

DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

**JORGE ESTEBAN ARAUJO URIBE
DANIEL MARTÍNEZ MARQUEZ
JUAN DAVID SALAZAR PALACIO**

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO
MEDELLÍN
2009**

DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

**JORGE ESTEBAN ARAUJO URIBE
DANIEL MARTÍNEZ MARQUEZ
JUAN DAVID SALAZAR PALACIO**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Diseño de Producto y de
Ingeniero Mecánico**

**Asesor
Fabio Antonio Pineda Botero
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO
MEDELLÍN
2009**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 6 de mayo de 2009

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Nuestros padres por su intachable ejemplo y guía en nuestra formación personal y profesional; por su incondicional apoyo en cada una de las etapas de nuestras vidas gracias al cual, se nos fue brindada la oportunidad de estudiar una carrera profesional en una universidad abiertamente reconocida por su excelencia profesional.

Nuestros familiares, novias y amigos, por su constante apoyo e interés en muchas de las etapas del proyecto.

La Universidad EAFIT y a los profesores de Ingeniería que nos dieron el conocimiento para formarnos como profesionales, al personal de los talleres de la universidad por brindarnos su apoyo y experiencia con las máquinas y herramientas que permitieron desarrollar este proyecto.

Agustín Hincapié, por el conocimiento y experiencia transmitidos, por su constante ayuda en la consecución de cada una de las etapas de construcción del presente proyecto.

María Luisa Calle y Viviana Maya por su interés y disposición al momento de avalar nuestro proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	20
1.1 OBJETIVO GENERAL	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.3 JUSTIFICACIÓN	21
1.4 METODOLOGÍA	21
2. MARCO TEÓRICO	25
2.1 PARTES Y CARACTERÍSTICAS DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA	27
2.2 TIPOS DE BICICLETAS DE MONTAÑA	29
2.3 PERFIL DEL USUARIO	34
2.4 ESTADO DEL ARTE	35
3. PROCESO DE DISEÑO	39
3.1 DISEÑO CONCEPTUAL	39
3.2 CAJA NEGRA	39
3.3 ESTRUCTURA FUNCIONAL	40
3.4 MATRIZ MORFOLÓGICA	41
3.5 ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	46
3.6 ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL PRODUCTO (PDS)	47
4. DISEÑO PARA DAR FORMA	55

	pág.
4.1 ANÁLISIS FORMAL	55
4.2 CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO Y SU ESTILO DE VIDA	56
4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA EMOCIÓN QUE EVOCA EL DEPORTE: VERSATILIDAD	57
4.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS QUE RODEAN AL USUARIO	57
4.5 ALFABETO VISUAL	58
4.6 REFERENTE FORMAL	59
4.7 COLORES Y TEXTURAS	60
4.8 FORMAS DEL REFERENTE	60
4.9 ANTROPOMETRÍA	63
5. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS	65
5.1 ALTERNATIVAS DE DISEÑO	65
5.2 MATRIZ DE EVALUACIÓN	66
6. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN TRASERO	70
6.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN	81
7. DISEÑO DEFINITIVO	84
7.1 DISEÑO DE DETALLES	84
7.2 MODELACIÓN 3D DEL PRODUCTO	84
7.3 PROPUESTA DE COLOR	84
7.4 SELECCIÓN DE MATERIALES	86
8. ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS (FEA) Y CÁLCULOS ESTRUCTURALES	90
8.1 ESTÁTICA	90
8.2 CONDICIONES DE FRONTERA EN CADA ELEMENTO DEL MECANISMO	93
8.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL	99
8.3 OPTIMIZACIÓN	100

	pág.
8.4 FATIGA	107
8.5 DIAGRAMA DE ESFUERZO vs. NÚMERO DE CICLOS (S-N) ESTIMADO	108
8.6 MEDIDAS BÁSICAS Y PLANOS TÉCNICOS DEL PRODUCTO	110
8.7 PROCESO DE MANUFACTURA	111
8.8 PRUEBAS DEL PRODUCTO	117
9. CONCLUSIONES	120
10. RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	126

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Modelo de Pahl y Beitz del proceso de diseño	22
Figura 2. Metodología del proyecto	24
Figura 3. Bicicleta Schwinn Excelsior	25
Figura 4. Partes de la bicicleta	27
Figura 5. Bicicleta de downhill	30
Figura 6. Modalidad freeride	30
Figura 7. Bicicleta de cross country	31
Figura 8. Modalidad cross country	31
Figura 9. Bicicleta de all mountain	32
Figura 10. Modalidad <i>All Mountain</i>	33
Figura 11. Bicicleta de <i>Dirt Jumping</i>	33
Figura 12. Modalidad <i>Dirt Jumping</i>	34
Figura 13. Caja negra	40
Figura 14. Estructura funcional	41
Figura 15. Board: usuario y estilo de vida	56

	pág.
Figura 16. Board: emoción	57
Figura 17. Board: tema visual	58
Figura 18. Board: referente.	59
Figura 19. Colores y texturas	60
Figura 20. Formas del referente	61
Figura 21. Formas del referente	61
Figura 22. Formas del referente	62
Figura 23. Exploración formal – referente	62
Figura 24. Exploración formal – referente	63
Figura 25. Alternativa 1	65
Figura 26. Alternativa 2	65
Figura 27. Alternativa 3	66
Figura 28. Alternativa 4	66
Figura 29. Interfaz del programa Linkage	71
Figura 30. Cannondale rize	72
Figura 31. Candfield Bros Can Can	72
Figura 32. Santa Cruz Bullit	73
Figura 33. Rocky Mountain Slayer	73
Figura 34. Giant Trace XO	73
Figura 35. Pedal Kickback	74

	pág.
Figura 36. Retroceso de pedales vs recorrido llanta	75
Figura 37. Extensión de la cadena vs recorrido de la llanta	77
Figura 38. Radio de apalancamiento vs recorrido de la llanta	79
Figura 39. Fuerza aplicada vs compresión del amortiguador	80
Figura 40. Propuestas de color	85
Figura 41. Perfiles seleccionados para la bicicleta	88
Figura 42. Diagrama de cuerpo libre de la bicicleta	90
Figura 43. Diagrama de cuerpo libre de la tijera	91
Figura 44. Diagrama de cuerpo libre de la barra binaria	91
Figura 45. Diagrama de cuerpo libre del amortiguador	92
Figura 46. Diagrama de cuerpo libre de la barra ternaria	92
Figura 47. Condiciones de frontera de la Barra binaria	93
Figura 48. Geometría de la barra ternaria	94
Figura 49. Condiciones de frontera de la Barra ternaria	94
Figura 50. Condiciones de frontera de la Platina amortiguador ternaria	95
Figura 51. Condiciones de frontera de la platina amortiguador marco	95
Figura 52. Condiciones de frontera del soporte superior tijera	96
Figura 53. Condiciones de frontera del soporte inferior tijera	96

	pág.
Figura 54. Condiciones de frontera de la platina sujeción	97
Figura 55. Fuerzas actuantes. Caso 1	98
Figura 56. Fuerzas actuantes. Caso 2	98
Figura 57. Fuerzas actuantes. Caso 3	99
Figura 58. Condiciones de frontera de la tijera	99
Figura 59. Distribución de los esfuerzos en la barra binaria	101
Figura 60. Distribución de los esfuerzos en la barra lateral ternaria (boomerang)	102
Figura 61. Distribución de los esfuerzos en la platina amortiguador-ternaria	102
Figura 62. Distribución de los esfuerzos en la barra ternaria ensamblada	103
Figura 63. Distribución de los esfuerzos en la platina amortiguador-marco	104
Figura 64. Distribución de los esfuerzos en la platina sujeción	104
Figura 65. Distribución de los esfuerzos en el marco. Caso 1	105
Figura 66. Distribución de los esfuerzos en el marco. Caso 2	106
Figura 67. Distribución de los esfuerzos en el marco. Caso 3	106
Figura 68. Distribución de los esfuerzos en la tijera	107
Figura 69. Diagrama S-N de la barra binaria	109
Figura 70. Diagrama S-N de la barra ternaria	109
Figura 71. Diagrama S-N de la platina amortiguador-ternaria	110

	pág.
Figura 72. Diagrama S-N de la platina amortiguador-marco	110
Figura 73. Medidas básicas de la bicicleta	111
Figura 74. Proceso de manufactura de los sistemas de suspensión	112
Figura 75. Maquinado final de piezas en control numérico	112
Figura 76. Matriz de ensamble del marco	114
Figura 77. Ensamble y soldadura de la tijera. Primera etapa	114
Figura 78. Ensamble y soldadura de la tijera. Segunda etapa	115
Figura 79. Ensamble de la barra ternaria	116
Figura 80. Pre ensamble de verificación	116
Figura 81. Esteban Araujo, María Luisa Calle, Daniel Martínez	117
Figura 82. Área afectada de la barra binaria	138
Figura 83. Área 1 afectada en barra ternaria	139
Figura 84. Área 2 afectada en barra ternaria	139
Figura 85. Área afectada de la platina amortiguador-ternaria	139
Figura 86. Área afectada de la platina amortiguador	139
Figura 87. Protocolo de pruebas de María Luisa Calle	142
Figura 88. María Luisa Calle probando la bicicleta	143
Figura 89. Protocolo de pruebas de Viviana Maya	144
Figura 90. Viviana Maya probando la bicicleta	145

	pág.
Figura 91. Protocolo de pruebas de Agustín Hincapié	146
Figura 92. Protocolo de pruebas de Camilo Baquero	147
Figura 93. Camilo Baquero probando la bicicleta	148

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Análisis de las características del modelo GT Force 1.0	35
Tabla 2. Análisis de las características del modelo Cannondale Moto Carbón	36
Tabla 3. Análisis de las características del modelo Trek Top Fuel 69ER	37
Tabla 4. Análisis de las características del modelo Specialized Demo 8 II Force 1.0	37
Tabla 5. Matriz morfológica	42
Tabla 6. Características de los ítems de la matriz morfológica	45
Tabla 7. Ventajas y desventajas de la ruta 1	47
Tabla 8. Ventajas y desventajas de la ruta 2	47
Tabla 9. Ventajas y desventajas de la ruta 3	47
Tabla 10. Especificaciones del diseño del producto	49
Tabla 11. Medidas antropométricas del usuario	64
Tabla 12. Matriz de evaluación	67
Tabla 13. Modelos seleccionados para el análisis en Linkage	72

	pág.
Tabla 14. Comparativo de bicicletas del Retroceso de pedales vs recorrido llanta	76
Tabla 15. Comparativo Extensión de la cadena vs recorrido de la llanta	77
Tabla 16. Comparativo del Radio de apalancamiento vs recorrido de la llanta	79
Tabla 17. Comparativo de la Fuerza aplicada vs compresión del amortiguador	81
Tabla 18. Retroceso de pedales vs recorrido llanta	82
Tabla 19. Comparativo Extensión de la cadena vs recorrido de la llanta	82
Tabla 20. Radio de apalancamiento vs recorrido de la llanta	82
Tabla 21. Fuerza aplicada vs compresión del amortiguador	83
Tabla 22. Propiedades físicas del aluminio Prodax	89
Tabla 23. Reacciones de los componentes del mecanismo de suspensión	92
Tabla 24. Resultados del análisis de fatiga	108
Tabla 25. Protocolo de pruebas	118
Tabla 26. Promedios de calificación en pruebas de usuario	119
Tabla 27. Comparativo geométrico de bicicletas del mercado	128
Tabla 28. Comparativo geométrico de bicicletas del mercado	128
Tabla 29. Geometría de nuestra bicicleta	129
Tabla 30. Geometría de nuestra bicicleta	129
Tabla 31. Factores de tamaño de cada pieza	135

	pág.
Tabla 32. Coeficientes para la ecuación de factor superficial	136
Tabla 33. Factor y porcentaje de confiabilidad	137
Tabla 34. Factores de reducción de resistencia	140
Tabla 35. N= número de ciclos de vida	141

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Geometrías marco bicicleta	126
Anexo B. Cálculos manuales	130
Anexo C. Cálculos de fatiga	134
Anexo D. Protocolos de pruebas de usuario	142
Anexo E. Planos	149
Anexo F. Ficha técnica aluminio prodax	178
Anexo G. Ficha técnica aluminio tubería	185

RESUMEN

El proyecto se basa en el diseño de una bicicleta de montaña, teniendo en cuenta las necesidades del usuario y el público al cual va dirigido el producto.

Se divide en seis etapas de diseño, tomando como base la metodología de Pahl y Beitz propuesta en el libro: “Métodos de diseño” de Nigel Cross. De esta metodología se toman las cuatro etapas principales, que son: clarificación de la idea, diseño conceptual, diseño para dar forma y diseño de detalles. A estas cuatro etapas se agregaron dos más, donde está contemplado el proceso de manufactura y el protocolo de pruebas, con el cual se buscó verificar el buen desempeño de la bicicleta en las condiciones establecidas.

Adicionalmente, se hizo un análisis estructural de elementos finitos para verificar la resistencia mecánica del diseño y pruebas de suspensión en *linkage*¹, con el fin de comprobar el buen desempeño en ascensos, descensos y terrenos difíciles; del sistema como tal.

Una vez construido el prototipo y realizado el protocolo de pruebas, se hicieron una serie de recomendaciones y conclusiones con el fin de hacer futuras mejoras.

¹ RACOOZ SOFTWARE. Software 2D para análisis de sistemas de suspensión cuyo enfoque principal son las bicicletas de montaña. [En línea]. Disponible en: <<http://www.bikechecker.com>>. [Consulta: 18 Jul., 2008]

INTRODUCCIÓN

La historia de la bicicleta se remonta a testimonios que datan desde las antiguas civilizaciones de Egipto, India y China. Siglos después, en su obra *Codez Atlanticus*², Leonardo da Vinci plasmó el primer diseño de una bicicleta con sistema de cadena para la transmisión de potencia. No fue sino hasta mediados del siglo XVII, que se empezaron a construir las primeras aproximaciones de lo que en la actualidad conocemos como una bicicleta y no fue sino hasta la década de los años setenta en donde se empezó a diversificar el deporte del ciclismo en otras disciplinas afines, tales como el ciclo montañismo.

El ciclo montañismo nació, como ya se anotó, en la década de los setenta y actualmente se ha difundido por todo el mundo en alguna de sus variaciones ya sea para modalidades recreativas o competitivas. Los avances tecnológicos en la actualidad han permitido desarrollar aun más este deporte permitiendo crear geometrías más complejas y resistentes, cada una adaptándose específicamente a las diferentes modalidades de esta disciplina³.

El ciclo montañismo no tiene limitantes debido a que se puede practicar en casi todos los terrenos. Permite conectar al deportista con la naturaleza en todas sus expresiones, y para algunas personas es una manera de salirse de lo cotidiano y una forma de meditación.

En Colombia el deporte del ciclo montañismo como tal está muy difundido, pero la industria Colombiana no tiene como objetivo el mercado competitivo y de alta calidad, razón por la cual nació la idea de desarrollar una bicicleta que cumpliera con estas exigencias del mercado tanto nacional como internacional.

² ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Codex atlanticus. [En línea]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/Codex_Atlanticus> [Consulta: 25 Jul., 2008]. Importante recopilación de gráficos y escritos realizada por Leonardo Da Vinci entre 1478 y 1519, comprendida en doce volúmenes que tratan una gran variedad de temas; entre ellos: vuelo, armamento, botánica y matemáticas.

³ PÉREZ, Magdaleno. Historia de la bicicleta. [En línea]. Disponible en: <<http://www.mundo-caracol.com/bicicletos/historia.asp>>. [Consulta: 25 Jul., 2008]

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el prototipo funcional de una bicicleta de montaña que esté diseñada para actividades de *light free ride*⁴ y *light downhill*⁵ comprendidas dentro de la modalidad *all mountain*⁶ del ciclo montañismo. Adicionalmente deberá presentar una excelente relación precio–producto, ofreciendo un alto componente de diseño e ingeniería, que a su vez genere un alto grado de competitividad dentro de este segmento del mercado.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el estado del arte para bicicletas de este tipo en el mercado colombiano, con el fin de identificar las carencias y los beneficios de cada una de ellas.
- Definir una metodología de diseño para el desarrollo del proyecto.

⁴ ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Freeride. [En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Freeride>>. [Consulta: 27 Jul., 2008]. El Freeride es una modalidad del ciclo montañismo que consiste en hacer trucos en saltos y obstáculos artificiales como *wallrides* o *northsores* (pasarelas y rampas de madera). Generalmente es practicado cuesta abajo. El *light free ride* es una modalidad menos agresiva del free ride como tal.

⁵ ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Ciclismo. [En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclismo>>. [Consulta: 27 Jul., 2008]. El Downhill es una modalidad del ciclo montañismo en la cual se compite en un camino totalmente en bajada, con saltos y obstáculos tanto naturales como artificiales. El *light downhill* es una modalidad menos agresiva del downhill como tal.

⁶ ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Mountain Bike. [En línea]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mountain_bike>. [Consulta: 27 Jul., 2008]. La modalidad All Mountain es una de las grandes divisiones del ciclismo. Incluye saltos y travesías por terrenos rocosos y escarpados, a la vez que cruce de riachuelos y ascensos y descensos tanto en senderos naturales como caminos de tierra. Por lo general el ciclista de esta modalidad debe sortear todo tipo de obstáculos tales como troncos, piedras, raíces y arbustos, entre otros. Esta modalidad abarca las prácticas más agresivas del género del ciclismo, tales como el downhill y el freeride.

- Verificar la resistencia estructural de la bicicleta por medio de un análisis de Elementos Finitos.
- Verificar el adecuado funcionamiento de la suspensión por medio de un análisis en Linkage.
- Construir un prototipo funcional con materiales y acabados reales y de muy buena calidad, que permita visualizar con veracidad el resultado final del proceso de diseño e ingeniería.
- Medir el correcto desempeño de la bicicleta bajo condiciones normales de uso por medio de pruebas de usuario.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La topografía colombiana presenta contrastes significativos que abarcan desde cordilleras, selvas y mesetas hasta desiertos, entre otros. Por esta razón, Colombia se ha ido convirtiendo en un destino turístico obligado para todas aquellas personas, tanto nacionales como extranjeras, que quieran practicar el ciclo montañismo.

Actualmente, en el mercado interno colombiano existe una carencia en cuanto a bicicletas para deportes de este tipo ya que están enfocadas a nichos de mercado muy generales y no se adaptan en su totalidad a las diversas variables del deporte como tal. Esto hace que el consumidor tenga que pagar un alto precio por una bicicleta que pueda cubrir sus necesidades específicas y que en la actualidad su accesibilidad dentro del mercado colombiano es reducida; en la mayoría de los casos este aspecto obliga al ciclista a importar dicha tecnología.

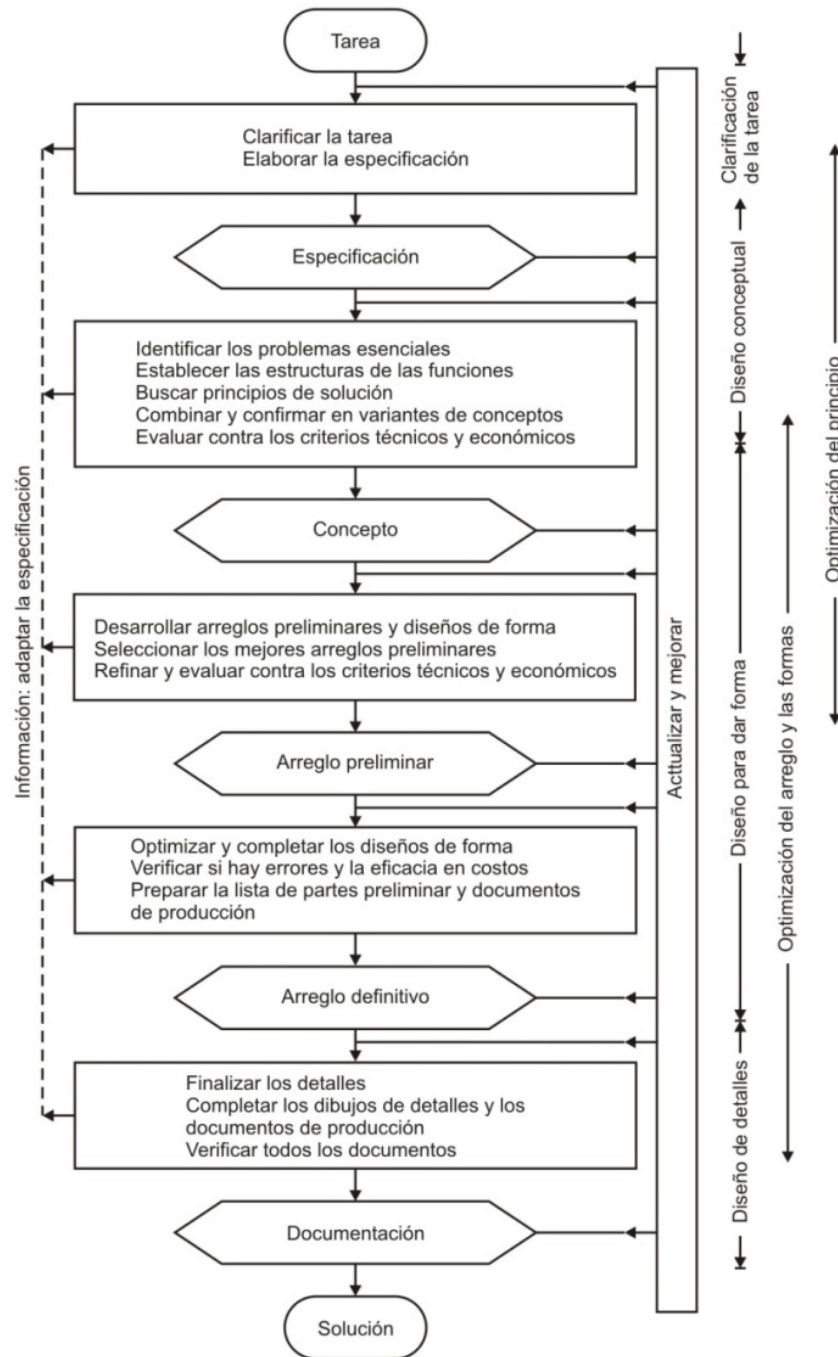
Lograr diseñar y construir una bicicleta que cumpla a cabalidad con los requerimientos para practicar estas variables del ciclismo y que a su vez presente un precio razonable y asequible se hace indispensable, ya que es un grupo del mercado nacional en constante crecimiento y con un índice de comercialización de sus productos evidentemente menor que otros grupos de la misma gama.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo del proyecto parte del modelo propuesto por Pahl y Beitz en el libro “Métodos de Diseño” de Nigel Cross (Ver figura 1). De éste modelo se toman las cuatro fases más generales, que son clarificación de la idea, diseño conceptual, diseño para dar forma y diseño de detalles. A estas cuatro fases se agregaron el proceso de manufactura y el protocolo de pruebas, con el fin

de hacerle un seguimiento adecuado a la construcción del prototipo y de verificar el buen funcionamiento de éste.

Figura 1. Modelo de Pahl y Beitz del proceso de diseño



Fuente: CROSS, Nigel. Métodos de diseño. México : Limusa, 2002. p. 184.

En la fase inicial de clarificación de la idea se realizó el Marco Teórico con toda la investigación acerca del ciclo montañismo y el usuario al cual está dirigido el producto, con el fin de identificar las necesidades básicas que se buscan en una bicicleta de estas características. También se hizo el Estado del Arte con la investigación de las bicicletas que actualmente se comercializan en el mercado nacional y las más representativas a nivel internacional.

En la fase de diseño conceptual se realizó la caja negra y la estructura funcional del producto, lo cual permitió identificar ciertos portadores de función que se configuraron en la matriz morfológica, para configurar varias arquitecturas del producto.

De los portadores de función encontrados en esta fase y de las necesidades halladas en la fase anterior se realizó el *PDS*^{*}, donde quedaron contempladas todas las especificaciones de diseño del producto. El PDS es un documento de gran importancia en el proceso de diseño ya que contiene la información necesaria para lograr una solución exitosa al problema encontrado. En él se divide el problema por pequeñas categorías para hacer más fácil la consideración de cada una de ellas y así poder detallar cada uno de los requerimientos que debe tener como sus limitaciones.

Luego se dio inicio a la fase de diseño para dar forma, donde por medio de unos *mood boards*⁷ se recopilaron imágenes que permitieron conocer mejor al usuario y las tendencias de diseño para el referente formal escogido, ajustándose así a la emoción de *versatilidad* que se quiere mostrar en el producto final. Luego se dio inicio a la generación de alternativas, donde por medio de una matriz de evaluación, con unos parámetros previamente definidos, se calificaron una a una para dar como resultado la alternativa final.

En la fase de diseño de detalles se realizó la modelación 3D de la alternativa seleccionada, para la cual se hicieron además unas pruebas de color y los cálculos estructurales que permitieron garantizar su buen desempeño y resistencia. A partir de la modelación se sacaron los planos de cada una de las piezas y se dio inicio al proceso de manufactura donde, después de construido el prototipo, se procedió a verificar su correcto desempeño por medio de un protocolo de pruebas de usuario.

* Del inglés *Product Design Specification*, Especificación de Diseño de Producto. Dentro del proceso de diseño, el PDS sirve para entender la naturaleza de un problema, y en consecuencia, estar en mejores condiciones de poder diseñar una mejor solución al mismo.

⁷ ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Mood board. [En línea]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mood_board> [Consulta: 3 Ago., 2008]. Colección de imágenes, fotos, diagramas, bosquejos, dibujos, palabras, texturas y colores alrededor de un tema en específico.

En la figura 2 se puede apreciar la metodología completa sobre la cual se desarrolló la bicicleta.

Figura 2. Metodología del proyecto



2. MARCO TEÓRICO

¿Qué es el Ciclomontañismo?

“El ciclo montañismo nació y se desarrolló a partir de la necesidad de salir del estrés que produce hacer deporte en las ciudades, carreteras de cemento y asfalto, al lado de fábricas y vehículos que sólo expiden tóxicos y venenos para la salud del hombre”.

“El hombre adaptó una bicicleta que pudiera maniobrar en el monte, la trocha, el camino, el sendero, la playa, el páramo, el pantano, el barro y la espesura de la manga. Cuando la ensayó en todos los terrenos, la bautizó la bicicleta del monte y a los que la montan, los llamó ciclomontañistas”. (Historia/Comisión Colombiana de Ciclomontañismo/27.07.08)

El Ciclomontañismo nació en California a finales de los años setenta, no obstante, sus orígenes se remontan mucho más atrás, concretamente a 1933. Ese fue el año que Ignaz Schwinn, construyó en Estados Unidos, una bicicleta de gran robustez, la Schwinn Excelsior, que muy pronto se hizo popular entre los repartidores de periódicos a domicilio.

