

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO**



**CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**GUÍA DE DISEÑO PARA UN CHASIS KART KF SEGÚN LA NORMATIVA  
CIK/FIA COMO INICIATIVA DE HOMOLOGACIÓN DURANTE EL PERIODO  
ABRIL- OCTUBRE 2022.**

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN LA CARRERA DE  
MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:**

**Inga Correa Alex Marcelo**

**DIRECTOR:**

**Ing. Santín Torres Eddy Xavier**

**Loja, 02 de noviembre 2022**

# CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INV. DE FIN DE CARRERA



Loja, 07 de octubre 2022

Los suscritos Ing. Eddy X. Santín T. Docente responsable y Director del proyecto de titulación de Fin de Carrera del ISTS del mismo, a petición de parte interesada y en forma legal.

## CERTIFICA:

Que el Sr. **ALEX MARCELO INGA CORREA**, con cédulas de identidad Nro. 0105251904, ha realizado la entrega del proyecto de titulación denominado: **GUÍA DE DISEÑO PARA UN CHASIS KART KF SEGÚN LA NORMATIVA CIK/FIA COMO INICIATIVA DE HOMOLOGACIÓN DURANTE EL PERIODO ABRIL-OCTUBRE 2022**. Para tal efecto el Ing. Eddy Xavier Santín Torres da fe de que se ha realizado la entrega y revisión correspondientes de la documentación la cual tiene una efectividad de 100%

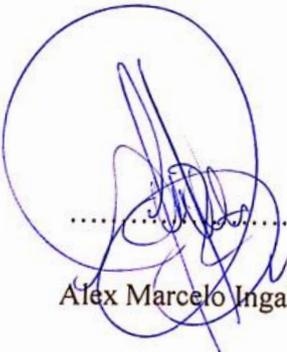
Particular que se comunica en honor a la verdad para los fines pertinentes.



Ing. Eddy X. Santín T.  
Responsable de recibir el  
Proyecto de titulación T.S. Mecánica Automotriz  
Director – Responsable

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS.

Yo Alex Marcelo Inga Correa con cédula de identidad número 0105251904, estudiante egresado de la carrera de mecánica automotriz libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido de la presente tesis titulada "GUÍA DE DISEÑO PARA UN CHASIS KART KF SEGÚN LA NORMATIVA CIK/FIA COMO INICIATIVA DE HOMOLOGACIÓN DURANTE EL PERIODO ABRIL-OCTUBRE 2022" me corresponde exclusivamente y la propiedad intelectual de la misma pertenece al Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.



.....

Alex Marcelo Inga Correa

C:I: 0105251904

### **Dedicatoria.**

Quiero dedicar este proyecto a mi madre Magaly María Correa Ríos, a pesar de ya no estar conmigo en este mundo fue ella quien me incentivo a volver a retomar mis estudios y a salir siempre adelante. Este proyecto quiero reflejar la dedicación y el esfuerzo que ella siempre ponía en cada una de sus labores, dando lo mejor de sí y nunca bajando los brazos ni darse por vencida.

A mi padre Luis Marcelo Inga Guartatanga, gran hombre que me enseñó a trabajar duro y sin descanso hasta lograr mis metas, siento un padre ejemplar y siempre trabajo duro para sacarnos adelante a mí y a mis hermanos, aunque casi no pasaba en casa por trabajar todo el día, hoy comprendo su sacrificio y estoy inmensamente agradecido con él.

### **Agradecimiento.**

A mis padres por siempre darme la oportunidad a pesar de haber fracasado en ocasiones, ellos nunca dudaron de mi capacidad para lograr cada uno de mis objetivos.

A mi familia por ser el motor principal para nunca rendirme y siempre seguir adelante a pesar de las adversidades, brindándome su apoyo y su cariño en todo momento en este trayecto de mi vida estudiantil.

A mis amigos por ser más que amigos una familia con la que supe contar siempre y a su vez ellos contaron conmigo sin dudarlo.

A mi novia María por acompañarme y darme apoyo y consuelo cuando las situaciones se ponían difíciles y en este trayecto final de mi vida de estudiante en el Instituto Superior Sudamericano.

A mis maestros mecánicos y profesionales por darme parte de su experiencia y conocimiento para mejorar cada día como profesional.

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Conste por el presente documento la Cesión de los Derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA.** - Por sus propios derechos; el Ing. Eddy Javier Santín Torres en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y, Alex Marcelo Inga Correa en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; mayores de edad emiten la presente acta de cesión de derechos

**SEGUNDA.** - Alex Marcelo Inga Correa, realizó la Investigación titulada “Guía de diseño para un chasis kart kf según la normativa cik/fia como iniciativa de homologación durante el periodo abril- octubre 2022.”; para optar por el título de Tecnólogo superior en mecánica automotriz, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ing. Eddy Javier Santin Torres.

**TERCERA.** - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se

apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

**CUARTA.** - Los comparecientes Ing. Eddy Javier Santin Torres, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera y Alex Marcelo Inga Correa como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos de proyecto de investigación de fin de carrera titulado “Guía de diseño para un chasis kart kf según la normativa cik/fia como iniciativa de homologación durante el periodo abril- octubre 2022” a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

**QUINTA.** - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos. Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes

02 de noviembre del año 2022.



.....

Ing. Eddy Xavier Torres Santin

C.I.



.....

Alex Marcelo Inga Correa

C.I. 0105251504

## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Loja, 02 de noviembre del 2022

**Nombres:** Alex Marcelo

**Apellidos:** Inga Correa

**Cédula de Identidad:** 0105251904

**Carrera:** Mecánica Automotriz

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** Ciclo extraordinario.

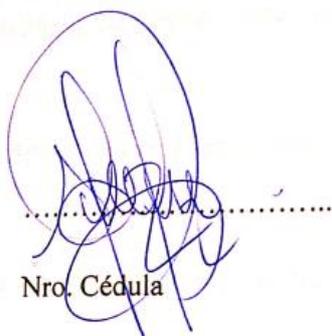
**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:** Guía de diseño para un chasis kart kf según la normativa cik/fia como iniciativa de homologación durante el periodo abril- octubre 2022. En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja;  
Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para  
la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera. En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma:



Nro. Cédula

0105251904

## Índice

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INV. DE FIN DE CARRERA .....	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS.....	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimiento.....	4
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA.....	5
DECLARACIÓN JURAMENTADA .....	7
1. Resumen.....	19
2. Abstract.....	20
3. Problema.....	21
4. Determinación del tema.....	23
5. Justificación.....	24
6. Objetivos.....	25
6.1. Objetivo general.....	25
6.2. Objetivos específico.....	25
7. Marco Teórico.....	26
7.1. Marco Institucional.....	26
7.1.1. Reseña Histórica.....	26
7.1.2. Misión, Visión y Valores.....	28
7.1.3. Misión.....	28
7.1.4. Visión.....	28
7.1.5. Valores.....	28
7.1.6. Estructura organizacional del ISTS.....	29
7.2. Marco Conceptual.....	29
7.2.1. Historia del karting.....	29

7.2.2. El chasis. ....	31
7.2.3. Chasis Tipo kart .....	31
7.2.4. Categorías del karting CIK.....	32
7.2.5. Normativa CIK/FIA .....	33
7.2.6. Cargas estructurales. ....	36
7.2.7. Fuerzas a las que está sometido el chasis.....	38
7.2.8. Material de construcción. ....	40
7.2.9. Unión de tubería a tubería con cortes especiales "boca de pez" .....	42
8.2.10. Proceso de soldadura MIG/MAG .....	42
7.3. Diseño metodológico. ....	44
7.3.1. Metodología .....	44
7.3.2. Técnicas de investigación. ....	45
7.3.3. Determinación del universo y de la muestra para el estudio.....	46
Análisis de resultados: cuantitativos y/o cualitativos. ....	47
8. Propuesta práctica de acción. ....	57
8.1. Percepción y definición del problema.....	57
8.2. Diseño de la propuesta. ....	57
8.2.1. Bocetos.....	57
Nota. Imagen del boceto 3, Inga, 2022. ....	60
8.2.2. Análisis del diseño. ....	60
8.2.3. Materiales a usar. ....	61
8.2.4. Costos.....	64
8.2.5. Normativa de seguridad .....	64
8.2.6. Consecuencias para el medio ambiente.....	66
8.3. Organización y gestión de trabajo.....	67
8.3.1. Proveedor. ....	67
8.3.3. Tareas primarias y secundarias. ....	69

8.4. Ejecucion del proyecto.....	69
8.4.1. Cálculos de cargas.....	69
8.7.1. Proceso de doblado en frio.....	72
8.7.2. Cortes especiales para soldar estructuras tubulares. ....	76
8.7.3. Proceso de soldadura.....	77
8.8. Evaluación del proyecto.....	89
8.8.1. Análisis estructural.....	89
8.8.2. Pruebas realizadas en pista.....	93
9. Conclusiones. ....	96
10. Recomendaciones.....	97
Bibliografía. ....	98
ANEXOS .....	100

## Índice de figuras

Figura 1 .....	26
<i>Elemento gráfico que identifica a la institución</i> .....	26
Figura 2 .....	29
Estructura organizacional de ISTS .....	29
Figura 3 .....	30
<i>Primer karting construido en 1956.</i> .....	30
Figura 4 .....	30
<i>Arthur Ingels, Ingeniero de monoplazas Indy</i> .....	30
Figura 5 .....	31
<i>Chasis kart categoría KZ2</i> .....	31
Figura 6 .....	42
<i>Corte boca de pez para soldar tubos de acero.</i> .....	42
Figura 7 .....	43
<i>Descripción del proceso de soldadura mig/mag</i> .....	43
Figura 8 .....	47
<i>Pregunta 1</i> .....	47
Figura 9 .....	48
<i>Pregunta 2</i> .....	48
Figura 10 .....	49
<i>Pregunta 3</i> .....	49
Figura 11 .....	50
<i>Pregunta 4</i> .....	50
Figura 12 .....	51
<i>Pregunta 5</i> .....	51
Figura 13 .....	52

<i>Pregunta 6</i> .....	52
Figura 14 .....	53
<i>Pregunta 7</i> .....	53
Figura 15 .....	54
<i>Pregunta 8</i> .....	54
Figura 16 .....	55
<i>Pregunta 9</i> .....	55
Figura 17 .....	56
<i>Pregunta 10</i> .....	56
Figura 18 .....	58
<i>Generación de Proyecto Nuevo en Inventor Profesional.</i> .....	58
Figura 19 .....	58
<i>Boceto 1 plano bidimensional estructura principal.</i> .....	58
Figura 20 .....	59
<i>Boceto 3D</i> .....	59
Figura 21 .....	60
<i>Dimensiones y geometría de paragolpes</i> .....	60
Figura 22 .....	62
<i>Ensamblaje de la estructura</i> .....	62
Figura 23 .....	62
<i>Estructura de acero renderizada.</i> .....	62
Figura 24 .....	63
<i>Soporte de eje de dirección.</i> .....	63
Figura 25 .....	63
<i>Bancada para eje posterior.</i> .....	63
Figura 26 .....	66
<i>Carrocería para circuitos grupos 1 y 2.</i> .....	66

Figura 27 .....	67
<i>Logotipo de la empresa.</i> .....	67
Figura 28 .....	72
<i>Tubos de acero ASTM A36 material de contruccion.</i> .....	72
Figura 29 .....	72
<i>Metodo de curvado para tuvos de acero.</i> .....	72
Figura 30 .....	73
<i>Dobladora de tubo manual.</i> .....	73
Figura 31 .....	74
<i>Cortadora de tubo.</i> .....	74
Figura 32 .....	74
<i>Escuadra falsa.</i> .....	74
Figura 33 .....	75
<i>Marco principal de la estructura doblado.</i> .....	75
Figura 34 .....	75
<i>Tubos doblados que conforman la estructura principal.</i> .....	75
Figura 35 .....	76
<i>Cortes boca de pez para acoples soldados en tubos de acero.</i> .....	76
Figura 36 .....	76
<i>Acoplamiento de tubos para proceso de soldadura.</i> .....	76
Figura 37 .....	77
<i>Tabla de calibración de soldadora MIG MILLER 251</i> .....	77
Figura 38 .....	78
<i>Proceso de soldadura</i> .....	78
Figura 39 .....	79
<i>Puntos de suelda colocados de forma estratégica.</i> .....	79
Figura 40 .....	80

<i>Marco principal terminado.</i> .....	80
Figura 41 .....	81
<i>Altura de la zona donde se colocarán los pivotes de la dirección.</i> .....	81
Figura 42 .....	81
<i>Ubicación de parachoques según la normativa.</i> .....	81
Figura 43 .....	82
<i>Sistema de dirección.</i> .....	82
Figura 44 .....	82
<i>Calibración de ángulos camber y caster.</i> .....	82
Figura 45 .....	83
<i>Calibración de ángulo camber.</i> .....	83
Figura 46 .....	83
<i>Angulo caster</i> .....	83
Figura 47 .....	84
<i>Pedales.</i> .....	84
Figura 48 .....	84
<i>Ensamblaje de pedales a la estructura.</i> .....	84
Figura 49 .....	85
<i>Fijación del asiento.</i> .....	85
Figura 50 .....	85
<i>Volante.</i> .....	85
Figura 51 .....	86
<i>Material para fabricar las bancadas del eje trasero.</i> .....	86
Figura 52 .....	86
<i>Bancada de eje</i> .....	86
Figura 53 .....	87
<i>Instalación de las bancadas del eje al chasis.</i> .....	87

Figura 54 .....	88
<i>Chasis terminado.</i> .....	88
Figura 55. ....	88
<i>Prototipo terminado.</i> .....	88
Figura 56 .....	89
<i>Asignación de material a la estructura.</i> .....	89
Figura 57 .....	90
Figura 61 .....	92
<i>Simulación de carga viva al punto de fallo estructural.</i> .....	92
Figura 63 .....	94
<i>Kartodromo municipal de la ciudad de Loja.</i> .....	94
Figura 64 .....	95
<i>Realización de pruebas en pista.</i> .....	95

## Índice de tablas.

Tabla 1.....	32
<i>Comisión internacional de karting</i> .....	32
Tabla 2.....	47
<i>Pregunta 1</i> .....	47
Tabla 3.....	48
<i>Pregunta 2</i> .....	48
Tabla 4.....	49
<i>Pregunta 3</i> .....	49
Tabla 5.....	50
<i>Pregunta 4</i> .....	50
Tabla 6.....	51
<i>Pregunta 5</i> .....	51
Tabla 7.....	52
<i>Pregunta 6</i> .....	52
Tabla 8.....	53
<i>Pregunta 7</i> .....	53
Tabla 9.....	54
<i>Pregunta 8</i> .....	54
Tabla 10.....	55
<i>Pregunta 9</i> .....	55
Tabla 11.....	56
<i>Pregunta 9</i> .....	56
Tabla 13.....	64
<i>Costos del proyecto de titulación</i> .....	64
<i>Ficha técnica del material de construcción.</i> .....	67
Tabla 14.....	94

*Pruebas realizadas en pista* .....94

## 1. Resumen.

Como punto inicial en esta investigación, se ha planteado una problemática basada en el poco desarrollo del campo automotriz en lo que respecta a validas de competición, en el caso del karting cada vez existen más fanáticos que se adentran en el mundo de las carreras, pero lamentablemente existen pocos constructores de este tipo de vehículos, los cuales están regulados por el organismo de la FIA “Federación Internacional del Automóvil” y la CIK “Comisión Internacional de Karting” que son las instituciones rectoras en este deporte, los chasis kart están categorizados según grupos como KF, KZ, mini kart y super kart los cuales tienen sus normativas de diseño.

En el presente proyecto detallaremos el paso a paso para realizar el modelado y análisis de una estructura tipo chasis para un kart KF, con la aplicación de un software de análisis asistido por computadora, realizaremos la simulación de distintos esfuerzos a los que está sometido el chasis cuando está en funcionamiento. A su vez expondremos información precisa acerca de los parámetros, reglamento y especificaciones para la fabricación de un kart homologado por la CIK y la FIA siendo estos dos los organismos decanos del deporte motor a nivel mundial.

Para el análisis de la estructura se ha realizado una recopilación bibliográfica para determinar los métodos matemáticos óptimos para analizar la estructura basado en el libro de análisis estructural de Hibbler, para de esta forma obtener los valores de cargas estáticas como dinámicas sobre sus puntos de mayor consideración en el chasis kart de manera virtual.

Una vez obtenidos los datos y el diseño final de la estructura se procederán a imprimir los planos para su posterior fabricación con los elementos mecánicos ensamblados sobre el chasis, como el sistema de dirección, eje, asiento, tanque de combustible y sobre todo se realizará la puesta a punto del kart mediante la aplicación de los procesos de manufactura, con el fin de optimizar los costos y tiempos de fabricación del prototipo.

Finalmente se obtendrá una estructura capaz de soportar las cargas estáticas y dinámicas que demandan un chasis kart de forma fiable y que posee todas las características de seguridad conceptualizadas en el modelo.

## 2. Abstract.

In order to start this research, a problem has been raised based on the little development of the automotive field concerning valid competition, in the case of karting there are more and more fans who enter the world of racing, but unfortunately, there are few manufacturers of this type of vehicle, which are regulated by the FIA "International Automobile Federation" and the CIK "International Karting Commission" which are the governing institutions in this sport, kart chassis are categorized according to groups such as KF, KZ, mini kart and super kart which have their design regulations.

In this project the researchers will detail the step by step to carry out the modeling and analysis of a chassis-type structure for a KF kart, with the application of computer-aided analysis software, the researchers will simulate different efforts to which the chassis is subjected when it is running. At the same time, the researchers will expose precise information about the parameters, regulations, and specifications for the manufacture of a kart approved by the CIK and the FIA, these two being the leading organizations of motorsport worldwide.

For the analysis of the structure, a bibliographic compilation has been carried out to determine the optimal mathematical methods to analyze the system based on Hibbler's structural analysis book, to obtain the values of static and dynamic loads on their points of most significant consideration. in the kart chassis virtually.

Once the data and the final design of the structure have been obtained, the plans will be printed for subsequent manufacture with the mechanical elements assembled on the chassis, such as the steering system, axle, seat, fuel tank, and, above all, the tuning of the kart through the application of manufacturing processes, to optimize the costs and manufacturing times of the prototype.

Finally, a structure capable of reliably supporting the static and dynamic loads that a kart chassis requires and that has all the safety features conceptualized in the model obtained.

### 3. Problema.

En la actualidad en nuestro medio el mundo automotor se ha vuelto más comercial, atrayendo la atención de propios y extraños a las distintas competencias realizadas en nuestro país de la mano de verdaderos apasionados por el mundo del deporte tuerca.

La Federación Internacional de Automovilismo (FIA), es el organismo rector del deporte del motor, la FIA asegura que se lleven a cabo eventos justos, correctamente regulados y, más que nada, seguros en todos los rincones de todo el mundo. En última instancia, la finalidad de la FIA es sencilla: mantenerlo en desplazamiento, de manera segura y dinámica.(CIK/FIA, 2022,pag 1)

El diseño y fabricación de chasis para competencia no ha presentado un desarrollo significativo a lo largo del tiempo a falta de una buena administración como lo expuso el ex piloto de carreras Jean Pierre Michelet, para de esta manera garantizar en primer lugar la seguridad del piloto y mejorar el espectáculo para los fans.

Una de las disciplinas más icónicas dentro del automovilismo sin duda son los Kart's, los cuales se definen por la geometría general del chasis (Chasis tubular), el mismo que, al margen de pequeñas diferencias, es común en todos los karts del tipo KF o KZ. El mismo que está presente, a grandes rasgos, en todas las naciones y fundamentalmente está reglamentado por la CIK "Comisión Internacional de Karting".

La realización de validas o competencias ha sido un referente a nivel local con excelentes competidores nacionales e internacionales, en la sede del Kartodromo municipal de la ciudad de Loja, donde se han desarrollado distintos eventos como el campeonato de karting Austral (CKA), los 60 minutos karting, Karting nocturno, entre otros, contando con categorías como: master 125cc, senior 125cc, libre y mini kart. utilizando prototipos sin necesidad de homologación.

Las pocas investigaciones realizadas acerca de esta temática han sido realizadas por organismos tanto educativos como particulares, quienes a su vez han construido karts respetando la normativa de diseño y homologación realizando un

análisis estructural que nos permita entender el comportamiento dinámico y mecánico en cuanto a diseño, equilibrio, flexibilidad, materiales, etc. Debido a este problema se ha dispuesto realizar el modelado de un chasis que cumpla con la normativa de diseño automotriz vigente en nuestro país.

Este proyecto servirá como guía para la realización de posteriores investigaciones que puedan darnos un mejor entendimiento sobre la estructura principal de un vehículo de competencia como lo son los karts analizando datos para la construcción de un prototipo KF planteando una propuesta de diseño con tentativa de homologación y comercialización apegada a la normativa técnica vigente.

#### **4. Determinación del tema.**

GUÍA DE DISEÑO PARA UN CHASIS KART KF SEGÚN LA  
NORMATIVA CIK/FIA COMO INICIATIVA DE HOMOLOGACIÓN DURANTE  
EL PERIODO ABRIL- OCTUBRE 2022.

## 5. Justificación.

El chasis o bastidor de un vehículo es una estructura fabricada de aleaciones de acero u otros materiales similares, que de acuerdo a una normativa de diseño ofrece características en cuanto a dureza, flexibilidad y sobre todo seguridad, integrando todos los componentes mecánicos de un automóvil, como los ejes, suspensión, ruedas, motor.

Según la línea de investigación sobre el desarrollo y gestión de emprendimientos e innovación, esta se encarga de la generación de investigaciones relacionadas con emprendimientos en las carreras de la institución, mediante el desarrollo de productos o servicios, contribuyendo de esta manera a la formación académica de los estudiantes (Torres, 2022). En nuestro caso, diseño automotriz con innovación tecnológica enfocado en el emprendimiento.

A nivel académico, el desarrollo de esta investigación será contemplada como requisito para la obtención del título profesional de tercer nivel como Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano (ISTS).

Al hablar de la fabricación del chasis para un vehículo de competencia tipo karting, además de proporcionar sujeción a todos los componentes mecánicos, el chasis debe cumplir una función en materia de seguridad apegada a la normativa de homologación CIK/FIA, ya que absorbe los impactos ante cualquier accidente o golpe siendo un prototipo fiable y funcional en cuanto al diseño, manufactura y la técnica de soldadura empleada, lo que dará como resultado la explotación de todos los conocimientos y experiencia adquirida durante estos años en la carrera de mecánica automotriz, aportando al desarrollo tecnológico e industrial del país.

## **6. Objetivos.**

### **6.1. Objetivo general.**

Crear una guía para el diseño de un chasis para un kart KF mediante el análisis de la normativa CIK/FIA como iniciativa de homologación y comercialización.

### **6.2. Objetivos específico.**

- Realizar un estudio teórico basado en el libro de Análisis Estructural de R. C. Hibbler 8<sup>va</sup> edición, lo que nos permitirá realizar el estudio de la estructura que compone el chasis.
- Analizar las propuestas de diseño CIK/FIA mediante una descripción detallada en la normativa para determinar el grado de aceptación de la propuesta escogida en el mercado competitivo local.
- Diseñar la estructura kart propuesta utilizando el software de diseño CAD para realizar simulaciones de momentos, torción y flexibilidad del prototipo de acuerdo a los parámetros de homologación.
- Realizar un proceso de manufactura a nivel profesional siguiendo los lineamientos técnicos apegados a la normativa para lograr obtener un prototipo seguro y competitivo, cumpliendo con la línea de investigación número 12 sobre el desarrollo y gestión de emprendimientos e innovación.
- Plantear una guía diseño de chasis detallando el estudio y análisis estructural para que pueda ser homologado para competencias o validas que requieran normativa técnica.
- Efectuar pruebas de funcionamiento mecánico y dinámico mediante recorrido en pista para determinar la efectividad de la estructura.

## 7. Marco Teórico

### 7.1. Marco Institucional.

#### Figura 1

*Elemento gráfico que identifica a la institución*



*Nota.* Información obtenida de la página oficial de la institución.

#### 7.1.1. *Reseña Histórica.*

El señor Manuel Alfonso Manitio Conumba (ISTS, 2022), funda el instituto técnico superior particular sudamericano, para la formación de técnicos, por lo que se hace el trámite respectivo en el ministerio de educación y cultura, y con fecha 4 de junio de 1996, autoriza con resolución nro. 2403, la creación y el funcionamiento de este instituto superior, con las especialidades del ciclo pos bachillerato de: Contabilidad bancaria, Administración de empresas, Análisis de sistemas.

Para el año lectivo 1996-1997, régimen costa y sierra, con dos secciones diurno y nocturno facultando otorgar el Título de Técnico Superior en las especialidades autorizadas.

Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura, autoriza el funcionamiento del ciclo pos bachillerato, en las especialidades de:

- Secretariado Ejecutivo Trilingüe
- Administración Bancaria.

Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura, elevar a la categoría de Instituto Tecnológico Superior particular Sudamericano, con las especialidades de:

- Administración Empresarial
- Secretariado Ejecutivo Trilingüe
- Finanzas y Banca
- Sistemas de Automatización.

Con oficio circular Nro. 002-DNPE-A del 3 de junio de 2000, la Dirección Provincial de Educación de Loja, hace conocer la nueva Ley de Educación Superior, publicada en el Registro Oficial, Nro. 77 del mes de junio de 2000, en el cual dispone que los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, que dependen del Ministerio de Educación y Cultura, forman parte directamente del “Sistema Nacional de Educación Superior” conforme lo determina en los artículos 23 y 24. Por lo tanto en el mes de noviembre de 2000, el Instituto Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja, pasa a formar parte del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) con Registro Institucional Nro. 11-009 del 29 de noviembre de 2000.

A medida que (ISTS, 2022) avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que con Acuerdo Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) otorga licencia de funcionamiento en la carrera de: Diseño Gráfico, Publicidad.

Para que conceda títulos de Técnico Superior con 122 créditos de estudios y a nivel Tecnológico con 185 créditos de estudios.

Finalmente, con Acuerdo Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de:

- Gastronomía, Gestión Ambiental
- Electrónica
- Administración Turística.

Posteriormente y a partir de la creación del Consejo de Educación Superior (CES) en el año 2008, el Tecnológico Sudamericano se somete a los mandatos de tal organismo y además de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), del Consejo Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES); así como de sus organismos anexos.

Posterior al proceso de evaluación y acreditación dispuesto por el CEAACES; y, con Resolución Nro. 405-CEAACES-SE-12-2106, de fecha 18 de mayo del 2016 se otorga al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano la categoría de “Acreditado” con una calificación del 91% de eficiencia.

Actualmente el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano cuenta con un total de 10 carreras en modalidad presencial, 2 carreras en modalidad semi presencial y 3 en modalidad online.

