UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TÍTULO:

DISEÑO, ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN DE UN CUADRO PARA BICICLETA DE MONTAÑA

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecánica Automotriz

AUTOR:

Eduardo Rafael Morocho Cabrera

DIRECTOR:

Ing. Darwin Giovanny Tapia Peralta, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2018

CERTIFICACIÓN

Universidad Nacional de Loja

Carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz

Ing. Darwin Giovanny Tapia Peralta, Mg. Sc.
DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Certifica:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en "**DISEÑO, ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN DE UN CUADRO PARA BICICLETA DE MONTAÑA**", previo a la obtención del título de **INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**, realizado por el señor egresado: **EDUARDO RAFAEL MOROCHO CABRERA**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 14 de septiembre de 2018

Ing. Darwin Giovanny Tapia Peralta, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **EDUARDO RAFAEL MOROCHO CABRERA**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula: 1103570543

Fecha: 20/11/2018

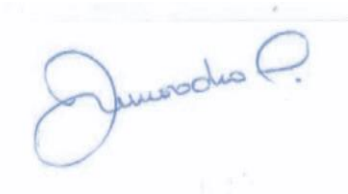
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACION DEL TEXTO COMPLETO

Yo, **EDUARDO RAFAEL MOROCHO CABRERA**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis titulado: **"DISEÑO, ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN DE UN CUADRO PARA BICICLETA DE MONTAÑA",** como requisito para optar al título de: **INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ; a**utorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visualización de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional: Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte días del mes de noviembre de dos mil dieciocho.

Firma:



Autor: Eduardo Rafael Morocho Cabrera

Cédula: 1103570543

Dirección: Loja (Av. Benjamín Carrión y Jorge Castillo)

Teléfono: 2111028 **Celular:** 0991572021

Correo electrónico: elisalo13v@hotmail.com

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Darwin Giovanny Tapia Peralta, Mg. Sc.

Tribunal del grado: Ing. Milton Amable León Tapia, Mg. Sc.

Ing. Luis Maldonado Correa, Mg. Sc.

Ing. Bryan Jhon Briceño Martínez, Mg. Sc.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mi esposa Iris, mis queridas hijas Elina y Salomé quienes con paciencia supieron soportar la ausencia de estar en clases, a mis padres y hermanos quienes fueron un apoyo muy grande y muy especial a mi querido abuelito “Cholito” y mi primo Daniel que ahora están en el cielo.

Eduardo Rafael Morocho Cabrera

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las autoridades de la Universidad Nacional de Loja por haberme permitido ser parte de esta prestigiosa institución y acogernos junto al Plan de Contingencia para poder continuar con mis estudios superiores y terminar mi carrera como ingeniero Mecánico Automotriz.

A mis docentes, quienes con paciencia y entrega supieron guiarme a lo largo de este extenso camino.

Agradezco en especial al director de tesis, Ingeniero Mg. Darwin Tapia quien me guió y apoyó durante todo el desarrollo de este trabajo investigativo.

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN ii

AUTORÍA iii

CARTA DE AUTORIZACIÓN iv

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTO vi

TABLA DE CONTENIDOS vii

ÍNDICE DE FIGURAS xii

ÍNDICE DE TABLAS xv

Glosario de términos xvi

1. TÍTULO 1

2. RESUMEN 2

3. INTRODUCCIÓN 4

4. REVISIÓN DE LITERATURA 6

CAPÍTULO I: 6

Antecedentes 6

4.1. ¿Qué es una bicicleta? 6

4.1.1. Tipos de bicicleta 10

4.1.1.1. Bicicletas de Montaña (MTB) 10

4.1.1.2. Bicicletas de Ruta 11

4.1.1.3. Bicicletas Urbanas 12

4.1.1.4. BMX 12

4.1.1.5. Eléctricas 13

4.1.2. Tipos de Bicicleta de Montaña o MTB 13

4.1.2.1. Bicicletas de Rally o Cross Country 14

4.1.2.2. Bicicletas de trail o all mountain 15

4.1.2.3. Bicicletas de enduro 16

4.1.2.4. Bicicletas de descenso o down hill 17

4.1.3. Partes de una Bicicleta de Montaña 17

4.1.3.1. El Cuadro 17

4.1.3.2. Componentes de la parte delantera de la MTB 18

4.1.3.3. El Tren Delantero 19

4.1.3.4. Las Ruedas 19

4.1.3.5. Componentes de la parte trasera de la MTB 20

4.1.3.6. El Pedalier 20

4.1.3.7. El Tren Trasero 21

CAPÍTULO II: Cuadro de la bicicleta de montaña 22

4.2. Introducción 22

4.2.1. El cuadro 22

4.2.1.1. Aspectos a considerar en el cuadro de una bicicleta. 22

4.2.1.2. Partes principales del cuadro 23

4.2.1.3. Evolución del cuadro de bicicleta. 23

4.2.1.4. Geometría del cuadro 24

4.2.1.5. Consideraciones geométricas para el diseño del cuadro. 25

4.2.1.6. Geometría del cuadro en función de su finalidad 29

4.2.1.7. Adecuación de la geometría del cuadro a la persona (tallaje) 30

4.2.2. Tamaño adecuado del Cuadro de la Bicicleta de Montaña 31

4.2.3. Tamaño adecuado del Cuadro de la Bicicleta de Montaña 32

4.2.3.1. Tamaño óptimo del cuadro para una bicicleta de montaña 32

CAPÍTULO III 34

4.3. Materiales con los cuales se fabrica una bicicleta de montaña 34

4.3.1. Cuadro de Aluminio 34

4.3.2. Cuadro de Acero 35

4.3.3. Cuadro de Carbono 35

4.3.4. Cuadro de Titanio 36

4.3.5. La rigidez y la fatiga en un cuadro de bicicleta 36

4.3.5.1. Rigidez 36

4.3.5.2. Fatiga del cuadro o componentes 36

4.3.6. Acero inoxidable 37

4.3.6.1. ¿Qué es el acero inoxidable? 37

4.3.7. Acero Inoxidable AISI 304 38

4.3.7.1. Descripción 38

4.3.7.2. Propiedades mecánicas 38

4.3.7.3. Propiedades físicas 38

4.3.7.4. Propiedades químicas 39

4.3.8. Usos 39

4.3.9. Tratamientos térmicos 39

5. MATERIALES Y MÉTODOS 40

5.1. Materiales 40

5.2. Métodos 40

5.2.1. Método analítico 41

5.2.2. Método experimental 41

5.2.3. Método practico 41

6. RESULTADOS 42

6.1. Elección del cuadro de bicicleta 42

6.1.1. Análisis de las características de las bicicletas de montaña 42

6.2. Selección del material para la construcción del cuadro de bicicleta 44

6.2.1. Norma internacional ASTM A312 / A312M 45

6.2.2. Tamaño adecuado del Cuadro de la Bicicleta de Montaña 47

6.3. Programa de análisis estructural (software 3D) 47

6.3.1. Propuesta para el Aprendizaje Sistemático de SolidWorks 52

6.3.2. Esquema de aprendizaje 52

6.4. Análisis del cuadro de bicicleta mediante simulación. 53

6.4.1. Estudiar por medio de un software los esfuerzos a los que está sometido el cuadro de la bicicleta 53

6.4.2. Diseño 3D del cuadro de bicicleta de montaña 53

6.4.3. *Aplicación de fuerzas y geometría fijas* 55

6.5. Construcción de cuadro 58

6.6. Costo de construcción del cuadro 61

6.7. Prueba de funcionamiento 62

6.7.1. Ensamblaje del cuadro 62

6.7.2. Pruebas de manejo 64

7. DISCUSIÓN 66

8. CONCLUSIONES 68

9. RECOMENDACIONES 70

10. BIBLIOGRAFÍA 72

11. ANEXOS 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prototipo hecho en función de los supuestos planos de Da Vinci (Aro, Aro, & Simonetti, 2018).....6

Figura 2. Celerífero supuestamente inventado en la década de 1790 7

Figura 3. El velocípedo de Macmillan funcionaba con pedales con el mismo movimiento de los trenes. Aún no existía correa de transmisión.....8

Figura 4. Velocípedo de Michaux, a falta de la transmisión ya tiene todos los elementos de una bicicleta actual. Se aprecia un primitivo freno que mediante la tensión de un hilo detiene la rueda trasera por fricción. 8

Figura 5. Bicicleta de James Starley llamada Penny Farthing. 9

Figura 6. Safety Bicycle de 1885 10

Figura 7. Bicicleta de montaña.....10

Figura 8. Bicicleta de Ruta.....11

Figura 9. Bicicleta Urbana. 12

Figura 10. Bicicleta BMX.....12

Figura 11. Bicicleta Eléctrica.....13

Figura 12. Bicicletas de Rally o Cross Country.....14

Figura 13. Bicicletas de *trail* o *all mountain*.....15

Figura 14. Bicicletas de enduro.....16

Figura 15. Bicicletas descenso o down hill.....17

Figura 16. Partes del cuadro.....17

Figura 17. Componentes de la parte delantera de la MTB. 18

Figura 18. Componentes de la parte trasera de la MTB. 20

Figura 19. Partes que componen un cuadro. 23

Figura 20. Ángulos y medidas de una bicicleta. 25

Figura 21. Consideraciones geométricas para el diseño del cuadro. 26

Figura 22. Cuadros de bicicletas de diferentes materiales. 34

Figura 23. Estructura del acero inoxidable. 37

Figura 24. Flujograma metodológico. 40

Figura 25. Ensayo eléctrico 46

Figura 26. Diagrama proceso utilizar el software 48

Figura 27. Tutorial SolidWorks® 48

Figura 28. Temas en tutorial SolidWorks® 48

Figura 29. Trabajar en SolidWorks® 49

Figura 30. Lecciones 1,2 y 3 SolidWorks® 49

Figura 31. Tutorial Evaluación de Diseño SolidWorks® 50

Figura 32. Simulación en SolidWorks® Premium 50

Figura 33. Medidas (en cm) básicas del cuadro de bicicleta 54

Figura 34. Cuadro de bicicleta 3D. 54

Figura 35. Anclaje de las partes móviles y aplicación de la fuerza (637,65 N). 55

Figura 36. Simulación de esfuerzos Mecánicos con método de Tensión de Von Mises. ... 56

Figura 37. Desplazamiento en mm. 57

Figura 38. Factor de seguridad. 57

Figura 39. Caja de *pedalier*. 58

Figura 40. Tubo de dirección. 59

Figura 41. Trazado del cuadro. 59

Figura 42. Corte y desbaste de los tubos con su forma respectiva. 60

Figura 43. Partes del cuadro. 60

Figura 44. Punteado de las partes del cuadro. 60

Figura 45. Punteado de las vainas y patillas. 61

Figura 46. Cuadro soldado. 61

Figura 47: Parte delantera 63

Figura 48: Parte trasera. 64

Figura 49: Bicicleta de montaña 64

Figura 50: Ciclovía calle 24 de mayo 65

Figura 51: Sendero ecológico orillas del Zamora 65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 22

Tabla 2 29

Tabla 3 32

Tabla 4 33

Tabla 5 39

Tabla 6 42

Tabla 7 44

Tabla 8 52

Tabla 9 62

Glosario de términos

All-mountain: toda montaña

Bicycle: bicicleta

Brake: freno

City-bike: bicicleta de ciudad.

Cross-country: a campo traviesa

Down Hill: cuesta abajo

Free-ride: paseo libre

Mountain bike: bicicleta de montaña

MTB: Bicicleta de montaña

Off-road: fuera del camino

Offset: compensar

OMS: Organización Mundial de la Salud

Scandium: escandio

Simulation: simulación

Specialized: especializado

Tubeless: sin cámara

"= Pulgadas

1. TÍTULO

“DISEÑO, ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN DE UN CUADRO PARA BICICLETA DE MONTAÑA”

2. RESUMEN

La bicicleta es un vehículo de transporte personal, que consta de dos ruedas en un bastidor metálico, un manillar, un sistema de autopropulsión mediante pedales y otro de frenado. Sobre su origen y creación existen diferentes lugares y fechas, incluso se atribuye a Leonardo da Vinci el primer bosquejo.

El bastidor o cuadro, es el armazón al cual se fijan los otros componentes como la horquilla, las ruedas, el sillín y el manillar, y debe tener una estructura rígida capaz de soportar grandes esfuerzos. Está construido de diversos materiales, tales como aluminio, acero, fibra de carbono, titanio entre otros y los cuales determinan las características de la bicicleta de montaña.

En el presente trabajo se propuso diseñar un cuadro para bicicleta de montaña, seleccionar el material más adecuado para su elaboración; desarrollar su construcción y someter el diseño a un software de modelado 3D para determinar el esfuerzo a los que está sometido. Otras características a considerarse en el diseño fueron su bajo costo de elaboración, acabado y de mantenimiento.

Para el diseño del marco se tomó como referencia el modelo ALMA H50, de la marca española Orbea y el material seleccionado fue el acero inoxidable 304, debido a su bajo costo a nivel local y facilidad de adquisición. La simulación 3D demostró que la propuesta de modelo superó el factor de seguridad y fue estable a la deformación. Finalmente, la construcción y acabado no presentaron dificultades y se usaron herramientas comunes.

Palabras clave: Diseño, bicicleta, cuadro, acero 304.

ABSTRACT

The bicycle is a personal transport vehicle, consisting of two wheels in a metal frame, a handlebar, a self-propelled system by pedals and a braking system. On its origin and creation there are different places and dates, even Leonardo da Vinci is attributed the first draft.

The frame, is the structure to which the other components are fixed as the fork, wheels, saddle and handlebar, and must have a rigid structure capable of withstanding great efforts. It is constructed of various materials, such as aluminum, steel, carbon fiber, titanium among others and which determine the characteristics of the mountain bike.

In the present work it was proposed to design a *mountain bike* frame, to select the most suitable material for its elaboration; develop its construction and submit the design to 3D modeling software to determine the effort to which it is subjected. Other characteristics to be considered in the design were its low cost of processing, finishing and maintenance.

For the design of the frame, the ALMA H50 model was taken as a reference, from the Spanish brand Orbea and the selected material was the 304 stainless steel, due to its low cost locally and ease of acquisition. The 3D simulation showed that the proposed model exceeded the safety factor and was stable to deformation. Finally, the construction and finishing did not present difficulties and common tools were used.

Keywords: Design, bicycle, frame, steel 304.

3. INTRODUCCIÓN

En la actualidad para movilizarse en automóvil se debe tener en cuenta las constantes fatalidades, la contaminación desenfrenada, las horas perdidas en embotellamientos, y los costos que representa su propiedad; el uso y la tenencia del automóvil particular en cualquier ciudad no sólo resulta un poco caro, sino poco útil debido al tamaño y población de nuestra localidad, además los automóviles emiten gases de invernadero que contaminan el medio ambiente como los residuos de aceite y combustibles dejados por los autos que se filtran al ciclo del agua cuando hay lluvia, contaminando las fuentes de agua; debido a la extensión de nuestra ciudad los viajes cortos son los más contaminantes, ya que el motor no está correctamente aclimatado y cuando el motor funciona en "frío" requiere más combustible ya que la quema no se produce de forma eficiente. Esto no sólo afecta la economía, sino que aumenta la emisión de sustancias dañinas.

Es debido a esta problemática la presente tesis está orientada al DISEÑO, ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN DE UN CUADRO PARA BICICLETA DE MONTAÑA, que permitirá la movilización en bicicleta trayendo consigo múltiples beneficios no solo contribuye a una mejor circulación en la ciudad sino también a la salud del ciudadano; hoy en día el Municipio de Loja incentiva de reemplazar el uso del carro por una bicicleta dando un espacio adecuado para hacer uso de este medio de transporte además de promover la competencia de Cross Country denominada 'El ciclo Villonaco'; basada en esta temática la importancia de la fabricación de un cuadro de bicicleta de montaña accesible a los usuarios que permitirá reducir la contaminación acústica y mejorar la calidad de vida de los habitantes; por esta razón se estableció que es la mayor problemática y nace la necesidad de realizar el presente trabajo investigativo desarrollando los objetivos específicos planteados para esta tesis:

- Definir cuál será el diseño más adecuado para el cuadro de la bicicleta de montaña.

- Determinar el material adecuado para la construcción del cuadro de bicicleta.
- Conseguir y aprender a manipular un determinado programa de análisis estructural.
- Estudiar por medio de un software los esfuerzos a los que está sometido el cuadro de bicicleta.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

CAPÍTULO I:

Antecedentes

4.1. ¿Qué es una bicicleta?

Lo único que está claro es que la bicicleta es un invento europeo. Dependiendo de lo que consideremos una bicicleta existen unas fechas u otras, siendo la primera bicicleta a pedales patentada como tal y a partir de la cual ha evolucionado la industria en el siglo XX la del británico John Kemp Starley en 1885, si bien es cierto que se basó en los modelos europeos construidos a lo largo de todo el siglo XIX. Existe la creencia de que Leonardo Da Vinci creó el primer boceto en papel de una bicicleta (¡que incluía hasta la cadena de transmisión!) a finales del siglo XV, pero el investigador alemán Hans-Erhard Lessing demostró en 1997 que el diseño se introdujo en los documentos de Leonardo a partir de 1961. También a finales del siglo XVIII, un francés el conde de Sivrac habría inventado el celerífero, un primitivo cuadro sobre dos ruedas con una cabeza de animal, pero autores como Max Rauck, Gerd Volke y Felix Paturi han desmentido esta fecha atribuyéndola a antiguas rivalidades nacionalistas entre franceses y alemanes (Aro, Aro, & Simonetti, 2018).

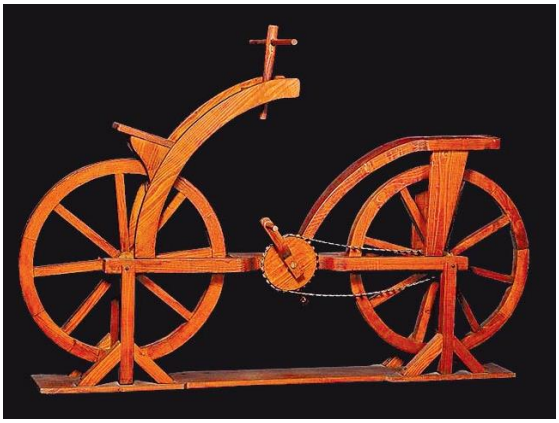


Figura 1. Prototipo hecho en función de los supuestos planos de Da Vinci (Aro, Aro, & Simonetti, 2018).
Fuente: http://bicihome.com

Figura 2. Celerífero supuestamente inventado en la década de 1790
Fuente: http://bicihome.com

En 1816, Karl Dreis, inventor y aristócrata alemán creó lo que sería el primer vehículo dirigible con dos ruedas en línea. No tenía ni pedales, ni cadenas, ni frenos, sino que avanzaba y frenaba con los pies, pero sí tenía las ruedas, el sillín, el manillar, el cuadro y un sistema de dirección bastante más aparatoso que el que hoy conocemos. Dreis pensaba que su "máquina de correr" o laufmaschine, como la bautizó revolucionaría el transporte de su época, pero no pasó de ser una máquina recreativa muy poco utilizada, aunque sirvió como prototipo para otros posteriores.