Figura 3. Bicicleta Schwinn Excelsior



Fuente: PORRAS, Gabriel. Historia de la bicicleta. [En línea]. Disponible en: <mtbdenoche.blogspot.com>. [Consulta: 27 Jul., 2007].

Hacia mediados de la década de los setenta, justamente cuando nacían las primeras *BMX*⁸, algunos aficionados crearon competiciones en descenso, sobre todo en el condado de San Francisco. Fue entonces cuando se "redescubrieron" las viejas Shwinn, que probaron su perfecta utilidad para las competiciones de este tipo.

Gary Fisher, uno de los pioneros del ciclomontañismo, modificó su Shwinn, aplicándole los cambios de velocidad para poder utilizarlas también en subidas. Muy pronto Joe Berezze, comprendió que el secreto de las viejas Shwinn no dependía del grosor de los tubos, sino de la geometría del cuadro. Estas consideraciones lo impulsaron a construir bicicletas nuevas con bastidores de una geometría similar, pero equipadas con grupos más eficientes, "había nacido la bicicleta todo terreno".

En la historia del ciclomontañismo aparecen otros pioneros como: Charlie Cunningham y Tom Richey, Mike Sinyard, Tim Neenan, los cuales crearon el *Stumpjumper*, uno de los modelos más famosos y otros nombres como *Murray* y *Ross*. Estas bicicletas adquirieron el nombre de All Terrain Bike, el cual traduce *Todo Terreno*. A partir de estas bicicletas se crearon las competencias ideadas para ellas. El Primer Mundial de Ciclomontañismo, se realizó en 1991.

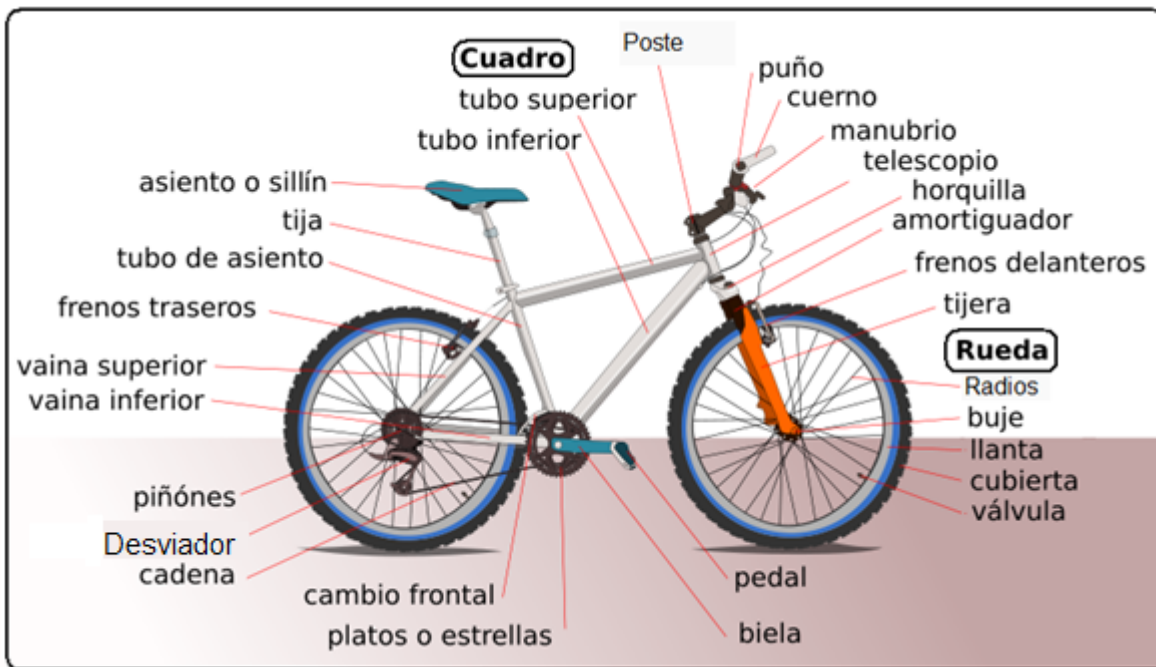
En Colombia existe la CCCM (Comisión Colombiana De Ciclomontañismo), organismo que rige esta disciplina en todo el país, según Resolución No.56 de Noviembre 29 de 1993, de Fedeciclismo y jurídicamente con Personería No.01676 de Marzo 01 de 1995.

Actualmente existen 17 Comités departamentales de ciclomontañismo. El Presidente es el señor Jorge Ovidio González Longas y hasta la fecha se ha participado en cuatro Mundiales, Latinoamericanos, Panamericanos, Bolivarianos y Copas de Venezuela, Panamá, Chile, Perú.

⁸ ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Bmx. En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Bmx>>. [Consulta: 3 Ago., 2008]. Del inglés *Bicycle Moto Cross*. Modalidad acrobática del ciclismo que nace en los años setenta cuando los jóvenes intentaban imitar a los campeones de moto cross en sus bicicletas.

2.1 PARTES Y CARACTERÍSTICAS DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Figura 4. Partes de la bicicleta



Fuente: ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Partes de una bicicleta. [En línea]. Disponible en: <http://bicipedia.es/wiki/index.php/Partes_de_una_Bicicleta>. [Consulta: 5 Ago., 2008]

Cuadro: estructura que soporta todas las piezas de la bicicleta y dota de rigidez a toda la estructura. Está compuesto por un tubo superior y uno inferior. A su vez, esta estructura primaria posee una parte secundaria (tijera, para modelos de doble suspensión) que soporta la rueda trasera y que está compuesta por la vaina superior e inferior. El marco puede estar constituido por distintos materiales como acero, aluminio o fibra de carbono, entre otros.

Tubo de asiento: tubería que se usa como elemento de unión y soporte de los tubos superior e inferior en algunas configuraciones de cuadros (configuraciones estándar).

Frenos delanteros y traseros: sistemas delanteros y traseros que por acción de una fuerza de fricción activada por mecanismo hidráulico o mecánico se encargan de reducir la velocidad o detener la bicicleta en movimiento.

Cadena: elemento que transmite la fuerza mecánica producto de la acción de pedaleo a la rueda trasera.

Platos o estrellas: elementos del sistema de transmisión de potencia que se encargan de posicionar la cadena con el conjunto de piñones en la relación de pedaleo requerida por el ciclista.

Telescopio: tubo de unión entre el manubrio y la horquilla del tenedor.

Horquilla: pieza en la que van acoplados ambos amortiguadores del tenedor y que se encarga de unirlos al telescopio.

Amortiguador: sistema del tenedor encargado de la absorción de impactos en la rueda delantera fruto de irregularidades en las superficies de desplazamiento.

Tijera: sistema compuesto por telescopio, horquilla y amortiguador.

Buje: elemento de empalme entre la tijera y la rueda delantera que permite la rotación de la misma con respecto a este punto fijo.

Válvula: elemento de admisión de aire hacia la cubierta de la rueda que permite el inflado o desinflado de la misma.

Asiento o Sillín: elemento que sirve para poder reposar el cuerpo llevando una cierta comodidad y así poder transmitir mejor el movimiento del cuerpo del ciclista a la bicicleta.

Tija del sillín: barra que sujeta el sillín al cuadro.

Poste: elemento de unión que sujeta el manillar al cuadro enganchado al tubo de la suspensión (en algunos modelos).

Manubrio: barra horizontal donde se sujeta la bicicleta con las manos y a su vez permite direccionarla hacia donde el ciclista lo requiera.

Cuernos: son un par de estructuras que se ponen en los dos extremos del manillar, principalmente para favorecer el agarre del manubrio en condiciones de ascenso.

Puños: elemento primario de sujeción del manillar. Permite tener un óptimo agarre del manillar.

Ruedas: mecanismos circulares que giran sobre el eje o buje de la rueda. Es lo que le da movimiento a la bicicleta.

Llanta: aro metálico que confiere rigidez a la rueda y se encuentra en la parte exterior de la rueda, entre la cubierta y los radios.

Cubierta: banda de goma que protege la recámara de la rueda. También da agarre a la bicicleta y rigidez a la rueda. Las cubiertas son los elementos que están en contacto con el terreno.

Radios: varillas que unen la llanta con el eje de la rueda.

Pedales: objetos en los que se sitúan los pies y con los que es posible ejercer una energía cinética a la cadena para obtener una transmisión de potencia mecánica en los platos y piñones que produzca el movimiento de la bicicleta.

Bielas: barras que unen los pedales con el eje de la caja centro.

Cambio frontal: Elemento del sistema de cambios que sirve para subir o bajar la cadena entre los platos.

Cadena: conjunto de piezas (eslabones) articuladas que trasmite el movimiento de los platos a los piñones.

Desviador: sistema de ruedas dentadas que se encuentra en la parte trasera de la bicicleta y sirve para subir o bajar la cadena por los piñones.

Casete de piñones: todo el conjunto de piñones dispuestos en el eje de la rueda trasera en la parte derecha de ésta.

2.2 TIPOS DE BICICLETAS DE MONTAÑA

Hasta hace quince años, las bicicletas de *downhill* y *cross country** dominaron el deporte del ciclismo de montaña. Hoy en día, el deporte es más complejo y popular ya que han salido al mercado nuevos tipos de bicicletas; algunas producto de cruces de bicicletas ya hechas, que ofrecen más diversidad y opciones específicas. Todas las bicicletas de montaña están diseñadas para aplicaciones muy diferentes y para obtener mejores resultados en cada uno de los estilos de ciclo montañismo que existen. A continuación se presentan los diferentes tipos de bicicletas de montaña que existen.

* Modalidad del ciclismo de montaña, en la cual y dependiendo de la forma de la competición, se puede presentar la categoría de maratón, cuando se trata de realizar una etapa desde un punto hasta otro; o bien de rally, cuando la carrera se disputa en un circuito cerrado.

Freeride/Downhill

Figura 5. Bicicleta de downhill



Fuente: ASILVERTOUCH. Downhill. [En línea]. Disponible en: <www.asilvertouch.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

Figura 6. Modalidad freeride



Fuente: NEWLIN, Jason. Freeride. [En línea]. Disponible en: <www.3twenty3.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

El *freeride/downhill* se ha convertido rápidamente en una disciplina líder dentro del ciclismo de montaña. El *downhill* es un estilo más antiguo, que utiliza principalmente un tipo de bicicleta de montaña que presenta sistemas de suspensión más eficientes, así como cuadros más robustos y resistentes. El *freeride/downhill* incorpora un paseo por cualquier lugar donde lo más importante es la sensación de libertad.

Las bicicletas para *freeride/downhill* vienen con *full suspensión** y tienden a tener una selección limitada de la caja de cambios (7-9 cambios en total). Las bicicletas de *Freeride* son las más orientadas hacia los corredores que gastan la mayor parte de su tiempo en los parques y en las colinas. Las bicicletas no están diseñadas para andar cuesta arriba por mínimo que sea el trayecto, por lo cual se hace necesario que sean transportadas en vehículo dado el caso que tenga que llegarse hasta un punto determinado.

Las bicicletas para *freeride/downhill* se encuentran entre las más caras dentro del grupo de las bicicletas de montaña, con un costo que en algunas ocasiones supera los diez mil dólares.

Cross Country

Figura 7. Bicicleta de cross country



Fuente: HAGGUL. Cross country. [En línea]. Disponible en: <www.haggul.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

Figura 8. Modalidad cross country



Fuente: DOVER. Cross country. [En línea]. Disponible en: <www.dover.idf.il>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

* Término que se utiliza en ciclo montañismo para designar un sistema de suspensión total en la bicicleta; es decir, efectivo para ambas ruedas.

La bicicleta de *cross country* es la más tradicional, versátil y conocida dentro de las bicicletas de montaña. Las bicicletas de *cross country* están diseñadas para todos los tipos y grados de terreno y son ideales tanto para subir colinas como para bajarlas. Ellas incorporan una completa selección de cambios (generalmente 27) y son las más livianas (generalmente pesan entre 20 y 30 lbs). Las bicicletas de *cross country* pueden ser rígidas (no tener suspensión), *hardtail* (sólo suspensión delantera) o *full suspensión*, dependiendo de la marca y el modelo. Las bicicletas de *cross country* generalmente están bien adaptadas al tamaño medio de los ciclistas que buscan montar por senderos, colinas y montañas, así como cuesta abajo.

Los precios varían mucho dependiendo de la suspensión, los componentes y el peso, entre muchas otras cosas.

All Mountain

Figura 9. Bicicleta de all mountain



Fuente: STORE, Bike. All mountain. [En línea]. Disponible en: <www.abikestore.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

Figura 10. Modalidad *All Mountain*



Fuente: DOBBINS, Lee. Mountain bike. [En línea]. Disponible en: <www.83sportsoutdoors.blogspot.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

Con el fin de hacer una clara diferenciación entre las bicicletas de *cross country* y *freeride*, muchas empresas ofrecen una categoría especial donde se comprometen las ventajas de ambos estilos. El nombre puede variar, pero *all mountain* es bastante común. Todas las bicicletas de *all mountain* ofrecen *full suspensión*, un completo conjunto de cambios y un marco ligeramente más resistente y pesado que las bicicletas de *cross country*.

Dirt Jumping

Figura 11. Bicicleta de *Dirt Jumping*



Fuente: SAFE SHOPPER. Dirt jumping. [En línea]. Disponible en: <www.safe-shopper.co.uk>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

Figura 12. Modalidad *Dirt Jumping*



Fuente: CYCLE SOLUTIONS. *Dirt Jumping*. [En línea]. Disponible en: <cyclesolutions.ca>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

El *Dirt jumping* es una subcategoría del *freeride* que implica montar en parques y hacer trucos de saltos y caídas similares al Moto Cross⁹ en Bicicleta (del inglés BMX). Estas bicicletas son más pequeñas que los otros tipos de bicicletas de montaña y están diseñadas con el único fin de realizar saltos. Tienen pocos cambios y no funcionan bien para otro tipo de ciclismo de montaña. A diferencia de las bicicletas BMX, las bicicletas de *dirt jump* tienen suspensión delantera. Ellas son las más adecuadas para los ciclistas aficionados del *dirt jumping*, quienes generalmente ya tienen otra bicicleta de montaña.

2.3 PERFIL DEL USUARIO

La bicicleta 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.

Son personas con un alto grado de competitividad, que les gusta exigirse a sí mismas y que se han desempeñado a lo largo de toda su vida en deportes y actividades de alto riesgo. Su afición por las bicicletas y el ciclomontañismo se ve

⁹ ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Motocross. [En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Motocross>>. [Consulta: 8 Sep., 2008]. El moto cross es una disciplina motociclística que se desarrolla en circuitos sin asfaltar en la que se combina la velocidad con la destreza necesaria para controlar la motocicleta ante las irregularidades del terreno, con curvas cerradas, montículos, baches y cambios de rasante.

reflejada en la calidad de los aparatos y accesorios que utilizan, ya que no escatiman en gastos cuando de tener una bicicleta de altas especificaciones se trata.

2.4 ESTADO DEL ARTE

Con el fin de conocer la situación actual del sector y lo que se está ofreciendo en el mercado, es importante hacer un análisis de las bicicletas de montaña más utilizadas y de las que más se ajustan al perfil del usuario; teniendo en cuenta las necesidades que él busca suplir al momento de adquirir uno de estos modelos.

En las tablas 1, 2, 3 y 4 se muestran los modelos más representativos de las mejores marcas y se hace un análisis de sus ventajas y desventajas en términos de las necesidades encontradas, con el fin de sacar las mejores características para referenciar nuestro diseño.

Los modelos analizados son:

- GT Force 1
- Cannondale Moto carbón 1
- Trek Top fuel 69er
- Specialized Demo 8 II

Tabla 1. Análisis de las características del modelo GT Force 1.0

Marca: GT - Modelo: Force 1.0			
			
Ítem	Característica	Ventaja	Desventaja
Material del Marco	Aluminio 6061	Liviano	Costoso
Suspensión	4 barras	Funcionamiento sencillo	Complejidad en la geometría

Marco	Diseño	Robustez	Convencional
Frenos	De disco	Desempeño	Costoso
Amortiguador trasero	Aire/Aceite	Desempeño	Costoso

Tabla 2. Análisis de las características del modelo Cannondale Moto Carbón I

Marca: Cannondale - Modelo: Moto Carbón I			
			
Ítem	Característica	Ventaja	Desventaja
Material del Marco	Fibra de carbono	Extra liviano	Muy Costoso
Suspensión	4 barras	Rigidez y ajuste	Funcionamiento complejo
Marco	Diseño	Forma poco convencional	Difícil Manufactura
Frenos	De disco	Desempeño	Costoso
Amortiguador trasero	Aire/Aceite	Desempeño	Costoso

Tabla 3. Análisis de las características del modelo Trek Top Fuel 69ER

Marca: TREK - Modelo: Top Fuel 69ER			
			
Ítem	Característica	Ventaja	Desventaja
Material del Marco	Aluminio Hidroformado	Liviano	Muy Costoso
Suspensión	4 barras	Funcionamiento Sencillo	Poco eficiente
Marco	Diseño	Simplicidad	Convencional
Frenos	De disco	Desempeño	Costoso
Amortiguador trasero	Aire/Aceite	Desempeño	Costoso

Tabla 4. Análisis de las características del modelo Specialized Demo 8 II Force 1.0

Marca: Specialized - Modelo: Demo 8 II			
			
Ítem	Característica	Ventaja	Desventaja

Material del Marco	Aleación desconocida	Liviano	Muy Costoso
Suspensión	4 barras	Desempeño	Complejidad en la geometría
Marco	Diseño	Novedoso	Difícil manufactura
Frenos	De disco	Desempeño	Costoso
Amortiguador trasero	Aire/Aceite	Desempeño	Costoso

3. PROCESO DE DISEÑO

3.1 DISEÑO CONCEPTUAL

El proceso de Diseño Conceptual es un método que permite hacer un análisis más profundo del producto desde su función, encontrando soluciones independientes para cada una de las piezas que lo conforman.

En este proceso no se tiene en cuenta el aspecto formal sino que se enfoca solamente en el aspecto funcional.

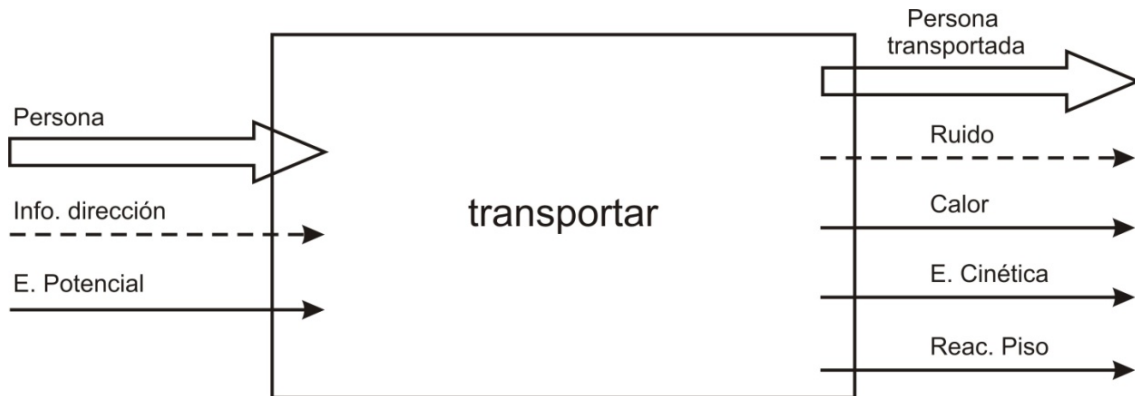
3.2 CAJA NEGRA

Con el fin de entender el producto desde su función, se utiliza el método de “análisis de funciones” (según el libro “Métodos de Diseño” de Nigel Cross), el cual ofrece un medio para considerar las funciones esenciales y el nivel en que el problema debe abordarse.

El punto de partida de éste método consiste en concentrarse en lo que el producto debe lograr y no en cómo se va a lograr. La forma más simple de expresar esto es representar el producto de una forma tan sencilla como sea posible, convirtiendo ciertas “entradas” en “salidas” deseadas. La “caja negra” contiene todas las funciones que son necesarias para convertir las entradas en salidas.

Entendiendo la bicicleta desde su funcionamiento, se determinó que la función principal de ésta es *transportar*, y su “caja negra” se ilustra en la figura 13.

Figura 13. Caja negra

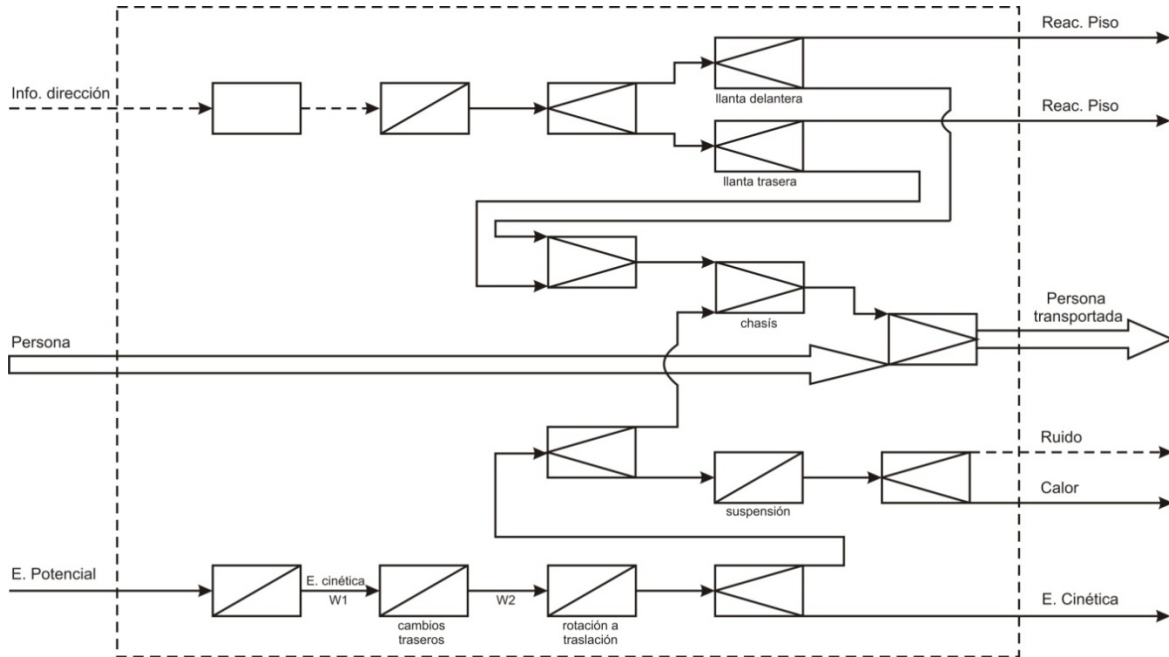


3.3 ESTRUCTURA FUNCIONAL

Una vez se ha construido la “caja negra” del producto, se realiza un diagrama de bloques que se compone de todas las funciones secundarias; las cuales se identifican por separado encerrándolas en cuadros y enlazándolas mediante sus entradas y salidas, de manera que satisfagan la función general del producto, que en este caso es *transportar*. En otras palabras, la “caja negra” original de la función general se vuelve a dibujar como una “estructura funcional” en la que puedan verse las funciones secundarias necesarias y sus enlaces.

En la figura 14 se muestra la estructura funcional completa del producto, con sus respectivos flujos de materia, energía e información.

Figura 14. Estructura funcional













3.4 MATRIZ MORFOLÓGICA





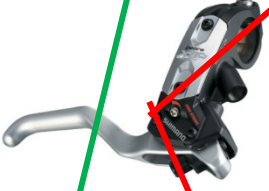






La matriz morfológica del producto parte de una lista de las funciones que son esenciales para el funcionamiento del producto. Esta lista de funciones está basada en las funciones secundarias identificadas en la estructura funcional y que pueden combinarse para formar posibles soluciones.

Teniendo la lista de funciones secundarias, se asigna a cada una de ellas un medio físico o portador para realizarlas. Finalmente, se trazan diferentes rutas con el fin de configurar la arquitectura definitiva de la bicicleta.

En la tabla 5 se puede apreciar la matriz morfológica del producto.

Tabla 5. Matriz morfológica

Función	Portador 1	Portador 2	Portador 3
Transformar	 <p data-bbox="310 604 472 642">8 sprockets</p>	 <p data-bbox="688 604 850 642">9 sprockets</p>	
Transformar			
Transformar Transmitir			
Transformar Transmitir			

Transmitir			
Transmitir			
Transmitir			
Transmitir			
Convertir			

Discipar	 <p>160 mm</p>	 <p>80 mm</p>	 <p>1 203 mm</p>
Transmitir			
Sostener			
Integrar Disipar		 	
Soportar Transmitir			

Integrar Transportar			
Discipar Integrar	 All Mountain	 Cross Country	 Down Hill

La descripción de los ítems de la matriz morfológica se puede ver en la tabla 6.

Tabla 6. Características de los ítems de la matriz morfológica

FUNCIÓN	ITEM		
Sprokets	8 sprokets	9 sprokets	Sproket sencillo
Platos	Para cambios	Para correa de potencia	Sencillo (sin cambios)
Desviador delantero	Con soporte al marco	Con soporte a la caña	Ninguno
Desviador trasero	Para cambios 8	Para cambios 9	Ninguno
Sistema de frenos	De pastas	De disco con sistema mecánico	De disco con sistema hidráulico

Palancas de freno	Mecánicas	Hidráulicas	Ninguna
Palancas cambios de	Sencillo	Integrado	Ninguna
Cadena transmisión de	Metálica	Correa de potencia	
Discos de freno	De 160 mm de diámetro	De 180 mm de diámetro	De 203 mm de diámetro
Manzanas	Para frenos de disco	sencillas	
Llantas	Para cemento	Para trocha	Para descenso en calle
Sillín	De competencia	Acolchado	Ergonómico
Tenedor	Rígido	Descenso	Enduro
Pedales	Automáticos	Sencillos	
Rines	Poliméricos de astas	Metálicos con radios	
Suspensión	All montain	Freeride	Downhill

3.5 ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

Con las diferentes configuraciones encontradas en la matriz morfológica, se hizo un análisis detallado de cómo sería la configuración final del producto para cada una de ellas, encontrando las ventajas y desventajas.

En las tablas 7, 8 y 9 se pueden apreciar las diferentes configuraciones encontradas y el análisis correspondiente para cada una de ellas.

