeños divierten, disfrutan y hacen disfrutar todavía más a sus papas.
CADETE	11 a 13	118 kg	Parrilla Puma 85 Automático	Tubo Ø28mm Freno trasero Eje Ø30mm Dist. Ejes 950m	Como en alevín, esta categoría despierta la ternura de todos los espectadores y prepara a los futuros pilotos de la categoría KF.
KF3	13 a 15	145 kg	KF4 125cc automático con Válvula de escape 14.000rpm máx.	Peso mín. 75 kg Freno trasero Eje Ø50mm máx.	KF3 es el lugar donde se dan a conocer los futuros pilotos. Destacar aquí significa llamar a las puertas de las fábricas.
KF2	15 o más	158 kg	KF4 125cc automático con Válvula de escape 15.000rpm máx.	Peso mín. 75 kg Freno en las 4 ruedas Eje Ø50mm máx.	Sin duda, KF2 es la categoría más importante. Las parrillas aumentan y los costes se disparan, porque aquí es donde las fábricas fichan a los pilotos prometedores.
KZ2	15 o más	175 kg	125cc 6v 2T Carburador Ø30mm	Homologación CIK o R.F.E. de E. Freno en las 4 ruedas Eje Ø50mm máx.	Con gran auge en los últimos años, es una oportunidad para medirse con los mejores pilotos del mundo, que se acercan a las pruebas de los circuitos internacionales españoles.
X-30	15 o más	162 kg	2T - 125cc - 6 velocidades	Chasis de KF3 KF2 O KZ2	Una categoría mono marca, donde se une la reducción de costes y motores sin preparación, con la importancia de un evento nacional.

Tabla 3.- Campeonato de España de karting

SELECCIÓN DE MATERIAL

Tubos:

Los tubos utilizados en la construcción del chasis como dimensiones de base por altura de 25x25 mm con un espesor de 2mm. Los tubos deben ser recubiertos con una pintura para metal con el objetivo de evitar los fenómenos de oxidación y corrosión que podrían disminuir las propiedades mecánicas del chasis.

Material.

Para la selección del material averiguamos que el acero es un buen material de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Resistencia:

La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será relativamente bajo en peso de las estructuras

- Uniformidad

Las propiedades del acero no cambian apreciablemente en el tiempo como es el caso de las estructuras del concreto reforzado

- Elasticidad

El acero se acerca más en su comportamiento a las hipótesis del diseño que la mayoría de los materiales, gracias a que sigue la Ley de Hooke hasta esfuerzos bastantes altos. Los momentos de inercia de una estructura de acero pueden calcularse exactamente.

- Ductilidad

La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. Cuando se prueba la tensión un acero con bajo contenido de carbono, ocurre una reducción considerable de la sección transversal y un gran alargamiento en el punto de falla, antes de que se presente la fractura. Un material que no tenga esta propiedad probablemente será duro y frágil y se romperá al someterlo a un golpe repentino.

En miembros estructurales sometidos a cargas normales se desarrollan altas concentraciones de esfuerzos en varios puntos. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente en esos puntos, evitándose así fallas prematuras. Una ventaja adicional de las estructuras dúctiles es que, al sobrecargarlas, sus grandes deflexiones ofrecen evidencia visible de la inminencia de la falla.

- **Tenacidad:**

Los aceros estructurales poseen resistencia y ductilidad. Un miembro de acero cargado hasta que se presentan grandes deformaciones será aun capaz de resistir grandes esfuerzos. Esta es una característica muy importante porque implica que los miembros de acero pueden someterse a grandes deformaciones durante su formación y montaje, sin fracturarse, siendo posible doblarlos, martillarlos, cortarlos y taladrarlos sin daño aparente. La propiedad de un material para absorber energía mecánica en grandes cantidades se denomina tenacidad.

Ampliaciones de estructuras existentes

Las estructuras de acero se adaptan muy bien a posibles adiciones. Las estructuras enteras de acero ya existentes y los puentes de acero con frecuencia pueden ampliarse.

Propiedades diversas:

Otras ventajas importantes del acero estructural son:

- a) Gran facilidad para unir diversas partes por medio de varios tipos de conexión como son la soldadura, los tornillos y los remaches.
- b) Posibilidad de prefabricar algunos elementos
- c) Rapidez de montaje
- d) Gran capacidad para laminarse en una gran cantidad de tamaños y formas
- e) Resistencia a la fatiga
- f) Es posible usarse después de desmontar una estructura
- g) Posibilidad de venderlo como “chatarra” aunque no pueda utilizarse en su forma existente. El acero es el material reutilizable por excelencia.

Tipo de acero:

Acero lamina caliente bajo la norma A36

Acero A36

Es una aleación de acero al carbono de propósito general muy alto aunque existen muchos otros aceros, superiores en resistencia

La denominación A36 fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials).

Propiedades:

Propiedades Mecánicas

- ✓ Resistencia a la Tracción: 400 MPa
- ✓ Límite de Fluencia: 317 MPa

Neumático:

Los neumáticos son los elementos que mantienen al kart en contacto con el pavimento y su función es la de permitir dicho contacto por adherencia y fricción, permitiendo el arranque, el frenado y la conducción del mismo.

Dependiendo del estado de la pista existen los neumáticos de seco (slicks) y los de mojado (wet tires), que tienen un dibujo especialmente diseñado para dejar pasar el agua y el kart sea más manejable. En cada campeonato se especifica que marca y modelo de neumático debe utilizar única y exclusivamente.

Dentro de los neumáticos distinguimos los compuestos duros de los blandos, la elección de un tipo de compuesto depende de diversos factores como son la temperatura ambiente y de la pista, las características de abrasión de la misma o la duración de la carrera entre otras.

Escoger entre uno u otro tiene sus ventajas e inconvenientes. Montado un compuesto muy blando obtendremos un agarre mayor en frenada y paso por curva, pero también un desgaste más evidente.

El principio fundamental es que cuanto más blando es el compuesto del neumático mayor será la rapidez en que esta gana temperatura, se obtendrá un mayor agarre, flexión de la goma y un desgaste más rápido lo que implica una menor durabilidad y por lo tanto un mayor coste.

En competición el factor económico tiene poca importancia ya que se busca ganar décimas de segundo vitales en cada vuelta que pueden suponer ganar o perder varios puestos en una carrera. Por este motivo es por lo que la mayoría de pilotos suelen montar el compuesto más blando que tienen disponible para dicha competición. Factores como el mencionado van encareciendo poco a poco el coste de este deporte.

Elección del tipo de compuesto:

- **Tipo de pista.** Una pista más deslizante exige compuesto más blando. Por el contrario, una pista abrasiva requiere compuestos más duros. No es solamente un asunto de deterioro de la goma sino un problema de adquisición de temperatura. Por tanto, a mayor coeficiente de rozamiento por parte del asfalto de la pista, mayor será la ganancia de temperatura del neumático y viceversa.
- **Temperatura de la pista:** A temperaturas elevadas es conveniente utilizar compuestos más duros. Los compuestos blandos tienden a incrementar de temperatura en comparación con los duros, pero si la temperatura del asfalto es muy alta, se corre el riesgo de sobrecalentarlos y superar el rango de temperaturas donde el funcionamiento de dicho compuesto es óptimo.
- **Duración de la carrera:** cuando más blanda sea la goma, menor será su duración evidentemente con pigmentos. Cualquier compuesto aguanta una o dos vueltas

de una carrera de velocidad o sprint. Sin embargo, en casos como carreras de resistencia o eliminatorias con varias vueltas, el desgaste de los neumáticos puede contar mucho al final. El equilibrio entre agarre y desgaste puede ser muy delicado. Existen dos factores determinantes: la capacidad de flexión y la temperatura de la goma. Los neumáticos están diseñados para trabajar de forma óptima en un margen específico de temperaturas que hay que procurar mantener. Tanto los sobrecalentamientos como la falta de adquisición de la temperatura adecuada empeoran el rendimiento de las gomas.

Partes de un neumático de un vehículo kart:

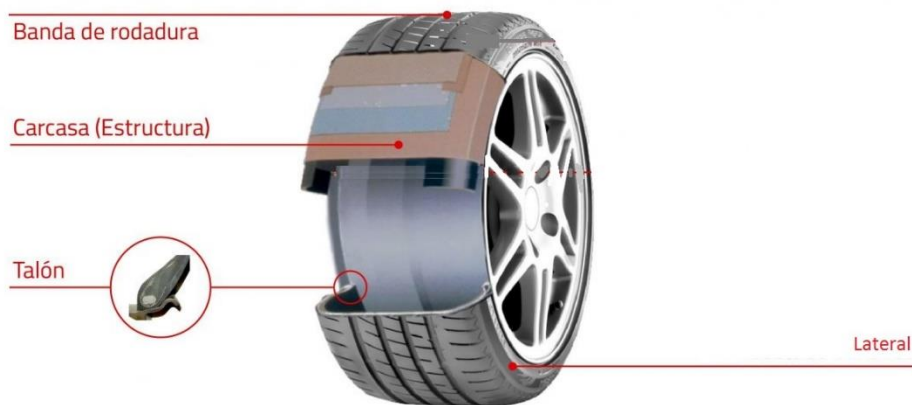


Ilustración 5.- Partes de un neumático

- **Banda de rodadura:** Es la parte superior del neumático en contacto con la carretera. La función de la banda en caso de lluvia es también la de drenaje. El grabado depende del compuesto en goma. El principio un compuesto blando proporciona un mayor agarre y una menor duración y, al contrario, un compuesto más duro proporciona menor agarre y una mayor duración.
- **Lateral:** Incluye datos como la marca del neumático, el fabricante, país de origen, sentido de rotación, tipo de compuesto y otros. Durante la conducción, el lateral

soporta las fuerzas laterales y juega un papel importante contrarrestando las oscilaciones y previniendo la deformación del neumático.

- **Carcasa:** Es el soporte del neumático y, durante la conducción evita la deformación del mismo. Está formada por dos capas de cuerda, el material de la cuerda puede ser rayón, nylon o poliéster.
- **Talón:** Este elemento proporciona una fuerte unión con la llanta evitando que el neumático ruede sobre ella. Está reforzado por un anillo de alambre que circunda todo el talón, de esta manera se consigue la rigidez suficiente para soportar las fuerzas de aceleración, frenado y centrifugas. El talón también es el encargado de evitar la pérdida de aire, sellando el neumático a la llanta.

Influencia de la presión en los neumáticos

Ajustar la presión correctamente es un tema complicado ya que el ajuste óptimo depende de muchos factores entre los que destaca: el equilibrio del kart, el tipo de gomas, la composición y temperatura de la pista y el peso del piloto. El agarre óptimo se consigue en el margen apropiado de temperatura del neumático, que varía con el compuesto usado que en este caso es nylon. A partir de las variaciones de presión se puede llevar a una goma a trabajar en un extremo u otro, pero en el paso por curva, el grado admisible de deformación del neumático tiene su importancia y eso también se puede modificar variando presión.

Una presión grande genera más calor y más rigidez y viceversa. Subir la presión significa un aumento más rápido de la temperatura lo que puede llevar a sobrecalentarla en carreras de una cierta duración. También significa un mejor rodaje en rectas y una más rápida respuesta al volante. Sin embargo, implica una pérdida en la capacidad de flexión de la goma al aumentar la rigidez, con mayor posibilidad de deslizamiento en el paso por curva y en el peor de los casos, una menor superficie de contacto al abombar la banda de rodadura.

Bajar la presión significa una mayor capacidad de flexión del neumático permitiendo una mayor resistencia al deslizamiento en curva, mejor agarre en giro, si bien es cierto que tardará más en adquirir temperatura. También mejora la cantidad de superficie de contacto siempre que la presión no sea excesivamente baja.

Aunque en carreras muy cortas o con tiempo muy frío, puede suceder que el uso de presiones muy bajas impida que el neumático llegue a alcanzar su temperatura apropiada de trabajo. Si durante la prueba se alcanza el margen adecuado, la capacidad de flexión adquiere un dominio importante subir para permitir mejor deslizamiento. Ahora bien, ello puede implicar que la goma no adquiera temperatura hasta que se haya rodado dos o tres vueltas. El caso contrario se presenta en las vueltas de toma de tiempos (una o dos) donde se puede terminar sin que la goma se caliente lo suficiente. Un ligero aumento de la presión de inflado será beneficioso para este tipo de vueltas.

Ajustes

- **Temperatura.** Es conveniente subir ligeramente la presión cuando la temperatura de la pista desciende y subir la presión en caso contrario. El aumento de presión se utiliza para intentar adquirir mayor temperatura de la goma. Por lo tanto, se usan presiones superiores en invierno. Las variaciones de temperatura durante el mismo día, de mañana a tarde, se compensan de la misma manera.
- **Compuestos.** Cuanto más blandas son las gomas menos presión requieren, las gomas duras admiten mayor presión ya que adquieren temperatura lentamente.
- **Tipo de pista.** Cuanto más abrasivo es el asfalto de una pista, mayor rozamiento provoca y mayor es el aumento de temperatura, aspecto en la pista sucede algo parecido ya que provoca mayor agarre y resistencia al avance. En estas condiciones resulta conveniente bajar la presión para reducir la temperatura de la goma, especialmente en verano.
- **Peso total.** Cuanto mayor es el peso del kart mayor carga se le exige al neumático tanto en la banda de rodadura como en los laterales para flexar. Este

aspecto hace que la temperatura aumente, lo que se puede compensar bajando la presión. Por tanto, contra mayor sea el peso del kart, menor será la presión de inflado.

- **Tipo de circuito, estilo de pilotaje.** A mayor deslizamiento, mayor calor se genera. De esta manera, pequeños cambios de presión sirven para mantener la temperatura óptima de los neumáticos.

Medidas del neumático



10 pulgadas de diámetro.

Procedimiento de montaje

Cuando se monte un neumático se debe tener cuidado en no dañar el talón (el talón no debe ser deformado). El sentido de rotación del neumático debe coincidir con el indicado.

Llantas

La llanta es la pieza, normalmente metálica, sobre la que se asienta el neumático y que forma parte de la rueda (compuesta esta última por la llanta y disco). La función de la llanta es sujetar el neumático y la función del disco es ir sujeto al vehículo.

Se debe comprobar que las llantas son de las dimensiones adecuadas y que no presentan deformaciones que hagan posible la pérdida de aire o el desllantado de los

neumáticos. Se debe prestar especial atención a los rodamientos de la rueda, ya que pueden estar afectados por tierra o polvo que dificulten su correcto funcionamiento.

En ese caso deben ser limpiados preferiblemente con aire a presión. Al montar las ruedas del eje trasero deben apretar fuertemente las tuercas o tornillos al buje (elemento donde se apoya y gira el eje), ya que, si no está bien apretada, la llanta puede tener juego y puede llegar a deformarse.

Sistema de dirección

El sistema de dirección es el conjunto de mecanismos que tiene como misión orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor. Está formado por: volante, columna volante, varillas de dirección y pivotes de dirección.

Siendo la dirección uno de los órganos más importantes en el vehículo junto con el sistema de frenos, ya que de estos elementos depende la seguridad de las personas; debe reunir una serie de cualidades que proporcionan al conductor, la seguridad y comodidad necesaria en la conducción. Estas cualidades son las siguientes:

- **Seguridad:** depende de la fiabilidad del mecanismo, de la calidad de los materiales empleados y del mantenimiento adecuado.
- **Suavidad:** se consigue con un montaje preciso, una desmultiplicación adecuada y un perfecto engrase. La dureza en la conducción hace que ésta sea desagradable, a veces difícil y siempre fatigosa. Puede producirse por colocar un neumático inadecuado o mal inflado, por un "avance" o "salida" exagerados, por carga excesiva sobre las ruedas directrices y por estar el eje o el chasis deformado.
- **Precisión:** se consigue haciendo que la dirección no sea muy dura ni muy suave. Si la dirección es muy dura por un excesivo ataque (mal reglaje) o pequeña desmultiplicación (inadecuada), la conducción se hace fatigosa e imprecisa; por el contrario, si es muy suave, por causa de una desmultiplicación grande, el

conductor no siente la dirección y el vehículo sigue una trayectoria imprecisa. La falta de precisión puede ser debida a las siguientes causas:

- ✓ Por excesivo juego en los órganos de dirección
 - ✓ Por desbalanceo de las ruedas, que implica una modificación periódica en las cotas de reglaje y que no debe de exceder de 2 a 3 mm
 - ✓ Por un desgaste desigual en los neumáticos (falso redondeo), que hace ascender a la mangueta en cada vuelta, modificando por tanto las cotas de reglaje.
 - ✓ El desequilibrio de las ruedas, que es el principal causante de una serie de movimientos oscilatorios de las ruedas alrededor de su eje, que se transmite a la dirección, produciendo reacciones de vibración en el volante.
- **Irreversibilidad:** consiste en que el volante debe mandar el giro a las ruedas, pero, por el contrario, las oscilaciones que toman éstas, debido a las incidencias del terreno, no deben ser transmitidas al volante. Esto se consigue dando al sin-fin la inclinación adecuada, que debe ser relativamente pequeña.

Cuando se habla del sistema de dirección es necesario tener en cuenta conceptos como convergencia y divergencia, avance del perno de dirección y caída.

La convergencia de cada rueda delantera se define como el ángulo que forma el plano de la rueda con el longitudinal del kart. Cuando forman un ángulo agudo las ruedas tienden a encontrarse por delante del kart, se cierran hacia adelante y existe una convergencia. Si las ruedas se abren se dice que hay divergencia. La convergencia se puede expresar en grados del ángulo que forman, pero habitualmente se expresan como la diferencia de las anchuras de vías medidas en el borde anterior y posterior de los neumáticos o de las llantas.

Cuando las ruedas están perfectamente paralelas no hay convergencia y es la configuración adecuada para una marcha más suave, con la mínima pérdida de potencia

y el menor desgaste de gomas. Cualquier ángulo introduce un valor de resistencia al avance, y provoca un mayor desgaste debido a que los neumáticos ruedan “arrastrándose” con un ángulo respecto a la dirección de avance.

Una excesiva convergencia causa un desgaste acelerado en los bordes externos de los neumáticos mientras que una excesiva divergencia provoca lo mismo en los bordes interiores.

El motivo de la convergencia o no viene determinado por otros dos aspectos importantes en la conducción: la estabilidad direccional y la respuesta al cambio de dirección.

Cuando se introduce una ligera convergencia, cada rueda apunta ligeramente hacia el centro de forma que sus direcciones relativas, las que tienden a efectuar las ruedas, se cruzan por delante del coche. Cualquier pequeña variación producida por baches o ligerísimos ajustes de volante tiende a ser anulada en el sentido de la marcha ya que las ruedas, al apuntar al interior, intentan recuperar la dirección recta. La convergencia tiene, pues, un efecto de provocar una mayor estabilidad direccional, lo que facilita una conducción más relajada, menos crispada, debida a una dirección que, en parte, autocorrije.

Por otro lado, al ajustar la dirección con divergencia cada rueda tiene a escaparse en direcciones distintas, a hacer girar el coche. Cualquier mínimo giro de volante provocará un giro de la rueda interna más cerrado que en la rueda externa. Ante cualquier variación el coche tenderá a girar y no a mantener la línea recta.

La convergencia tiende a mantener el coche en la línea recta, mientras la divergencia facilita el giro. Hay que buscar el compromiso entre la estabilidad, la facilidad de giro y el desgaste de gomas, el posible ajuste divergente se debe realizar en el tren delantero.

Tener divergencias en las ruedas traseras provocaría un excesivo sobreviraje y haría el vehículo imposible de conducir. Las ruedas traseras deben estar perfectamente paralelas o con una muy ligera convergencia.

en un circuito de curvas suaves y muy rápidas (un circuito oval, por ejemplo) una ligera convergencia ayuda a mantener el kart con la estabilidad adecuada. Por otra parte, cuanto más rígido sea un chasis será tanto más sensible al cambio y necesitará menor variación.

El reglaje deberá tender a la mínima convergencia o divergencia que produzca el efecto deseado. El ajuste mas habitual en divergencia es entre 0 y 2 mm. Poner cantidades elevadas reduce la facilidad de rodaje en rectas y ocasiona importantes desgastes de los neumáticos. Sin embargo, ajustar al máximo de convergencia o divergencia puede servir para aclarar la tendencia y sensibilidad del chasis. Con reglajes extremos hay que pilotar con extrema precaución.

Es preciso realizar el reglaje de ruedas paralelas al menos una vez para poder tener la referencia adecuada. Deberá realizarse midiendo cuidadosamente y variando la longitud de varillas de ajuste de forma que tengan entre ellas la meor diferencia posible.

El reglaje debe realizarse en orden de marcha teniendo en cuenta el peso del piloto. Al cargar el kart, el peso tiene a doblar el chasis hacia abajo, abriendo las ruedasEste posible cambio se debe medir para tenerlo en cuenta en caso de ajustes sin el piloto.

Caida de las ruedas

La caída de una rueda es el ángulo que forma el plano de la rueda respecto a la vertical al suelo en el punto de contacto. Si el extremo superior de la rueda está más cercano al chasis que la vertical, la rueda cae hacia el chasis y se dice que la rueda tiene una caída negativa.

Si está más alejado, la rueda tiene una caída positiva. La fuerza que un neumático puede resistir o desarrollar en giro es altamente dependiente del ángulo que forma en la superficie en contacto y, por tanto, el ángulo de caída es un factor importante de reglaje. De hecho, el mejor rendimiento se obtiene típicamente con una pequeña inclinación negativa de alrededor de medio grado, aumentando el poder de giro por un efecto de empuje similar a la inclinación en las ruedas de una bicicleta o moto al recorrer una curva.

Eso hace que se trate de que el neumático en giro deba trabajar siempre en una ligera caída negativa, lo que no resulta fácil ya que la tendencia de la rueda externa en giro es a deformarse, llevando la parte superior hacia afuera. El ajuste inicial de una mayor caída negativa de la idónea permite compensar la caída positiva resultante en el giro.

Sin embargo, con gomas cada vez más anchas, trabajar con valores elevados de caídas negativas disminuye la superficie de contacto y se incrementa excesivamente la temperatura en el borde interno del neumático causando un excesivo desgaste. Por otra parte, en un kart; al no existir suspensiones, no se producen grandes caídas positivas que haya que compensar, debido a las compresiones de suspensión como pasa en otros vehículos.

Poner cualquier clase de caída ocasiona un relativo rodaje en rectas ya que el neumático no apoya por igual, lo que ocasiona una resistencia y un desgaste desigual en las caras internas y externas de las gomas. Las caídas deben ser mantenidas en el mínimo necesario para conseguir el efecto deseado en curva. Por lógica, el reglaje se verá influido por el circuito a recorrer, más virado o con fuertes rectas.

La forma más apropiada de fijar la caída es medir la temperatura de las gomas después de unas cuantas vueltas rápidas. Conseguir un equilibrio de temperaturas ideales para el compuesto usado en la banda de rodadura, con el borde interno ligeramente más caliente que el externo es el objetivo a conseguir.

Probando ligeras variaciones en caídas se puede conseguir un reparto de temperaturas mas adecuado, trabajando siempre con valores muy pequeños.

En karts en los que no existan posibles ajustes del ángulo de caída, es posible conseguir modificarlo cambiando la inclinación hacia adentro del pivote de las maguetas de dirección. Siempre hay que tener en cuenta que el peso del piloto tenderá a provocar un aumento de la caída positiva por lo que los ajuste deberán compensarla. En cualquier caso, el reglaje de caídas se práctica un toque de perfección que necesita un piloto experimentado para su ajuste.

Avance en el perno de dirección

El avance de dirección es otro de los ajustes de control direccional. Impacta en la respuesta a la variación de volante y al auto centrado de las ruedas o reacción a los cambios de dirección.

El punto en el que la rueda toma contacto con el suelo está situado detrás de la vertical del eje de giro de la dirección de la rueda. Ello hace que, mientras que el carro se mueve adelante, las fuerzas implicadas hacen que la rueda sea "llevada" adelante detrás del punto del pivote de dirección (que "tira" de la rueda), provocando un auto alineación de la rueda. Si la rueda estuviera directamente bajo el pivote (sin avance) no habría fuerzas auto alineadoras que actuaran en la rueda y bambolearía incontrolable. Si las ruedas apoyan por detrás de la vertical del pivote de dirección, se dice que el avance es positivo. Si apoyan por delante el avance es negativo

Como consecuencia del avance es la caída de ruedas, ya que introduce una caída negativa. También es dependiente del tamaño de la rueda. Cuanta más pequeña es ésta, menor es el efecto, luego necesita mayor avance para conseguir el mismo control.