En 1839 el herrero escocés Kirkpatrick Macmillan añadió pedales con barras a un prototipo. Estas innovaciones permitieron al ciclista impulsar la máquina con los pies sin tocar el suelo. El mecanismo de impulsión consistía en pedales cortos fijados a la rueda trasera y conectados por barras a unos pedales situados delante del ciclista. Era impulsada por el empuje de los pies hacia abajo y hacia adelante. La utilizó para realizar viajes dentro de su Escocia natal, pero no llegó a patentar ni vender su invento, por lo que ante la falta de evidencias documentales de esas fechas siempre ha habido escepticismo alrededor de la fecha concreta de creación.

Figura 3. El velocípedo de Macmillan funcionaba con pedales con el mismo movimiento de los trenes. Aún no existía correa de transmisión.
Fuente: http://bicihome.com

En 1861, Ernest Michaux decidió dotar de unos pedales a la rueda delantera de una vieja draisiana, por lo que el nuevo invento requería de más equilibrio. Se reconoce a Michaux como el precursor directo de la bicicleta, aunque se deben citar nombres como Philip Moritx o Galloux que construyeron bicicletas a pedales para uso particular. El invento de Michaux, la "Michaulina" se empezó a producir en serie atrayendo la atención de las clases populares y este modelo se hizo muy popular en Francia. El cuadro y las ruedas se fabricaban en madera, y estas última llevaban una banda de hierro que era la que tocaba el suelo. Los pedales estaban colocados en la delantera, que era un poco más alta que la rueda de atrás.

Figura 4. Velocípedo de Michaux, a falta de la transmisión ya tiene todos los elementos de una bicicleta actual. Se aprecia un primitivo freno que mediante la tensión de un hilo detiene la rueda trasera por fricción.
Fuente: http://bicihome.com

En 1869, en Gran Bretaña se introdujeron los neumáticos de goma maciza montados en el acero.En 1873 James Starley, un inventor inglés, produjo la primera máquina con casi todas las características de la famosa bicicleta de rueda alta. La rueda delantera de la máquina de Starley era tres veces más grande que la de atrás. Su uso se hizo muy popular durante la década de las 70 y los 80, tanto que, en enero de 1887, el norteamericano Thomas Stevens realiza el primer viaje en bicicleta alrededor del mundo. Partió de San Francisco y regresó a la misma ciudad después de pedalear durante más de tres años.

Figura 5. Bicicleta de James Starley llamada Penny Farthing.
Fuente: http://bicihome.com

Bicicleta de James Starley conocida popularmente como Penny Farthing en relación al tamaño de dos monedas: el penique (Penny) y el cuarto de penique (Farthing). El modelo de la imagen es posterior a 1888 y ya integra neumáticos de aire.

En 1885, John Kemp Starley crea la “bicicleta de seguridad” o Safety Bicycle, muy parecida a una bicicleta urbana actual. Tenía frenos y la postura era mucho más cercana al suelo, de ahí su nombre. Se añadieron poco después, en 1888, los neumáticos con cámara de aire desarrollados por el irlandés John Boyd Dunlop, cuyo tubo interior se rellena de aire amortiguando parte del golpeteo contra los caminos. Las ruedas eran casi del mismo tamaño

y los pedales, unidos a una rueda dentada a través de engranajes y una cadena de transmisión, movían la rueda de atrás. La bicicleta de seguridad se extendió rápidamente por todo el mundo industrializado y su precio gracias a la fabricación en serie se fue abaratando cada vez más[1].

Figura 6. Safety Bicycle de 1885
Fuente: http://bicihome.com

4.1.1. Tipos de bicicleta

Los diferentes diseños de las bicicletas están basados en su funcionalidad: para qué tipo de terreno, desarrollo de velocidad, menor peso o mayor fortaleza, etc.

4.1.1.1. Bicicletas de Montaña (MTB)

Figura 7. Bicicleta de montaña**.**

Fuente: http://labicicleta.com.uy

[1] http://bicihome.com

Las bicicletas de montaña (también conocidas como MTB) están diseñadas para “fuera de ruta” por lo que son bastante resistentes. Están equipadas con llantas anchas con dibujos marcados para mejorar el agarre en terrenos sueltos. Regularmente usan manubrios rectos o de doble altura.

Las MTB se pueden encontrar sin suspensión (rígidas), con suspensión delantera (*hardtail*) o con doble suspensión (*full-suspensin*) dependiendo de su especialidad:

- Cross country
- Enduro
- Downhill
- Trail o all mountain

4.1.1.2. Bicicletas de Ruta

Figura 8. Bicicleta de Ruta.
Fuente: http://labicicleta.com.uy

Son bicicletas orientadas a obtener velocidad en pavimento, de construcción más ligera que otras bicicletas, están dotadas con ruedas más grandes, delgadas y provistas de llantas angostas y con dibujo liso. Las bicis de ruta utilizan manubrios *drop-bar* para lograr una postura más aerodinámica.

4.1.1.3. Bicicletas Urbanas

Figura 9. Bicicleta Urbana.
Fuente: http://labicicleta.com.uy

Estas bicicletas fueron concebidas para la ciudad, por lo que son de construcción bastante solida tanto en su cuadro como en sus ruedas. Están perfectamente adecuadas para soportar las condiciones de una ciudad (baches, banquetas, topes, etc.)

Por lo general cuenta con guardabarros para días de lluvia, portaequipaje y/o canasta para transportar todo lo que necesitas para ir al trabajo, al supermercado, etc. Una característica común en este tipo de bicicletas es la presencia de luces para mantenerse siempre visibles a los conductores. Normalmente tienen una sola velocidad, o sistema de cambios internos de ser necesario. Estas bicicletas permiten una posición relajada de torso y brazos.

4.1.1.4. BMX

Figura 10. Bicicleta BMX.
Fuente: http://labicicleta.com.uy

Las BMX utilizan cuadros pequeños y resistentes, ideales para saltos y acrobacias. Existen diferentes variables de estas bicicletas, algunas con llantas anchas para usarse en terrenos sueltos y otras con llantas un poco más delgadas y lisas para usarse en rampas o en la calle. Estas bicicletas no son eficientes como medio de transporte.

4.1.1.5. Eléctricas

Figura 11. Bicicleta Eléctrica.
Fuente: http://labicicleta.com.uy

En la actualidad se puede encontrar versiones de pedaleo asistido (eléctricas) de casi cualquier tipo de bicicleta. Las bicicletas eléctricas son todas aquellas bicis que utilizan un motor para asistir el pedaleo. Su principal ventaja es a la hora de subir pendientes, pedalear contra el viento (hay lugares donde el viento es muy intenso) o para quien tiene que pedalear largas distancias para ir al trabajo y quiere reducir el esfuerzo. Por otro lado, estas bicicletas son más costosas y pesadas que el resto[2..]

4.1.2. Tipos de Bicicleta de Montaña o MTB

Los tipos de bicicletas de montaña más comunes que se pueden encontrar en el mercado, son: bicicletas de rally o XC, las de *trail*, también conocidas como *all mountain*, enduro, descenso y las *fatbikes*.

[2] http://labicicleta.com.uy

4.1.2.1. Bicicletas de Rally o Cross Country

Figura 12. Bicicletas de Rally o Cross Country.

Fuente: https://14bikes.com/tipos-bicicletas-montana

Son bicicletas pensadas para realizar subidas y bajadas a gran velocidad, fundamentalmente por terrenos poco técnicos.

Dado que el objetivo es alcanzar la máxima velocidad posible, son bicicletas rígidas y muy ligeras que anteponen rodar rápido frente a la comodidad, por lo que tanto el cuadro de aluminio o carbono como sus componentes son muy ligeros.

Suelen tener suspensión delantera, aunque también es posible encontrar modelos con doble suspensión con recorridos cortos (100 mm), para facilitar la inmediatez de la pedalada. Frenos de disco, manillares anchos y planos o de doble altura, y cambio monoplato de 10/11 velocidades, en el caso de los modelos de gama alta, y dobles y triples platos en los modelos de gama media.

Actualmente, la mayoría se montan sobre ruedas de 27,5” o 29”.

4.1.2.2. Bicicletas de trail o all mountain

Figura 13. Bicicletas de *trail* o *all mountain*.
Fuente: https://14bikes.com/tipos-bicicletas-montana

Son bicicletas de montaña utilizadas por los aficionados al *mountain bike,* perfectas para iniciarse en esta modalidad, están pensadas fundamentalmente para uso recreativo.

Permiten rodar con comodidad sobre cualquier tipo de terreno, tanto en subidas como bajadas, y por eso también se las llama *all mountain*. Ideales para afrontar cualquier tipo de ruta no excesivamente complicadas, su objetivo es rodar y rodar, como si de una bicicleta de carretera se tratara, por terrenos no asfaltados, aunque también admiten un poquito de asfalto.

Suelen ser bicicletas rígidas, con suspensión de recorrido bajo (entre 120mm y 140mm) en la rueda delantera, aunque es posible encontrarlas de doble suspensión. Cómodas, con cuadros de aluminio o carbono, manillares de doble altura, cambios de doble y triple plato y frenos de disco.

Podemos encontrarlas montadas sobre ruedas de 27,5” o 29”.

4.1.2.3. Bicicletas de enduro

Figura 14. Bicicletas de enduro.
Fuente: https://14bikes.com/tipos-bicicletas-montana

El enduro suele tener como principal objetivo disfrutar a tope, y lo más rápido posible, de bajadas técnicamente muy exigentes, combinadas con algunos tramos de ascenso.

Suelen ser bicicletas fuertes con cuadros de aluminio o de carbono unidireccional, lo que las ha aligerado considerablemente. Amplia distancia entre ejes, para conseguir mayor estabilidad en la bajada; un lanzamiento de horquilla con ángulos más pequeños, 66 y 67 grados, para lograr mayor seguridad a la dirección, y una distancia entre vainas bastante corta. Además, suele dotarse de (*offset*) a la horquilla, desalineando las barras o el eje de la rueda de la línea de dirección, con lo que se disminuye el avance y se gana en maniobrabilidad y rapidez a la hora de reaccionar.

Doble suspensión de largo recorrido (entre 160 mm y 180 mm) con basculantes cortos y amortiguadores también relativamente cortos; cambio monoplato en las de gama alta y doble en las de gama media, manillares amplios y de doble altura y tijas telescópicas.

Suelen montar ruedas de 27,5”.

4.1.2.4. Bicicletas de descenso o down hill

Figura 15. Bicicletas descenso o down hill.

Fuente: https://14bikes.com/tipos-bicicletas-montana

Están pensadas específicamente sólo para bajar a toda velocidad y no para pedalear, por lo que no suelen usarse para practicar otras modalidades MTB. Tienen cuadros fuertes y pesados, pensados para aguantar los impactos que se producen durante el descenso. Doble suspensión con largos recorrido (180 mm-200 mm) con amortiguadores hidráulicos en la parte trasera, frenos de disco y manillar de doble anchura. También suelen llevar guías de cadena, para evitar una salida de cadena accidental, protector de platos y tubo de dirección sobredimensionado, para conseguir mayor rigidez y resistencia[3].

4.1.3. Partes de una Bicicleta de Montaña

4.1.3.1. El Cuadro

Figura 16. Partes del cuadro.
Fuente: www.todomountainbike.net

[3]https://14bikes.com/tipos-bicicletas-montana

Pieza principal de la bicicleta, la más grande y fácilmente reconocible por su diseño y vistosidad. Normalmente construido en Aluminio, aunque también lo podemos encontrar en Acero, *Scandium*, Fibra de Carbono u otras aleaciones. Sobre el Cuadro irán montados el resto de componentes que darán forma a la bicicleta, por lo que la resistencia y buen acabado del mismo es un punto importante a considerar a la hora de comprar una bicicleta o cuadro nuevo.

A la forma del cuadro se denomina geometría. Su diseño es diferente en cada fabricante y podremos encontrar desde geometrías más cómodas o de Sport, hasta geometrías *Racing* extremas, según la gama de la *Mountain Bike*. De la geometría del cuadro dependerá en gran medida la posición del ciclista en la bicicleta, por lo que todos los fabricantes normalmente ofrecen medidas detalladas de todos los tubos que forman el cuadro, así como diferentes tallas del mismo.

4.1.3.2. Componentes de la parte delantera de la MTB

Figura 17. Componentes de la parte delantera de la MTB.
Fuente: www.todomountainbike.net

4.1.3.3. El Tren Delantero

En el tubo de dirección del cuadro, encontramos la Dirección propiamente dicha, que puede ser fija o acoplada al cuadro, según el fabricante. En el interior de este tubo va montada la horquilla, normalmente con suspensión y diferentes posibilidades de regulación, aunque también existen horquillas rígidas, propias de las bicicletas de carretera. La horquilla es la responsable de mantener pegada la rueda delantera al terreno, absorbiendo baches, piedras, y todo lo que encuentres bajo tu paso. De su buen funcionamiento dependerá el buen estado de la musculatura de tus antebrazos y hombros.

Sobre la horquilla encontramos la Potencia, que une el Manillar y el Cuadro a través del tubo de dirección. Fabricadas normalmente en aluminio o fibra de Carbono, con diferentes longitudes y ángulos para adaptarlas a las necesidades de todos los ciclistas.

Y unido a la potencia encontramos el manillar, también en aluminio o fibra de Carbono como materiales más comunes. De diferentes longitudes y alturas, nos permite acoplar a él todos los componentes que nos permitirán controlar nuestra *Mountain bike* como si de un avión a reacción se tratase (manetas de freno, manetas de cambio y puños).

4.1.3.4. Las Ruedas

Como norma general encontraremos dos en nuestra bicicleta, la delantera y la trasera. Si es cierto que quizá en bicicletas especialmente adaptadas a personas con algún tipo de minusvalía encontremos modelos con dos o más ruedas, pero lo más común es disponer de la rueda delantera, acoplada al manillar de nuestra bicicleta mediante la horquilla, y la rueda trasera, diferente de la delantera por poseer la llanta un espacio destinado a montar los piñones de la transmisión que se monte.

Las ruedas están formadas por la llanta, normalmente en aluminio o fibra de Carbono, según la gama, unida mediante los radios al buje de la rueda, que se encarga de hacer girar nuestra

rueda mediante rodamientos internos normalmente sellados. Encontraremos llantas para disco, que quiere decir que solamente podrán montarse frenos de disco, y llantas para frenos *V-Brake*, que tiene la pared de la llanta especialmente diseñada para que la pastilla de freno V pueda apoyarse y frenar correctamente. Sobre la llanta va montada la cubierta o neumático, normalmente de cámara de aire, aunque también están disponibles llantas *Tubeless* que nos permitirán montar neumáticos *Tubeless* sin cámara, más ligeros y menos propensos a los pinchazos.

4.1.3.5. Componentes de la parte trasera de la MTB

Figura 18. Componentes de la parte trasera de la MTB.
Fuente: www.todomountainbike.net

4.1.3.6. El Pedalier

Comúnmente llamado Bielas, comprende el conjunto formado por los platos del *pedalier* (normalmente tres), el Eje del *pedalier* unido a su vez a los pedales por las propiamente dichas bielas. Hoy en día es común encontrar la biela acoplada directamente en el plato más grande, por lo que resulta más sencillo hablar de bielas que del conjunto *pedalier*. Los platos

se encargar de transmitir la fuerza de nuestras piernas a los piñones mediante la cadena de transmisión, que a su vez hará girar nuestra rueda trasera tanto como nuestro aguante pueda. Sobre las bielas, unido al cuadro de la bicicleta, encontramos el desviador delantero, que se encargará de desviar la cadena hacia los diferentes platos de nuestro *pedalier*.

4.1.3.7. El Tren Trasero

Está formado por la rueda trasera, sobre la que van montados los piñones (o corona) de la transmisión, unidos a su vez al cuadro. Podemos encontrar coronas de 8 o de 9 piñones, para 24 o 27 velocidades respectivamente. Aunque hoy en día se comienza a ver una tendencia a montar coronas de 10 piñones, para 30 velocidades con unas bielas de 3 platos, o 20 velocidades con una relación más específica para bielas de 2 platos. Sobre el cuadro y en paralelo a los piñones encontramos el cambio trasero, que se encargará de hacer saltar la cadena por los diferentes piñones según sea la necesidad.

Y justo por encima de la rueda trasera, encontramos la tija del sillín, introducida en uno de los tubos del cuadro, y ajustable en altura mediante un cierre rápido que clava nuestra tija en la posición deseada. Las podemos encontrar en aluminio y fibra de carbono normalmente, y nos permite fijar la posición de nuestro sillín, que el mismo lo encontramos en infinidad de modelos y materiales, regulable en posición, ángulo y altura mediante la tija, nos permite transmitir toda la fuerza de nuestras piernas al *pedalier* de una forma más cómoda[4]

[4] www.todomountainbike.net

CAPÍTULO II: Cuadro de la bicicleta de montaña

4.2. Introducción

El cuadro es la parte más importante porque es ahí donde se colocan la mayoría de las partes que a la larga dan forma a una bicicleta de montaña. El material con el que se construya es muy importante, ya que se debe tomar ciertos aspectos significativos como la resistencia del mismo, si existe en el medio, y sobre todo la geometría del cuadro para saber si éste va a resistir los esfuerzos a los que será sometido una vez conformada la bicicleta.

4.2.1. El cuadro

Es la "columna vertebral" de una bicicleta, ya que sirve de soporte a todas las demás piezas. Además, el conjunto de las funciones que debe desempeñar, determina la capacidad de uso y la calidad de la bicicleta. Así, aunque a simple vista los cuadros de la mayoría de las bicicletas pueden parecer iguales, no lo son, diferenciándose cinco aspectos que determinarán precisamente el tipo de bicicleta (de carretera, de montaña o híbrida) y, dentro de cada tipo, la modalidad de uso a la que está destinada.

4.2.1.1. Aspectos a considerar en el cuadro de una bicicleta.

Se consideran cinco los aspectos más importantes que se deben tomar en cuenta al momento de diseñar el cuadro de una bicicleta los cuales se exponen en la tabla 1.

Tabla 1

Aspectos a considerar en el diseño del cuadro de una bicicleta

N°	Aspectos	Funciones/cualidades
1	La elección de los tubos	La estabilidad, el peso y las propiedades de marcha.
2	La elaboración	La seguridad, la estética y la calidad final.