#### ***7.1.2. Misión, Visión y Valores.***

Desde sus inicios la misión y visión, han sido el norte de esta institución y que detallamos a continuación:

#### ***7.1.3. Misión.***

Ser el mejor Instituto Tecnológico del país, con una proyección internacional para entregar a la sociedad, hombres íntegros, profesionales excelentes, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, con libertad de pensamiento y acción”.

#### ***7.1.4. Visión.***

“Convertirnos en el mejor instituto tecnológico universitario del país, con alcance internacional a través de sus modalidades de estudio sustentadas en la calidad y pertinencia; para entregar a la sociedad profesionales íntegros, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, practicando libertad de pensamiento y acción”.

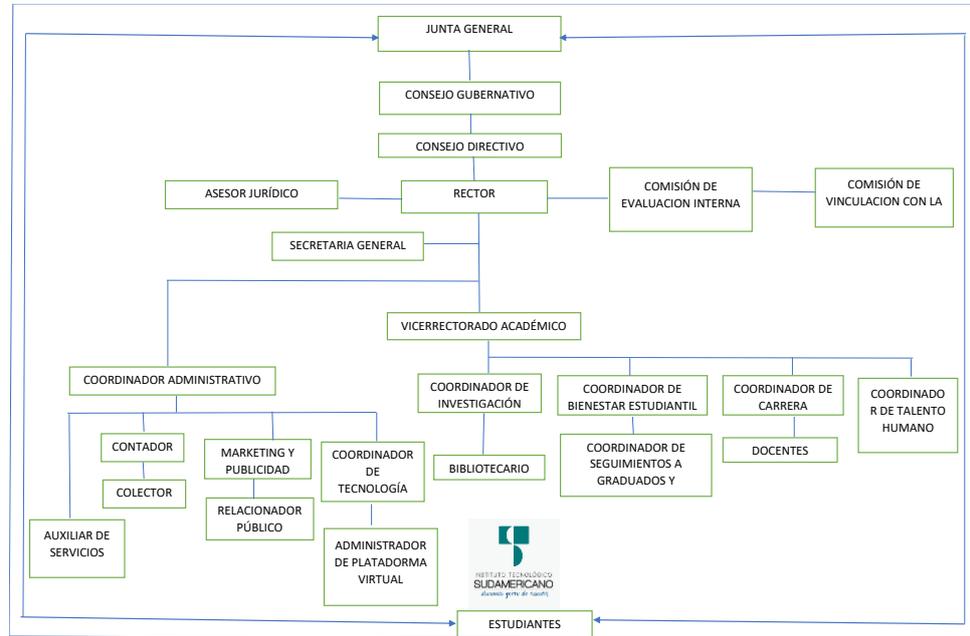
#### ***7.1.5. Valores.***

Estudio, Disciplina y Equidad

### 7.1.6. Estructura organizacional del ISTS.

**Figura 2**

*Estructura organizacional de ISTS*



*Nota.* Imagen tomada del marco institucional del ISTS

## 7.2. Marco Conceptual.

### 7.2.1. Historia del karting

Los primeros karts conocidos fueron creados por soldados de una base aérea estadounidense, a principios de la década de los 50. Estos apasionados de la velocidad soldaban sus propios karts con restos de aviones, con el único objetivo de competir entre ellos durante sus días libres. Nace la esencia del karting: un vehículo sencillo, monoplaza, sin suspensiones ni diferencial, con un motor pequeño montado en un chasis ligero, diseñado para disfrutar y participar en pequeñas carreras o validas que posteriormente se convertiría en un deporte muy conocido a nivel mundial con la aparición de diferentes categorías que posteriormente sería reconocido por la comisión internacional del automóvil para la creación de una normativa técnica y deportiva, siendo el karting la cuna en la formación de grandes pilotos. (CIK/FIA, 2022)

**Figura 3**

*Primer karting construido en 1956.*

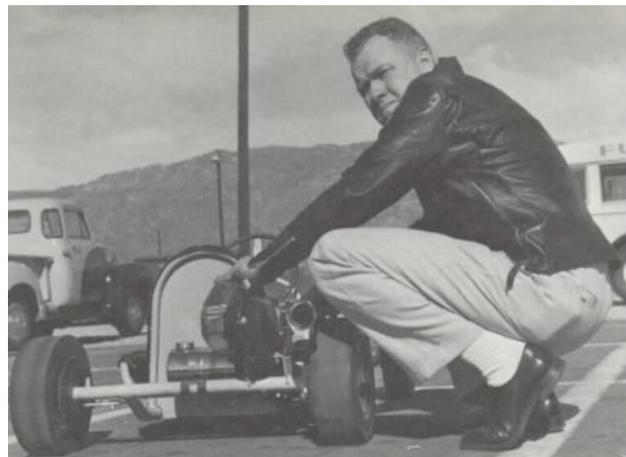


*Nota.* Imagen tomada de la página oficial de la FIA

El primer vehículo kart comercial fue construido utilizando un pequeño motor de corta-césped montado en un chasis de tubos de acero soldados en agosto de 1956 por Arte Ingels en California, Ingeniero de monoplazas Indy (Figura 4), es conocido como el padre del karting debido a su gran influencia para la creación de esta categoría del deporte tuerca. El karting ha ido ganando popularidad y aceptación en otras bases de Estados Unidos e iniciaron las primeras competencias a nivel local logrando una gran acogida y el comienzo de la fabricación de este tipo de prototipos monoplaza. (Mesada, 2014)

**Figura 4**

*Arthur Ingels, Ingeniero de monoplazas Indy*



*Nota.* Imagen tomada de la página oficial de la Comisión Internación de Karting

### 7.2.2. *El chasis.*

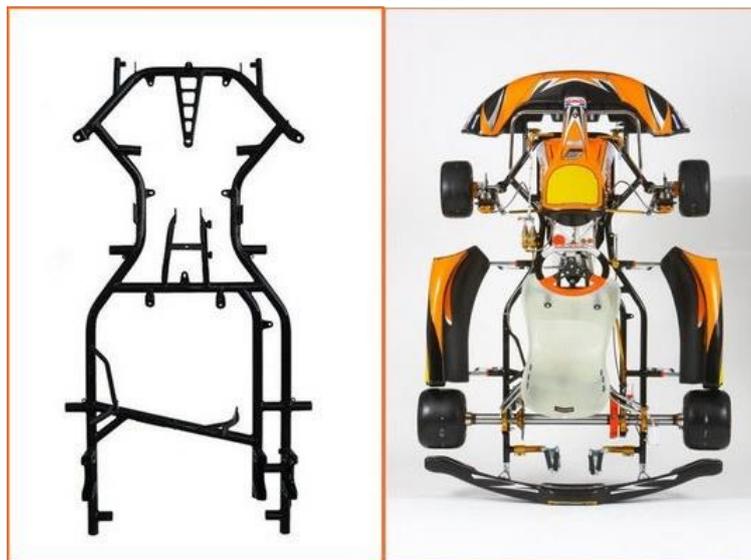
El chasis es una estructura metálica compacta o tubular la cual funciona de soporte para los elementos mecánicos fijos o móviles, tales como, suspensión, motor, carrocería, entre otros componentes del automóvil y además debe servir como protección para pasajeros o pilotos ante cualquier eventualidad. Debe cumplir con características importantes como una elevada resistencia a la fatiga para no perder sus cualidades con el paso del tiempo, o incluso presentar grietas o roturas, gran rigidez para soportar los esfuerzos sin deformarse y sobre todo ligereza para permitir que el vehículo sea lo más ágil posible y la potencia del motor sea aprovechable (Pacheco, 2021).

### 7.2.3. *Chasis Tipo kart*

La estructura monoplace que compone el chasis de un kart está compuesta por tubos a lo que comúnmente llamamos “Chasis tubular”, este a su vez consiste en un armazón de tubos huecos soldados entre sí, tal y como se muestra en la figura 5, siendo un prototipo capaz de tolerar fatiga mecánica y dinámica, siendo un prototipo ligero en relación al motor que lleva montado y sobre todo fiable en pista brindando seguridad ante un posible accidente que pueda sufrir el piloto.

#### **Figura 5**

*Chasis kart categoría KZ2*



*Nota.* Imagen tomada de la página oficial de la Comisión Internacional de Karting.

#### 7.2.4. Categorías del karting CIK.

El 5 de febrero de 2007, en el circuito Paul Ricard en Francia, fue la sede para la primera carrera con las nuevas categorías presentadas por la CIK. Fueron varios los cambios introducidos en las categorías INTER A y FORMULA A ahora KF, sin embargo, pocos en la ICC, donde el cambio más importante ha sido el nombre, de ICC a KZ. La CIK instituye una edad mínima de 13 años para obtener una licencia mundial, por lo que los pilotos menores de la misma tienen que competir en validas nacionales o locales, donde la normativa la instituye el organismo correspondiente (Mesada, 2014).

El organismo actual de categorías del karting persigue los siguientes objetivos:

- Reducción de costes.
- Facilitar el paso entre diferentes categorías.
- Mayor fiabilidad y menor mantenimiento.
- Acercar el hobby a la competencia.
- Menor impacto ambiental.

Tabla 1

#### *Comisión internacional de karting.*

CATEGORÍA	EDAD	PESO MIN.	MOTOR	CARACTERÍSTICAS
KF4	Es el reglamento base de todas las categorías KF			
KF3	13 a 15 años	145 kg	2T 125cc 14.000rpm máx.	Es la primera categoría en la que los más jóvenes pueden competir a nivel regional, nacional e internacional.
KF2	15 o mas	158 kg	2T 125cc 15.000rpm máx.	KF2 es donde se empieza a definir el futuro de un piloto, ya que es necesario estar en el top 34 para conseguir la licencia de KF1

KF1	15 o mas	160 kg	2T 125cc 16.000rpm máx.	Es la categoría reina, donde los presupuestos se disparan y las fábricas apoyan a los mejores pilotos.
KZ1	15 o mas	175 kg	2T 125cc 6 velocidades	Aquí, la forma física es necesaria, y reúne a todos los pilotos “no profesionales” de todo el mundo.
KZ2	15 o mas	170-175 kg	2T 125cc 6 velocidades	KZ1 es lo mismo que la KF1 a la KF2. Los presupuestos se disparan y las fábricas se juegan su prestigio.
SUPERKARTS	18 o mas	205-215 kg	2T 250cc 6 velocidades	Con velocidades punta de más de 240 km/h. Son la relación coste-velocidad más espectacular de las 4 ruedas.

---

*Nota.* Normativa para categorías kart obtenida del libro “Los secretos del karting”

### 7.2.5. Normativa CIK/FIA

Para realizar el análisis estructural del chasis modelado en software CAD fundamentaremos nuestro estudio de acuerdo a la normativa técnica vigente, misma que nos permitirá realizar simulaciones de momentos, torción y flexibilidad del prototipo, determinando así los parámetros de homologación para diseño de nuestro chasis.

El objetito principal de la FIA es adoptar regulaciones para todas las formas de deporte motor a nivel mundial. En este apartado detallaremos el reglamento técnico vigente que según (CIK, 2022) los parámetros para diseño y construcción de un chasis kart son los siguientes.

**Notación de kart.** Es un vehículo terrestre con o sin carrocería, con cuatro ruedas no alineadas que están constantemente en contacto con el suelo, de las cuales dos aseguran la dirección y las otras dos la propulsión. Las partes principales son el chasis, el motor y el piloto

**Exigencias.** Entre las cuales tenemos:

**Seguridad:** los karts sólo están autorizados a correr si se encuentran en un estado que se encuentran en conformidad con la reglamentación de la CIK/FIA y a las normas de seguridad siguientes:

- Los pilotos deben usar un casco con una eficiente e irrompible protección para los ojos. Los cascos deben cumplir con las siguientes prescripciones:
- Para pilotos menores de 15 años:
- Snell-FIA CMH (Snell-FIA CMS2007 y Snell-FIA CMR2007)
- Para pilotos mayores de 15 años:
- Snell Foundation K98, SA200, K2005, SA2005, K2010 y SA2010 (USA),
- British Standard Institution A-type y A/FR-type BS6658-85, incluyendo algunas mejoras (GBR).
- FIA 8860-2004 (FRA).
- SFI Foundation Inc, Spec. SFI 31.1<sup>a</sup> y 31.2A (USA).
- Snell-FIA CMH (Snell-FIA CMS2007 y Snell-FIA CMR2007).
- Un par de guantes cubren las manos completamente.
- Overol tejido puede tener un <<nivel 2>> homologación otorgada por la CIK-FIA llevada en una manera visible el número de homologación CIK-FIA. Ellos pueden cubrir por completo el cuerpo, piernas e incluidos los brazos.
- Las botas pueden cubrir y proteger los tobillos.

**Chasis:** Todas las piezas principales del chasis deben estar fijadas de forma uniforme contra las otras. Sólo se admiten secciones articuladas por el soporte de la punta del eje del sistema de dirección. Cualquier otra pieza con función articulada queda prohibida.

Fabricación tubular en acero de construcción y su flexibilidad corresponde a los límites de elasticidad de la construcción. La utilización de titanio está prohibida.

**Dispositivos amortiguadores.** Hidráulicos, neumáticos o mecánicos están prohibidos en la totalidad del vehículo.

**Neumáticos libres CIK/FIA.** Entre las cuales tenemos:

Especificación técnica de neumáticos con o sin cámara de aire.

**Distancia entre ejes:** Mínima 101 cm...Máxima 107 cm.

**Vía:** como mínimo 2/3 de la distancia utilizada entre ejes.

**Longitud total:** máxima 182 cm: Fórmula-E, máxima 210 cm.

**Paragolpes.** Una protección delantera, trasera y lateral.

**Paragolpes delantero.** Altura máxima respecto del suelo 20 cm, construidos de acero magnético.

**Paragolpes trasero.** Altura máxima respecto del suelo 20 cm, construidos de acero magnético.<sup>1</sup>

**Bandeja.**

- Debe haber una bandeja del piso hecha de material rígido que sólo estire del tirante central del marco del chasis al frente del marco del chasis.
- Esta debe estar afilada lateralmente por un tubo o un margen que impide a los pies del piloto resbalar fuera de la plataforma.
- Si se perfora, agujeros no deben tener un diámetro de más de 10mm y ellos deben estar separados por cuatro veces su diámetro como mínimo.
- Además, un agujero con un diámetro máximo de 35mm se permite para el solo propósito del acceso de la columna de dirección.

**Frenos.** Sistemas de operación independientes anterior y posterior que en el caso de que uno no funcione el otro garantice el funcionamiento. Los frenos obligatoriamente han de ser hidráulicos.

**Dirección.** Accionada por un volante totalmente circular.

**Transmisión.** Se ha de efectuar siempre sobre las ruedas traseras, el método es libre, pero todo tipo de diferencial está prohibido.

### 7.2.6. Cargas estructurales.

La definición de cargas son las fuerzas externas ejercidas a los elementos resistentes o también a su propio peso aplicados en elementos, mecanismos o sistemas. Un chasis soporta cargas vivas y muertas, cargas de frenado, cargas de aceleración brusca, cargas de giro y cargas por resistencia del aire frontal, las mismas que pueden presentar efectos como lo son: alargamiento o acortamiento longitudinal, momento torsor alrededor de su eje y momento deflector sobre una curvatura (HIBBELER, 2012,p. 1).

**Carga Muerta (M).** Definida como el peso total de la carrocería en condiciones dinámicas incluyendo elementos propios de la estructura y accesorios, donde su ecuación es la siguiente:

$$M = Mt * g$$

Para lo cual:

M = Carga muerta [N]

Mt = Peso total de los elementos [kg]

g = Gravedad [m/s<sup>2</sup>]

**Carga Viva (V).** Se define como una carga por ocupación y esta es considerada por su distribución de manera uniforme en sus elementos de carrocería.

$$V = Vt * g$$

Para lo cual:

V = Carga viva [N]

Vt = Peso del piloto [kg]

g = Gravedad [m/s<sup>2</sup>]

**Carga de Frenado (F).** Carga producida por una desaceleración del vehículo (Gustavo & Puebla, 2021,pag 51).

$$F = Mt * a$$

Para lo cual:

F = Carga de frenado [N]

Mt = Peso total de los elementos [kg]

a = Desaceleración de frenado [m/s<sup>2</sup>]

**Carga de Aceleración Brusca (Ab).** Carga que soporta de manera adicional la estructura del vehículo al momento de incluir una aceleración de manera violenta y progresiva (Gustavo & Puebla, 2021,p. 51).

$$Ab=(Mt)*(-a)$$

Para lo cual:

Ab = Carga de aceleración brusca [N]

Mt = Peso total de los elementos [kg]

a = Aceleración [m/s<sup>2</sup>]

**Carga de Giro (G).** Dependiendo de la trayectoria que toma la dirección del vehículo se generan fuerzas denominadas carga de giro (Gustavo & Puebla, 2021,p. 51).

$$G = (Mt + Vt) * \frac{V^2}{r}$$

Para lo cual:

G = Cargas de giro [N]

Mt = Peso total de los elementos [kg]

Vt = Peso del piloto [kg]

V = Velocidad del vehículo [m/s<sup>2</sup>]

r = Radio de curva [m]

**Carga por Resistencia del Aire Frontal (Raf).** Fuerza con que el aire actúa sobre una determinada área, el mismo que corresponde a la proyección del monoplaza en un plano perpendicular a su eje longitudinal (Gustavo & Puebla, 2021,p. 52).

$$Raf = \frac{Cx * \rho * Af * V^2}{2}$$

Para lo cual:

Raf = Carga por resistencia del aire frontal [N]

Cx = Coeficiente de resistencia aerodinámica [N]

$\rho$  = Densidad del aire [kg/m<sup>3</sup>]

Af = Área correspondiente a la trayectoria [m<sup>2</sup>]

V = Velocidad [m/s<sup>2</sup>]

### 7.2.7. *Fuerzas a las que está sometido el chasis*

**Rigidez.** En diseños y fabricación de chasis para karts se define a la rigidez como la capacidad de un elemento a soportar fuerzas sin doblarse o sin que se generen deformaciones permanentes. Dentro de los tipos de rigidez se tiene las correspondientes a flexión y a torsión (Gustavo & Puebla, 2021,pag 51) .

$$K = Fd$$

Para lo cual:

K = Rigidez [N/m]

F = Esfuerzo soportado por el chasis [N]

d = Desplazamiento o torsión [m]

Para estos cálculos se considera que la rigidez es proporcional al módulo de elasticidad tomando en cuenta el material, el área de la sección estructural o tubo y el momento de inercia.

$$K = E * I$$

$$K = E * A$$

Para lo cual:

K = Rigidez [N/m]

E = Módulo de elasticidad [N/m<sup>2</sup>]

I = Momento de inercia [kg \* m<sup>2</sup>]

A = Área de la sección [m<sup>2</sup>]

Considerando que un kart no posee un sistema de suspensión, se considera como un punto primordial la rigidez lo que permite la maniobrabilidad para piloto, en el caso que un bastidor posea menos rigidez tendrá mayor capacidad para que se produzca una flexión y esto permite lograr mayor estabilidad en curvas pero una menor posibilidad de despliegue o deslizamiento, en el caso que se tenga mayor rigidez el chasis tendrá mayor resistencia a la flexión y por ende no se tendrá una correcta adherencia al tomar una curva y un mayor grado de deslizamiento (Gustavo & Puebla, 2021, pag 56).

**Rigidez a Flexión.** Se considera la sumatoria de todas las fuerzas a las que está sometido el chasis como lo es la gravedad y la masa de los componentes fijos y móviles que están ensamblados al chasis, estos generan cargas en el plano vertical de estructura y puede ser representada con el siguiente modelo matemático:

$$K = \frac{M}{\Theta} = \frac{E * I}{L}$$

Para lo cual:

K = Rigidez de flexión [N\*m/grados]

M = Momento flector [N/m]

$\Theta$  = Ángulo de deformación [grados]

E = Módulo de elasticidad [N/m<sup>2</sup>]

I = Momento de inercia [kg \* m<sup>2</sup>]

L = Longitud [m]

**Rigidez a Torsión.** Este tipo de torsión se presenta por todas las cargas asimétricas las mismas que producen un momento torsor sobre el chasis y entre estas se presentan las cargas verticales u horizontales y se la puede determinar mediante el siguiente modelo matemático:

$$K = \frac{T}{\Theta} = \frac{G * J}{L}$$

Para lo cual:

K = Rigidez de torsión [N\*m/grados]

M = Momento flector [N/m]

$\Theta$  = Ángulo de deformación [grados]

G = Módulo de cizallamiento [N/m<sup>2</sup>]

J = Módulo de torsión [N/m<sup>2</sup>]

L = Longitud [m]

### 7.2.8. *Material de construcción.*

El acero ASTM A36 se ha convertido en el más usado por la industria debido a sus características y propiedades, este material está compuesto por elementos de alta resistencia, siendo el más sobresaliente el hierro y en menos presencia el carbón, el cual, no sobrepasa el 1,2% en peso de la composición, por lo general, alcanza valores entre el 0,2% y el 0,3%, lo que facilita el proceso de

moldeo de este acero en frío como es el caso de las curvaturas en tubos de este material (Telenchana Yanqui, 2013,pag 1).

Una ventaja muy significativa de este material es que tienen un conducta lineal y elástico hasta la fluencia, lo que hace previsible en estructuras, y por lo tanto el más comercial en la industria por sus propiedades como:

- Densidad:  $7850\text{kg/m}^3$
- Límite de fluencia: 32-36(250-280)Ksi(MPa)
- Resistencia a la tensión: 58-80(400-550)Ksi(MPa)
- Módulo de elasticidad: 29000Ksi
- % de elongación: 20(8")%
- Punto de fusión:  $1538^\circ\text{C}$
- Composición: 0.25% C, 0.02% Cu, 99% Fe, 0.04% P (max), 0.05% S (max).

Las propiedades térmicas están relacionadas con los mecanismos de transferencia de calor como son conducción, convección, radiación y son las siguientes:

- **Conductividad eléctrica:** Es la facilidad que presenta un material de transferir corriente eléctrica a través de él.
- **Conductividad térmica:** Es la propiedad que presenta un material para conducir calor.
- **Dilatación:** la expansión de las dimensiones de un material al incrementarse la temperatura.

Las propiedades químicas dependen de su composición; pero, de manera general se distinguen dos propiedades que son:

- **Oxidación:** La oxidación se produce cuando se combina el oxígeno del aire y el metal.
- **Corrosión:** Se considera corrosión a los cambios que ejercen los diversos agentes químicos sobre los metales sobre la capa superficial.

### 7.2.9. Unión de tubería a tubería con cortes especiales "boca de pez"

Elaboración práctica de inserción de tubos, según (Martínez-Ramírez , 2019) para observar el tiempo que se tarda en realizar el proceso de la inserción de dos tubos, se llevó a cabo una práctica de lo que usualmente hace el personal de operación en la industria, la cual consta de los siguientes puntos:

- Medición de los tubos a ensamblar
- Trazo de círculos y líneas para obtener distancias para la plantilla.
- Ejecución de plantilla.
- Trazo de plantilla en tubo injerto.
- Corte y desbaste de tubo injerto trazado.
- Desbaste de sobrantes.
- Soldadura de tubos

Este corte nos ayudara a lograr una fijación firme al omento de soldar los tubos

#### Figura 6

*Corte boca de pez para soldar tubos de acero.*



*Nota. Cortes especiales a diferentes grados para estructuras soldadas.*

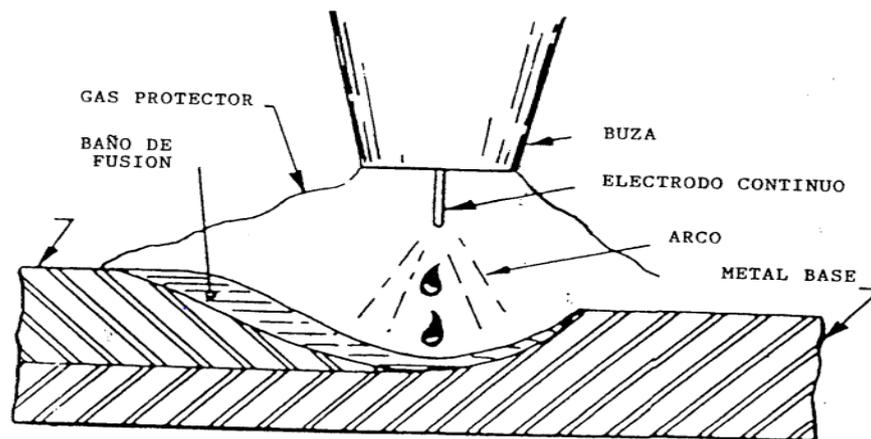
#### 8.2.10. Proceso de soldadura MIG/MAG

La soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible es un proceso en el cual el arco está establecido entre un electrodo de hilo constante y la pieza a soldar, estando sostenido de la atmósfera circundante por un gas

inerte (proceso MIG) o por un gas activo (proceso MAG). En la siguiente figura se indican los recursos más relevantes que intervienen en el proceso (SUNARC, 2007,pag.3)

### Figura 7

#### *Descripción del proceso de soldadura mig/mag*



*Nota. Elementos del proceso de soldadura mig/mag.*

El proceso puede ser:

- **Semiautomático:** La tensión de arco, la velocidad de alimentación del hilo, la intensidad de soldadura y el caudal de gas se regulan previamente. El progreso de la antorcha de soldadura se hace manualmente.
- **Automático:** Todos los parámetros, inclusive la rapidez de soldadura, se regulan anteriormente, y su aplicación en el proceso es de manera automática.
- **Robotizado:** Todos los parámetros de soldeo, así como las coordenadas de ubicación de la junta a soldar, se programan por medio de una unidad específica para este fin. La soldadura la efectúa un robot al llevar a cabo esta programación. Esta clase de soldadura se utiliza principalmente para soldar aceros de bajo y medio contenido de carbono, así como para soldar acero inoxidable, aluminio y otros metales no férricos y tratamientos de recargue.

### 7.3. Diseño metodológico.

#### 7.3.1. Metodología

**Métodos de investigación.** Para el desarrollo de la presente tesis emplearemos el uso de métodos de investigación, los cuales son un conjunto de procedimientos ordenados para comprender el problema y sus variables apegándonos a la realidad simplificando la complejidad al seleccionar los elementos más sobresalientes del objeto a estudiar, a fin de proceder a su estructuración conceptual y explicación causal.

**Método fenomenológico.** El método fenomenológico se centra en el estudio de esas realidades vivenciales, determinantes para la comprensión de su vida permitiéndonos analizar, descubrir, comprender y conocer el fenómeno estudiado, explorando diferentes situaciones de la vida y del mundo, presentando un modelo desde un punto de vista subjetivo partiendo de la percepción de nuestros sentidos (Fuster Guillen, 2019).

El análisis y el entendimiento del fenómeno a través de nuestros sentidos será una parte fundamental dentro de esta investigación para estudiar de manera minuciosa el comportamiento de una estructura soldada en los puntos de mayor esfuerzo o fatiga.