Tabla 7. Ventajas y desventajas de la ruta 1

Ruta 1	
Ventajas Excelente frenada Buena relación de Cambios Llantas adecuadas para su uso Buen sistema de suspensión	Desventajas Componentes de alto Costo.

Tabla 8. Ventajas y desventajas de la ruta 2

Ruta 2	
Ventajas Buena relación de cambios. Buena frenada. Llantas adecuadas para su uso	Desventajas Rines poco resistentes Sistema de suspensión no optimo para descensos

Tabla 9. Ventajas y desventajas de la ruta 3

Ruta 3	
Ventajas Sistema de suspensión excelente Llantas adecuadas para su uso	Desventajas No tiene cambios Frenos poco eficientes

Como resultado del análisis anterior, se optó por la ruta 1, la cual es la que mejor se ajusta a las necesidades del mercado objetivo y del usuario, y aunque los costos de estos componentes son altos, se obtiene, sin embargo, una excelente calidad y desempeño de los mismos.

3.6 ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL PRODUCTO (PDS)

Partiendo de la investigación del tipo de bicicletas de montaña que existen y sus diferentes usos, así como del análisis del estado del arte, se pudieron identificar unas necesidades básicas, tanto del mercado como del usuario, las cuales se

tuvieron en cuenta en términos de parámetros para elaborar el PDS del producto. Allí se encuentra cada uno de estos parámetros especificado en términos de medidas y rangos de valores, tal como se puede apreciar en la Tabla 10.

Tabla 10. Especificaciones del diseño del producto

PRODUCTO: BICICLETA DE MONTAÑA PARA CARRERAS DE AVENTURA				
	VOZ DEL USUARIO	INTERPRETACIÓN	D (demanda) d (Deseo)	REQUERIMIENTO
COMPETENCIA	Las bicicletas que se encuentran en el mercado para este tipo de actividades no se adaptan en su totalidad a las variables de la topografía colombiana	Que la bicicleta tenga mecanismos y formas que faciliten la interface usuario máquina y la hagan más fácil, práctica y segura.	D	Que se desempeñe por variedad de superficies. Mecanismos de seguridad y una suspensión que facilite el control de la bicicleta sobre terrenos difíciles.
	Las superficies de apoyo tengan materiales antideslizantes.	Que los puntos de apoyo le brinden al usuario la estabilidad requerida para la manipulación eficiente de la bicicleta.	D	Texturas antideslizantes en las superficies de apoyo del usuario.

	Sería muy bueno que la bicicleta se pueda transportar fácilmente en cualquier sistema de transporte como vehículos públicos, privados, masivo, entre otros.	Ojalá sea liviana.	D	Que sus materiales tengan características livianas como el aluminio, la fibra de carbono o el acero de un calibre adecuado.
CALIDAD Y CONFIABILIDAD	Lo ideal es que la bicicleta que uno compra no se dañe al poco tiempo de uso y resista condiciones extremas.	Que resista la frecuencia de uso normal por un período de tiempo considerable antes de presentarse la primera falla.	D	Tiempo mínimo antes de la primera falla: 2 años.
SEGURIDAD	Algunas veces es muy difícil frenar.	La bicicleta debe tener un freno efectivo que le permita detenerse en el menor tiempo y distancia posible sin representar un riesgo para el usuario.	D	Frenos de disco adelante y atrás.
	Que este bien distribuido el peso para facilitar la estabilidad.	Que tenga el centro de gravedad bien distribuido.	D	Que posea al tamaño adecuado para soportar el peso del usuario.

	Las llantas deben ayudar al buen desempeño de la bicicleta y no representar un peligro para el usuario.	Que tengan una duración razonable y se ajusten a las características del terreno.	D	Las llantas deben tener un labrado especial propio para las condiciones del terreno.
ERGONOMÍA	Que sea tan versátil, ágil y cómoda en su interacción con el usuario que se adapte a las condiciones del terreno sin mayor dificultad.	Adaptable al tamaño estándar escogido.		Que sus dimensiones se adapten ergonómicamente a un usuario talla S.
		Que posea mecanismos de graduación de tamaño para diferentes alturas.		Asiento ajustable en altura.
INSTALACIÓN	No se puede armar o desarmar fácilmente debido a la complejidad de sus sistemas.	Que sea fácil de armar.	D	Tiempo máximo de armado: 2 hr.
		Que se requiera un número mínimo de personas y herramientas de uso simple para la instalación.		Máximo 1 persona para el armado y desarmado.

TAMAÑO	El tamaño sea adecuado	Que posea medidas adecuadas para transitar ágilmente en los terrenos apropiados.	D	Dimensiones máximas en conjunto: L 112 cm x A 13 cm x h70 cm
		Que se pueda transportar en casi cualquier vehículo.	D	Dimensiones máximas desarmado: Alto: 70 cm Ancho: 13 cm Largo: 112 cm
PESO	Para armarla y transportarla que solo se necesite una persona.	Que se pueda manipular fácilmente durante el transporte y no se necesite más de una persona para levantarla.	D	Peso máximo de todo el sistema: 12 Kg.
PRECIO	Las bicicletas que se consiguen en Colombia cuestan más o menos USD\$ 5000	Reducir los costos para tener un mayor mercado.	D	Precio máximo del sistema USD\$ 3.000
AMBIENTE	Los desplazamientos se realizan en lugares abiertos.	Que no se deteriore con el uso frecuente y la exposición al sol, a diferentes climas y ambientes.	D	Utilización de pinturas a base de poliuretano y antioxidantes.
VIDA EN SERVICIO	El uso es moderado y por lapsos de tiempo	Que resista la frecuencia de uso normal por un período de tiempo considerable antes de su desecho.	D	Frecuencia de uso: 8 horas por semana.
				Tiempo de vida en servicio: mínimo 5 años.

APARIENCIA ESTÉTICA	Debe ser de formas simples pero con un alto componente de diseño.	Que los colores y acabados sirvan para comunicar las funciones de las diferentes partes.	D	Colores llamativos y contrastantes para las superficies de cada una de sus partes.
		Ojalá el lenguaje del producto sea consecuente con el referente de diseño escogido.	d	Texturas antideslizantes para las superficies de contacto con el usuario. Utilización de formas geométricas extraídas del referente. Utilización de colores del referente que armonicen y sean llamativos.
MATERIALES	Que sea resistente, liviano y duradero.	Que los materiales utilizados sean de ingeniería y amigables con el ambiente.	D	Utilizar aluminio, fibra de carbono o acero.
PROCESOS DE MANU-FACTURA		Que los procesos de fabricación utilizados estén disponibles en Colombia.	D	Utilización de procesos como: fresado, corte, taladrado roscado, soldado, fresado, soplado, roto moldeo, entre otros.

FACILIDADES DE MANUFACTURA		Que pueda ser fabricado en las instalaciones de la universidad EAFIT.	d	Taller de prototipos, modelos, máquinas y herramientas, soldadura y materiales.
TIEMPO DE DESARROLLO		Que el producto se pueda desarrollar en su totalidad máximo en 1 año.	D	Inicio del proyecto: Agosto de 2008.
				Modelo del concepto de diseño: Octubre de 2008.
				Prototipo final: Marzo de 2009.
MANTENIMIENTO		Que el mantenimiento preventivo lo realice el usuario.	D	Uso mínimo de herramientas y sin necesidad de un montaje especializado.
		Que las piezas se puedan reemplazar fácilmente.	D	Herramientas requeridas para cambio de piezas: Llave.
				Venta de piezas y módulos individuales por separado.

4. DISEÑO PARA DAR FORMA

En esta parte del proceso de diseño se busca dar forma al producto teniendo como punto de partida los requerimientos y especificaciones encontradas en la fase de Diseño Conceptual.

Se da inicio entonces al proceso de diseño para dar forma con el análisis formal, por medio del cual se hacen los *mood boards* de usuario, emoción y tema visual.

Luego se realiza el alfabeto visual del producto, que parte del referente de diseño escogido en el *board* de la emoción “versatilidad”, que en este caso es la tecnología *stealth*¹⁰. Teniendo el referente formal escogido y previamente analizado, se hace el análisis de colores, texturas y formas del referente, en el cual se sacan las formas básicas, que luego se intervienen por medio de diferentes principios como la simetría, la repetición y la concetricidad.

También es importante tener en cuenta los principios de ergonomía y antropometría del usuario, para lo cual se hace un análisis de factores humanos donde se tienen en cuenta las diferentes posiciones del piloto.

Finalmente, se hace la generación de alternativas donde, por medio de unos criterios claros plasmados en una matriz de evaluación, se evalúan y se escoge la que mejor cumple con cada uno de ellos.

4.1 ANÁLISIS FORMAL

Mood boards

Los Boards son collages elaborados por medio de la recopilación de imágenes. Son además, una herramienta creativa que se utiliza para estudiar las tendencias y conocer mejor al usuario, con el fin de darle al proceso de diseño del producto un enfoque claro

¹⁰ ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Tecnología furtiva. [En línea]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_furtiva> [Consulta: 15 Ago., 2008]. Las tecnologías furtivas (del inglés *stealth*), llamadas popularmente de invisibilidad, cubren varias técnicas de ocultación, la mayoría usadas en aviones, helicópteros y barcos, para hacerles menos visibles a la detección del radar. Se basan principalmente en formas geométricas simples que forman ángulos rectos entre sí (por lo general dos piezas de metal), con el objetivo de reflejar más eficientemente las radiaciones del radar.

en términos de formas, colores y texturas. En la elaboración de los collages, es necesario definir una diagramación o lay out, para tener una intención clara y comunicar adecuadamente el mensaje.

En el primer *board* (Figura 26) se muestra al usuario y su estilo de vida, donde se puede apreciar claramente las actividades que realiza y el mundo que lo rodea.

En el segundo *board* (Figura 27) se ilustran las imágenes que representan la emoción escogida que se quiere representar en el producto, que en este caso es la *versatilidad*, y que posteriormente servirá para establecer el referente formal a ser utilizado en el proceso de diseño.

Finalmente, se encuentra el *board* del Tema Visual (Figura 28), donde se muestran todos los objetos que rodean al usuario en su día a día y la tendencia en diseño y colores que ellos prefieren.

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO Y SU ESTILO DE VIDA

- Dinámico.
- Deportista.
- Le gustan los deportes de riesgo y exigirse así mismo.
- Amante de la naturaleza y el cuidado del medio ambiente.

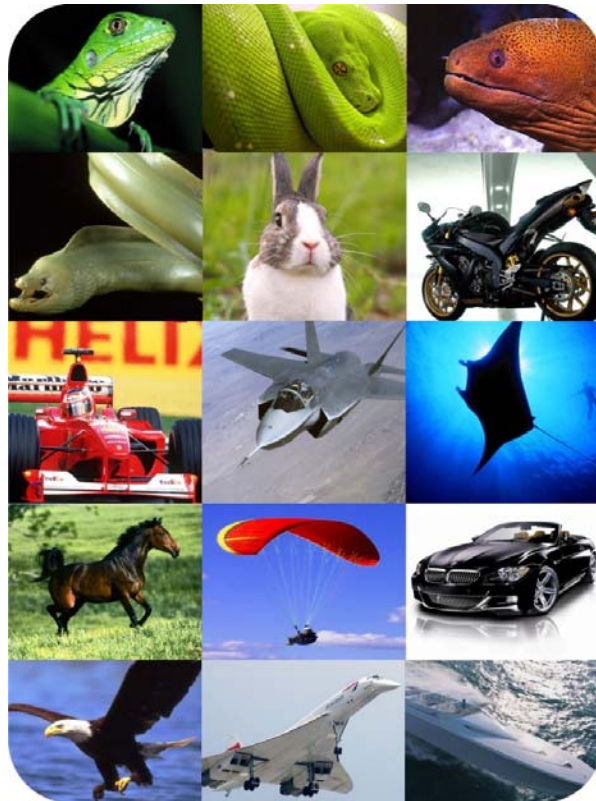
Figura 15. Board: usuario y estilo de vida



4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA EMOCIÓN QUE EVOCA EL DEPORTE: VERSATILIDAD

- Capacidad de adaptarse.
- Movilidad.
- Agilidad.

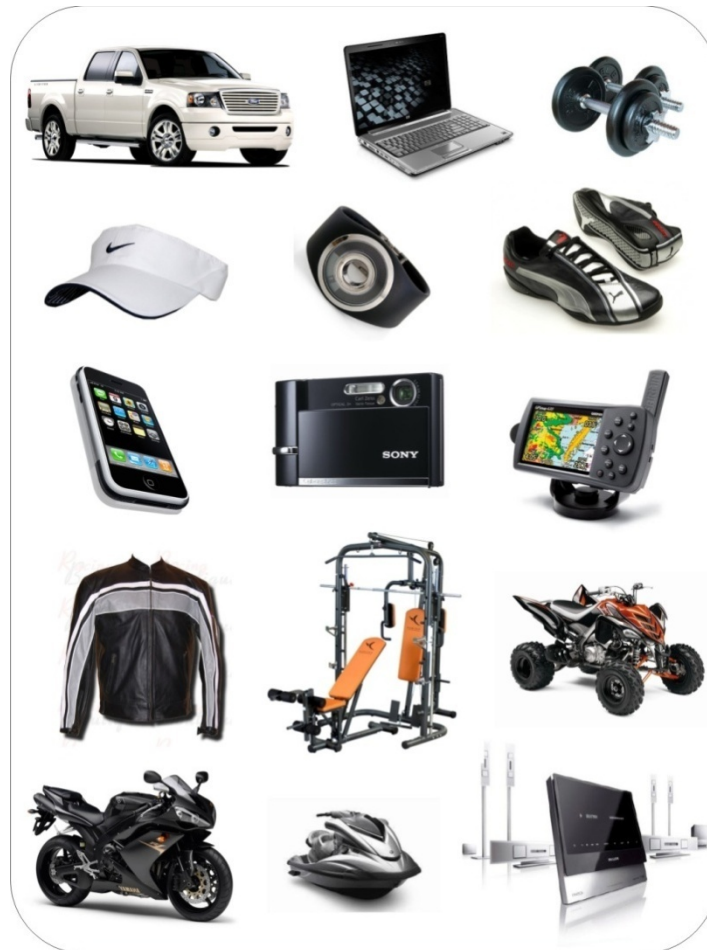
Figura 16. Board: emoción



4.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS QUE RODEAN AL USUARIO

- Objetos de última generación.
- Vanguardistas.
- Funcionales y prácticos.

Figura 17. Board: tema visual



4.5 ALFABETO VISUAL

El alfabeto visual es la última etapa del análisis formal, donde se deja claro el referente y todo lo que de él se desprende para la generación de alternativas.

Habiendo seleccionado previamente el referente en el *board* de la emoción, se extraen sus formas, colores y texturas más representativos.

4.6 REFERENTE FORMAL

El referente formal es una manera de generar alternativas gracias al estudio formal y funcional de algo concreto que ya existe, pudiendo ser cosas naturales o artificiales. Se pretende con esto obtener las características más representativas de dicho objeto con el fin de desarrollar el producto con dichos aspectos

Como se ilustra en el *board* de la Figura 29, los aviones caza (furtivos) representan claramente la emoción que se quiere plasmar en el producto y es por esta razón por la cual se tomó como referente formal para el diseño de la bicicleta este tipo de aparatos que utilizan la tecnología *stealth*. En la Figura 28 se muestran una serie de imágenes del referente.

Figura 18. Board: referente



4.7 COLORES Y TEXTURAS

Con el fin de darle una identidad al producto respecto al referente seleccionado, se hizo una selección de colores y texturas coherentes con los bombarderos de tecnología Stealth. En la Figura 30 se pueden apreciar dichas gamas de colores y texturas.

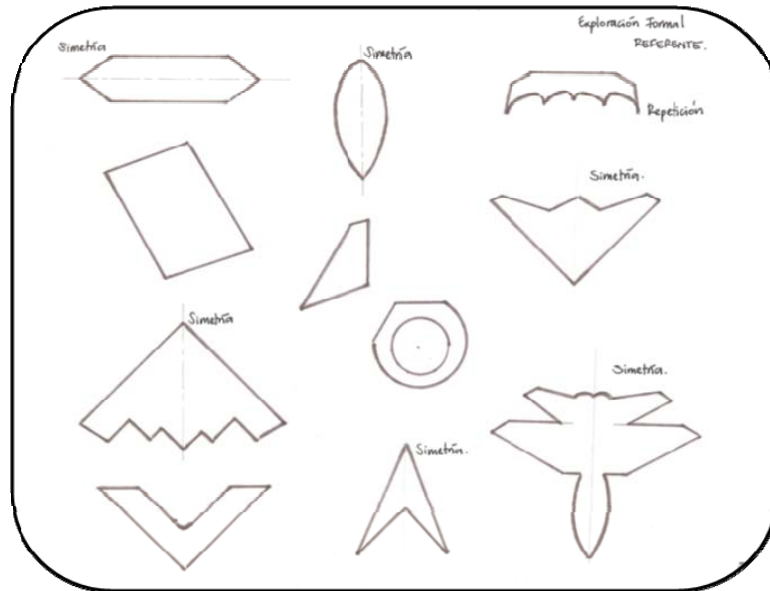
Figura 19. Colores y texturas



4.8 FORMAS DEL REFERENTE

A partir de las formas básicas extraídas del referente seleccionado, se busca encontrar otras nuevas formas, que van desde lo literal a lo abstracto, aplicando ciertos principios de simetría, repetición y concetricidad.

Figura 22. Formas del referente



En las Figuras 23 y 24 se ilustran las nuevas formas generadas a partir de las formas básicas extraídas y los principios de simetría, repetición y concetricidad aplicados, entre otros.

Figura 23. Exploración formal – referente

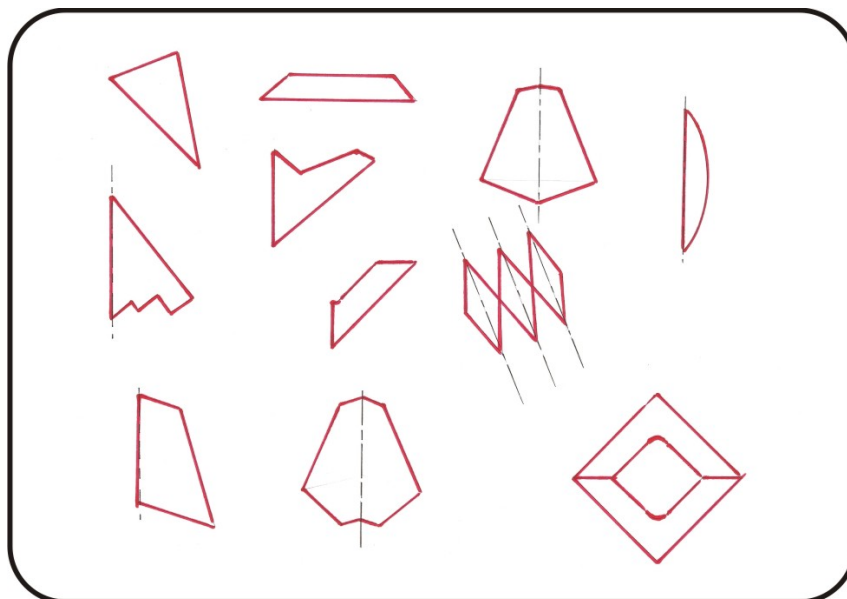
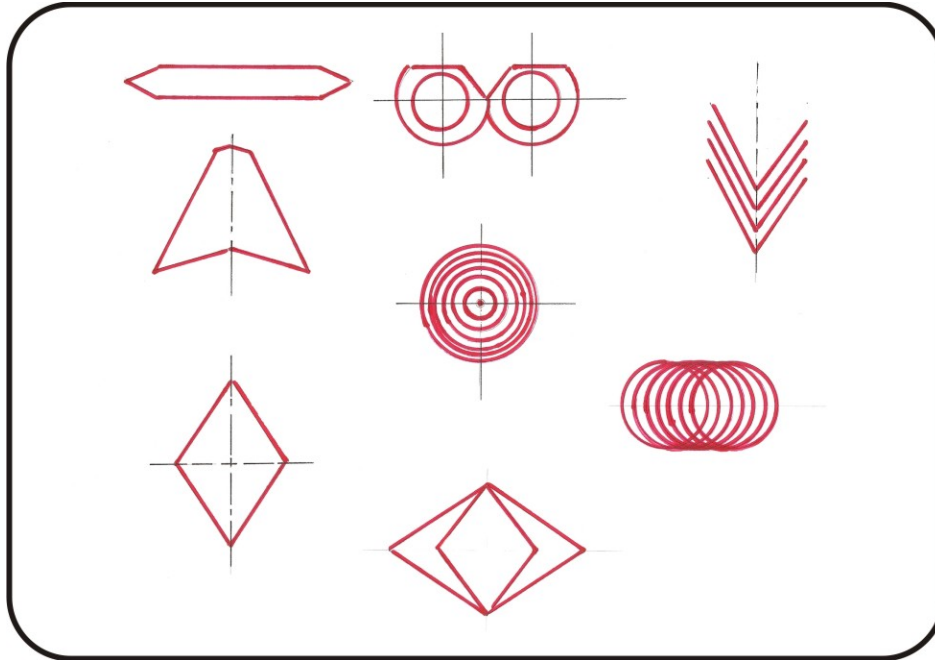


Figura 24. Exploración formal – referente



Factores humanos y ergonomía

4.9 ANTROPOMETRÍA

Para lograr un diseño ergonómico de la bicicleta y que estuviera ajustado a las medidas antropométricas del usuario promedio colombiano, se tuvieron en cuenta ciertas medidas claves como su estatura, brazo, antebrazo, tronco, muslo y pierna, entre otros.

Es por esta razón por la cual se decidió que la talla de la bicicleta sería *small*, teniendo en cuenta que la estatura promedio del colombiano, de acuerdo a estadísticas y estudios realizados en una edad de 8 a 24 años, es de 1.70 m.

En la Tabla 20 se pueden ver dichas medidas.

Adicionalmente se analizaron las geometrías de las bicicletas del estado del arte para así obtener un estimado de las medidas requeridas para la modalidad de *all mountain* y ajustarnos a la ergonomía requerida para estas bicicletas. Ver Anexo A.

Tabla 11. Medidas antropométricas del usuario

Medida	Dimensión antropométrica	Valor
A	Talla	170 cm
B	Antebrazo	28,2 cm
C	Brazo	37,8 cm
D	Tronco	55,8 cm
E	Hombros	44,5 cm
F	Muslo	57,7 cm
G	Pierna	52,8 cm
W	Peso	65,8 kg.

Fuente: PANERO. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos. México: s.n., 2002. s.p.

5. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS

5.1 ALTERNATIVAS DE DISEÑO

En las Figuras 25, 26, 27 y 28 se muestran las diferentes alternativas de diseño de la bicicleta, resultado del análisis formal y del proceso de diseño realizado previamente.

Figura 25. Alternativa 1

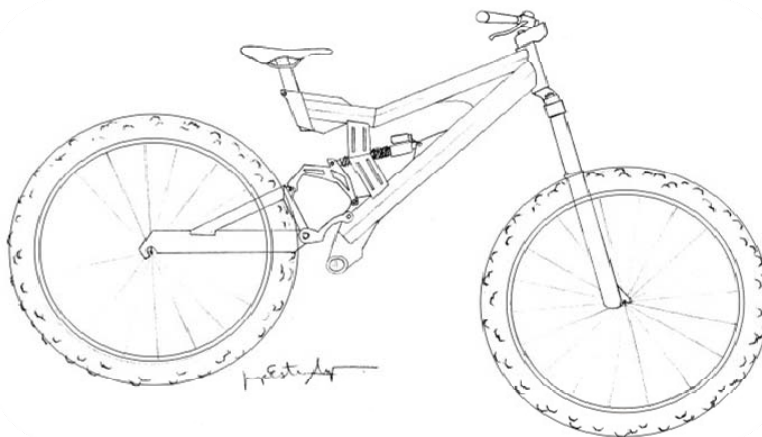


Figura 26. Alternativa 2

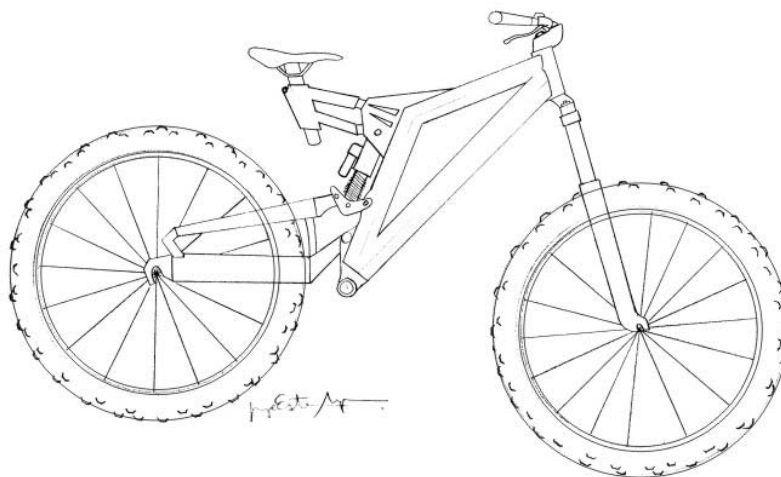


Figura 27. Alternativa 3

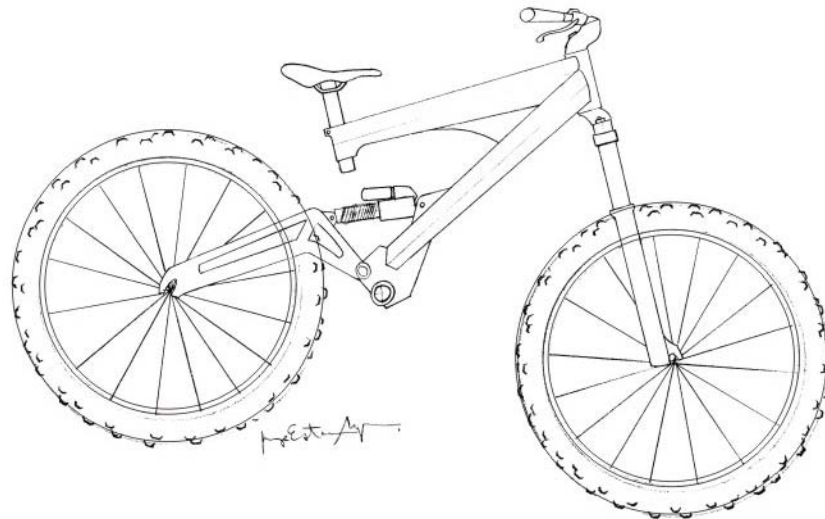
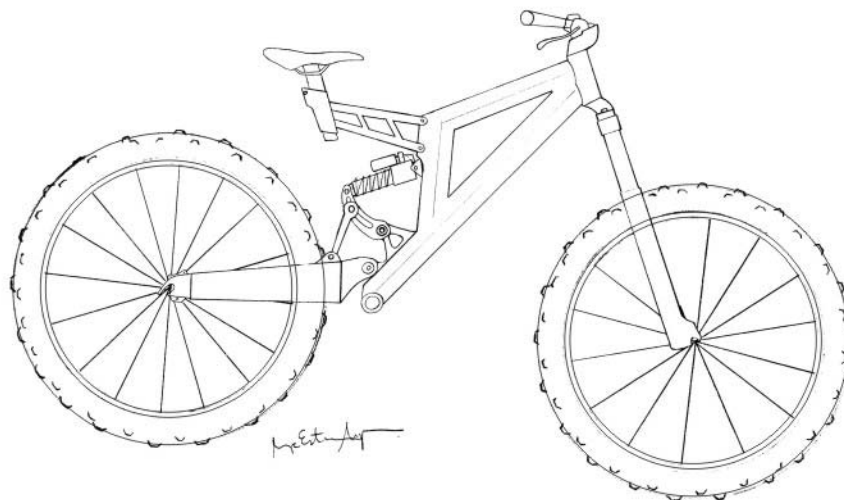


Figura 28. Alternativa 4



5.2 MATRIZ DE EVALUACIÓN

Con el fin de seleccionar la alternativa que mejor se ajuste a los requerimientos encontrados, se debe realizar una comparación evaluando ciertos parámetros claves. Estos parámetros van muy ligados a los aspectos presentados en el PDS, ya que debe garantizarse su cumplimiento y, de esta manera, poder asegurar la satisfacción de las necesidades del usuario.