3	La geometría	Las características técnicas y el uso al que está destinado.
4	El diseño	Las cualidades funcionales.
5	El tamaño	El tallaje o adecuación al cuerpo humano

Fuente: http://blog.educastur.es

4.2.1.2. Partes principales del cuadro

El cuadro está formado por cuatro tubos principales (tubo del sillín, tubo horizontal, tubo diagonal u oblicuo y tubo de dirección), la caja del *pedalier* (o caja de movimiento central), el tren trasero (las vainas y los tirantes), los ocasionales racores (más habituales en las bicicletas de carretera) y, a veces, la horquilla integrada (algunos fabricantes la incluyen "embutida" en la dirección), además de diversas partes soldadas. En la figura que se muestra a continuación pueden apreciarse todas las partes de un cuadro de bicicleta[5].

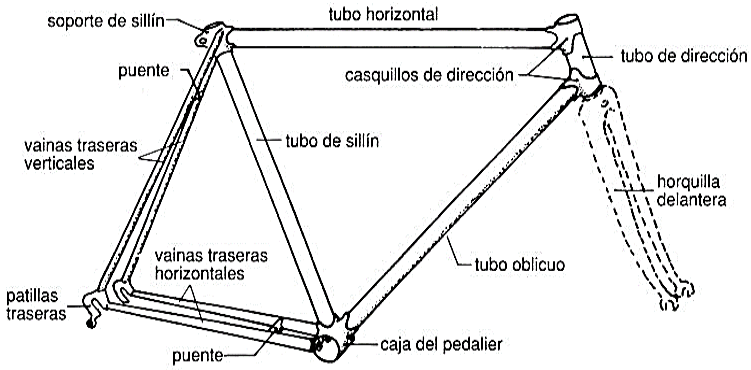


Figura 19. Partes que componen un cuadro.
Fuente: http://blog.educastur.es

4.2.1.3. Evolución del cuadro de bicicleta.

El cuadro de una bicicleta de montaña se diferencia en muchas cosas de una de carretera. Los cambios vienen motivados por la historia, el "movimiento" y la filosofía de la bicicleta de montaña, la misma que se creó para poder circular por cualquier sitio que no fuera

[5] http://blog.educastur.es

precisamente una carretera asfaltada, de manera que es mucho más resistente en todas sus partes y dicha resistencia debe reflejarse principalmente en el cuadro o bastidor, que es el elemento que soporta las mayores tensiones provocadas por el peso del ciclista, las irregularidades del terreno y la inercia del movimiento.

No obstante, el principio del actual cuadro de bicicletas existe desde 1890, cuando en Inglaterra se demostró que la forma trapezoidal o cuadro de doble triángulo era técnicamente el mejor para la construcción de bicicletas. El que se dio en llamar "c u a d r o de d i a m a n t e" e r a la mejor solución p ara las fuerzas de presión, tiro y vibración que actúan sobre la bicicleta, y su pauta de construcción ha continuado hasta nuestros días, con un progreso lento pero continuado. Los cuadros destinados a las bicicletas de carretera son cada vez más pequeños y compactos (para aumentar la rigidez lateral y la aerodinámica), mientras que los destinados a las bicicletas de montaña han experimentado cambios absolutamente radicales en los últimos veinte años, buscándose en este caso una combinación de rigidez, ligereza y movilidad adaptadas a necesidades específicas (derivadas normalmente del mundo de la competición): *cross-country*, *all-mountain*, enduro, enduro de largo recorrido y *free-ride/*descens*o*. Incluso la excepcional polivalencia de la *mountain bike* ha llevado a la diferenciación de un tipo de bicicleta híbrida que se emplea tanto para circular por ciudad como para recorridos *"off-road"* de baja dificultad: la denominada *city-bike*

4.2.1.4. Geometría del cuadro

La geometría del cuadro se determina por la longitud de sus tubos y los ángulos que forman entre sí. En la figura pueden apreciarse las más importantes.

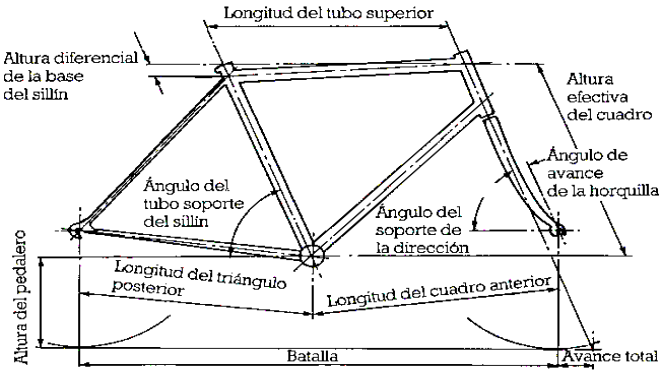


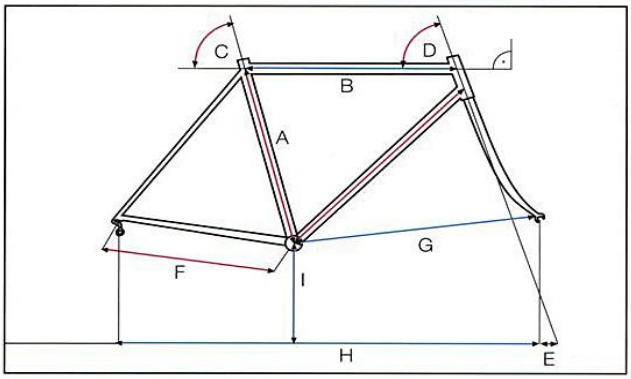
Figura 20. Ángulos y medidas de una bicicleta.

Fuente: http://blog.educastur.es

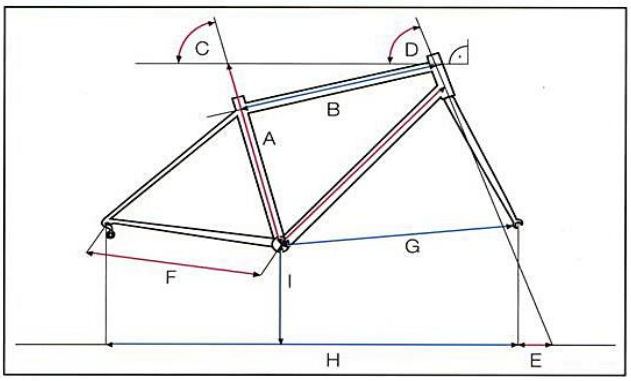
4.2.1.5. Consideraciones geométricas para el diseño del cuadro.

Para el diseño de un cuadro se debe tomar en cuenta las medidas y las posiciones de los tubos. De forma general, la geometría de una bicicleta puede variar en función del tubo superior, pudiendo ser éste inclinado o paralelo al piso como en el caso de las bicicletas tradicionales. A continuación, se expone un cuadro que resume estas consideraciones.

Mediciones de la geometría de un cuadro de bicicleta tradicional; el tubo superior se encuentra paralelo al suelo



En cuadros con el tubo superior inclinado se mide la longitud del tubo del sillín desde el centro del eje *pedalier* hasta el punto de corte de la horizontal con el tubo del sillín



Medición de la geometría de un cuadro ligeramente inclinado, con vainas elevadas y horquilla recta

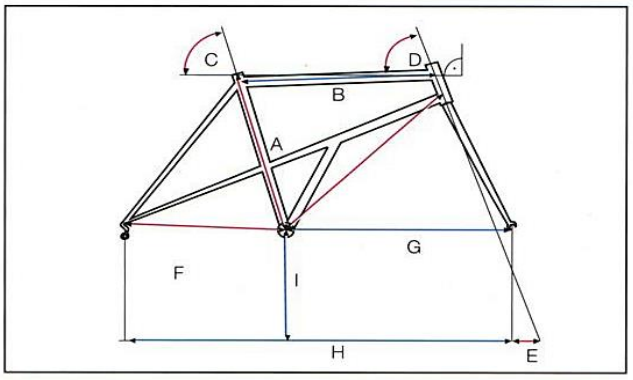


Figura 21. Consideraciones geométricas para el diseño del cuadro.
Nota. A, Longitud del tubo del sillín; **B**, longitud del tubo horizontal; **C**, ángulo del sillín; **D**, ángulo de la dirección; **E**, avance total o efectivo; **F**, distancia entre ejes traseros; **G**, distancia entre ejes delanteros; **H**, distancia entre ruedas; **I**, altura del *pedalier*.
Fuente: http://blog.educastur.es

A los elementos mencionados en los gráficos hay que añadir el ángulo de la potencia y la longitud de la potencia, puesto que también influyen en la funcionalidad de la bicicleta.

A continuación, se explica brevemente la importancia de cada uno de los elementos que definen la geometría de un cuadro:

A **Longitud del tubo del sillín.** Se mide desde el centro del *pedalier* hasta el punto de corte del propio tubo del sillín con la prolongación, en un plano horizontal, del centro del tubo horizontal a partir de su unión con el tubo de dirección. Define la talla de la bicicleta, en relación con la longitud de la entrepierna, y suele estar expresada en pulgadas: talla 15, talla 20, talla 22, etc. Aunque en las bicicletas de carretera y en las de montaña destinadas a un uso "tranquilo" o de paseo es fácil comprender dicha función, ya que el tubo horizontal es paralelo al suelo, en las bicicletas de montaña destinadas a un uso más deportivo el tubo horizontal presenta una caída (*slooping*) más o menos acusada hacia atrás, y el tallaje se complica.

B **Longitud del tubo horizontal.** Se mide entre los puntos de corte del tubo horizontal con los ejes longitudinales de los tubos de dirección y del sillín respectivamente. En las

bicicletas de carretera suele corresponderse con la longitud del tronco, aunque en las de montaña es unos centímetros más largo (mayor distancia entre ejes, mayor confortabilidad en el manejo); además, en las bicicletas de montaña el *pedalier* también está unos 3 cm más alto (de media) que en las de carretera, aunque las *mountain bike* destinadas a descenso o *free-ride* lo tienen todavía más alto, hasta estar a la misma altura que los ejes de los bujes (vainas inferiores paralelas al suelo), de forma que puedan sortearse obstáculos mayores. La inclinación hacia atrás o *slooping*, permite una mayor facilidad para poner pie a tierra en cualquier momento y para tomar impulso en el campo, compensándose la diferencia de altura del tubo del sillín con una mayor distancia de la tija por encima del mismo.

C **Ángulo del sillín.** Sobre un suelo completamente plano, representa el ángulo que forma el plano del sillín (en condiciones normales debería ser paralelo al suelo) con la prolongación del eje longitudinal del tubo del sillín (el ángulo debe tomarse hacia la parte trasera y superior de la bicicleta). Oscila entre los 69 y los 74 grados y resulta determinante en el comportamiento de la bicicleta: un ángulo más plano (69 a 71 grados) proporciona un comportamiento más cómodo (echado hacia atrás), mientras que uno más vertical (cercano a los 74 grados) beneficia la escalada (al adelantar la posición). En relación con la ergonomía, un usuario con muslos cortos se beneficiará de un ángulo más vertical, mientras que un usuario con los muslos más largos estará más cómodo con un ángulo más plano.

D **Ángulo de dirección.** Sobre un suelo completamente plano, representa el ángulo que forma la prolongación del eje longitudinal del tubo de dirección con el eje longitudinal del tubo horizontal (tomado precisamente desde su punto de corte con el tubo de dirección y en prolongación horizontal hacia el tubo del sillín). El ángulo debe tomarse hacia la parte trasera y superior de la bicicleta. En las bicicletas de montaña oscila entre los 68 y los 72

grados (en algunos modelos de *free-ride*/descenso esta cifra puede bajar a los 66), y junto con el avance de la horquilla influye decisivamente en el avance efectivo de la rueda, del cual depende la característica de guiado: con un ángulo de dirección más vertical (cercano a los 71 grados) y una horquilla de curvatura media se obtiene un control más directo de la dirección (comportamiento más sensible), mientras que un ángulo más plano (cercano a los 68 grados) proporciona un control "amortiguado" (comportamiento menos sensible).

E **Avance.** Se mide en el suelo, entre la prolongación (inferior) del eje longitudinal del tubo de dirección y la prolongación vertical del eje delantero sobre el suelo. En las bicicletas de montaña suele oscilar entre los 4 y los 7 cm. y, como ya se ha mencionado, depende tanto de la curvatura de la horquilla como del ángulo de dirección. Un avance largo hace la conducción más lenta, mientras que un avance corto provoca una reacción más rápida de la rueda a los movimientos del manillar.

Por dicha razón se debe considerar siempre el punto de unión del tubo horizontal con el tubo de dirección para establecer la prolongación del eje longitudinal, ya que el diferente s*looping* escogido por los fabricantes no permitiría unificar las tallas de las bicicletas.

F **Distancia entre ejes traseros.** Se mide desde el punto central del eje del buje de la rueda trasera hasta el punto central del eje del *pedalier.* En las bicicletas de montaña dicho valor siempre ha sido superior al de las bicicletas destinadas a la carretera (42-44 cm en lugar de 39-42 cm respectivamente), aunque en la actualidad tiende a acortarse. Una distancia más corta es menos cómoda, pero aumenta la velocidad de reacción y mejora la capacidad de escalada.

G **Distancia entre ejes delanteros.** Se mide desde el punto central del eje del buje de la rueda delantera hasta el punto central del eje del *pedalier*. Determina la libertad de paso, que es la cualidad que permite que los pedales y la rueda delantera no se toquen en ningún

momento (girando el manillar y dando una pedaleada al mismo tiempo), favoreciendo la manejabilidad de la bicicleta cuando existe un ángulo de giro muy reducido.

H **Distancia entre ruedas.** Se mide desde el punto central del eje del buje de la rueda delantera hasta el punto central del eje del buje de la rueda trasera. Una mayor distancia proporciona una conducción más relajada, pero con menor manejabilidad, mientras que una distancia menor aumenta la manejabilidad, pero conlleva un comportamiento más "nervioso" de la bicicleta.

I **Altura del *pedalier.*** Sobre un suelo completamente plano, se mide la distancia desde el centro del eje del *pedalier* hasta el suelo. Una menor altura hace la bicicleta más manejable, mientras que una mayor altura produce estabilidad en línea recta, con una rodadura más tranquila sin manos y un aumento de la capacidad para franquear obstáculos sin golpearlos con el cuadro[6].

4.2.1.6. Geometría del cuadro en función de su finalidad

La mayoría de las bicicletas de montaña ofrecen una geometría que permite el mayor ámbito de uso posible. En la Tabla 2 se muestra cómo prevenir un error en caso de la adquisición de una bicicleta.

Tabla 2

Geometría del cuadro en función de su finalidad

Finalidad	Geometría del cuadro
A. Conducción cómoda	Angulo del sillín plano (70/71 °)
	Angulo de dirección plano (68/69°)
	Distancia entre ejes traseros larga (44 cm.)
	Mucho avance (más de 6 cm.)

[6] http://blog.educastur.es

B. Conducción deportiva	Angulo del sillín medio (72/73°)
	Angulo de dirección medio (70/71°)
	Distancia entre ejes traseros madia (43/42 cm.)
	Avance mediano (5-6 cm.)
C1. Competición (montaña)	Angulo del sillín vertical (74°)
	Angulo de dirección vertical (72°)
	Distancia entre ejes trasera corta (42 cm.)
	Avance mediano (5 cm.)
C2. Competición (montaña y valle)	Angulo del sillín vertical (73°)
	Angulo de dirección vertical (71°)
	Distancia entre ejes trasera corta (42 cm.)
	Avance para un guiado fácil (4-5 cm.)
C3. Competición (descenso)	Angulo del sillín medio (72°)
	Angulo de dirección plano (69/70°)
	Distancia entre ejes trasera larga (43 cm.)
	Avance grande (6/7 cm.)

Fuente: http://blog.educastur.es

4.2.1.7. Adecuación de la geometría del cuadro a la persona (tallaje)

Una vez que se tiene claro el uso al que se destina la bicicleta, hay que prestar la mayor atención de cómo se va a adecuar al cuerpo de quien la utilice. Son cinco las medidas que deben tenerse en cuenta:

- El tamaño del cuadro.
- La distancia entre el plano del sillín y el centro del *pedalier*.
- La distancia entre la nariz (la punta) del sillín y el centro del manillar.

- La altura entre el plano del sillín y el plano del manillar.
- La longitud de las bielas.

Todas ellas pueden variarse mediante el ajuste de partes móviles y/o la sustitución de las que no lo son, consiguiendo así que un cuadro con una geometría adecuada se monte en una bicicleta lo más personalizada posible, ya que los constructores no pueden fabricar cuadros diferentes para todos y cada uno de los usuarios.

4.2.2. Tamaño adecuado del Cuadro de la Bicicleta de Montaña

Ecuador está en el tercer puesto de los países con menor estatura en Sudamérica; En un estudio realizado por la revista de investigación E-life, en conjunto con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se investigó el crecimiento de la altura de la población mundial durante el último siglo.

Los datos reflejan cómo los hombres y mujeres de cada nación han ido aumentando en tamaño, además de proporcionar un ranking actual de estatura.

El Ecuador se ubica en el tercer lugar de los más pequeños de Sudamérica, tanto en hombres y mujeres y el sexo masculino tiene una altura promedio de 167,1 cm y el femenino de 154,2 cm según cifras obtenidas en el 2014. En cuanto al promedio de crecimiento en el siglo (1914 – 2014), hace 100 años los hombres de nuestro país tenían una altura de 155,6 cm y las mujeres de 143 cm[7].

[7] http://www.eltiempo.com.ec

4.2.3. Tamaño adecuado del Cuadro de la Bicicleta de Montaña

4.2.3.1. Tamaño óptimo del cuadro para una bicicleta de montaña

En el ciclismo de montaña se utilizan las pulgadas como medida para indicar la talla. Una *mountain bike* de la talla 17,5″ significa que la medida del tubo vertical que conecta el *pedalier* con la tija del sillín es de 17,5 pulgadas. Esto está empezando a cambiar y algunos fabricantes ya usan el tallaje en centímetros.

Tuvalum ha recopilado las geometrías de más de 30 fabricantes para elaborar la siguiente tabla, que recoge las equivalencias orientativas entre tallas numéricas y alfabéticas, las cuales se exponen en la **Tabla 3**.

Tabla 3
Equivalencia entre tallas numéricas y alfabéticas de cuadros de bicicletas.

Talla	**Carretera**	**Montaña**
Genérica	**Talla en centímetros**	**Talla en pulgadas**
XS	46, 47, 48, 49	14"
S	50, 51, 52, 53	15", 16"
M	54, 55, 56	17", 18"
L	57, 58, 59	19", 20"
XL	60, 61	21", 22"
XXL	+62	+23"

Fuente: http:// tuvalum.com

La altura de una persona es un dato orientativo para calcular su talla correcta de bicicleta, pero nunca es un valor definitivo; en la **Tabla 4** recoge una recomendación de tallas de bicicleta basadas en la altura.