**Método hermenéutico.** Se considera como una filosofía, pues nos vincula a describir y clarificar las experiencias vividas tal como es, pero marcando diferencias notables. El método hermenéutico tiende a la interpretación cualitativa, lo que nos lleva a la subjetividad en el conocimiento del contenido y la dinámica de la persona analizada y sus consecuencias, con la finalidad de estructurar un concepto coherente con la capacidad de comunicar un mensaje que no se compone de un nivel único en el tiempo espacio y directo entre emisor y receptor (Arráez et al., 2006).

La interpretación correcta de la teoría aplicada a la práctica requerirá del estudio de textos que definan el método más adecuado para definir el diseño de la estructura planteada, basándonos en el método de puntos finitos y de estructuras soldadas estudiaremos el fenómeno de manera teórica y analizando los resultados en un software de simulación.

**Método práctico proyectual.** Consiste en una serie de operaciones necesarias, dispuestas en un orden lógico y dictado por la experiencia con la finalidad de conseguir su máximo resultado con el mínimo esfuerzo. Las actividades se acogen a una serie valores objetivos que se convierten en instrumentos operativos en manos de proyectistas creativos (Munari, 2011).

Al hablar de actividades que nos permitan conseguir resultados optimizando los recursos disponibles, esta investigación tendrá que acogerse a un cronograma que consiga optimizar la investigación bibliográfica como también los procesos de manufactura empleados de forma que no genere pérdidas de tiempo o costos muy elevados debido a contratiempos optimizando el proceso de fabricación.

### ***7.3.2. Técnicas de investigación.***

**Encuesta.** Es un proceso cuantitativo por el cual recopilamos información acerca de un grupo determinado de personas a la cual llamaremos muestra, la misma que será tomada de un grupo específico de la población a encuestar sin modificar el fenómeno a estudiar (Montagud Rubio, 2021).

Para conocer la realidad acerca de cómo es la aceptación una guía para la fabricación de chasis kart de competencia, se realizará una pequeña encuesta vía digital con preguntas sencillas a estudiantes de mecánica del ISTS y público en general que visite las instalaciones del Kartodromo municipal.

**Observación.** La observación es un componente fundamental en cualquier investigación, por muy cuantitativa que pretenda ser al final es una herramienta de gran importancia para la ciencia, en gran parte de los conocimientos y avances en estudios científicos se han logrado haciendo uso de esta técnica que nos permite obtener el mayor número de datos posible para analizar el problema y enfocarlo a la realidad (Montagud Rubio, 2021).

El análisis visual realizado en el Kartodromo de la ciudad de Loja referente a los modelos kart de alquiler que se encuentran en esta locación nos servirá como punto de partida para realizar mediciones, pruebas de cómo se comporta un kart en pista y sobre todo nos dará una idea de cómo diseñar el prototipo planteado.

**Investigación bibliográfica.** Es una técnica cualitativa que se ocupa de recopilar todo argumento teórico que se haya escrito relacionado un definido

tema o problema que este puesto a un análisis. Esta clase de indagación pretende favorecer y sustentar, de manera teórica, el trabajo que se desea hacer, tal evitando que la averiguación presente sea una copia de algo que ya se ha llevado a cabo (Montagud Rubio, 2021).

Para comprender como diseñar y construir una estructura soldada analizaremos manuales, tesis y libros referentes a análisis de estructuras, técnicas de manufactura como soldadura, doblado de tubos en frio y libros sobre karting para obtener la información precisa al momento de redactar la guía de diseño.

### ***7.3.3. Determinación del universo y de la muestra para el estudio***

**Universo.** Para desarrollar el presente proyecto contaremos con un universo conformado por todos los estudiantes de instituto superior tecnológico sudamericano matriculados en la carrera de mecánica automotriz durante periodo abril-octubre 2022, siendo un total de 279 estudiantes según la información obtenida por secretaria general del ISTS y personas fanáticas del deporte motor en la ciudad de Loja y quienes visiten las instalaciones del Kartodromo municipal siendo un global de 350 personas.

**Muestra.** La muestra es la parte o cantidad pequeña de la población que será considerada como representativa del total, la cual se someterá a estudio, análisis o experimentación para posteriormente delimitar el número de personas a encuestar utilizando la siguiente formula.

$$n = \frac{N * z^2 * P * Q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * P * Q}$$

Donde.

n= Tamaño de la muestra

N= Población

Z= Nivel de confianza 1.96

P=Probabilidad de éxito 50%= 0.50

Q= Probabilidad de fracaso 50%= 0.50

$e = \text{Margen de error } 5\% = 0.05$

$$n = \frac{350 * 1.96^2 * 0.50 * 0.50}{(0.05^2 * (350 - 1)) + (1.96^2 * 0.50 * 0.50)}$$

$$n = 183.39$$

Tamaño de muestra es de 183 personas a encuestar

**Análisis de resultados: cuantitativos y/o cualitativos.**

### Tabulación de resultados

#### 1) ¿Conoce que es un vehículo kart?

**Tabla 2**

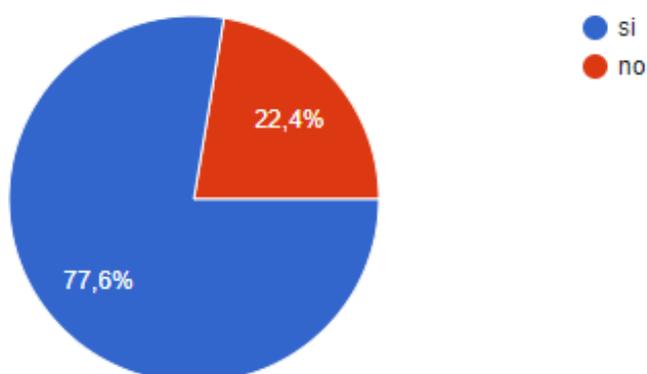
*Pregunta 1*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	142	77.6%
No	41	22.4%
<b>Total</b>	183	100%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS. Inga 2022.

**Figura 8**

*Pregunta 1*



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis cuantitativo.** Del 100% de personas encuestadas 77.6% conoce que es un vehículo kart, mientras que el 22.4% desconoce completamente el término.

**Análisis cualitativo.** Un gran porcentaje de las personas encuestadas afirma conocer que es un vehículo kart, por lo cual podemos aseverar que existe este conocimiento debido a medios publicitarios ya que en la ciudad de Loja se cuenta con el Kartodromo Municipal en donde se realizan competencias y se alquilan karts.

## 2) ¿Ha conducido un vehículo kart?

**Tabla 3**

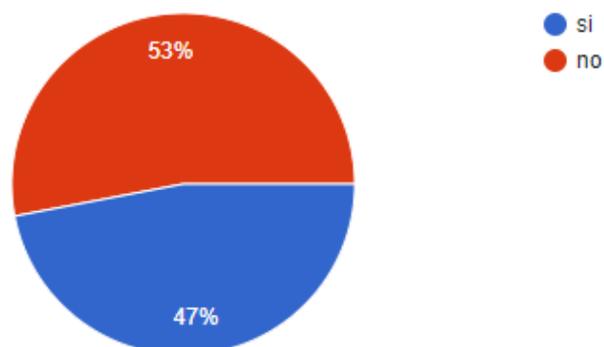
*Pregunta 2*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	86	47%
No	97	53%
Total	183	100%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Figura 9**

*Pregunta 2*



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis cuantitativo.** Del 100% de personas encuestadas tan solo un 47% afirma haber conducido o pilotado un vehículo kart, siendo un 53% las personas que no han pilotado un vehículo kart, independientemente de si conocen o no lo que es.

**Análisis cualitativo.** Siendo un porcentaje bastante alto el número de personas que no han pilotado nunca un kart se puede deducir que debido a la falta de oportunidad a pesar, de que en la ciudad se realizan eventos de karting.

### 3) ¿Conoce acerca de las competencias de karting y sus categorías?

**Tabla 4**

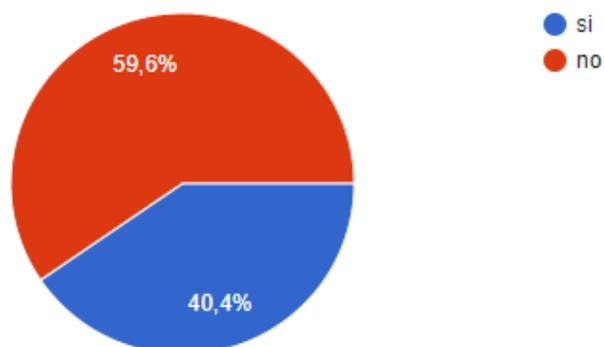
*Pregunta 3*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	74	40.4%
No	109	59.6%
Total	183	100%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Figura 10**

*Pregunta 3*



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis cuantitativo.** Del 100% de personas encuestadas un 40.4% conoce acerca de las competencias y categorías dentro del mundo del karting mientras que el 59.6% desconoce, a pesar de ser fanáticos de este deporte o estudiantes de mecánica del ISTS.

**Análisis cualitativo.** Un gran porcentaje de personas desconoce acerca de los eventos para competencias kart y sus categorías ya sea el caso por desconocimiento o por falta de una buena administración que realice marketing para promocionar las validas o competencias que se realizan a nivel nacional.

#### 4) ¿Sabe que es un chasis tubular o tipo jaula?

**Tabla 5**

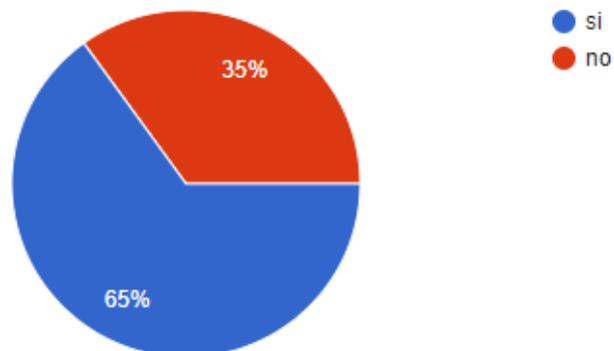
*Pregunta 4*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	119	65%
No	64	35%
Total	183	100%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Figura 11**

*Pregunta 4*



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis cuantitativo.** Del 100% de los encuestados el 65% conoce que es un chasis tubular lo que podría representar una gran mayoría de estudiantes del ISTS ya que debido a la malla curricular deben estar familiarizados en este tipo de prototipos mientras que el 35% desconoce que es un chasis tubular.

**Análisis cualitativo.** Un gran porcentaje de los encuestados conoce que es un chasis tubular, con lo que podemos deducir que la gran mayoría conoce prototipos de este tipo fabricados o personas que los fabrican.

### 5) ¿Conoce que es un software CAD y para que se utiliza?

**Tabla 6**

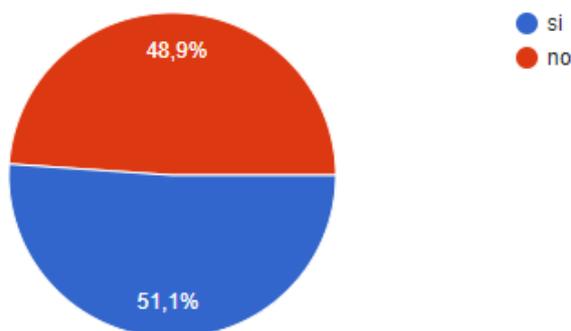
*Pregunta 5*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	93	51.1%
No	89	48.9%
Total	182	99.45%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Figura 12**

*Pregunta 5*



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis cuantitativo.** Del 100% de encuestados el 51.1% está familiarizado con softwares de diseño CAD mientras que el 48.9% no conoce o no maneja estos programas.

**Análisis cualitativo.** Poco más de la mitad de los encuestados conoce que es un software de análisis para diseño asistido, este software nos permite diseñar y analizar piezas o estructuras.

6) De ser afirmativa su respuesta indique que software CAD conoce.

**Tabla 7.**

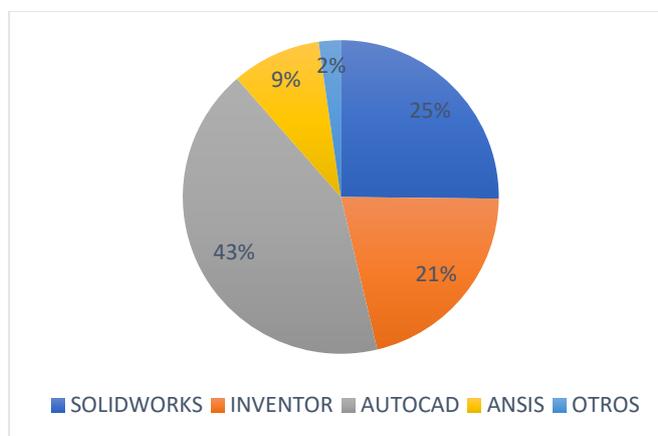
*Pregunta 6*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
SOLIDWORK	44	40.4%
INVENTOR	37	33.9%
AUTO CAD	74	67.9%
ANSIS	16	14.7%
Otros	4	3.6%
Total	109	53.56%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022

**Figura 13**

*Pregunta 6*



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis Cuantitativo.** Del 100% de encuestados que afirman manejar softwares de diseño CAD como 43% AUTO CAD, 25% SOLIDWORKS, 21% INVENTOR, 9% ANSIS Y 2% OTROS.

**Análisis cualitativo.** Del total de encuestados la mayoría afirma conocer el software de diseño AUTOCAD y lo que indicaría que es el programa más usado

7) ¿Qué importancia tiene el diseño asistido por computadora para la creación de estructuras metálicas tipo chasis?

**Tabla 8**

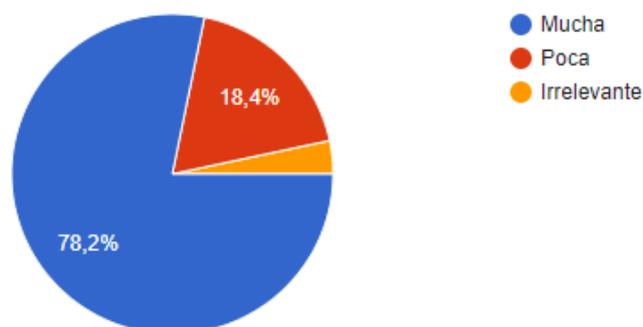
*Pregunta 7*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Mucha	140	78.2%
Poca	33	18.4%
Irrelevante	6	3.4%
Total	179	97.81%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Figura 14**

*Pregunta 7*



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis cuantitativo.** Del 100% de los encuestados el 78.2% indica que el diseño asistido por computadora es de gran importancia mientras que el 18.4% y el 3.4% consideran de poca importancia o irrelevante.

**Análisis cualitativo.** Un gran porcentaje de encuestados afirma que el diseño asistido por computador es muy relevante para construcción de estructuras metalizas tipo bastidor o chasis.

## 8) ¿Sabe que es un análisis estructural?

**Tabla 9**

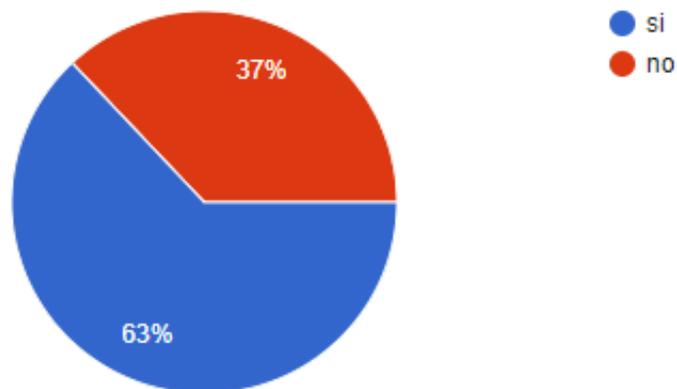
*Pregunta 8*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	114	63%
No	67	37%
Total	181	98.91%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Figura 15**

*Pregunta 8*



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis cuantitativo.** Del 100% de los encuestados del 63% afirma saber que es un análisis estructural, mientras que el 37% desconoce que es o para que se utiliza.

**Análisis cualitativo.** Gran parte de los encuestados conoce que es un análisis estructural lo que da como resultado la aceptación de una técnica para analizar estructuras metalizas soldadas.

9) ¿Está familiarizado con la normativa técnica de la federación internación del automóvil para la homologación de chasis kart?

**Tabla 10**

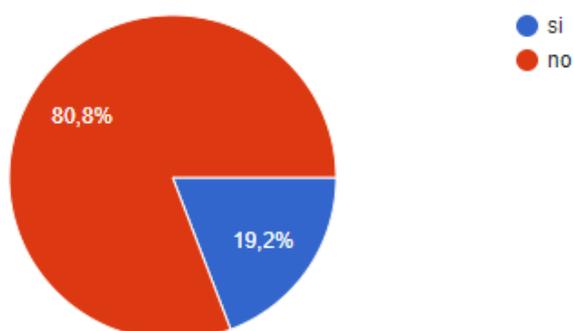
*Pregunta 9*

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	35	19.2%
No	147	80.8%
Total	182	99.45%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Figura 16**

*Pregunta 9*



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis cuantitativo.**

Del 100% de los encuestados el 80.8% desconocen por completo la normativa técnica de la CIK, mientras que el 19.2% afirma estar en conocimiento de la normativa técnica.

**Análisis cualitativo.**

La gran mayoría de encuestados desconoce acerca de la normativa técnica de la federación internacional del automóvil para homologación de chasis kart.

**10) ¿Cree usted que implementar una guía técnica para el diseño de chasis kart basada en la normativa de homologación facilita su construcción?**

Tabla 11.

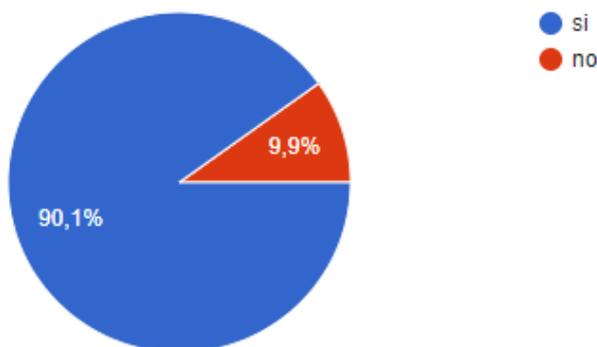
Pregunta 9

<i>Variable</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Si	164	90.1%
No	18	9.9%
Total	182	99.45%

*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Figura 17**

Pregunta 10



*Nota.* Tabulación mecánica automotriz ISTS Inga 2022.

**Análisis cuantitativo.**

Del 100% de los encuestados el 90.1% está de acuerdo con la implementación de una guía para el diseño de un chasis tipo kart mientras que el 9.9.% no está de acuerdo o no lo considera necesario.

**Análisis cualitativo.**

La gran mayoría de encuestados tiene una buena aceptación a la implementación de una guía de construcción lo que se considera una buena acogida dentro de la muestra.

## **8. Propuesta práctica de acción.**

### **8.1. Percepción y definición del problema.**

Para realizar el modelado de la estructura en el software CAD , comenzaremos realizando un análisis detallado a la normativa de diseño y homologación de la Comisión Internacional de Karting y la Federación Internacional del Automóvil, el mismo que brinda las especificaciones en cuanto a materiales y las dimensiones del chasis, tolerancias máximas y mínimas, las cuales, tendrán que ser respetadas por el fabricante en un vehículo que tiene como principal característica estar en contacto con el suelo a través de sus 4 soportes o ruedas que no están alineadas las delanteras directrices con las posteriores que conforma el tren de arrastre.

Entre los factores externos a tomar en cuenta para el desarrollo del modelado y su posterior construcción son los siguientes: altura máxima, longitud máxima, ancho máximo, distancia entre ejes y características del motor. Además, el bastidor deberá cumplir con ciertas características mecánicas y físicas como una correcta flexibilidad y rigidez del prototipo que será clave para generar la mayor adherencia al momento de realizar giros bruscos en pruebas de recorrido en pista.

Detallaremos paso a paso la construcción del chasis, haciendo énfasis en los procesos de doblado en frío, el proceso de soldadura y la calibración de los ángulos de alineación del kart, los cuales determinaran el éxito del proyecto cuando se realice la evaluación del mismo

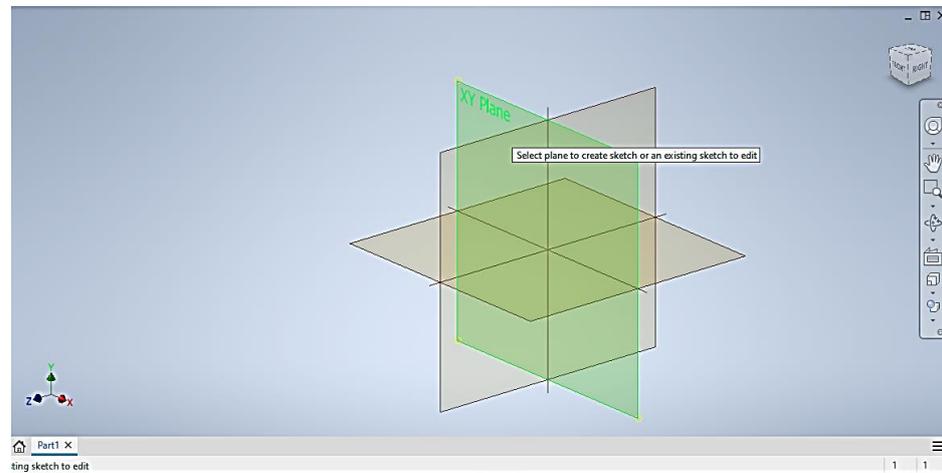
### **8.2. Diseño de la propuesta.**

#### **8.2.1. Bocetos.**

Para el proceso de renderización y análisis estructural del prototipo utilizaremos el software de diseño asistido por computadora, en donde comenzaremos con la creación de nuestro primer boceto en un plano 2D con la normativa ANSI en milímetros (mm) como se observa en la figura 18, donde utilizando el plano XY comenzaremos a trazar la geometría base del diseño basándonos en las dimensiones establecidas en la normativa en cuanto a la longitud y el ancho de la estructura.

**Figura 18**

*Generación de Proyecto Nuevo.*

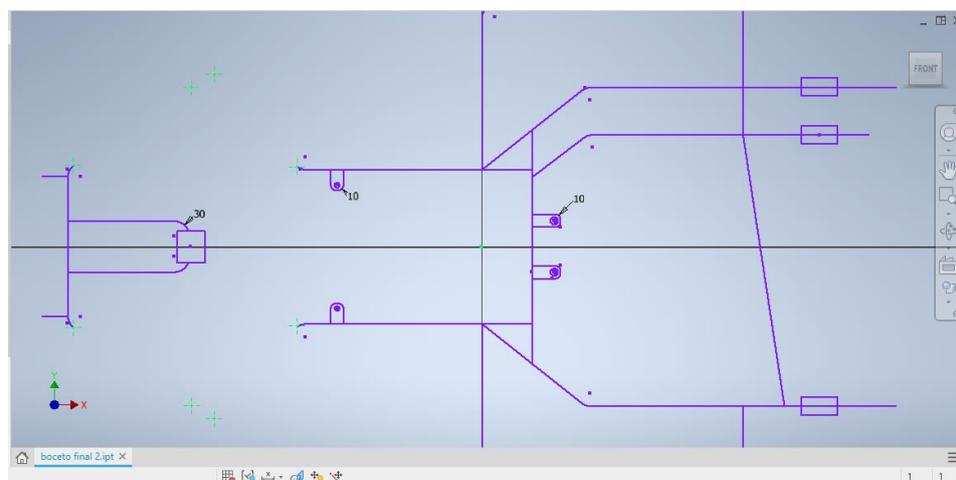


*Nota.* Selección de plano de trabajo para el proyecto, Inga, 2022.

En la figura 17 observamos las primeras líneas que conforman la estructura en el plano 2D para una vez terminado, pasaremos a elevar la figura utilizando un plano en 3D que conectara el boceto principal con el plano levantado utilizando la herramienta de proyectar geometría para hacer coincidir lo más exacto posible y así poder realizar las curvas en los vértices del boceto formando así un solo boceto en un plano 3D como se aprecia en la figura 19.

**Figura 19**

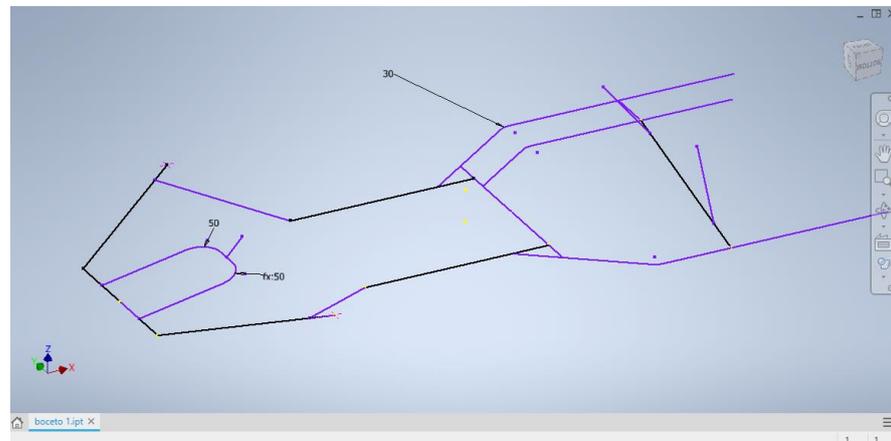
*Boceto 1 plano bidimensional estructura principal.*



*Nota.* Imagen del boceto 1 en software CAD, Inga, 2022.

## Figura 20

### Boceto 3D



**Nota.** Imagen del plano tridimensional del boceto 2, Inga, 2022.

Una vez realizado el boceto tridimensional de la estructura principal, procederemos a trazar la geometría de los paragolpes delantero y laterales con sus respectivas especificaciones como se muestra en la figura 20.