Tabla 12. Matriz de evaluación

MATRIZ DE EVALUACIÓN										
			ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3		ALTERNATIVA 4	
Aspectos Generales	Elementos	Peso %	Calif.	Valor	Calif.	Valor	Calif.	Valor	Calif.	Valor
COMPETENCIA	Mecanismos y formas que facilitan la interface usuario máquina y la hacen más fácil, práctica y segura.	0.06	5	0.30	3	0.18	1	0.06	1	0.06
	Los puntos de apoyo brindan al usuario la estabilidad requerida para la manipulación eficiente de la bicicleta.	0.08	5	0.40	5	0.4	1	0.08	3	0.24
SEGURIDAD	Freno efectivo que le permita detenerse en el menor tiempo y distancia posible.	0.08	5	0.40	5	0.4	5	0.4	5	0.4
	Centro de gravedad bien distribuido.	0.08	5	0.40	3	0.24	3	0.24	1	0.08
ERGONOMÍA	Se ajusta al tamaño estándar escogido.	0.06	3	0.18	3	0.18	3	0.18	3	0.18
	Posee mecanismos de graduación de tamaño para diferentes alturas.	0.02	5	0.10	5	0.1	5	0.1	5	0.1
	Las funciones de las partes son claras.	0.05	5	0.25	5	0.25	5	0.25	3	0.15

INSTALACIÓN	Se requiera un número mínimo de personas y herramientas para la instalación.	0.03	3	0.09	3	0.09	3	0.09	3	0.09
TAMAÑO	Medidas adecuadas para transitar ágilmente en los terrenos apropiados.	0.03	3	0.09	3	0.09	3	0.09	3	0.09
PESO	Es liviana.	0.08	3	0.24	1	0.08	5	0.4	3	0.24
PRECIO	Costo final razonable.	0.03	3	0.09	1	0.03	3	0.09	3	0.09
VIDA EN SERVICIO	Resiste la frecuencia de uso normal por un período de tiempo considerable antes de su desecho.	0.10	5	0.50	5	0.5	5	0.5	3	0.3
APARIENCIA ESTÉTICA	Los colores y acabados sirven para comunicar las funciones.	0.03	5	0.15	5	0.15	5	0.15	5	0.15
	El lenguaje del producto es consecuente con el referente de diseño escogido.	0.07	5	0.35	5	0.35	3	0.21	5	0.35
MATERIALES	Que los materiales utilizados son de ingeniería y amigables con el ambiente.	0.08	3	0.24	3	0.24	3	0.24	3	0.24

PROCESO DE MANUFACTURA	Puede ser fabricada en las instalaciones de la Universidad EAFIT.	0.05	3	0.15	1	0.05	5	0.25	3	0.15
MANTENIMIENTO	El mantenimiento preventivo lo pueda realizar el usuario.	0.03	5	0.15	5	0.15	5	0.15	5	0.15
	Las piezas se puedan reemplazar fácilmente.	0.04	5	0.20	5	0.2	5	0.2	5	0.2
		100%		4		3.68		3.68		3.26

6. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN TRASERO

En la actualidad los sistemas de suspensión trasera para bicicletas de montaña presentan grandes innovaciones tecnológicas debido al gran desarrollo que han presentado los tipos de mecanismos y configuraciones que para estos se han implementado.

Estas innovaciones en los sistemas de suspensión han evolucionado satisfactoriamente hasta el punto de eliminar muchas de las fallas que estos venían presentando tales como: la expansión de la cadena y el retroceso de los pedales (*pedal kickback*), fenómenos que se presentaban en la mayoría de los sistemas, causando molestias al ciclista, además de propiciar que este gastara más energía para desplazarse debido a que estas fallas también absorben energía en el pedaleo.

Complementariamente al tipo de mecanismo seleccionado para el sistema de suspensión, se busca en conjunto, un excelente desempeño (minimizar el retroceso de los pedales y la expansión de la cadena proporcionando una correcta amortiguación), que armonice y sea compatible con el diseño y la geometría del marco de la bicicleta.

Para la selección del mecanismo del sistema de suspensión se adquirió el software *Linkage*, el cual permite analizar el sistema de suspensión de cualquier bicicleta en el mercado simultáneamente con otros sistemas de suspensión, así como también diseñar un sistema de suspensión desde cero.

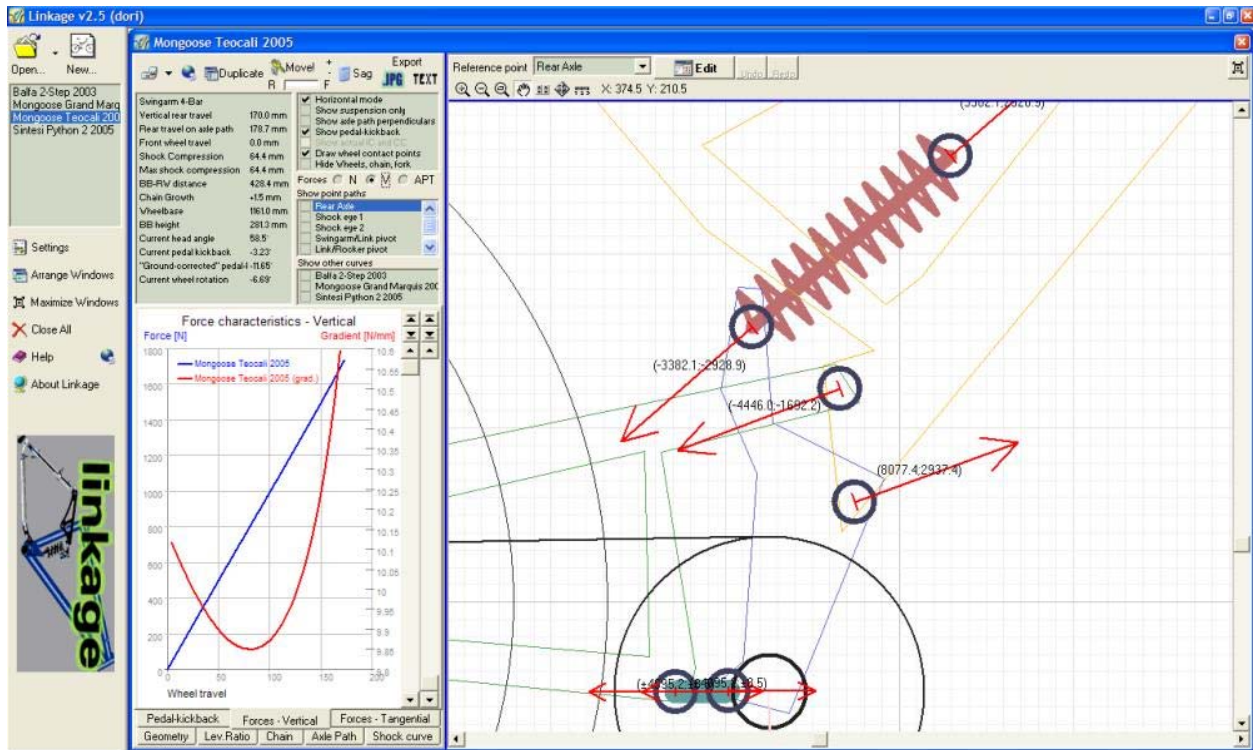
La selección del mejor mecanismo, que a su vez se adapte a nuestro marco, parte del análisis de los sistemas que utilizan algunas de las mejores marcas que se encuentran en el mercado actualmente. Para este análisis se debe generar una librería que contenga una simulación en dos dimensiones del mecanismo de la bicicleta a analizar, especificando elementos tales como: amortiguador, barras binarias, ternarias, marco, tijera, etc. Al introducir esta matriz de datos, el programa se encarga de realizar la simulación del mecanismo con su respectivo análisis, curvas de resultados y valores calculados, presentando posibilidades de análisis desde un único pivote de brazo oscilante hasta mecanismos de cuatro barras con mecanismo adicional de soporte del amortiguador (mecanismo de 6 barras).

* Fenómeno que ocurre cuando el amortiguador trasero sufre una compresión repentina propiciando una variación en el recorrido de la cadena y produciendo un retroceso en los pedales.

El cálculo de las fuerzas en el mecanismo se realiza por un modelo dinámico, lo cual permite plantear diferentes configuraciones de amortiguación, así como observar los cambios relacionados con el sistema de cadena, al mismo tiempo que fenómenos relacionados con el *kick back*.

A continuación, en la figura 29, se puede observar la interfaz del programa linkage.

Figura 29. Interfaz del programa Linkage



Fuente: LINKAGE. Bike suspension simulation. [En línea]. Disponible en: <http://www.bikechecker.com/index.php?home> [Consulta: 23 Sept., 2008]

Las bicicletas seleccionadas para el análisis del sistema de suspensión se pueden observar como sigue, en la tabla 13:

Tabla 13. Modelos seleccionados para el análisis en Linkage

Marca	Modelo	Año
Santa Cruz	Bullit	2007
Giant	Trance XO	2008
Rocky Mountain	Slayer SXC	2007
Cannondale	Rize	2008
Canfield Bros	Can Can	2008

Figura 30. Cannondale rize



Fuente: CANNONDALE BYCICLE CORP. The good fight. [En línea]. Disponible en: <www.cannondale.com>. [Consulta: 1° Oct., 2008].

Figura 31. Candfield Bros Can Can



Fuente: CANFIELD BROTHERS. Can can. [En línea]. Disponible en: <www.canfieldbrothers.com>. [Consulta: 1° Oct., 2008].

Figura 32. Santa Cruz Bullit



Fuente: SANTA CRUZ BICYCLE. Bullit. [En línea]. Disponible en: <www.bikes.com>. [Consulta: 1° Oct., 2008].

Figura 33. Rocky Mountain Slayer



Fuente: MOUNTAIN BICYCLES. Slayer/Rocky. [En línea]. Disponible en: <www.bikes.com>. [Consulta: 1° Oct., 2008].

Figura 34. Giant Trace XO



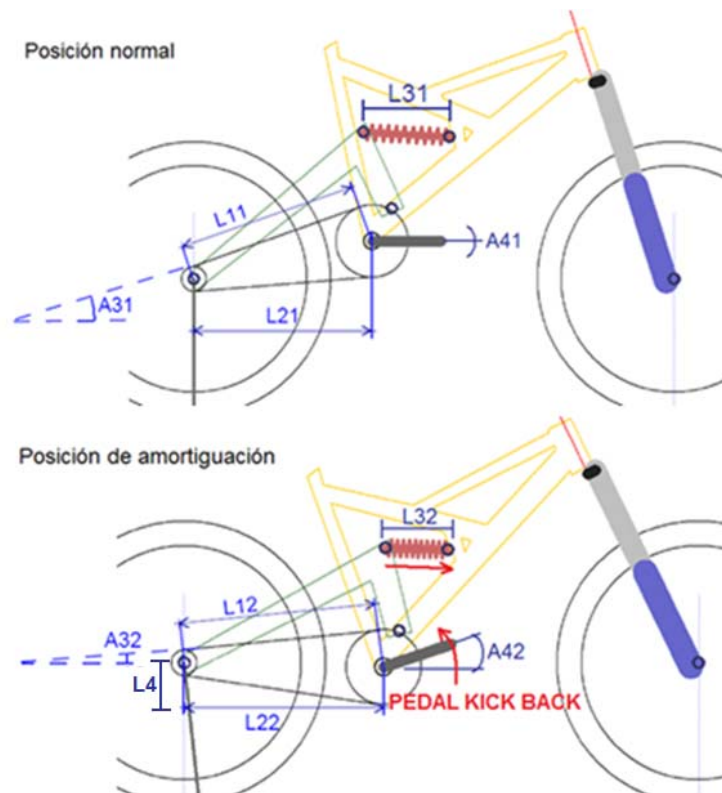
Fuente: GIANT BICYCLES. Trace XO. [En línea]. Disponible en: <www.giant-bicycles.com>. [Consulta: 1° Oct., 2008].

A continuación se presentara el análisis de las suspensiones de las bicicletas escogidas y a partir de este se promediaran y escogerán los dos mejores sistemas de suspensión y el criterio de selección final se basara en el comportamiento de los dos sistemas y de la adaptabilidad de estos al diseño del marco ya diseñado. Las unidades que utiliza este programa son Milímetros, Newton y Grados.

Retroceso del pedal (Kick back)

El fenómeno de retroceso del pedal, también conocido como “kick-back”, es una de las fallas más frecuentes en los sistemas de suspensión traseros. El retroceso de los pedales ocurre cuando la bicicleta experimenta un bache o irregularidad del terreno por el que transita, lo que hace que el amortiguador trasero desplace la llanta posterior de su posición normal (Ver figura 35, longitud $L4$) tirando la cadena hacia atrás y propiciando un fuerte retroceso en los pedales, causando posibles lesiones en las rodillas y tobillos del ciclista. En la figura 20 se puede apreciar una gráfica de este fenómeno.

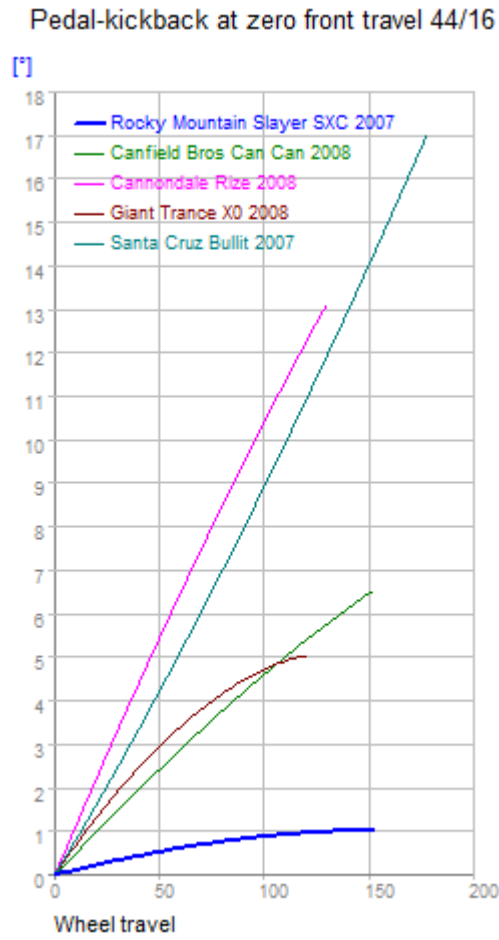
Figura 35. Pedal Kickback



Fuente: LINKAGE. Bike suspension simulation. [En línea]. Disponible en: <<http://www.bikechecker.com/index.php?home>> [Consulta: 23 Sept., 2008]

En la figura 36 se puede observar en el eje “Y” el retroceso del pedal (grados), en función del desplazamiento de la rueda trasera al actuar la amortiguación.

Figura 36. Retroceso de pedales vs recorrido llanta



Fuente: LINKAGE. Bike suspension simulation. [En línea].
<<http://www.bikechecker.com/index.php?home>> [Consulta: 23 Sept., 2008]

Disponibile en:

Tabla 14. Comparativo de bicicletas del Retroceso de pedales vs recorrido llanta

BICICLETA	Recorrido de la llanta (mm)	Retroceso del pedal (grados)
Santa Cruz Bullit	180	17.1
Cannondale Rize	130	13.5
Canfield Bros Can Can	152	6.54
Giant Trance XO	121	5.02
Rocky Mountain Slayer SXC	152	1
PROMEDIOS	147	8.632

Según la figura 36, mientras más pequeña sea la pendiente de la curva del comportamiento de la extensión de la cadena en función del recorrido de la llanta, se minimiza el efecto del “kick-back” en los pedales, dándole un mayor desempeño a la suspensión y mayor comodidad para el usuario.

De acuerdo con la tabla 14, la bicicleta que tiene más recorrido en la rueda trasera es la “Santa Cruz Bullit” con un valor de 180 mm pero también su sistema es el que presenta mayor retroceso en los pedales. La bicicleta con menos retroceso en los pedales es la Rocky Mountain con un recorrido de la rueda trasera significativo.

Lo ideal es encontrar un equilibrio entre el recorrido de la llanta y el “kick-back”, ya que un alto recorrido en la llanta significa una buena amortiguación y un bajo “kick-back” da confort y desempeño.

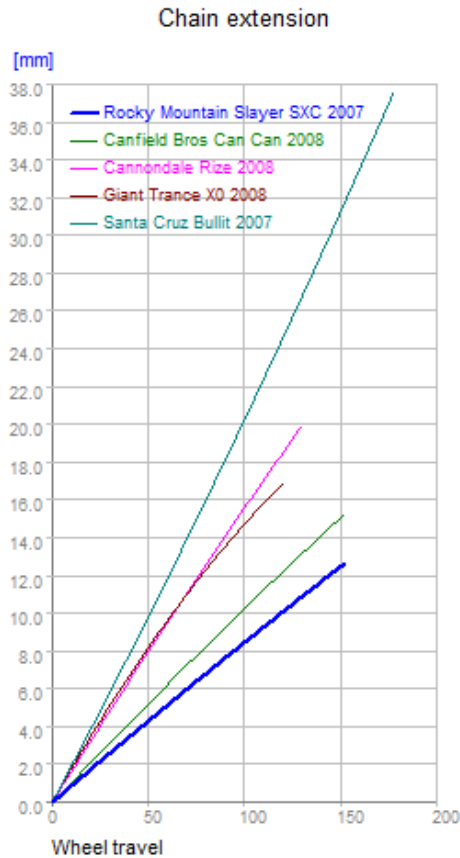
De esta manera se observa que para los modelos Canfield Bros y Rocky Mountain se presenta la mejor relación entre *mayor recorrido de llanta vs menor retroceso del pedal*.

Extensión de la cadena

La extensión de la cadena es un fenómeno causado por el desplazamiento de la rueda trasera debido a que el eje de rotación de la rueda no es fijo y varía a medida que actúa la suspensión, tensionando o destensionando la cadena. (Ver figura 35, longitudes L21 y L22).

En la figura 37 se puede apreciar cómo se extiende la cadena en función del desplazamiento de la rueda trasera.

Figura 37. Extensión de la cadena vs recorrido de la llanta



Fuente: LINKAGE. Bike suspension simulation. [En línea]. Disponible en: <http://www.bikechecker.com/index.php?home> [Consulta: 23 Sept., 2008]

Tabla 15. Comparativo Extensión de la cadena vs recorrido de la llanta

BICICLETA	Recorrido de la llanta (mm)	Extensión máxima de cadena (grados)
Santa Cruz Bullit	180	37.64
Cannondale Rize	130	19.95
Canfield Bros Can Can	152	16.92
Giant Trance XO	121	15.24
Rocky Mountain Slayer SXC	152	12.63
PROMEDIOS	147	20.476

En la tabla 15 se observan dos bicicletas con comportamientos muy similares que son la Canfield Bros Can Can y la Rocky Mountain Slayer SXC. Ambas bicicletas obtuvieron un valor igual para el recorrido de llanta pero discreparon en pequeña proporción en la extensión de la cadena. Sin embargo el diseño del sistema de suspensión trasera de la Can Can se acopla mejor al diseño del marco creado, al adaptarse mejor a las geometrías establecidas para el mismo, formas y referentes de diseño.

La Santa Cruz Bullit es la bicicleta con mayor recorrido en la llanta trasera pero también es la que posee la mayor extensión de cadena, y como anteriormente se explicó, mientras menos se extiende la cadena, menos “kick-back” experimenta el usuario. Por el contrario, la Giant Trance XO experimenta menor recorrido en la llanta pero la extensión de la cadena no es la más baja.

Lo ideal para cualquier sistema de suspensión es proporcionar un alto recorrido de la llanta a la par con una baja extensión de cadena.

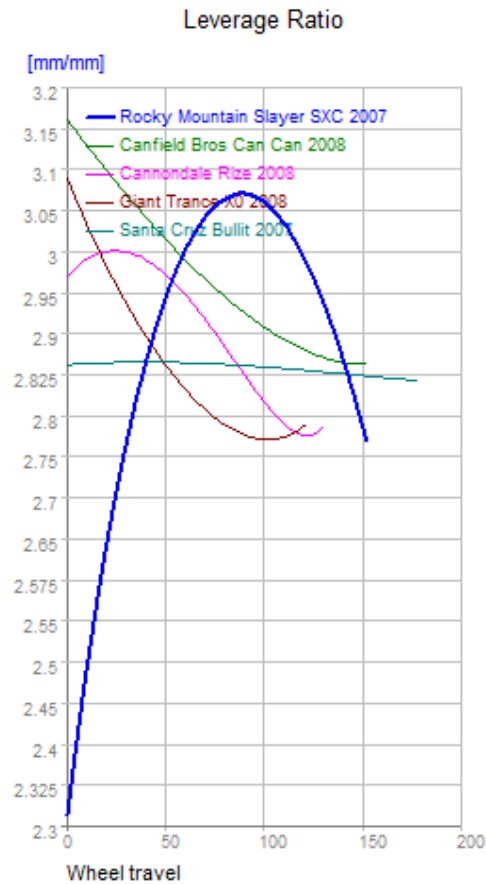
Radio de apalancamiento

El radio de apalancamiento es la relación del movimiento de la llanta con respecto a la compresión del amortiguador, en relación con el movimiento de la llanta. La relación del desplazamiento entre el amortiguador y la llanta (ventaja mecánica) varía aproximadamente entre 2 y 3.

Si la relación es muy alta causa altos esfuerzos en el amortiguador haciendo que este sea demasiado sensible al terreno. Por el contrario, si esta ventaja es muy baja, el ciclista experimentaría fuertes brincos debido a los baches y obstáculos propios del recorrido, dado que el rango de compresión del amortiguador sería muy reducido para este caso, produciendo una gran rigidez de todo el sistema.

En la figura 38 se observa el comportamiento de los radios de apalancamiento de las bicicletas analizadas.

Figura 38. Radio de apalancamiento vs recorrido de la llanta



Fuente: LINKAGE. Bike suspension simulation. [En línea]. Disponible en: <http://www.bikechecker.com/index.php?home> [Consulta: 23 Sept., 2008]

Tabla 16. Comparativo del Radio de apalancamiento vs recorrido de la llanta

BICICLETA	Relación máxima (mm)	Relación mínima (grados)	Variación
Santa Cruz Bullit	3.16	2.86	0.3
Cannondale Rize	3.08	2.77	0.31
Canfield Bros Can Can	3.07	2.33	0.74
Giant Trance XO	2.87	2.84	0.03
Rocky Mountain Slayer SXC	3	2.78	0.22
PROMEDIOS	3.036	2.716	0.32

Lo importante dentro del radio de apalancamiento es encontrar un punto medio que le brinde confort al usuario sin sacrificar la vida del amortiguador. Esta cualidad del

mecanismo depende mucho de las preferencias del usuario que van ligadas a su estilo y técnica de conducción.

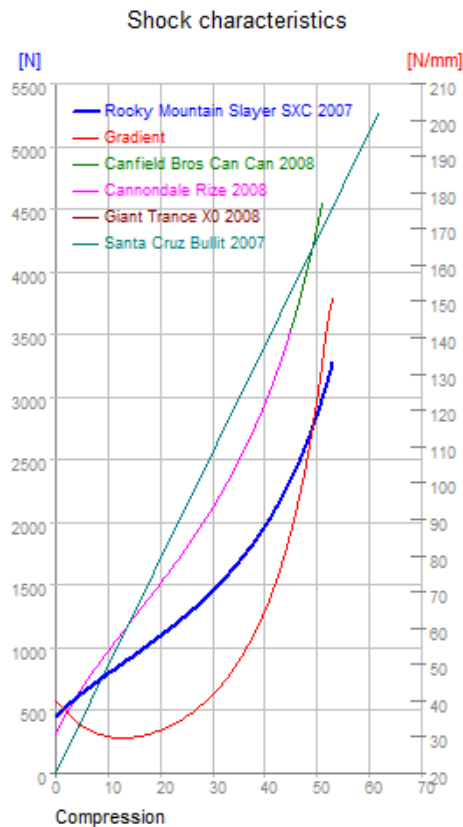
En la tabla 16 se puede observar que los valores para el radio de apalancamiento del sistema de suspensión trasero de la Can Can se encuentran en un rango intermedio y que por tanto, beneficia la ventaja mecánica del sistema, que como se explicó anteriormente, no debe ser ni muy alta ni muy baja, sino presentar un valor intermedio que brinde confort al ciclista al mismo tiempo que contribuye con la vida útil del amortiguador.

Curva del amortiguacion

La figura 39 muestra la relacion de compresion del amortiguador con respecto a la fuerza aplicada.

Lo ideal es que la curva sea lo mas lineal posible para así garantizar un comportamiento homogéneo en la suspensión, evitando tanto que el amortiguador supere su máximo recorrido causando daños en el mismo, como el hacer experimentar al usuario un fuerte golpe.