Tabla 4

Recomendación detalla en base a la altura

Talla Genérica	Carretera Talla (cm)	Montaña Talla en pulgadas
De 1,55 a 1,60	47,48	14,15
De 1,60 a 1,65	49,5	15,16
De 1,65 a 1,70	51,52	16,17
De 1,70 a 1,75	53,54	17,18
De 1,75 a 1,80	55,56	18,19
De 1,80 a 1,85	57,58	19,2
De 1,85 a 1,90	59,6	21,22
+1,9	+61	+23

Fuente: http:// tuvalum.com

CAPÍTULO III

4.3. Materiales con los cuales se fabrica una bicicleta de montaña

Cada bicicleta tiene un cuadro, el cual es el cuerpo o columna vertebral, éstos a su vez, están fabricados en diversos materiales. Actualmente se puede observar que muchos de ellos son aleaciones, con una combinación de dos o más elementos y al menos uno de ellos es un metal.

Las aleaciones están constituidas por hierro (Fe), aluminio (Al), cobre (Cu), plomo (Pb) ejemplos concretos de una amplia gama de metales que se pueden alear. El elemento aleante puede ser no metálico, como: fósforo, (P), carbono (C), silicio (Si), azufre (S), arsénico, As.

A continuación, se darán algunas características de cada material y las propiedades por las cuales se los ha utilizado para la fabricación de cuadros de bicicleta. Se hará especial hincapié en el acero inoxidable fácil de encontrar en el mercado local y nacional, donde la principal cualidad del cuadro de acero es su bajo coso, tiene una mayor durabilidad que otros y es más fácil de reparar en caso de abolladura o perforación.

Figura 22. Cuadros de bicicletas de diferentes materiales.
Fuente: http:// biciciudad

4.3.1. Cuadro de Aluminio

La mayoría de los cuadros de las bicicletas que hay en el mercado, están hechos de aleaciones de aluminio, normalmente de Aluminio 6061 o Aluminio 7005.

Como aditivo primario el 6061 se moldea con magnesio y el 7005 se moldea con zinc, los dos son de calidad, pero el aluminio 6061 es más barato, con lo cual una bici fabricada con este material será más económica que si tiene aluminio 7005.

Muchas marcas utilizan aluminio 6061 en sus bicis, otras 7005 y otras usan ambas aleaciones. Para terminar, el 7005 es más resistente, pero también más rígido, el 6061 es menos rígido y menos resistente, ambos de buena calidad.

4.3.2. Cuadro de Acero

Antes era el material principal en todas las bicicletas, es un material resistente, rígido, pero no demasiado, posee cierta flexibilidad que le hace muy vivaz, además es confortable, absorbe bien las vibraciones. No es el más ligero, aunque actualmente hay aleaciones más ligeras, pero más costosas.

Los cuadros de acero, son fáciles de reparar, menos costosa su reparación. Por ejemplo, casi todos quienes hacen ciclo turismo usan bicicletas con cuadro de acero, en caso de alguna rotura, es más fácil encontrar un taller donde puedan soldar el cuadro a que si llevan uno de aluminio o carbono. Una bicicleta de acero, con el cuidado adecuado puede durar toda la vida.

4.3.3. Cuadro de Carbono

Muy ligero, fuerte y fácil de manipular, los fabricantes pueden crear un cuadro con zonas rígidas y zonas más elásticas dependiendo de las necesidades. El inconveniente es que es muy costoso, y en caso de reparación si es que se puede es bastante costosa. La calidad del cuadro de carbono, no depende de la marca de la bicicleta si no del fabricante que los confecciona, se los utiliza mucho en ciclismo de carretera y en MTB últimamente.

4.3.4. Cuadro de Titanio

Material de rigidez y ligereza intermedias, casi eterno (puede durar una vida entera) al ser inoxidable y extremadamente resistente a la corrosión y los agentes ambientales. No se oxida como el acero, no se fatiga como el aluminio y no se agrieta como el carbono. Lo que hace más caro a este material, es que es muy difícil de trabajar y por lo tanto un cuadro de titanio siempre cuesta mucho.

El titanio presenta propiedades únicas que lo convierten en un excelente material para la construcción de cuadros de bicicleta. Su alta resistencia a la fatiga y a la corrosión hacen que un cuadro no sólo sea extremadamente fuerte y duradero, sino también increíblemente ligero.

El titanio no se rompe, no se oxida ni se corroe bajo ninguna condición atmosférica. No es necesario ni pintarlo.

4.3.5. La rigidez y la fatiga en un cuadro de bicicleta

4.3.5.1. Rigidez

Entendamos la rigidez como el factor innato que tienen las bicicletas para No absorber impactos. Una bici muy rígida no tiene pérdida energética, pero tampoco absorbe impactos. Al no tener pérdida energética, la bicicleta avanza más, pero por otro lado el cuerpo va absorbiendo todas las irregularidades del camino.

4.3.5.2. Fatiga del cuadro o componentes

Todos los materiales tienen fatiga. Es lo mismo que degradación. Todos los materiales se van degradando con el tiempo (fatigando), hasta que llegan a un punto crítico y se rompen o dejan de ser funcionales[8].

[8] http://blog.biciciudad.com

4.3.6. Acero inoxidable

4.3.6.1. ¿Qué es el acero inoxidable?

La mayoría de los metales se oxidan, por ejemplo, la plata se pone negra, el aluminio cambia a blanco, el cobre cambia a verde y ordinariamente el acero cambia a rojo. En el caso de acero, el hierro presente se combina con el oxígeno del aire para formar óxidos de hierro o "herrumbre".

A principios del siglo XX algunos metalurgistas descubrieron que adicionando poco más de 10% de cromo al acero, éste no presentaba herrumbre bajo condiciones normales; la razón de ello es que el cromo suele unirse primeramente con el oxígeno del aire para formar una delgada película transparente de óxido de cromo sobre la superficie del acero y excluye la oxidación adicional del acero inoxidable. Esta película se llama capa pasiva. En el caso de que ocurra daño mecánico o químico, esta película es auto reparable en presencia de oxígeno[9].

El acero inoxidable es esencialmente un acero de bajo carbono, el cual contiene como mínimo un aproximado 10,5% de cromo en peso, lo que lo hace un material resistente a la corrosión.

Figura 23. Estructura del acero inoxidable.
Fuente: http:// www.bonnet.es (web).

[9] http://www.bonnet.es/clasificacionacerinox.pdf

4.3.7. Acero Inoxidable AISI 304

4.3.7.1. Descripción

Este es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidables de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 – 860 °C, pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

4.3.7.2. Propiedades mecánicas

Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)

Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)

Elongación 30 % (en 50 mm)

Reducción de área 40 %

Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

4.3.7.3. Propiedades físicas

Densidad 7.8 g/cm^3 (0.28 lb/in3)

4.3.7.4. Propiedades químicas

El acero inoxidable 304 presenta una composición química compleja (ver **Tabla 5**) que determina sus características físicas y mecánicas.

Tabla 5

Propiedades químicas del acero inoxidable 304.

N°	Elemento	%
1	Carbono mín.	0,08 %
2	Manganeso	2,00 %
3	Silicio	1,00 %
4	Cromo	18,0 – 20,0 %
5	Níquel	8,0 – 10,5 %
6	Fósforo	0,045 %
7	Azufre	0,03 %

Fuente: http:// casadelperno.com

4.3.8. Usos

Sus usos son muy variados, se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

4.3.9. Tratamientos térmicos

Este acero inoxidable no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Para el recocido, se calienta entre 1010 y 1120 °C y se enfría rápidamente

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores orientan al momento de diseñar o construir algún componente o estructura, pero en ningún caso se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño[10].

[10] www.casadelperno.com/Documentos/Ficha_Tecnica_Inox_SS304.pdf

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Los materiales usados fueron:

- Libros
- Internet
- Computador portátil
- Impresora
- Software 3D
- Materiales de escritorio
- Dispositivo de almacenamiento USB
- Soldadora eléctrica
- Soldadora TIG (gas argón, tungsteno y material de aporte)
- Tubos de acero inoxidable 304 x 38, 32, 19 mm.
- Electrodos 308L
- Amolador
- Tronzadora
- Discos de corte, desbaste y de pulir

5.2. Métodos

Los métodos a utilizar son analítico, experimental y practico el mismo que se resume en el flujograma expuesto en la figura 24.

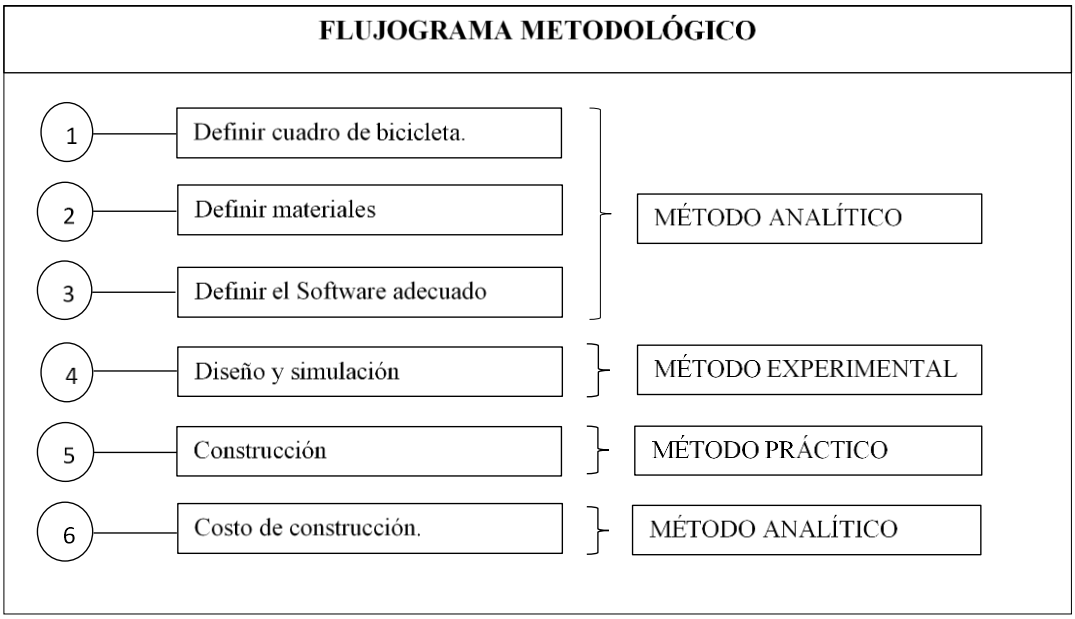


Figura 24. Flujograma metodológico.
Fuente: El autor.

5.2.1. Método analítico

Este método se enfocará en el análisis de aspectos teóricos y científicos, para determinar el tipo de cuadro de bicicleta de montaña, el material, talla y diseño definitivo considerando el objeto de estudio de la presente tesis.

5.2.2. Método experimental

Este método permitirá a través de la investigación considerar variables que estén relacionadas en el diseño del cuadro de bicicleta para determinar las medidas y el cálculo de la tensión al que va a ser sometido el cuadro mediante la simulación en el software.

5.2.3. Método practico

En la investigación tiene la finalidad de construir el cuadro de bicicleta siguiendo la metodología del diseño propuesto con el fin de maximizar los resultados en el proceso de construcción.

6. RESULTADOS

6.1. Elección del cuadro de bicicleta

6.1.1. Análisis de las características de las bicicletas de montaña

Inicialmente se realizó el análisis del tipo de bicicleta de montaña más utilizada y que se ajusta más al perfil del usuario. En la Tabla 6 se muestra los modelos más representativos en base a los cuales se desarrolló el análisis de las ventajas y desventajas para definir las mejores referencias para el diseño

Tabla 6

Análisis de las características de las bicicletas de montaña

Tipo de bicicleta	Características	Ventajas	Desventajas
Descenso o Down Hill.	La geometría del marco el tubo de bastidor superior se inclinadas en comparación con la mayoría de los modelos tradicionales de bicicleta de montaña[11].	Diseñadas para soportar grandes golpes y caídas a gran velocidad	Tienen poca elección de platos/piñones, sólo son para dar velocidad en las zonas no técnicas de las bajadas.
	Extremadamente resistente, tienen un gran recorrido de horquilla y de suspensión (por encima de los 200 mm con un SAG que ronda el 35%)	Prima la aceleración porque la velocidad la da el terreno	El piloto va muy protegido porque las caídas pueden ser graves
	Amortiguador trasero, se usan ruedas muy anchas y resistentes (solían ser de no más de 26″.		No tienen muchas opciones de desarrollo, los conductores realizan ajustes en la suspensión, y a veces en la geometría, para que el aparato se adapte a algún tipo de prueba en particular[12].
	El manillar usado es de doble altura, más o menos acusada (depende de la geometría de la bicicleta).		
Enduro	Las bicicletas mantienen un buen recorrido de suspensión y amortiguación (hoy en día entre 160 y 180 mm con un SAG sobre el 30%).	Son más livianas y de geometría más “normal”, tienen que permitir el pedaleo más o menos cómodo para poder tirar por ellas montaña arriba.	Menor margen de desarrollo, en el monoplato.
	Se usan ruedas con un grosor superior a los 2.25 y, aunque en la actualidad priman las 27.5 pulgadas en esta modalidad, también se ve alguna enduro de 29″ (*Specialized*) y 26″ (en peligro de extinción)		
	Su geometría tiene que combinar medidas compactas (triángulo		

[11] https://ateondedeuprairdebicicleta.com.br
[12] https://www.wesura.com

Tabla 6

Análisis de las características de las bicicletas de montaña

Tipo de bicicleta	Características	Ventajas	Desventajas
	trasero y tubos horizontales cortos) con un ángulo de dirección más abierto (68-69º).		
Cross Country	Suelen tener suspensión delantera, aunque también es posible encontrar modelos con doble suspensión con recorridos cortos.	Son bicicletas pensadas para realizar subidas y bajadas a gran velocidad, fundamentalmente por terrenos poco técnicos y para partes llanas.	El costo de los accesorios para bicicleta de gama alta es elevado. Las bicicletas de doble suspensión poseen más peso q las de suspensión delantera.
	El recorrido de horquilla es de 100 mm o menos con un SAG del 10 al 20%. En la actualidad se montan sobre ruedas de 27.5” o 29”	Mantenimiento fácil y sencillo cuando poseen suspensión delantera. Pueden ser construida en Aluminio, acero, fibra de carbono y titanio.	
	Se usan manillares planos y poco anchos 58-74 cm.		
All Mountain	Mezcla de Cross country con enduro, pero a un nivel más suave	Están pensadas para uso recreativo su objetivo es rodar por rutas no excesivamente complicadas.	Exclusiva para el uso en terreno no asfaltico, debido a su geometría.
	La horquilla se encuentra entre los 140 y los 160 mm (con un SAG del 20 al 30%).		
	Frenos, habituales los 180 mm de rotor trasero y delantero, o la inclusión de un guía cadenas, para evitar que ésta se salga a la circular por los terrenos más rotos.		

Fuente: Autor

Mediante el análisis realizado en los modelos de bicicletas de montaña más comercializados se determinó que:

1. Debido al escaso escenario o espacios para realizar las diferentes modalidades para practicar el ciclismo de montaña como Descenso o *Down Hill*, Enduro, *All Mountain* y *Cross country* en nuestra ciudad**;** se estableció, de acuerdo al cuadro

comparativo, que la bicicleta de *Cross country* es la más usada por ser destinada a utilizarse en caminos de forma recreativa o para competencia.

2. De acuerdo al análisis, se concluyó y decidió diseñar el cuadro de bicicleta para *Cross country* considerando la geografía, los frecuentes ciclo paseos que se promocionan dentro de la provincia, la construcción de las nuevas ciclovías implementadas en la localidad.
3. Además; Araujo (2009), concluyen que la bicicleta de montaña utilizada para *cross country* "está dirigida a personas entre los 20 y los 30 años de edad, de un estrato socio económico medio-alto y alto, aficionadas por el deporte y la naturaleza, y con un estilo de vida claramente marcado por el cuidado especial del cuerpo, la salud y el medio ambiente[13]".

6.2. Selección del material para la construcción del cuadro de bicicleta

Para el cumplimiento de esta actividad, por un lado, se realizó una investigación aplicativa de algunos materiales que comúnmente son utilizados por los fabricantes reconocidos y, por otro, se determinó si éstos eran comercializados en la ciudad de Loja.

Tabla 7

Cuadro comparativo de las características de los materiales utilizados por fabricantes de bicicletas

Materiales	Ventajas	Desventajas
Aluminio	Ligero, fuerte, rígido, maleable, no se oxida ni se correo, más económico que la fibra de carbono.	Se puede fatigar con el tiempo, no es fácil de reparar.

[13] DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA, Daniel Martínez Márquez y Juan David Salazar Palacio de la UNIVERSIDAD EAFIT, Medellín 2009

Acero	Económico, fuerte, flexible, materiales duraderos, fácil de trabajar y de reparar.	Pesado, se puede corroer.
Fibra de carbono	Material ligero, fuerte, rígido, se puede moldear cualquier diseño, puede ser flexible donde se necesita flexibilidad y rígido en otras partes del mismo cuadro, no se oxida ni se corroe.	No todos los carbonos son iguales, la rigidez depende del diseño, se puede agrietar o fracturar, difícil y costoso de reparar.
Titanio	Su densidad está entre el acero y el aluminio, lo hace rígido, pero con una gran capacidad de absorción, ligero, no se corroe.	Muy costoso, poco asequible, difícil de reparar.

Fuente: El autor.

Luego de revisar las ventajas y desventajas de los materiales utilizados para la fabricación del cuadro de bicicleta, expuestos en la Tabla 7, se seleccionó el acero inoxidable AISI 304 por su fácil adquisición en el mercado local y nacional, adicionalmente, su principal cualidad es su bajo costo; además, tienen una mayor durabilidad que otros y es más fácil de reparar en caso de abolladura o perforación. La materia prima fue adquirida en la distribuidora de acero DIPAC, en la ciudad de Loja.