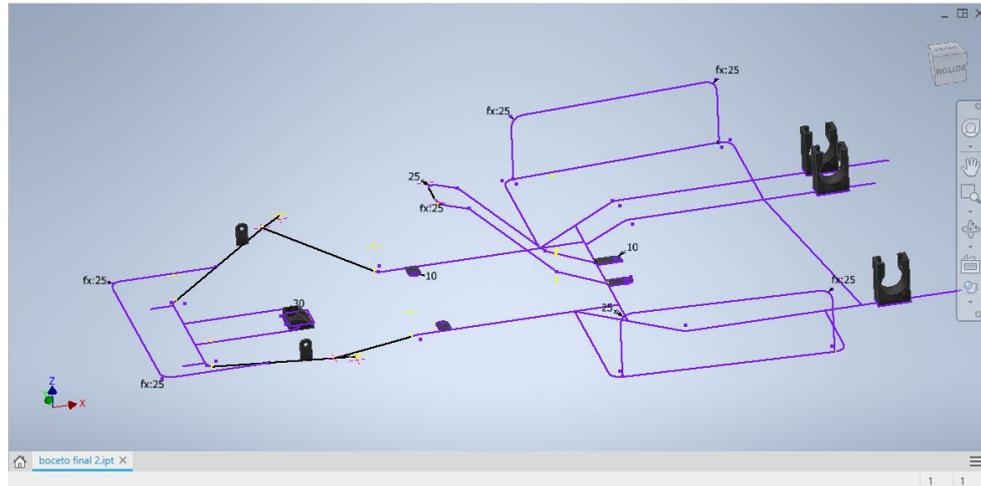
El paragolpes delantero consta de dos elementos: una barra superior con un diámetro mínimo de 16 mm y dos curvas de esquina con un radio constante. La longitud recta entre las curvas debe ser de 375 mm como mínimo y 395 mm como máximo. La barra debe fijarse a dos accesorios soldados al chasis, que deben estar separados por 550 mm y centrados en el eje longitudinal del kart. Altura: 200 mm mínimo y 250 mm máximo desde el suelo (medido hasta la parte superior del tubo). Una barra inferior con un diámetro mínimo de 20 mm y dos curvas de esquina con un radio constante. La longitud recta entre las curvas debe ser de 295 mm como mínimo y 315 mm como máximo. La barra debe fijarse a dos accesorios de bastidor de chasis soldados, que deben estar separados por 450 mm y centrados en el eje longitudinal del kart. Los accesorios deben ser horizontal y verticalmente paralelos al eje del kart y permitir una inserción de 50 mm de la barra.

El parachoques lateral consta de dos elementos de tubo redondo de acero magnético que se centran en relación con el eje longitudinal del kart. Cada elemento debe estar compuesto por una barra inferior y una superior. Deben tener un diámetro de 20 mm. La longitud recta mínima es de 400 mm para la barra inferior y de 300 mm

para la barra superior. Ancho total: 480 mm mínimo y 520 mm máximo para la barra inferior, 480 mm mínimo y 600 mm máximo para la superior

### Figura 21

*Dimensiones y geometría de paragolpes*



*Nota.* Imagen del boceto 3, Inga, 2022.

#### 8.2.2. Análisis del diseño.

Para la fabricación de chasis kart existen una gran variedad de propuestas de diseño dependiendo del tipo de kart que se vaya a construir se puede optar por dos tipos de chasis según la ubicación del asiento, existen chasis que colocan el asiento lo más a la izquierda posible ya que son hechos para pistas que se gira en gran parte hacia la izquierda, en cambio los modelos que centran en asiento a la estructura es un chasis que funciona para todo tipo de trazado. Una vez analizadas las propuestas de diseño de la FIA para homologación de chasis, se ha definido realizar un chasis tipo BIREL CRY32 para kart KF ya que este modelo presenta características bastante sobresalientes, como un buen peso estructural y el material de construcción es comercial. Así mismo el tipo de chasis seleccionado permite una correcta sujeción de los elementos mecánicos como el motor, sistema de dirección, ubicación de la cadena y catalina, posición para el asiento con su respectiva regulación situando un punto de equilibrio óptimo para estructura, características que brindaran una estabilidad perfecta para el desempeño del prototipo en pista.

Según el artículo #8 del reglamento técnico de la (CIK, 2022) actualizado el 28 de junio del 2022 en el apartado para el grupo 1, el chasis debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- 11) Distancia entre ejes: 101-107cm.
- 12) Vía: al menos  $\frac{2}{3}$  de la distancia entre ejes utilizada.
- 13) Longitud total: 182cm máximo sin carenado delantero y trasero.
- 14) Ancho total: 140cm máximo
- 15) Altura 65cm máximo desde el suelo, sin el asiento.

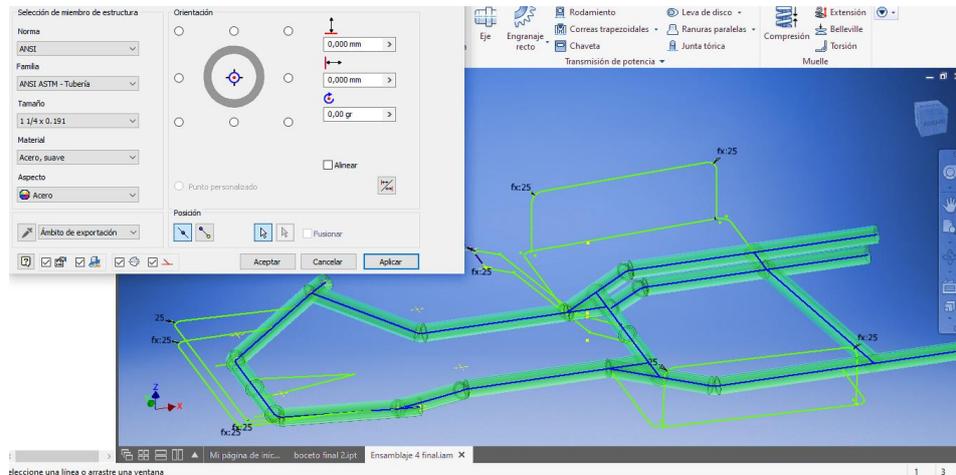
El chasis debe respetar en todo momento las dimensiones dadas, ninguna parte puede sobresalir más allá del cuadrángulo formado por el frente carenado, las ruedas y la protección trasera (p. 6).

### **8.2.3. *Materiales a usar.***

Dentro de los parámetros en cuanto a material se deben tener en cuenta y según (CIK/FIA, 2022) establece lo siguiente:

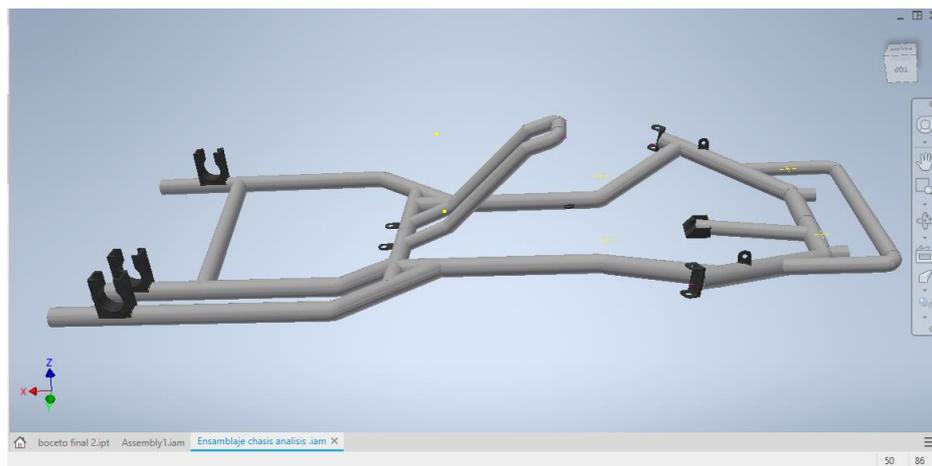
Material de construcción tubos de sección cilíndrica de acero, estructura monolítica para piezas soldadas, flexibilidad de chasis con límites de elasticidad, todas las piezas deben estar fijadas completamente al chasis, necesariamente su construcción debe ser rígida, conexiones articuladas no son admitidas con la dirección y el soporte convencional de manecillas del eje, se encuentra prohibido de manera absoluta el uso de cualquier tipo de amortiguación, el eje posterior debe ser de 50mm de diámetro máximo y espesor del tubo de 1,9mm (p. 6).

Una vez terminado el croquis guardaremos nuestro proceso para proceder a la fase de ensamblaje, donde abriremos nuestro boceto para proceder a insertar la estructura tubular utilizando la normativa ANSI para tubos circulares de acero suave soldado con una dimensión de  $1\frac{1}{4} \times 2$ . El acero estructural o aleación de acero utilizada como material de construcción del bastidor debe cumplir con la clasificación ISO 4948 y las designaciones ISO 4949.

**Figura 22***Ensamblaje de la estructura*

*Nota.* Montaje de la estructura de acero sobre el boceto terminado, Inga, 2022.

Una vez realizadas las operaciones necesarias dentro del boceto, el programa insertará una estructura de acero formando una pieza sólida, la cual, someteremos a un análisis estructural utilizando datos como el peso nominal según las especificaciones de homologación de la Comisión Internacional de Karting.

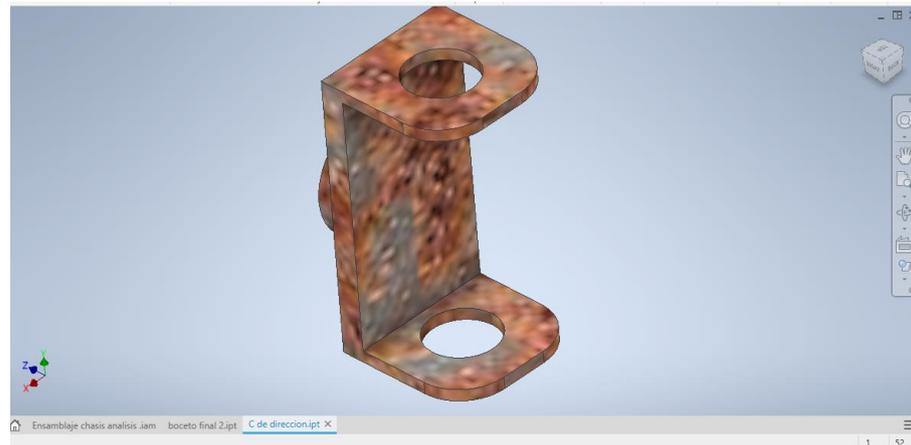
**Figura 23***Estructura de acero renderizada.*

*Nota.* Imagen de la estructura de acero terminada en CAD, Inga, 2022.

Posteriormente ensamblaremos a nuestro diseño los elementos de sujeción como las bancadas de eje posterior, los soportes para la dirección y ejes delanteros figuras 24 y 25, a demás elementos que sujetan los elementos mecánicos a la estructura principal.

### Figura 24

*Soporte de eje de dirección.*

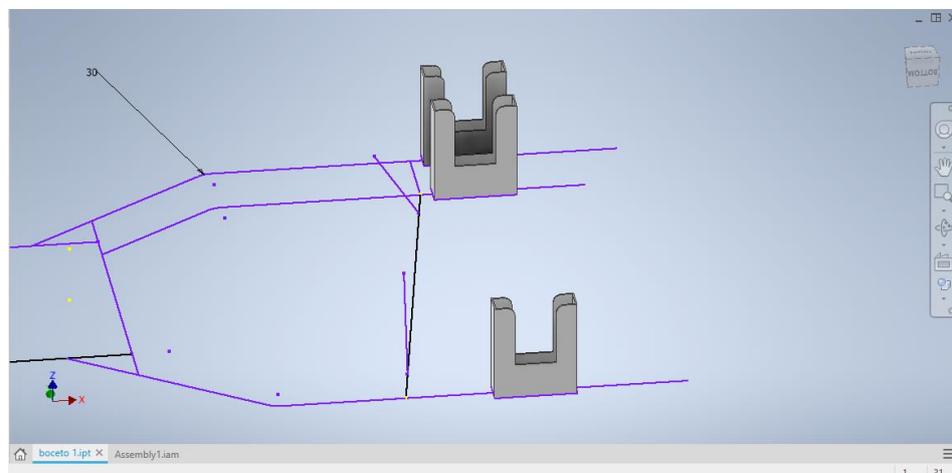


*Nota.* Soporte de dirección diseñada por el autor, Inga, 2022.

Las bancadas son los elementos en donde se ensambla el eje y deben tener perforaciones para ajustar con pernos las chumaceras del eje para permitir el libre giro del mismo.

### Figura 25

*Bancada para eje posterior.*



*Nota.* Bancadas para el eje diseñadas por el autor, Inga, 2022.

### 8.2.4. Costos.

**Tabla 13.**

*Costos del proyecto de titulación*

Especificación	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Tubo de acero de 1”1/4	1	\$14	\$14
Tubo de acero de 1”	1	\$12	\$12
Carrete de suelda #8	1	\$49	\$49
Armellas de platina #8	14	\$0.25	\$3.50
Pernos con tuerca	20	\$0.25	\$5
Sistema de dirección	1	\$180	\$180
Asiento	1	\$60	\$60
Eje armado	1	\$330	\$330
Pedales	2	\$15	\$30
Parachoques frontal	1	\$30	\$30
Llantas	4	\$20	\$80
Aros	4	\$30	\$120
Volante	1	\$20	\$20
Pintura	1	\$6	\$6
Fondo para pintura	1	\$7	\$7
Total			\$946

### 8.2.5. Normativa de seguridad

Los karts están autorizados a participar en competencias solo si están fabricados de acuerdo con la reglamentación de la CIK/FIA y a las siguientes normas de seguridad:

- Los pilotos deben usar un casco con una eficiente e irrompible protección para los ojos. Los cascos deben cumplir con las siguientes prescripciones:

Para pilotos menores de 15 años:

- Snell-FIA CMH (Snell-FIA CMS2007 y Snell-FIA CMR2007)

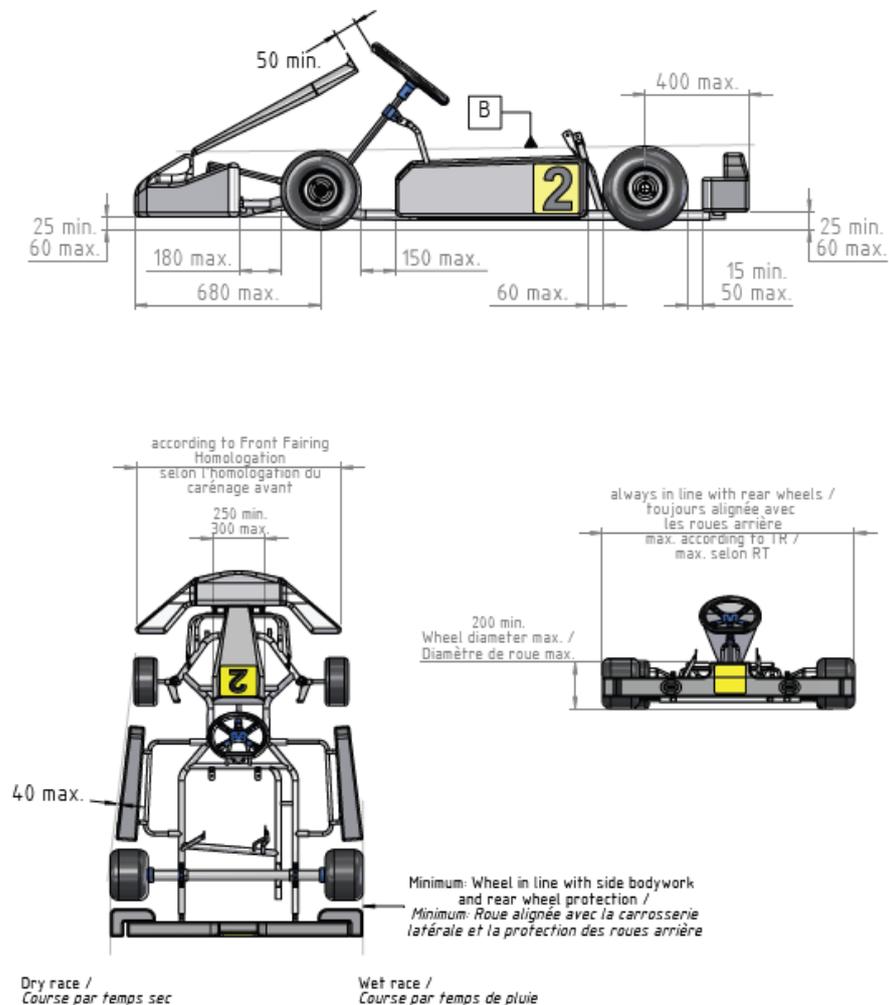
Para pilotos mayores de 15 años:

- Snell Foundation K98, SA200, K2005, SA2005, K2010 y SA2010 (USA),
- British Standard Institution A-type y A/FR-type BS6658-85, incluyendo algunas mejoras (GBR).
- FIA 8860-2004 (FRA).
- SFI Foundation Inc, Spec. SFI 31.1<sup>a</sup> y 31.2A (USA).
- Snell-FIA CMH (Snell-FIA CMS2007 y Snell-FIA CMR2007).
- Un par de guantes cubren las manos completamente.
- Overol tejido puede tener un <<nivel 2>> homologación otorgada por la CIK-FIA llevada en una manera visible el número de homologación CIK-FIA. Ellos pueden cubrir por completo el cuerpo, piernas e incluidos los brazos.
- Las botas pueden cubrir y proteger los tobillos.

En cuanto a las protecciones plásticas o de fibra que recubren el chasis y protegen al piloto en caso de choques estos se fijan al parachoques frontal, posterior y laterales las mismas que están ensambladas a los parachoques del kart para los cuales deben respetar las siguientes dimensiones al momento de ser montadas sobre el chasis.

**Figura 26**

*Carrocería para circuitos grupos 1 y 2.*



*Nota. Imagen obtenida de los dibujos técnicos de la FIA.*

### **8.2.6. Consecuencias para el medio ambiente.**

En cuanto a la materia prima para la fabricación de chasis kart no existe un gran impacto ambiental que se pueda destacar, en cambio a la relación de los motores es difícil deducir el impacto generado en una competencia donde se colocan vehículos a toda potencia quemando galones de combustible. Los motores 4T suponen ser la solución ya que mejor se adapta a las intenciones de sustituir los motores de combustión interna, además de ser la elección de los grandes fabricantes de motores. A pesar de que la comisión internacional de karting está apoyando iniciativas de motores eléctricos, es bastante probable que pronto se impongan los motores 4T.

### 8.3. Organización y gestión de trabajo.

#### 8.3.1. Proveedor.

UNIMAX es una empresa dedicada a la distribución de materiales de perfiles de acero como planchas de acero, techos metálicos, mallas, tubos de acero y demás productos para construcción, esta empresa es quien nos proveerá los materiales para la construcción del prototipo como los tubos de acero ASTM A36, carete de soldadura, discos de corte, armellas.

#### Figura 27

*Logotipo de la empresa.*



*Nota. Imagen del logotipo de UNIMAX obtenida de la página oficial.*

#### 8.3.2. Material de construcción.

---

**Tabla 12**

*Ficha técnica del material de construcción.*

---

Product name	High Quality ERW Steel Pipe/ERW Seamless Carbon Steel Pipe For Waterworks
Material:	10#,20#,Q195,Q235,according to request
Steel Grade	Q195 = S195 / A53 Grade A  Q235 = S235 / A53 Grade B / A500 Grade A / STK400 / SS400 / ST42.2

---

---

	Q355 = S355JR / A500 Grade B Grade C
Standard	EN10219, EN10210  GB/T 6728  JIS G3466  ASTM A500, A36
Outer diameter	12.7-406 mm
Wall thickness	1.2-12 mm
Length	5.8m-11.8m, or as customer's requirements.
Technique	SAW, ERW welyading etc.
Packing	1. OD 300mm and below In hexagonal seaworthy bundles packed by steel strips, With two nylon slings for each bundles  2. above OD 300mm in bulk or according to custom opinion  3. 25 tons/container and 5 tons/size for a trial order;  4. For 20" container the max length is 5.8m;  5. For 40" container the max length is 11.8m.
Certificates	ISO 9001 / ISO 18001 / ISO 14001 / CE
Usage	Construction / building materials steel pipe

	Structure steel pipe
	Solar structure component steel pipe
	Fence post steel pipe
	Greenhouse frame steel pipe
Trade terms	FOB, CFR, CIF, EXW, FCA
Delivery time	15-45 days (based on quantity) after receiving advanced payment by T/T or LC .

---

*Nota. Especificaciones técnicas de la página de (Tisco Steel Co., 2022)*

### **8.3.3. Tareas primarias y secundarias.**

**Tareas primarias.** Las principales actividades a realizar será el conseguir los materiales como los tubos de hacer y realizar las curvaturas respectivas, realizar los cortes especiales y realizar el proceso de soldadura respectivo para contris el chasis.

**Tareas secundarias.** Ensamblar los sistemas como dirección, tracción (eje posterior), asiento, parachoques una vez realizado el punteo de suelda en la estructura para realizar pruebas de funcionamiento en el chasis y por último se realizará un proceso de lijado y pintado.

Todo el proceso de fabricación fue realizado por el autor.

## **8.4. Ejecucion del proyecto.**

### **8.4.1. Cálculos de cargas.**

Para procede a realizar un análisis a la estructura planteada en esta investigación, tendremos en cuenta las cargas a las que está sometido un chasis como lo son:

Cargas estáticas: carga muerta y carga viva.

Cargas dinámicas: Carga de aceleración brusca, carga de resistencia al aire frontal, carga de giro y carga de frenado.

**Carga muerta (M).** Se defina como la masa total de la propia estructura una vez definido el material en nuestro caso 31.902kg.

$$M = M_t * g$$

$$M = 34.720kg * 9.81m/s^2$$

$$M = 340.60N$$

**Carga viva (V).** La carga viva está determinada por todas las masas que reposan sobre la estructura. El peso nominal para un kart KF es de 195kg mínimo y el peso estándar de una persona es de 75kg.

$$V = V_t * g$$

$$V = 150kg * 9.81 m/s^2$$

$$V = 1,471.5 N$$

**Carga de aceleración brusca (Ab).** Considerada como el aumento súbito de la velocidad en un rango menor de tiempo, para el presente estudio se extrajo el valor de la aceleración de la Norma (INEN, 2013) 2712, que es de 0.2 m/s<sup>2</sup>.

$$Ab=(M_t)*(-a)$$

$$Ab = 34.720kg * (-0.2m/s^2)$$

$$Ab = -6.944 N$$

**Carga de Frenado (F).** Carga producida por una desaceleración del vehículo.

$$F = M_t * a$$

$$F = 34.720KG * 0.2m/s^2$$

$$F = 6.944 N$$

**Carga de Giro (G).** Dependiendo de la trayectoria que toma la dirección del vehículo se generan fuerzas denominadas carga de giro.

$$G = (Mt + Vt) * \frac{V^2}{r}$$

$$V^2 = 25\text{m/s}^2$$

$$R = 350\text{m}$$

$$G = (Mt + Vt) * \frac{V^2}{r}$$

$$G = (34.720\text{kg} + 150\text{kg}) * \frac{(25\text{m/s})^2}{350\text{m}}$$

$$G = 372\text{N}$$

**Carga por Resistencia del Aire Frontal (Raf).** Fuerza con que el aire actúa sobre una determinada área, el mismo que corresponde a la proyección del monoplaza en un plano perpendicular a su eje longitudinal.

$$C_x = 0.7 \text{ [N]}$$

$$\rho = 1.225 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$A_f = 0.18056 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$V = 25 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$Raf = \frac{C_x * \rho * A_f * V^2}{2}$$

$$Raf = \frac{0.7\text{N} * 1.225\text{kg/m}^3 * 0.18056\text{m}^2 * 25\text{m/s}^2}{2}$$

$$Raf = 19.35\text{N}$$

Una vez definido el diseño a construir se procede a adquirir el material de la estructura principal, el mismo que se definió por normativa como tubos de acero ACTM A36 con dimensiones de 1" ¼ x 2 y 1" x 2, un material bastante comercial en nuestro medio ideal para construir estructuras como chasis tubulares que dependen de la flexibilidad del material de construcción para un correcto funcionamiento mecánico en cuando a las cargas estáticas y dinámicas que actúan sobre la estructura.

**Figura 28**

*Tubos de acero ASTM A36 material de contruccion.*



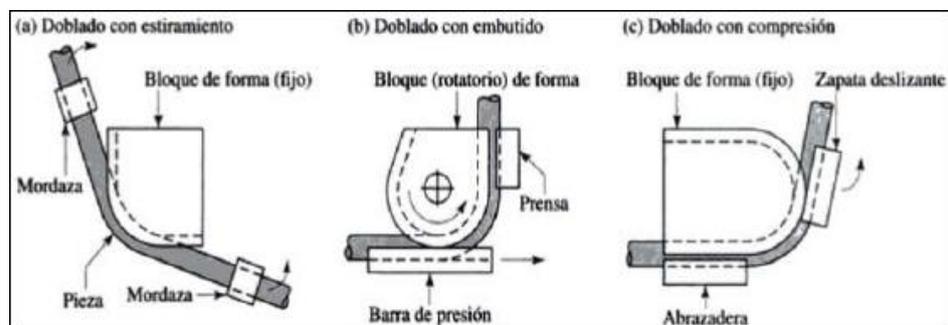
*Nota.* Tubos de contruccion de acero, Inga, 2022.

### **8.7.1. Proceso de doblado en frio.**

El proceso de doblado consiste en deformar de manera controlada el material aplicando una fuerza o varias en un miembro de una estructura (Figura 29), este proceso se lo realiza comunmente en tuverias de acero circulares, pero en casos muy puntuales tambien se puede realizar con tubos cuadrados.

**Figura 29**

*Metodo de curvado para tuvos de acero.*



*Nota.* Tipos de guias y metodos para curvar tuvos de acero.

Para la estructura principal realizamos un diseño con tubos doblados con una medida 300mm de diametro, para realizar los dobeces utilizamos una dobladora

manual que se observa en la figura 30, esta dobladora tiene un mecanismo que mediante una guía y una media luna dobla el tubo dependiendo de la fuerza de palanca que se realice, cabe recalcar que para este proceso se requirió de una coratadora de tubo figura 31, escuadra falsa y flexometro.

### **Figura 30**

*Dobladora de tubo manual.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos, Inga, 2022.

Al realizar curvas en acero hay que tener en cuenta ciertos aspectos que podrían influir al momento de medir, llegando al punto de deformarse afectando la precisión y calidad de los dobleces, también hay que tener en cuenta las propiedades elásticas del material cuando la fuerza deja de ser aplicada, tenderá a recuperar su forma debido a la memoria molecular por lo que el radio final de la curvatura podría ser mayor a lo requerido.

Otra variable a consideración son las dimensiones del tubo, específicamente el diámetro externo ya que para cada tipo de tubo existe un tipo de guía y media luna. El grosor del material puede variar en las zonas dobladas debido a las tensiones internas generadas consecuencia de la fuerza aplicada para doblar el tubo, esto causa que la cara externa sea más delgada producto del estiramiento, mientras que la interna experimenta una compresión y se torna más gruesa.

Para realizar los dobleces primero se realizó los cortes respectivos con una cortadora de tubo manual (Figura 34), la cual nos permite obtener cortes perfectos,

hay que tener en cuenta que después se realizaran cortes especiales para unir la estructura para el proceso de soldadura así que tenemos que hacer una sobremedida en cada corte si es necesario.

### **Figura 31**

*Cortadora de tubo.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos, Inga, 2022.

### **Figura 32**

*Escuadra falsa.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos, Inga, 2022.

La escuadra falsa es una herramienta utilizada para copiar o marcar ángulos de diferentes grados para realizar cortes o dobleces a medida figura 33, es un elemento muy útil para realizar este tipo de trabajos.

### **Figura 33**

*Marco principal de la estructura doblado.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos, Inga, 2022.