Figura 39. Fuerza aplicada vs compresión del amortiguador



Fuente: LINKAGE. Bike suspension simulation. [En línea].
<<http://www.bikechecker.com/index.php?home>> [Consulta: 23 Sept., 2008]

Disponibile en:

La compresión del amortiguador está directamente relacionada con la ventaja mecánica del mecanismo de amortiguación. Dado que estos sistemas de suspensión tienen ventajas mecánicas diferentes, se toma como fuerza máxima de compresión del amortiguador una de 3000 Newtons y sobre esta línea de referencia se basa el comparativo del resto de sistemas.

Tabla 17. Comparativo de la Fuerza aplicada vs compresión del amortiguador

BICICLETA	Fuerza máxima (Newton)	Compresión del amortiguador (mm)
Santa Cruz Bullit	3000	41
Cannondale Rize	3000	Supera su compresión máxima.
Canfield Bros Can Can	3000	
Giant Trance XO	3000	
Rocky Mountain Slayer SXC	3000	
PROMEDIOS	3000	

En este caso el sistema que mas absorbe energía es el de la Rocky Mountain Slayer SXC y el peor caso es el de la Giant Trance XO cuyo sistema comprime al máximo el amortiguador con apenas 3000N creando fuertes golpes al usuario lo cual descarta este sistema de las opciones.

6.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

De acuerdo con el comportamiento de los sistemas de suspensión analizados, se observa que el que mejor comportamiento presenta es el sistema de suspensión "Rocky Mountain Slayer" seguido de la "Canfield Bross Can Can", como se puede observar en las tablas 18, 19, 20, 21.

En la tabla 16 se puede observar que para estas dos bicicletas el retroceso de los pedales se encuentra por debajo del promedio de las bicicletas analizadas lo cual expone su buen desempeño al disminuir el fenómeno de "kick-back".

Tabla 18. Retroceso de pedales vs recorrido llanta

Bicicleta	Recorrido llanta (mm)	Retroceso pedal (Grados)	Promedio del Recorrido llanta (mm)	Promedio del Retroceso pedal (Grados)
Canfield Bros Can Can	152	6.54	147	8.632
Rocky Mountain Slayer SXC	152	1		

Tabla 19. Comparativo Extensión de la cadena vs recorrido de la llanta

Bicicleta	Recorrido máximo de la llanta (mm)	Extensión máxima de la cadena (mm)	Promedio del Recorrido llanta (mm)	Promedio de la Extensión de la cadena (mm)
Canfield Bros Can Can	152	15.24	147	20.476
Rocky Mountain Slayer SXC	152	12.63		

En la tabla 18 se puede apreciar que la relación de estas dos bicicletas es muy cercana a las relaciones recomendadas, pero la *Canfield Bros Can Can* es la que menor variación presenta, lo cual le da un mejor comportamiento en todo tipo de terreno.

Tabla 20. Radio de apalancamiento vs recorrido de la llanta

Bicicleta	Relación Máxima	Relación Mínima	Variación	Promedio de la Relación Máxima	Promedio de la Relación Mínima	Promedio de la variación
Canfield Bros Can Can	3.16	2.86	0.3	3.036	2.716	0.32
Rocky Mountain Slayer SXC	3.07	2.33	0.74			

Tabla 21. Fuerza aplicada vs compresión del amortiguador

Bicicleta	Fuerza máxima (Newton)	Compresión máxima	Fuerza máxima (Newton)	Promedio Compresión máxima
Canfield Bros Can Can	3000	41	3000	42
Rocky Mountain Slayer SXC	3000	51		

La geometría de nuestra bicicleta no permite la implementación del sistema de suspensión “Rocky Mountain Slayer” y por consiguiente se optó por escoger la configuración del sistema de suspensión de la “Canfield Bros Can Can”, el cual se adapta perfectamente a la geometría del marco diseñado, además de presentar un comportamiento sobresaliente para todo tipo de terreno.

7. DISEÑO DEFINITIVO

7.1 DISEÑO DE DETALLES

En esta etapa se definieron los detalles finales del prototipo revisando sus dimensiones y ajustando los parámetros que todavía presentaban fallas en su ensamble. Se realizó además la modelación 3D del producto lo cual permitió verificar el buen desempeño de todas las piezas y el correcto funcionamiento de la suspensión escogida por medio del software *linkage*, además de los planos de detalle y ensamble.

Se pudo verificar también el aspecto final de la bicicleta teniendo en cuenta las pruebas de color realizadas sobre la modelación final del prototipo.

7.2 MODELACIÓN 3D DEL PRODUCTO

La modelación es la virtualización de un producto, en el cual se simulan las dimensiones, materiales, acabados y formas de ensamble. Para esta actividad se utilizó el software SolidWorks 2007*.

7.3 PROPUESTA DE COLOR

Teniendo la modelación 3D del producto se busca hacer varias propuestas de color que permitan seleccionar la que vaya más acorde con el referente y sus colores.

En las Figura 40 se ilustran las diferentes opciones realizadas en el software de modelación de superficies *Rhinoceros***.

* Software de diseño mecánico tridimensional asistido por computador.

** Crea, edita, analiza, documenta, renderiza y animar superficies y sólidos sin límite de complejidad, grado o tamaño. (Herramientas de modelado para diseñadores/McNeel/)

Figura 40. Propuestas de color



7.4 SELECCIÓN DE MATERIALES

Hoy en día la tecnología de materiales para bicicletas ha tenido un avance significativo, buscando reducir considerablemente el peso y mejorar la resistencia al impacto y la fatiga. En la actualidad, los materiales más usados en bicicletas de montaña son:

Fibra de carbono.

Material compuesto con una excelente relación peso/resistencia, más resistente que el acero y muchísimo más liviano. Desafortunadamente, en las aplicaciones de bicicletas, la fibra de carbono no es una tecnología totalmente madura, como lo es la de estructuras metálicas tubulares para marcos. Las bicicletas están sujetas a un amplio rango de diferentes tipos de estrés provenientes de diversas direcciones. Aún apoyándose en modelación por computador, estas cargas no podrían ser enteramente predichas.

La fibra de carbono tiene un enorme potencial, pero las actuales configuraciones de este tipo de marcos no han demostrado aún un nivel deseado de durabilidad y desempeño para situaciones de uso en condiciones extremas. En particular, un punto crítico tienden a ser las áreas donde las uniones de metal, tales como los extremos del tenedor, tijeras, cabezales, etc. se conectan al marco. Estas áreas pueden ser debilitadas por la corrosión con el paso del tiempo, y conllevar a la falla estructural.

Debido a su complejidad en la fabricación y moldeo, en Colombia se hacen muy limitados los usos y aplicaciones de la fibra de carbono, además de su elevado precio y que no se cuenta con la tecnología necesaria para su manufactura.

Titanio.

El titanio es tal vez el metal más exótico y caro comúnmente utilizado en la fabricación de marcos de bicicleta. Combina muchas características deseables, incluyendo una gran resistencia con respecto a los factores de peso y excelente resistencia a la corrosión. Una rigidez razonable (aproximadamente la mitad del acero) permite que muchos marcos en titanio puedan ser construidos con tamaños estándar de tubería, comparados con un marco tradicional de acero, aunque tubería de mayor diámetro se está volviendo más común para lograr mayor rigidez. Como muchos marcos de titanio pueden ser mucho más costosos que sus similares en acero, el precio los puede situar fuera del alcance de la mayoría de ciclistas. Muchas aleaciones comunes de titanio y también tubería en específico, fueron originalmente desarrolladas para la industria aeroespacial.

La tubería de titanio es más difícil de maquinar que la de acero o aluminio, lo cual algunas veces, limita sus aplicaciones y también eleva el esfuerzo (y costo) asociados con este tipo de construcción. Al mismo tiempo, las presentaciones comerciales para este tipo de aleación son muy limitadas.

Acero.

Los marcos de acero son comúnmente contruidos usando varios tipos de aleaciones de acero, incluyendo el *chromoly**. Son fuertes, fáciles de maquinar, con una alta resistencia mecánica y a la fatiga y relativamente baratos, pero más densos (pesados) que muchos otros materiales estructurales. La tubería de acero en diámetros tradicionales estándar es por lo general menos rígida que tuberías sobredimensionadas en otros materiales. Esta flexibilidad relativa permite cierta absorción de golpes proporcionándole al ciclista un viaje menos incómodo comparado con otras tuberías rígidas, tales como las de aluminio sobredimensionado.

Aluminio.

Es uno de los materiales más usados en bicicletas junto a la fibra de carbono. Este material en sus aleaciones más conocidas no tiene alta resistencia mecánica pero, algunas aleaciones de la serie 6000 y 7000, presentan excelentes propiedades mecánicas y tienen una baja densidad haciéndolo muy ligero. Estas aleaciones de aluminio son costosas pero mucho más económicas que la fibra de carbono y el titanio.

Aunque las aleaciones de aluminio poseen baja densidad y resistencia mecánica comparada con las aleaciones de acero, lo que interesa aquí es la relación superior de resistencia/peso que el aluminio presenta, generando significativas ganancias de peso en comparación con el acero. Las pasadas estructuras de aluminio, mostraron ser más vulnerables a la fatiga, debido a factores como las vibraciones en parte causadas por aleaciones ineficientes, o técnicas de soldadura inapropiadas. En la actualidad estas condiciones han cambiado considerablemente gracias a las nuevas aleaciones de aluminio como las utilizadas en estructuras aeroespaciales, asegurando resistencia y desempeño en comparación con cualquier marco de acero. La atractiva relación resistencia/peso del aluminio en comparación con el acero, así como ciertas propiedades mecánicas, le aseguran un lugar entre los materiales de construcción de marcos favorables en la actualidad¹¹.

Dado que se está diseñando una bicicleta de alto desempeño y que sea competitiva con las marcas seleccionadas, se escogió el aluminio 7005, el cual tiene una alta resistencia mecánica y una baja densidad, además de una excelente relación costo/desempeño.

El aluminio 7005 es una aleación que utiliza una base de zinc para aumentar su resistencia. Esto permite reducir el espesor de pared en la tubería del marco considerablemente. Es fuerte, con una excelente resistencia a la fatiga y maquinabilidad.

* Aleación de acero que contiene cromo y molibdeno, utilizada generalmente para la construcción de chasis de carros de competencia, estructuras de construcción y bicicletas.

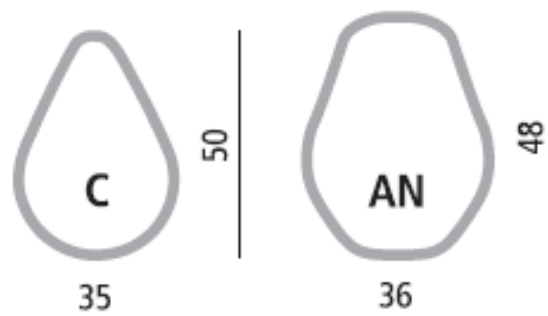
¹¹ SHELDON BROWN. Frame Materials for the touring cyclis. [En línea]. Disponible en: <<http://www.sheldonbrown.com/frame-materials.html>>. [Consulta: 21 Sept., 2008]

La aleación 7005 es comúnmente utilizada en la construcción de estructuras para aeronaves, tales como alas y fuselajes. Su resistencia y bajo peso también son muy deseables en otras áreas, entre ellas el ciclismo. Dadas las características especiales de esta aleación, la industria de bicicletas se encuentra usando este material en muchos de sus componentes y marcos¹².

Para la construcción del marco como tal, se recurrió a una aleación especial de aluminio 7005 al zinc y magnesio desarrollada por la empresa italiana *Columbus Tubi*^{*}, fábrica desde la cual se procedió a importar la tubería. La referencia escogida es la “Zonal”, que es una tubería hidroformada de espesor variable de las puntas hacia el centro, característica especial que le da una mayor ligereza al tubo dejando las puntas, que son las que soportan los mayores esfuerzos, con el máximo espesor. Esta tubería posee un tratamiento térmico tipo T6, que es en sí, un tratamiento de templado tratado por solución y envejecido artificialmente, lo cual incrementa a más del doble su resistencia mecánica. Este tipo de tubería está diseñada para pruebas exigentes y competencias donde se requiere un desempeño extremo.

Los perfiles seleccionados para el marco de la bicicleta se observan en la figura 41.

Figura 41. Perfiles seleccionados para la bicicleta



Fuente: COLUMBUS. The soul of cycling since 1919. [En línea]. Disponible en: <www.Columbustubi.com>. [Consulta: 15 Ago., 2008]

Para el sistema de suspensión y las platinas que se usaron, se seleccionó una aleación de aluminio 7005 de alta resistencia denominada ALUMEC o PRODAX importada y comercializada por Asteco S.A.^{*} desde Uddeholm^{**} (planta matriz europea), que a su

¹² ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. 7075 aluminium alloy. [En línea]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/7075_aluminum>. [Consulta: 21 Sept., 2008]

^{*} Empresa italiana con base en Milán, dedicada a la fabricación de tubería para bicicletas de ruta y de montaña. Esta empresa fabrica tubería de acero, aluminio y fibra de carbono.

^{*} Empresa colombiana con más de 63 años de experiencia dedicada al servicio de comercialización de materiales, productos y equipos para la industria en general y/o canal de distribución.

^{**} Empresa europea con base en Oldbury, Inglaterra dedicada a la producción de materiales de herramienta para aplicaciones industriales en frío y en caliente.

vez presenta compatibilidad en cuanto a propiedades mecánicas y estructurales con la referencia Zonal, utilizada para la construcción del marco y la tijera.

Las propiedades del aluminio PRODAX se presentan en la tabla 22:

Tabla 22. Propiedades físicas del aluminio Prodax

Density	kg/m ³ lbs/in ³	2 830 0,102
Modulus of elasticity	N/mm ² psi	71 500 10,3 x 10 ⁶
Coefficient of thermal expansion per °C from 20°C to 100°C per °F (68–212°F)		23 x 10 ⁻⁶ 12,8 x 10 ⁻⁶
Thermal conductivity	W/m °C Btu in/ft ² h °F	165 1 144
Specific heat	J/kg °C Btu/lb. °F	890 0,20
Plate (thickness) mm	Tensile strength N/mm ²	Yield point N/mm ²
> 10–50	590	545
> 50–100	570	520
>100–150	550	500
>150–200	510	450
>200–300	460	400
Round bar (diameter) mm		
40	680	630
100	680	620
200	670	610

Fuente: UDDEHOLM TOOLING. High performance steel. [En línea]. Disponible en: <www.Uddeholm.com>. [Consulta: 14 Oct., 20087]

8. ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS (FEA) Y CÁLCULOS ESTRUCTURALES

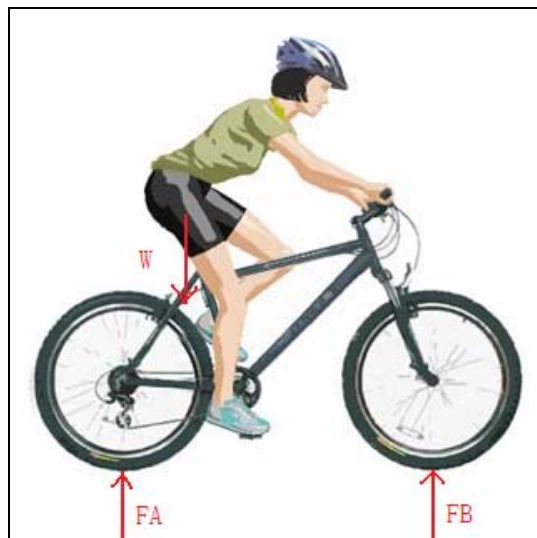
8.1 ESTÁTICA

Los cálculos manuales realizados permiten encontrar las fuerzas que fluyen a través de las piezas que conforman la bicicleta. Estos cálculos comprenden la estática y el equilibrio de fuerzas de cada uno de los componentes de la suspensión. (*Ver Anexo B*).

En la realidad, estas fuerzas actuantes en la bicicleta son fuerzas dinámicas que varían continuamente según el terreno, la posición del ciclista y el comportamiento de la suspensión. Dado que la predicción de dichas fuerzas y sus magnitudes solo se pueden medir bajo pruebas de laboratorio y mediante equipo especializado (sensórica y software de análisis) se asume solamente un análisis estático. (*Ver Anexo B*).

Las principales fuerzas que actúan en la bicicleta son el peso del conductor y las reacciones del suelo sobre las llantas como se aprecia en la en la figura 42.

Figura 42. Diagrama de cuerpo libre de la bicicleta



Fuente: AMIGOS DEL CICLISMO. Diagrama de cuerpo libre. [En línea]. Disponible en: <www.amigosdelciclismo.com>. [Consulta: 10Oct., 2008]

El peso promedio del usuario es de 70 Kg y se distribuye entre el sillín y los pedales mientras se pedalea en marcha normal. Durante los saltos, se transmite totalmente a los pedales.

Las reacciones generadas por el contacto del suelo con las llantas son transmitidas a los ejes, los cuales corresponden a los extremos del marco de la bicicleta. Es posible encontrar estas reacciones haciendo un diagrama de fuerzas y utilizando ecuaciones basadas en una sumatoria de de las mismas y momentos iguales a cero.

Para encontrar las fuerzas que actúan en cada parte del mecanismo de la suspensión trasera, es necesario analizar como fluyen estas fuerzas en cada elemento, elaborando un diagrama de cuerpo libre para cada uno, como se aprecia en las figuras 43, 44, 45 y 46.

Figura 43. Diagrama de cuerpo libre de la tijera

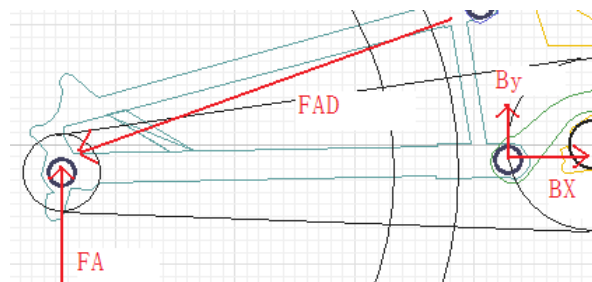


Figura 44. Diagrama de cuerpo libre de la barra binaria

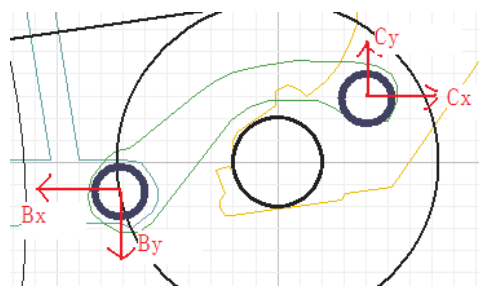


Figura 45. Diagrama de cuerpo libre del amortiguador

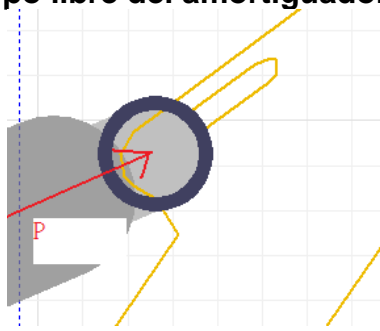
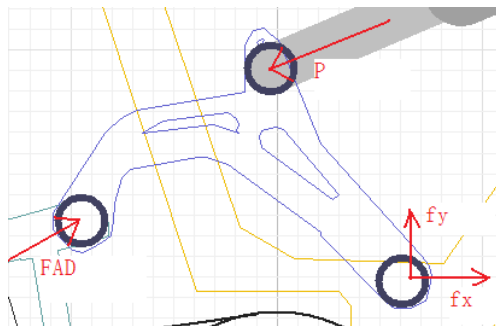


Figura 46. Diagrama de cuerpo libre de la barra ternaria



Las reacciones en los componentes del mecanismo se pueden observar en la tabla 23:

Tabla 23. Reacciones de los componentes del mecanismo de suspensión

Fuerza	Magnitud (N)
Px	-236.538
Py	-100.404
FA	447.0417
FADx	-1298.303
FADy	-447.0417
Bx	1298.303
By	0,00
Cx	-1298.303
fy	346.636
fx	1061.764

La distribución del peso del usuario en la bicicleta es comúnmente 65% atrás y 35% adelante. Para el caso de nuestra bicicleta la distribución es 65.09% atrás y 34.9% adelante, lo cual es una muy buena aproximación al estándar.

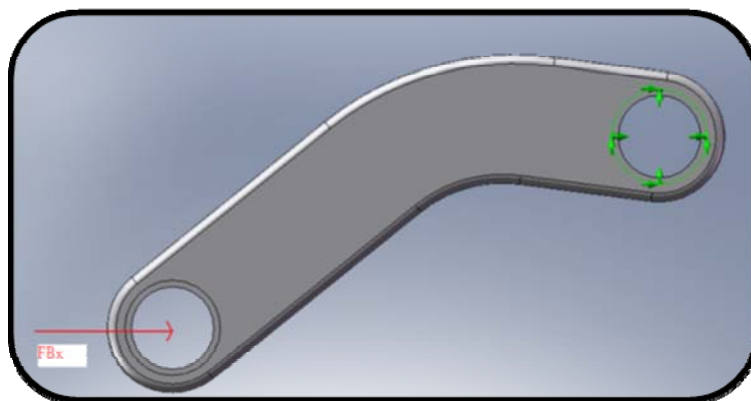
8.2 CONDICIONES DE FRONTERA EN CADA ELEMENTO DEL MECANISMO

Barra binaria

La barra binaria se encarga de unir la parte inferior de la tijera con el marco de la bicicleta. Esta barra se encuentra bajo la influencia de las fuerzas ejercidas por la tijera y a su vez está pivotada en el marco.

Sus condiciones de frontera se pueden ver en la figura 47.

Figura 47. Condiciones de frontera de la Barra binaria



Barra ternaria

La barra ternaria transmite la fuerza ejercida por la tijera directamente hacia el amortiguador. Esta barra, al igual que la binaria, se encuentra pivotada en el marco.

Este elemento está compuesto por cinco piezas soldadas las cuales comprenden dos barras en los extremos con forma de boomerang (lo cual divide a la mitad las fuerzas ejercidas sobre ellas), dos platinas que reciben el amortiguador y una placa central que une a estas cuatro. Su geometría y condiciones de frontera se pueden ver en las figuras 48 y 49.

Figura 48. Geometría de la barra ternaria

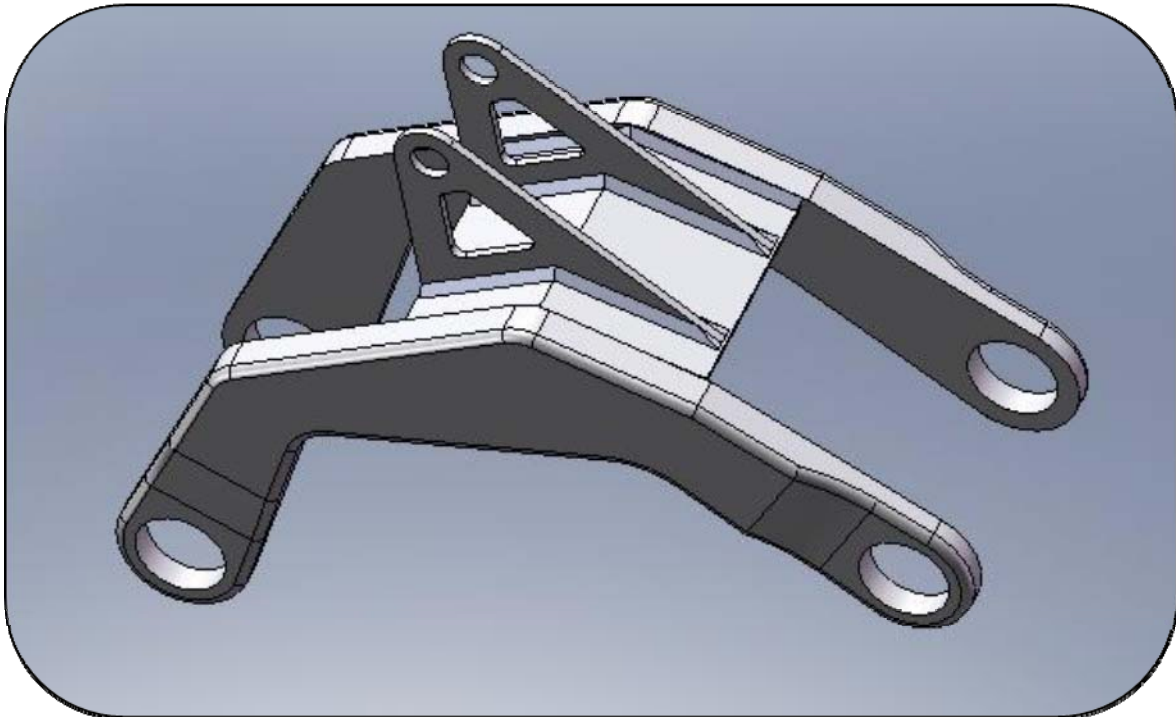
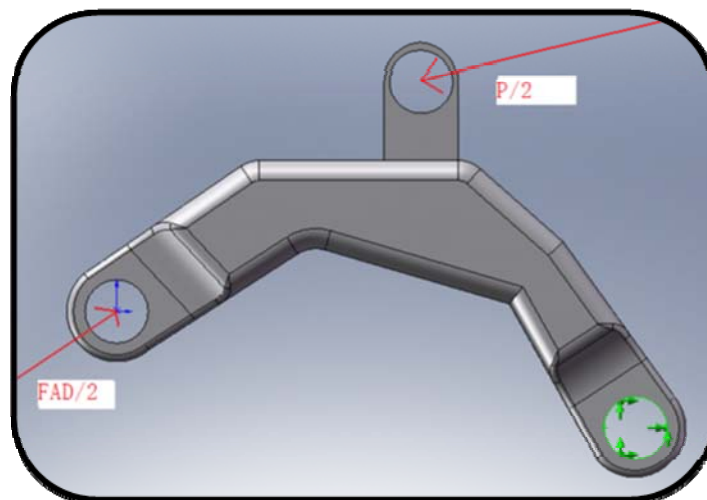


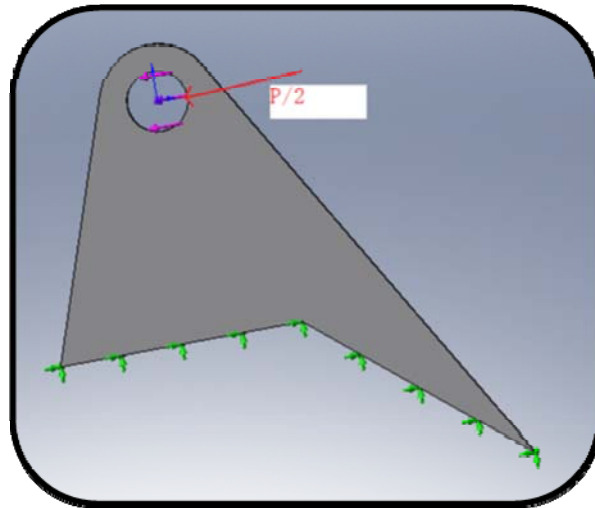
Figura 49. Condiciones de frontera de la Barra ternaria



Platina amortiguador-ternaria

Esta platina une el amortiguador con las barras en forma de *boomerang*. Las condiciones de frontera se pueden apreciar en la figura 50.