6.2.1. Norma internacional ASTM A312 / A312M

La norma internacional ASTM A312 / A312M es la especificación estándar para tubos de acero inoxidable austenítico, soldados sin costura, con costura y trabajados en frío esta norma define las diferentes formas de tuberías realizadas en acero inoxidable refiriéndose así a los grados más comunes como el PT 304 entre otros, El acero inoxidable debe cumplir con los requisitos de composición química prescritos que se maneja dentro de la norma así como los tratamientos térmicos que consistirán en calentar la tubería a cierta temperatura y enfriarla en agua o

enfriarla rápidamente por otros medios. Todas las pruebas de soldadura, exámenes, inspecciones o tratamientos deben realizarse en cada costura de soldadura; los resultados de estos análisis se informarán al comprador o al representante del comprador, el espesor de la pared para tubos sin costura y soldados en cualquier punto debe estar dentro de las tolerancias. Las propiedades de tracción del material deben cumplir con los requisitos prescritos. Las pruebas mecánicas pueden ser de tensión transversal o longitudinal esta se realizará en un espécimen para lotes de no más de 100 tubos, la prueba de aplanamiento se realizará en un número suficiente del lote tratado térmicamente. Para tuberías soldadas, se puede realizar una prueba de flexión, la ductilidad de la soldadura se considerará aceptable cuando no haya existencia de grietas en la soldadura o entre la soldadura.

Además, las tuberías deberán someterse a la prueba eléctrica no destructiva figura 25 o la prueba hidrostática, acorde con las especificaciones de la norma. La longitud del tubo no debe estar debajo de la longitud especificada además de no ser mas allá de los 6 mm sobre la medida. Los tubos deben ser razonablemente rectos y deben tener un acabado de tipo profesional el marcado debe incluir el tamaño de la tubería o el diámetro exterior y el espesor de la pared, NH cuando no se realiza la prueba hidrostática y UT cuando se realiza la prueba ultrasónica. La marca también incluirá la marca de identificación privada del fabricante, si es sin costura (SML), soldada (WLD) o muy trabajada en frío (HCW).

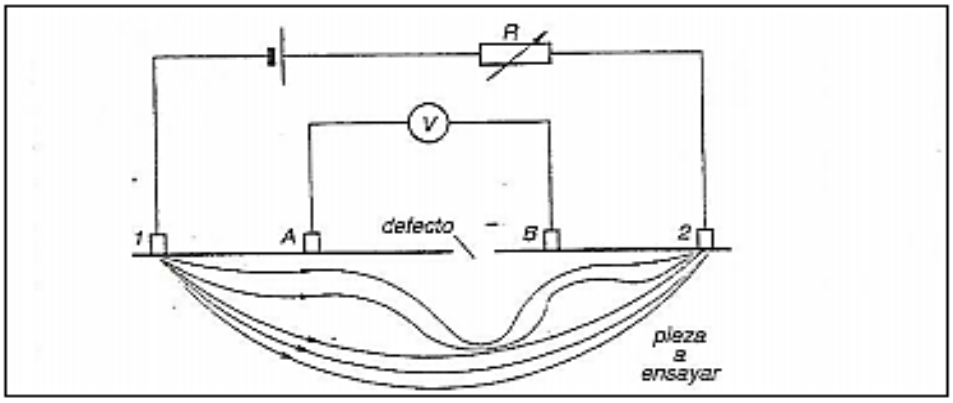


Figura 25. Ensayo eléctrico
Fuente: http://iesfranciscoginerdelosrios.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/Ensayos_no_destructivos .pdf

6.2.2. Tamaño adecuado del Cuadro de la Bicicleta de Montaña

Posterior al análisis de las variables de la estatura promedio de un habitante varón del Ecuador, que es 1,67 m, se estableció que se diseñará en la talla S=16”[14].

6.3. Programa de análisis estructural (software 3D)

Después de determinar la talla y material del cuadro a construir (tabla 4) se procede a desarrollar los planos y modelización del cuadro de bicicleta utilizado un software 3D.

Luego de una revisión bibliográfica en internet se identificó varios softwares de alta calidad para modelizar objetos 3D y permiten estudios de ingeniería a través de simulación, tales como AutoCAD, Inventor, ANSYS, SolidWorks® entre otros que.

Para este trabajo se decidió usar software SolidWorks® debido a que existe una versión gratuita para aprendizaje de tiempo limitado; la interfase es intuitiva y el modelado es rápido y sencillo, pudiendo realizar simulaciones y análisis del producto, incluyendo el material del que está confeccionado, lo que permite cambios en el diseño sin cambiar su estructura inicial tomando así una decisión final acertada.

El programa SolidWorks® aplica los conceptos básicos y manejo del programa aprendido; además, existen tutoriales básicos de aprendizaje dados por el mismo software y otros encontrados en internet.

Para validar el objetivo propuesto se plantea un diagrama de flujo de aprendizaje; el que guiará el proceso adecuado para utilizar eficientemente el software seleccionado, figura 26.

[14] https://tuvalum.com/blog/como-elegir-la-talla-de-bicicleta-correcta/

Figura 26. Diagrama proceso utilizar el software
Fuente: El autor.

1. Para el paso 1 del flujograma se analiza entre los tutoriales paso a paso que se integran en el mismo programa SolidWorks® mediante el símbolo de "interrogación" que representa la ayuda del software, figura 27.

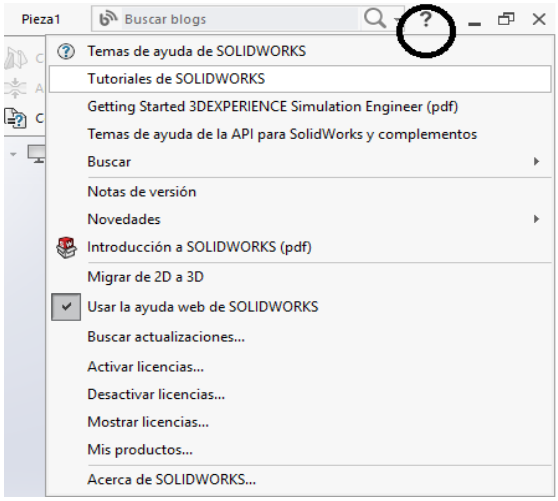


Figura 27. Tutorial SolidWorks®
Fuente: El autor

Una vez que se haya ingresado a los tutoriales se encuentra que están divididos en nueve temas: Ver figura 28.

Figura 28. Temas en tutorial SolidWorks®
Fuente: El autor

Para familiarizarse con el programa se recomienda la lección “Empezar a trabajar” el cual contiene los temas indicados en la figura 29.

Figura 29. Trabajar en SolidWorks®
Fuente: El autor

Luego de haber analazado y realizado cada práctica donde se pudo evidenciar y aprender varios de los comandos que utiliza el programa. Se pudo deducir que las práticas tutoriales mas representativas que se considera las lecciones 1,2 y 3 porque fueron de fácil entendimiento para el inicio del estudio del software tomando en cuenta vínculos de los comandos (rutas indicadas por el fabricante). Ver figura 30.

Figura 30. Lecciones 1,2 y 3 SolidWorks®
Fuente: El autor

Por otro lado, también se revisó el tutorial Evaluación de Diseño donde uno de sus temas corresponde a *SimulationXpress*, el cual permite hacer estudios sobre esfuerzos mecánicos. Ver figura 31.

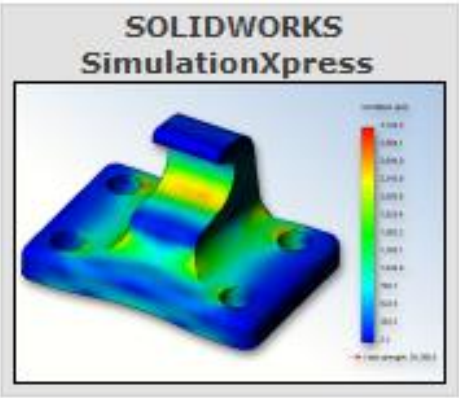


Figura 31. Tutorial Evaluación de Diseño SolidWorks®
Fuente: El autor

Adicionalmente, se cuenta con las prácticas del análisis estructural de un cuadro de bicicleta figura 32, con estudios de simulación que se corresponde directamente con uno de los objetivos de la presente investigación.

Figura 32. Simulación en SolidWorks® Premium
Fuente: El autor

2. Para el paso 2 del flujograma (figura 26) se tomó información de la página Dgwin's Blog en la que se desarrolla la práctica de modelación de sólidos MS, diseño de rodete para bomba hidráulica[15].

En la página YouTube.com, se encuentran alojados los siguientes videos tutoriales sobre SolidWorks:

- Curso de SolidWorks - Tutorial de SolidWorks - Tutorial Parte 1 (13:19 min).

[15] https://dgwin.wordpress.com/2013/03/14/documento-guia-solidworks/

Autor: Ing. Juan Rubén Cruz Ruiz

URL: https://www.youtube.com./watch?v=OiwJL0KLuVI

- Curso de Solidworks-Extrusiones-Episodio4 (15:17 min).

  Autor: M.I. Karlo Damián Terrazas Martínez

  URL: https://www.youtube.com/watch?v=HG1pPmjC6x4

- Como hacer el marco de una bicicleta en SolidWorks (38:54 min).

  Autor: Mauricio Miguel Cruz

  URL: https://www.youtube.com/watch?v=dzNWNWWjWAo

- Como hacer una bicicleta montañera en SolidWorks (31:46 min).

  Autor: Enrique Villca Cáceres

  URL: https://www.youtube.com/watch?v=9YS8MrKI2to

- Estructuras metálicas y soldaduras en SolidWorks (16:21 min).

  Autor: Dator Lobo

  URL: https://www.youtube.com/watch?v=alxZ8GfuiWs

- Tutorial SolidWorks, simulación estática, croquis 3D, SolidWorks simulation (13:19 min).

  Autor: Andrés Martínez

  URL: https://www.youtube.com/watch?v=g9Q6xeHxMfU

Junto a estos se revisó la bibliografía titulada Protocolo SolidWorks[16], y se estudió las prácticas 1, 2 y 3 realizadas por el Ing. Miguel Forero.

[16] http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/1939_protocolo_solidworks.pdf

6.3.1. Propuesta para el Aprendizaje Sistemático de SolidWorks

De todo el conjunto de prácticas de tutoriales escritos, videos y libros, en formato físico o digital, se pudo sugerir el siguiente esquema que sirvió como guía para el aprendizaje del software "desde cero" y se expone en la Tabla 8.

6.3.2. Esquema de aprendizaje

Tabla 8
Esquema de aprendizaje de SolidWorks

Pasos	Tutorial	Ruta
1	Lección 1	Pestaña/Tutoriales SolidWorks/Empezar a Trabajar
2	Curso de SolidWorks - Tutorial de SolidWorks - Tutorial Parte 1	https://www.youtube.com./watch?v=OiwJL0KLuVI
3	Libro	http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/1939_protocolo_solidworks.pdf
4	Curso de Solidworks-Extrusiones-Episodio4	https://www.youtube.com/watch?v=HG1pPmjC6x4
5	Lección 3	Pestaña /Tutoriales SolidWorks/Empezar a Trabajar
6	Lección 2	Pestaña/Tutoriales SolidWorks/Empezar a Trabajar
7	Evaluación de diseño	Pestaña /Tutoriales SolidWorks/Evaluación de diseño/SimulationXpress
8	Simulación en SolidWorks Premium	Pestaña/Tutoriales SolidWorks/ Simulation en SolidWorks Premium /Evaluación de diseño del cuadro de una bicicleta
9	Video: Como hacer el marco de una bicicleta en SolidWorks	https://www.youtube.com/watch?v=dzNWNWWjWAo
10	Video: Como hacer una bicicleta montañera en SolidWorks	https://www.youtube.com/watch?v=9YS8MrKI2to
11	Video: Estructuras metálicas y soldaduras en SolidWorks	https://www.youtube.com/watch?v=alxZ8GfuiWs
12	Video: Tutorial SolidWorks, Simulación estática, croquis 3D, SolidWorks simulation	https://www.youtube.com/watch?v=g9Q6xeHxMfU

Fuente: El autor

3. Después de revisar los tutoriales, el apoyo en los libros y videos se realizó un tutorial personal Anexo 1 donde se efectivizó y aplicó los conocimientos adquiridos en el aprendizaje del programa 3D, se finaliza con el desarrollo del diseño definitivo del cuadro de bicicleta utilizando el material seleccionado para su construcción y la talla promedio de acuerdo a la estatura de la población local.

6.4. Análisis del cuadro de bicicleta mediante simulación.

6.4.1. Estudiar por medio de un software los esfuerzos a los que está sometido el cuadro de la bicicleta

De acuerdo al apartado 6.3 se decidió que el desarrollo del cuadro de bicicleta de montaña se lo va a modelar y simular en el programa SolidWorks que es de diseño 3D cuyas funciones facilitará la creación y análisis del mismo.

6.4.2. Diseño 3D del cuadro de bicicleta de montaña

Para el diseño del cuadro se tomará como referencia medidas de la bicicleta de montaña ALMA H50, de la marca española Orbea, las medidas del cuadro serán de la talla S que en realidad sería de 16” pulgadas tomando en cuenta el tamaño de un ecuatoriano promedio que es, 167,1 cm y su peso es de 59-65 Kg.

En la figura 33 se muestran las medidas de los diferentes tubos que conforman el cuadro, para el modelado del mismo se lo realizará en material de acero inoxidable AISI 304. En el tubo de dirección se acoplan el tubo horizontal como el diagonal, sobre la caja de *pedalier* que prácticamente es el lugar en donde se empieza a definir la geometría del cuadro, se ubica el tubo vertical o del sillín que es el que nos define la talla del cuadro, 16” en el tren trasero van ubicados las vainas horizontales y las vainas verticales que van unidas a las patillas traseras donde se ubicara la rueda, el ángulo de 74° es el del sillín que normalmente es paralelo al suelo y 69° es el ángulo de dirección que representa la prolongación del tubo de dirección. Los tubos

son de forma circular y el diámetro varía de acuerdo a la ubicación en el cuadro y todos son de espesor de 1.5 mm.

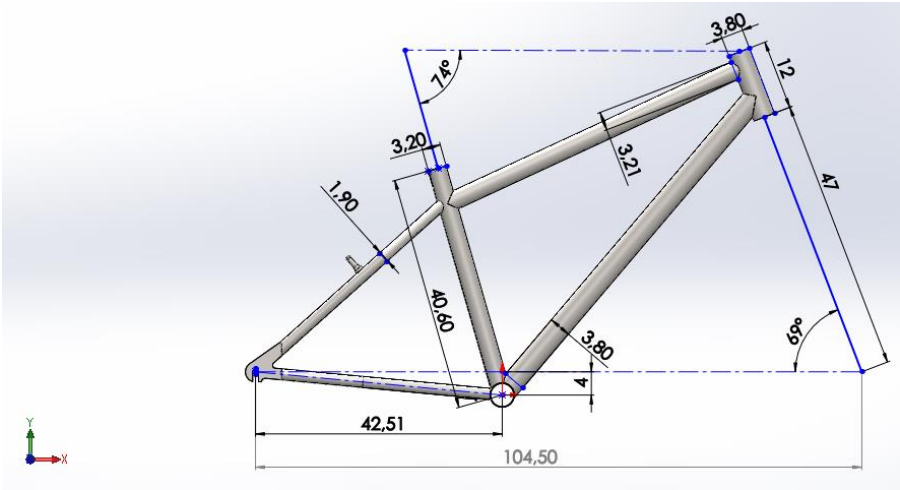


Figura 33. Medidas (en cm) básicas del cuadro de bicicleta.
Fuente: El autor

Luego de realizar las múltiples funciones en el programa 3D se dio forma al cuadro de bicicleta figura 34 que en adelante se lo evaluará y posteriormente se lo construirá

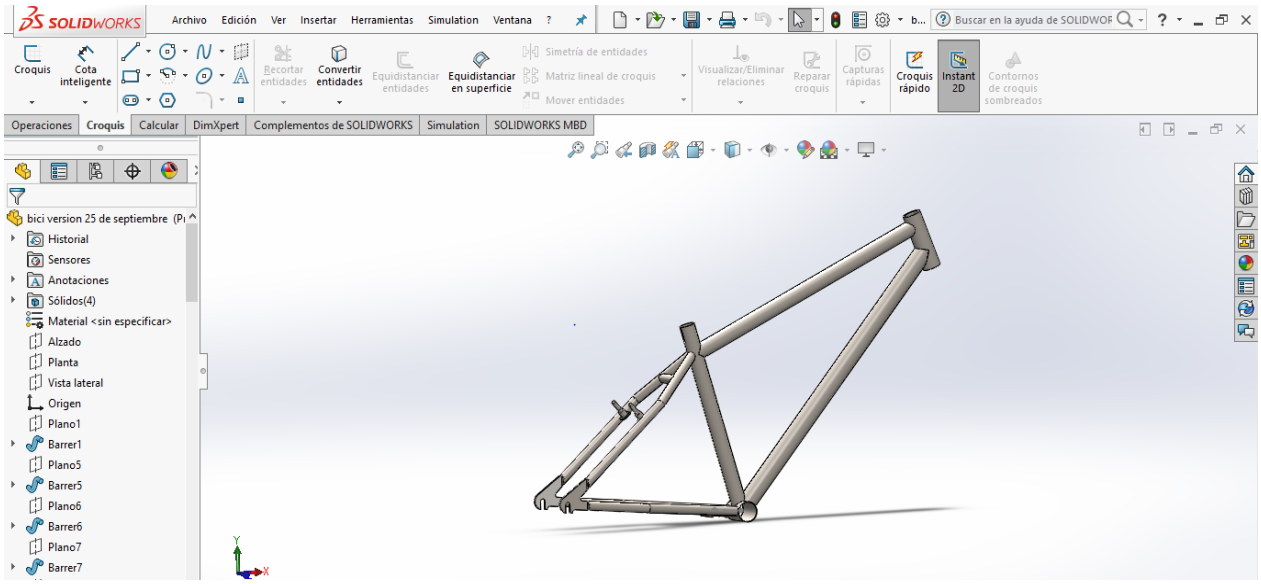


Figura 34. Cuadro de bicicleta 3D.
Fuente: El autor

6.4.2.1. Simulación y evaluación de cuadro.

Esta metodología de cálculo se utiliza para medir las distribuciones de tensiones en un material determinado. La aplicación de fuerzas en el cuadro se lo hará en la parte donde va el sillín, que

como se habló anteriormente el cuadro es de talla 16” para una persona promedio de 167,1 cm, la organización mundial de la salud OMS, sugiere que de acuerdo a la estatura de la persona debe ser aproximadamente el peso; es decir, si una persona es de contextura normal será de 59-65 kilogramos, además el peso ideal le permite a la persona tener un buen nivel de energía, vitalidad y buena condición física,

6.4.2.2. Fuerza aplicada en el sillín

Se toma la medida de mayor magnitud para realizar la respectiva prueba a la que va ser sometido el cuadro, **65 Kg**.

F=m.g

F=65Kgx9.81m/s^2

F=637,65 **N**

6.4.3. *Aplicación de fuerzas y geometría fijas*

La fuerza aplicada figura 35 será de 637,65 N que dio como resultado de convertir el peso de la persona promedio de 167.1 cm en una fuerza aplicable. Las geometrías fijas se las estableció en donde se asegura la rueda posterior y en la base del tubo de dirección donde se ubica la horquilla previamente escogido el material AISI 304.