Después de realizar la tarea de doblar y cortar los tubos procedemos a realizar los cortes para acoplar los tubos en su posición para proceder a soldar. El nombre técnico se conoce como “corte boca de pez”.

### **Figura 34**

*Tubos doblados que conforman la estructura principal.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos, Inga, 2022.

### **8.7.2. Cortes especiales para soldar estructuras tubulares.**

El nombre técnico se conoce como corte “corte boca de pez” el cual nos permite lograr una unión más uniforme al momento de aplicar la suelda en el tubo de acero industrial. La estructura del chasis para un kart está compuesta por un conjunto de perfiles circulares que estarán unidos mediante uniones soldadas, las mismas que deben soportar los distintos esfuerzos generados durante la puesta en pista del kart.

#### **Figura 35**

*Cortes boca de pez para acoples soldados en tubos de acero.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de realizar cortes especiales a los tubos de acero, Inga, 2022.

#### **Figura 36**

*Acoplamiento de tubos para proceso de soldadura.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de realizar cortes para soldar los tubos de acero, Inga, 2022.

### 8.7.3. Proceso de soldadura.

Para el proceso de soldadura tendremos en cuenta las dimensiones del material en cuanto al espesor, en nuestro caso es de 2mm, para lo cual se a optado por utilizar una soldadora MIG marca MILLER modelo 251, en este equipo podemos calibrar el voltaje y amperaje de acuerdo a la tabla de calibración según el espesor del material, en el caso de los tubos de 1" ¼ y 1" x 2mm se necesita un voltaje de 220V y 19.0A de intensidad para evitar que el material se funda al punto de causar grietas o huecos.

**Figura 37**

*Tabla de calibración de soldadora MIG MILLER 251*

The image shows a Miller MIG 251 calibration chart. It is titled 'Selecting Wire, Gas and Control Settings' and 'Select Voltage and Wire Speed Based on Thickness of Metal Being Welded'. The chart includes a table with columns for material type, suggested wire types, suggested shielding gases and flow rates, wire sizes (diameter), and a grid of voltage and wire speed settings for different metal thicknesses. The thicknesses are listed in inches (1/16, 1/8, 1/4, 3/8, 1/2) and millimeters (1.6, 3.2, 6.4, 9.6, 12.8). The chart also features a control panel diagram with a voltage gauge set to 192V and an amperage gauge set to 19.0A. A note at the top right explains how to read the settings: 'Number on left of gauge is voltage, number on right of gauge is wire speed. --- Means not recommended. Example: 19.2/398 = Wire speed listed is a starting value only and can be fine-tuned while welding.'

What Material are You Welding?	Suggested Wire Types	Suggested Shielding Gases and Flow Rate	Wire Sizes (Diameter)	Select Voltage and Wire Speed Based on Thickness of Metal Being Welded														
				1/16" (1.6 mm)	1/8" (3.2 mm)	1/4" (6.4 mm)	3/8" (9.6 mm)	1/2" (12.8 mm)	14 ga. (2.0 mm)	16 ga. (1.6 mm)	18 ga. (1.2 mm)	20 ga. (0.9 mm)	22 ga. (0.8 mm)					
Steel	Solid (or hard) ER70S-6	100% CO <sub>2</sub> , 25 cfh	0.023" (0.6mm)	---	---	---	---	20.0/320	19.0/280	18.5/220	18.0/190	17.6/170	17.0/140					
			0.030" (0.8mm)	---	---	---	---	22.5/420	21.5/380	20.5/325	19.5/295	19.0/230	18.5/185	18.0/135	17.5/120	17.0/105		
			0.035" (0.9mm)	---	---	---	---	---	23.0/325	21.5/290	20.5/245	20.0/220	19.0/175	18.5/160	18.0/125	17.5/100	17.0/85	
			0.045" (1.1mm)	---	---	---	---	---	23.0/260	21.5/240	20.5/195	20.0/150	19.0/120	18.5/105	---	---		
Steel - for outdoor, windy applications or when weld appearance is not critical	Flux core E71T-1	No shielding gas required	0.023" (0.6mm)	---	---	---	---	19.5/310	18.0/385	17.0/300	16.5/240	15.5/180	15.3/140	15.0/130				
			0.030" (0.8mm)	---	---	---	---	22.0/530	19.6/435	18.5/375	17.0/305	16.5/235	16.0/210	15.5/170	15.0/130	14.5/110		
			0.035" (0.9mm)	---	---	---	---	---	23.5/475	21.5/425	19.0/360	18.0/280	17.0/245	16.5/200	16.0/185	15.5/135	15.0/110	14.5/95
			0.045" (1.1mm)	---	---	---	---	---	24.5/335	21.5/300	19.0/260	18.0/230	17.0/200	16.5/165	16.0/155	15.5/110	---	
Stainless steel	Stainless steel ER 308, ER 308L, ER 308LSi	75% Ar/25% CO <sub>2</sub> , 25 cfh (Ar/CO <sub>2</sub> produces less spatter, better overall appearance)	0.023" (0.6mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---					
			0.030" (0.8mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
			0.035" (0.9mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
			0.045" (1.1mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
Aluminum with optional Spoolmate™ spoolgun	Aluminum 4043 ER	100% Ar, 25 cfh	0.030" (0.8mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---					
			0.035" (0.9mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---					
			0.045" (1.1mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---					
			0.047" (1.2mm)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---					

**Nota.** Imagen de la soldadora MIG marca MILLER, equipo utilizado para soldar la estructura, Inga, 2022.

Entre las ventajas de soldar con MIG están la capacidad de unir diferentes tipos de materiales y diferentes espesores, la materia prima para soldar es muy comercial, se adapta para soldar en todas las posiciones y tiene un excelente cordón de soldadura con un mínimo de escoria y salpicadura de material.

Para el proceso de soldadura necesitaremos herramientas y equipo de seguridad como:

### Herramientas y equipos.

- Escuadra magnética.
- Escuadra falsa.
- Soldadora mig
- Gas argon.

- Flexómetro.
- Amoladora
- Discos de corte
- Discos de desbaste
- Cepillo de acero
- Nivel
- Nivel lacer
- Tiza

### **Equipo de seguridad.**

- Casco para soldar
- Guantes para soldar.
- Gafas de protección.
- Guantes de trabajo.
- Overol.

Cuando se tiene ya calibrada la soldadora y contamos con el equipo de seguridad adecuado podemos proceder a realizar los primeros punteos en la estructura ayudandonos del flexometro y la escuadra, pero sobre todo el nivel para corroborar que estamos en una superficie plana, de esta forma mantener la estructura pegada al piso lo mas posible.

### **Figura 38**

*Proceso de soldadura*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura, Inga, 2022.

Con la asistencia de nuestras herramientas de medición realizamos los primeros puntos de suelda, teniendo en cuenta que debemos plantear un proceso que nos permita obtener puntos de suelda con proporciones adecuadas para hacer mediciones antes de realizar el cordón.

Antes de realizar el proceso de punteo se debe tener en cuenta que el material debe estar libre de corrosión, oxidación o cualquier agente que afecte la conductividad del material, es decir, para que obtengamos una unión soldada solida el material debe estar limpio, luego se debe colocar en la zona estratégica donde sea más fácil realizar el punto de suelda.

En los puntos donde exista un distanciamiento de material se debe realizar la soldadura de abajo hacia arriba apoyándose en el material que está en la parte superior para “rellenar” la zona y así obtener una unión sólida.

### **Figura 39**

*Puntos de suelda colocados de forma estratégica.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura, Inga, 2022.

Una vez realizado los puntos podemos proceder a realizar el cordón de suelda para definir la unión, verificando que y midiendo que las uniones estén localizadas de acuerdo a los planos realizados en la fase de diseño logrando así obtener una estructura soldada y resistente que compre con los parámetros establecidos.

**Figura 40**

*Marco principal terminado.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura, Inga, 2022.

En caso de que no se logre realizar un cordón de suelda simétrico, se realiza un desbaste utilizando la amoladora con un disco apropiado para esta tarea teniendo mucho cuidado de no debilitar la zona.



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura, Inga, 2022.

El chasis kart se caracteriza por ser una estructura que va casi pegada al piso, esto para general la mayor estabilidad posible en pista, según la normativa el chasis debe estar a una altura entre 25mm a 60mm máximo.

### Figura 41

*Altura de la zona donde se colocarán los pivotes de la dirección.*

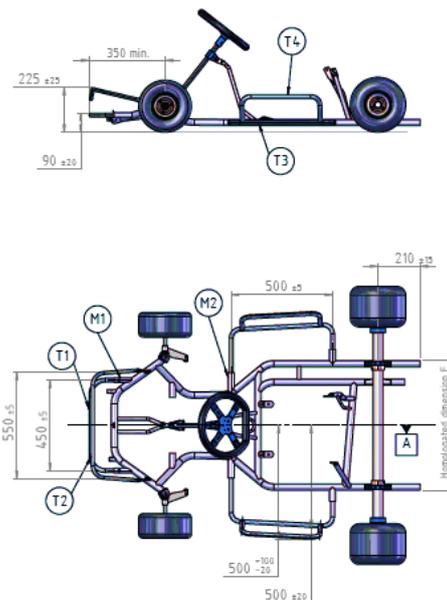


*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura, Inga, 2022.

En materia de seguridad contamos con un parachoques frontal, el cual está ubicado a una distancia de 600mm entre los puntos de anclaje al bastidor y debe tener una altura de 200mm como detallamos en la figura 42

### Figura 42

*Ubicación de parachoques según la normativa.*



*Nota.* Imagen obtenida de la página oficial de la FIA.

El sistema de dirección estará ensamblado a una base en forma de trinche fabricada con tubo de 1" doblado en forma de U para lograr una mejor estética a una distancia de 240mm y centrado entre las manguetas de la dirección con un ángulo de inclinación igual a la altura del chasis.

### **Figura 43**

*Sistema de dirección.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

Una vez ubicado el sistema de dirección continuamos con la calibración de los ángulos camber y caster, los cuales están ligados a la puesta a punto del chasis y son los responsables del comportamiento del vehículo en curvas de alta velocidad. La calibración se realiza en las manguetas de dirección las mismas que fueron fabricadas de una platina de acero de 3 mm de espesor (figura 44), ya que es un elemento que soporta todos los esfuerzos generados durante la conducción del kart.

### **Figura 44**

*Calibración de ángulos camber y caster.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

Luego de fabricar las piezas que conforman las manguetas ensamblaremos los pivotes para graduar el ángulo de inclinación (ángulo camber) el cual tendrá una caída de 3 mm en caída negativa, lo cual nos permitirá tener un mayor equilibrio y estabilidad al momento de realizar giros bruscos.

### **Figura 45**

*Calibración de ángulo camber.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

El ángulo de avance o el ángulo caster es el encargado de redireccionar la dirección del kart cuando se realiza un giro estabilizando la dirección, la inclinación a la que se fije la mangueta con respecto al ángulo de avance será de  $65^\circ$  será primordial debido a la ausencia de suspensión en la estructura para que la mangueta soporte los esfuerzos generados por los desniveles o baches de la pista.

### **Figura 46**

*Angulo caster*



*Nota.* Imagen tomada por el actor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

Los pedales para kart están fabricados en acero inoxidable y tienen una forma bastante peculiar como se observa en la figura 47, los mismos están fijados al chasis en muchos de los diseños planteados por la FIA.

**Figura 47**

*Pedales.*



*Nota.* Imagen tomada por el actor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

En el diseño planteado por el autor se ha decidido no realizar perforaciones a la estructura para evitar el oxidamiento interno como se a observado en otros diseños con el paso del tiempo, en cambio se ha planteado utilizar armellas de platina #8 (figura 48)

**Figura 48**

*Ensamblaje de pedales a la estructura.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

Después de haber fijado la altura de la dirección y la ubicación del volante (figura 49) procedemos a instalar las bases del asiento el mismo que fue fabricado en fibra de vidrio para reducir peso y darle una apariencia más deportiva.

### **Figura 49**

*Fijación del asiento.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

### **Figura 50**

*Volante.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

Para el eje posterior se necesita fabricar unas bases llamadas bancadas de eje. Las mismas que aprisionan las chumaceras mediante pernos pasantes permitiendo el libre giro del eje

Para fabricar estas piezas usaremos una correa de acero de 10 x 2 (figura 51) tratando de que los soportes de las chumaceras estén lo más alineados posible

### **Figura 51**

*Material para fabricar las bancadas del eje trasero.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

### **Figura 52**

*Bancada de eje*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

Una vez terminadas las bancadas del eje (figura 52) procedemos a medir la distancia entre ejes que por normativa debe estar entre 101cm mínimo a 107cm máximo de distancia. Para nuestro prototipo se ha utilizado una distancia de 105cm.

### **Figura 53**

*Instalación de las bancadas del eje al chasis.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

Luego de haber realizado todo este proceso, se recomienda volver a medir cada sección antes de realizar el cordón de suelda final en toda la estructura, verificando que este cada elemento del chasis de acuerdo a la normativa vigente.

En la figura 54 podemos observar la estructura del chasis terminada previo al proceso de pintura.

**Figura 54**

*Chasis terminado.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura, Inga, 2022.

Para dar por terminado la fabricación del chasis kart, realizaremos un proceso de pintura para mejorar la estética del prototipo.

**Figura 55.**

*Prototipo terminado.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor una vez terminado el proyecto, Inga, 2022.

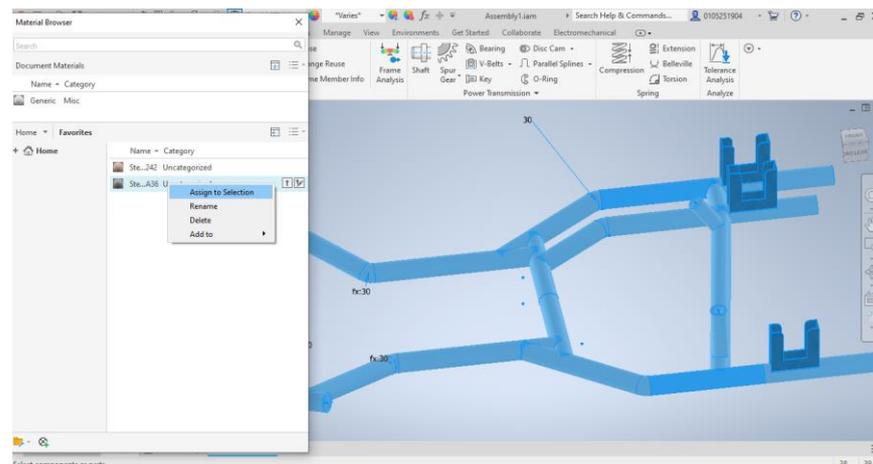
## 8.8. Evaluación del proyecto.

### 8.8.1. Análisis estructural.

Una vez terminado el diseño de la estructura principal, se procede a asignar el material de fabricación, en nuestro caso es el acero ASTM A36 figura 56 con una densidad de  $7.85 \text{ g/cm}^3$ , un límite de elasticidad de  $248.225 \text{ MPa}$  y una resistencia máxima a la tracción de  $399.9 \text{ MPa}$ , para de esta manera realizar una simulación de esfuerzos con los cálculos estructurales antes realizados y que nos dará un estimado de cómo sería el comportamiento de la estructura en condiciones de funcionamiento, analizando las fuerzas que reposan sobre la estructura.

#### Figura 56

*Asignación de material a la estructura.*



*Nota.* Imagen tomada del software de diseño en la etapa de asignación de material, Inga, 2022.

Un análisis estructural es el proceso mediante el cual se simula distintos esfuerzos utilizando las ecuaciones de la resistencia de materiales para localizar los esfuerzos internos, deformaciones, tensiones, momentos rigidez del material, para comprender completamente las rutas de carga y los impactos que las cargas tienen en el diseño de forma estática o dinámica. Para simular las cargas se ha realizado una serie de cálculos sobre las fuerzas para analizar la estructura de forma estática y dinámica.

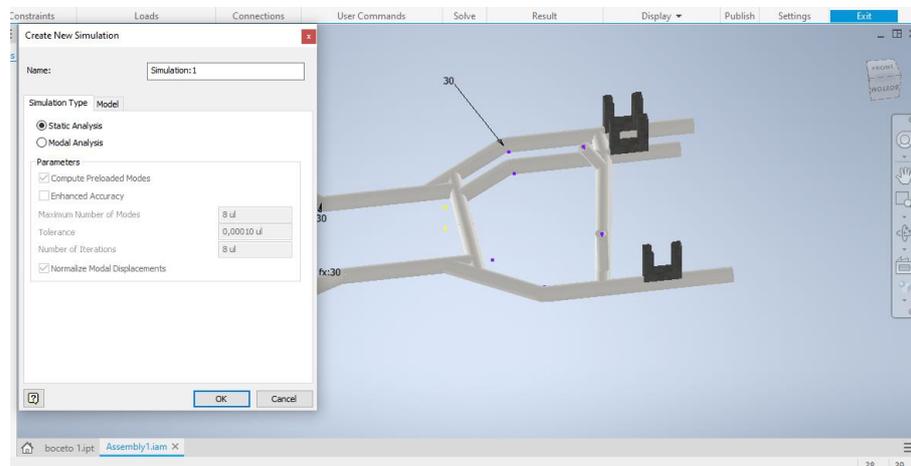
**Análisis estático.** Para el análisis estático tomaremos en cuenta la carga viva y la carga muerta ya que son las cargas que están ensambladas sobre la estructura como

lo son peso del motor, sistemas de dirección, eje y equipamientos además del peso del piloto.

Para realizar este proceso seleccionaremos el icono de análisis estructural e iniciaremos la simulación estática (figura 57), el programa nos presentara la estructura en alambre para una vez así colocar las cargas sobre la estructura basándonos en el método de nodos para analizar cómo se comporta la estructura hasta llegar al punto de quiebre.

### Figura 57

*Análisis estructural.*

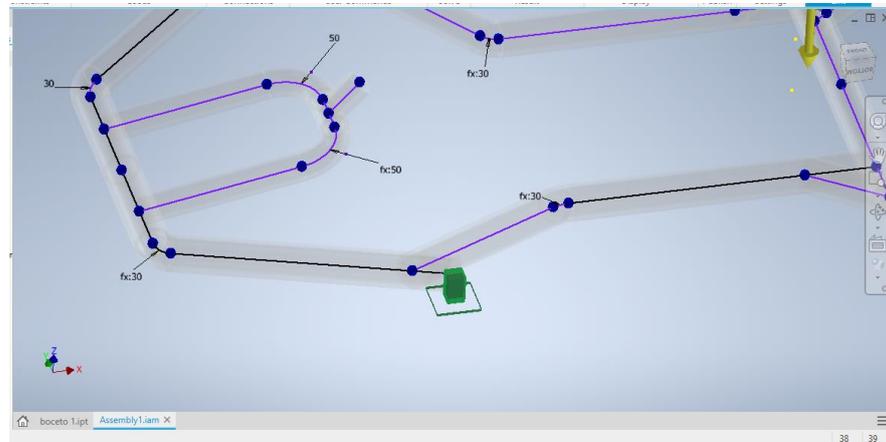


**Nota.** Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD, Inga, 2022.

Luego de iniciar la simulación colocaremos las restricciones en nuestro boceto sobre los puntos sobre los que reposara la estructura que en nuestro caso son los puntos donde estarán las ruedas como se ve en la figura 58, estos puntos eliminaran todos los grados de libertad que tiene el boceto, en nuestro caso para el kart sería los puntos donde estarían las ruedas y dado que según la normativa la estructura tiene que estar a una altura de 25 a 60 mm máximo.

**Figura 58**

*Aplicación de restricciones en el boceto.*

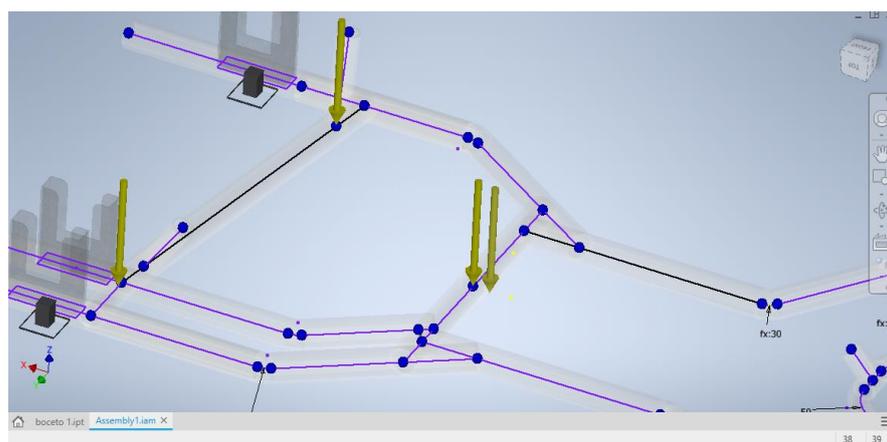


*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD, Inga, 2022.

Una vez delimitado los grados de libertad de la estructura colocaremos los valores de la carga viva que representan todos los elementos que descansan sobre la estructura con un valor de  $1,471.5\text{ N}$  en los puntos donde se genera la fuerza como se observa en la figura 59.

**Figura 59**

*Análisis estático de carga viva.*

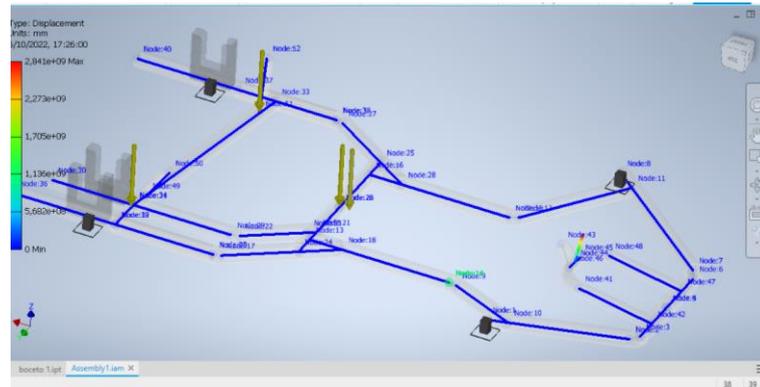


*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD, Inga, 2022.

Luego de colocar las cargas sobre la estructura pulsaremos el boton de simular para que el programa nos genere una animacion de como es el comportamiento de la estructura en condiciones estaticas.

**Figura 60**

*Simulacion de carga viva.*

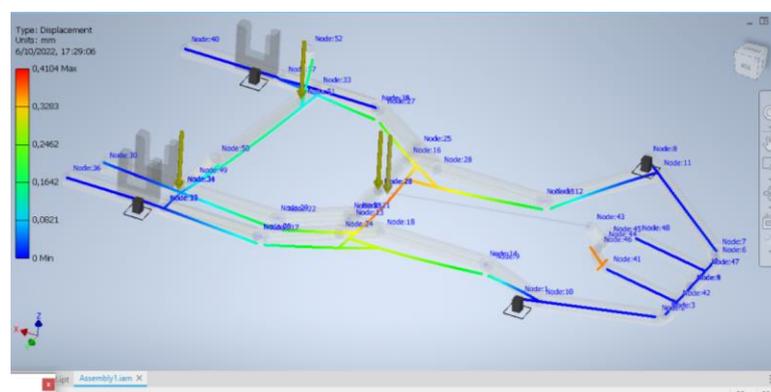


*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD, Inga, 2022.

Para la simulacion estatica se a considerado como fuerzas el peso del piloto y el peso del motor independientemente de donde se aplique. Lo que podemos observar en la estructura es una ligera deformacion en la zona media de la estructura aplicando la fuerza llegando al punto de quiebre de la estructura lo que concluye que el punto de gravedad de la estructura es capaz de soprotar el peso de 3 personas adultas con la minima deformacion.

**Figura 61**

*Simulacion de carga viva al pundo de fallo estructural.*



*Nota.* Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD, Inga, 2022.



**Figura 63**

*Kartodromo municipal de la ciudad de Loja.*



*Nota.* Vista aérea de la pista de karting Loja, Inga, 2022..

**Tabla 14**


---

*Pruebas realizadas en pista*

---

Vuelas cronometradas.	Tiempos
Vuelta 1	00:52.12
Vuelta 2	00:47.33
Vuelta 3	00:40.05
Vuelta 4	00:39.73
Vuelta 5	00:39.35
Vuelta 6	00:39.02

---

*Nota.* Tabla de tiempos cronometrados.

**Figura 64**

*Realización de pruebas en pista.*



*Nota.* Imagen de pruebas de recorrido realizadas por el autor, Inga, 2022.

## 9. Conclusiones.

- Para el diseño de estructuras existen muchas variables, por lo que el diseñador tiene que tener la imaginación y certeza para reforzar los puntos que considere necesarios ya que tenemos distintas cargas que actúan en todo momento sobre la estructura.
- Las propuestas de diseño que ofrece la FIA son muchas, lo que da casi libertad al momento de diseñar la forma del chasis, sin embargo, en cuanto a las dimensiones se debe respetar las especificaciones técnicas. En cuanto a la aceptación en el mercado tenemos chasis italianos que son los más comerciales por sus características.
- El diseño asistido por computadora es una herramienta muy útil para la construcción de estructuras, nos permite realizar simulaciones para tener una idea de cómo será el comportamiento del prototipo una vez fabricado.
- La experiencia fue un factor clave para la construcción del prototipo, debido a que el chasis se compone de tubos curvados el proceso de manufactura se realizó con herramientas y equipos con los que ya se había trabajado antes para llegar al grado de obtener un producto final de calidad.
- Luego de realizar las encuestas se demostró que la mayor parte de los encuestados conocen acerca del karting, sin embargo, de este porcentaje son muy pocas las personas que conocen acerca de cómo se fabrican estos monoplazas, para lo cual se ha creado una guía para quienes deseen incursionar en el diseño automotriz y fabricar su propio chasis kart.
- Las pruebas de recorrido en pista fueron muy satisfactorias, pese a no contar con un motor de competencia, se optó por un motor de alquiler, pero se llegó a marcar muy buenos tiempos con respecto a los karts de alquiler del Kartodromo municipal lo que concluye un buen funcionamiento del prototipo.

## 10. Recomendaciones

- Procurar tener en conocimiento de cuál será el objetivo principal del diseño que vamos a realizar y sobre todo conocer las distintas variables físicas y mecánicas que actúan sobre la pieza o estructura a modelar y
- Ya que existen múltiples diseños planteados por la FIA se recomienda optar por un diseño simple que no requiera de equipos sofisticados para su fabricación
- Mejorar el análisis propuesto con un análisis dinámico de volque para visualizar el comportamiento de la estructura ante un accidente o choque.
- Hacer un cronograma de actividades, lista de materiales y equipos a utilizar para evitar contratiempos y sobre todo evitar realizar en lo más posible gastos fuera del presupuesto establecido durante el proceso de fabricación.
- Mejorar la guía en lo más posible, permitiendo que no solo una persona con conocimientos pueda diseñar un kart sino, cualquier persona mejorando la redacción.
- Realizar pruebas de recorrido en diferentes configuraciones de pista para recabar mejores datos y sobre todo tratar de utilizar un motor de competencia.