La mayor parte de los coches no son especialmente sensibles al ajuste de avance, que suele mantenerse entre 3 y 5 grados positivos, aunque siempre es aconsejable comprobar que los ángulos son iguales en las dos ruedas delanteras.

En un kart el efecto de avance se consigue por medio de la inclinación del pivote de dirección, de modo que el eje del pivote intercepte el suelo por delante del punto de contacto de la rueda. El ángulo entre la vertical de la rueda y el eje de dirección se conoce como ángulo de avance.

El avance se controla variando el grado de inclinación del pivote de dirección. Llevar el extremo superior del pivote hacia atrás produce mayor ángulo, más avance. Hacia adelante menos avance. Cuanta menor inclinación tenga el pivote, menor será el avance y más rápida la respuesta al volante, aunque la estabilidad a alta velocidad se verá resentida.

Divergencia de la dirección

Como las trayectorias a recorrer por la ruedas directrices son distintas en una curva(la rueda exterior ha de recorrer un cambio más largo por ser mayor su radio de giro), la orientación que debe darse a cada una es distinta también (la exterior debe abrirse más), y para que ambas sigan la trayectoria deseada, debe cumplirse debe abrirse más), y para que ambas sigan la trayectoria deseada, debe cumplirse la condición de que todas las ruedas del vehículo, en cualquier momento de su orientación, sigan trayectorias curvas de un mismo centro O (concéntricas), situado en la prolongación del eje de las ruedas traseras.

Elementos básicos de la dirección

- **Volante:** el accionamiento de este permite el giro de las ruedas para que el kart describa la trayectoria deseada por el conductor.
- **Columna o barra de dirección:** es el eje que une el volante con los elementos mecánicos que mueven las ruedas. Comprende el volante, la barra de dirección y las varillas que van a las manguetas delanteras, más las rotulas correspondientes. La barra de dirección no debe resultar limitada en ningún punto del giro y no debe estar excesivamente apretada. El volante se suele montar de forma que el radio perpendicular se ponga en el lado contrario al piloto. De esta manera no hay riesgo de daño con el volante en caso de un golpe y, además, sirve de soporte al tacómetro.

El tornillo que sujeta el volante a la barra se debe colocar de arriba abajo, para que en el caso en el que la tuerca llegue a desprenderse, el tornillo no caiga. Las varillas de dirección admiten una graduación de longitud gracias a sus extremos roscados y las tuercas que lo limitan. Variando su longitud se puede modificar la convergencia o divergencia de las ruedas delanteras.

La convergencia se calcula midiendo las distancias entre ruedas tanto por su parte anterior como posterior. Es posible adquirir unas pequeñas barras que se acoplan a las manguetas en lugar de las ruedas y que permiten realizar una medida precisa. Si no se tienen, se puede colocar cualquier elemento plano contra las ruedas y manteniendo la barra de dirección recta. Se miden con una cinta las distancias entre los dos elementos tanto por delante como por detrás de la rueda.

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

realiza enroscando más o menos las varillas de dirección para después empernar. Hay que procurar equilibrar el reglaje para que ambas varillas resultantes de la misma longitud.

- **Manguetas:** estas se acoplan a los soportes del bastidor y a la varilla de dirección y en ellas se encajan las ruedas delanteras. En el proceso de colocar la rueda delantera lo usual es apretar delanteras. En el proceso de colocar la rueda delantera lo usual es apretar la tuerca al máximo, para después aflojar, pero no tanto como para que tenga holgura en su colocación.

La holgura se debe evitar ya que desplaza la rueda y le confiere un alabeo indeseable a la dirección. En las manguetas también se colocan un conjunto de separadores en forma de aro que sirven para ajustar la anchura de la vía delantera, un punto importante en el reglaje del kart. Variando el número de separadores en la parte interior se modifica la separación entre ruedas y se modifica el agarre. Hay que prestar atención a la igualdad de separación en las dos ruedas que se traduce al mismo número de aros en las dos manguetas. También es necesario poner separadores en la zona exterior de la mangueta para cubrir el hueco entre la rueda y la tuerca de la rueda no tenga juego.

Sistema motriz

El sistema motriz está formado por el motor y la transmisión, dentro del encontramos el eje trasero, la corona, la cadena, y el freno.

Eje trasero: es el elemento de la transmisión del kart donde se colocan las ruedas motrices y el soporte único de frenos en karts sin caja de cambios. Es una barra de acero sólida con diámetro de 1 pulgada. Dicha barra atornillada al chasis por medio de dos soportes para los puntos de apoyo, con los rodamientos adecuados para conseguir un buen giro del eje.

Los puntos más importantes para su montaje son:

- El eje debe estar perfectamente recto, en una única línea sin ninguna torcedura en ningún punto.
- Debe estar centrado en el bastidor, sin estar escorado hacia ningún lado.
- Debe estar paralelo al chasis de forma que los diferentes puntos del mismo se coloquen a la misma distancia del suelo.
- Tiene que girar con facilidad sobre sus rodamientos.
- Debe estar perfectamente enclavado al chasis y en los puntos de rodamiento, por tal de que no sufra desplazamiento lateral en cualquier trompo o golpe. Los pequeños tornillos que sujetan los rodamientos al eje deben ser comprobados cada poco tiempo y pueden ser asegurados con una gota de adhesivo. Es muy importante asegurar un rodamiento nuevo del eje para que no resulte retenido en ningún punto del giro, lo que a veces sucede si la sujeción a los soportes del chasis resulta forzada. Los rodamientos deben ser comprobados constantemente ya que las salidas de pista provocan desprendimiento de arena o polvo que se puede ir acumulando en ellos. Los elementos, como porta discos y bujes, se sujetan al eje por medio de chavetas de una anchura y grosor determinados, encajadas a presión.

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR INSTALADO (YAMAHA RIVA 50/ SALIENT CA50)

Un motor de 2 tiempos y 49 cc refrigerado por aire, mientras que el diseño puede sonar básico en el mundo actual de inyección de combustible y refrigeración líquida, este motor fue de vanguardia en su momento con arranque eléctrico, auto-estrangulador, inyección de aceite y una transmisión CVT (continuamente variable) reemplazando la palanca de cambios manual que se encuentra en los scooters antiguos. Estas características de "scooter moderno" fueron introducidas por primera vez por Yamaha en el Riva 50 y Riva 80 y la mayoría de ellas (CVT, auto choke, arranque eléctrico) están presentes en todos los scooters vendidos hoy en día.

Yamaha especifica el CA50 a 100mpg (millas por galón), pero el kilometraje real para el Riva 50 / Salient es más como 60mpg. Este ahorro de combustible está bien, pero no es bueno para un scooter de 2 tiempos de este tamaño. Los modernos de 2 tiempos pueden ser un poco mejores (es decir, 75 mpg) y los de 4 tiempos de 50 pueden casi duplicar los 60 mpg del Riva 50.

Información general:

> Motor

> Cilindrada exacta:	49 cc
> Ciclo	2 T
> Distribución	Láminas
> Cilindros	1
> Alimentación	Carburador
> Refrigeración	Aire
> Diámetro por carrera	40 mm x 39.2 mm
> Compresión	7.25 :1
> Potencia máxima declarada	3 CV a 6.500 rpm
> Par máximo declarado	3.5 Nm a 6.250 rpm
> Combustible	Gasolina sin plomo 95
> Normativa anticontaminación	Euro3
> Limitación	No

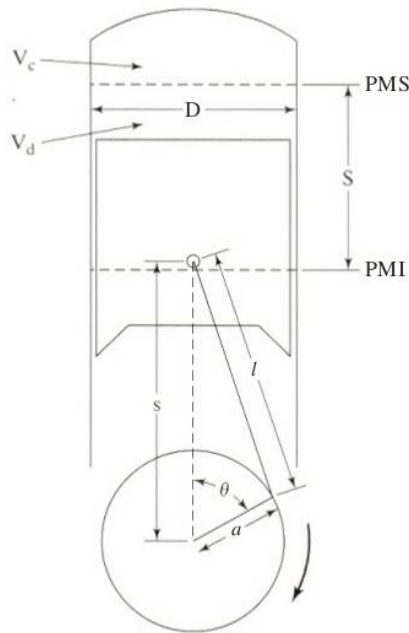
Tabla 4.- Ficha técnica del motor instalado

CILINDRADA: denominación que se da a la suma del volumen útil de todos los cilindros de un motor alternativo, es muy usual que se mida en centímetros cúbicos (cc).

En su interior, el motor posee los cilindros y dentro de ellos, los pistones se desplazan en movimiento vertical. Cada pistón se desplaza desde un punto llamado punto muerto superior, hasta el punto más bajo o punto muerto inferior. Durante el desplazamiento puede observarse como se genera una figura geométrica o cilindro. El volumen total de ese cilindro corresponde entonces al área de la circunferencia multiplicado por la carrera o desplazamiento del pistón. Al sumar los volúmenes que desplazan cada uno de los

pistones se obtiene la cilindrada del motor. (Técnicamente se conoce como desplazamiento volumétrico).

2.1 Parámetros geométricos



Diámetro del pistón:

$$D$$

Carrera del pistón:

$$S = 2a$$

Cilindrada unitaria:

$$V_d = \frac{\pi}{4} D^2 S$$

Cilindrada total:

$$V_t = z \cdot V_d$$

donde,

$$z = \text{Número de cilindros}$$

Volumen de la cámara de combustión: V_c

Volumen del cilindro en función de θ : $V = V_c + \frac{\pi}{4} D^2 (l + a - s)$

donde,

$$s = a \cos \theta + (l^2 - a^2 \sin^2 \theta)^{1/2}$$

Ilustración 6.-Parámetros geométricos para el cálculo de cilindrada

CICLO: Un motor con ciclo de 2T no difiere conceptualmente de uno de 4T, ya que los dos emplean el mismo principio de funcionamiento y por tanto se definen como: "Motores de combustión interna de ciclo alternativo".

Es lo mismo decir que para su funcionamiento estos motores quemán una mezcla de aire y combustible (gasolina) y transforman la energía desprendida por esa reacción endotérmica (combustión) mediante un émbolo de carrera lineal, limitada, y alternativa desplazándose por el interior de un cilindro. El movimiento lineal es transformado en circular mediante una manivela llamada cigüeñal y una biela, articulada, que une los dos elementos.

Constructivamente el motor de 2 tiempos difiere del motor de 4 tiempos en la pérdida o la no utilización del complicado sistema de control de alimentación y escape llamado sistema de distribución (válvulas, muelles, levas, correas o cadenas de transmisión). Una vez los motores están en funcionamiento se puede comprobar que las diferencias son más notables aún: un motor de 2T desarrolla el mismo trabajo en la mitad de tiempo.

El Motor 2T realiza las cuatro etapas del ciclo termodinámico (admisión, compresión, explosión y escape) en dos movimientos lineales del pistón (una vuelta de cigüeñal).

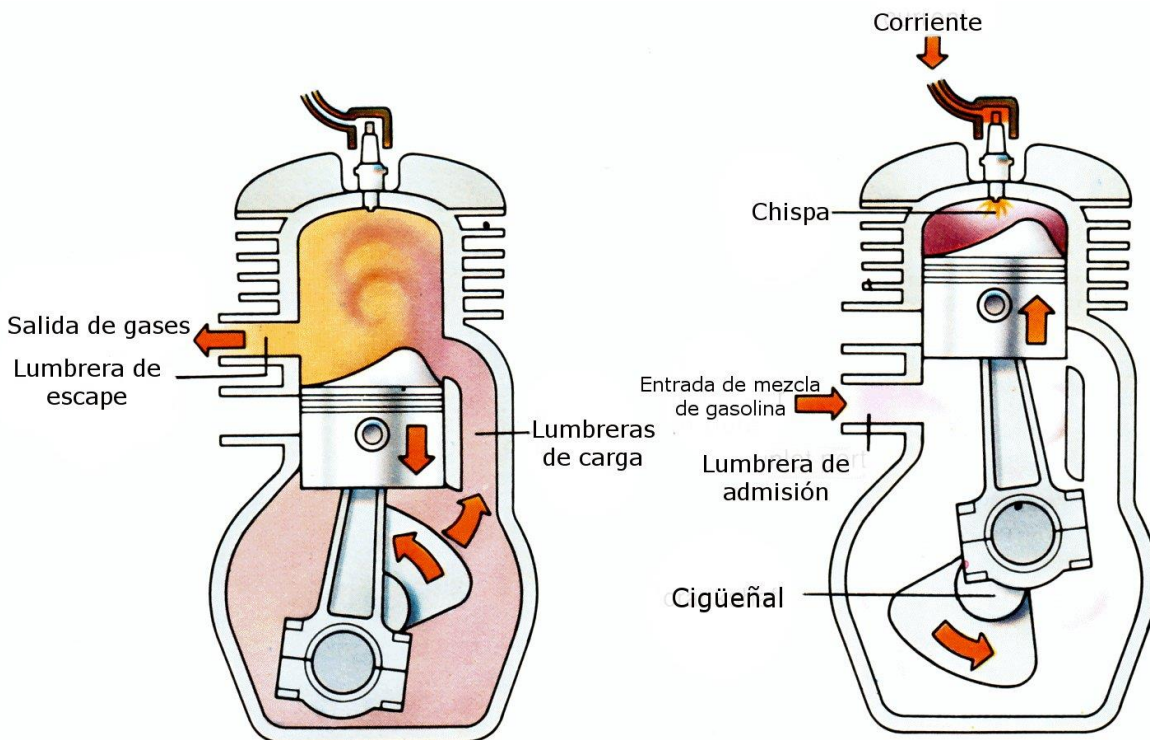


Ilustración 7.- Funcionamiento de un motor de 2 tiempos

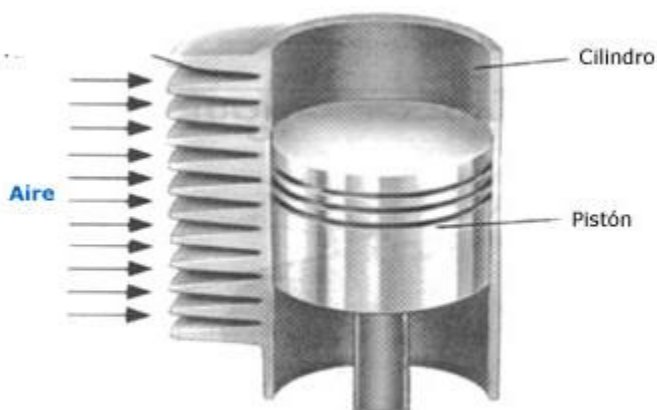
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN: El propósito de la refrigeración, ya sea por aire o por líquido, es ayudar al motor a tener la temperatura adecuada, para así evitar el sobre calentamiento y daño terminal del motor, así como también regular la temperatura en caso de climas fríos muy extremos que hagan imposible su funcionamiento.

La refrigeración por aire como su nombre lo indica, son motores que se enfrían naturalmente, es decir que usan el aire del exterior para el enfriar el motor. Es por eso

que en las cabezas de los motores se ven unas pequeñas aletas, llamadas de enfriamiento, que básicamente incrementan la superficie del motor para que éste entre en contacto con el aire, y de esta manera hacer el intercambio de calor con mayor rapidez.

Son motores que no poseen un radiador o una bomba de circulación, por este hecho son motos que, de alguna manera, son más simples es su construcción y mantenimiento.

Una desventaja de estos motores refrigerados por aire y que a la vez es una recomendación, es que no se debe mantener el acelerador a fondo por mucho tiempo ya que esto puede generar un sobrecalentamiento en las juntas de la tapa del cilindro provocando así fugas de aceite que a la larga pueden provocar graves consecuencias si no se revisa y detecta a tiempo.



Sección de un motor de 2 tiempos

Ilustración 8.- Aletas de enfriamiento del cilindro del motor

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN (carburador):

Su funcionamiento es muy sencillo y es básicamente el mismo que el de una pistola de pintura. Cuando se introduce el aire y cruza por el estrangulador, la presión se reduce y esto provoca que la gasolina fluya y se atomice mezclándose con el aire. Cuanto más

rápido sea el flujo de aire que atraviesa la tubería de aspiración, mayor será la depresión y por lo tanto más cantidad de gasolina será aspirada dentro de la tubería.

El objetivo del carburador es conseguir la mezcla de aire-gasolina en la proporción adecuada según las condiciones de funcionamiento del vehículo. El funcionamiento del carburador se basa en el efecto venturi que provoca que toda corriente de aire que pasa por una canalización, genera una depresión (succión) que se aprovecha para arrastrar el combustible proporcionado por el propio carburador.

Principio de funcionamiento:

Al ser un carburador un elemento mecánico todo su funcionamiento se basa en la depresión que crean los pistones del motor en su carrera de bajada hacia el PMI. En un punto hay depresión si en éste reina una presión inferior a otra que se toma como referencia por ejemplo la (presión atmosférica). Presión atmosférica es la presión que ejerce el aire de la atmósfera sobre los cuerpos y objetos. La unidad de la presión atmosférica es la "atmósfera", equivalente a 760 mm. de columna de mercurio a una presión de 1 Kg. /cm².

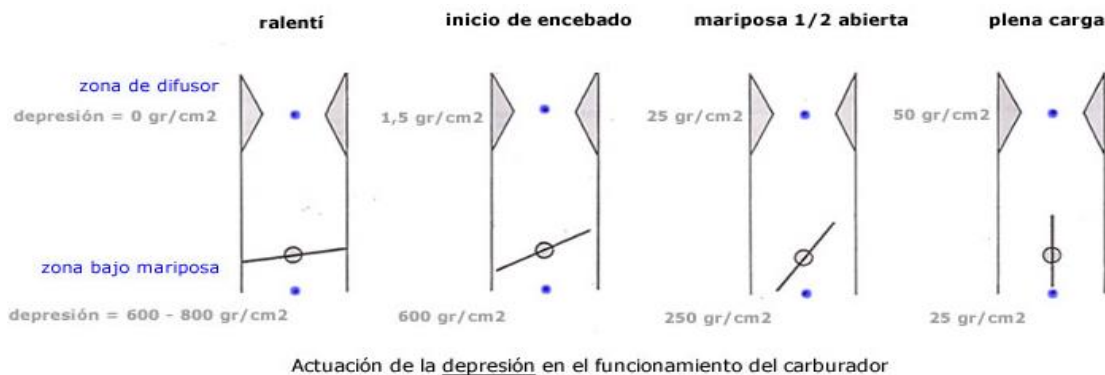


Ilustración 9.- Principio de funcionamiento del carburador

Si en dos puntos (figura 8) hay distinta presión y están comunicados entre sí mediante una tubería, el aire irá del punto de mayor presión al de menor presión. El segundo punto estará en depresión respecto al primero. Cuando el motor está parado todos los puntos

están a la misma presión (presión = presión atmosférica), con lo que no hay movimiento, ni aspiración de aire o mezcla de combustible.

Cuando el pistón realiza su recorrido descendente en el tiempo de admisión se provoca un vacío en la cámara de combustión, por lo que la presión absoluta en la misma será muy inferior a la atmosférica; es decir habrá una gran depresión. Esta depresión se transmitirá a través de la tubería de admisión al carburador y hacia el exterior, lo que motivará la entrada en funcionamiento del carburador proporcionando gasolina que se mezclará con el aire que entra debido a la depresión, formando la mezcla de aire-combustible que después se quemará en el interior de la cámara de combustión del motor.

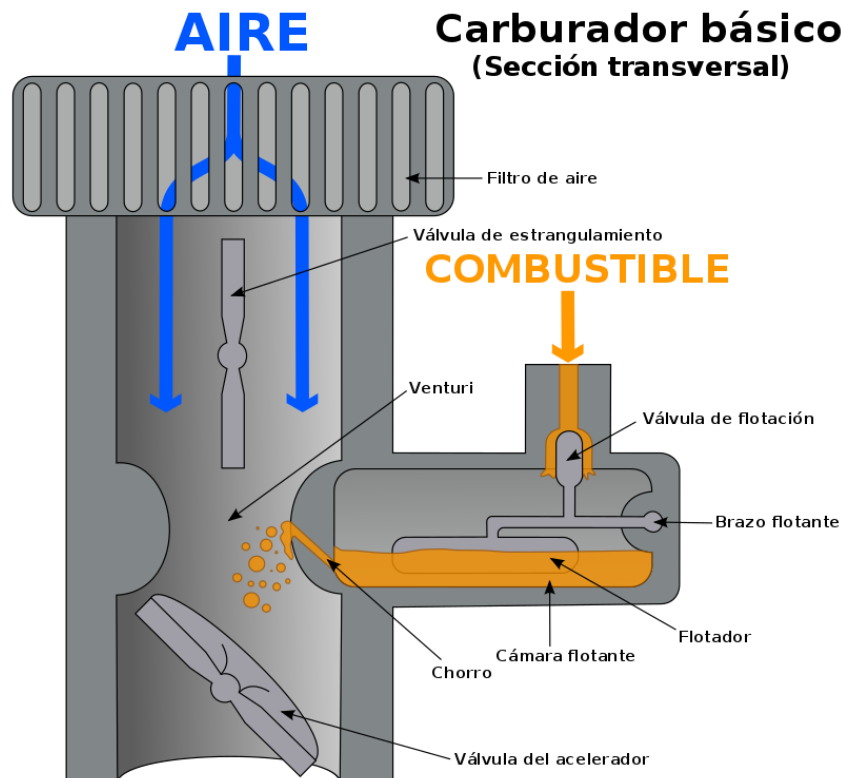


Ilustración 10.- Partes básicas de un carburador

Diferencia entre un carburador de 2T y uno de 4T del mismo milímetro:

El orificio de admisión en el carburador para 4T es más reducido, los conductos por donde pasa el combustible también son más pequeños debido a que este carburador está diseñado únicamente para que fluya nafta al contrario del carburador para 2T en cuyos conductos pasa nafta con mezcla de aceite lo que aumenta la viscosidad y por lo que los conductos son de mayor diámetro. Otro motivo que influye en el diseño es el tamaño, al ser más grande los conductos para 2T es que consume más combustible que el 4T el cual fue diseñado para ser más económico en cuanto a consumo.

RELACIÓN DE COMPRESIÓN:

La relación de compresión volumétrica de un motor, es el cociente entre el volumen existente en el cilindro cuando el pistón se encuentra en el PMI (Punto Muerto Inferior) y en el PMS (Punto Muerto Superior). Cuando el pistón se encuentra en el PMI estamos midiendo la cilindrada unitaria más el volumen de la cámara de combustión, por otro lado, cuando el pistón se encuentra en el PMS estamos midiendo el volumen de la cámara de combustión.

De esta forma, la relación de compresión de un motor será:

$$r_c = \frac{\text{Máximo volumen del cilindro}}{\text{Mínimo volumen del cilindro}} = \frac{V_{cc} + V_D}{V_{cc}}$$

Donde:

- r_c es la relación de compresión (adimensional)
- V_{cc} es el volumen de la cámara de combustión en centímetros cúbicos.
- V_d es la cilindrada unitaria en centímetros cúbicos.

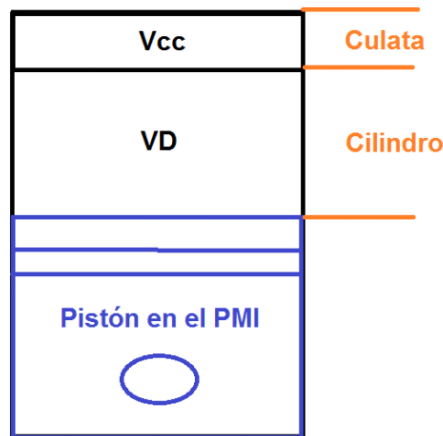


Ilustración 11.- Volúmenes del conjunto cilindro- pistón

El mayor problema en los motores de encendido por chispa es evitar que se produzca auto detonación por compresión. Por su parte en los motores diesel se procura provocarla anticipadamente. Por ello en los motores de gasolina la relación de compresión no debe sobrepasar ciertos valores (8:1), mientras que en los motores diesel se alcanzan valores mucho más elevados, de hasta 22:1, para garantizar un arranque satisfactorio.