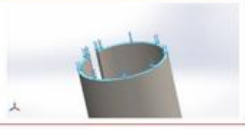
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 637.65 N

Figura 35. Anclaje de las partes móviles y aplicación de la fuerza (637,65 N).
Fuente: El autor

6.4.3.1. Análisis estático

En la figura 36 se puede observar que el límite de fluencia o elástico del AISI 304 es de 2.068e+008 N/m^2 y durante la simulación ninguno de sus nodos sobrepasa estos límites e incluso en sus partes más críticas donde se muestra un cambio en la coloración en las vainas traseras horizontales que es de 2.418e+007 N/m^2 lo que significa que el material resiste la fuerza que se le aplicó siendo así confiable para su construcción.

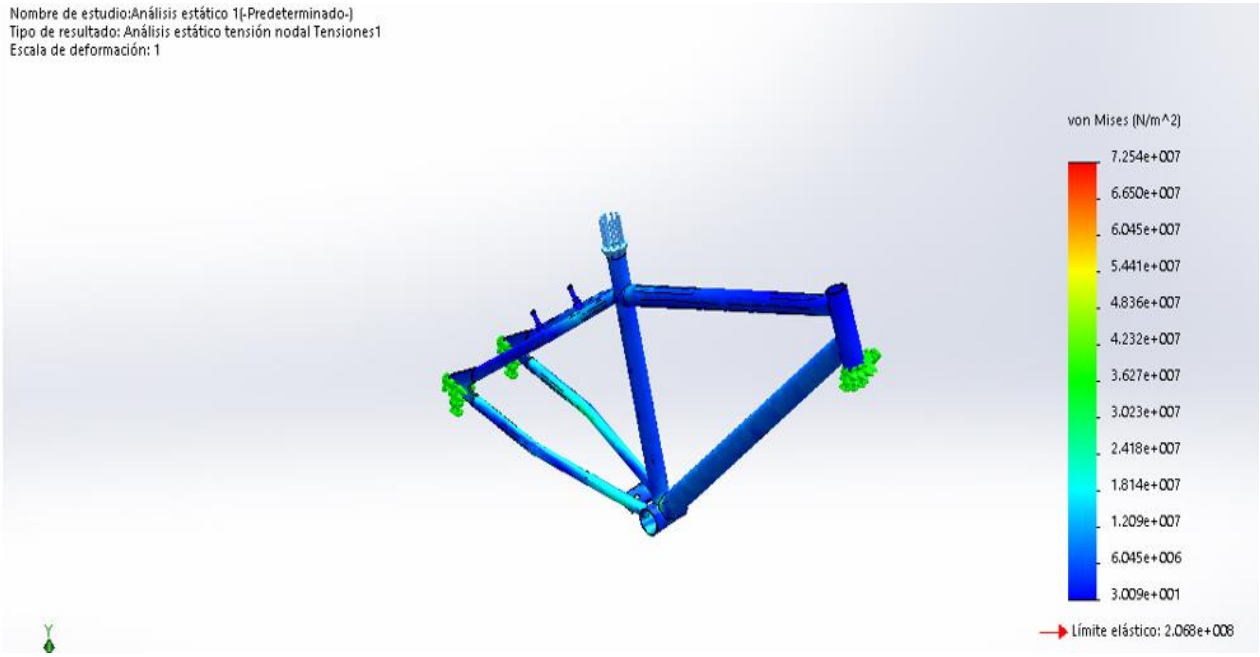


Figura 36. Simulación de esfuerzos Mecánicos con método de Tensión de Von Mises.
Fuente: El autor.

6.4.3.1. Desplazamiento del cuadro

Siguiendo con los resultados del análisis del cuadro se denota en la figura 37 que el cuadro sufre un desplazamiento máximo 0,09033mm en el tubo del sillín de coloración rojiza lo que significa que no se alteraría la forma del cuadro con la fuerza aplicada.

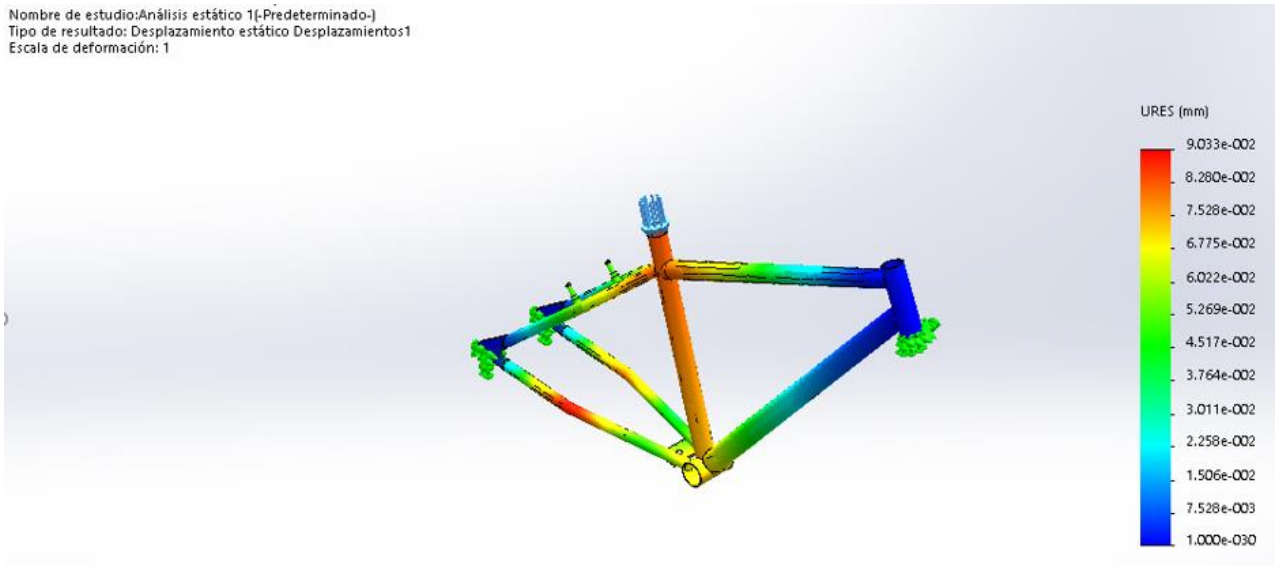


Figura 37. Desplazamiento en mm.
Fuente: El autor

6.4.3.2. Factor de seguridad del cuadro

Revisando la gráfica figura 38 nos da como resultado un factor se seguridad de 2,9 lo que significa que es un cuadro de bicicleta confiable.

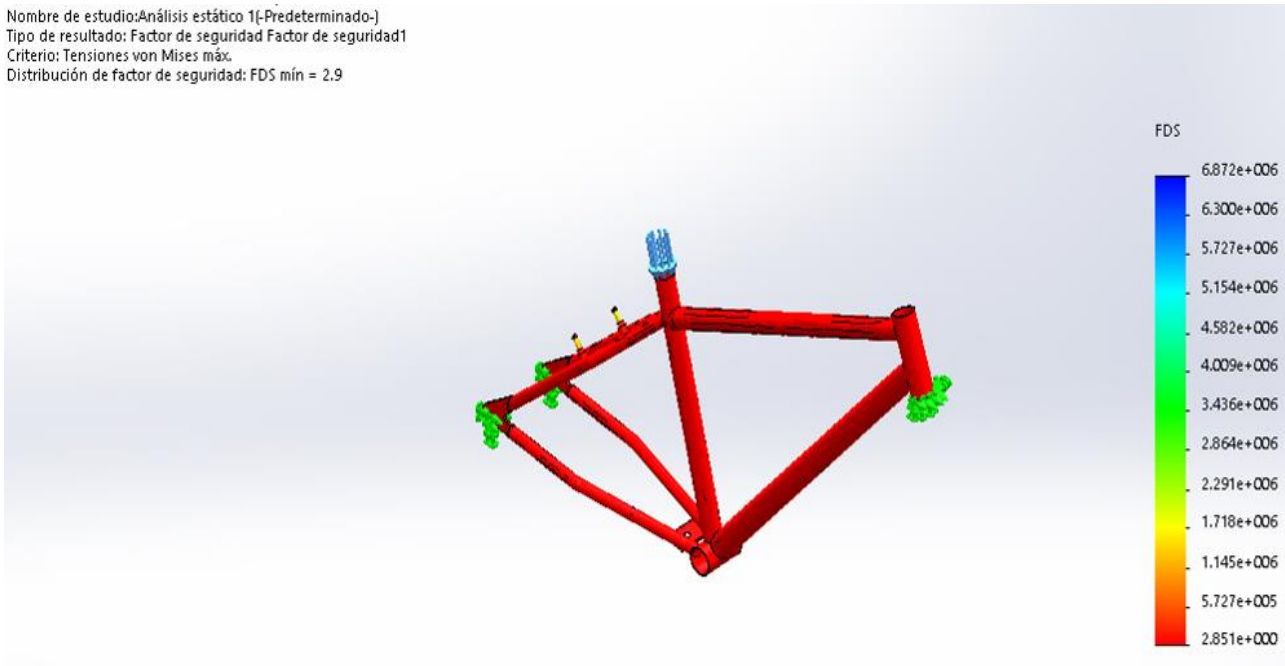


Figura 38. Factor de seguridad.
Fuente: Autor.

6.5. Construcción de cuadro

Las técnicas empleadas incluyen el esfuerzo físico a través del manejo de herramientas y equipos que permitan la construcción del prototipo, así como un acabado de buena calidad. Para conseguir esto se hará uso de procesos de manufactura que permitan conseguir la estructura deseada, tanto desde el punto de vista mecánico como estético.

Antes de empezar con la construcción del cuadro, previamente se deberá conseguir los tubos de acero inoxidable de las diferentes medidas, y que la construcción se realizará en un taller de mecánica industrial reconocido de la ciudad de Loja. MIM (Metal Industrias Morocho).

1. Para el maquinado de la caja del *pedalier*, como se muestra en la figura 39, se realizó el roscado: de un lado rosca derecha y del otro lado, rosca izquierda; además de darle el tamaño adecuado, pues en esta parte se unen la mayoría de los tubos del cuadro.

Figura 39. Caja de *pedalier*.
Fuente: Autor

2. Se perforó el tubo de dirección, figura 40, el cual se trabajó en barra de acero inoxidable para obtener la medida adecuada y que se acople con facilidad a la horquilla, aquí se unió el tubo horizontal y diagonal, con diámetro interior de 30 mm.

Figura 40. Tubo de dirección.
Fuente: Autor

3. Una vez revisando los planos, se trazó en una mesa el perfil que tendrá el cuadro, para facilitar el acople de los tubos y sea de forma precisa. Ver figura 41.

Figura 41. Trazado del cuadro.
Fuente: Autor

4. Para dar la longitud y forma adecuada a los tubos horizontal, diagonal y las vainas traseras, se utilizó la tronzadora y amoladora. figura 42

Figura 42. Corte y desbaste de los tubos con su forma respectiva.
Fuente: Autor

5. Una vez listas las partes del cuadro, figura 43, se procedió al armado, de acuerdo a la plantilla dibujada en la mesa de trabajo.

Figura 43. Partes del cuadro.
Fuente: Autor.

6. Luego de tener en posición los tubos se procede a puntear el tren delantero y el tren trasero con electrodo 308L, figura 44 y Figura 45**.**

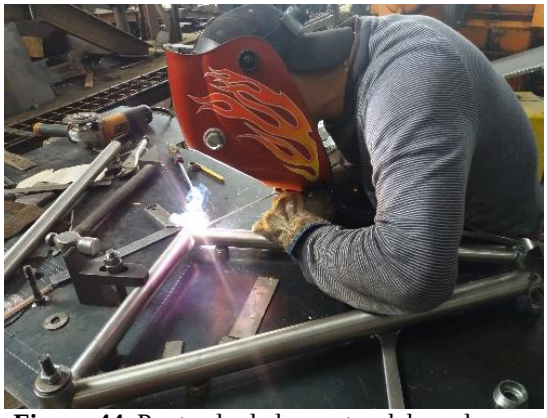


Figura 44. Punteado de las partes del cuadro.
Fuente: Autor.

Figura 45. Punteado de las vainas y patillas.
Fuente: Autor.

7. Luego de soldar todas las partes con TIG, éstas se limpiaron para dar un buen acabado estético, Figura 46, y se dio por terminada la construcción del mismo.

Figura 46. Cuadro soldado.
Fuente: Autor.

6.6. Costo de construcción del cuadro

A continuación, se presenta un resumen del costo total de construcción del cuadro de bicicleta contados desde la adquisición de materia prima, costos indirectos de fabricación y mano de obra en el proceso de construcción; los mismos que son detallados en la tabla 9.

Tabla 9

Costo del cuadro

DETALLE	COSTO $
Costo del material del cuadro	33,97
Costo de fabricación del cuadro	92,94
Costos accesorios	250,00
Costo total:	376,91

Fuente: El autor

6.7. Prueba de funcionamiento

6.7.1. Ensamblaje del cuadro

El ensamble del cuadro de acero inoxidable que se construyó quedo funcional al adicionarle las partes necesarias para la bicicleta de montaña, mimas que se encuentran detalladas a continuación:

1. Partes delanteras figura 47
   - Manillar
   - Puños
   - Manetas de freno
   - Manetas de cambio
   - Potencia
   - Dirección (rodamientos, pernos y tuercas de fijación)
   - Horquilla
   - Frenos delanteros v-*braker*
   - Llanta de 26”
   - Radios
   - Buje

Figura 47: Parte delantera

Fuente: El autor

2. Partes traseras figura 48.

- Sillín
- Tija de sillín
- Cierre rápido
- Desviador delantero
- Bielas y pedales
- Catalina de tres platos
- Cadena
- Cambio trasero
- Piñón trasero
- Frenos traseros v-*braker*
- Pata

Figura 48: Parte trasera.

Fuente: El autor

Obteniendo como resultado figura 49 una bicicleta de montaña de 21 cambios a la que se le realizará pruebas de rodaje.

Figura 49: Bicicleta de montaña
Fuente: El autor

6.7.2. Pruebas de manejo

Para validar el funcionamiento del diseño definitivo del cuadro de bicicleta se realizaron pruebas de manejo en la ciudad de Loja, el tiempo empleado en estas pruebas fueron de 30 minutos aproximados en la ciclovía calle 24 mayo y José Antonio Eguiguren figura 50 hasta llegar a la calle Lourdes, el tipo de suelo es de carpeta asfáltica en un fin de semana soleado con una temperatura aproximada de 16° C; y en el sendero orillas del Zamora figura 51 que se conecta con el parque recreacional Jipiro donde su geografía es irregular y pedregosa.

Figura 50: Ciclovía calle 24 de mayo
Fuente: El autor

Figura 51: Sendero ecológico orillas del Zamora
Fuente: El autor

7. DISCUSIÓN

El uso de la bicicleta brinda muchos beneficios personales y colectivos debido a que promueve la práctica del ejercicio, el cuidado de la salud y medio ambiente, sumado a esto es de conocimiento general que en nuestra ciudad se está motivando e incentivando al uso de la bicicleta mediante la creación de ciclovías, ciclo paseos, senderismo, por lo cual surge la necesidad de tener alternativas en la construcción y validación de cuadros de bicicleta con materiales locales y que sean adaptables para su uso en nuestra zona geográfica.

Después de realizar el análisis de la información se procedió a utilizar el diseño asistido por computadora (CAD) y aplicando los conocimientos adquiridos en software de ingeniería se modelizó y diseñó del cuadro de bicicleta con su correspondiente simulación en análisis mecánico. Los resultados de la simulación permitieron calcular y obtener los esfuerzos mecánicos que soporta el cuadro de bicicleta, deformaciones y factores de seguridad, aplicándose una carga total de 637.65 N.

La simulación es una herramienta de ingeniería inversa, basada en el cálculo por elementos finitos, fue eficaz para el diseño estructural y permitió en cierta manera el ahorro de tiempo para el proceso de cálculo de los esfuerzos; a partir de un modelo inicial permitió diseñar el resto de componentes acoplándolo a las necesidades locales y que permitió su posterior construcción y prueba de funcionalidad. Se puede argumentar que el cuadro es estructuralmente confiable siendo su esfuerzo mecánico en el punto más crítico 2.418e+007 N/m^2 en la vaina horizontal, el software para los cálculos utiliza el criterio de Von Mises, con este dato se deduce que no llegará a su punto de fluencia por lo cual el cuadro regresará a sus condiciones iniciales; además por el acabado final de los materiales usados se puede concluir que estéticamente es aceptable. En cuanto a las deformaciones provocadas, el valor máximo fue de 0,09033mm en

el tubo vertical, cantidad insignificante e imperceptible a la vista, en cuanto al factor de seguridad (FDS) se deduce que en general el cuadro está con un FDS de 2.9

En base a los resultados obtenidos y considerando la comparación con otros cuadros de bicicleta que normalmente son construidos en acero, aluminio, fibra de carbono y titanio, se puede demostrar que un cuadro de bicicleta se lo puede diseñar y construir en acero inoxidable 304, ya que esta materia prima es conocida y utilizada en otras aplicaciones metalmecánica; se la utilizó como alternativa ya que es un material que no contamina por su no oxidación, fácil adquisición y proceso de manufactura; teniendo en cuenta que existen algunas alternativas para soldarlo, lo que permite que su construcción sea accesible. El costo total invertido para fabricación del cuadro fue de $ 126,91 y se lo podría construir desde un taller artesanal hasta la industria garantizando así el producto, mientras que un cuadro cuyo PVP en el mercado local es de $160.00 dato que se obtuvo en una distribuidora especializada de venta de bicicletas.

Finalmente se pudo comprobar que el cuadro de bicicleta fue estructuralmente confiable, pues al realizar el ensamblaje final con todas las partes y componentes; y, su correspondiente puesta en marcha se verificó su movilidad muy aceptable ya sea en superficies asfaltadas, pedregosas o grava a las cuales fue sometida, en conclusión se deduce que el cuadro de bicicleta, Talla S, diseñado en Acero AISI 304 y de acuerdo a los planos indicados en el Anexo 2 cumple como material alternativo de construcción con un costo de 126,91 $ siendo su valor menor respecto a uno de una marca comercial.