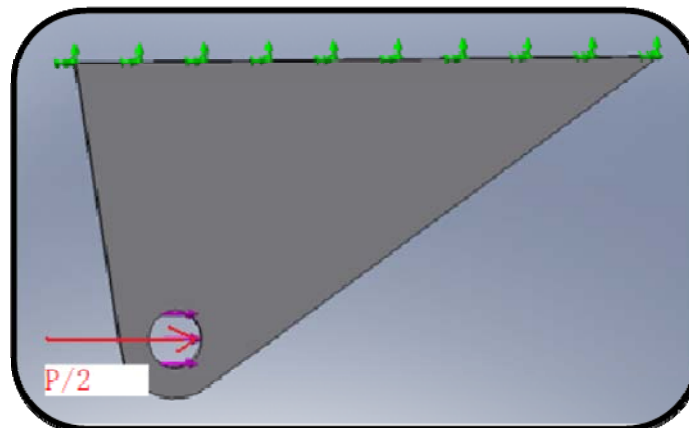
Figura 50. Condiciones de frontera de la Platina amortiguador ternaria



Platina amortiguador-marco

Esta platina se encarga de unir el amortiguador con el marco de la bicicleta, las condiciones de frontera de esta platina se observan en la figura 51.

Figura 51. Condiciones de frontera de la platina amortiguador marco



Soportes tijera

Los soportes de la tijera son estructuras que se encargan de sujetar la tubería de la tijera y unirla con todo el sistema de suspensión trasero.

Las barras de la tijera transmiten las fuerzas a estos soportes, para luego ser transmitidas al sistema de suspensión.

Las condiciones de frontera de los soportes se pueden ver en las figuras 52 y 53.

Figura 52. Condiciones de frontera del soporte superior tijera

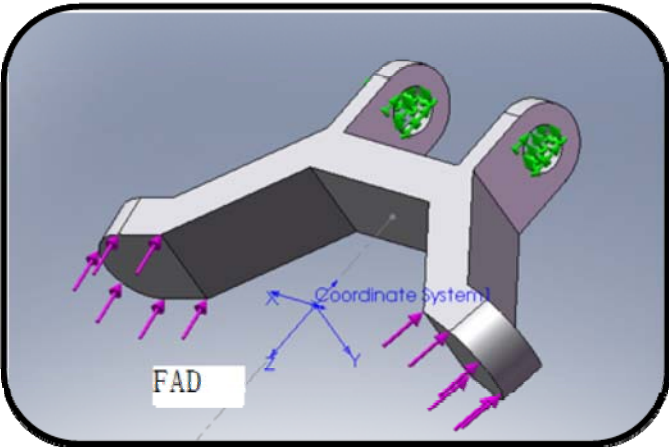
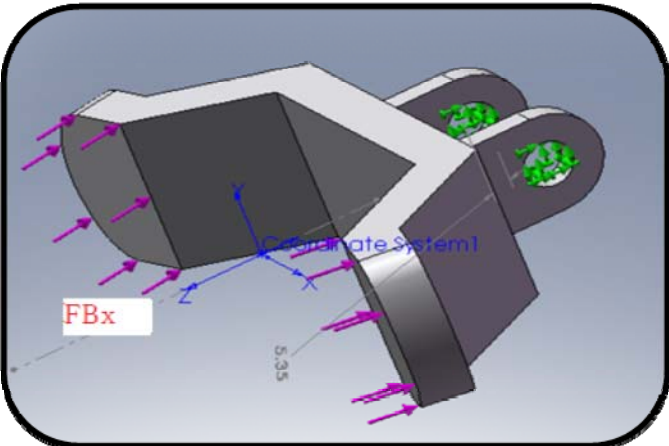


Figura 53. Condiciones de frontera del soporte inferior tijera

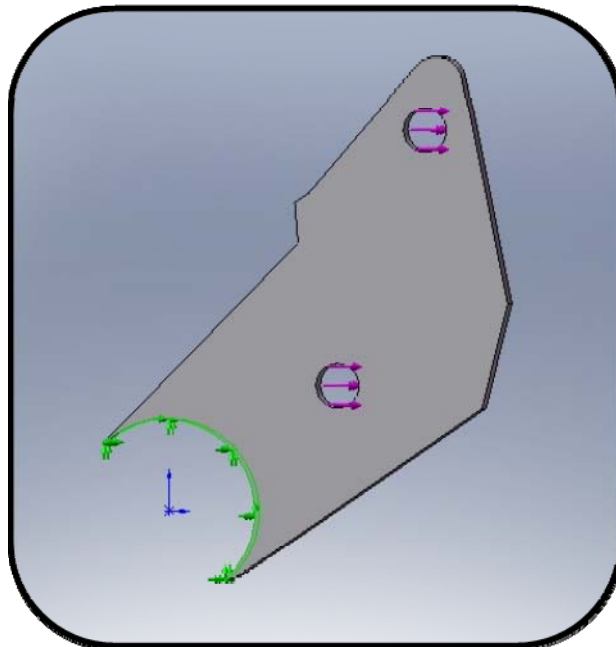


Platinas de Sujeción

Estas platinas se encargan de sujetar todo el sistema de suspensión trasero y de proporcionar los puntos de unión con el marco.

Las condiciones de frontera de las platinas de sujeción se pueden ver en la figura 54.

Figura 54. Condiciones de frontera de la platina sujeción



Marco

El marco de la bicicleta es el encargado de sostener al usuario y de unir todas las piezas que comprenden una bicicleta.

Las fuerzas aplicadas en el marco comprenden el peso del usuario aplicado al sillín y la fuerza en los pedales.

La aplicación para la cual está diseñada la bicicleta, presenta tres casos diferentes en cuanto a la configuración de las fuerzas soportadas por el marco.

Para realizar el análisis y posterior determinación del factor de seguridad, se prosiguió a seleccionar el caso más crítico de las posibles configuraciones de fuerzas.

Los tres casos son:

- El sillín recibe todo el peso de usuario.
- Los pedales reciben todo el peso del usuario.
- El peso se distribuye entre el sillín y los pedales en un 72% en el sillín y un 28% en los pedales.

Figura 55. Fuerzas actuantes. Caso 1

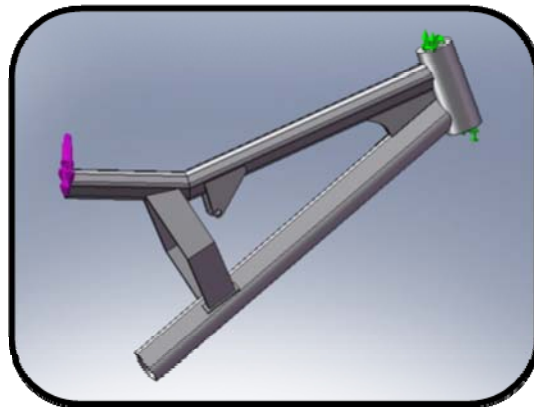


Figura 56. Fuerzas actuantes. Caso 2

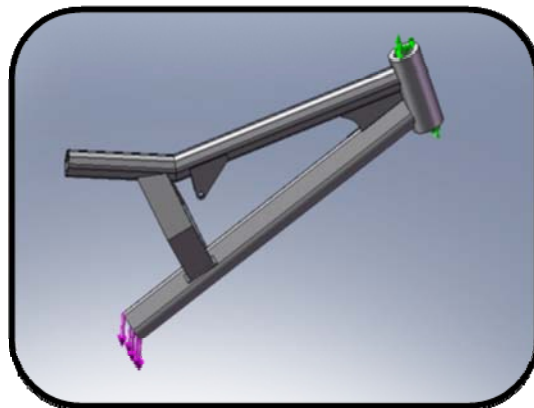
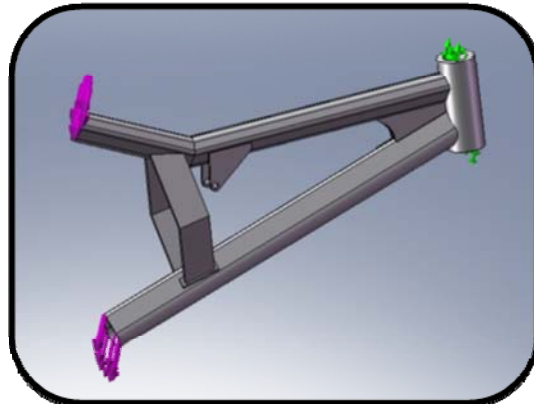


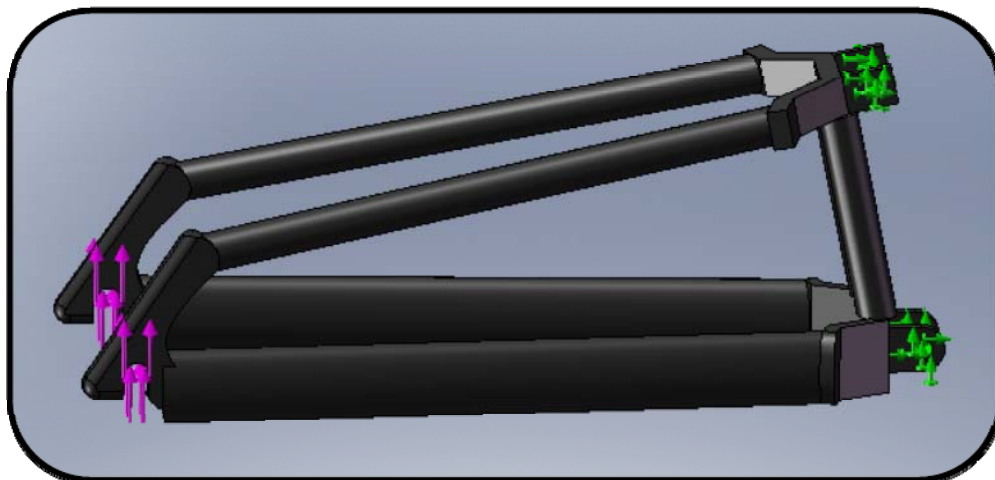
Figura 57. Fuerzas actuantes. Caso 3



Tijera

La tijera de la bicicleta se encarga de soportar la llanta trasera y hace parte del sistema de suspensión. Las fuerzas aplicadas en ella son las reacciones del suelo que surgen como consecuencia del peso del usuario. Sus condiciones de frontera se pueden observar en la figura 58.

Figura 58. Condiciones de frontera de la tijera



8.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Las bicicletas de montaña, en su uso a través de caminos accidentados, están sometidas a fuerzas casi cinco veces mayores que las que experimentan las bicicletas

de ruta. Estas fuerzas son dinámicas y aplicadas en lapsos de tiempo muy cortos, por lo cual sus componentes son mucho más robustos y resistentes.

Los factores de seguridad de los componentes de la suspensión están limitados por la incertidumbre del uso agresivo para el que está diseñada la bicicleta y por esta misma razón, el análisis estructural solo se realiza con base en las fuerzas estáticas actuantes, pero teniendo en consideración factores de seguridad altos (factor de seguridad mínimo de 3), para contrarrestar dicha incertidumbre.

Para el análisis estructural de cada componente se utilizó el paquete *Cosmos Works*¹³ en el cual se realizó manualmente la optimización de cada uno de estos elementos dada la complejidad de la geometría de cada pieza y, al mismo tiempo, buscando no cambiar drásticamente su apariencia para no afectar el diseño formal de los mismos.

Los esfuerzos se analizaron por el método de Von Mises; método muy utilizado en el análisis de esfuerzos combinados.

8.3 OPTIMIZACIÓN

La optimización de nuestras piezas consiste en variar la geometría de las mismas sin alterar su funcionalidad, con el objetivo de utilizar menos material para lograr piezas más ligeras pero que a su vez conservaran la resistencia deseada.

Las únicas piezas que se optimizaron fueron los componentes del sistema de suspensión y las platinas de sujeción, dado que consistieron en los únicos elementos que se fabricaron y cuyas geometrías fueron diseñadas.

Los factores de seguridad están calculados con el esfuerzo de fluencia del Aluminio 7005 PRODAX que posee un valor correspondiente a 545 Mpa.

En las siguientes imágenes, los esfuerzos más altos se encuentran representados por las zonas rojas y los esfuerzos más bajos están representados por las zonas azules.

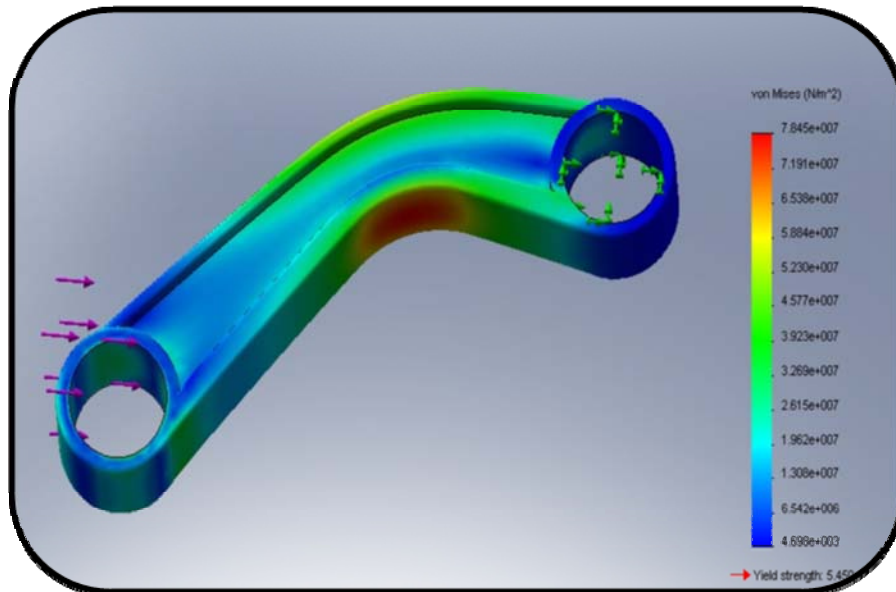
¹³ INTELLIGY SOFTWARE. CosmosWorks. [En línea]. Disponible en: <<http://www.intelligy.com.mx/producto/Cosmos/cosmosworks.html>>. [Consulta: 15 Dic., 2008]. Software CAE (ingeniería asistida por computador) para análisis de ingeniería que ofrece una amplia gama de herramientas para el análisis de ensambles y piezas complejas, facilitando el análisis de esfuerzos y deformaciones así como el análisis térmico y optimización del diseño, entre otros. Gracias a esto es posible reducir el costo de prototipos rápidos y disminuir el tiempo de desarrollo del producto.

Barra binaria

En la figura 59 se puede apreciar la distribución de esfuerzos de la barra binaria. La zona con el máximo esfuerzo es de 78.45 Mpa, lo cual representa un factor de seguridad de 6.9.

Originalmente, el peso de la barra binaria era de 429.15 g y luego de la optimización, se pudo reducir a 114.63 g.

Figura 59. Distribución de los esfuerzos en la barra binaria

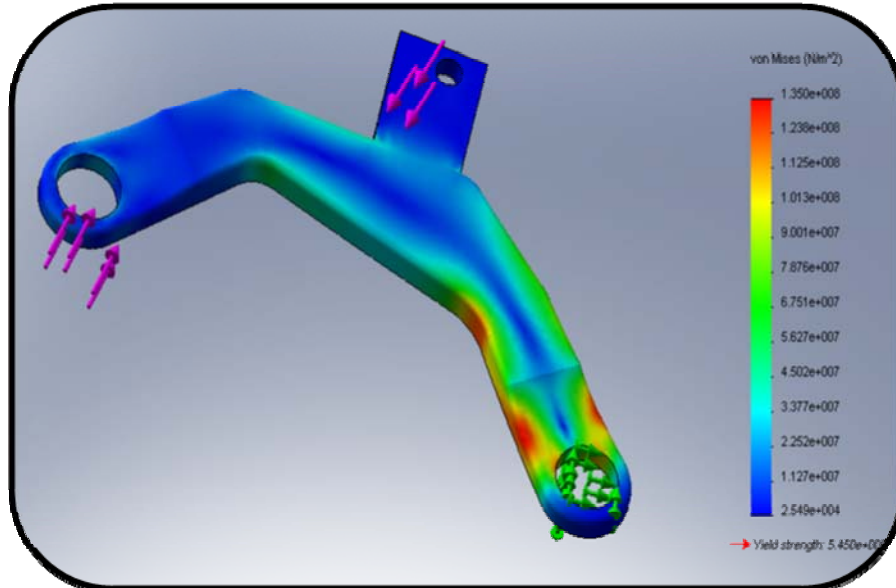


Barra ternaria

En la figura 60 se puede ver la distribución de los esfuerzos de la barra lateral ternaria (“boomerang”), donde el máximo esfuerzo es de 135.0 Mpa, lo que proporciona un factor de seguridad de 4.

Antes de la optimización, el peso de esta barra era de 241 g para posteriormente ser reducido a 115.13 g.

Figura 60. Distribución de los esfuerzos en la barra lateral ternaria (boomerang)

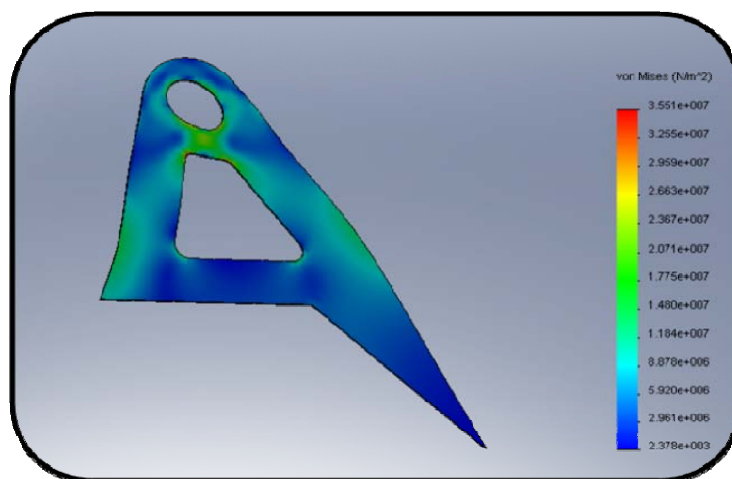


Platina amortiguador-ternaria

En la figura 61 se puede apreciar la distribución de los esfuerzos para la platina que recibe el amortiguador en la barra ternaria. Su máximo esfuerzo es de 35.5 Mpa, que proporciona un factor de seguridad de 15.

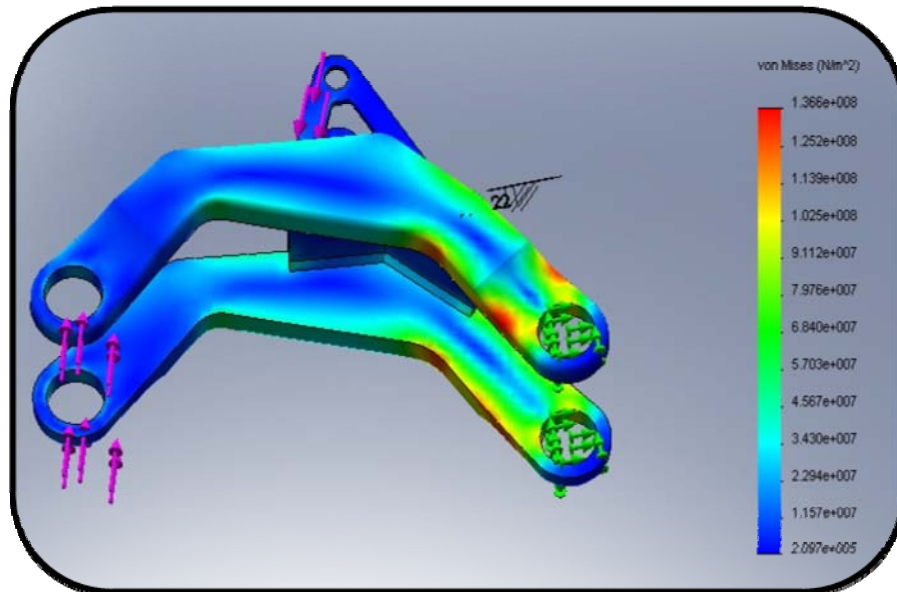
Inicialmente el peso de la platina era de 6.68 g y después de ser optimizada, se obtuvo un valor de 5.39 g.

Figura 61. Distribución de los esfuerzos en la platina amortiguador-ternaria



Luego de analizar por separado cada pieza del conjunto de la barra ternaria, se analizó la pieza totalmente armada y soldada para corroborar su buen desempeño.

Figura 62. Distribución de los esfuerzos en la barra ternaria ensamblada



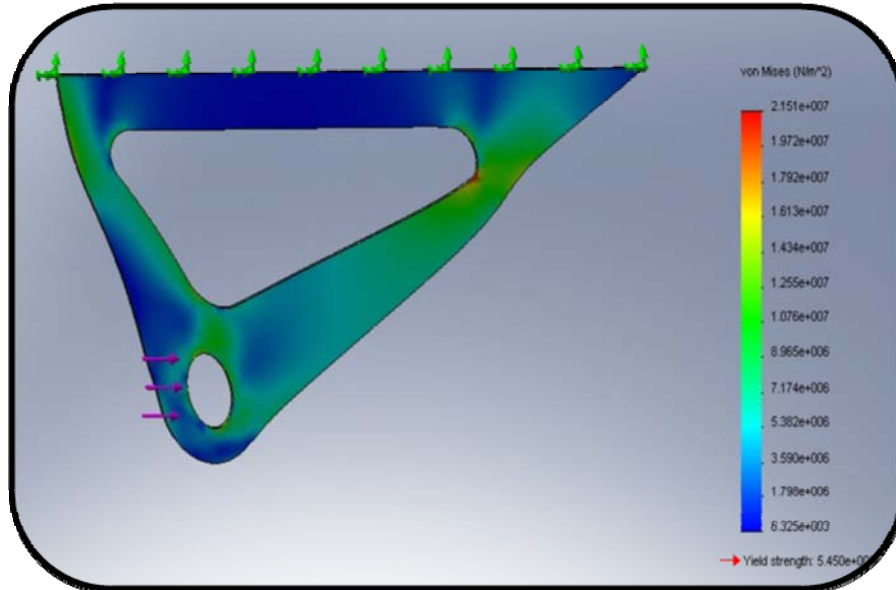
Tal como se puede apreciar en la Figura 62, el esfuerzo más alto en todo el conjunto es de 136.4 Mpa, lo que nos da un factor de seguridad de todo el conjunto de 3.99.

Platina amortiguador-marco

El esfuerzo máximo en esta pieza es de 21.5 Mpa y el factor de seguridad es de 25. La distribución de los esfuerzos se puede ver en la figura 63.

Antes de la optimización la platina poseía un peso de 12.39 g y luego de la optimización el peso se redujo a 8.11 g.

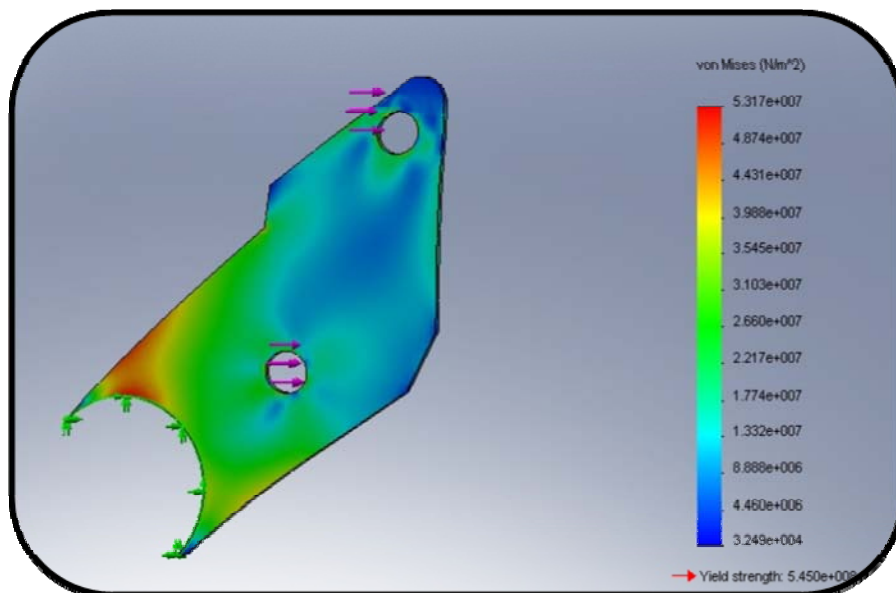
Figura 63. Distribución de los esfuerzos en la platina amortiguador-marco



Platinas sujeción

Estas platinas presentan un esfuerzo máximo de 53.7 Mpa y un factor de seguridad de 10.14

Figura 64. Distribución de los esfuerzos en la platina sujeción



Marco

El marco de la bicicleta está construido con dos tipos de aluminio de la misma aleación 7005 pero de fabricantes diferentes. La tubería es de “*Columbus tubi*” con un esfuerzo de fluencia de 380 Mpa y las platinas son de “*Uddeholm*” con un esfuerzo de fluencia de 545 Mpa.

Para determinar los factores de seguridad de todo el marco se supuso que todo el conjunto estaba construido con el aluminio de menor esfuerzo de fluencia y de esta manera ser más conservadores en el diseño del mismo.

Finalmente los resultados del análisis del marco dieron que para el caso 1 el esfuerzo máximo es de 134.1 Mpa con un factor de seguridad de 2.83, en el caso 2 el esfuerzo máximo es de 0.869 Mpa con un factor de seguridad de 4.37, y por último, para el caso 3 el esfuerzo máximo es de 103 Mpa con un factor de seguridad de 3.68.