La ecuación de la relación de compresión nos da un valor de la compresión a la que está sometida la mezcla de aire y combustible en un motor de combustión interna. Para hacerse una idea estos son los valores típicos de la relación de compresión en motores convencionales:

- En motores diésel, valores comprendidos entre 16 y 24.
- En motores con ciclo Otto o de gasolina, valores comprendidos entre 8 y 12.

POTENCIA MÁXIMA DECLARADA y PAR MOTOR DECLARADO:

El torque y la potencia son indicadores del funcionamiento del motor, y nos dicen qué tanta fuerza se produce y la rapidez con la que puede trabajar.

En términos más técnicos, el torque (par motor) es la fuerza que producen los cuerpos de rotación y se puede definir como la capacidad que tiene el motor para mover un vehículo, con o sin carga dentro de él. Entonces se puede decir que el torque es la fuerza que saca de su estado de reposo a un vehículo y lo pone en movimiento, por lo que, a mayor torque, mayor aceleración tendrá el dicho vehículo.

Por otro lado, la potencia es la rapidez con que se realiza un trabajo, si se hace en menor tiempo es posible que la potencia que se produzca por el motor sea mayor. Se debe aclarar que este indicador no va ligado a la aceleración sino al tiempo que dura la sensación de empuje. También hay que recalcar que la potencia determina el caballaje de un motor.

La potencia (P) desarrollada por el par motor (T) viene dada por la siguiente expresión:

$$P = T \cdot \omega$$

Siendo (ω) la velocidad angular de giro (rad/s) del eje de transmisión o eje del cigüeñal.

La potencia del motor se mide, según el Sistema Internacional de Unidades, en watios (W).

En ocasiones es interesante conocer la potencia en función de las revoluciones por minutos ($r.p.m.$) a la que gira el motor en vez de la velocidad angular. En efecto, si (n) son las revoluciones por minuto a la que gira el motor, entonces la potencia (P) se expresa como sigue,

$$P = T \cdot \omega = \frac{T \cdot n}{60 / 2 \cdot \pi}$$

Donde,

P , es la potencia motora, en W ;

T , es el par motor, en $N.m$;

n , son las revoluciones por minuto de giro del motor ($r.p.m.$)

Pero también resulta útil conocer la potencia expresada en otras unidades de uso muy común, como son: **HP** y **CV**.

- **HP (Horse Power)**: o caballo de potencia, es la unidad de medida de la potencia empleada en el sistema anglosajón de unidades, y se define como la potencia necesaria para levantar a la velocidad de 1 pie/minuto un peso de 32572 libras.

Sus equivalencias con otros sistemas son las siguientes:

- 1 HP = 745,69987 W

- 1 HP = 1,0139 CV

Por lo que la anterior expresión de la potencia (P) en función del par y las revoluciones del motor podría expresarse de la siguiente manera:

$$P_{HP} = \frac{T \cdot n}{7120,91}$$

Donde,

P_{HP} , es la potencia motor, expresada en HP ;

T , es el par motor, en $N.m$;

n , son las revoluciones por minuto de giro del motor ($r.p.m.$)

- **CV (Caballo de Vapor)**: Unidad de medida que emplea unidades del sistema internacional, y se define como la potencia necesaria para levantar un peso de 75 Kgf. en un segundo, a un metro de altura.

Y sus equivalencias con otros sistemas son las siguientes:

• 1 CV = 735,49875 W

• 1 CV = 0,9863 HP

Y la potencia (P) en función del par y las revoluciones del motor quedaría de la siguiente manera:

$$P_{CV} = \frac{T \cdot n}{7023,50}$$

Donde,

P_{CV} , es la potencia motor, expresada en CV;

T , es el par motor, en $N \cdot m$;

n , son las revoluciones por minuto de giro del motor (*r.p.m.*)

Por último, y en el caso que el par motor (T) estuviera expresado en $kgf \cdot m$, entonces la expresión anterior que proporciona la potencia del motor (P) se expresaría como:

$$P_{CV} = \frac{T \cdot n}{716,2}$$

Donde,

P_{CV} , es la potencia motor, expresada en CV;

T , es el par motor, pero esta vez expresado en $kgf \cdot m$;

n , son las revoluciones por minuto de giro del motor (*r.p.m.*)

Por otro lado, la **fuerza motriz (F)** transmitida por el neumático al suelo, en función de la potencia del motor (P) y la velocidad de marcha del vehículo (V), se puede expresar como:

$$F = \frac{75 \cdot \eta_t \cdot P}{V}$$

Donde,

P, es la potencia motor, en CV;

V, es la velocidad de marcha del vehículo, en m/s;

η_t , es el rendimiento total de la cadena cinemática de transmisión, expresado en tanto por uno;

F, es la fuerza motriz transmitida por el neumático al suelo, en kgf.

El rendimiento total de la cadena de transmisión (η_t) se obtendrá a partir de los rendimientos de cada uno de los elementos y órganos que constituyen el sistema de transmisión, desde el eje de salida del motor hasta el palier de la rueda (embrague, caja de cambios, ejes de transmisión, grupo cónico-diferencial o mecanismo reductor del eje motriz), es decir:

$$\eta_t = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$$

En la mayoría de los vehículos que dispongan de un sistema de transmisión clásica, este rendimiento total (η_t) de la cadena de transmisión estará comprendido entre un 80 y un 90%.

TIPO DE COMBUSTIBLE (gasolina sin plomo 95):

En las gasolineras se pueden encontrar dos tipos de gasolina: la 95 y 98. Este valor (95 o 98) reflejan en una escala la capacidad antidetonante del carburante cuando este se comprime dentro del cilindro de un motor.

Cuanto mayor es el número de octanos, mayor compresión permite y, por tanto, más potencia ofrece. Un ejemplo práctico: todos los motores de alta cilindrada suelen requerir gasolina sin plomo 98. Así que sí, el rendimiento del motor con gasolina 98 será mejor.

Los fabricantes de carburantes han sacado diferentes variedades de combustible a las que les han añadido aditivos especiales y para las que prodigan una serie de ventajas. Para todos los modelos afirman que mejora el rendimiento del motor, lo protege y ofrece una contaminación menor. El caso de la gasolina 98 es más potente, puesto que según indican los fabricantes tiene una menor cantidad de azufre o incluso desaparece, con el menor factor contaminante que ello supone, además de que ofrece una mejor optimización del motor en vehículos de gama alta y protege del desgaste al catalizador.

¿Por qué la gasolina ya no lleva plomo?

Un motor de gasolina mezcla el aire con una pequeña cantidad de gasolina, se comprime, y se detona con una pequeña chispa. Cuanto más se comprime la mezcla, más potencia se consigue, pero si se comprime demasiado la mezcla detona sola, el pistón se dispara y se pierde efectividad.

Por ello, se decidió incorporar un aditivo antidetonante a la gasolina, permitiendo así una mayor compresión y evitando que la mezcla detonase sola. Estos aditivos originalmente contenían plomo. Con el paso del tiempo se descubrió que esta solución no era la más adecuada. Por un lado, estaba el problema de que ese plomo que contiene la gasolina se expulsa por el tubo de escape con el resto de los gases, y esto contamina el ambiente, y por otro lado el plomo también “envenenaba” e inutilizaba a los catalizadores, cuando estos comenzaron a usarse.

Los catalizadores, basados en metales como platino, rodio u óxidos de metales de transición, facilitan la transformación de las sustancias contaminantes como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno o hidrocarburos, en otras que no lo son tanto como el nitrógeno, dióxido de carbono y agua.

Para resolver esta situación (eliminar la emisión de plomo, y poder seguir aplicando catalizadores para reducir el impacto de las otras sustancias expulsadas) fue necesario desarrollar nuevos tipos de combustibles, usando otros tipos de aditivos antidetonantes sin plomo, como el **metil t-butil eter** (MTBE). Este fue el origen de la gasolina sin plomo.

En caso de tener que elegir un motor para un kart, existen varias opciones que habrá que tener en cuenta dependiendo de diversos factores, como el económico o la disponibilidad.

- **Motores off the self:** Este tipo de motores está diseñado para un uso a corto plazo. Algunos de ellos poseen cilindros de aluminio, que pueden rozar contra los anillos de acero del pistón y crear una gran fricción. Por esta razón los motores off the self no suelen durar mucho tiempo, y no son adecuados para aquellos que pretendan darle mucho uso a su kart.

Los motores más grandes a menudo tienen los manguitos del cilindro de hierro fundido, lo cual les permite tener una vida útil mayor que los de aluminio, por ello normalmente son más caros.

Algunos de estos motores también tienen arranques eléctricos, y vienen con alternador, el cual les ofrece la posibilidad de encender las luces y cargar las baterías.

- **Motores de motocicleta:** Estos son los tipos de motores más comunes, debido a que son muy versátiles, y pueden ser usados en Karts fuera de pista, así como en los que compiten en carreras. Generalmente no necesitan muchas modificaciones para encajar en un kart usado o en un kart construido artesanalmente. El único problema es que son motores difíciles de encontrar.

- **Motores de cortacésped:** Estos motores son bastante potentes, con una potencia entre tres y cinco caballos. A pesar de esto, no son particularmente rápidos. Son fáciles

de comprar, pero puede ser complicado adaptarlos a un kart. Como los motores de cortacésped funcionan en un eje vertical, necesitan un gran trabajo para ser capaces de funcionar en un eje horizontal como requiere un kart. Es más complicado que un simple giro del motor. Existe un gran riesgo de que el pistón falle, ya que estos motores están diseñados para funcionar en su posición original.

- **Otras fuentes:** También es posible adaptar motores de otras fuentes, como motores de coche, generadores, tractores cortacésped, e incluso motores de moto sierra. La mayoría de estos son muy difíciles de adaptar, y puede resultar muy peligroso hacerlo.

Elegir el tipo correcto de motor para el kart puede ser más difícil de lo que parece, especialmente porque los mejores motores pueden ser los más difíciles de adaptar.

La manera de representar las características de un motor se realiza mediante las curvas características.

Las curvas características de un motor de combustión interna son las que indican, en función de la velocidad de rotación del motor, la potencia, el par y el consumo específico del mismo. Están incluidas en un rango de revoluciones, debajo del cual el motor funciona muy irregularmente y/o tiende a apagarse y si se sobrepasa el límite superior los elementos mecánicos están muy cerca de sufrir daños irremediables o rupturas irreparables. Estos dos extremos determinan el campo de utilización de un motor.

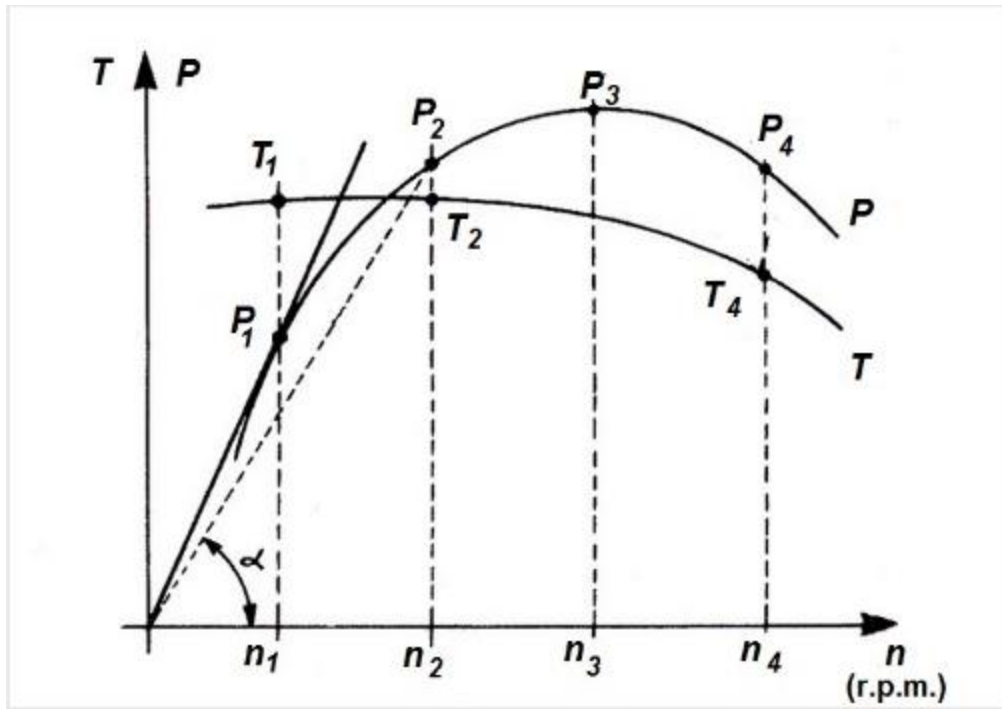


Ilustración 12.- Curva de par motor y potencia

La curva de potencia crece progresivamente casi constante hasta un valor determinado que indica su valor máximo, después decrece rápidamente hasta el límite máximo de utilización del motor. El descenso de potencia, más allá de dicho valor se debe a la disminución del rendimiento volumétrico del motor.

La curva de par del motor no es tan pronunciada como la de potencia, es decir, tiende a ser más horizontal, pero sin perder su concavidad. También crece al aumentar las revoluciones del motor pero su progresión es menor. El par máximo se encuentra a un menor nivel de revoluciones que la potencia máxima pero a la vez el decrecimiento del par es mucho más lento al aumentar la velocidad de giro. La elasticidad de un motor se conoce como el intervalo entre el par máximo del motor y su potencia máxima.

La curva de consumo específico tiene una presentación gráfica inversa a la del par del motor, decrece al aumentar el nivel de revoluciones hasta llegar al valor de menor consumo en un número determinado de vueltas del motor y a partir de allí empieza a crecer suave y gradualmente hasta el límite de utilización del motor.

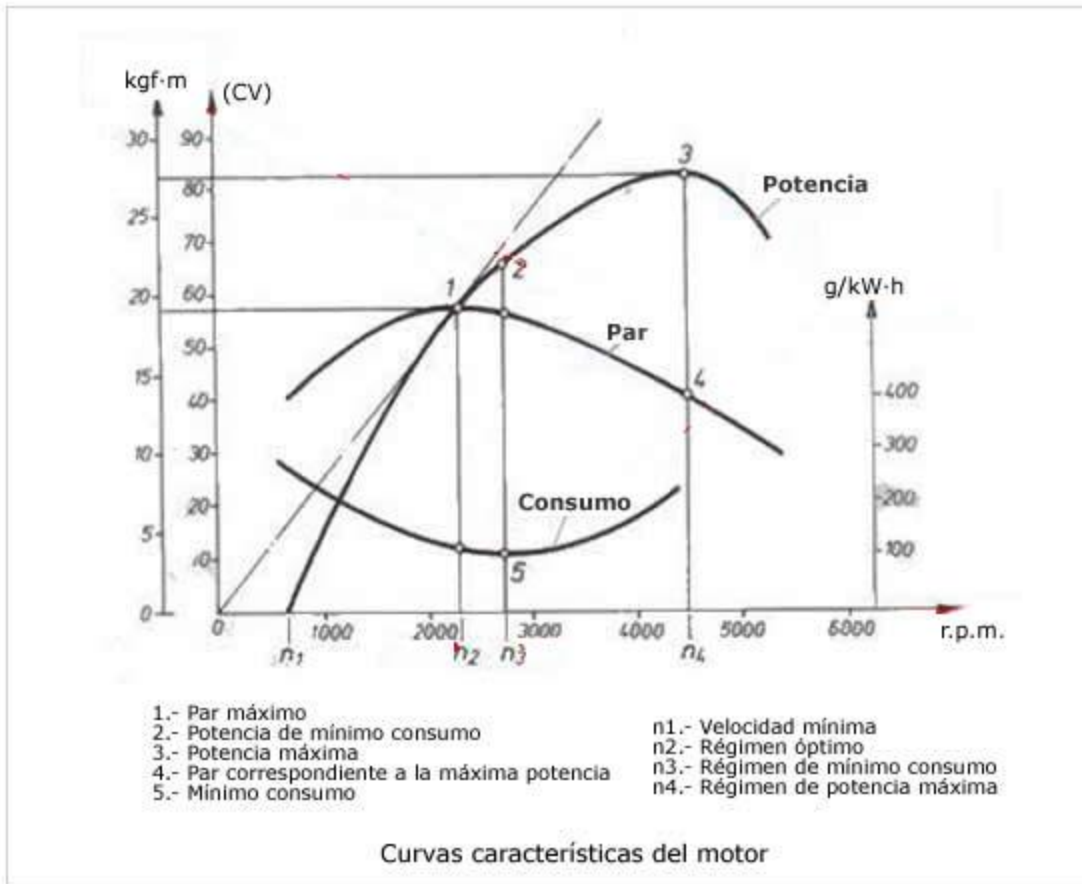


Ilustración 13.- Curvas características del motor

Ya se conocen las revoluciones a las que se produce el máximo par, y a las que se produce la máxima potencia.

El máximo par es el punto en el que el kart tiene más fuerza, por tanto donde también es el punto donde se consigue una mayor aceleración, y donde se pueden subir las mayores pendientes.

La máxima potencia indica que el motor está al máximo de sus posibilidades, y a partir de este punto si se aumentan las revoluciones se podrían provocar fallos o incluso la rotura del motor. A máxima potencia el kart alcanzará su velocidad máxima.

TRANSMISIÓN POR CADENA - CÁLCULO Y DISEÑO

“Una cadena es un elemento de transmisión de potencia formado por una serie de eslabones unidos con pernos. Este diseño permite tener flexibilidad y permite además que la cadena transmita grandes fuerzas de tensión”. **Mott Robert, Diseño de elementos de máquinas (2006), pág. 283**

Las cadenas de transmisión son la mejor opción para aplicaciones donde se quiera transmitir grandes pares de fuerza y donde los ejes de transmisión se muevan en un rango de velocidades de giro entre medias y bajas. Las transmisiones por cadenas son transmisiones robustas, que permiten trabajar en condiciones ambientales adversas y con temperaturas elevadas, aunque requieren de lubricación. Además proporcionan una relación de transmisión fija entre las velocidades y ángulo de giro de los ejes de entrada y salida, lo que permite su aplicación en automoción y maquinaria en general que lo requiera.

Según su función a desarrollar, las cadenas se dividen en los siguientes tipos:

- **Cadenas de transmisión de potencia:** cuya aplicación es transmitir la potencia entre ejes que giran a unas determinadas velocidades.
- **Cadenas de manutención:** o también llamadas cadenas transportadoras. Son un tipo de cadenas que gracias a una geometría específica de sus eslabones o enlaces le permiten desempeñar una función de transporte o arrastre de material.
- **Cadenas de carga:** o también llamadas de bancos de fuerzas. Son cadenas que permiten transmitir grandes cargas, y son usadas, por ejemplo, para elevar grandes pesos, o accionar bancos de fuerza, entre otros usos.

Análisis cinemático.

En toda cadena de transmisión, cada vez que se produce el engrane de un eslabón con la rueda dentada, se produce una variación tanto en la trayectoria como la velocidad del eslabón. Es lo que se conoce como "efecto poligonal".

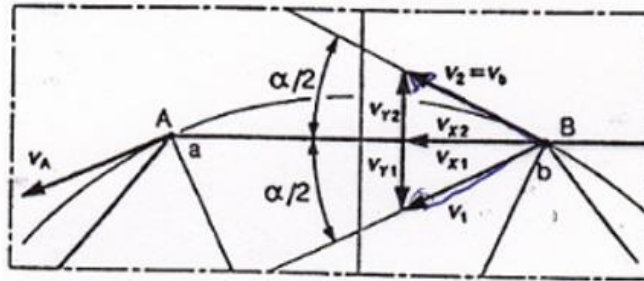


Ilustración 14.- Variación de la trayectoria y velocidad de un eslabón

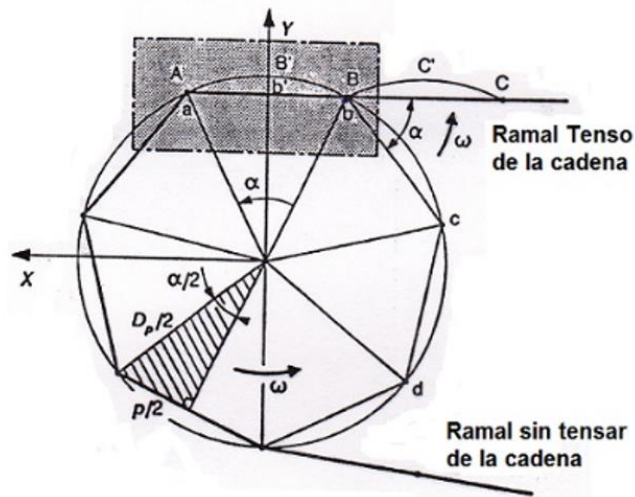


Ilustración 15.- Efecto poligonal de la cadena

En la figura anterior "b", "B" representan puntos pertenecientes a la rueda y a la cadena respectivamente, " ω " es la velocidad angular a la que gira la rueda dentada y " D_p " es su diámetro primitivo.

La velocidad lineal de la rueda (v_b) viene expresada en función de su velocidad angular de giro (ω) y su diámetro primitivo (D_p) como,

$$v_b = \frac{D_p \cdot \omega}{2}$$

Por otro lado, y debido al llamado efecto poligonal, la proyección horizontal de la velocidad del punto B de la cadena (v_{Bx}) varía a lo largo del arco de engrane. Esta variación de la velocidad horizontal de la cadena se hace menor conforme aumenta el número de dientes (z) de la rueda.

En efecto, si aumenta el número de dientes (z) de la rueda, el ángulo α entre dientes disminuye, por lo que la geometría poligonal tiende a semejarse a una circunferencia, y el llamado efecto poligonal se atenúa por lo que la variación horizontal de la velocidad de la cadena (v_{Bx}) a lo largo del arco de engrane se hace menor.

No obstante, el número de dientes de la rueda no puede aumentar en demasía, dado que esto supone que la altura de los mismos se hace más pequeña y la posibilidad de desengranar la cadena, es decir, que se salga la cadena de la rueda dentada, será mayor.

En la práctica se suelen emplear los siguientes números de dientes tanto para la rueda menor (piñón) como para la rueda mayor:

Tabla A. Número de dientes, z	
Piñón o rueda menor	17 - 19 - 21 - 23 - 25
Rueda mayor	38 - 57 - 76 - 95 - 114

Tabla 5.- Número de dientes para ruedas dentadas estándar

Transmisión de esfuerzos.

El valor del esfuerzo que transmite la cadena es máximo en la primera articulación del eslabón que engrana con la rueda por el ramal tenso de la cadena, y a partir de ahí este esfuerzo va gradualmente decreciendo conforme avanza por el arco de engrane hasta salir de la rueda por el ramal de la cadena que está menos tensado.