### Bibliografía.

- Arráez, M., Calles, J., & Tovar, L. (2006). La Hermenéutica: una actividad interpretativa. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 7(1317–5815), 171–181. <http://www.redalyc.org/pdf/410/41070212.pdf>
- CIK/FIA. (2022). *Organisation | Federation Internationale de l'Automobile*. <https://www.fia.com/organisation>
- CIK. (2022). Règlement technique de karting. *January*, 38. [http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Technical/Technical\\_Regulations/2017/Web\\_RT\\_2017.pdf](http://www.cikfia.com/fileadmin/content/REGULATIONS/Technical/Technical_Regulations/2017/Web_RT_2017.pdf)
- Fuster Guillen, D. E. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 201. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>
- Gustavo, E., & Puebla, V. (2021). *Análisis del Comportamiento Estructural en un Chasis de Kart Homologado con Aplicación de un Programa en Sistema de Diseño Asistido por Ordenador* Alex Fabricio Montesdeoca Vera Guayaquil-Ecuador.
- HIBBELER, R. C. (2012). *Analisis\_Estructural\_R\_C\_Hibbeler\_8va\_Ed.pdf* (p. 720).
- INEN. (2013). *ECUATORIANA NTE INEN 2712*.
- ISTS. (2022). *Marco Institucional. 1*.
- Martínez-ramírez, I., Sánchez-montero, N. E., & Espinoza-torres, I. (2019). “Programa y análisis de la metodología de Inserción de tubos a cualquier ángulo .” 1–6.
- Mesada, A. (2014). “Hacia falta un libro como éste, en el que se explicara al público en general los detalles de cómo poner a punto un kart, enhorabuena por el trabajo bien hecho Alejandro.” 1.
- Montagud Rubio, N. (2021). *Los 12 tipos de técnicas de investigación: características y funciones*. <https://psicologiaymente.com/cultura/tipos-tecnicas-investigacion>

- Munari, B. (2011). *Metodo Proyectual. - Metodos y pasos.*  
<https://sites.google.com/site/metodosypasos/home/metodo-proyectual>
- Pacheco, M. (2021). *Diseño Automotriz UFT.*  
<https://dautomotrizuft.weebly.com/chasis.html>
- SUNARC. (2007). Soldadura Mig/Mag. *Sunarc*, 34, 34.  
[http://www.ridsso.com/documentos/muro/207\\_1414440280\\_544ea55888703.pdf](http://www.ridsso.com/documentos/muro/207_1414440280_544ea55888703.pdf)
- Telenchana Yanqui, J. L. (2013). “*Análisis De Revestimientos Duros En Uniones Soldadas De Acero Al Carbono a36 Mediante El Proceso Smaw Y Su Incidencia En Las Propiedades Mecánicas.*” 9–72.
- Tisco Steel Co., L. (2022). *Tisco Steel Co., Ltd.*  
[https://www.tiscosteelmetal.com/products/carbon\\_steel/carbon\\_steel\\_pipe\\_107526/carbon\\_steel\\_pipe.html](https://www.tiscosteelmetal.com/products/carbon_steel/carbon_steel_pipe_107526/carbon_steel_pipe.html)
- Torres, Y. (2022). *COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN ISTS.*

## ANEXOS

**Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, emitido por el Vicerrectorado Académico del ISTS.**

  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
SUDAMERICANO  
Institución para el futuro

VICERRECTORADO ACADÉMICO

---

Loja, 16 de Julio del 2022  
OI. N° 533 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(ta). INGA CORREA ALEX MARCELO  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **GUÍA DE DISEÑO PARA UN CHASIS KART KF SEGUN LA NORMATIVA CIK/FIA COMO INICIATIVA DE HOMOLOGACIÓN DURANTE EL PERIODO ABRIL- OCTUBRE 2022**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (ella) Ing. EDDY XAVIER SANTIN TORRES.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
Ing. Germán Patricio Vilamarín Coronel Mgs.  
VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS

  
INSTITUTO SUPERIOR (TECNOLOGICO)  
VICERRECTORADO  
SUDAMERICANO

---

Matriz: Miguel Ríotrio 156-25 entre Sucre y Bolívar. Telfs: 07-2587258 / 07-2587210 Pagina Web:  
[www.tecnologicosudamericano.edu.ec](http://www.tecnologicosudamericano.edu.ec)

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Loja, 02 de noviembre del 2022

**Nombres:** Alex Marcelo

**Apellidos:** Inga Correa

**Cédula de Identidad:** 0105251904

**Carrera:** Mecánica Automotriz

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** Ciclo extraordinario.

**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:** Guía de diseño para un chasis kart kf según la normativa cik/fia como iniciativa de homologación durante el periodo abril- octubre 2022. En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja; Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para  
la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera. En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiénome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma:

.....

Nro. Cédula

0105251904

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN DE FIN DE  
**CARRERA**

Conste por el presente documento la Cesión de los Derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA.** - Por sus propios derechos; el Ing. Eddy Javier Santín Torres en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y, Alex Marcelo Inga Correa en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; mayores de edad emiten la presente acta de cesión de derechos

**SEGUNDA.** - Alex Marcelo Inga Correa, realizó la Investigación titulada “Guía de diseño para un chasis kart kf según la normativa cik/fia como iniciativa de homologación durante el periodo abril- octubre 2022.”; para optar por el título de Tecnólogo superior en mecánica automotriz, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ing. Eddy Javier Santin Torres.

**TERCERA.** - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se

apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

**CUARTA.** - Los comparecientes Ing. Eddy Javier Santin Torres, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera y Alex Marcelo Inga Correa como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos de proyecto de investigación de fin de carrera titulado “Guía de diseño para un chasis kart kf según la normativa cik/fia como iniciativa de homologación durante el periodo abril- octubre 2022” a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

**QUINTA.** - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos. Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes

02 de noviembre del año 2022.

.....

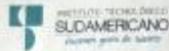
Ing. Eddy Xavier Torres Santin

C.I.

.....

Alex Marcelo Inga Correa

C.I. 0105251504



CERTIF. N° 028-JG-ISIS-2022  
Loja, 21 de Octubre de 2022.

El suscrito, Lic. *Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs., COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO"*, a petición de la parte interesada y en forma legal,

**CERTIFICA:**

Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera del señor **INGA CORREA ALEX MARCELO** estudiante en proceso de titulación periodo Abril - Noviembre 2022 de la carrera de **MECÁNICA AUTOMOTRIZ**, está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la presentación dentro del empaquetado final previo a la disertación del proyecto.

*Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes.*

*English is a piece of cake!*



Lic. *Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs.*  
**COORDINADOR-DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS**

[www.cis.edu.ec](http://www.cis.edu.ec)

Matriz: Miguel Riofrío 156-26 entre Sucre y Bolívar

*Presupuesto para proyecto de titulación*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
<b>Recursos materiales.</b>			
<b>Tubos de acero</b>	4	\$15.00	\$60.00
<b>Suelda</b>	-	-	\$50.00
<b>Discos de corte</b>	5	\$4.00	\$20.00
<b>Equipo de seguridad</b>	Varios	-	\$30.00
<b>Herramientas y equipos</b>	Varias	-	\$100.00
<b>Fondo y pintura</b>	1	\$40.00	\$40.00
<b>Internet</b>	-	-	\$20.00
<b>Impresiones</b>	-	-	\$30.00
<b>Empastados</b>	3	\$30	\$90.00
<b>Transporte</b>	-	\$0.30	\$50.00
<b>Recursos humanos</b>			
<b>Aporte personal</b>	-	-	\$1.500
<b>Recursos financieros</b>			
<b>Dinero en efectivo</b>	-	-	\$500.00
<b>Total</b>			\$2470.00

## Cronograma.

Tabla 2.

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Meses-Semanas	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	X																											
2		X																										
3			X																									
4				X																								
5					X																							
6						X																						
7							X	X																				
9									X																			
10										X																		
11											X																	
12												X																
13													X	X														
14														X	X													
15															X	X												
16																X	X	X										
17																	X	X										
18																			X	X								
19																					X	X						

Nota 1. Cronograma de actividades planteadas por secretaria general del ISTS para el proceso de titulación abril - octubre 2022

**Formato de encuesta**

**¿Conoce que es un vehículo kart?**

si

no

**¿A conducido un vehículo kart?**

si

no

**¿Conoce acerca de las competencias de karting y sus categorías?**

si

no

**¿Sabe que es un chasis tubular o tipo jaula?**

si

no

**¿Conoce que es un software CAD y para que se utiliza?**

si

no

**De ser afirmativa su respuesta indique que software CAD conoce**

SOLIDWORK

INVENTOR

AUTO CAD

ANSIS

Otro:

**¿Qué importancia tiene el diseño asistido por computadora para la creación de estructuras metálicas tipo chasis?**

Mucha

Poca

Irrelevante

**¿Sabe que es un análisis estructural?**

si

no

**¿Está familiarizado con la normativa técnica de la federación internación del automóvil para la homologación de chasis kart?**

si

no

**¿Cree usted que implementar una guía técnica para el diseño de chasis kart basada en la normativa de homologación facilita su construcción?**

si

no

Evidencia fotográfica.







**UNIMAX - PITAS**  
 SANDOVAL GONZALEZ LAUTARO MARCELO  
 LOJA, EDUARDO MORA MORENO 7017 Y CARLOS ESCARABAY  
 RUC: 0102402518001

**Dir. matriz:** LOJA, EDUARDO MORA MORENO 7017 Y CARLOS ESCARABAY  
**FACTURA** 002015000065964  
**Aut/Cv:** 2208202201010240251800120020150000659641234567815  
**Ambiente:** PRODUCCION - **Emisión:** NORMAL  
 Obligado a llevar contabilidad: SI Contrib. especial no 290  
**Registrado:** UCHUARI AGUINSACA JHILSON MESIAS - 2022-08-22T08:53:53.557067

**FACTURACION**

ID: 0105251904 Fecha: 2022-08-22  
**Cliente:** INGA CORREA ALEX MARCELO  
**Direc.:** LAS PITAS  
**Respons.:** ARMIJOS TENESACA PATRICIA ENITH  
**Email:** clientes@ferrocentrouimax.com **Teléfono:** 0986503885

**CLIENTE FERROCENTRO UNIMAX**

Cod.	Secc.	Cant.	Detalle	Secc.	V.Unit.	Deto.	Subt.
0000180	PITAS	2.00	T B 1 1/4 X 2994	PITAS	13.06930	0.00000	26.178
			<b>Subtotal</b>				26.178
			<b>Sub. IVA</b>				0.000
			<b>Subtotal</b>				26.300
			<b>IVA</b>				3.14
			<b>TOTAL</b>				29.32

**FORMAS DE PAGO**  
 - SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO 29.32

Consulte su factura elec. en: [www.isyplus.com](http://www.isyplus.com) - FACTURAS  
 Usuario: Cédula/RUC - Clave: Cédula/RUC

Chofer: \_\_\_\_\_ Cliente: \_\_\_\_\_

**UNIMAX - PITAS**  
 SANDOVAL GONZALEZ LAUTARO MARCELO, RUC: 0102402518001

**Dir. matriz:** LOJA, EDUARDO MORA MORENO 7017 Y CARLOS ESCARABAY  
**Aut/Cv:** 0110202201010240251800120020150000684891234567810  
**Ambiente:** PRODUCCION - **Emisión:** NORMAL Obligado a llevar contabilidad: SI  
 Contrib. especial no 290

**FACTURACION # 002015000068489**

ID: 0105251904 Fecha: 2022-10-01  
**Cliente:** INGA CORREA ALEX MARCELO  
**Direc.:** LAS PITAS  
**Respons.:** ARMIJOS TENESACA PATRICIA ENITH  
**Email:** clientes@ferrocentrouimax.com  
**Registrado:** UCHUARI AGUINSACA JHILSON MESIAS  
**Teléfono:** 0986503885

**CLIENTE FERROCENTRO UNIMAX**

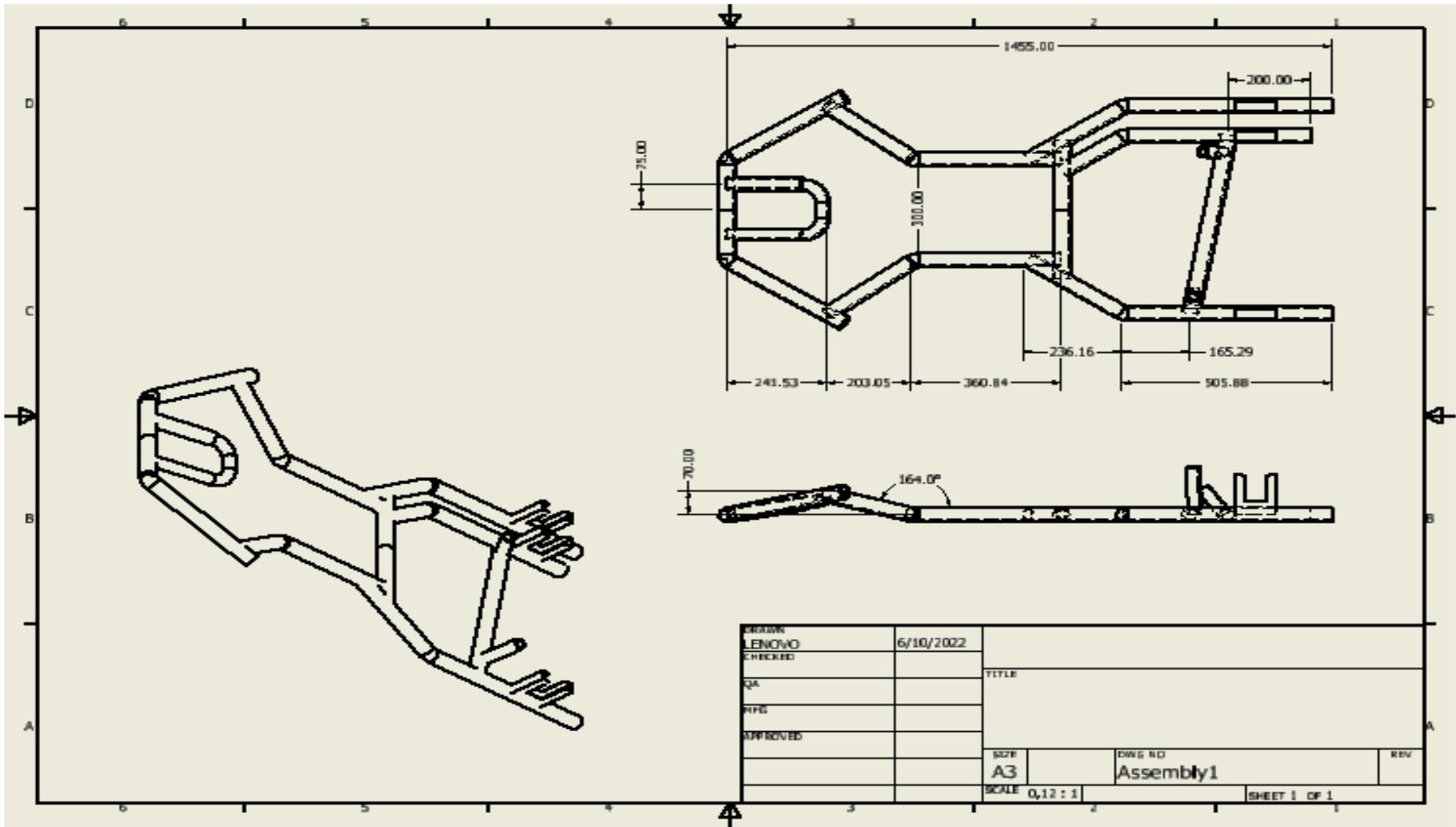
Cod.	Secc.	Cant.	Detalle	V.Unit.	Deto.	Subt.
05012	PITAS	8.00	ARMELLA AR-B *	0.22370	0.00000	1.339
PA3-08 X 18	PITAS	4.00	PERNO A 3/8 X 1" / UN *	0.16840	0.00000	0.674
			<b>Subtotal</b>			2.013
			<b>Sub. IVA</b>			0.000
			<b>Subtotal</b>			2.010
			<b>IVA</b>			0.24
			<b>TOTAL</b>			2.25

**FORMAS DE PAGO**  
 - SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO 2.25

Consulte su factura elec. en: [www.isyplus.com](http://www.isyplus.com) - FACTURAS  
 Usuario: Cédula/RUC - Clave: Cédula/RUC

Chofer: \_\_\_\_\_ Cliente: \_\_\_\_\_

Planos.



DESIGNER	LENOVO	6/10/2022		
CHECKED			TITLE	
QA				
RFB				
APPROVED				
SIZE	A3	DWG NO	Assembly1	REV
SCALE	0,12 : 1			SHEET 1 OF 1

GUÍA DE DISEÑO PARA UN CHASIS KART  
KF SEGÚN LA NORMATIVA CIK/FIA  
COMO INICIATIVA DE HOMOLOGACIÓN



ALEX INGA

## 1. Introducción.

Para realizar el modelado de la estructura en el software CAD , comenzaremos realizando un análisis detallado a la normativa de diseño y homologación de la Comisión Internacional de Karting y la Federación Internacional del Automóvil, el mismo que brinda las especificaciones en cuanto a materiales y las dimensiones del chasis, tolerancias máximas y mínimas, las cuales, tendrán que ser respetadas por el fabricante en un vehículo que tiene como principal característica estar en contacto con el suelo a través de sus 4 soportes o ruedas que no están alineadas las delanteras directrices con las posteriores que conforma el tren de arrastre.

Entre los factores externos a tomar en cuenta para el desarrollo modelado y su posterior construcción son los siguientes: altura máxima, longitud máxima, ancho máximo, distancia entre ejes y características del motor.

### Diseño de la propuesta.

#### *Análisis del diseño.*

Para la fabricación de chasis kart existen una gran variedad de propuestas de diseño dependiendo del tipo de kart que se vaya a construir se puede optar por dos tipos de chasis según la ubicación del asiento, existen chasis que colocan el asiento lo más a la izquierda posible ya que son hechos para pistas que se gira en gran parte hacia la izquierda, en cambio los modelos que centran en asiento a la estructura es un chasis que funciona para todo tipo de trazado. Una vez analizadas las propuestas de diseño de la FIA para homologación de chasis, se ha definido realizar un chasis tipo BIREL CRY32 para kart KF ya que este modelo presenta características bastante sobresalientes, como un buen peso estructural y el material de construcción es comercial. Así mismo el tipo de chasis seleccionado permite una correcta sujeción de los elementos mecánicos tanto el motor, sistema de dirección, ubicación de la cadena y catalina, posición para el asiento con su respectiva regulación situando un punto de equilibrio óptimo para estructura, características que brindaran una estabilidad perfecta para el desempeño del prototipo en pista.

Según el artículo #8 del reglamento técnico de la (CIK, 2022) actualizado el 28 de junio del 2022 en el apartado para el grupo 1, el chasis debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- 16) Distancia entre ejes: 101-107cm.
- 17) Vía: al menos 2/3 de la distancia entre ejes utilizada.
- 18) Longitud total: 182cm máximo sin carenado delantero y trasero.
- 19) Ancho total: 140cm máximo
- 20) Altura 65cm máximo desde el suelo, sin el asiento.

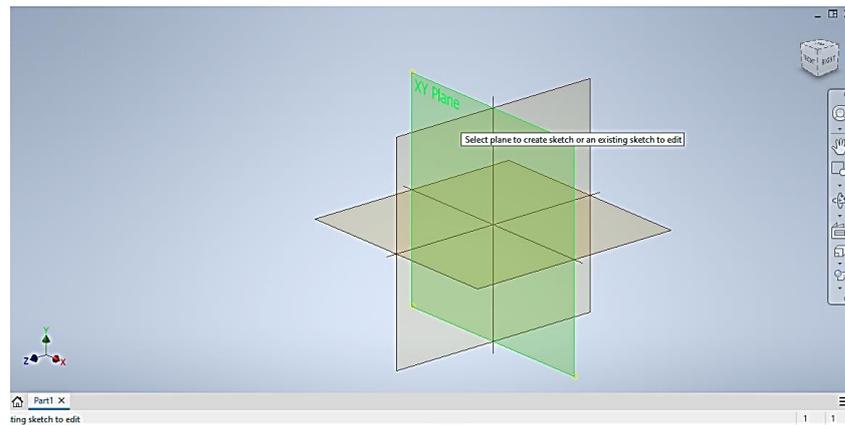
El chasis debe respetar en todo momento las dimensiones dadas, ninguna parte puede sobresalir más allá del cuadrángulo formado por el frente carenado, las ruedas y la protección trasera (p. 6).

### *Análisis del diseño y recopilación de bocetos (Modelado 3D)*

Para el proceso de renderización y análisis estructural del prototipo utilizaremos el software de diseño asistido por computadora, en donde comenzaremos con la creación de nuestro primer boceto en un plano 2D con la normativa ANSI en milímetros (mm) como se observa en la figura 16, donde utilizando el plano XY comenzaremos a trazar la geometría base del diseño basándonos en las dimensiones establecidas en la normativa en cuanto a la longitud y el ancho de la estructura.

#### **Figura 1**

*Generación de Proyecto Nuevo.*

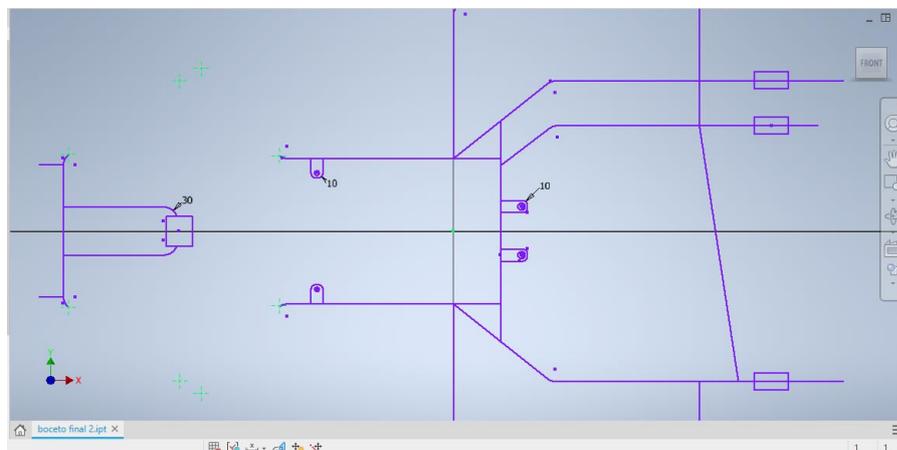


*Nota. Selección de plano de trabajo para el proyecto.*

En la figura 17 observamos las primeras líneas que conforman la estructura en el plano 2D para una vez terminado, pasaremos a elevar la figura utilizando un plano en 3D que conectara el boceto principal con el plano levantado utilizando la herramienta de proyectar geometría para hacer coincidir lo más exacto posible y así poder realizar las curvas en los vértices del boceto formando así un solo boceto en un plano 3D como se aprecia en la figura 2.

#### **Figura 2**

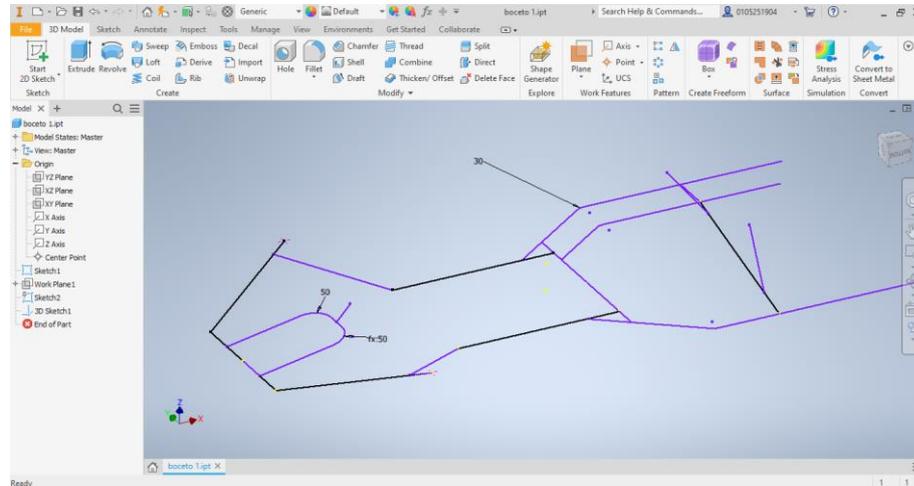
*Boceto 1 plano bidimensional estructura principal.*



*Nota. Imagen del boceto 1 en software CAD desarrollado por el Autor*

### Figura 3

#### Boceto 3D

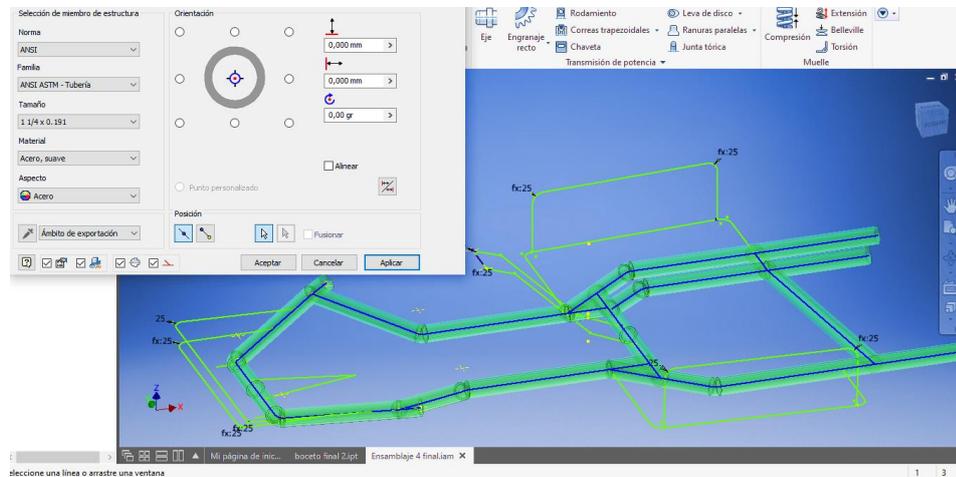


*Nota.* Imagen del plano tridimensional del boceto 2.

Una vez realizado el boceto tridimensional de la estructura principal, procederemos a trazar la geometría de los paragolpes delantero y laterales con sus respectivas especificaciones como se muestra en la figura 4.