Figura 65. Distribución de los esfuerzos en el marco. Caso 1

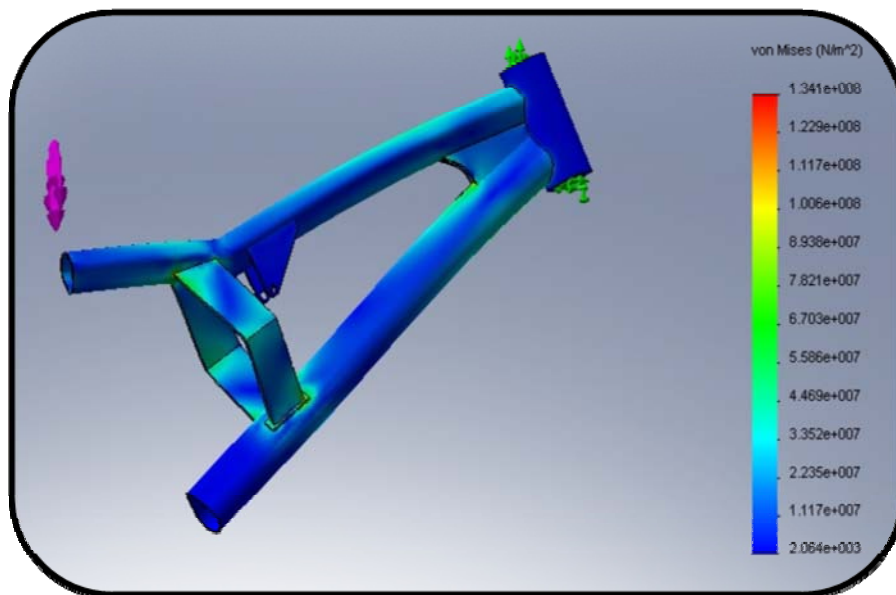


Figura 66. Distribución de los esfuerzos en el marco. Caso 2

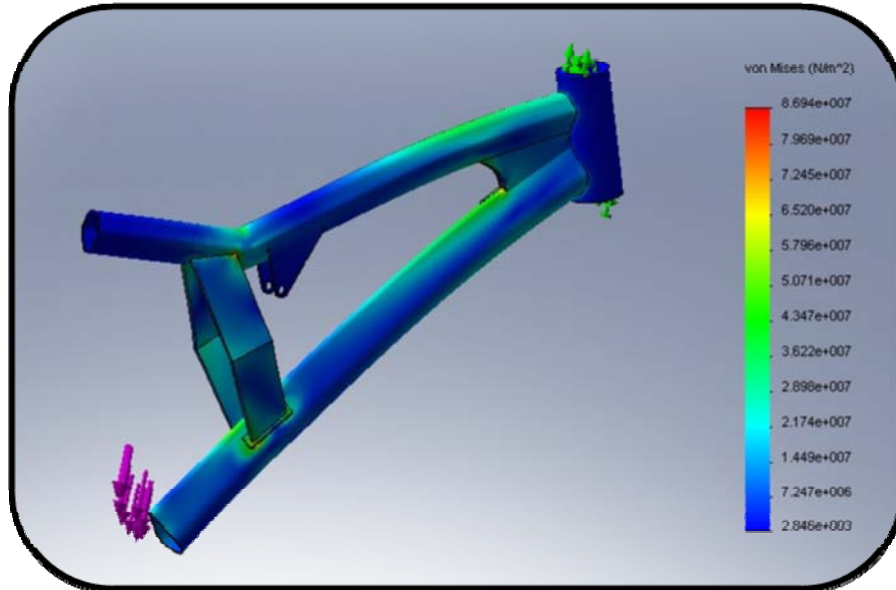
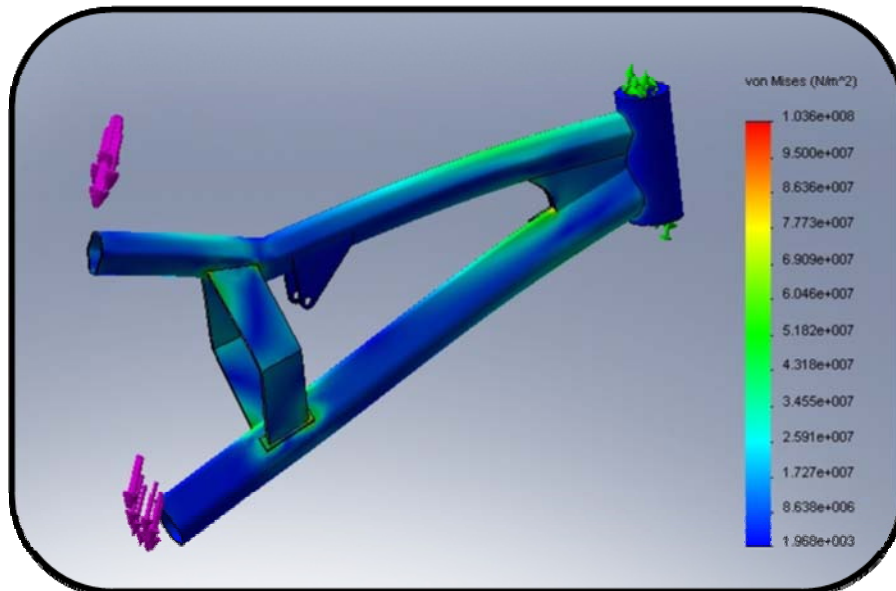


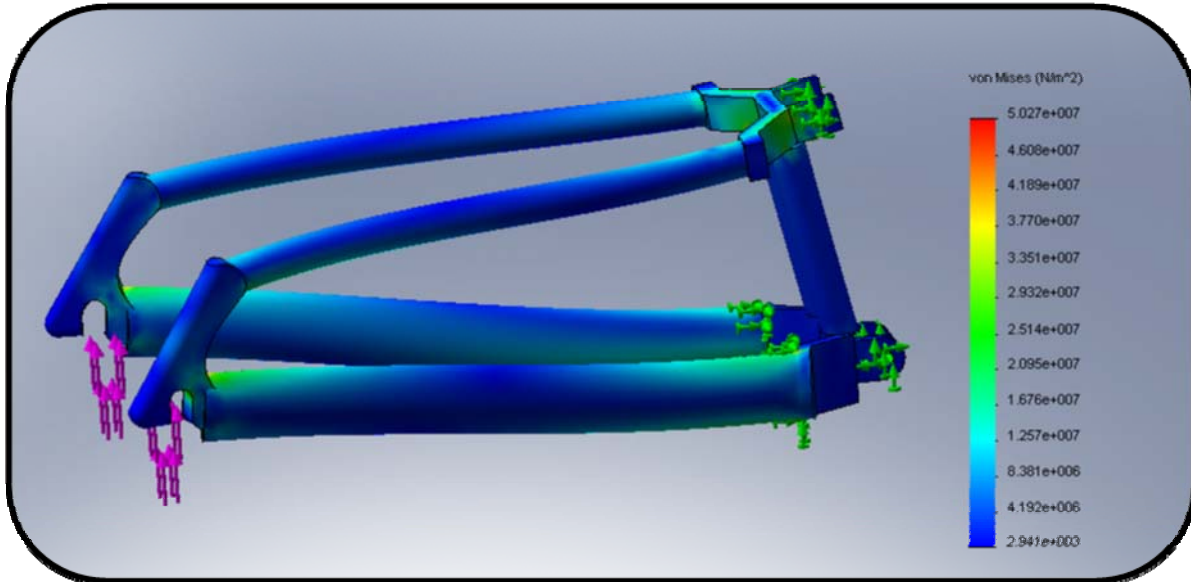
Figura 67. Distribución de los esfuerzos en el marco. Caso 3



Tijera

La tijera de la bicicleta está construida con aluminio 7005 de “Columbus tubi”, el cual posee un esfuerzo de fluencia de 380 Mpa.

Figura 68. Distribución de los esfuerzos en la tijera



Según los resultados de elementos finitos, el esfuerzo máximo en la tijera es de 50.27 Mpa, con lo que se obtiene un factor de seguridad de 7.6.

8.4 FATIGA

Las piezas de las bicicletas de *All Mountain* están sometidas, en su uso cotidiano, a esfuerzos cíclicos causados por las irregularidades de las trochas y por los saltos de obstáculos. Por esta razón se decidió calcular la vida útil de las piezas de la suspensión para así garantizar su correcto desempeño.

Los cálculos y procedimientos que se realizaron para el análisis de fatiga se encuentran en el Anexo C. Estos resultados muestran la vida útil de las piezas y el máximo esfuerzo que pueden soportar al final de la misma en la tabla 24 se pueden observar.

Tabla 24. Resultados del análisis de fatiga

Pieza	Sf (Mpa)	N
Barra binaria	77.813	3.39E8
Barra ternaria	78.200	3.28E8
Barra ternaria	77.716	3.42E8
Platina amortiguador ternaria	85.468	1.82E8
Platina amortiguador marco	96.254	0.827E8

Según los resultados de la tabla 24, los componentes de la suspensión poseen una vida media de 2.5E8 ciclos lo que nos dice que estas piezas tienen una vida relativamente larga, dado que este tipo de bicicletas son fabricadas para cumplir con una vida útil finita, ya que son utilizadas en ambientes extremos que exigen al máximo la resistencia de cada uno de sus componentes.

El número de ciclos obtenido en este caso corresponde a piezas de alto ciclaje que no corresponde al caso de las utilizadas en la suspensión de una bicicleta, ya que no es un mecanismo que opere a altas revoluciones ni por periodos de tiempo muy largos en comparación, por ejemplo, con un automóvil o con maquinaria de producción industrial que puede operar continuamente durante horas.

Según los análisis de fatiga, se puede apreciar que los esfuerzos a los que están sometidas las piezas en su uso normal se hallan por debajo del máximo esfuerzo en el número de ciclos calculados.

8.5 DIAGRAMA DE ESFUERZO vs. NÚMERO DE CICLOS (S-N) ESTIMADO

El diagrama S-N permite calcular bajo un esfuerzo, cuántos ciclos de vida posee la pieza antes de su ruptura o viceversa, debido a que a mayor número de ciclos menor será la resistencia del material. Este diagrama se crea para un material en particular y para una aplicación específica, por lo cual, cada pieza posee su propio diagrama S-N.

El ancho de banda de interés es de alto ciclaje, que abarca de 10^3 a 10^8 ciclos y mas allá.

Diagramas S-N de cada pieza

Figura 69. Diagrama S-N de la barra binaria

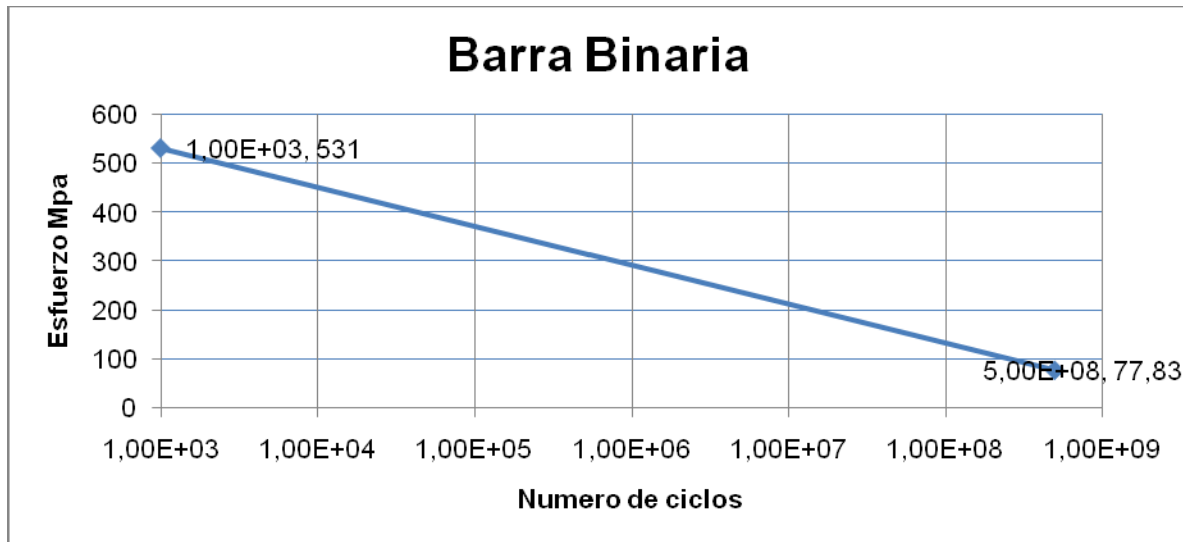


Figura 70. Diagrama S-N de la barra ternaria

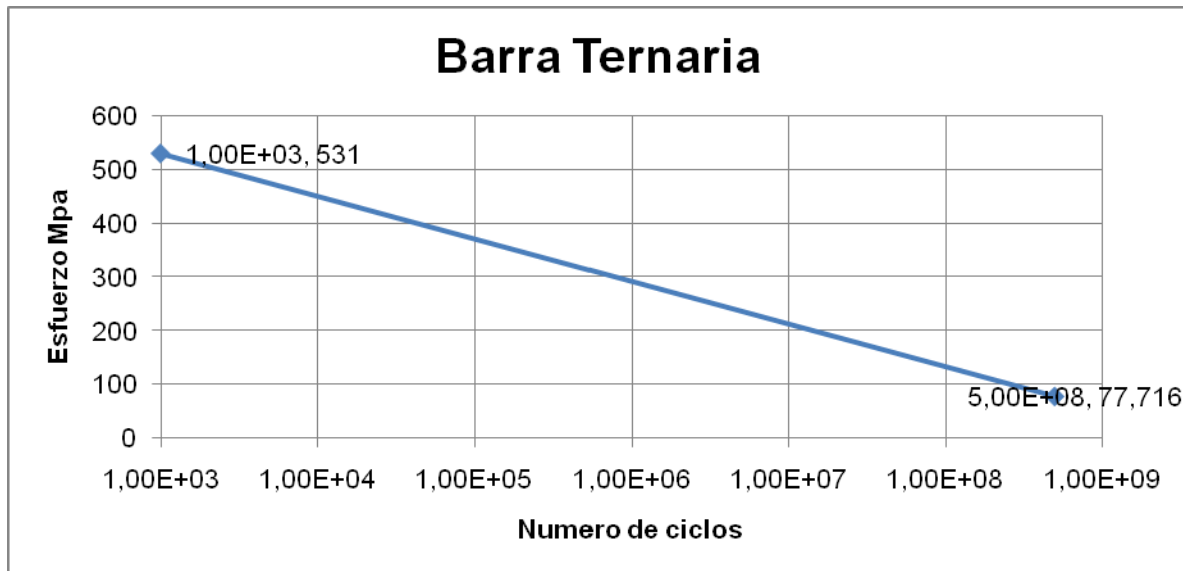


Figura 71. Diagrama S-N de la platina amortiguador-ternaria

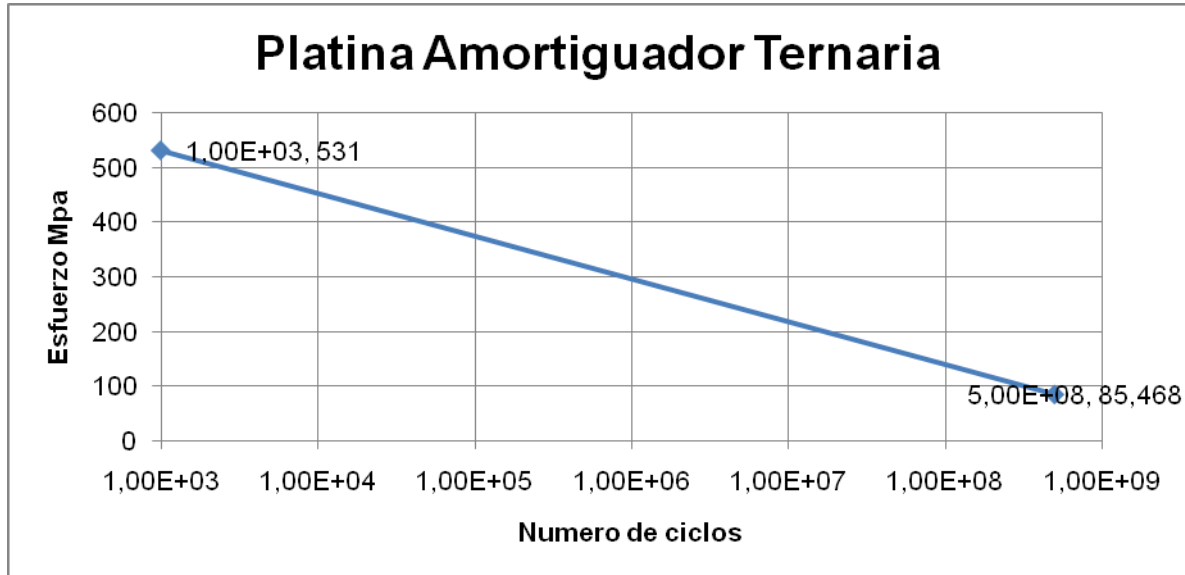
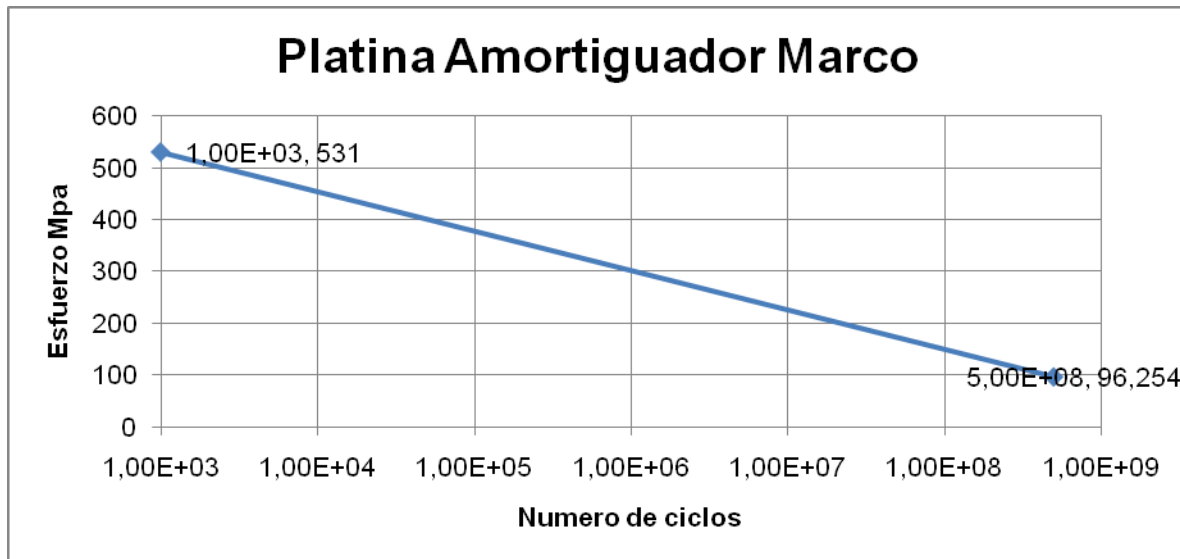


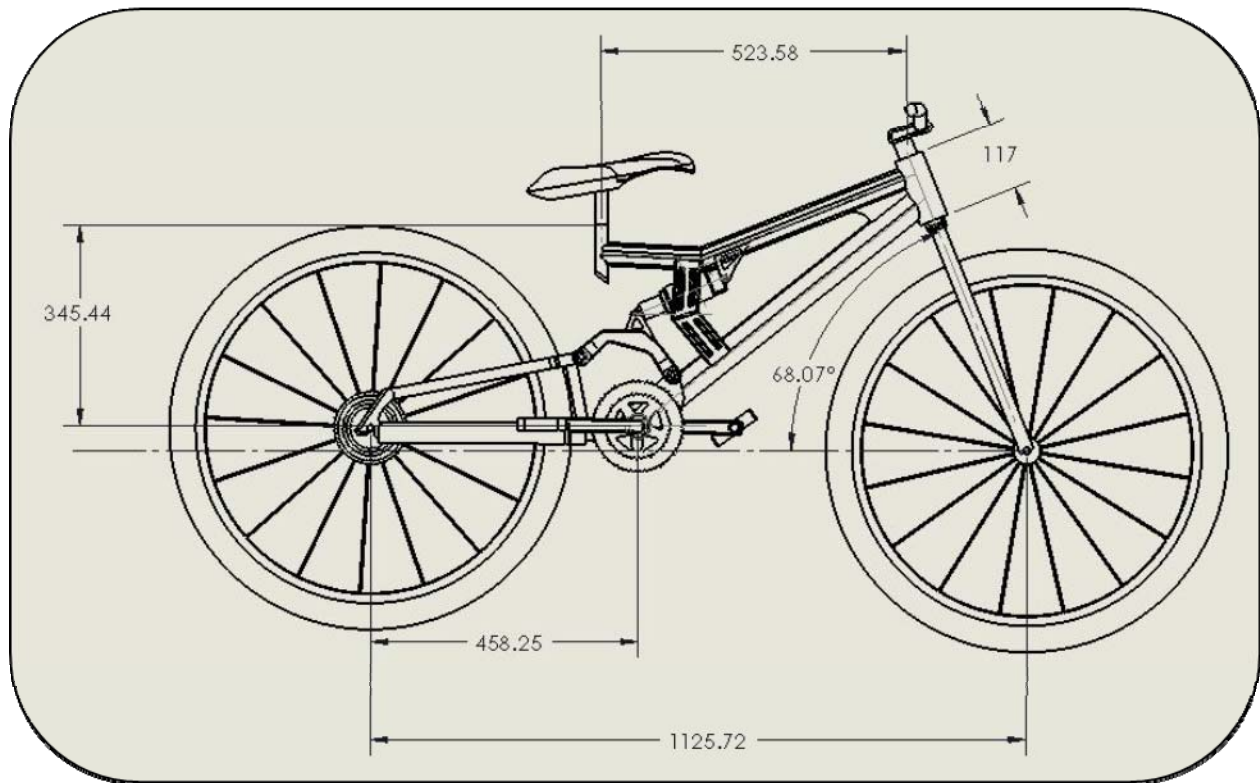
Figura 72. Diagrama S-N de la platina amortiguador-marco



8.6 MEDIDAS BÁSICAS Y PLANOS TÉCNICOS DEL PRODUCTO

Los planos son ilustraciones del producto y de cada pieza no comercial del mismo, que incluyen vistas desde diferentes caras, dimensiones del producto y materiales requeridos. Con base en estos planos se realiza la fabricación del producto.

Figura 73. Medidas básicas de la bicicleta



8.7 PROCESO DE MANUFACTURA

Construcción del prototipo funcional.

Debido a la complejidad de las formas de los componentes de la suspensión trasera, estos se manufacturaron en la fresadora de control numérico (CNC) de los talleres de la universidad EAFIT, para así garantizar la geometría y precisión necesarias requeridas para este tipo de componentes.

En las imágenes 74 y 75 se pueden apreciar algunas de estas piezas después de su manufactura.

Figura 74. Proceso de manufactura de los sistemas de suspensión

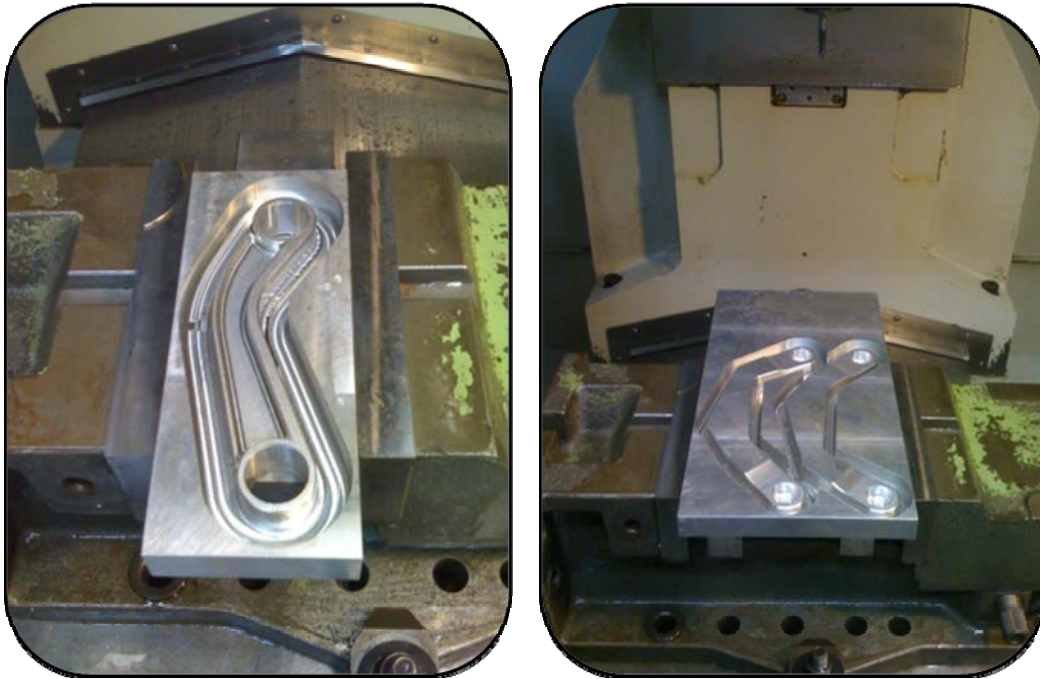


Figura 75. Maquinado final de piezas en control numérico



Para la construcción del marco y la tijera de la bicicleta se recurrió a la experiencia de uno de los mejores constructores de bicicletas en Colombia: Agustín Hincapié, conocido en el medio como “Tino”. Agustín ha diseñado y construido bicicletas desde hace más de 30 años para muchos deportistas y para varias personalidades del deporte, entre ellas María Luisa Calle*.

El taller de Agustín cuenta con una mesa especial en la cual se puede ensamblar cualquier matriz para la construcción de bicicletas, garantizando la alineación y correspondencia de cada elemento que compone la bicicleta.

El proceso de construcción se inicia creando la matriz para la bicicleta según el diseño deseado, tomando como referencia las medidas y ángulos especificados en el mismo.

A partir del ensamble de la matriz, se procede a realizar cortes de cada tramo de tubería acordes a las medidas estipuladas en planos, con sus respectivos ángulos (bocas de pescado) en los extremos hechos en fresadora para garantizar una correcta alineación de corte. Estos cortes en ángulos garantizan el correcto ensamble y posicionamiento de las uniones de los diferentes tubos que conforman el marco.

Posteriormente, todo el sistema es vuelto a montar en la matriz, se puntean con soldadura los elementos verificando las medidas, se sueldan y luego se hace un alineamiento en frío de cada pieza para garantizar su correcta posición después de la soldadura.

En las siguientes imágenes se puede apreciar el orden cronológico del proceso de manufactura.

* Ciclista colombiana. Nació en Medellín el 30 de octubre de 1968. Sus comienzos en el ciclismo los hizo en el ciclo montañismo de donde pasó a disputar pruebas de ruta y de pista. Participó en los juegos Olímpicos de Sidney 2000, Atenas 2004 y Pekín 2008. En 2006, logró otra de las grandes victorias para el ciclismo colombiano, al ganar la medalla de oro en la prueba de Scratch (prueba de pista), en los mundiales de pista. Fue la abanderada de Colombia en los Juegos Olímpicos de Pekín 2008.