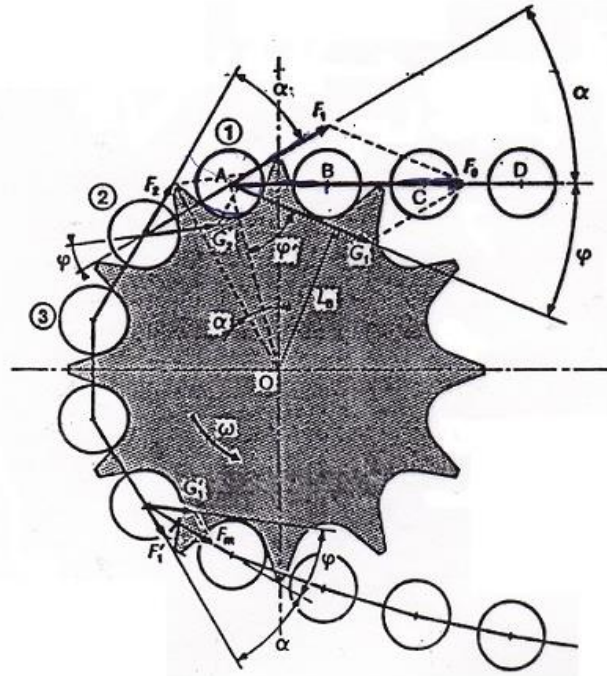


Ilustración 16.- Transmisión de esfuerzos

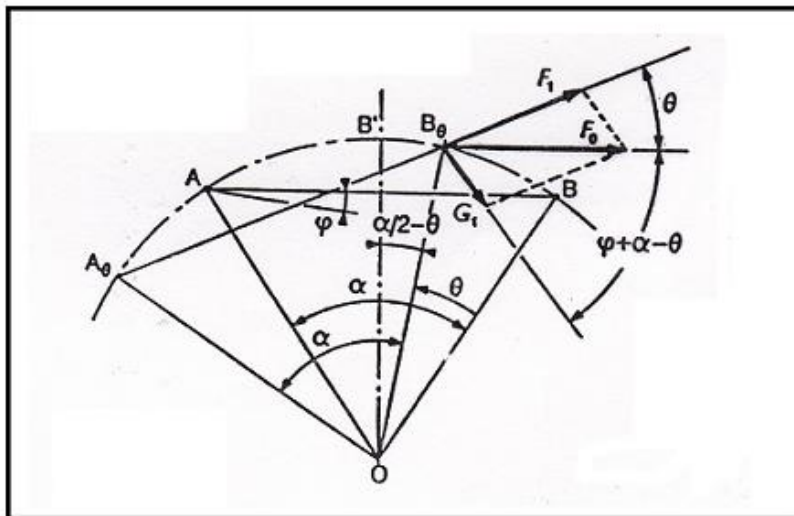


Ilustración 17.- Esfuerzos durante el engrane de la cadena con la rueda

Si “ F_0 ” es el esfuerzo máximo que soporta la cadena y que se origina en la primera articulación de la misma al engranar con el primer diente de la rueda al entrar en contacto,

el esfuerzo que soporta la cadena en las siguientes articulaciones viene expresado por la siguiente formulación:

$$F_n = F_0 \cdot \left[\frac{\text{sen } \varphi}{\text{sen}(\alpha + \varphi)} \right]^n$$

Siendo “n” el número de articulación de la cadena. Por otro lado, la cadena origina una reacción sobre la rueda dentada al engranar en los dientes, que viene expresada por:

$$G_n = F_0 \cdot \left[\frac{\text{sen } \varphi}{\text{sen}(\alpha + \varphi)} \right]^{n-1}$$

Ambos valores, tanto esfuerzos entre las articulaciones de la cadena (F_n) como las reacciones sobre la rueda (G_n), van decreciendo paulatinamente desde el ramal tenso de la cadena hacia el ramal menos tenso.

Se comprueba que en una de las articulaciones la reacción (G_n) sobre la rueda llega a ser radial, es decir, la articulación de la cadena aprieta el fondo de la rueda. En el resto de articulaciones la reacción de la cadena sobre la rueda se realiza sobre el flanco de los dientes.

El desgaste progresivo de los dientes hace que la reacción sobre el flanco se realice cada vez a una mayor altura, llegando el momento en que al ser la holgura tan importante la cadena salte el diente y se salga de la rueda.

Por otro lado, la composición del esfuerzo total (F_0) que soporta la cadena, incluye a su vez los siguientes tipos de esfuerzos según el origen:

1º.- Una componente útil o esfuerzo útil asociado al par transmitido (F_u);

2º.- Otra componente del esfuerzo asociado a la fuerza centrífuga de la cadena (F_c);

3º.- Una última componente asociada al peso propio de la cadena o esfuerzo de la catenaria (F_p). Esta componente del esfuerzo en las cadenas de transmisión de potencia que suelen ser más corta es despreciable, pero en las cadenas de manutención y de carga, que son más largas y pesadas, habrá que considerarlo.

El esfuerzo total (F_0) en la cadena se obtiene sumando las componentes anteriores:

$$F_0 = F_u + F_c + F_p$$

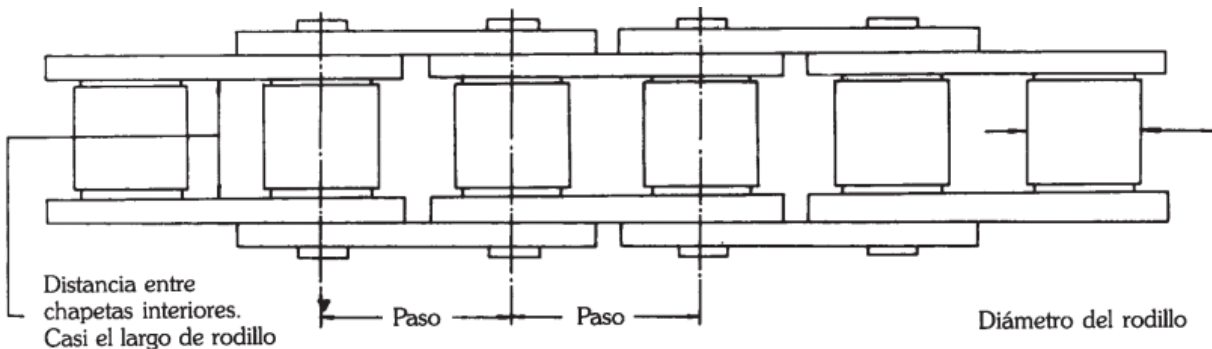


Ilustración 18.- Diferentes partes de la cadena para kart

La cadena se dimensiona por el paso (la distancia entre los centros del rodillo). El tamaño, el peso y la capacidad de potencia de una cadena de transmisión dependen del paso de la cadena o "Pitch". Esta es una dimensión estándar básica dada en pulgadas respecto a la cual se proporcionan las demás dimensiones de las partes que componen el eslabón.

La vida útil de la cadena depende del cuidado de la tensión que hayamos tenido a lo largo de su funcionamiento. Con frecuencia, debemos comprobar que tenga el juego o tolerancia óptimo, ya que no debe de estar ni muy tensa, restando potencia, ni muy floja.

Es recomendable cambiar la corona cuando ya hemos sustituido varias veces la cadena. Si no la cambiamos, los dientes estropeados de una corona nos pueden acortar la vida útil de la cadena.

Los factores a considerar al elegir un tipo ideal de cadena incluirían:

1. Configuración de piñón de transmisión dentro o fuera de la placa
2. Disponibilidad de ruedas dentadas del motor
3. Engranaje deseado final

4. Dificultades de ajuste (longitud de las mediciones de la cadena)

Cadenas para Karts de 2 tiempos

En general, para las carreras de karts que son del tipo de motor de 2 tiempos, la cadena de paso 219 y la de 428 son las elecciones más populares y ofrecen una mayor gama de opciones de engranaje. El engranaje se puede ajustar en más de 35 pasos y, como tal, más opciones de piñones frontales están disponibles. La mayoría de los motores de 2 tiempos funcionan con una rueda dentada de transmisión externa y, por lo tanto, no presentan ningún problema con el reemplazo de la cadena.

Cadenas para Karts de 4 tiempos

Generalmente para carreras de karts que son del tipo de motor de 4 tiempos, la cadena de paso 35 es la elección popular y ofrece un mejor acceso de reemplazo de cadena. Debido a que la cadena de paso 35 se puede romper y volver a unir fácilmente, es ideal para la situación de piñón interno que se produce con los motores de 4 tiempos en el chasis de carreras de karts. Las buenas tiendas de karts ofrecerán una gama de piñones de 35 dientes “divididos” que hacen que sea fácil reemplazarlos en una configuración integrada.

Cuando nos interesamos por el cambio de la cadena, lo primero que descubriremos es que la cadena, tiene una medida determinada para nuestro vehículo, por ejemplo 525. Con este dato, ya sabremos que tanto piñón, corona y cadena DEBEN CORRESPONDER A ESA MEDIDA. ¿Qué significa?

Tomando como ejemplo una cadena para moto DID 525 ZVM-X tope de gama de DID para explicar lo que los números indican:

5: el 5 se refiere al paso de la cadena: La distancia entre los pernos que unen las placas, por lo tanto **todas** las cadenas que empiezan por 5, tienen el mismo paso

¿Por qué 5? porque la medida está basada en la pulgada y la distancia mencionada son 5/8 de pulgada (en una 428... serán 4/8 en una 630...)

25: el 25 se refiere al ancho interior de la cadena entre las placas, y también es una relación que deriva de las pulgadas. En una 415 la medida será 15/80 x 25,4 mm (1 pulgada), una 520... 20/80 x 25,4mm Una 525 25/80 x 25,4mm (1") De lo que se desprende que una 525 ES MAS ESTRECHA QUE UNA 530, pero tiene el mismo paso entre eslabones.

ZVM-X es el tipo de cadena de acuerdo a la clasificación del fabricante, y es más arbitraria. Normalmente denota la calidad y tipo reten que lleva. A modo de ejemplo, la serie VM-X de **D.I.D.** es una cadena de alta resistencia, con retén X de baja fricción.

MEMORIA DE CÁLCULO PARA TRANSMISIÓN POR CADENA

Datos iniciales:

Potencia máxima= 3 Hp

Número de revoluciones= 6500 rpm

Tipo de carga	Tipo de impulsor		
	Impulsor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna con transmisión mecánica
Uniforme (agitadores, ventiladores, transportadores con carga ligera y uniforme)	1.0	1.0	1.2
Choque moderado (máquinas herramienta, grúas, transportadores pesados, mezcladoras de alimento y molinos)	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensas de troquelado, molinos de martillos, transportadores alternos, accionamientos de molino de rodillos)	1.4	1.5	1.7

Tabla 6.- Factores de servicio para transmisiones por cadenas

Factor de servicio (F_s) = 1.4

Potencia de diseño (P_d) = (F_s) (Potencia máxima) = (1.4) (3 Hp) = 4.2 Hp

Z_1 (número de dientes de la Catarina motriz) = 15

Z_2 (número de dientes de la Catarina conducida) = 38

a) **Relación de transmisión** = $\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{38}{15} = 2.53$

b) **Selección del paso de la cadena:**

Paso= 1/2 pulgada

Cadena simple de rodillos número 40

Lubricación tipo B- en baño o con disco.

Número de cadena ASA	Paso (pulg)	Diámetro del rodillo	Ancho del rodillo	Espesor de placa lateral	Resistencia promedio a la tensión (lb)
25	1/4	Ninguno	-	0.030	925
35	3/8	Ninguno	-	0.050	2100
41	1/2	0.306	0.250	0.050	2000
40	1/2	0.312	0.312	0.060	3700
50	5/8	0.400	0.375	0.080	6100
60	3/4	0.469	0.500	0.094	8500
80	1	0.626	0.625	0.125	14 500
100	1 1/4	0.750	0.750	0.156	24 000
120	1 1/2	0.875	1.000	0.187	34 000
140	1 3/4	1.000	1.000	0.219	46 000
160	2	1.125	1.250	0.250	58 000
180	2 1/4	1.406	1.406	0.281	80 000
200	2 1/2	1.562	1.500	0.312	95 000
240	3	1.875	1.875	0.375	130 000

Tabla 7.- Tamaños de cadenas de rodillos

c) Velocidad de salida esperada:

$$Z_2 = n_1 (n_1/n_2); \quad n_2 = n_1 \left(\frac{Z_1}{Z_2}\right)$$

$$n_2 = 6500 \text{ rpm} \left(\frac{15}{38}\right) = 2566 \text{ rpm}$$

d) Calcular diámetros de paso de Lo sprockets:

$$D_1 = P / \text{Sen} (180/Z_1) = 0.5 / \text{Sen} (180/16) = 2.5629 \text{ pulg.}$$

$$D_2 = P / \text{Sen} (180/Z_2) = 0.5 / \text{Sen} (180/45) = 7.1677 \text{ pulg.}$$

e) Especificar la distancia entre los centros nominales:

$$D_1 \leq C \leq 3(D_2 + D_1)$$

$$2.40 \leq C \leq 3(6.05 + 2.40)$$

$$2.40 \leq C \leq 25.35$$

$$C = 20 \text{ pasos}$$

f) **Calcular longitud necesaria de cadena en pasos:**

$$L = 2C + \frac{Z_2 + Z_1}{2} + (Z_2 - Z_1)^2 / 4 \cdot \pi^2 \cdot C$$

$$L = 67.17 = 67 \text{ pasos}$$

Calcular distancia teórica entre centros (especificar un número par de pasos)

$$C = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left(L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right)^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right]$$

$$C = 20 \text{ pasos} = (20 \text{ pasos}) (0.5 \text{ pulg}) = 10 \text{ pulgadas}$$

Calcular ángulo de contacto de la cadena en cada catarina

$$\Theta_1 = 180^\circ - 2\text{Sen}^{-1}((D_2 - D_1)/2C)$$

$$\Theta_1 = 180^\circ - 2\text{Sen}^{-1}((6.05 - 2.40)/2(10 \text{ pulg}))$$

$$\Theta_1 = 158.97^\circ; \text{ como es mayor que } 120 \text{ es aceptable}$$

$$\Theta_2 = 180^\circ + 2\text{Sen}^{-1}((D_2 - D_1)/2C)$$

$$\Theta_2 = 201.03^\circ$$

PASO	Distancia entre remaches	Ancho de la Cadena (int)	Diametro del Rodillo	Ancho del remache	Ancho de la placa
415	12.7 mm (4/8pulgadas)	4.76 mm	7.77 mm	13.50 mm	1.5 mm
420		6.35 mm	7.77 mm	14.75~16.90 mm	1.5~1.8 mm
428		7.94 mm	8.50 mm	16.70~22.70 mm	1.5~2.2 mm
520	15.875 mm (5/8pulgadas)	6.35 mm	10.16~10.22 mm	17.50~21.00 mm	1.8~2.2 mm
525		7.93 mm	10.16~10.22 mm	19.25~22.95 mm	2.0~2.4 mm
50 (530)		9.53 mm	10.16~10.32 mm	20.85~25.30 mm	2.0~2.6 mm
532	19.05 mm (6/8pulgadas)	11.10 mm		24.80 mm	2.4 mm
630		11.96 mm		25.30 mm	2.4 mm

Tabla 8.- Medidas estándar de cadenas DID para motos

Núm. de dientes	0.500 pulgadas de paso																Velocidad mínima de giro de la catarina, rev/min															
	10	25	50	100	180	200	300	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000	9000							
11	0.06	0.14	0.27	0.52	0.91	1.00	1.48	2.42	3.34	4.25	4.70	5.60	6.49	5.57	4.66	3.70	2.85	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50	0.00							
12	0.06	0.15	0.29	0.56	0.99	1.09	1.61	2.64	3.64	4.64	5.13	6.11	7.09	6.34	5.31	4.22	3.25	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57	0.00							
13	0.07	0.16	0.31	0.61	1.07	1.19	1.75	2.86	3.95	5.02	5.56	6.62	7.68	7.15	5.99	4.76	3.66	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.00								
14	0.07	0.17	0.34	0.66	1.15	1.28	1.88	3.08	4.25	5.41	5.98	7.13	8.27	7.99	6.70	5.31	4.09	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.00								
15	0.08	0.19	0.36	0.70	1.24	1.37	2.02	3.30	4.55	5.80	6.41	7.64	8.86	8.86	7.43	5.89	4.54	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.00								
16	0.08	0.20	0.39	0.75	1.32	1.46	2.15	3.52	4.86	6.18	6.84	8.15	9.45	9.76	8.18	6.49	5.00	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	1.00	0.00								
17	0.09	0.21	0.41	0.80	1.40	1.55	2.29	3.74	5.16	6.57	7.27	8.66	10.04	10.69	8.96	7.11	5.48	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	1.00	0.00								
18	0.09	0.22	0.43	0.84	1.48	1.64	2.42	3.96	5.46	6.95	7.69	9.17	10.63	11.65	9.76	7.75	5.97	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	1.00	0.00								
19	0.10	0.24	0.46	0.89	1.57	1.73	2.56	4.18	5.77	7.34	8.12	9.66	11.22	12.64	10.59	8.40	6.47	4.92	3.91	3.20	2.29	1.60	1.00	0.00								
20	0.10	0.25	0.48	0.94	1.65	1.82	2.69	4.39	6.07	7.73	8.55	10.18	11.81	13.42	11.44	9.07	6.99	5.31	4.22	3.45	2.47	1.60	1.00	0.00								
21	0.11	0.26	0.51	0.98	1.73	1.91	2.83	4.61	6.37	8.11	8.98	10.69	12.40	14.10	12.30	9.76	7.52	5.72	4.54	3.71	2.65	1.60	1.00	0.00								
22	0.11	0.27	0.53	1.03	1.81	2.01	2.96	4.83	6.68	8.50	9.40	11.20	12.99	14.77	13.19	10.47	8.06	6.13	4.87	3.98	2.85	1.60	1.00	0.00								
23	0.12	0.28	0.56	1.08	1.90	2.10	3.10	5.05	6.98	8.89	9.83	11.71	13.58	15.44	14.10	11.19	8.62	6.55	5.20	4.26	3.05	1.60	1.00	0.00								
24	0.12	0.30	0.58	1.12	1.98	2.19	3.23	5.27	7.28	9.27	10.26	12.22	14.17	16.11	15.03	11.93	9.18	6.99	5.54	4.54	3.05	1.60	1.00	0.00								
25	0.13	0.31	0.60	1.17	2.06	2.28	3.36	5.49	7.59	9.66	10.69	12.73	14.76	16.78	15.98	12.68	9.76	7.43	5.89	4.82	3.05	1.60	1.00	0.00								
26	0.13	0.32	0.63	1.22	2.14	2.37	3.50	5.71	7.89	10.04	11.11	13.24	15.35	17.45	16.95	13.45	10.36	7.88	6.25	5.12	3.05	1.60	1.00	0.00								
28	0.14	0.35	0.67	1.31	2.31	2.55	3.77	6.15	8.50	10.82	11.97	14.26	16.53	18.79	18.94	15.03	11.57	8.80	6.99	5.72	3.05	1.60	1.00	0.00								
30	0.15	0.37	0.72	1.41	2.47	2.74	4.04	6.59	9.11	11.59	12.82	15.28	17.71	20.14	21.01	16.67	12.84	9.76	7.75	6.34	3.05	1.60	1.00	0.00								
32	0.16	0.40	0.77	1.50	2.64	2.92	4.31	7.03	9.71	12.38	13.68	16.30	18.89	21.48	23.14	18.37	14.14	10.76	8.54	7.00	3.05	1.60	1.00	0.00								
35	0.18	0.43	0.84	1.64	2.88	3.19	4.71	7.69	10.62	13.52	14.96	17.82	20.67	23.49	26.30	21.01	16.17	12.30	9.76	8.00	3.05	1.60	1.00	0.00								
40	0.21	0.50	0.96	1.87	3.30	3.65	5.38	8.79	12.14	15.45	17.10	20.37	23.62	26.85	30.06	25.67	19.76	15.03	11.60	9.00	3.05	1.60	1.00	0.00								
45	0.23	0.56	1.08	2.11	3.71	4.10	6.08	9.89	13.66	17.39	19.24	22.92	26.57	30.20	33.82	30.63	23.58	18.00	13.60	10.00	3.05	1.60	1.00	0.00								

Tipo A: Lubricación manual o por goteo
Tipo B: Lubricación en baño o con disco
Tipo C: Lubricación con chorro de aceite

Tabla 9.- Capacidades en caballos de fuerza-cadena simple de rodillos número 40

CALCULO DE VELOCIDAD MÁXIMA EN LLANO

(Salazar Francisco. “Análisis de un kart de competición y sus componentes” p.63-66)

Para determinar la velocidad máxima que puede alcanzar el kart es necesario hacer dos comprobaciones. Primero se analiza la velocidad máxima por condiciones de potencia de motor y resistencia total al avance, y en segundo lugar se calcula la velocidad máxima por las relaciones que tienen lugar en la cadena de transmisión.

Formulación:

Fm – Rt = m*a, donde **Fm** es la fuerza motriz, **Rt** es la resistencia total al avance, **m** es la masa y **a** es la aceleración.

$$F_m \text{ (Kgf)} = \frac{P(CV) \cdot 75 \cdot \mu_t}{V},$$

Donde **P** es la potencia en caballos de vapor, **μ** es el rendimiento de la transmisión y **V** la velocidad en m/s.

$$R_T = R_r + R_a + R_p,$$

Donde **Rr** es la resistencia a la rodadura, **Ra** es la resistencia al aire y **Rp** es la resistencia por pendiente.

$$R_r = \mu_r \cdot P_{om},$$

Donde **μr** es el coeficiente de resistencia a la rodadura y **Pom** es el peso en orden de marcha.

$$R_a = \frac{C_x \cdot S_{aer.ef}}{16} \cdot V^2,$$

Donde **Cx** es el coeficiente aerodinámico, **Saer.ef** es la superficie aerodinámica efectiva y **V** es la velocidad.

$$R_p = P_{om} \cdot n,$$

Donde **Pom** es el peso en orden de marcha y **n** es la pendiente respecto a la horizontal en tanto por 1.

$$V_{MAX} = \frac{2\pi Rn}{60i}$$

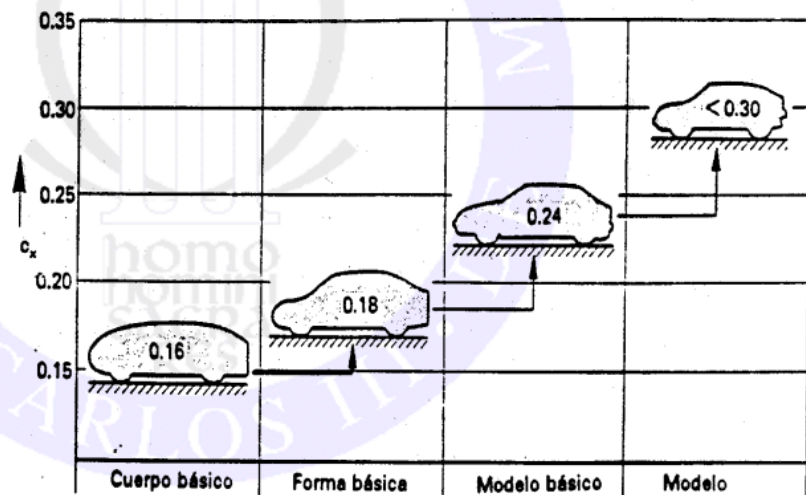
Donde **n** son las revoluciones a máxima potencia, **R** es el radio de la rueda y **ri** es la relación de transmisión.

Condiciones del motor y resistencia al avance:

Según la universidad Carlos III de Madrid en su estudio de "Prestaciones en vehículos" (2004) p. 12-16:

El coeficiente aerodinámico **Cx** depende de la forma del vehículo

Cuerpo	Orientación del flujo	Cx
Placa circular		1.17
Esfera		0.47 *
Semiesfera		0.42 *
Cono (60°)		0.5
Cubo		1.05 *
Cilindro (l/D > 2)		0.82
Cilindro (l/D < 1)		1.15
Cuerpo currentilíneo l/D = 2.5		0.04
Medio cuerpo currentilíneo sobre el suelo		0.09

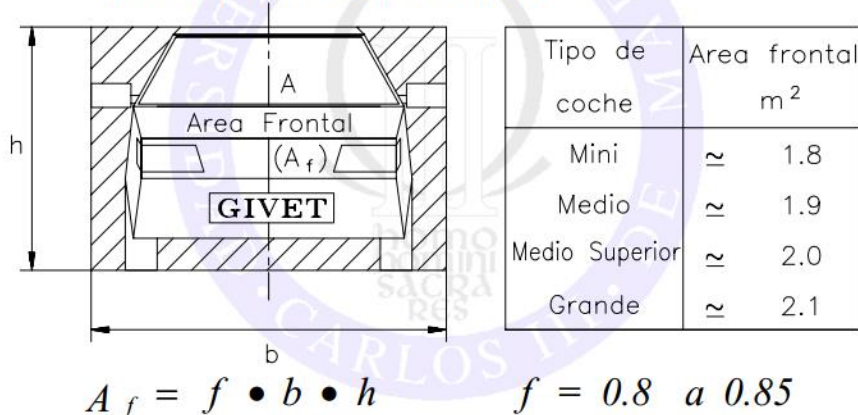


Para este caso **Cx = 0.82**

Potencia (en caballos de vapor) **P= 3 CV**

Superficie aerodinámica efectiva **Saer.ef = 0.559 m²**

El área frontal se calcula en función de las dimensiones del vehículo



$$Saer.ef = Af = (0.85) (1 \text{ m}) (0.658 \text{ m}) = 0.559 \text{ m}^2$$

Resistencia a la rodadura (Rr): La resistencia a la rodadura es debido a la deformación del neumático cuando rueda sobre una superficie dura debido a la carga vertical que actúa sobre éste.