8. CONCLUSIONES

Una vez concluido todo el proceso de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas se puede concluir lo siguiente:

1. Mediante el análisis de ventajas y desventajas de los cuadros de bicicleta utilizados en el medio local se determinó que el cuadro de bicicleta adecuado para practicar el ciclismo de montaña en caminos de forma recreativa o de competencia es el tipo *cross country* ya que se adapta a la geografía de nuestra localidad, en cuanto al tamaño fue diseñada en la talla estándar S = 16", que representa la longitud del tubo del sillín, dato que se considera respecto a la estatura promedio de un habitante varón del Ecuador que es 167,1cm.
2. En base a un análisis de ventajas y desventajas acerca de los materiales que existen en la localidad, se dedujo que el material adecuado para la construcción del cuadro de bicicleta es el acero inoxidable 304 por su fácil adquisición en el mercado local, además de su mayor durabilidad, por su facilidad en la manufactura y por las propiedades mecánicas, físicas y químicas, otra ventaja desde el punto de vista ambiental que no se oxida por tanto su impacto ambiental será mínimo.
3. Para el análisis estructural se decidió utilizar el programa SolidWorks® de la firma *Dessaul System* versión gratuita de tiempo limitado ya que este programa dentro de sus complementos dispone de una herramienta de simulación de esfuerzos mecánicos mediante el cálculo de elementos finitos; para su manejo se elaboró un esquema de aprendizaje sistemático que consta de una selección de tutoriales, videos y libros que se encuentran en forma virtual en el internet, finalmente se diseñó un manual paso a paso describiendo en forma detallada la metodología a seguir para operar en forma más eficiente el aprendizaje del software SolidWorks®.

4. Para el estudio de los esfuerzos del cuadro de bicicleta de montaña, primeramente se modelizó en 3D la estructura del marco de la bicicleta con los diámetros y longitudes de acuerdo a la talla S=16” seleccionada y sometida a una carga estática de 637,65 N, peso promedio de una persona para la zona geográfica en estudio, obteniéndose que el esfuerzo mecánico en ninguno de sus nodos sobrepasa el límite de fluencia o elástico del material, el valor máximo ubicado en las vainas horizontales fue de 2,418e+007 N/m^2, dato inferior al límite de fluencia de 2,068e+008N/m^2, el desplazamiento máximo es de 0,09033mm y el factor de seguridad de 2,9 lo que lo hace confiable para su construcción.
5. La construcción del cuadro de bicicleta fue en forma normal y de acuerdo a los planos diseñados utilizándose como material AISI 304, para la soldadura se utilizó el proceso TIG, mientras que para las pruebas de funcionamiento, se procedió a acoplar el resto de componentes al marco y se verificó su estabilidad y operatividad durante su movilidad, observándose que el cuadro de bicicleta trabajó en forma satisfactoria y sin inconvenientes durante los aproximados 30 minutos de manejo tanto en carpeta asfáltica como en terreno irregular y pedregoso.

9. RECOMENDACIONES

1. La bicicleta utilizada como medio alternativo de transporte tiene una serie de beneficios por un lado el de no contaminar ya que no consume energía y por otro lado minimiza la congestión vehicular, además de ser beneficioso para la salud de quien las utiliza, por lo cual es recomendable su uso progresivo.
2. Se recomienda en general para la construcción del cuadro utilizar los procesos de soldadura MIG y TIG, cuyo acabado es de mejor calidad y produce menos contaminación ambiental respecto a la soldadura con electrodo. Durante el proceso de manufactura se deben conocer ciertas técnicas de manipulación de materiales ya que el propio material es estéticamente atractivo, así que su manejo debe realizarse con personal capacitado para no ocasionar daños involuntarios.
3. Se recomienda realizar un análisis de fuerzas externas en la suspensión delantera del cuadro de bicicleta propuesto en esta investigación y un estudio de mercado para ver la factibilidad de implementación y fabricación en serie en nuestra zona.
4. Se pueden realizar alternativas de construcción al cuadro de bicicleta propuesto para optimizar el material utilizado, como por ejemplo disminuir diámetros, sin embargo, no olvidar la estética final del cuadro, además de hacer las respectivas simulaciones para no provocar esfuerzos mecánicos muy elevados y conlleven a posibles deformaciones exageradas o factores de seguridad muy bajos.
5. En caso de estimarse pertinente implementar un proceso de construcción en serie del cuadro de bicicleta, previa su comercialización, se recomienda realizar un nuevo análisis de simulación de los esfuerzos a los que se vería sometida la estructura, considerando las fuerzas derivadas del impacto o choque de las ruedas de la bicicleta al caer en desniveles o baches que se presentan en caminos de tipo rural o agreste, como los caminos de montaña, ya que dichos impactos elevarían sustancialmente el valor de las fuerzas externas actuantes

en el cuadro y podrían ocasionar serias fallas estructurales, que deberían ser prevenidas técnicamente.

10. BIBLIOGRAFÍA

Araujo y otros. (06 de mayo de 2009). Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/47237067.pdf

Aro, E., Aro, C., & Simonetti, F. (25 de agosto de 2018). *bicihome.com*. Obtenido de https://bicihome.com/la-historia-de-las-bicicleta/

Chacon, J. (13 de Octubre de 2007). *AISI 304*. Obtenido de sumiteccr.com: http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf

https://www.youtube.com./watch?v=OiwJL0KLuVI. (s.f.).

Mountain Bike Alginet. (2016). *Introducción bicicleta de montaña*. Obtenido de mountainbikealginet.wordpress.com: https://mountainbikealginet.wordpress.com/introduccion-bicicleta-de-montana/

Myrila. (28 de 11 de 2011). *Ud1"Conducción y manejo de la bicicleta"*. Obtenido de educastur.es: http://blog.educastur.es/myrylaapuntes01/files/2007/11/ud1-conduccion-y-manejo-de-la-bicicleta-3-componentes-de-la-bicicleta-31-al-32.pdf

Sáenz García, R. (2013). *La bicicleta y sus origenes en Europa.* Castellón de la Plana: Universitat JAume.

Sánchez Baamonde, R. (28 de junio de 2014). *Análisis sobre Potencias para bicicletas*. Obtenido de diariodeuncampista.com: http://diariodeuncampista.com/2014/06/potencias-para-bicicletas/

Tuvalum. (2014). *Modalidades básicas de bicicleta de montaña*. Obtenido de tuvalum.com: https://tuvalum.com/blog/diferentes-tipos-de-mountain-bike/

video. (s.f.). *https://www.youtube.com./watch?v=OiwJL0KLuVI.*

Viera, O. (21 de abril de 2014). *De que material esta hecha tu bicicleta*. Obtenido de biciciudad.com: http://blog.biciciudad.com/de-que-material-esta-hecha-tu-bicicleta/

11. ANEXOS

Anexo 1

Tutorial diseño de un martillo de uña.

1. Para el desarrollo del martillo se crea un archivo nuevo pieza.

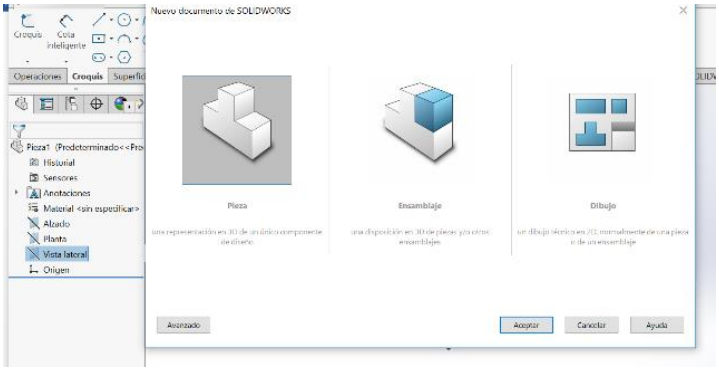


Figura 1: Crear nueva pieza

Fuente: El autor

2. Se crea un croquis nuevo en el plano vista lateral, dentro de este se dibuja cuadrado de (60x60) mm.
3. Mediante la operación extruir saliente/base, se da el espesor de 60mm formando así un sólido.

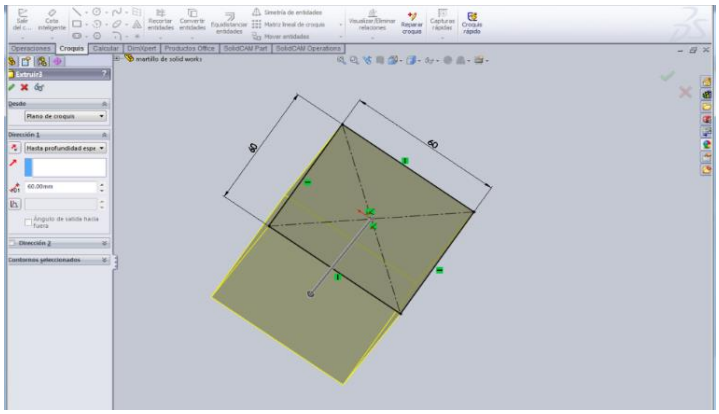


Figura 2: Creación del solido

Fuente: El autor

4. Se desarrolla un croquis en una de las caras del solido (vista lateral derecha) en el que se va a dibujar un circulo de diámetro D=50mm, mediante la operación extruir corte hasta una profundidad de 60mm queda como resultado un sólido con un orificio.

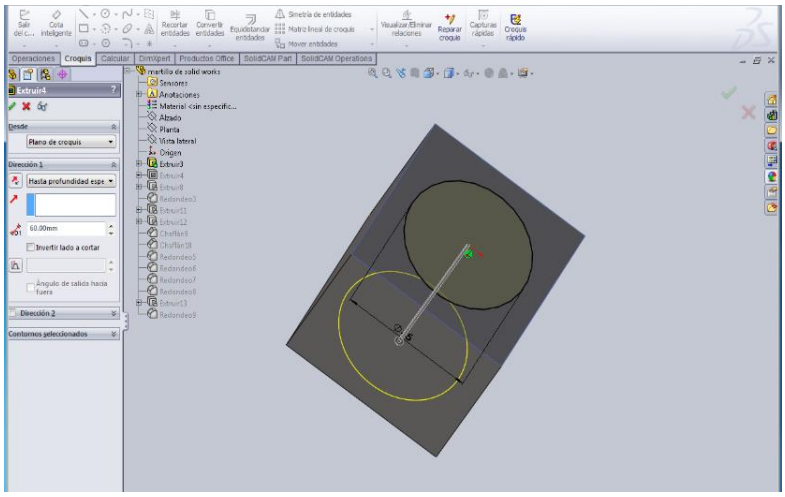


Figura 3: Solido con un orificio
Fuente: El autor

5. Se realiza un nuevo croquis en una de las caras del solido (vista inferior), donde se dibuja un rectángulo de (35x35) mm con una extracción saliente/base de 70mm y con un ángulo de salida hacia afuera de 6°.

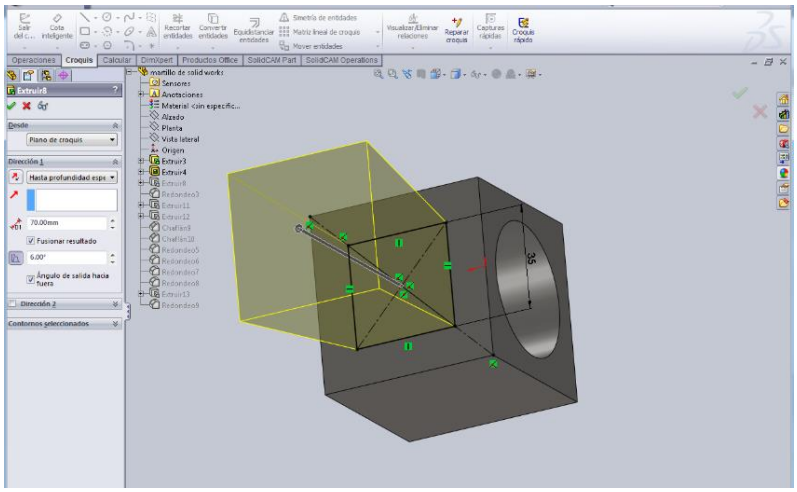


Figura 4: Creación de la punta del matillo con ángulo de salida
Fuente: El autor

6. Se redondea a las 4 caras o aristas que se encuentran en el último rectángulo mediante la operación redondeo.

7. Se selecciona cada una de las aristas a redondear, dando un radio de R=10mm y se acepta la operación.

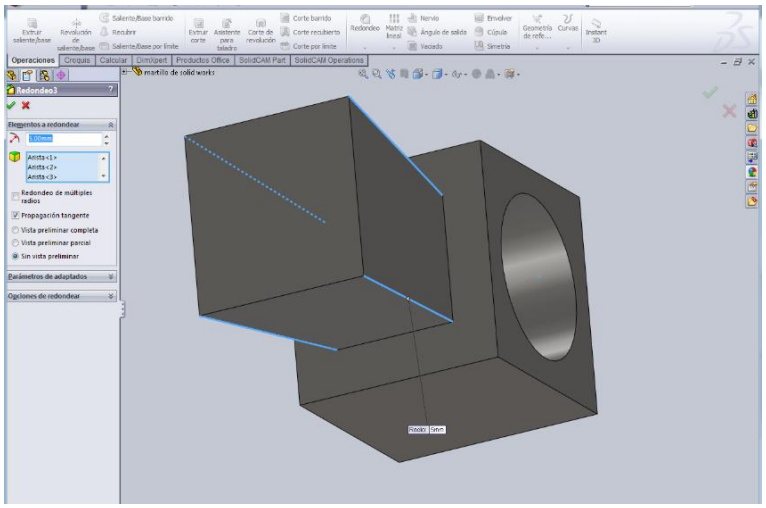


Figura 5: Redondeo de los extremos de la punta del martillo
Fuente: El autor

8. Para desarrollar la uña del martillo se crea un nuevo croquis selecciona una de las caras donde se piensa que podría ir, seguidamente se dibuja la forma de la uña.

9. Para el desarrollo de la parte de la otra uña se aplica la operación de simetría a través de un plano, en este caso plano alzado.

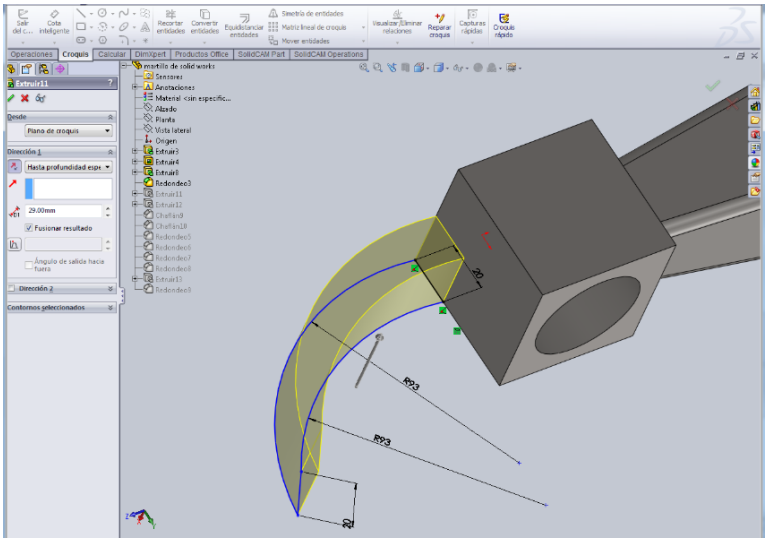


Figura 6: Creación de la uña.
Fuente: El autor

10. Se desarrolla un chaflán de 20mm con un ángulo de 20° en la punta de la uña del martillo cuya operación se la puede encontrar en piezas soldadas.

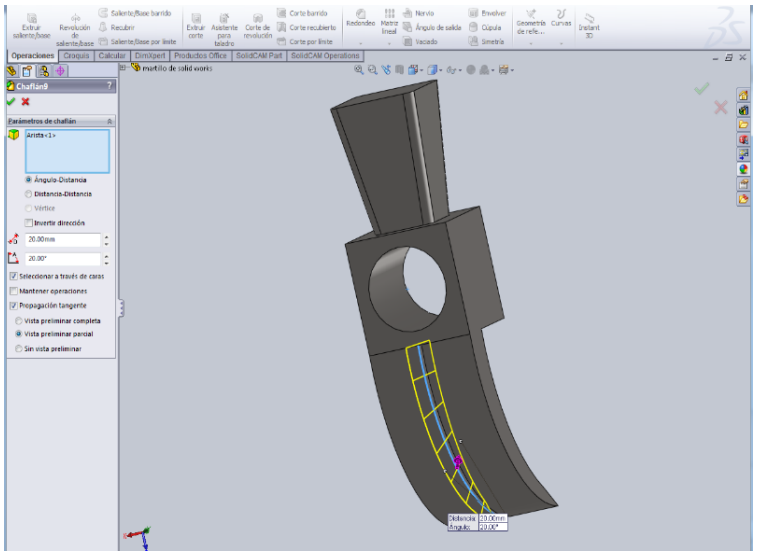


Figura 7: Chaflán de la uña.
Fuente: El autor

11. Para el desarrollo del mango del martillo nos ubicamos en la vista lateral izquierda donde realizamos un circulo con el mismo diámetro del orificio, mediante la operación extruir saliente/base damos una extrusión de 500mm obteniendo así el mango.

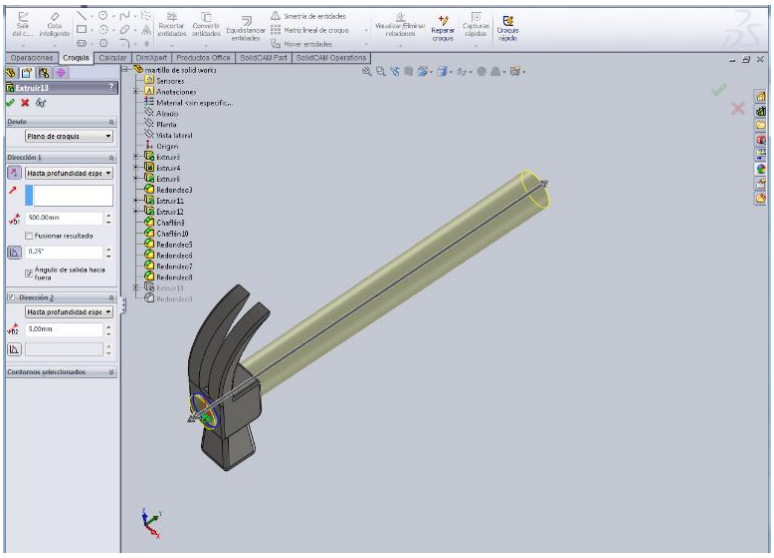


Figura 8: Creación del mango
Fuente: El autor

12. Para el acabado del martillo se agregan apariencias donde se le podrá poner el tipo de material y colores que se deseen dándole un acabado real.