El paragolpes delantero consta de dos elementos: una barra superior con un diámetro mínimo de 16 mm y dos curvas de esquina con un radio constante. La longitud recta entre las curvas debe ser de 375 mm como mínimo y 395 mm como máximo. La barra debe fijarse a dos accesorios soldados al chasis, que deben estar separados por 550 mm y centrados en el eje longitudinal del kart. Altura: 200 mm mínimo y 250 mm máximo desde el suelo (medido hasta la parte superior del tubo). Una barra inferior con un diámetro mínimo de 20 mm y dos curvas de esquina con un radio constante. La longitud recta entre las curvas debe ser de 295 mm como mínimo y 315 mm como máximo. La barra debe fijarse a dos accesorios de bastidor de chasis soldados, que deben estar separados por 450 mm y centrados en el eje longitudinal del kart. Los accesorios deben ser horizontal y verticalmente paralelos al eje del kart y permitir una inserción de 50 mm de la barra.

El parachoques lateral consta de dos elementos de tubo redondo de acero magnético que se centran en relación con el eje longitudinal del kart. Cada elemento debe estar compuesto por una barra inferior y una superior. Deben tener un diámetro de 20 mm. La longitud recta mínima es de 400 mm para la barra inferior y de 300 mm para la barra superior. Ancho total: 480 mm mínimo y 520 mm máximo para la barra inferior, 480 mm mínimo y 600 mm máximo para la superior

**Figura 4***Dimensiones y geometría de paragolpes*

*Nota. Imagen del boceto 3.*

***Definición de elementos o materiales a usar.***

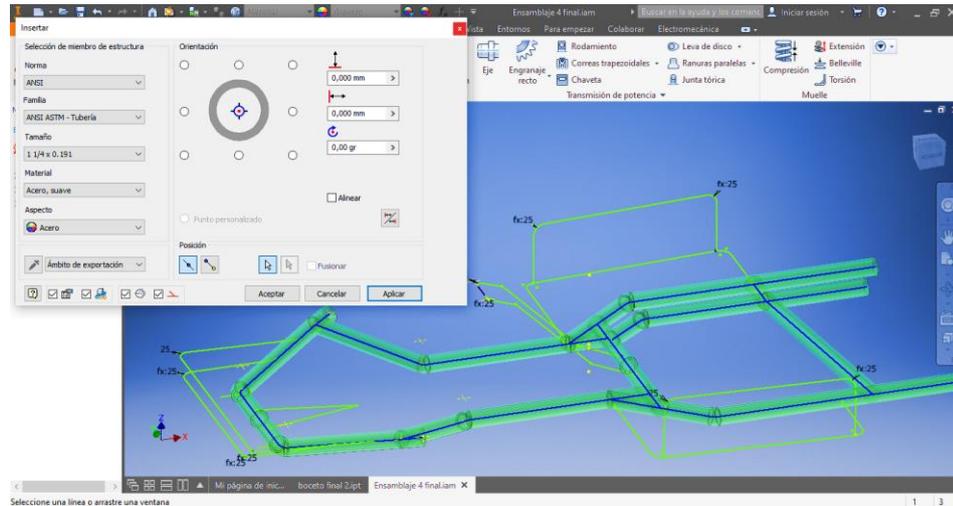
Dentro de los parámetros en cuanto a material se deben tener en cuenta y según (CIK/FIA, 2022) establece lo siguiente:

Material de construcción tubos de sección cilíndrica de acero, estructura monolítica para piezas soldadas, flexibilidad de chasis con límites de elasticidad, todas las piezas deben estar fijadas completamente al chasis, necesariamente su construcción debe ser rígida, conexiones articuladas no son admitidas con la dirección y el soporte convencional de manecillas del eje, se encuentra prohibido de manera absoluta el uso de cualquier tipo de amortiguación, el eje posterior debe ser de 50mm de diámetro máximo y espesor del tubo de 1,9mm (p. 6).

Una vez terminado el croquis guardaremos nuestro proceso para proceder a la fase de ensamblaje, donde abriremos nuestro boceto para proceder a insertar la estructura tubular utilizando la normativa ANSI para tubos circulares de acero suave soldado con una dimensión de 1”1/4 x 2. El acero estructural o aleación de acero utilizada como material de construcción del bastidor debe cumplir con la clasificación ISO 4948 y las designaciones ISO 4949.

## Figura 5

### Ensamblaje de la estructura

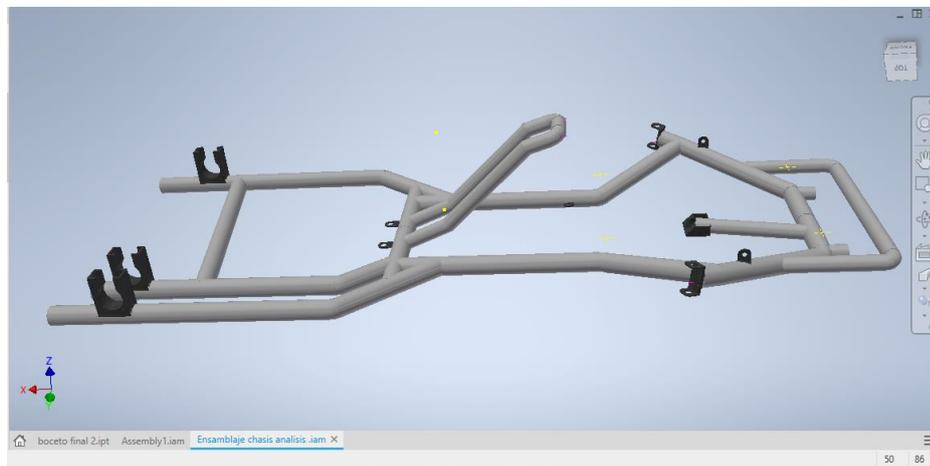


*Nota. Montaje de la estructura de acero sobre el boceto terminado.*

Una vez realizadas las operaciones necesarias dentro del boceto, el programa insertará una estructura de acero formando una pieza sólida, la cual, someteremos a un análisis estructural utilizando datos como el peso nominal según las especificaciones de homologación de la Comisión Internacional de Karting.

## Figura 6

### Estructura de acero renderizada.

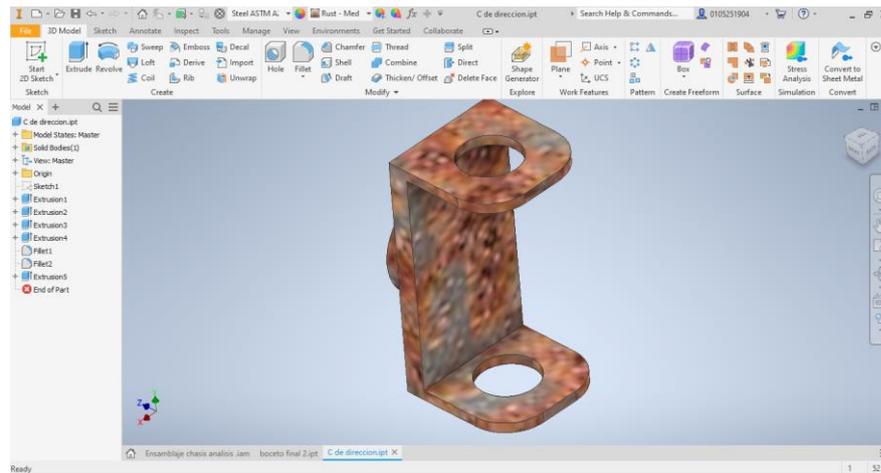


*Nota. Imagen de la estructura de acero terminada en CAD.*

Posteriormente ensamblaremos a nuestro diseño los elementos de sujeción como las bancadas de eje posterior, los soportes para la dirección y ejes delanteros figuras 7 y 8, a demás elementos que sujetan los elementos mecánicos a la estructura principal.

## Figura 7

### Soporte de eje de dirección.

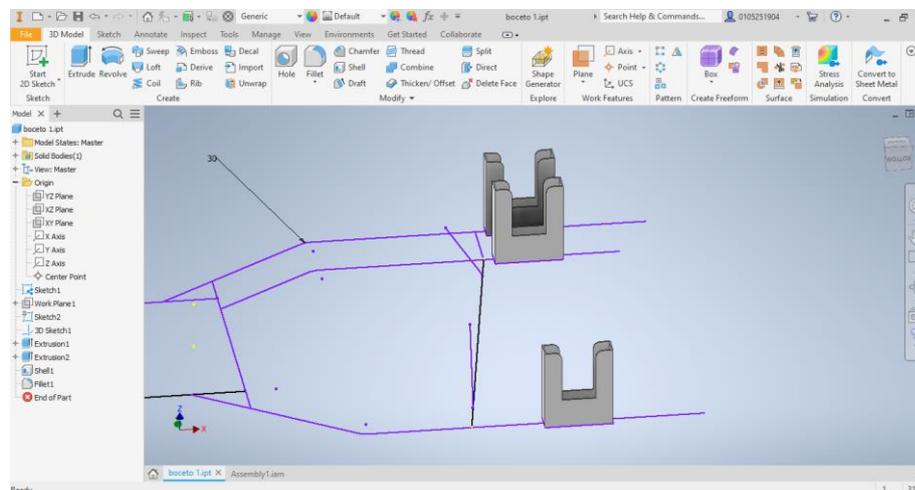


*Nota. Soporte de dirección diseñada en Inventor por el autor.*

Las bancadas son los elementos en donde se ensambla el eje y deben tener perforaciones para ajustar con pernos las chumaceras del eje para permitir el libre giro del mismo.

## Figura 8

*Bancada para eje posterior.*



*Nota. Bancadas para el eje diseñadas en Inventor por el autor.*

**Costos.**

Tabla 13.

*Costos del proyecto de titulación*

Especificación	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Tubo de acero de 1”1/4	1	\$14	\$14
Tubo de acero de 1”	1	\$12	\$12
Carrete de suelda #8	1	\$49	\$49
Armellas de platina #8	14	\$0.25	\$3.50
Pernos con tuerca	20	\$0.25	\$5
Sistema de dirección	1	\$180	\$180
Asiento	1	\$60	\$60
Eje armado	1	\$330	\$330
Pedales	2	\$15	\$30
Parachoques frontal	1	\$30	\$30
Llantas	4	\$20	\$80
Aros	4	\$30	\$120
Volante	1	\$20	\$20
Pintura	1	\$6	\$6
Fondo para pintura	1	\$7	\$7
Total			\$946

***Normativa de seguridad***

Los karts están autorizados a participar en competencias solo si están fabricados de acuerdo con la reglamentación de la CIK/FIA y a las siguientes normas de seguridad:

- Los pilotos deben usar un casco con una eficiente e irrompible protección para los ojos. Los cascos deben cumplir con las siguientes prescripciones:

Para pilotos menores de 15 años:

- Snell-FIA CMH (Snell-FIA CMS2007 y Snell-FIA CMR2007)

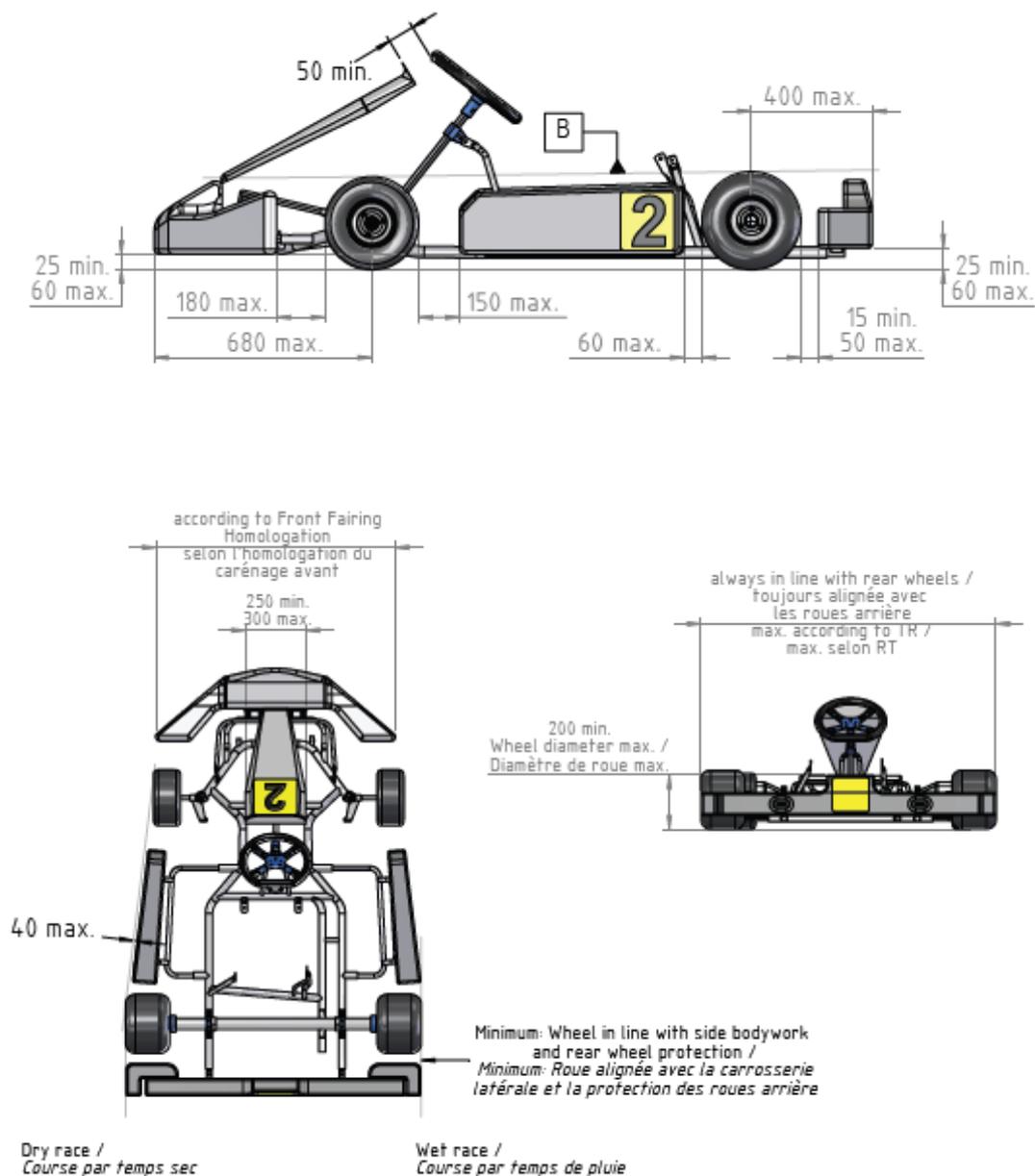
Para pilotos mayores de 15 años:

- Snell Foundation K98, SA200, K2005, SA2005, K2010 y SA2010 (USA),
- British Standard Institution A-type y A/FR-type BS6658-85, incluyendo algunas mejoras (GBR).
- FIA 8860-2004 (FRA).
- SFI Foundation Inc, Spec. SFI 31.1<sup>a</sup> y 31.2A (USA).
- Snell-FIA CMH (Snell-FIA CMS2007 y Snell-FIA CMR2007).
- Un par de guantes cubren las manos completamente.
- Overol tejido puede tener un <<nivel 2>> homologación otorgada por la CIK-FIA llevada en una manera visible el número de homologación CIK-FIA. Ellos pueden cubrir por completo el cuerpo, piernas e incluidos los brazos.
- Las botas pueden cubrir y proteger los tobillos.

En cuanto a las protecciones plásticas o de fibra que recubren el chasis y protegen al piloto en caso de choques estos se fijan al parachoques frontal, posterior y laterales las mismas que están ensambladas a los parachoques del kart para los cuales deben respetar las siguientes dimensiones al momento de ser montadas sobre el chasis.

**Figura 9**

*Carrocería para circuitos grupos 1 y 2.*



*Nota. Imagen obtenida de los dibujos técnicos de la FIA.*

### ***Consecuencias para el medio ambiente.***

En cuanto a la materia prima para la fabricación de chasis kart no existe un gran impacto ambiental que se pueda destacar, en cambio a la relación de los motores es difícil deducir el impacto generado en una competencia donde se colocan vehículos a toda potencia quemando galones de combustible. Los motores 4T suponen ser la solución ya que mejor se adapta a las intenciones de sustituir los motores de combustión interna, además de ser la elección de los grandes fabricantes de motores. A pesar de que la comisión internacional de karting está apoyando iniciativas de motores eléctricos, es bastante probable que pronto se impongan los motores 4T.

## Organización y gestión de trabajo.

### 1.2.1. Proveedor.

UNIMAX es una empresa dedicada a la distribución de materiales de perfiles como planchas de acero, techos metálicos, mallas, tubos de acero y demás productos para construcción, esta empresa es quien nos proveerá los materiales para la construcción del prototipo como los tubos de acero ASTM A36, carete de soldadura, discos de corte, armellas.

### 1.2.2. Material de construcción.

---

**Tabla 12**

*Ficha técnica del material de construcción.*

---

Product name	High Quality ERW Steel Pipe/ERW Seamless Carbon Steel Pipe For Waterworks
Material:	10#,20#,Q195,Q235,according to request
Steel Grade	Q195 = S195 / A53 Grade A Q235 = S235 / A53 Grade B / A500 Grade A / STK400 / SS400 / ST42.2 Q355 = S355JR / A500 Grade B Grade C
Standard	EN10219, EN10210 GB/T 6728 JIS G3466 ASTM A500, A36
Outer diameter	12.7-406 mm
Wall thickness	1.2-12 mm
Length	5.8m-11.8m, or as customer's requirements.
Technique	SAW, ERW welding etc.
Packing	1. OD 300mm and below In hexagonal seaworthy bundles packed by steel strips, With two nylon slings for each bundles  2. above OD 300mm in bulk or according to custom opinion

---

---

	3. 25 tons/container and 5 tons/size for a trial order;
	4. For 20" container the max length is 5.8m;
	5. For 40" container the max length is 11.8m.
Certificates	ISO 9001 / ISO 18001 / ISO 14001 / CE
Usage	Construction / building materials steel pipe Structure steel pipe Solar structure component steel pipe Fence post steel pipe Greenhouse frame steel pipe
Trade terms	FOB, CFR, CIF, EXW, FCA
Delivery time	15-45 days (based on quantity) after receiving advanced payment by T/T or LC .

---

*Nota. Especificaciones técnicas de la página de (Tisco Steel Co., 2022)*

### **1.2.3. Tareas primarias y secundarias.**

**Tareas primarias.** Las principales actividades a realizar será el conseguir los materiales como los tubos de hacer y realizar las curvaturas respectivas, realizar los cortes especiales y realizar el proceso de soldadura respectivo para contris el chasis.

**Tareas secundarias.** Ensamblar los sistemas como dirección, tracción (eje posterior), asiento, parachoques una vez realizado el punteo de suelda en la estructura para realizar pruebas de funcionamiento en el chasis y por último se realizará un proceso de lijado y pintado.

### **1.3. Cálculos de cargas.**

Para procede a realizar un análisis a la estructura planteada en esta investigación, tendremos en cuenta las cargas a las que está sometido un chasis como lo son:

Cargas estáticas: carga muerta y carga viva.

Cargas dinámicas: Carga de aceleración brusca, carga de resistencia al aire frontal, carga de giro y carga de frenado.

### 1.3.1. Carga muerta (M).

Se define como la masa total de la propia estructura una vez definido el material en nuestro caso 31.902kg.

$$M = Mt * g$$

$$M = 34.720kg * 9.81m/s^2$$

$$M = 340.60N$$

### 1.3.2. Carga viva (V).

La carga viva está determinada por todas las masas que reposan sobre la estructura. El peso nominal para un kart KF es de 195kg mínimo y el peso estándar de una persona es de 75kg.

$$V = Vt * g$$

$$V = 150kg * 9.81 m/s^2$$

$$V = 1,471.5 N$$

### 1.3.3. Carga de aceleración brusca (Ab).

Considerada como el aumento súbito de la velocidad en un rango menor de tiempo, para el presente estudio se extrajo el valor de la aceleración de la Norma (INEN, 2013) 2712, que es de 0.2 m/s<sup>2</sup>.

$$Ab=(Mt)*(-a)$$

$$Ab = 34.720kg * (-0.2m/s^2)$$

$$Ab = -6.944 N$$

### 1.3.4. Carga de Frenado (F).

Carga producida por una desaceleración del vehículo.

$$F = Mt * a$$

$$F = 34.720KG * 0.2m/s^2$$

$$F = 6.944 N$$

### 1.3.5. Carga de Giro (G).

Dependiendo de la trayectoria que toma la dirección del vehículo se generan fuerzas denominadas carga de giro.

$$G = (Mt + Vt) * \frac{V^2}{r}$$

$$V^2 = 25m/s^2$$

$$R = 350m$$

$$G = (Mt + Vt) * \frac{V^2}{r}$$

$$G = (34.720kg + 150kg) * \frac{(25m/s)^2}{350m}$$

$$G = 372N$$

### 1.3.6. Carga por Resistencia del Aire Frontal (Raf).

Fuerza con que el aire actúa sobre una determinada área, el mismo que corresponde a la proyección del monoplaza en un plano perpendicular a su eje longitudinal.

$$Cx = 0.7 [N]$$

$$\rho = 1.225 [kg/m^3]$$

$$Af = 0.18056[m^2]$$

$$V = 25 [m/s^2]$$

$$Raf = \frac{Cx * \rho * Af * V^2}{2}$$

$$Raf = \frac{0.7N * 1.225kg/m^3 * 0.18056m^2 * 25m/m^2}{2}$$

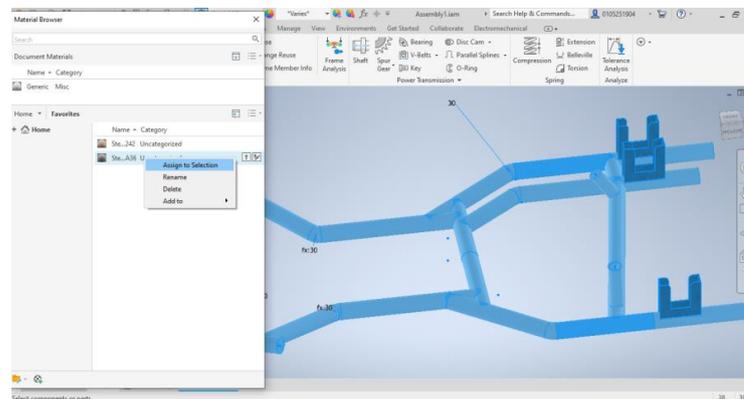
$$Raf = 19.35N$$

## 1.4. Análisis estructural.

Una vez terminado el diseño de la estructura principal, se procede a asignar el material de fabricación, en nuestro caso es el acero ASTM A36 figura 11 con una densidad de 7.85 g/cm<sup>3</sup>, un límite de elasticidad de 248.225 MPa y una resistencia máxima a la tracción de 399.9 MPa, para de esta manera realizar una simulación de esfuerzos con los cálculos estructurales antes realizados y que nos dará un estimado de como sería el comportamiento de la estructura en condiciones de funcionamiento, analizando las fuerzas que reposan sobre la estructura.

### Figura 11

Asignación de material a la estructura.



*Nota.* Imagen tomada del software de diseño en la etapa de asignación de material.

Un análisis estructural es el proceso mediante el cual se simula distintos esfuerzos utilizando las ecuaciones de la resistencia de materiales para localizar los esfuerzos internos, deformaciones, tensiones, momentos rigidez del material, para comprender completamente las rutas de carga y los impactos que las cargas tienen en el diseño de forma estática o dinámica. Para simular las cargas se ha realizado una serie de cálculos sobre las fuerzas para analizar la estructura de forma estática y dinámica.

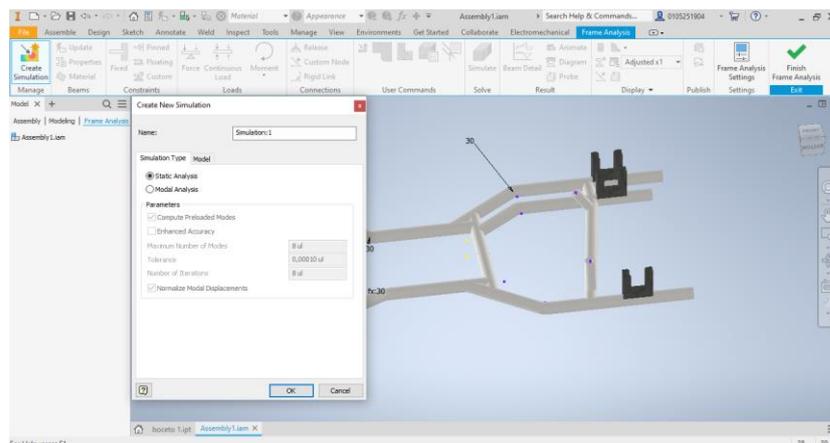
#### 1.4.1. Análisis estático.

Para el análisis estático tomaremos en cuenta la carga viva y la carga muerta ya que son las cargas que están ensambladas sobre la estructura como lo son peso del motor, sistemas de dirección, eje y equipamientos además del peso del piloto.

Para realizar este proceso seleccionaremos el icono de análisis estructural e iniciaremos la simulación estática (figura 12), el programa nos presentara la estructura en alambre para una vez así colocar las cargas sobre la estructura basándonos en el método de nodos para analizar cómo se comporta la estructura hasta llegar al punto de quiebre.

**Figura 12**

*Análisis estructural Inventor.*

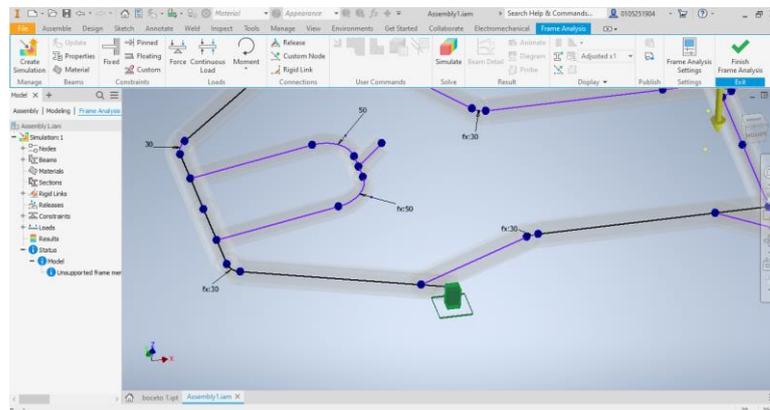


*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD*

Luego de iniciar la simulación colocaremos las restricciones en nuestro boceto sobre los puntos sobre los que reposara la estructura que en nuestro caso son los puntos donde estarán las ruedas como se ve en la figura 26, estos puntos eliminaran todos los grados de libertad que tiene el boceto, en nuestro caso para el kart sería los puntos donde estarían las ruedas y dado que según la normativa la estructura tiene que estar a una altura de 25 a 60 mm máximo.