Depende de unos coeficientes empíricos que son función del tipo de neumático y la calzada y del peso del vehículo.

$$R_R = (f_o + f_v \cdot V^n) \cdot P = f_r \cdot P$$

Donde,

f_o y **f_v** son parámetros que dependen fundamentalmente de la presión de inflado.

n es un valor empírico que varía entre 2 y 2.5

P es el peso del vehículo.

Se suele utilizar como **Rr** el producto del peso del vehículo multiplicado por el parámetro **f_r** que engloba los otros dos.

$$R_R = f_r \cdot P$$

Tipo de Vehículo	Superficie		
	Asfalto	Dureza media	Arena
Turismos	0.015	0.08	0.3
Camiones	0.012	0.06	0.25
Tractores	0.02	0.04	0.2

Tabla 10.- Factores de resistencia a la rodadura

Para este caso el factor de resistencia a la rodadura (f_r o μ_r)= **0.015**

$$R_r \text{ (resistencia a la rodadura)} = (0.015) (127 \text{ kg}) = 1.905 \text{ kg}$$

Rendimiento de la transmisión (asumido) $\mu_t = 0.9$

La máxima velocidad se alcanza cuando la capacidad de aceleración del vehículo es nula:

$$F_m - R_t = m \cdot a = 0$$

Por tanto, la máxima velocidad se obtiene cuando: $F_m = R_t$

$$\text{Fuerza motriz } \mathbf{F_m (Kg_f)} = \frac{P(CV) \cdot 75 \cdot \mu_t}{V}$$

$$\text{Resistencia total al avance } \mathbf{R_t = R_r + R_a + R_p}$$

$$\text{Igualando se obtiene, } \frac{P(CV) \cdot 75 \cdot \mu_t}{V} = \mathbf{R_r + R_a + R_p}$$

Sustituyendo las fórmulas de cada resistencia en la igualdad,

$$\frac{P(CV) \cdot 75 \cdot \mu_t}{V} = (\mu_r \cdot P_{om}) + \left(\frac{C_x \cdot S_{aer. ef}}{16} \cdot V^2 \right)$$

$$\frac{(3 CV) \cdot 75 \cdot 0.9}{V} = (0.015 \cdot 127 \text{ kg}) + \left(\frac{0.82 \cdot 0.559}{16} \cdot V^2 \right)$$

$$\frac{202.5}{V} = 1.905 + 0.028V^2$$

$$202.5 = 1.905V + 0.028V^3$$

$$V_{\text{máx}} = 18.17 \text{ m/s} = 65.41 \text{ km/h}$$

Relación de transmisión

Revoluciones a la máxima potencia $n_{\text{máx.Pot.}} = 6500 \text{ rpm}$

Relación de transmisión $i = 2.53$

R (radio de la rueda) = 12.7 cm = 0.127 m

$$V_{\text{máx}} = \frac{n \cdot 2 \cdot \pi \cdot R}{r \cdot i \cdot 60} = \frac{6500 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0.127}{2.53 \cdot 60} = 34.17 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 123 \text{ km/h}$$

La velocidad máxima que podría alcanzar el kart por condiciones de resistencia es de 65.4 km/h pero debido a la configuración de la cadena de transmisión la velocidad máxima aumenta a 123 km/h aproximadamente.

CÁLCULO DE LA PENDIENTE MÁXIMA SUPERABLE

(Salazar Francisco. “Análisis de un kart de competición y sus componentes” p.74-76)

En este estudio se calcula cuál es la máxima pendiente que puede superar el kart en orden de marcha. Este caso se da cuando la fuerza motriz que aporta el motor es la mayor posible, es decir, a máximo par. Pero también se ha de calcular la máxima pendiente que puede subir el kart desde parado y a máxima velocidad.

Máxima pendiente a máximo par:

$$n = 6250 \text{ rpm}; \mu_t = 0.9; \mu_r = 0.015; R = 0.127 \text{ m}; C_x = 0.82; P_{\text{om}} = 127 \text{ kg}; S_{\text{aer.ef}} = 0.559 \text{ m}^2$$

En primer lugar se calcula la velocidad a la que va el kart en condiciones de máximo par,

$$V_{6250} = \frac{n \cdot 2 \cdot \pi \cdot R}{r \cdot i \cdot 60} = \frac{6250 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0.127}{2.53 \cdot 60} = 32.85 \text{ m/s}$$

La máxima pendiente que podrá alcanzar el kart se dará cuando la capacidad de aceleración sea nula, es decir:

$$F_m - R_t = 0 \text{ por tanto, } F_m = R_t$$

$$F_m \text{ (kgf)} = \frac{Mm * r_i * \mu_t}{R} \text{ donde,}$$

T - es el par motor máximo en kgf.m

μ_t - es el rendimiento de la transmisión

R - radio de la rueda

$$R_t = R_r + R_a + R_p$$

$$R_r = \mu_r * P_{om}$$

$$R_a = \frac{C_x * S_{aer} * \rho * V^2}{16}$$

$R_p = P_{om} * n$ donde está siendo usada en las r.p.m "n" es la pendiente del suelo respecto a la horizontal en tanto por 1.

Sustituyendo valores en la igualdad anterior,

$$\frac{T * r_i * \mu_t}{R} = (\mu_r * P_{om}) + \frac{C_x * S_{aer} * \rho * V^2}{16} + (P_{om} * n)$$

$$\frac{0.35 * 2.53 * 0.9}{0.127} = (0.015 * 127) + \frac{0.82 * 0.559 * 32.85^2}{16} + (127 * n)$$

$$n = 0.2090$$

Por tanto el kart podría subir una pendiente de 21% en condiciones de máximo par.

Máxima pendiente a máxima velocidad:

Como se ha comentado, la máxima velocidad se da para $n = 6500$ rpm

$$V_{6500} = \frac{n \cdot 2 \cdot \pi \cdot R}{r_i \cdot 60} = \frac{6500 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0.127}{2.53 \cdot 60} = 34.17 \text{ m/s}$$

$$F_m = R_t$$

$$\frac{T \cdot r_i \cdot \mu t}{R} = (\mu_r \cdot P_{om}) + \frac{C_x \cdot S_{aer} \cdot \rho \cdot V^2}{16} + (P_{om} \cdot n)$$

$$\frac{0.33 \cdot 2.53 \cdot 0.9}{0.127} = (0.015 \cdot 127) + \frac{0.82 \cdot 0.559 \cdot 34.17^2}{16} + (127 \cdot n)$$

$$n = 0.2317$$

Por tanto, el kart podría subir una pendiente de 23.17% en condiciones de máxima velocidad.

Máxima pendiente desde parado:

En este caso la velocidad inicial del kart se considera 0, y por tanto la resistencia aerodinámica al ser directamente proporcional a la velocidad también es 0.

Las revoluciones de parado se consideran 2500. Como no hay datos del par a estas revoluciones se considera un par de 0.46 kgf.

$$F_m = R_t$$

$$\frac{T \cdot r_i \cdot \mu t}{R} = (\mu_r \cdot P_{om}) + (P_{om} \cdot n)$$

$$\frac{0.46 \cdot 2.53 \cdot 0.9}{0.127} = (0.015 \cdot 127) + (127 \cdot n)$$

$$n = 0.050$$

Por tanto, el kart podría subir una pendiente de 5% desde parado.

SISTEMA DE FRENOS

Su principal función es disminuir o anular progresivamente la velocidad del vehículo, o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido. El sistema de freno principal, o freno de servicio, permite controlar el movimiento del vehículo, llegando a detenerlo si fuera preciso de una forma segura, rápida y eficaz, en cualquier condición de velocidad y carga en las que rueda.

Los frenos deben cumplir los requisitos de inmovilizar al vehículo en pendiente, incluso en ausencia del conductor. Un freno es eficaz, cuando al activarlo se obtiene la detención del vehículo en un tiempo y distancia mínimos. La estabilidad de frenada es buena cuando el vehículo no se desvía de su trayectoria. Una frenada es progresiva, cuando el esfuerzo realizado por el conductor es proporcional a la acción de frenado.

Una clasificación clásica de los sistemas de frenado podría ser:

- **Frenos de Tambor:** consiste un tambor girando solidariamente a la rueda que tiene un material de fricción capaz de frenar el coche cuando se empuja contra el tambor.
- **Frenos de Disco:** consta de un disco rotor metálico sobre el que se ejerce presión a través de las pinzas de freno (que tienen montadas unas pastillas de material de fricción) mediante un sistema hidráulico, normalmente. Estas pastillas son las que se aplican contra la superficie del disco para generar fuerza de frenado.
- **Freno de Estacionamiento:** el freno de mano, que actúa solamente sobre las ruedas posteriores y sirve para mantener el coche parado en un estacionamiento.

Los frenos de disco son más eficaces, porque su diseño permite una mayor disipación del calor por el aire. A su vez existen diferentes sistemas de frenado, el más común y utilizado es el sistema de antibloqueo de frenos, mejor conocido como ABS. La mayoría de los automóviles tienen frenos delanteros de disco y frenos traseros de tambor.

Cuando las pastillas o balatas rozan contra el disco o el tambor, se genera calor. Si éste no se disipa rápidamente los frenos se sobrecalientan y dejan de funcionar, a este fenómeno se le llama cristalización de balatas.

Los frenos delanteros producen 80% de la potencia de frenado del automóvil, y por ello son más susceptibles al sobrecalentamiento que los traseros. La mayoría de los automóviles tienen frenos delanteros de discos porque al enfriarse por el aire son menos propensos a la cristalización de las balatas.

Frenos de Discos

El freno de disco consiste en un disco de hierro fundido o rotor que gira con la rueda, y una pinza o mordaza (caliper) montada en la suspensión delantera que presiona las pastillas de fricción (balatas) contra el disco.

La mayoría de los frenos de disco tienen pinzas corredizas. Se montan de modo que se puedan correr unos milímetros hacia ambos lados. Al pisar el pedal del freno, la presión hidráulica empuja un pistón dentro de la pinza y presiona una pastilla contra el rotor. Esta presión mueve toda la pinza en su montaje y jala también la otra pastilla contra el rotor.

Este sistema de frenado tiene las siguientes ventajas:

- No se cristalizan las balatas
- Cuando el rotor se calienta y se dilata, se hace más grueso, aumentando la presión contra las pastillas,
- Tiene un mejor frenado en condiciones adversas, cuando el rotor desecha agua y polvo por acción centrífuga.

Por otra parte, las desventajas de los frenos de disco comparados con los de tambor, son que no tienen la llamada acción de servo o de aumento de potencia, y sus pastillas son más pequeñas que las zapatas de los frenos de tambor, y se gastan más rápido.

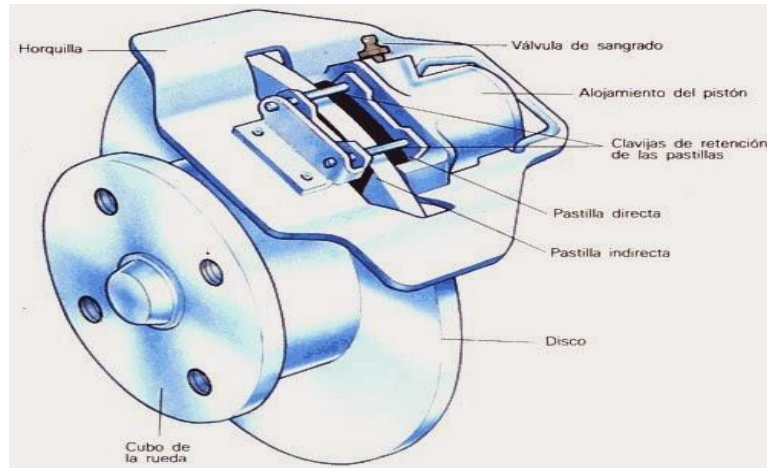


Ilustración 19.- Partes de un sistema de freno de discos

ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA

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

En el diseño de los elementos del kart desarrollados en este trabajo se ha utilizado el software Solidworks Simulation 2018, el cual, permite realizar modelado de los elementos mecánicos y a partir de éstos la aplicación de análisis en diferentes aspectos, en este caso se hará un análisis estático.

Para iniciar cualquier modelado se empieza de un croquis en el cual se van detallando poco a poco las propiedades.

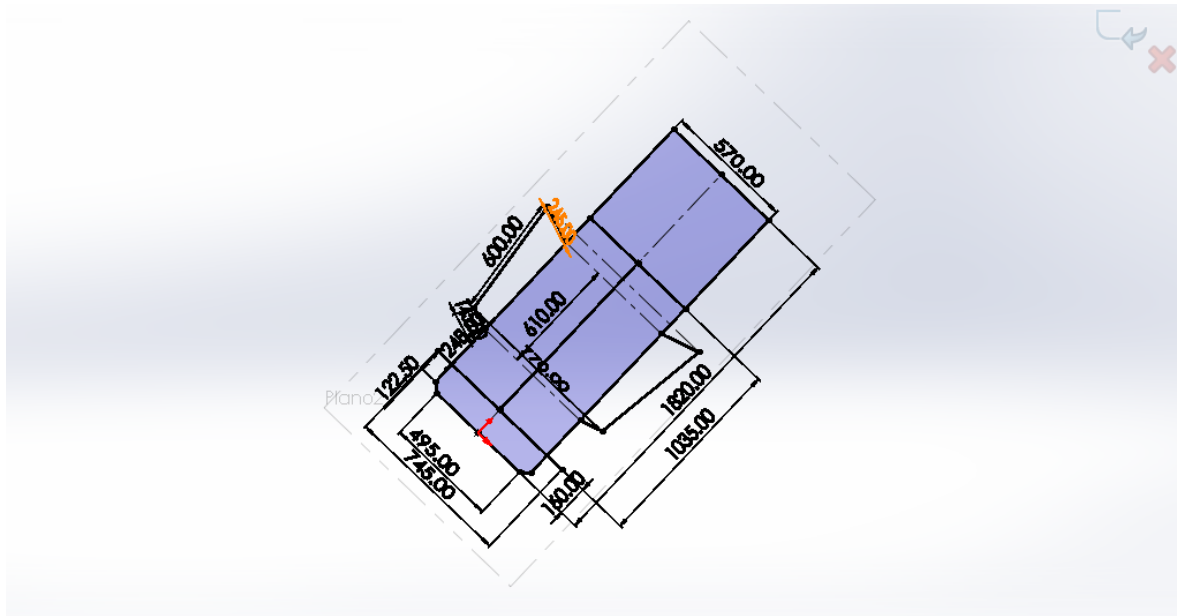


Ilustración 20.- Croquis inicial para crear el análisis del chasis

Durante el proceso de darle forma al diseño en el computador se analiza geometría, mallado correspondiente, generando matrices para los nodos, posteriormente el programa realiza cálculos pertinentes y entrega resultados.

En el análisis por medio de elementos finitos básicamente se permite utilizar teorías fundamentales y sencillas de la mecánica de materiales en pequeños elementos finitos en los cuales se divide al modelo 3D generado. La división en estos pequeños elementos es el espacio geométrico que ocupa el modelo 3D del componente a analizar.

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

El objetivo de realizar este análisis es determinar las dimensiones y espesores de la tubería estructural a utilizar para la fabricación del chasis del kart.

En este estudio se toma el modelo 3D del kart y se le colocan cargas y propiedades del material seleccionado para la aplicación, posteriormente se corren el análisis estático y nodal que finalmente arroja resultados de los esfuerzos a los que se someterá el vehículo

al estar parado sosteniendo los pesos del conductor, motor, accesorios y peso propio el chasis, además, nodos de vibración con sus respectivas frecuencias de resonancia.

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

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

El análisis que se obtiene sobre el chasis el kart cuando se encuentra estacionado y cargado completamente con los pesos principales que son:

- Conductor
- Motor
- Accesorios

En el entorno de Solidworks Simulation 2018, se ha configurado para que visualmente se indiquen las cargas y los puntos fijos, es así que se indica las cargas con su ubicación, dirección color rosa y los puntos fijos o de desplazamiento nulo con múltiples flechas de color verde, esto se puede observar en la ilustración siguiente:

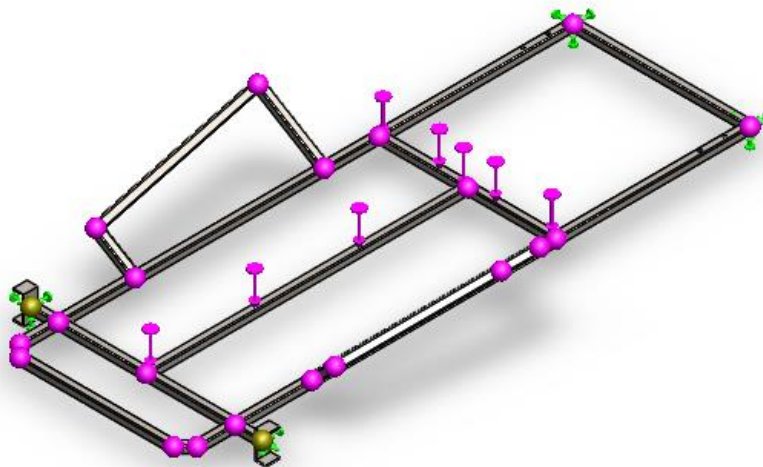


Ilustración 21.- Puntos de esfuerzo en la estructura

El material a ser utilizado es el acero ASTM A36 determinado para el uso en la construcción del chasis. Las propiedades del material se obtienen de la base de datos de materiales del software Solidworks 2018.

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

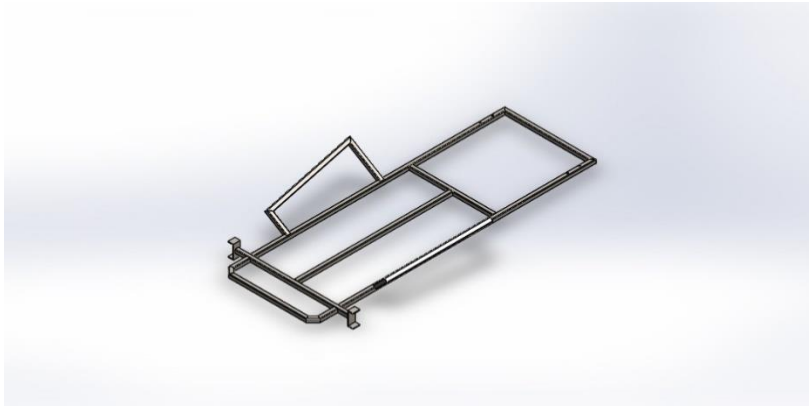
La optimización se obtendrá de una serie de pruebas en función de la obtención de un factor de seguridad basado en la comparación de los esfuerzos máximos encontrados con respecto a la resistencia a la fluencia del material, nace de la consideración de que se deben afinar los cálculos para obtener el diseño más liviano posible de un vehículo, sin embargo por consideraciones de estabilidad del vehículo se recomienda obtener un peso tal que permita mantener el centro de gravedad del kart, incluyendo el piloto, lo más cerca del suelo. Estos criterios son contradictorios sin embargo sirven de guía para llegar de los análisis o simulaciones llevadas a cabo.

Proceso de análisis

Resultados

En el análisis estático se realizaron simulaciones simultáneas, debido a la gran cantidad de elementos y grados de libertad que el mallado del elemento generó y a las capacidades del computador que se utilizó.

Las zonas con mayor esfuerzo se ubican en donde las cargas tienen contacto con el chasis, esencialmente en la parte trasera en donde se concentra el peso del motor y el piloto, como se observa a continuación:



Simulación de CHASIS 02 SIN BASE DE MOTOR

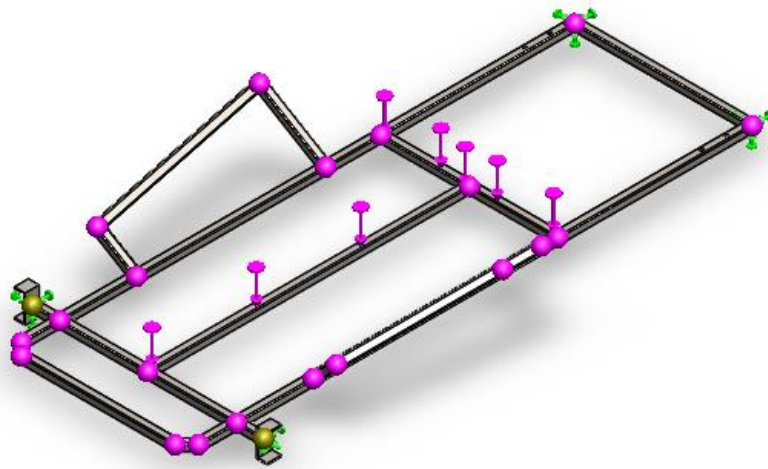
Diseñador: DANIELA BLANDÓN

Nombre de estudio: Análisis estático

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

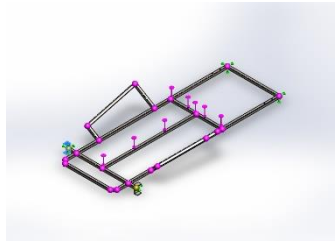
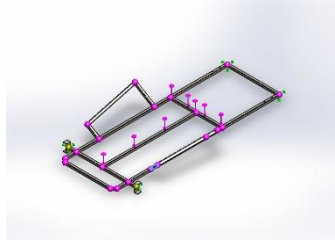
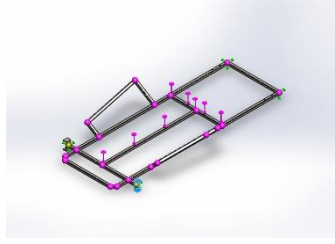
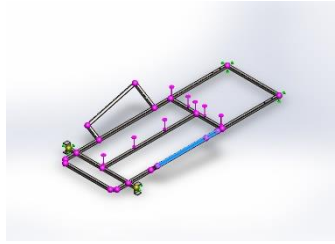
Descripción	72
Suposiciones	73
Información de modelo	73
Propiedades de estudio	78
Unidades .. Error! Bookmark not defined.	8
Propiedades de material	79
Cargas y sujeciones	81
Definiciones de conector	82
Información de contacto	82
Información de malla	83
Detalles del sensor	84
Fuerzas resultantes	84
Vigas	85
Resultados del estudio	86

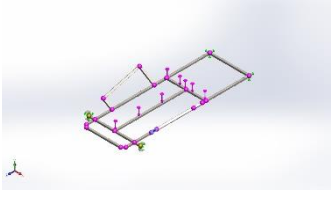
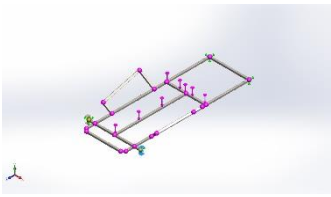
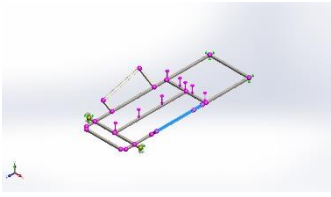
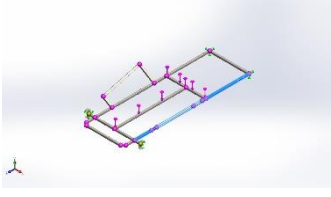


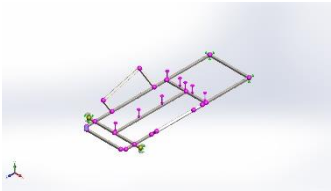
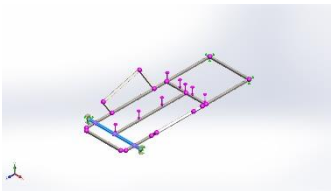
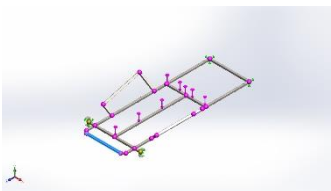
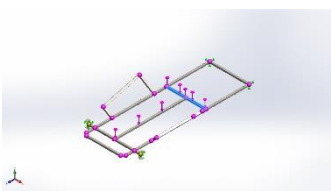
Nombre del modelo: CHASIS 02 SIN BASE DE MOTOR
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