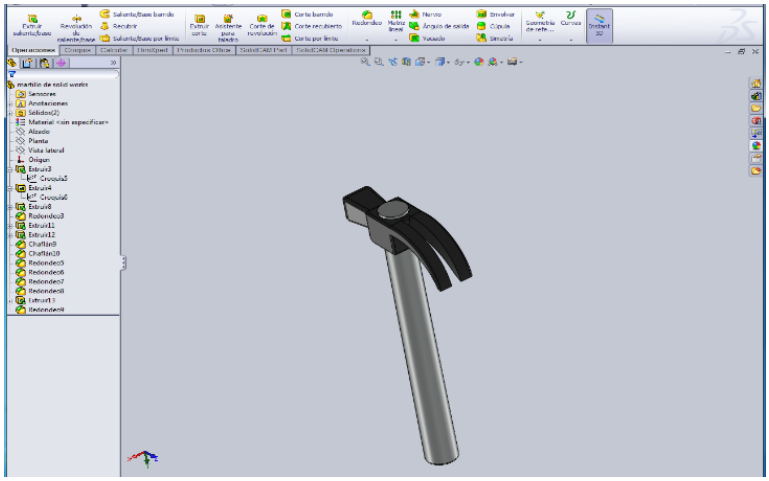
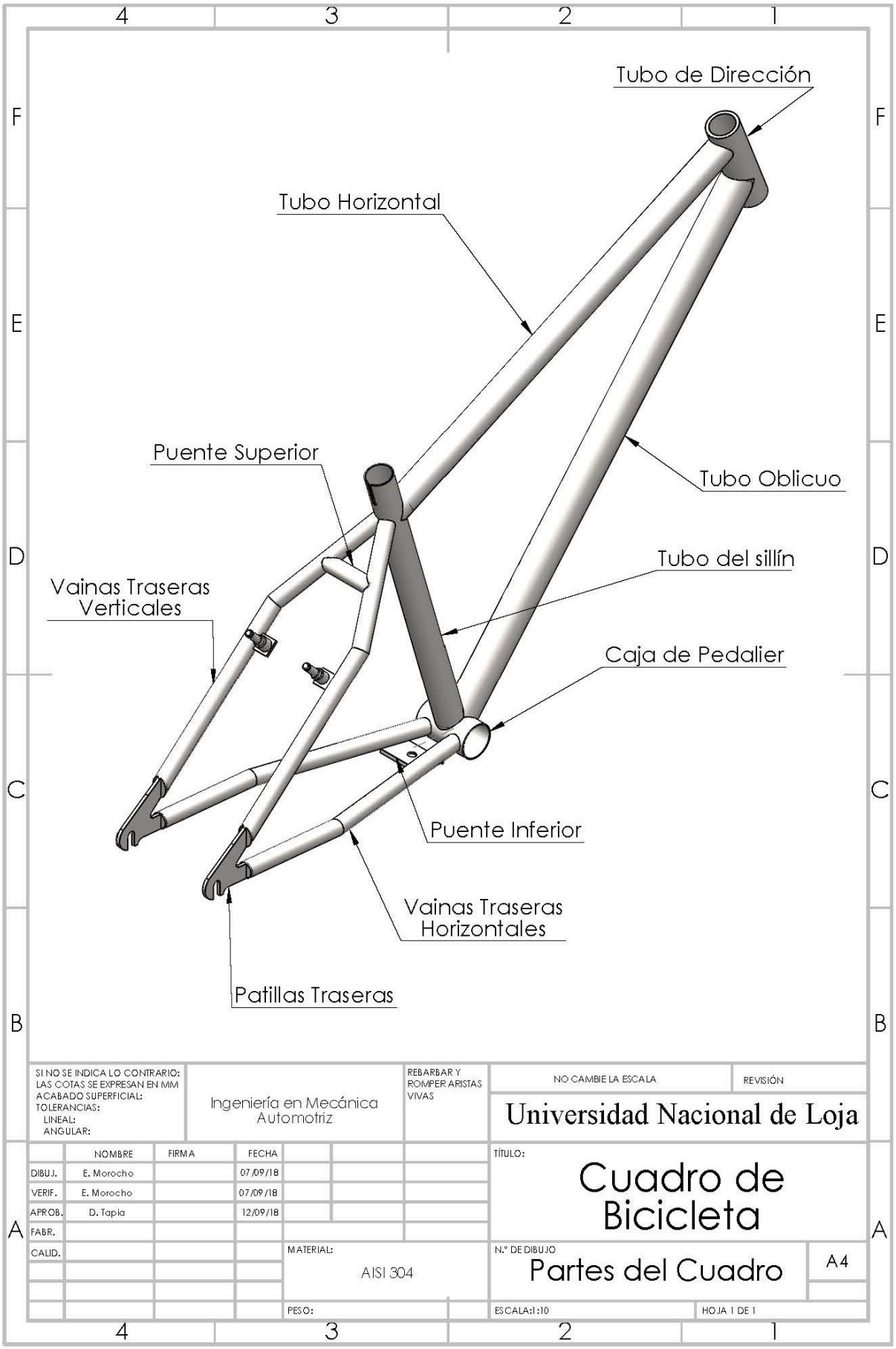


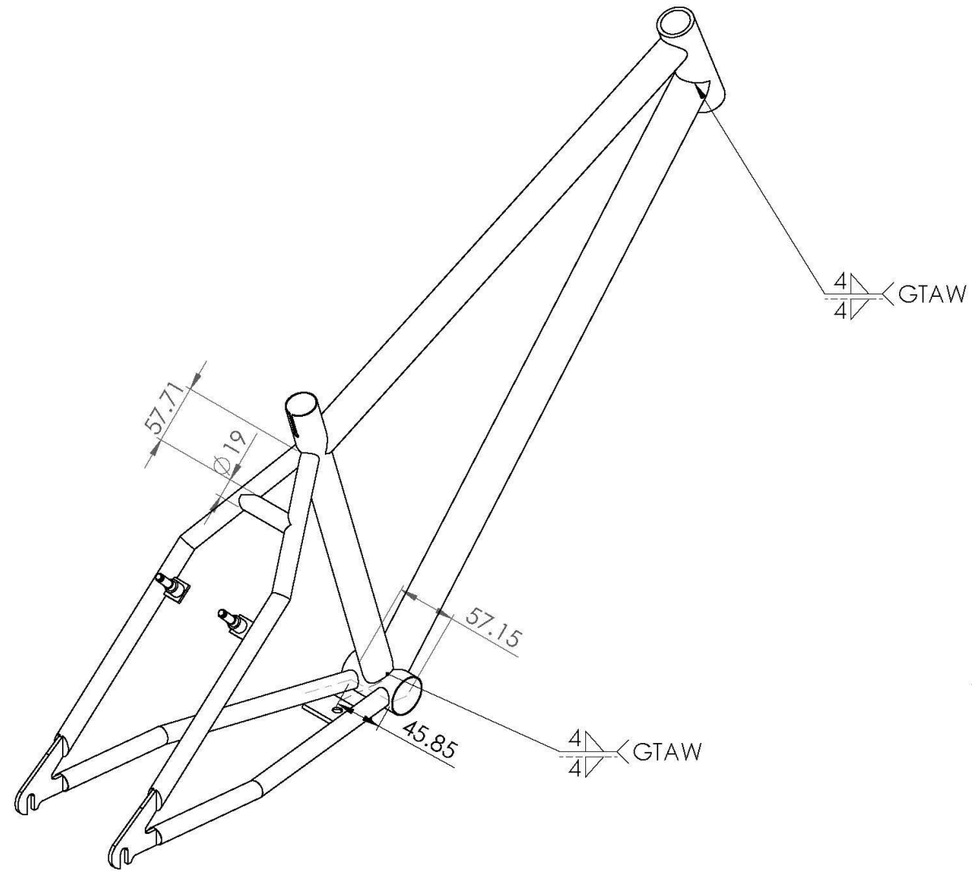
Figura 9: Acabado real del martillo.

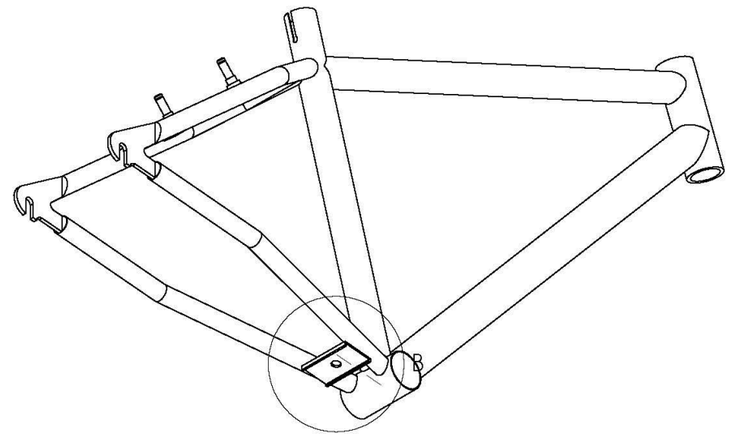
Fuente: El autor

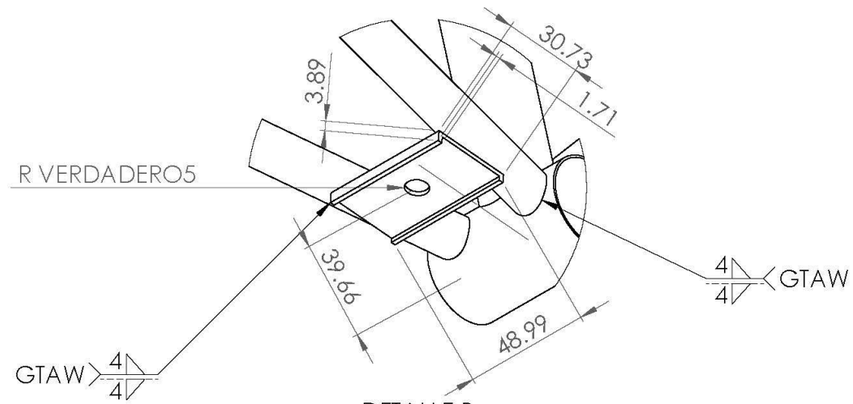
Anexo 2

Planos del cuadro de bicicleta


Tubo de Dirección
Tubo Horizontal
Puente Superior
Tubo Oblicuo
Tubo del sillín
Vainas Traseras Verticales
Caja de Pedalier
Puente Inferior
Vainas Traseras Horizontales
Patillas Traseras
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:
Ingeniería en Mecánica Automotriz
REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
NO CAMBIE LA ESCALA
REVISIÓN
Universidad Nacional de Loja
NOMBRE
FIRMA
FECHA
DIBUJ. E. Morocho 07/09/18
VERIF. E. Morocho 07/09/18
APROB. D. Tapia 12/09/18
FABR.
CALID.
MATERIAL:
AISI 304
PESO:
TÍTULO:
Cuadro de Bicicleta
N.° DE DIBUJO
Partes del Cuadro
A4
ESCALA:1:10
HOJA 1 DE 1

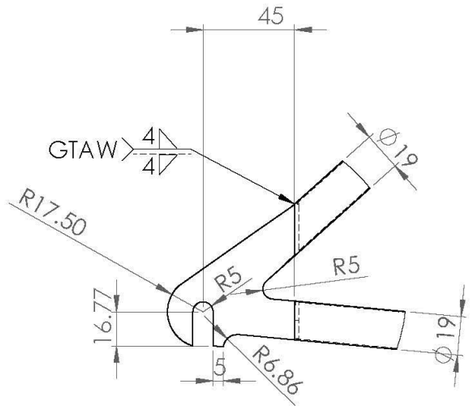




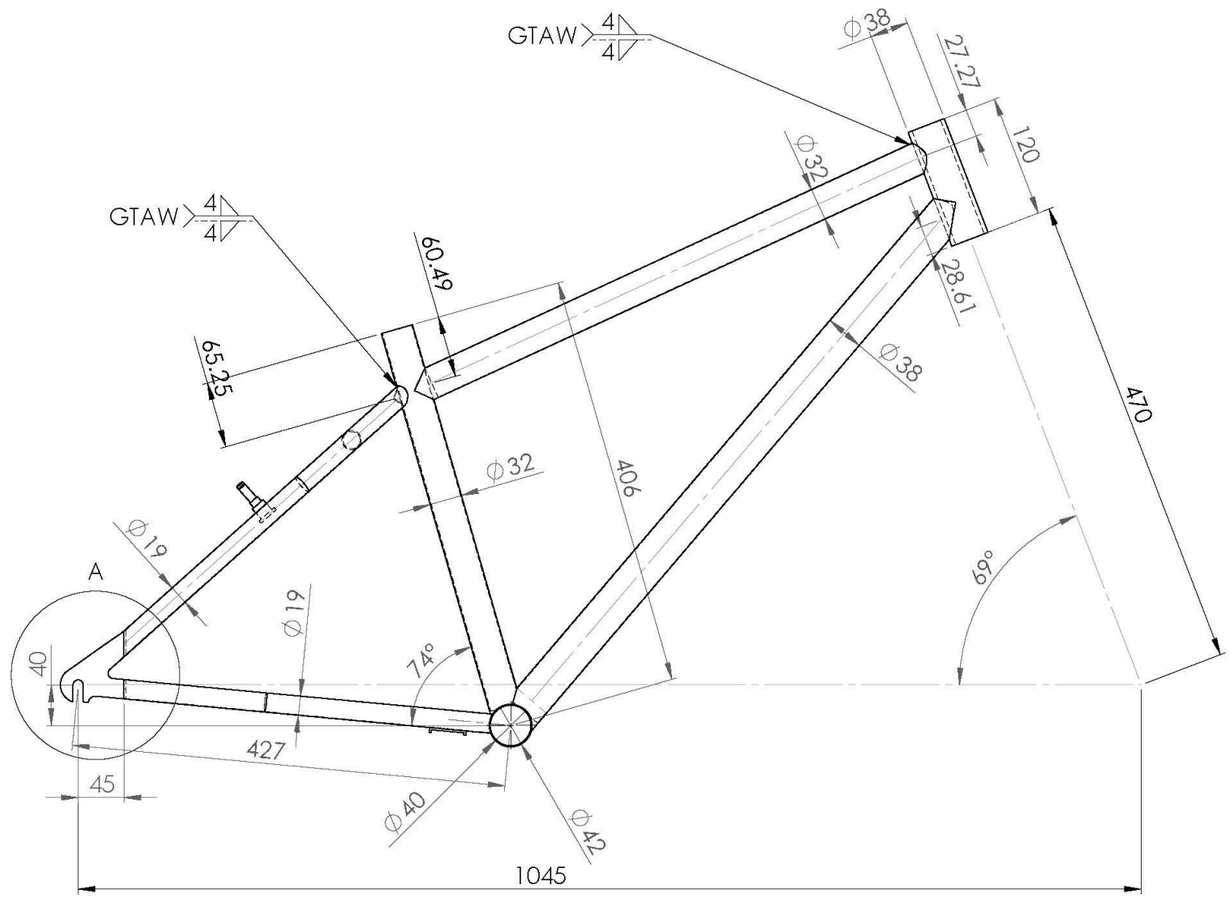


DETALLE B
ESCALA 1 : 2

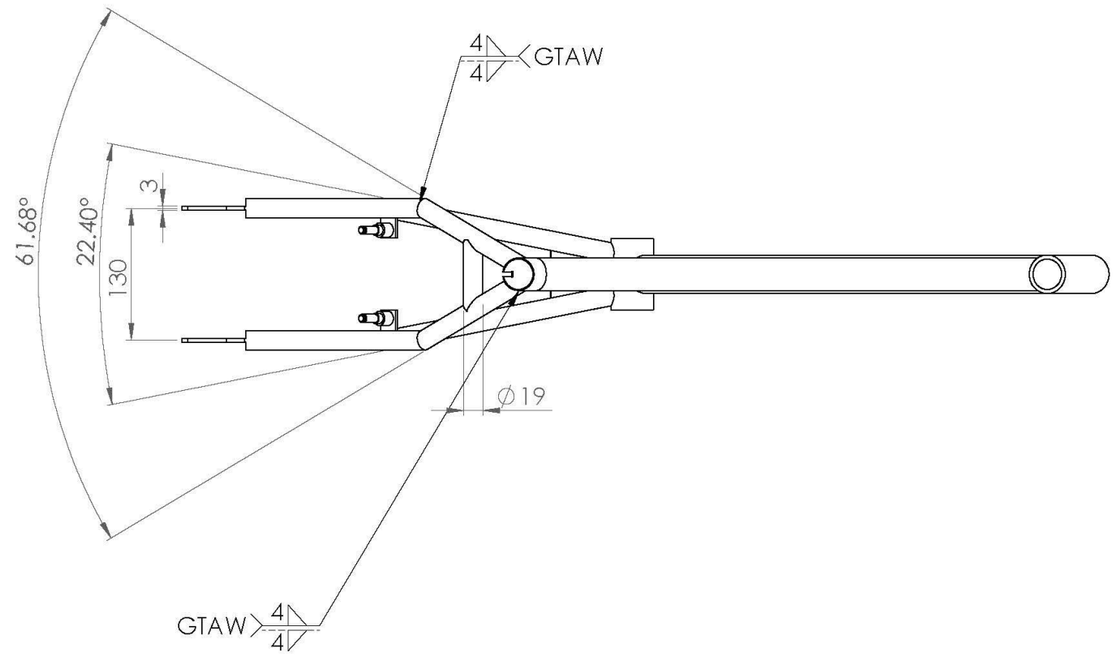
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	Ingeniería en Mecánica Automotriz					REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA / REVISIÓN
							Universidad Nacional de Loja
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO: Cuadro de Bicicleta
DIBUJ.	E. Morocho		07/09/18				
VERIF.	E. Morocho		07/09/18				
APROB.	D. Tapia		12/09/18				
FABR.							
CALID.				MATERIAL: Acero AISI 304			N.º DE DIBUJO: Vista Isométrica / A3
				PESO:			ESCALA:1:5 / HOJA 2 DE 4



DETALLE A
ESCALA 2 : 5



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	Ingeniería en Mecánica Automotriz			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA / REVISIÓN
					Universidad Nacional de Loja
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: Cuadro de Bicicleta
DIBUJ.	E. Morocho		07/09/18		
VERIF.	E. Morocho		07/09/18		
APROB.	D. Tapia		12/09/18		
FABR.					
CALID.				MATERIAL: Acero AISI 304	N.º DE DIBUJO: Vista Principal — A3
				PESO:	ESCALA:1:5 — HOJA 3 DE 4



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	Ingeniería en Mecánica Automotriz			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Universidad Nacional de Loja	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO: Cuadro de Bicicleta	
DIBUJ.	E. Morocho		07/09/18			
VERIF.	E. Morocho		07/09/18			
APROB.	D. Tapia		12/09/18			
FABR.						
CALID.				MATERIAL: Acero AISI 304	N.º DE DIBUJO Vista Superior	A3
				PESO:	ESCALA:1:5	HOJA 4 DE 4