**Figura 13**

*Aplicación de restricciones en el boceto.*

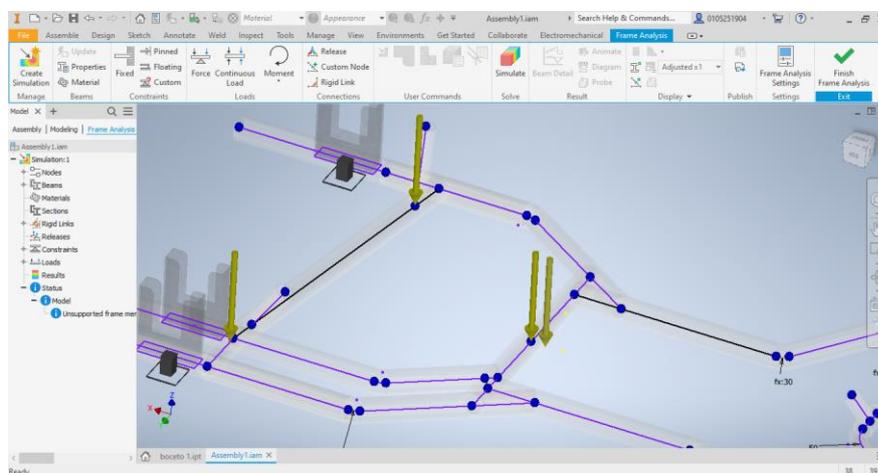


*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD*

Una vez delimitado los grados de libertad de la estructura colocaremos los valores de la carga viva que representan todos los elementos que descansan sobre la estructura con un valor de  $1,471.5 \text{ N}$  en los puntos donde se genera la fuerza como se observa en la figura 14.

**Figura 14**

*Análisis estático de carga viva.*

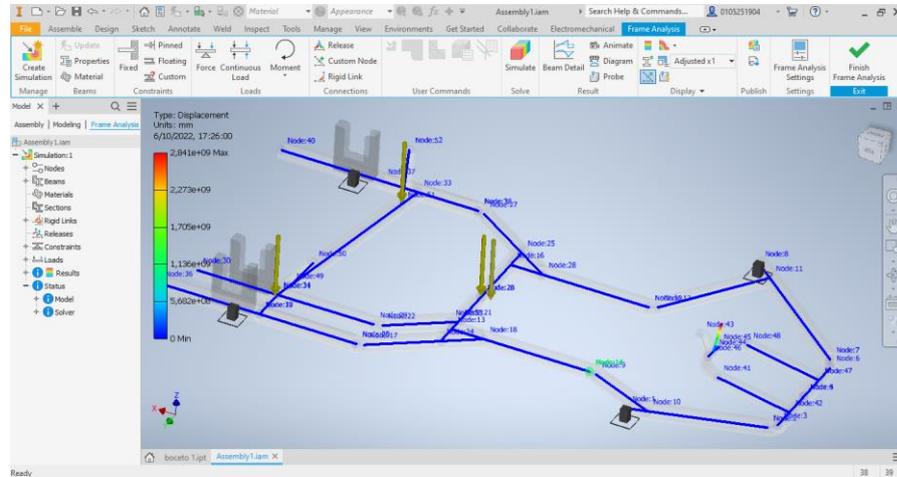


*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD*

Luego de colocar las cargas sobre la estructura pulsaremos el botón de simular para que el programa nos genere una animación de cómo es el comportamiento de la estructura en condiciones estáticas.

**Figura 15**

*Simulación de carga viva.*

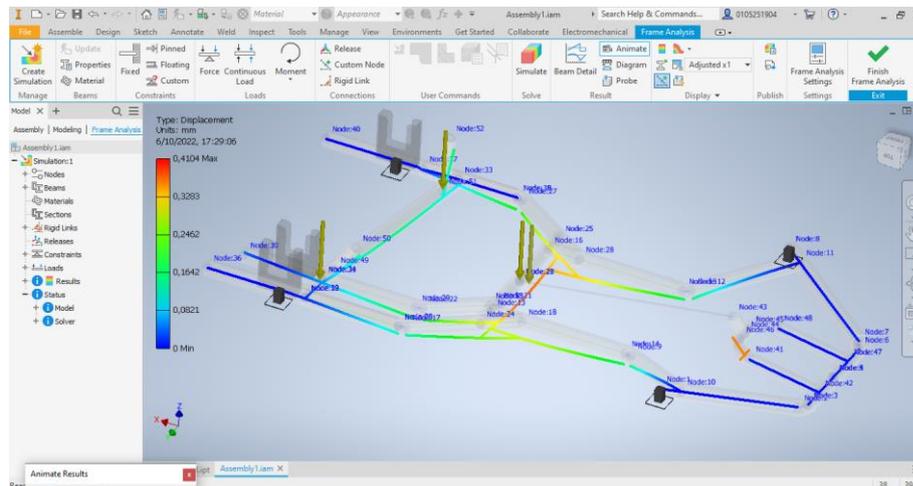


*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD*

Para la simulación estática se ha considerado como fuerzas el peso del piloto y el peso del motor independientemente de donde se aplique. Lo que podemos observar en la estructura es una ligera deformación en la zona media de la estructura aplicando la fuerza llegando al punto de quiebre de la estructura lo que concluye que el punto de gravedad de la estructura es capaz de soportar el peso de 3 personas adultas con la mínima deformación.

**Figura 16**

*Simulación de carga viva al punto de fallo estructural.*



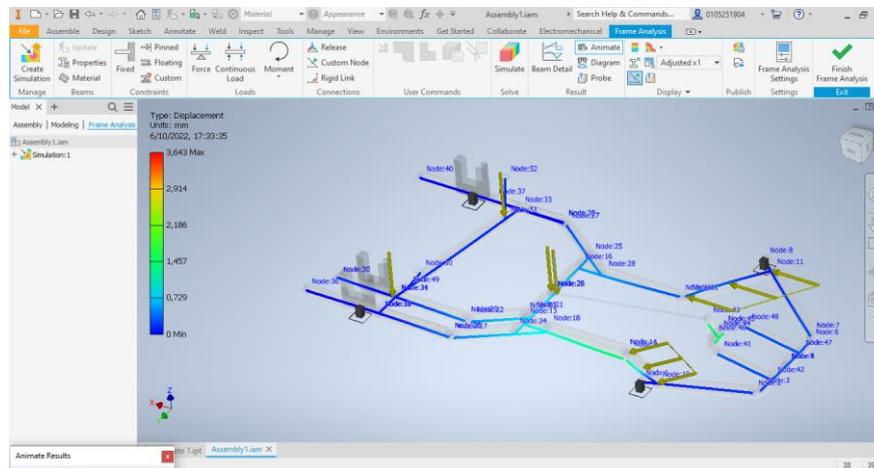
*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD*

### ***Análisis dinámico.***

El análisis dinámico consiste en simular las cargas que actúan sobre la estructura cuando está en movimiento como la carga de aceleración brusca, carga de resistencia al aire frontal, carga de giro y carga de frenado.

**Figura 17**

*Análisis de carga de giro.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso análisis estructural en software CAD*

En la figura 30 podemos apreciar las fuerzas que actúan sobre la estructura cuando se toma una curva de 350m de radio a máxima velocidad, observamos la sección delantera donde estaría ensamblada la dirección los tubos tienen una ligera deformación que indicaría la flexibilidad natural del material y en si el buen funcionamiento del chasis en condiciones extremas.

### **Ejecución del proyecto.**

Una vez definido el diseño a construir se procede a adquirir el material de la estructura principal, el mismo que se definido por normativa como tubos de acero ACTM A36 con dimensiones de 1" ¼ x 2 y 1" x 2.

**Figura 18**

*Tubos de acero ASTM A36 material de contrucción.*



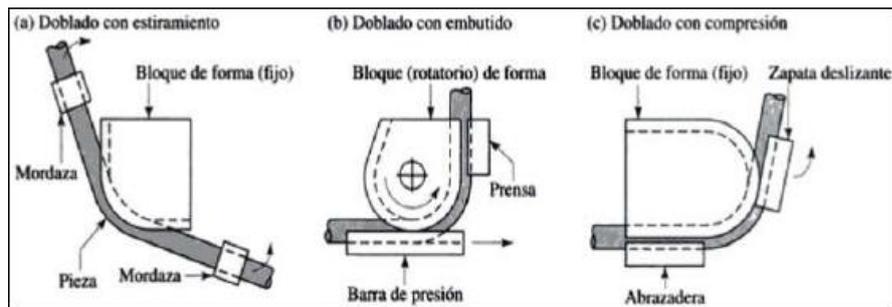
*Nota. Tubos de construcción de acero.*

### *Proceso de doblado en frío.*

El proceso de doblado consiste en deformar de manera controlada el material aplicando una fuerza o varias en un miembro de una estructura (Figura 19), este proceso se lo realiza comúnmente en tuberías de acero circulares, pero en casos muy puntuales también se puede realizar con tubos cuadrados.

#### **Figura 19**

*Método de curvado para tubos de acero.*



*Nota. Tipos de guías y métodos para curvar tubos de acero.*

Para la estructura principal realizamos un diseño con tubos doblados con una medida 300mm de diámetro, para realizar los dobleces utilizamos una dobladora manual que se observa en la figura 20, esta dobladora tiene un mecanismo que mediante una guía y una media luna dobla el tubo dependiendo de la fuerza de palanca que se realice, cabe recalcar que para este proceso se requirió de una cortadora de tubo figura 21, escuadra falsa y flexómetro.

#### **Figura 20**

*Dobladora de tubo manual.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos.*

Al realizar curvas en acero hay que tener en cuenta ciertos aspectos que podrían influir al momento de medir, llegando al punto de deformarse afectando la precisión y calidad de los dobleces, también hay que tener en cuenta las propiedades elásticas del material

cuando la fuerza deja de ser aplicada, tenderá a recuperar su forma debido a la memoria molecular por lo que el radio final de la curvatura podría ser mayor a lo requerido.

Otra variable a consideración son las dimensiones del tubo, específicamente el diámetro externo ya que para cada tipo de tubo existe un tipo de guía y media luna. El grosor del material puede variar en las zonas dobladas debido a las tensiones internas generadas consecuencia de la fuerza aplicada para doblar el tubo, esto causa que la cara externa sea más delgada producto del estiramiento, mientras que la interna experimenta una compresión y se torna más gruesa.

Para realizar los dobleces primero se realizó los cortes respectivos con una cortadora de tubo manual (Figura 21), la cual nos permite obtener cortes perfectos, hay que tener en cuenta que después se realizaran cortes especiales para unir la estructura para el proceso de soldadura así que tenemos que hacer una sobremedida en cada corte si es necesario.

### **Figura 21**

*Cortadora de tubo.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos.*

### **Figura 22**

*Escuadra falsa.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos.*

La escuadra falsa es una herramienta utilizada para copiar o marcar ángulos de diferentes grados para realizar cortes o dobleces a medida figura 23, es un elemento muy útil para realizar este tipo de trabajos.

### **Figura 23**

*Marco principal de la estructura doblado.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos.*

Después de realizar la tarea de doblar y cortar los tubos procedemos a realizar los cortes para acoplar los tubos en su posición para proceder a soldar. El nombre técnico se conoce como “corte boca de pez”.

### **Figura 24**

*Tubos doblados que conforman la estructura principal.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de cortar y doblar tubos.*

### ***Cortes especiales para soldar estructuras tubulares.***

El nombre técnico se conoce como corte “corte boca de pez” el cual nos permite lograr una unión más uniforme al momento de aplicar la suelda en el tubo de acero industrial. La estructura del chasis para un kart está compuesta por un conjunto de perfiles

circulares que estarán unidos mediante uniones soldadas, las mismas que deben soportar los distintos esfuerzos generados durante la puesta en pista del kart.

### **Figura 25**

*Cortes boca de pez para acoples soldados en tubos de acero.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de realizar cortes para soldar los tubos de acero.*

### **Figura 26**

*Acoplamiento de tubos para proceso de soldadura.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de realizar cortes para soldar los tubos de acero.*

### **Proceso de soldadura.**

Para el proceso de soldadura tendremos en cuenta las dimensiones del material en cuanto al espesor, en nuestro caso es de 2mm, para lo cual se optó por utilizar una soldadora MIG marca MILLER modelo 251, en este equipo podemos calibrar el voltaje y amperaje de acuerdo a la tabla de calibración según el espesor del material, en el caso de los tubos de 1"  $\frac{1}{4}$  y 1" x 2mm se necesita un voltaje de 220V y 19.0A de intensidad para evitar que el material se funda al punto de causar grietas o huecos.

Figura 27

Tabla de calibración de soldadora MIG MILLER 251

The Power of Blue.

**Selecting Wire, Gas and Control Settings**

**Select Voltage and Wire Speed Based on Thickness of Metal Being Welded**

To read settings: Number on left of slash is voltage, number on right of slash is wire-speed. --- Means not recommended. Example: 19.2/398 = Wire speed listed is a starting value only and can be fine-tuned while welding.



What Material are You Welding?	Suggested Wire Types	Suggested Shielding Gases and Flow Rate	Wire Sizes (Diameter)	Select Voltage and Wire Speed Based on Thickness of Metal Being Welded										
				1/2" (12.7 mm)	3/8" (9.5 mm)	1/4" (6.4 mm)	3/16" (4.8 mm)	1/8" (3.2 mm)	14 ga. (2.8 mm)	16 ga. (1.6 mm)	18 ga. (1.2 mm)	20 ga. (0.9 mm)	22 ga. (0.8 mm)	
Steel	Solid (or hard) ER70S-6	100% CO <sub>2</sub> , 25 cfh	0.023" (0.6mm)	---	---	---	---	20.0/320	19.0/280	18.5/220	18.0/190	17.6/170	17.0/140	
			0.030" (0.8mm)	---	22.5/420	21.5/380	20.5/325	19.5/295	19.0/230	18.5/185	18.0/135	17.5/120	17.0/105	
			0.035" (0.9mm)	---	23.0/325	21.5/290	20.5/245	20.0/220	19.0/175	18.5/160	18.0/125	17.5/100	17.0/85	
		0.045" (1.1mm)	---	23.0/260	21.5/240	20.5/195	20.0/150	19.0/120	18.5/105	---	---	---	---	
		75% Ar/25% CO <sub>2</sub> , 25 cfh (Ar/CO <sub>2</sub> produces less spatter - better overall appearance)	0.023" (0.6mm)	---	---	19.5/510	18.0/385	17.0/300	16.5/240	15.5/180	15.3/140	15.0/130	14.5/110	---
			0.030" (0.8mm)	---	22.0/530	19.6/435	18.5/375	17.0/305	16.5/235	16.0/210	15.5/170	15.0/130	14.5/110	---
0.035" (0.9mm)	23.5/475		21.5/425	19.0/320	18.0/280	17.0/245	16.5/200	16.0/165	15.5/135	15.0/110	14.5/95	---		
Steel - for outdoor, windy applications or when weld appearance is not critical.	Flux core E71T-11	No shielding gas required	0.035" (0.9mm)	---	16.5/250	15.5/225	15.0/210	14.5/180	14.2/120	14.0/105	---	---		
			0.045" (1.1mm)	---	17.5/170	16.5/130	15.5/110	15.0/90	14.5/70	---	---	---		
	Flux core E71T-1	100% CO <sub>2</sub> , 25 cfh	0.035" (0.9mm)	---	24.0/385	23.0/360	21.5/310	20.5/275	20.0/250	---	---	---		
			0.045" (1.1mm)	25.5/380	24.5/340	23.0/305	21.5/265	20.5/240	20.0/210	---	---	---		
Stainless steel	ER 308, ER 308L, ER 308LSi	Tri-Mix, 35 cfh (90% He/7.5% Ar/2.5% CO <sub>2</sub> )	0.023" (0.6mm)	---	---	---	---	21.0/500	19.5/360	18.5/270	18.0/250	---		
			0.030" (0.8mm)	---	---	22.5/500	21.5/480	21.0/420	19.5/360	18.5/250	17.5/220	---		
			0.035" (0.9mm)	---	24.5/485	22.5/440	21.5/400	20.0/350	19.0/275	18.5/225	---	---		
			0.045" (1.1mm)	---	24.0/330	22.5/310	21.5/285	20.5/275	---	---	---	---		
Aluminum with Optional Spoolmatic® spoolgun.	Aluminum 4043 ER	100% Ar, 25 cfh	0.030" (0.8mm)	---	---	23.0/570	21.0/500	19.0/450	18.5/425	---	---	---		
			0.035" (0.9mm)	---	25.0/615	23.0/520	21.5/450	19.0/400	18.5/375	---	---			
			0.047" (1.2mm)	---	24.5/445	22.5/375	21.0/305	19.0/265	---	---	---			

Nota. Imagen de la soldadora MIG marca MILLER, equipo utilizado para soldar la estructura.

Entre las ventajas de soldar con MIG están la capacidad de unir diferentes tipos de materiales y diferentes espesores, la materia prima para soldar es muy comercial, se adapta para soldar en todas las posiciones y tiene un excelente cordón de soldadura con un mínimo de escoria y salpicadura de material.

Para el proceso de soldadura necesitaremos herramientas y equipo de seguridad como:

### Herramientas.

- Escuadra magnética.
- Flexómetro.
- Amoladora
- Discos de corte
- Discos de desbaste
- Cepillo de acero
- Nivel

### Equipo de seguridad.

- Casco para soldar
- Guantes para soldar.
- Gafas de protección.
- Guantes de trabajo.

- Overol.

Cuando se tiene ya calibrada la soldadora y contamos con el equipo de seguridad adecuado podemos proceder a realizar los primeros punteos en la estructura ayudándonos del flexómetro y la escuadra, pero sobre todo el nivel para corroborar que estamos en una superficie plana, de esta forma mantener la estructura pegada al piso lo más posible.

### **Figura 28**

*Proceso de soldadura*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura.*

Con la asistencia de nuestras herramientas de medición realizamos los primeros puntos de suelda, teniendo en cuenta que debemos plantear un proceso que nos permita obtener puntos de suelda con proporciones adecuadas para hacer mediciones antes de realizar el cordón.

Antes de realizar el proceso de punteo se debe tener en cuenta que el material debe estar libre de corrosión, oxidación o cualquier agente que afecte la conductividad del material, es decir, para que obtengamos una unión soldada solida el material debe estar limpio, luego se debe colocar en la zona estratégica donde sea más fácil realizar el punto de suelda.

En los puntos donde exista un distanciamiento de material se debe realizar la soldadura de abajo hacia arriba apoyándose en el material que está en la parte superior para “rellenar” la zona y así obtener una unión sólida.

**Figura 29**

*Puntos de suelda colocados de forma estratégica.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura.*

Una vez realizado los puntos podemos proceder a realizar el cordón de suelda para definir la unión, verificando que y midiendo que las uniones estén localizadas de acuerdo a los planos realizados en la fase de diseño logrando así obtener una estructura soldada y resistente que cumple con los parámetros establecidos.

**Figura 30**

*Marco principal terminado.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura.*

En caso de que no se logre realizar un cordón de suelda simétrico, se realiza un desbaste utilizando la amoladora con un disco apropiado para esta tarea teniendo mucho cuidado de no debilitar la zona.

### **Figura 31**

*Pulido de secciones soldadas*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura.*

El chasis kart se caracteriza por ser una estructura que va casi pegada al piso, esto para general la mayor estabilidad posible en pista, según la normativa el chasis debe estar a una altura entre 25mm a 60mm máximo.

### **Figura 32**

*Altura de la zona donde se colocarán los pivotes de la dirección.*

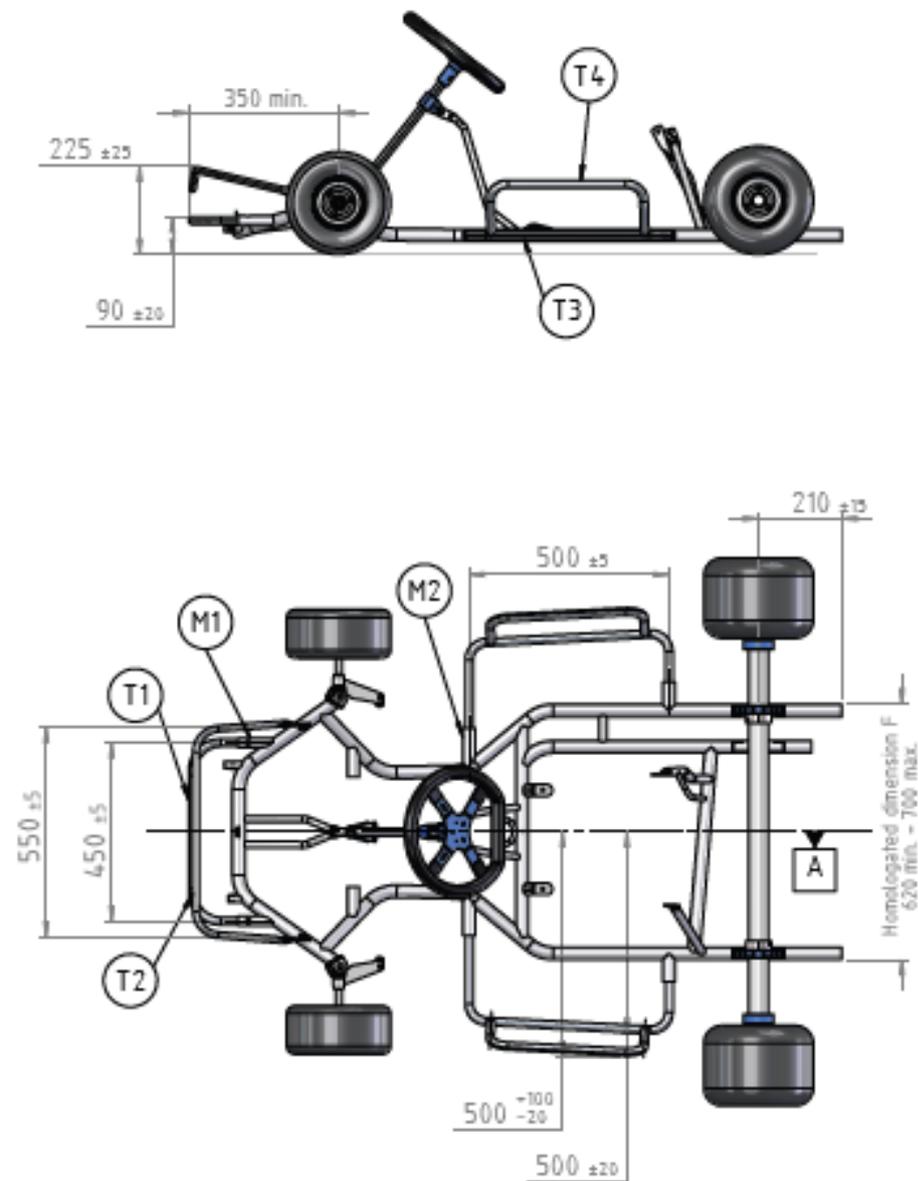


*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de soldadura.*

En materia de seguridad contamos con un parachoques frontal, el cual está ubicado a una distancia de 600mm entre los puntos de anclaje al bastidor y debe tener una altura de 200mm como detallamos en la figura...

**Figura 33**

*Ubicación de parachoques según la normativa.*



*Nota. Imagen obtenida de la página oficial de la FIA.*

El sistema de dirección estará ensamblado a una base en forma de trinche fabricada con tubo de 1" doblado en forma de U para lograr una mejor estética a una distancia de 240mm y centrado entre las manguetas de la dirección con un ángulo de inclinación igual a la altura del chasis.

**Figura 34**

*Sistema de dirección.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

Una vez ubicado el sistema de dirección continuamos con la calibración de los ángulos *camber* y *caster*, los cuales están ligados a la puesta a punto del chasis y son los responsables del comportamiento del vehículo en curvas de alta velocidad. La calibración se realiza en las manguetas de dirección las mismas que fueron fabricadas de una platina de acero de 3 mm de espesor (figura 35), ya que es un elemento que soporta todos los esfuerzos generados durante la conducción del kart.

**Figura 35**

*Calibración de ángulos *camber* y *caster*.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

Luego de fabricar las piezas que conforman las manguetas ensamblaremos los pivotes para graduar el ángulo de inclinación (ángulo *camber*) el cual tendrá una caída de 3 mm en caída negativa, lo cual nos permitirá tener un mayor equilibrio y estabilidad al momento de realizar giros bruscos.

**Figura 36**

*Calibración de ángulo camber.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

El ángulo de avance o el ángulo caster es el encargado de redireccionar la dirección del kart cuando se realiza un giro estabilizando la dirección, la inclinación a la que se fije la mangueta con respecto al ángulo de avance será de  $75^\circ$  será primordial debido a la ausencia de suspensión en la estructura para que la mangueta soporte los esfuerzos generados por los desniveles o baches de la pista.

**Figura 37**

*Angulo caster*



*Nota. Imagen tomada por el actor en el proceso de manufactura.*

Los pedales para kart están fabricados en acero inoxidable y tienen una forma bastante peculiar como se observa en la figura 50, los mismos están fijados al chasis en muchos de los diseños planteados por la FIA.

**Figura 38**

*Pedales.*



*Nota. Imagen tomada por el actor en el proceso de manufactura.*

En el diseño planteado por el autor se ha decidido no realizar perforaciones a la estructura para evitar el oxidamiento interno como se ha observado en otros diseños con el paso del tiempo, en cambio se ha planteado utilizar armellas de platina #8 (figura 39)

**Figura 39**

*Ensamblaje de pedales a la estructura.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

Después de haber fijado la altura de la dirección y la ubicación del volante (figura 40) procedemos a instalar las bases del asiento el mismo que fue fabricado en fibra de vidrio para reducir peso y darle una apariencia más deportiva.

**Figura 40**

*Fijación del asiento.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

**Figura 41**

*Volante.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

Para el eje posterior se necesita fabricar unas bases llamadas bancadas de eje. Las mismas que aprisionan las chumaceras mediante pernos pasantes permitiendo el libre giro del eje

Para fabricar estas piezas usaremos una correa de acero de 10 x 2 (figura 42) tratando de que los soportes de las chumaceras estén lo más alineados posible

**Figura 42**

*Material para fabricar las bancadas del eje trasero.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

**Figura 43**

*Bancada de eje*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

Una vez terminadas las bancadas del eje (figura 43) procedemos a medir la distancia entre ejes que por normativa debe estar entre 101cm mínimo a 107cm máximo de distancia. Para nuestro prototipo se ha utilizado una distancia de 105cm.

**Figura 44**

*Instalación de las bancadas del eje al chasis.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

Luego de haber realizado todo este proceso, se recomienda volver a medir cada sección antes de realizar el cordón de suelda final en toda la estructura, verificando que este cada elemento del chasis de acuerdo a la normativa vigente.

En la figura 45 podemos observar la estructura del chasis terminada previo al proceso de pintura.

**Figura 45**

*Chasis terminado.*



*Nota. Imagen tomada por el autor en el proceso de manufactura.*

Para dar por terminado la fabricación del chasis kart, realizaremos un proceso de pintura para mejorar la estética del prototipo.

**Figura 46**

*Prototipo terminado.*



*Nota. Imagen tomada por el autor una vez terminado el proyecto.*