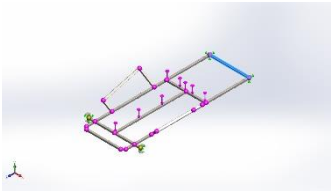
Sólidos

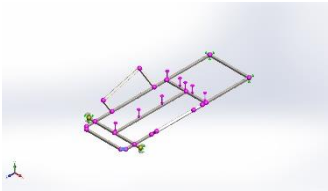
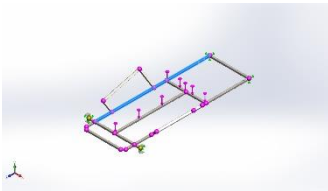
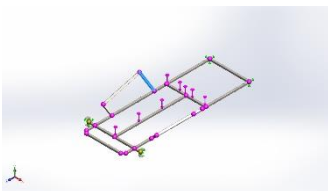
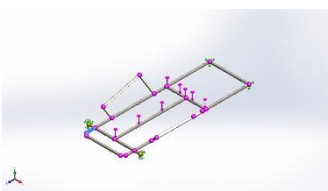
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
----------------------------------	--------------	--------------------------

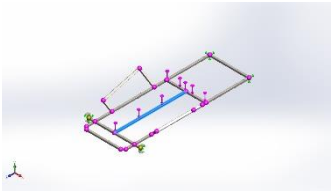
<p>Saliente-Extruir1[2]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.255277 kg Volumen:3.25193e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:2.50171 N</p>
<p>Saliente-Extruir1[1]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.255277 kg Volumen:3.25193e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:2.50171 N</p>
<p>Sólidos de viga:</p>		
<p>Nombre de documento y referencia</p>	<p>Formulación</p>	<p>Propiedades</p>
<p>Viga-1(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[17])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:135.154mm Volumen:3.69791e-05m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:0.290286kg Peso:2.8448N</p>
<p>Viga-2(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[16])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:600mm Volumen:0.000164164m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:1.28869kg Peso:12.6292N</p>

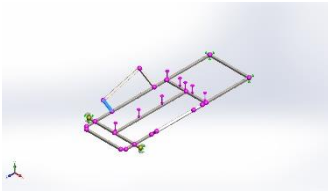
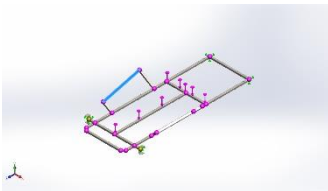
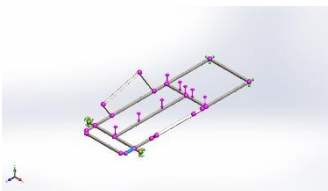
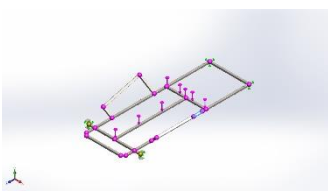
<p>Saliente-Extruir1[1]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.255277 kg Volumen:3.25193e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:2.50171 N</p>
<p>Sólidos de viga:</p>		
<p>Nombre de documento y referencia</p>	<p>Formulación</p>	<p>Propiedades</p>
<p>Viga-1(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[17])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:135.154mm Volumen:3.69791e-05m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:0.290286kg Peso:2.8448N</p>
<p>Viga-2(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[16])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:600mm Volumen:0.000164164m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:1.28869kg Peso:12.6292N</p>
<p>Viga-3(Cortar-Extruir1[1])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:1647.3mm Volumen:0.000449711m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:3.53023kg Peso:34.5963N</p>

<p>Viga-4(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[9])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:53.033mm Volumen:1.45098e-05m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:0.113902kg Peso:1.11624N</p>
<p>Viga-5(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[1])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:745mm Volumen:0.000203835m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:1.60011kg Peso:15.681N</p>
<p>Viga-6(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[2])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:495mm Volumen:0.000135431m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:1.06313kg Peso:10.4187N</p>
<p>Viga-7(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[11])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:544.6mm Volumen:0.000149005m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:1.16969kg Peso:11.4629N</p>

<p>Viga-8(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[6])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:570mm Volumen:0.000155957m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:1.22426kg Peso:11.9977N</p>
--	--	---

<p>Viga-9(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[3])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:53.033mm Volumen:1.45098e-05m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:0.113902kg Peso:1.11624N</p>
<p>Viga-10(Cortar-Extruir1[2])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:1647.3mm Volumen:0.000449717m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:3.53027kg Peso:34.5967N</p>
<p>Viga-11(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[12])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:235.154mm Volumen:6.43381e-05m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:0.505054kg Peso:4.94953N</p>
<p>Viga-12(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[8])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:109.8mm Volumen:3.00417e-05m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:0.235828kg Peso:2.31111N</p>

<p>Viga-13(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[10])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:1009.6mm Volumen:0.000276231m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.16841kg Peso:21.2504N</p>
--	--	--

<p>Viga-14(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[14])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:135.154mm Volumen:3.69792e-05m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:0.290287kg Peso:2.84481N</p>
<p>Viga-15(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[13])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:600mm Volumen:0.000164162m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:1.28867kg Peso:12.629N</p>
<p>Viga-16(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[4])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:109.8mm Volumen:3.0041e-05m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:0.235822kg Peso:2.31105N</p>
<p>Viga-17(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[15])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/square tube/1x1x0.125 Área de sección: 0.000273604m² Longitud:235.154mm Volumen:6.43381e-05m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:0.505054kg Peso:4.94953N</p>

Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla mixta
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	Direct sparse solver
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\CARLOS LEZAMA\Documents\PROYECTOS DE DISEÑO\GOKART DANIELA)

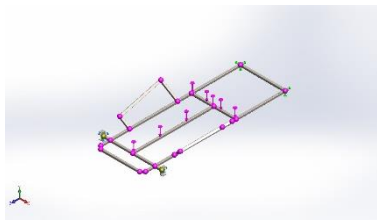
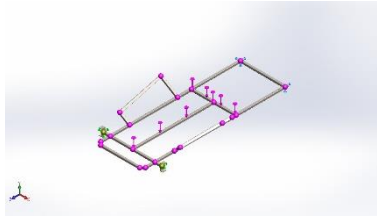
Unidades

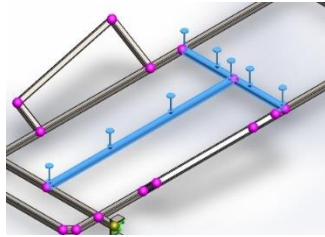
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

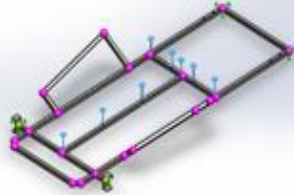
Nombre: ASTM A36 Acero
 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal
 Criterio de error predeterminado: Desconocido
 Límite elástico: $2.5e+08 \text{ N/m}^2$
 Límite de tracción: $4e+08 \text{ N/m}^2$
 Módulo elástico: $2e+11 \text{ N/m}^2$
 Coeficiente de Poisson: 0.26
 Densidad: 7850 kg/m^3
 Módulo cortante: $7.93e+10 \text{ N/m}^2$

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p>Tipo: Geometría fija</p>
Fijo-2		<p>Tipo: Geometría fija</p>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 2 Viga(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: 445 N Momentos: 445 N.m

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible

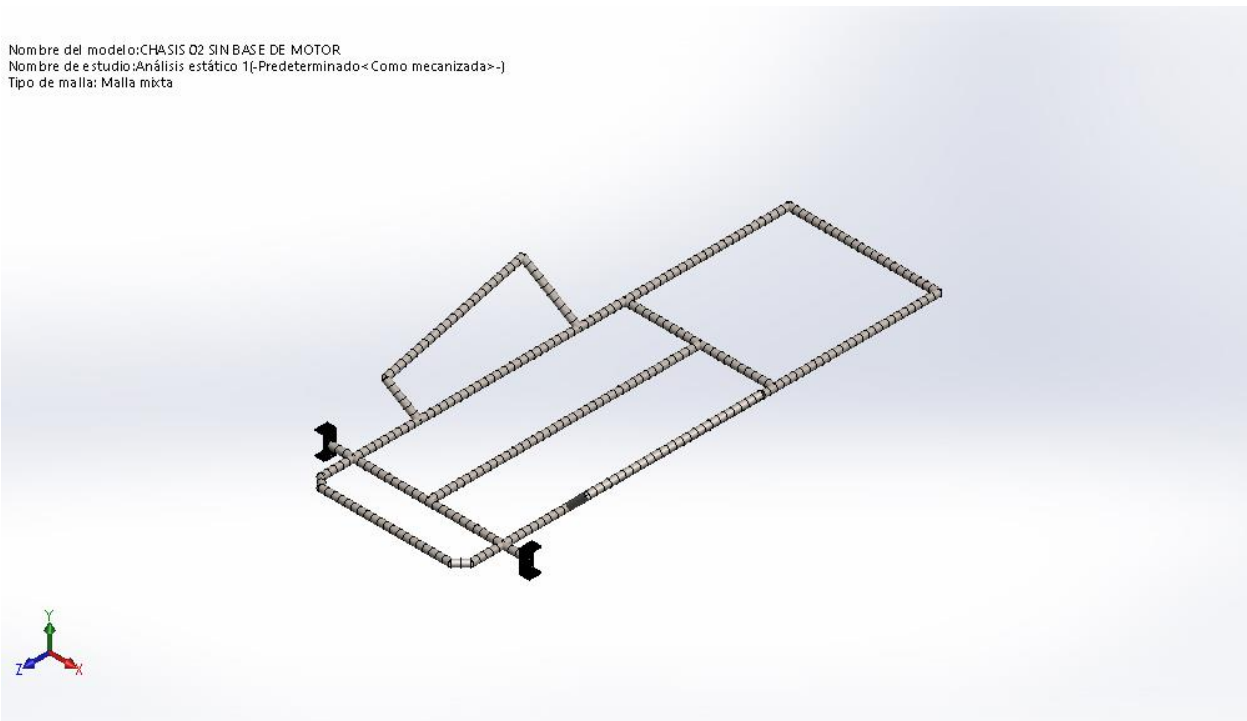
Información de malla

Tipo de malla	Malla mixta
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño de elementos	4.02282 mm
Tolerancia	0.201141 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	17888
Número total de elementos	10380
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:07
Nombre de computadora:	DANIELA

Nombre del modelo: CHASIS Q2 SIN BASE DE MOTOR
 Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado<Como mecanizada>-]
 Tipo de malla: Malla mixta



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0	890	-6.10352e-05	890

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-81.6979	-114.628	0.251812	140.763

Vigas

Fuerzas de viga

Nombre de viga	Junta s	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m)
Viga-1(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[17])	1	2.69238	-12.4754	68.3348	0.709879	1.68424	1.43121
	2	-2.69221	12.4752	-68.3349	9.19867	0.124669	-1.43121
Viga-2(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[16])	1	68.2664	13.0255	-1.60523	-0.707484	-1.39564	1.71482
	2	-68.2664	-13.0254	1.60522	1.67064	9.21089	-1.71482
Viga-3(Cortar-Extruir1[1])	1	-210.747	82.0697	47.9794	14.616	-5.17517	-3.12487
	2	-210.747	82.0697	47.9794	25.325	-23.4931	-3.12487
	3	530.007	-231.094	-145.25	-42.1636	61.9993	7.04685
	4	-530.007	231.094	145.25	-48.6177	82.4345	-7.04685
	5	-210.746	82.069	47.9808	-15.8419	46.9225	-3.12481
Viga-4(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[9])	1	4.24313	0.516012	1.28003	0.990834	-2.78364	-2.63159
	2	-4.24313	-0.516012	-1.28003	-1.05872	2.81101	2.6316

Nombre de viga	Junta s	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m)
Viga-5(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[1])	1	- 150.77 5	213.189	276.731	-8.51605	30.3911	-42.3149
	2	- 151.11 1	211.411	-222.201	-6.52279	-30.6055	-41.327
	3	200.85	-130.605	-62.0787	6.59465	-8.78251	19.0118
	4	- 200.74 7	129.25	-37.4269	-4.56968	-11.8392	-19.3151
	5	200.85	-130.606	-62.0768	-9.48902	25.0561	19.0118
Viga-6(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[2])	1	- 2.0952 3	- 0.516012	-3.90547	-0.990834	3.82915	-0.107514
	2	2.0952 3	0.516012	3.90547	-0.942371	-3.57372	0.107514
Viga-7(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[11])	1	193.23	313.164	740.753	17.8299	10.1717	-0.550265
	2	208.36 8	316.981	-765.404	11.6759	-11.2006	0.214638
	3	- 193.23	-90.6637	-740.753	-6.44456	47.3737	0.550265
Viga-8(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[6])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-9(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[3])	1	1.2800 3	- 0.516012	-4.24313	0.942371	2.45098	-2.60303
Viga-10(Cortar-Extruir1[2])	1	180.86 9	82.6773	51.7313	18.2915	-21.8218	4.11627

Nombre de viga	Junta s	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m)
	2	-584.535	-234.304	-156.637	-46.9263	63.5346	-7.08435
	3	584.535	234.304	156.637	-50.9716	82.9053	7.08435
	4	180.868	82.678	51.7304	-26.0933	49.1157	4.11621
	5	293.782	60.9031	30.3417	10.7943	-11.2773	2.38303
Viga-11(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[12])	1	9.56417	0.982643	-116.57	-29.4666	0.882601	3.4563
	2	-9.56359	-0.982022	116.57	0.906882	-1.12333	-3.45629
Viga-12(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[8])	1	-3.90547	0.516012	2.09523	1.05872	0.126864	3.8485
	2	3.90547	-0.516012	-2.09523	-0.802053	-0.190076	-3.8485
Viga-13(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[10])	1	-24.6507	259.855	-401.597	15.5861	-38.327	0.0590673
	2	24.6507	185.145	401.597	13.7606	-0.335626	-0.0590673
Viga-14(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[14])	1	-9.56401	0.939327	116.571	10.8298	-1.21725	-3.44404
	2	9.5637	-0.939686	-116.571	6.07296	1.08101	3.44404
Viga-15(Tubo cuadrado)	1	-116.389	-11.6019	-0.11586	-3.44324	0.869263	1.1911

Nombre de viga	Junta s	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m)
1X1X0.125(1)[13])	2	116.389	11.6017	0.116041	3.37368	6.09183	-1.1911
Viga-16(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[4])	1	-3.90547	0.516012	2.09523	-1.42406	0.190076	3.55437
	2	3.90547	-0.516012	-2.09523	1.1674	-0.126864	-3.55437
Viga-17(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[15])	1	-2.69245	13.5992	-68.1201	-1.58187	-1.56618	-9.25294
	2	2.69212	-13.5989	68.1202	-15.1076	-1.7655	9.25295

Tensiones de viga

Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m ²)	Dir. de pliegue1(N/m ²)	Dir. de pliegue2(N/m ²)	Torsional (N/m ²)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m ²)
Viga-1(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[17])	1	9840.42	401331	-952188	641639	1.36336e+06
	2	9839.8	-5.20049e+06	70482.1	-641640	5.28081e+06
Viga-2(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[16])	1	-249508	399978	-789028	768786	1.43851e+06
Viga-2(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[16])	1	-249508	399978	-789028	768786	1.43851e+06
	2	-249508	944497	-5.2074e+06	-768787	6.4014e+06

Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m^2)	Dir. de pliegue1(N/m^2)	Dir. de pliegue2(N/m^2)	Torsional (N/m^2)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m^2)
Viga-3(Cortar-Extruir1[1])	1	-770261	8.26321e+06	2.92579e+06	- 1.40094e+06	1.19593e+07
	2	-770261	1.43176e+07	1.32819e+07	- 1.40094e+06	2.83697e+07
	3	1.93713e+06	-2.38373e+07	-3.50514e+07	3.15924e+06	6.08258e+07
	4	1.93713e+06	2.74861e+07	4.66045e+07	- 3.15924e+06	7.60278e+07
	5	-770260	-8.95627e+06	-2.65277e+07	- 1.40091e+06	3.62542e+07
Viga-4(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[9])	1	-15508.3	-560171	-1.57374e+06	- 1.17979e+06	2.14942e+06
	2	-15508.3	-598549	-1.58921e+06	1.17979e+06	2.20327e+06
Viga-5(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[1])	1	551071	4.81457e+06	1.71817e+07	- 1.89706e+07	2.25473e+07

Viga-5(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[1])	1	- 150.775	213.189	276.731	-8.51605	30.3911	-42.3149
	2	- 151.111	211.411	-222.201	-6.52279	-30.6055	-41.327

	3	200.85	-130.605	-62.0787	6.59465	-8.78251	19.0118
	4	- 200.747	129.25	-37.4269	-4.56968	-11.8392	-19.3151
	5	200.85	-130.606	-62.0768	-9.48902	25.0561	19.0118
Viga-6(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[2])	1	- 2.09523	- 0.516012	-3.90547	-0.990834	3.82915	-0.107514
	2	2.09523	0.516012	3.90547	-0.942371	-3.57372	0.107514
Viga-7(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[11])	1	193.23	313.164	740.753	17.8299	10.1717	-0.550265
	2	208.368	316.981	-765.404	11.6759	-11.2006	0.214638
	3	-193.23	-90.6637	-740.753	-6.44456	47.3737	0.550265
Viga-8(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[6])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-9(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[3])	1	1.28003	- 0.516012	-4.24313	0.942371	2.45098	-2.60303
	2	- 1.28003	0.516012	4.24313	-1.1674	-2.42361	2.60303
Viga-10(Cortar-Extruir1[2])	1	180.869	82.6773	51.7313	18.2915	-21.8218	4.11627
	2	- 584.535	-234.304	-156.637	-46.9263	63.5346	-7.08435
	3	584.535	234.304	156.637	-50.9716	82.9053	7.08435
	4	180.868	82.678	51.7304	-26.0933	49.1157	4.11621
	5	293.782	60.9031	30.3417	10.7943	-11.2773	2.38303
Viga-11(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[12])	1	9.56417	0.982643	-116.57	-29.4666	0.882601	3.4563
	2	- 9.56359	- 0.982022	116.57	0.906882	-1.12333	-3.45629
Viga-12(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[8])	1	- 3.90547	0.516012	2.09523	1.05872	0.126864	3.8485
	2	3.90547	- 0.516012	-2.09523	-0.802053	-0.190076	-3.8485
Viga-13(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[10])	1	- 24.6507	259.855	-401.597	15.5861	-38.327	0.0590673
	2	24.6507	185.145	401.597	13.7606	-0.335626	-0.0590673

Viga-14(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[14])	1	-9.56401	0.939327	116.571	10.8298	-1.21725	-3.44404
	2	9.5637	-0.939686	-116.571	6.07296	1.08101	3.44404
Viga-15(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[13])	1	-116.389	-11.6019	-0.11586	-3.44324	0.869263	1.1911
	2	116.389	11.6017	0.116041	3.37368	6.09183	-1.1911
Viga-16(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[4])	1	-3.90547	0.516012	2.09523	-1.42406	0.190076	3.55437
	2	3.90547	-0.516012	-2.09523	1.1674	-0.126864	-3.55437
Viga-17(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[15])	1	-2.69245	13.5992	-68.1201	-1.58187	-1.56618	-9.25294
	2	2.69212	-13.5989	68.1202	-15.1076	-1.7655	9.25295

Tensiones de viga

Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m^2)	Dir. de pliegue1(N/m^2)	Dir. de pliegue2(N/m^2)	Torsional (N/m^2)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m^2)
Viga-1(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[17])	1	9840.42	401331	-952188	641639	1.36336e+06
	2	9839.8	-5.20049e+06	70482.1	-641640	5.28081e+06
Viga-2(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[16])	1	-249508	399978	-789028	768786	1.43851e+06
Viga-2(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[16])	1	-249508	399978	-789028	768786	1.43851e+06
	2	-249508	944497	-5.2074e+06	-768787	6.4014e+06

Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m^2)	Dir. de pliegue1(N/m^2)	Dir. de pliegue2(N/m^2)	Torsional (N/m^2)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m^2)
Viga-3(Cortar-Extruir1[1])	1	-770261	8.26321e+06	2.92579e+06	-1.40094e+06	1.19593e+07
	2	-770261	1.43176e+07	1.32819e+07	-1.40094e+06	2.83697e+07
	3	1.93713e+06	-2.38373e+07	-3.50514e+07	3.15924e+06	6.08258e+07
	4	1.93713e+06	2.74861e+07	4.66045e+07	-3.15924e+06	7.60278e+07
	5	-770260	-8.95627e+06	-2.65277e+07	-1.40091e+06	3.62542e+07
Viga-4(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[9])	1	-15508.3	-560171	-1.57374e+06	-1.17979e+06	2.14942e+06
	2	-15508.3	-598549	-1.58921e+06	1.17979e+06	2.20327e+06
Viga-5(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[1])	1	551071	4.81457e+06	1.71817e+07	-1.89706e+07	2.25473e+07
	2	-552298	-3.68768e+06	1.73029e+07	-1.85277e+07	2.15428e+07
	3	734090	3.7283e+06	4.96521e+06	8.52337e+06	9.4276e+06

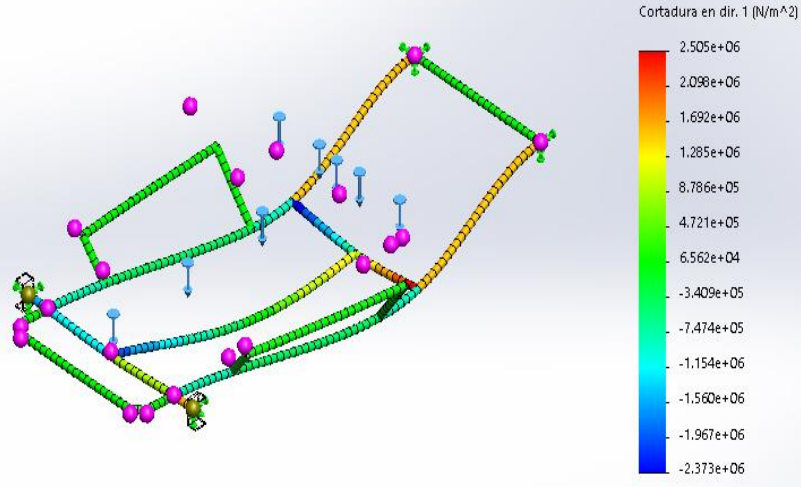
Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m^2)	Dir. de pliegue1(N/m^2)	Dir. de pliegue2(N/m^2)	Torsional (N/m^2)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m^2)
	4	-733714	-2.58348e+06	6.69332e+06	-8.65935e+06	1.00105e+07
	5	734091	-5.36464e+06	-1.41655e+07	8.52337e+06	2.02643e+07
Viga-6(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[2])	1	-7657.88	-560171	-2.16482e+06	-48200.4	2.73265e+06
	2	-7657.88	532772	-2.02041e+06	48200.4	2.56084e+06
Viga-7(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[11])	1	-706237	-1.00802e+07	5.75061e+06	-246694	1.6537e+07
	2	761567	6.60102e+06	6.3323e+06	96226.5	1.36949e+07
	3	-706237	-3.64344e+06	-2.67828e+07	246694	3.11325e+07
Viga-8(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[6])	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
Viga-9(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[3])	1	4678.4	532772	-1.38567e+06	-1.16699e+06	1.92312e+06
	2	4678.41	659991	-1.3702e+06	1.16699e+06	2.03486e+06
Viga-10(Cortar-Extruir1[2])	1	661059	1.03411e+07	1.2337e+07	1.84535e+06	2.33392e+07
	2	-2.13643e+06	-2.65299e+07	-3.59194e+07	-3.17596e+06	6.45857e+07

Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m^2)	Dir. de pliegue1(N/m^2)	Dir. de pliegue2(N/m^2)	Torsional (N/m^2)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m^2)
	3	-2.13643e+06	2.88169e+07	4.68707e+07	3.17596e+06	7.78241e+07
	4	661059	-1.47519e+07	-2.77677e+07	1.84532e+06	4.31806e+07
	5	1.07375e+06	6.10261e+06	6.37563e+06	1.06833e+06	1.3552e+07
Viga-11(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[12])	1	34956.2	-1.6659e+07	-498980	1.54955e+06	1.71929e+07
	2	34954.1	-512708	-635080	-1.54955e+06	1.18274e+06
Viga-12(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[8])	1	-14274.1	598549	-71722.9	1.72531e+06	684546
	2	-14274.1	453442	-107460	-1.72531e+06	575176
Viga-13(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[10])	1	-90096.3	8.81163e+06	2.16683e+07	26482.4	3.057e+07
	2	-90096.3	-7.77957e+06	-189747	-26482.4	8.05941e+06
Viga-14(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[14])	1	-34955.6	6.12264e+06	688172	-1.54398e+06	6.84577e+06
	2	-34954.5	-3.43336e+06	611154	1.54398e+06	4.07947e+06
Viga-15(Tubo cuadrado)	1	-425393	-1.94664e+06	-491440	533992	2.86348e+06
	2	-425393	-1.90732e+06	3.44403e+06	-533992	5.77674e+06

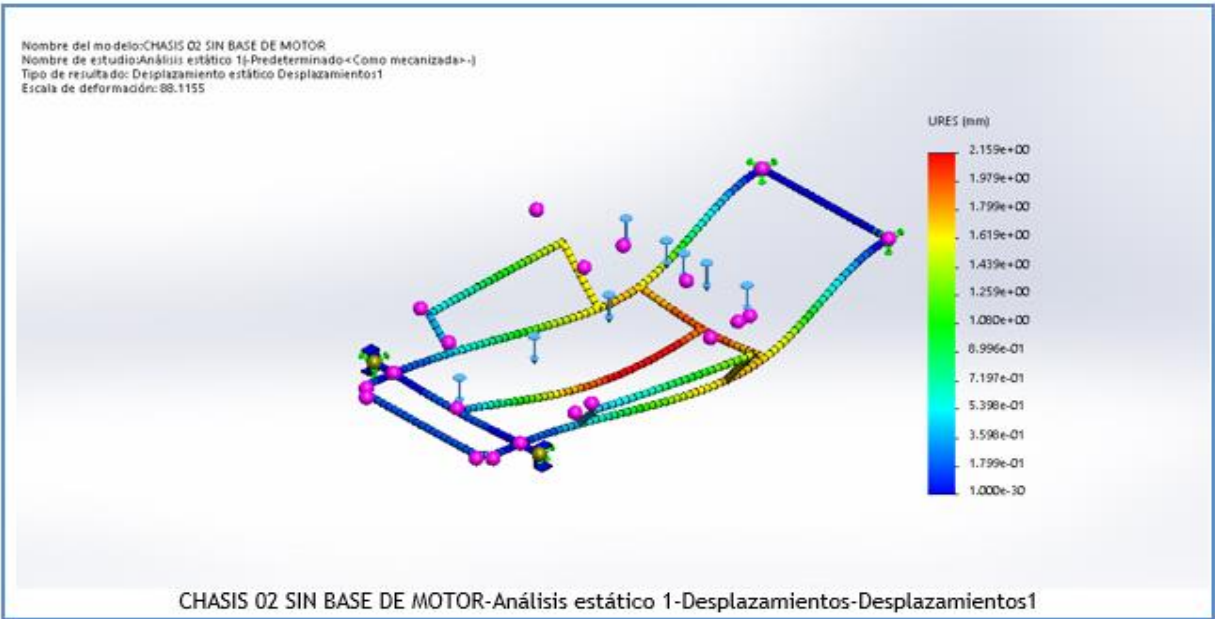
Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m^2)	Dir. de pliegue1(N/m^2)	Dir. de pliegue2(N/m^2)	Torsional (N/m^2)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m^2)
1X1X0.125(1)[13])						
Viga-16(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[4])	1	14274.1	805097	107460	1.59349e+06	926831
	2	14274.1	659991	71722.9	-1.59349e+06	745988
Viga-17(Tubo cuadrado 1X1X0.125(1)[15])	1	-9840.67	-894314	885446	-4.14842e+06	1.7896e+06
	2	-9839.47	8.54109e+06	-998130	4.14842e+06	9.54906e+06

Resultados del estudio

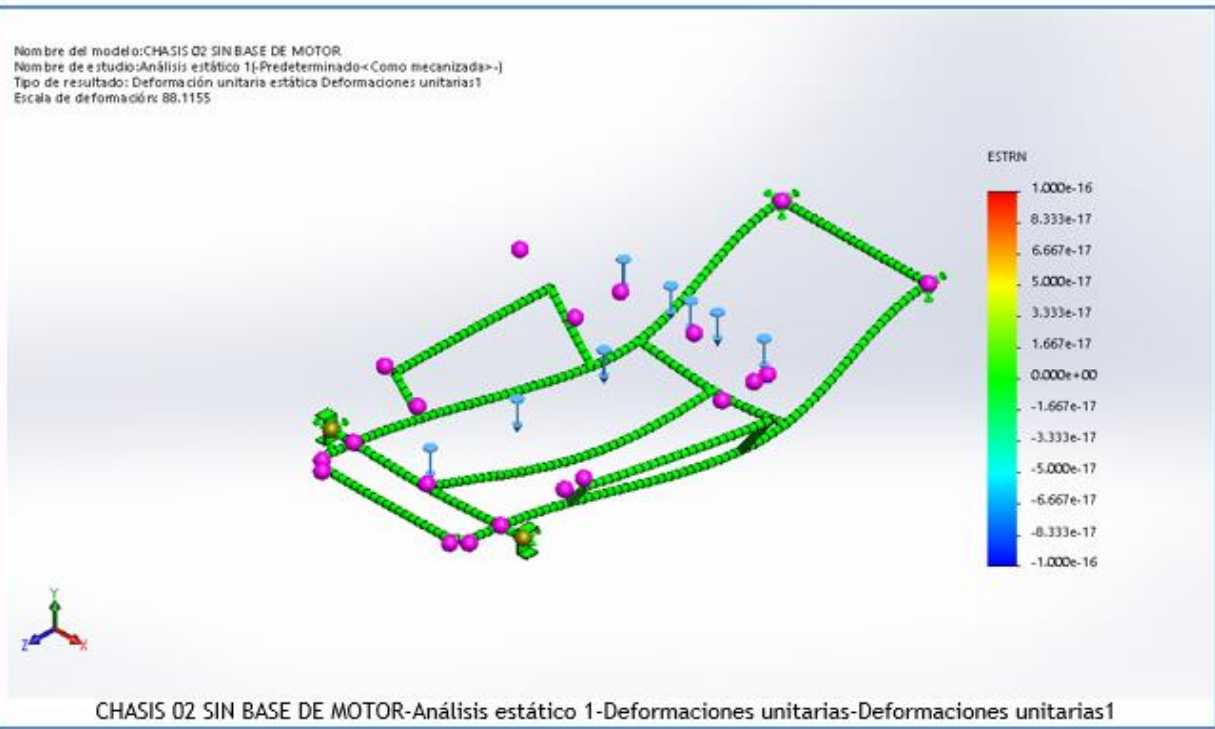
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	Cortadura en dir. 1	-2.373e+06N/m^2 Elemento: 10188	2.505e+06 N/m^2 Elemento: 10167

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
<p>Nombre del modelo: CHASIS 02 SIN BASE DE MOTOR Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado<Como mecanizada>-] Tipo de resultado: Cortadura en dir. 1 Tensiones1 Escala de deformación: 88.1155</p>  <p>Cortadura en dir. 1 (N/m²)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.505e+06 2.098e+06 1.692e+06 1.285e+06 8.786e+05 4.721e+05 6.562e+04 -3.409e+05 -7.474e+05 -1.154e+06 -1.560e+06 -1.967e+06 -2.373e+06 			
CHASIS 02 SIN BASE DE MOTOR-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1			

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1	2.159e+00 mm Nodo: 17799



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0.000e+00 Elemento: 1	0.000e+00 Elemento: 1



ANALISIS ECONOMICO

A continuación, se presentará el análisis global de los gastos, determinando así el costo total de la elaboración del vehículo y si éste se apegó al presupuesto establecido. También se compara el costo de elaboración del Go kart, al precio de un equipo nuevo con las mismas características o similares. Esta comparación servirá para ilustrar si la realización del proyecto desde el punto de vista económico es factible.

Se elaboró un presupuesto pensando en cubrir los tres rubros principales de gastos, dejando un margen de seguridad del 10% para gastos no previstos.

Rubros:

- **Repuestos:** Un recambio, repuesto o refacción es una pieza que se utiliza para reemplazar las originales en máquinas que debido a su uso diario han sufrido deterioro o una avería. En este caso se consideran repuestos a las partes de producción industrial y comercial que se compraron para instalarse en el kart.
- **Consumibles:** Se refiere a aquellos productos que son adquiridos para ser utilizados (consumidos) en las actividades propias de la elaboración del proyecto.
- **Servicios:** Un servicio es un conjunto de actividades que buscan satisfacer las necesidades de un cliente, en este caso, trabajos en los que se pagó por mano de obra.
- **Materiales:** Un material es un elemento que puede transformarse y agruparse en un conjunto. Se consideran como materiales los tubos, la soldadura, esponja y cuerina para el asiento, pernos, cableado, eje trasero, arandelas, etc.

PRESUPUESTO INICIAL DEL PROYECTO	
Repuestos	10000
Consumibles	1000
Servicios	3000
Materiales	4000
SUBTOTAL	18000

Margen (10%)	1800
TOTAL	C\$19800

Tabla 11.- Presupuesto inicial para la realización del proyecto

GASTOS FINALES DE ELABORACIÓN	
Repuestos	7865
Consumibles	1109
Servicios	5990
Materiales	2716
TOTAL	C\$17680

Tabla 12.- Gastos realizados para la elaboración del proyecto

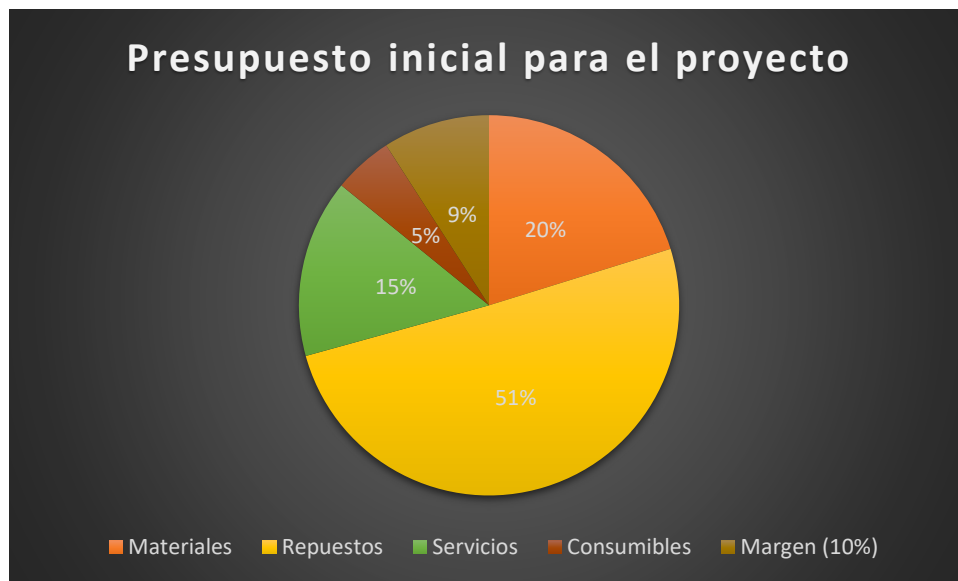


Ilustración 22.- Diagrama porcentual del presupuesto inicial

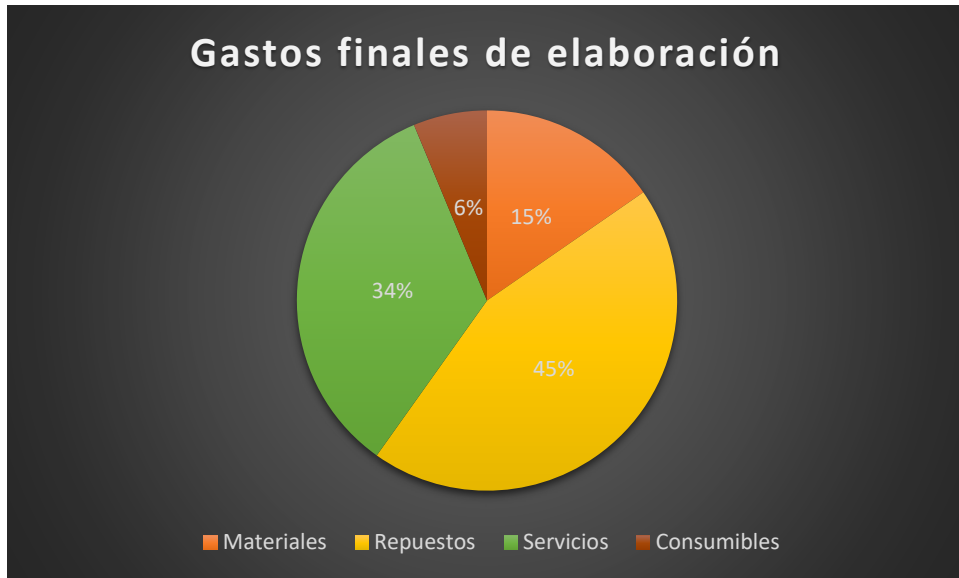


Ilustración 23.- Diagrama porcentual de los gastos finales que se realizaron

Para analizar si la inversión de elaboración del equipo fue factible, compararemos dicho valor vs el valor de un equipo nuevo con características similares. Dicho equipo fue cotizado en los siguientes sitios:

1. https://www.ebay.co.uk/b/Go-Karts/122306/bn_2314870



SUPER IAME CADET KART - 2 STROKE ENGINE ELECTRIC START - HARDLY USED
 60cc engine, Electric start/stop. full livery kit, moulded bumpers all round, fitted with speed limiter which is ideal for those just starting out. CONDITION: USED - GOOD CONDITION.

£1,200.00

Collection in person

Classified Ad with Best Offer



ZIP KART Cadet Go Kart - Completely New Rebuild with 60 cc Race Engine

Eg one look at the brakes and the chain and you will know! This was also the case for the adult karts we used to have. Great opportunity to pick up this fantastic cadet kart by reputable manufacturer Zip Kart.

£1,000.00

Collection in person

Classified Ad with Best Offer

- <https://www.amazon.es/kartmotor/s?ie=UTF8&page=1&rh=i%3Aaps%2Ck%3Akart%20motor>

Baby Kart con 90 Ccm Motor

de KSE Racing

EUR 1.680,00



Voodoo VK1 Kid Race Go Kart, Gas Engine, 3hp, Ages 5-8 SOLD OUT

~~\$1,595.00~~ **TAX RETURN SALE: \$995.00**

You Save: \$600.00 (38 %)

El valor promedio de un vehículo nuevo producido industrialmente es de 1500 dólares equivalentes a 49800 córdobas.

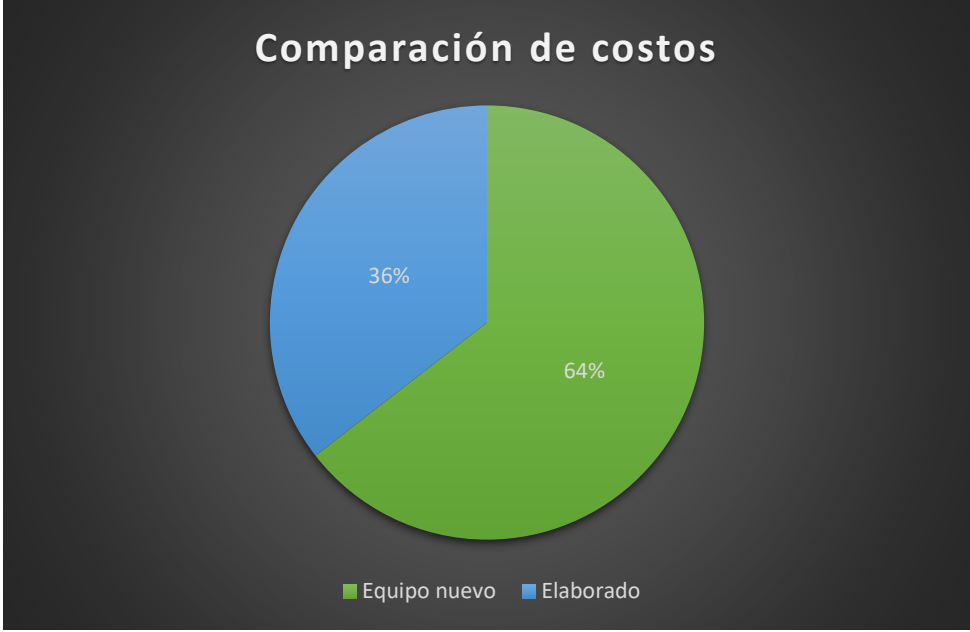


Ilustración 24.- Comprobación de la rentabilidad del proyecto

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- En la construcción del prototipo se utilizó el método de soldadura por arco eléctrico con electrodos revestidos tanto para la estructura como los elementos separables, asegurando la fiabilidad y resistencia de los mismos.
- Se aplicaron las normas de seguridad para el uso de todas las herramientas, así como la utilización de equipos y vestimentas de protección.
- El costo de realización del proyecto fue de C\$17,680, comparado con el costo de inversión en la compra de un equipo nuevo (C\$49800). El equipo se logró hacer con el 36% del costo total de un equipo nuevo.
- Con el análisis estático se pudo demostrar que el material propuesto, así como las dimensiones del mismo son suficientes para resistir las cargas principales.
- En el método experimental del go kart siendo aún más exacto en la manera en que se comporta el chasis con las cargas y condiciones reales se demostró que el diseño es funcional.

Recomendaciones:

- Instalar llantas con un diámetro mayor y seleccionar el tipo adecuado según el uso que va a dársele.
- Añadir aceite de motor al combustible dado que el motor no consta de un sistema de bombeo de aceite.
- En caso de cambiar la batería, seguir las instrucciones establecidas según el distribuidor para ponerla en funcionamiento.
- No exceder el peso para el que fue diseñado el vehículo, 300 lb aproximadamente.
- Dar mantenimiento periódico al motor y sistema eléctrico para prevenir fallos de gravedad.
- Engrasar la cadena de la transmisión 1 vez cada 15 días para alargar la vida útil de la misma.
- Inspeccionar los elementos que están más expuestos al desgaste, en función de las horas trabajadas.

BIBLIOGRAFÍA

Baselga Ariño Santiago (2018). "Cálculo de la cadena de transmisión y de las prestaciones del automóvil" volumen I. Zaragoza: editorial KRONOS, sexta edición.

Cabrera Reyes Marlon & Márquez Flores Juan (2014). "Diseño y construcción de un chasis tubular para un vehículo de competición tipo supercrosscar". (Tesis previa a la obtención del título de ingeniero mecánico automotriz). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

Fernández Carrasquilla Javier & Goñi Córdoba Alicia (2014). "Ensayos no destructivos para localización de grietas en piezas estampadas" (Trabajo de fin de grado). Universidad Pública de Navarra, España.

Gerencia de formación profesional (2013) "Curso Modular Soldador de Estructuras Metálicas". Servicio nacional de capacitación para la industria de la construcción- SENCICO, Lima, Perú.

G. Burk & G. Hamm (1986) "Tablas de la técnica del automóvil". Edición especial para proyectos de formación profesional en el área de la cooperación técnica. Barcelona, España.

L. Mott Robert (2006). "Diseño de elementos de máquinas". México: editorial PEARSON, cuarta edición.

Ramírez Rueda Sebastián & Zaruma González Guillermo (2010). "Diseño y construcción de un prototipo kart". (Tesis de grado para la obtención del título de ingeniero en mecánica automotriz). Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

Salazar Francisco. "Análisis de un kart de competición y sus componentes"

Sebastián Aguado Diego (2014). "Diseño y análisis de chasis de un kart de competición" (Proyecto de fin de carrera). Universidad Carlos III de Madrid, Escuela Politécnica Superior, España.

Silva Flores Erick & Macías Olvera José (2008). "Análisis y diseño del chasis para un GO-KART" (Seminario de titulación: Modelado, diseño, control y manufactura de elementos mecánicos). Instituto Politécnico Nacional, TICOMÁN, México.

REFERENCIAS

“Categorías de competición en el karting” tomado de:

<https://dmkracing.com/noticias/categorias-competicion-karting/>

“Historia de los inicios del karting” tomado de:

<https://gokartmania.com.mx/2016/10/14/la-historia-de-los-inicios-del-karting/>

“Cadenas para transmisión de potencia en karting” tomado de:

<https://agaracing.com/consumibles/cadenas-kart/>

“Nomenclatura y características de una cadena” tomado de:

<https://kitdecadena.com/blogs/el-paso-de-la-cadena-de-la-moto/>

“Clasificación de los sistemas de frenado” tomado de:

<https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-los-frenos>

“Clasificación de los electrodos para soldadura” tomado de:

<https://www.explicofacil.com/2015/04/clasificacion-de-electrodos.html>

ANEXOS

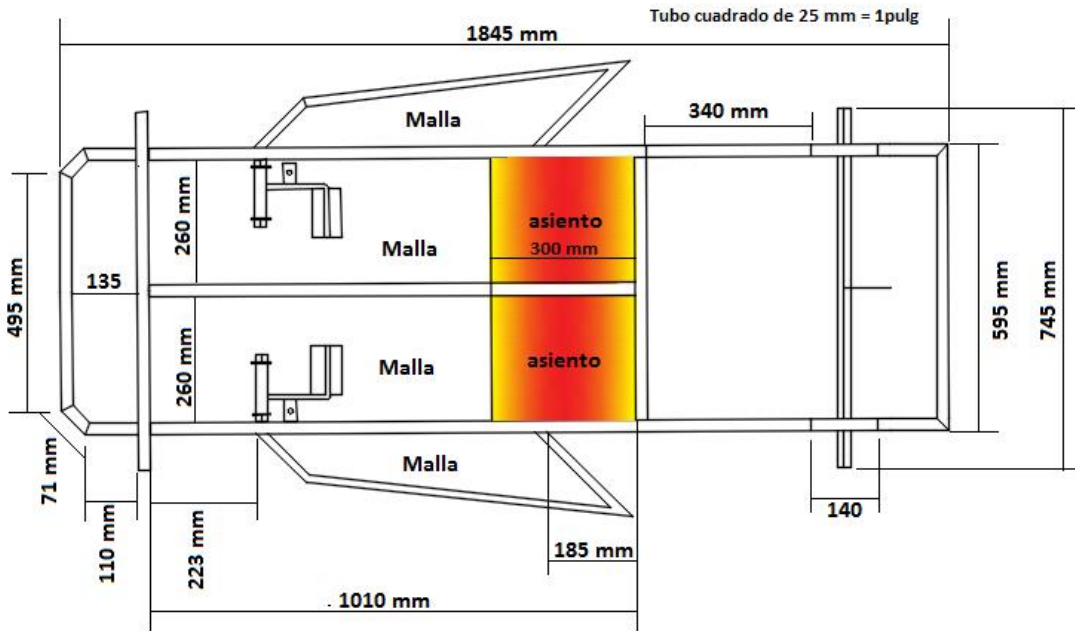


Ilustración 25.- Medidas utilizadas para el diseño del chasis

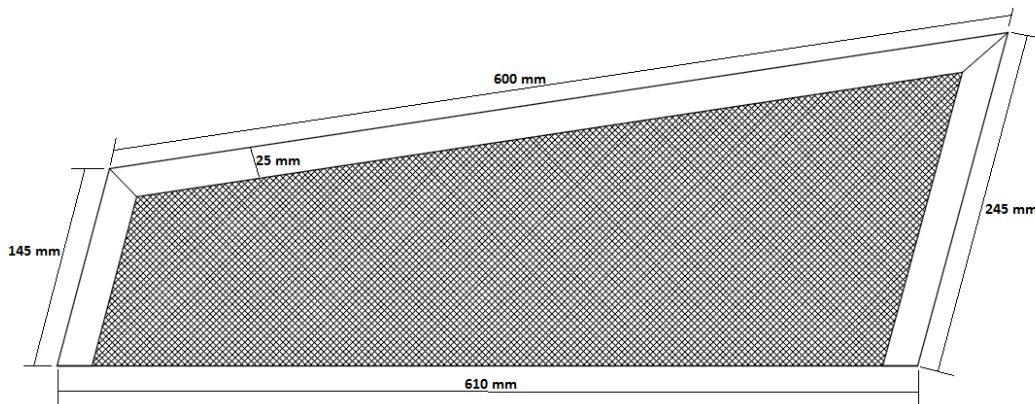


Ilustración 26.- Detalle de una de las aletas del kart

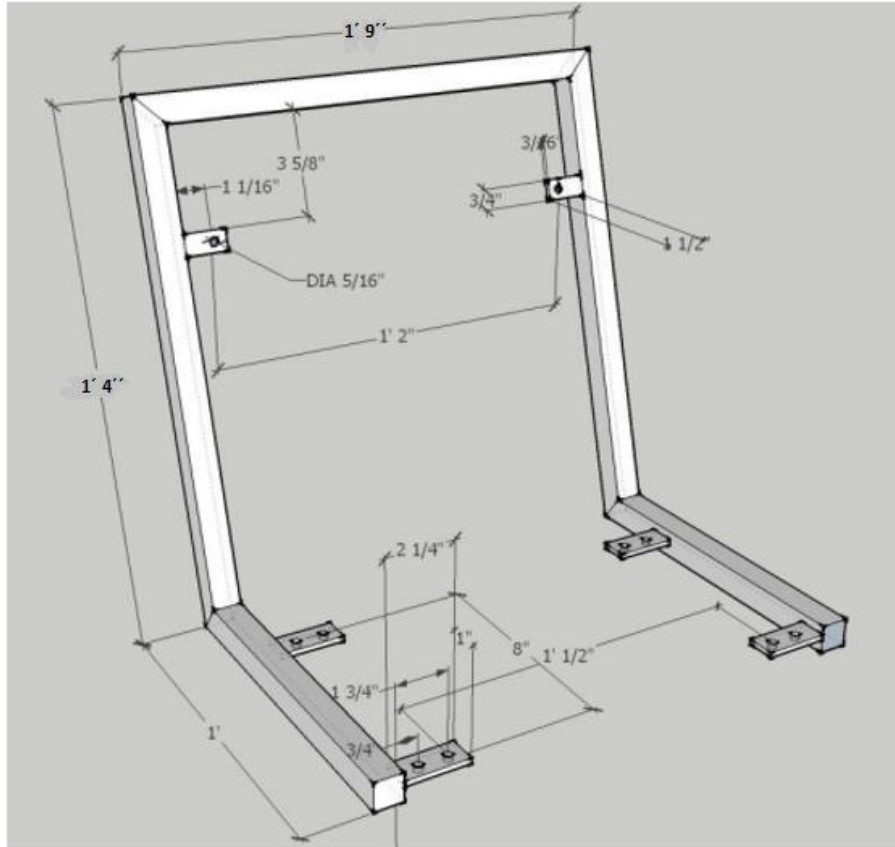


Ilustración 27.- Medidas para la estructura base del asiento

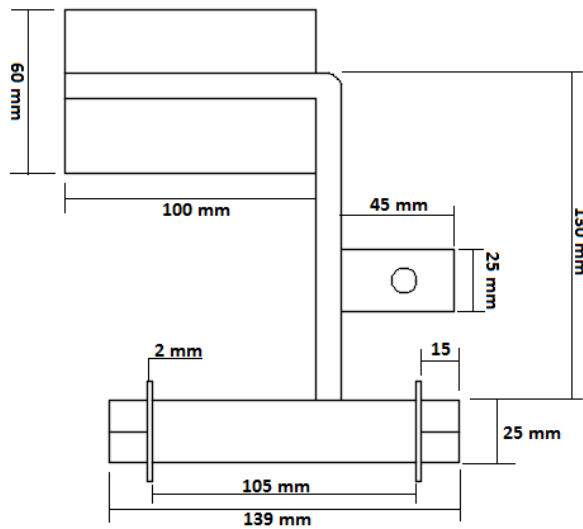


Ilustración 28.- Medidas correspondientes a los pedales

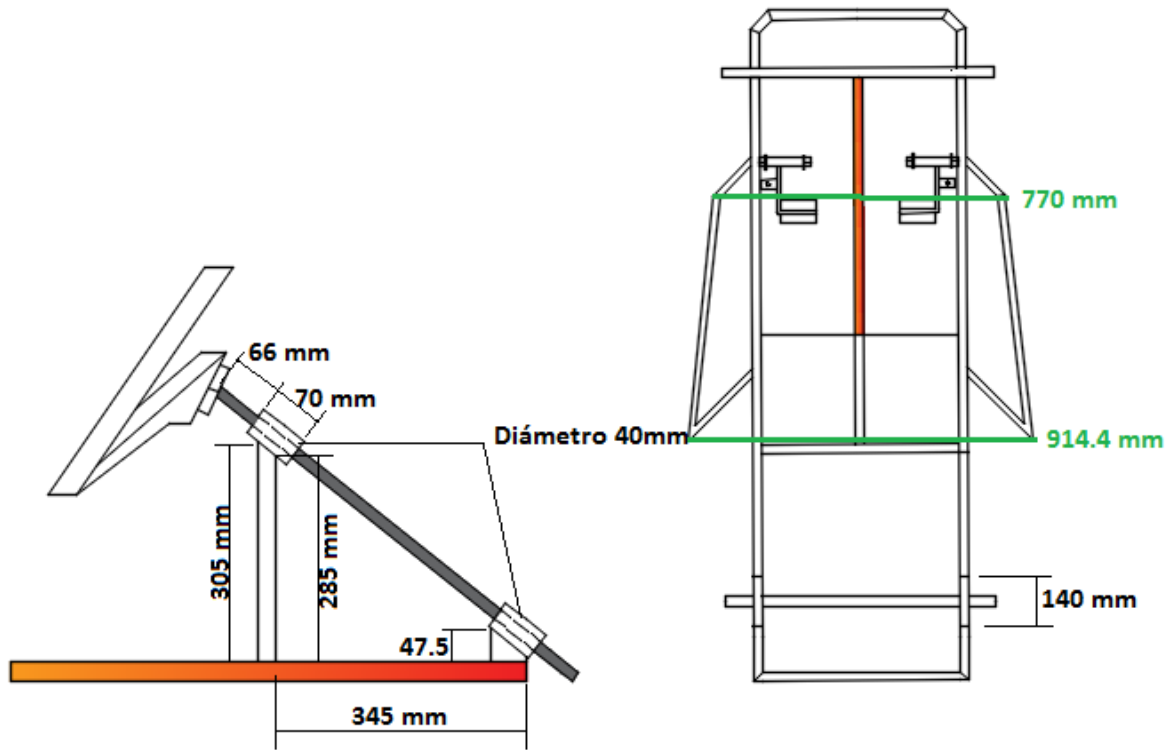
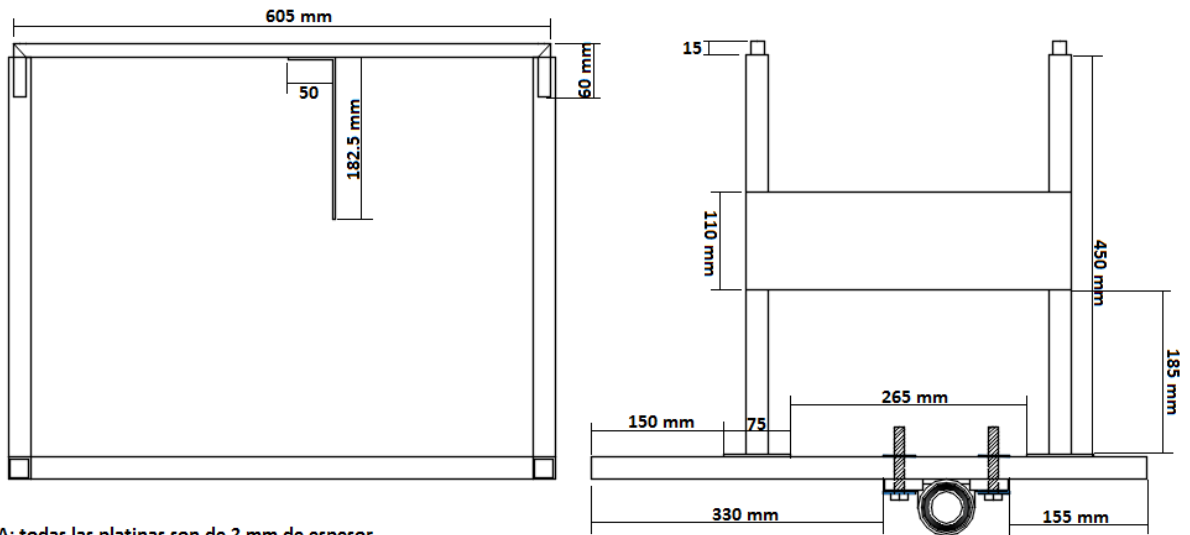


Ilustración 29.- Ubicación y diseño del timón para sistema de dirección



NOTA: todas las platinas son de 2 mm de espesor

Ilustración 30.- Estructura trasera para sujetar el motor

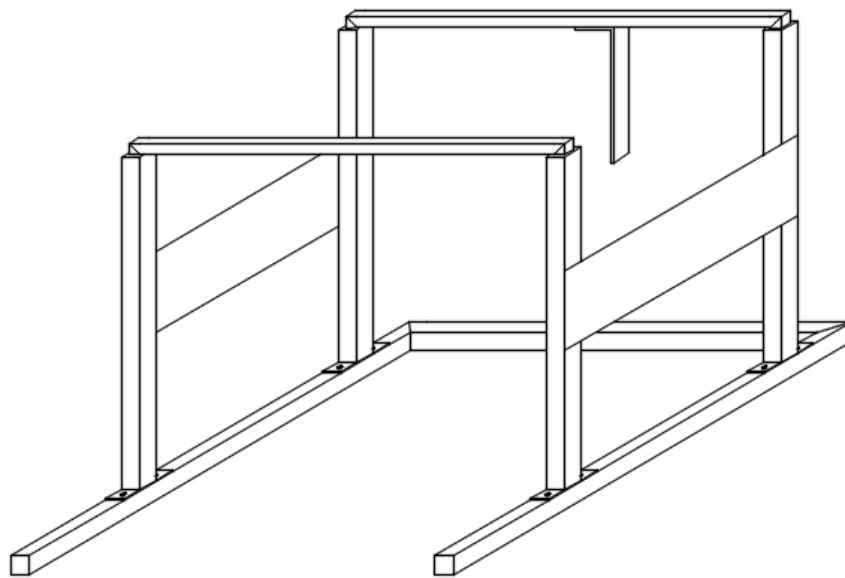


Ilustración 31.- Dibujo isométrico de la estructura trasera

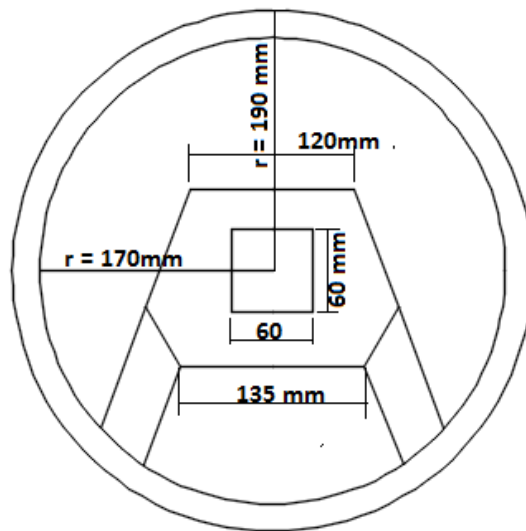


Ilustración 32.- Detalle del timón- vista frontal

NOTA: todas las medidas en mm

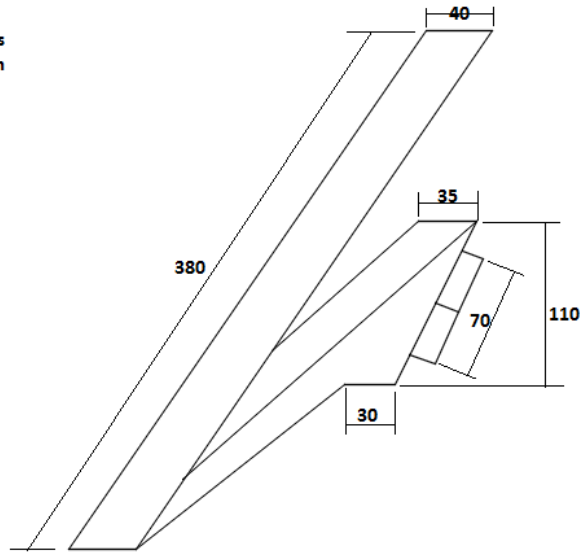


Ilustración 33.- Detalle del timón- vista lateral

Ilustración 34.- Vista 3D de la balinera

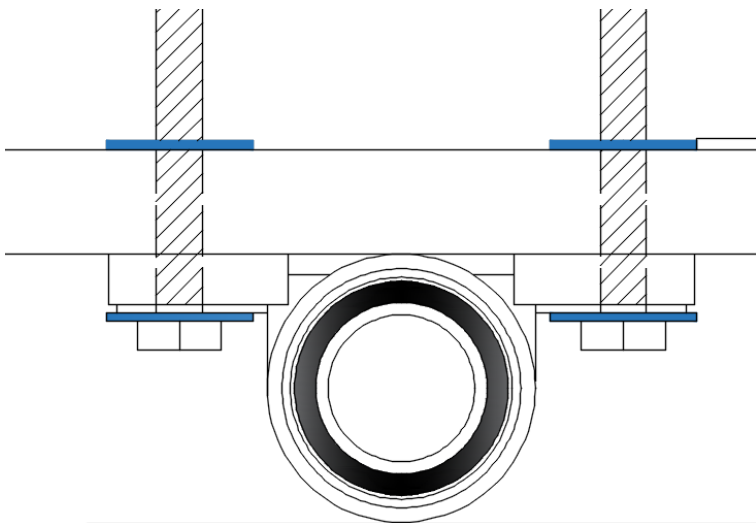


Ilustración 35.- Dibujo técnico de una chumacera





Ilustración 36.- Medidas estándar de las ruedas



Ilustración 38.- Rueda dentada- Catarina



Ilustración 37.- Rueda dentada- piñón



Ilustración 39.- Go Kart (vista isométrica)

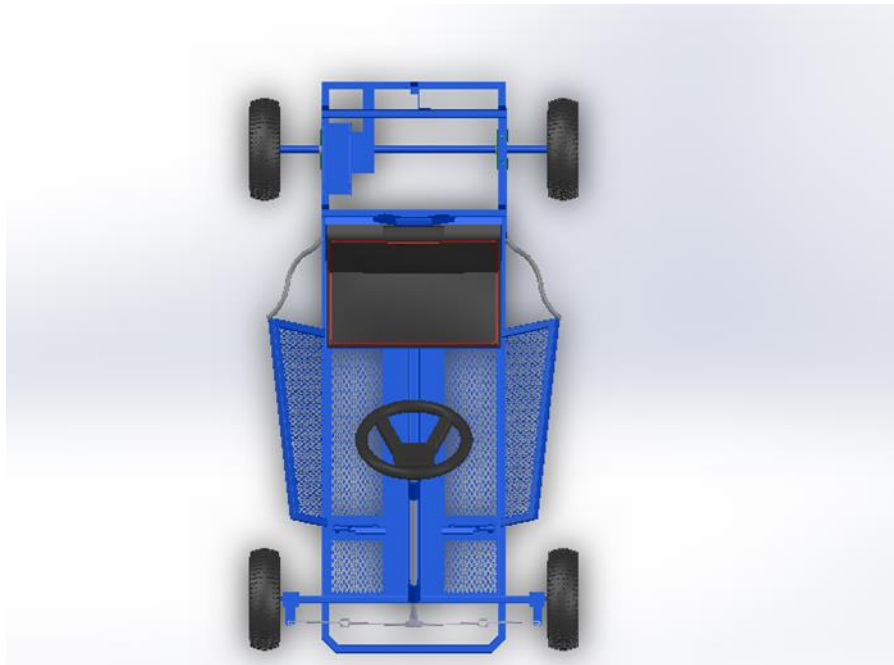


Ilustración 40.- Go Kart (vista superior)



Ilustración 41.- Go Kart (vista lateral)



Ilustración 42.- Prototipo terminado



Ilustración 43.- Vista en planta del prototipo

GLOSARIO

1. **Abrasivo:** Relativo a la abrasión o que la produce. Sustancia usada para arrancar materia mediante raspado y bruñido.
2. **Acrónimo:** Palabra formada por las iniciales o primeras letras de varias palabras
3. **Alabeo:** Deformación de una superficie plana de cualquier material, por acción del calor, humedad, etc., de manera que no pueda coincidir con un plano.
4. **Aleación:** Combinación o mezcla homogénea de dos o más metales o de metaloides con metales, para obtener materiales de condiciones y cualidades que no se hallan en los componentes.
5. **Bastidor:** Armazón metálica que soporta la caja de un vagón, o la carrocería de un automóvil.
6. **Buje:** Pieza que sujeta los elementos destinados a girar en torno a un eje, como los de las ruedas de un automóvil.
7. **Caballaje:** caballos de fuerza, medida de potencia.
8. **Calzada:** Zona de una carretera, entre acera y acera, por la que circulan los vehículos
9. **Cargas:** Fuerzas aplicadas sobre una estructura o superficie.
10. **Catalizador:** sustancia que acelera o retarda una reacción química.
11. **Chavetas:** Clavija o pasador que, puesto en el agujero de una barra, impide que se salgan las piezas que ésta sujeta.
12. **Concéntrico:** Dícese de la figura y del sólido que tienen un mismo centro respecto a otro.
13. **Corrosión:** Deterioro de un material metálico a consecuencia de un ataque de su entorno (aire, agua, etc.)
14. **Crispada:** Del verbo crispar, Causar contracción repentina y pasajera.
15. **Electrodo:** Extremo de un conductor en contacto con un medio al que lleva o del que recibe una corriente eléctrica.
16. **Endotérmico:** Que se produce con absorción de calor.
17. **Escorado:** Desviarse por un lado
18. **Flanco:** Costado, cada una de las dos partes laterales de un cuerpo.
19. **Fundente:** Sustancia que facilita la fusión de otra.
20. **Hidráulico:** Que se mueve por la fuerza del agua
21. **Holgura:** Anchura o amplitud mayor de lo necesario. Espacio vacío que queda entre dos cosas que han de encajar una en otra o que han de ir unidas
22. **Isotrópico:** Que tiene propiedades que son idénticas en todas direcciones
23. **Juego:** Disposición con que están unidas dos cosas, de suerte que sin separarse puedan tener movimiento.
24. **Llano:** Que no tiene desniveles ni irregularidades
25. **Nodos:** En mecánica ondulatoria, cada uno de los puntos que permanecen fijos en un cuerpo vibrante.

Cada uno de los puntos de amplitud nula de una onda estacionaria.

26. **Octano:** Hidrocarburo saturado que existe en los aceites de petróleo.

27. **Oxidación:** es el ataque del oxígeno (normalmente del aire o del agua) a un material produciendo en el material una corrosión (deterioro del material).

28. **Pendiente:** Que está inclinado respecto de un plano

29. **Pigmentos:** Sustancia química pulverizable, soluble en agua y en aceite, que se utiliza en la fabricación de pinturas.

30. **Pivote:** Pieza que gira sobre un soporte. Gorrón o punto de apoyo sobre el que gira un eje.

31. **Purgar:** Evacuar el fluido y los sedimentos e impurezas que pueden dificultar el funcionamiento de una máquina o instalación

32. **Reglaje:** Reajuste que se hace de las piezas de un mecanismo para mantenerlo en perfecto funcionamiento.

33. **Reposo:** Inmovilidad de un cuerpo respecto de un sistema de referencia.

34. **Rodaje:** Situación de un automóvil que no ha circulado la distancia prescrita por el constructor, por lo que debe conducirse con ciertos cuidados con el fin de que las piezas adquieran el juego necesario para la marcha normal.

35. **Surcos:** grabado que se distribuye a lo largo de la superficie de una llanta.

36. **Trayectoria:** Línea descrita en el espacio por un punto que se mueve, en especial por el centro de gravedad de un proyectil. Línea descrita en el espacio por un punto móvil, de acuerdo con una ley determinada.

37. **Tolerancia:** Máxima diferencia que se admite entre el valor nominal y el real en las características físicas y químicas de un material o un producto.

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.- Art Ingels con uno de los primeros modelos de go-kart de la historia	17
Ilustración 2.-Soldadura por arco eléctrico.....	30
Ilustración 3.-Soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible	31
Ilustración 4.- Soldadura con núcleo de fundente.....	32
Ilustración 5.- Partes de un neumático	43
Ilustración 6.-Parámetros geométricos para el cálculo de cilindrada.....	59
Ilustración 7.- Funcionamiento de un motor de 2 tiempos.....	60
Ilustración 8.- Aletas de enfriamiento del cilindro del motor	61
Ilustración 9.- Principio de funcionamiento del carburador.....	62
Ilustración 10.- Partes básicas de un carburador.....	63
Ilustración 11.- Volúmenes del conjunto cilindro- pistón.....	65
Ilustración 12.- Curva de par motor y potencia.....	73
Ilustración 13.- Curvas características del motor	74
Ilustración 14.- Variación de la trayectoria y velocidad de un eslabón	76
Ilustración 15.- Efecto poligonal de la cadena.....	76
Ilustración 16.- Transmisión de esfuerzos.....	78
Ilustración 17.- Esfuerzos durante el engrane de la cadena con la rueda	78
Ilustración 18.- Diferentes partes de la cadena para kart	80
Ilustración 19.- Partes de un sistema de freno de discos	97
Ilustración 20.- Croquis inicial para crear el análisis del chasis.....	98
Ilustración 21.- Puntos de esfuerzo en la estructura	99
Ilustración 22.- Diagrama porcentual del presupuesto inicial.....	128
Ilustración 23.- Diagrama porcentual de los gastos finales que se realizaron	129
Ilustración 24.- Comprobación de la rentabilidad del proyecto	131
Ilustración 25.- Medidas utilizadas para el diseño del chasis	135
Ilustración 26.- Detalle de una de las aletas del kart.....	135
Ilustración 27.- Medidas para la estructura base del asiento	136
Ilustración 28.- Medidas correspondientes a los pedales.....	136
Ilustración 29.- Ubicación y diseño del timón para sistema de dirección	137
Ilustración 30.- Estructura trasera para sujetar el motor.....	137
Ilustración 31.- Dibujo isométrico de la estructura trasera.....	138
Ilustración 32.- Detalle del timón- vista frontal.....	138
Ilustración 33.- Detalle del timón- vista lateral.....	139
Ilustración 34.- Vista 3D de la balinera	139
Ilustración 35.- Dibujo técnico de una chumacera	139
Ilustración 36.- Medidas estándar de las ruedas	140
Ilustración 37.- Rueda dentada- piñón.....	140
Ilustración 38.- Rueda dentada- Catarina	140
Ilustración 39.- Go Kart (vista isométrica)	141
Ilustración 40.- Go Kart (vista superior)	141
Ilustración 41.- Go Kart (vista lateral).....	142
Ilustración 42.- Prototipo terminado	142
Ilustración 43.- Vista en planta del prototipo.....	143

Índice de Tablas

Tabla 1.- Comparación entre métodos de soldadura MIG y MAG	31
Tabla 2.- Comisión internacional de karting.....	37
Tabla 3.- Campeonato de España de karting	38
Tabla 4.- Ficha técnica del motor instalado	58
Tabla 5.- Número de dientes para ruedas dentadas estándar	77
Tabla 6.- Factores de servicio para transmisiones por cadenas	83
Tabla 7.- Tamaños de cadenas de rodillos	84
Tabla 8.- Medidas estándar de cadenas DID para motos	86
Tabla 9.- Capacidades en caballos de fuerza-cadena simple de rodillos número 40.....	87
Tabla 10.- Factores de resistencia a la rodadura.....	91
Tabla 11.- Presupuesto inicial para la realización del proyecto.....	128
Tabla 12.- Gastos realizados para la elaboración del proyecto.....	128