Figura 76. Matriz de ensamble del marco



Figura 77. Ensamble y soldadura de la tijera. Primera etapa

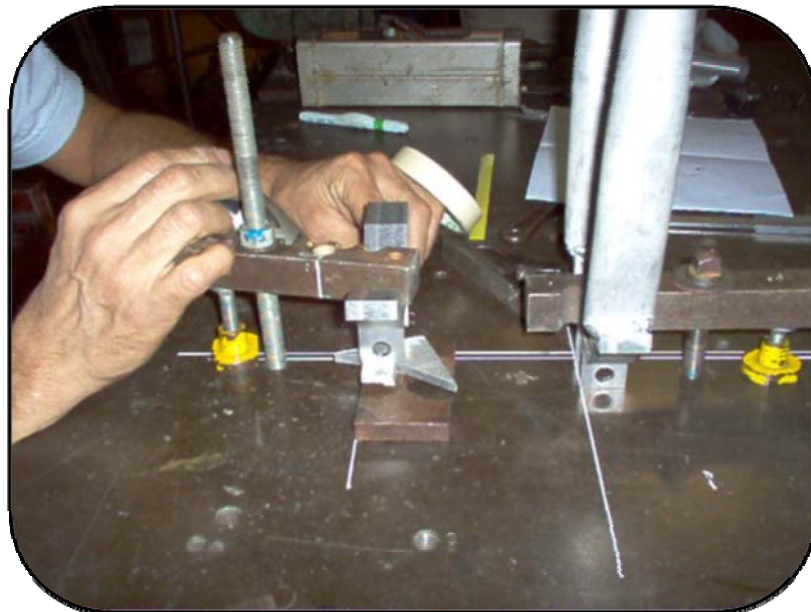


Figura 78. Ensamble y soldadura de la tijera. Segunda etapa

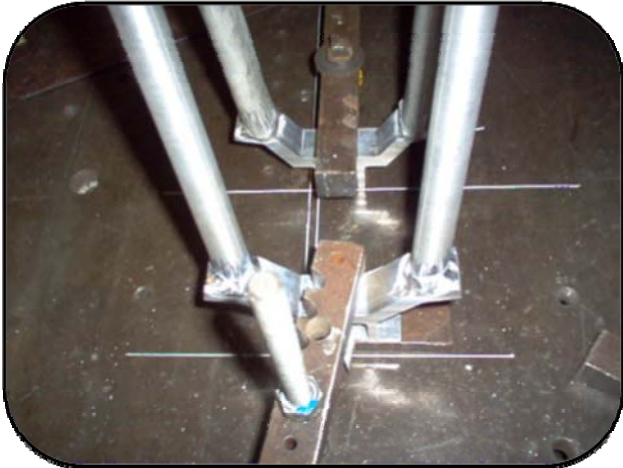


Figura 79. Ensamble de la barra ternaria

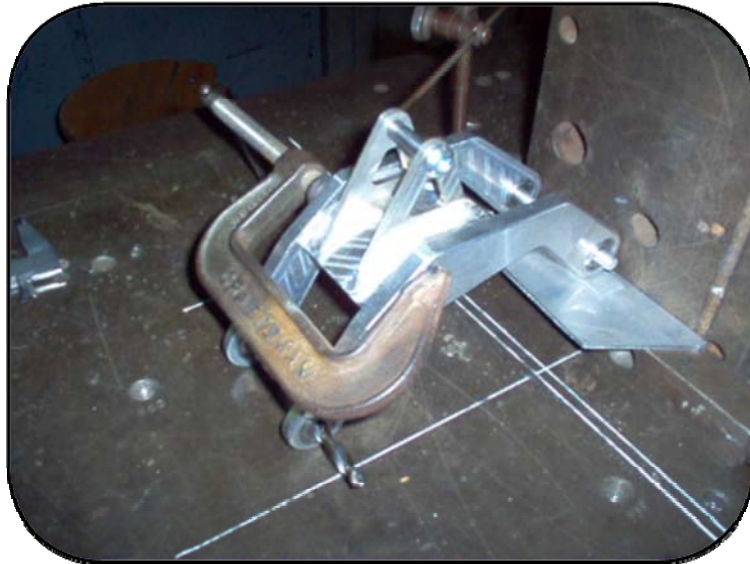


Figura 80. Pre ensamble de verificación



Tratamiento térmico:

Según la ficha técnica del aluminio 7005 “zonal Columbus”, éste debe someterse estrictamente a un tratamiento térmico tipo T6 (templado y envejecido) para eliminar los esfuerzos residuales que genera el proceso de soldadura.

Este tipo de tratamiento indica que luego de 5 días de haber soldado las piezas, se procede a calentar el marco durante 6 horas a 90° C y luego 4 horas a 150° C.

El tratamiento se hizo en el mismo horno utilizado para el secado de la pintura.

8.8 PRUEBAS DEL PRODUCTO

Figura 81. Esteban Araujo, María Luisa Calle, Daniel Martínez



El protocolo de pruebas del producto consiste en una serie de pruebas que evalúan el correcto desempeño del mismo. Para este fin, se seleccionó un grupo de evaluadores que fueron escogidos por su gran conocimiento y experiencia en las diferentes disciplinas del deporte del ciclismo.

Los evaluadores seleccionados para esta tarea fueron: María Luisa Calle, Viviana Maya (Campeona nacional de ciclo montañismo), Camilo Baquero (Campeón nacional de downhill) y Agustín Hincapié.

Con el protocolo de pruebas se pretende encontrar las fortalezas y debilidades de nuestra bicicleta en comparación con los productos similares que ofrece el mercado. Para este fin se creó un formato de evaluación con diferentes preguntas acerca del desempeño y diseño de la bicicleta (Ver tabla 25).

Tabla 25. Protocolo de pruebas

PROTOCOLO DE PRUEBAS BICICLETA MADHILL FREERIDE					
NOMBRE DE USUARIO					
PROFESIÓN					
EXPERIENCIA					
ITEM	1	2	3	4	5
Estabilidad					
Comodidad y ergonomía					
Maniobrabilidad					
Peso					
Eficiencia del sistema de suspensión					
Calidad de la manufactura					
Calidad en ajuste de piezas					
Diseño general					
Selección de colores					
Selección de materiales					
Selección de componentes					
Asertividad en el diseño					
* Siendo 1 la calificación mas baja y 5 la mas alta.					
COMENTARIOS Y SUGERENCIAS					

Después de probar personalmente el prototipo, cada una de las personas seleccionadas prosiguió a evaluar la bicicleta de acuerdo a cada uno de los ítems de calificación comprendidos en el formato. (Ver Anexo D: Protocolos de Pruebas de Usuario)

Los promedios generales en los resultados de estas pruebas se presentan a continuación, en la tabla 26:

Tabla 26. Promedios de calificación en pruebas de usuario

PROTOCOLO DE PRUEBAS BICICLETA MADHILL FREERIDE	
ITEM	PROMEDIOS
Estabilidad	4.75
Comodidad y ergonomía	5
Maniobrabilidad	5
Peso	4.75
Eficiencia del sistema de suspensión	4.75
Calidad de la manufactura	5
Calidad en ajuste de piezas	5
Diseno general	5
Selección de colores	4.75
Selección de materiales	5
Selección de componentes	4.75
Asertividad en el diseno	5
PROMEDIO GENERAL	4.9

9. CONCLUSIONES

El identificar las carencias y beneficios de las diferentes alternativas que ofrece el mercado para un producto específico permite estipular y desarrollar mejor cada una de las características que soportaran al nuevo diseño del mismo, permitiéndole ser más llamativo y competitivo dentro del segmento en el que se encuentre.

A lo largo del desarrollo del proyecto se encontró que no existe una metodología única para abordar los diferentes requerimientos que exige el diseño de un producto, dados los diferentes grados de complejidad que cada cual posee. Por consiguiente, y en la mayoría de estas situaciones, se hace necesario recopilar y estructurar información de más de un solo tipo de metodología de diseño, utilizando e incorporando a la propia los pasos que más se ajusten a las necesidades que se tengan, para así garantizar un diseño estructurado y sólido, y en general, adecuar una metodología más completa y eficaz a la hora de abordar las necesidades de la individualidad de cada proyecto.

Una de las grandes herramientas que poseen en la actualidad las ingenierías es precisamente el análisis por elementos finitos. El software Solid Works utilizado para este proyecto desempeñó un papel de vital importancia en la consecución de los objetivos del mismo dado que abarcó desde el proceso de diseño y modelación como tal de piezas, pasando por el proceso de ensamble de los diferentes mecanismos, hasta permitir evaluar satisfactoriamente, por medio de elementos finitos, todos los cálculos concernientes a la resistencia mecánica de las piezas, permitiendo simular las condiciones mecánicas en las que se van a desempeñar. Este tipo de facilidades a la hora de diseñar y construir un prototipo funcional le ahorran al ingeniero la implementación de simulaciones reales que requieren de varios prototipos para pruebas y análisis, evitando reprocesos en piezas por posibles daños en las mismas durante las pruebas, todo esto traduciéndose en considerables ahorros en materia de tiempo y costos gracias al software de análisis mecánico.

Mediante la adquisición del software de análisis de sistemas de suspensión para bicicletas *Linkage*, fue posible diseñar, dimensionar y simular el comportamiento del sistema de suspensión. La utilización de este parámetro de diseño condujo al correcto funcionamiento del sistema físico de la suspensión, así como a un adecuado ajuste entre sus componentes, rigidez en general de todo el sistema y a obtener los valores óptimos de recorridos, ángulos y distancias previamente simulados en el ordenador para obtener un desempeño sobresaliente del mismo.

El uso de control numérico para el maquinado de algunas de las piezas dentro del diseño del prototipo, favoreció considerablemente al proceso de manufactura al proporcionar piezas con acabados superficiales de gran calidad y fieles a la modelación geométrica en el software, así como permitir manufacturar complejas geometrías que por otro método no hubiesen presentado los mismos acabados, formas y calidad. La principal competencia del uso de tecnología de control numérico para la manufactura de piezas, es radicalmente la libertad que permite en el diseño de las mismas, en donde las posibilidades de diseño se vuelven casi ilimitadas mediante el uso de herramientas CAD/CAM¹⁴.

En la construcción del prototipo final se identificaron varias dificultades en el manejo del material escogido, porque aunque la tubería de Aluminio 7005 era el material idóneo para el buen desempeño de la bicicleta, no fue posible obtener el perfil realmente deseado, dado que el proveedor para el momento en el que se hizo el pedido no poseía en inventario todas las referencias del catálogo, requiriendo de meses de espera para conseguir el ítem deseado.

El protocolo de pruebas permite observar como el usuario final percibe y siente el diseño de la bicicleta ayudando a identificar las ventajas y desventajas del diseño de nuestro producto. Esto es de gran importancia a la hora de pensar en una producción en serie del producto, dado que este grupo de calificaciones y recomendaciones son pieza fundamental a la hora de reevaluar características del diseño, realizar cambios en la bicicleta, etc.

A través de este proyecto se puede demostrar que en Colombia, al igual que en los grandes países líderes de este deporte, se pueden fabricar bicicletas de alta calidad, precisión y desempeño, que a la vez presenten un alto componente de diseño y que puedan competir con las diferentes marcas ofrecidas para este deporte en el mercado internacional. Es muy importante hacer principal énfasis en este punto específico, dado que en muchas situaciones la creatividad colombiana (existente en muchas ramas del saber), no se da a conocer a nivel internacional y por consiguiente en la mayoría de los casos pasa desapercibida.

¹⁴ ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. CAD CAM. [En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/CAD/CAM>>. [Consulta: 10Nov., 2008]. CAD/CAM, del inglés *Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing*. Diseño asistido por computador y manufactura asistida por computador.

10. RECOMENDACIONES

La pintura utilizada en el prototipo a base de poliuretano no es la más acertada para esta tarea dada su poca resistencia al rayado. Se recomienda utilizar pintura electrostática, y aunque su costo es considerablemente mayor, presenta un mejor comportamiento frente a este fenómeno. Sin embargo y para fines netamente expositivos se optó por la pintura a base de poliuretano por su extensa gama de colores y presentaciones.

El proceso de pintura y acabado debe ser posterior al proceso de protocolo de pruebas con el fin de evitar retrasos y reprocesos.

Cuando se esté diseñando el cronograma de actividades del proyecto, deben entrar en consideración márgenes de tiempo que permitan anticiparse a demoras en los plazos de entrega por parte de proveedores, tiempos de maquinado en control numérico, errores de fabricación; y en sí, todo tipo de imprevistos que por su misma naturaleza necesitan de previsión con ventanas de tiempo más amplias para su consecución.

Identificar diferentes alternativas de mano de obra calificada en cuanto a facilidades de ensamble de componentes, pintura, soldadura y maquinado de piezas, que permitan poseer diferentes opciones a la hora de encontrar imprevistos o demoras en los lugares preestablecidos en la planeación del proyecto para realizarlas.

En este tipo de proyectos, en donde se hace necesario adquirir componentes de fabricación externa, se hace de gran utilidad, por motivos de disminución de costos, el realizar desde etapas tempranas en el cronograma, una búsqueda de patrocinadores potenciales de estos mismos elementos para apaciguar de cierta manera el costo total del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

AMIGOS DEL CICLISMO. Diagrama de cuerpo libre. [En línea]. Disponible en: <www.amigosdelciclismo.com>. [Consulta: 10 Oct., 2008]

ASILVERTOUCH. Downhill. [En línea]. Disponible en: <www.asilvertouch.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

ASKELAND, Donald R. Aleaciones no ferrosas. En: Ciencia e Ingeniería de los materiales. 3a. ed. Santiago de Chile: Thomsom, 1998.

BERR, Ferdinand P. Mecánica de materiales. 2a. ed. Bogotá: Mc Graw Hill, 1993.

CANFIELD BROTHERS. Can can. [En línea]. Disponible en: <www.canfieldbrothers.com>. [Consulta: 1° Oct., 2008].

CANNONDALE BYCICLE CORP. The good fight. [En línea]. Disponible en: <www.cannondale.com>. [Consulta: 1° Oct., 2008].

COLUMBUS. The soul of cycling since 1919. [En línea]. Disponible en: <www.Columbustubi.com>. [Consulta: 15 Ago., 2008]

CROSS, Nigel. Métodos de diseño. México : Limusa, 2002. 184p.

CYCLE SOLUTIONS. Dirt Jumping. [En línea]. Disponible en: <cyclesolutions.ca>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

DOBBINS, Lee. Mountain bike. [En línea]. Disponible en: <www.83sportsoutdoors.blogspot.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

DOVER. Cross country. [En línea]. Disponible en: <www.dover.idf.il>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. 7075 aluminium alloy. [En línea]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/7075_aluminum>. [Consulta: 21 Sept., 2008]

ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA. Bmx. En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Bmx>>. [Consulta: 3 Ago., 2008]. Del inglés *Bicycle Moto Cross*. Modalidad acrobática del ciclismo que nace en los años setenta cuando los jóvenes intentaban imitar a los campeones de moto cross en sus bicicletas.

_____. CAD CAM. [En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/CAD/CAM>>. [Consulta: 10 Nov., 2008].

_____. Ciclismo. [En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclismo>>. [Consulta: 27 Jul., 2008].

_____. Codex atlanticus. [En línea]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/Codex_Atlanticus> [Consulta: 25 Jul., 2008].

_____. Freeride. [En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Freeride>>. [Consulta: 27 Jul., 2008].

_____. Mood board. [En línea]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mood_board> [Consulta: 3 Ago., 2008].

_____. Motocross. [En línea]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Motocross>>. [Consulta: 8 Sep., 2008].

_____. Partes de una bicicleta. [En línea]. Disponible en: <http://bicipedia.es/wiki/index.php/Partes_de_una_Bicicleta>. [Consulta: 5 Ago., 2008]

_____. Tecnología furtiva. [En línea]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_furtiva> [Consulta: 15 Ago., 2008].

_____. Mountain Bike. En línea]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mountain_bike>. [Consulta: 27 Jul., 2008].

GIANT BICYCLES . Trace XO. En línea]. Disponible en: <www.giant-bicycles.com>. Consulta: 1° Oct., 2008].

HAGGUL. Cross country. [En línea]. Disponible en: <www.haggul.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

INTELLIGY SOFTWARE. CosmosWorks. [En línea]. Disponible en: <<http://www.intelligy.com.mx/producto/Cosmos/cosmosworks.html>>. [Consulta: 15 Dic., 2008].

LINKAGE. Bike suspension simulation. [En línea]. Disponible en: <<http://www.bikechecker.com/index.php?home>> [Consulta: 23 Sept., 2008]

MOUNTAIN BICYCLES. Slayer/Rocky. [En línea]. Disponible en: <www.bikes.com>. [Consulta: 1° Oct., 2008].

NEWLIN, Jason. Freeride. [En línea]. Disponible en: <www.3twenty3.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

NORTON, Robert L. Teorías de las fallas por fatiga. En: Diseño de máquinas. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1999.

PANERO, Julios. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos. México: s.n., 2002.

PÉREZ, Magdaleno. Historia de la bicicleta. [En línea]. Disponible en: <<http://www.mundo-caracol.com/bicicletos/historia.asp>>. [Consulta: 25 Jul., 2008]

PORRAS, Gabriel. Historia de la bicicleta. [En línea]. Disponible en: <mtbdenoche.blogspot.com>. [Consulta: 27 Jul., 2007].

RACOOZ SOFTWARE. Software 2D para análisis de sistemas de suspensión cuyo enfoque principal son las bicicletas de montaña. [En línea]. Disponible en: <<http://www.bikechecker.com>>. [Consulta: 18 Jul., 2008]

SAFE SHOPPER. Dirt jumping. [En línea]. Disponible en: <www.safe-shopper.co.uk>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

SANTA CRUZ BICYCLE. Bullit. [En línea]. Disponible en: <www.bikes.com>. [Consulta: 1° Oct., 2008].

SHELDON BROWN. Frame Materials for the touring cyclis. [En línea]. Disponible en: <<http://www.sheldonbrown.com/frame-materials.html>>. [Consulta: 21 Sept., 2008]

STORE, Bike. All mountain. [En línea]. Disponible en: <www.abikestore.com>. [Consulta: 8 Sept., 2008]

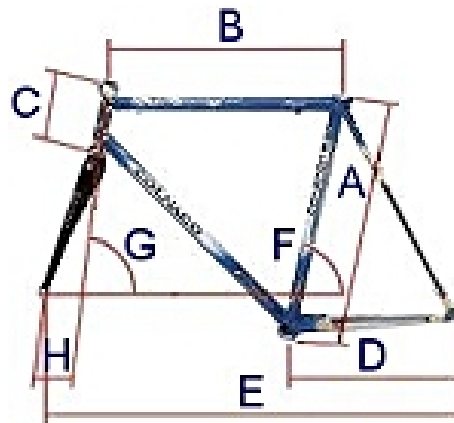
UDDEHOLM TOOLING. High performance steel. [En línea]. Disponible en: <www.Uddeholm.com>. [Consulta: 14 Oct., 2008]

ANEXO A. GEOMETRÍAS MARCO BICICLETA

Geometría

Para hacer un poco más simple la explicación de la geometría de un cuadro de carretera se han denominado los tubos y ángulos importantes con letras como siguen a continuación:

- A = tubo vertical o de sillín.
- B = tubo horizontal.
- C = tubo o pipa de dirección.
- D = vainas.
- E = distancia entre ejes.
- F = ángulo del tubo vertical o de sillín.
- G = ángulo del tubo o pipa de dirección.
- H = avance de la horquilla.



La longitud A determina la talla de la bicicleta y se suele expresar en pulgadas. Normalmente en estas bicicletas la longitud A suele ser de 7,5 a 12,5 cm; menor que la B, sobre todo si el cuadro tiene *sloping*, lo que significa que el tubo B no es horizontal sino que baja inclinado desde el tubo de dirección hasta el vertical. Esta característica hace que el cuadro sea más rígido al tener el triángulo principal más pequeño, a la vez que permite una mayor libertad de movimientos al tener el tubo más abajo.

La longitud D varía de 39,5 a 44 cm. A menor longitud, más escaladora es la bicicleta pero menos estable en curvas rápidas, y a mayor longitud más estabilidad.

La longitud E es el resultado de las demás longitudes y ángulos del cuadro y horquilla. Suele oscilar entre 100 y 115 cm., y al igual que ocurre con D, a menor longitud más manejable pero nerviosa se vuelve la bicicleta. Y a mayor longitud más estabilidad pero también más lentitud a la hora de responder a nuestras reacciones.

El ángulo F oscila entre $67,5^\circ$ y $75,5^\circ$. A más ángulo, más peso recae sobre la rueda trasera por lo que se gana en tracción en subidas complicadas. Con menos ángulo se gana en estabilidad al repartirse mejor el peso sobre la montura.

El ángulo G varía directamente sobre la longitud E, ya que a mayor ángulo menor es la distancia E y por lo tanto la bicicleta se vuelve manejable pero nerviosa a altas velocidades. Si el ángulo disminuye ocurre lo contrario. Oscila entre $67,5^\circ$ y $72,5^\circ$.

H es la distancia entre la línea imaginaria prolongada desde el tubo de dirección, y el centro de la puntera de la horquilla. Oscila entre 3 y 4,5 cm. Menos avance hace que la dirección responda antes a nuestros movimientos y por lo tanto la bicicleta es más manejable y nerviosa. Más avance provoca mayor lentitud de movimientos pero más estabilidad.

En estas bicicletas la medida más importante a tener en cuenta es la del tubo vertical, que es la que nos da la talla, ya que el largo va a depender del ángulo de la potencia (varía de 0° a 20° normalmente) y de si la bicicleta lleva manillar de dos alturas o plano.

Tubo vertical: Para encontrar nuestra medida apropiada multiplicamos nuestra entrepierna por 0,50. La entrepierna se mide en pie y descalzos, desde el suelo hasta donde apoya nuestro cuerpo en el sillín, tal como aparece en la imagen de la izquierda. Según como está el mercado hoy en día, la medida resultante servirá para un cuadro medido de centro a centro. Otra forma es montando a horcajadas sobre el tubo horizontal pero sin sentarse y lo más cerca del sillín posible, tiene que haber una distancia de 6 ó 7 cm. entre la entrepierna y la barra.



La altura del sillín se calcula igual que en la bicicleta de carretera, multiplicando la entrepierna por 0,885 y midiendo el resultado desde el centro del eje de pedalier hasta la horizontal del sillín en su punto más alto.

Otra forma de buscar la altura correcta es montar en la bici y, con el talón del pie apoyado en el pedal, situar éste en el punto más bajo; la pierna debe quedar estirada aunque levemente flexionada.

Talla: Longitud de entrepierna x 0,50.

Altura de sillín: Longitud de entrepierna x 0,885.

Tubo horizontal: Como ya hemos dicho la longitud al manillar depende mucho del tipo de este así como de la potencia. Una medida correcta sería cuando nuestra espalda formase un ángulo de unos 45° con el suelo al ir montados, llevando el manillar de 3 a 6 cm. por debajo de la línea del sillín, lo cual está bien para un uso normal, aumentando la distancia si queremos un toque de *competición*.

Dimensionamiento de la bicicleta

Tabla 27. Comparativo geométrico de bicicletas del mercado

Unidades mm	A = tubo vertical o de sillín.	B = tubo horizontal.	C = tubo o pipa de dirección.	D = vainas.
GT Force 1	443	565	100	431
Cannondale Moto carbón 1	409.6	578.098	114.3	420
Trek Top fuel 69er	394	553	105	427
<i>Specialized</i> Demo 8 ii	indefinido	550	120	421
Promedio	415.5333333	565.366	106.4333333	426

Tabla 28. Comparativo geométrico de bicicletas del mercado

Unidades mm	E = distancia entre ejes.	F = ángulo del tubo vertical o de sillín.	G = ángulo del tubo o pipa de dirección.	H = Altura caja centro
GT Force 1	1087	73.2	69	354
Cannondale Moto carbón 1	1098	72.5	67.5	363
Trek Top fuel 69er	1058	72.5	69	327
<i>Specialized</i> Demo 8 ii	1159	66	65	368
Promedio	1081	72.73333333	67.625	353

Tabla 29. Geometría de nuestra bicicleta

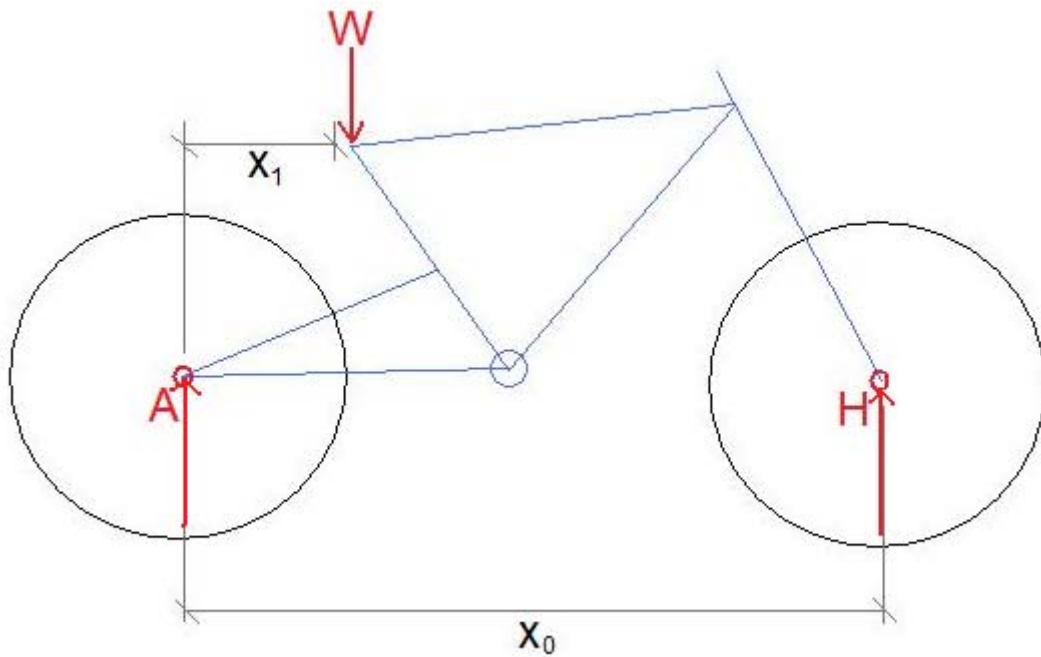
Unidades mm	A = tubo vertical o de sillín.	B = tubo horizontal.	C = tubo o pipa de dirección.	D = vainas.
GT Force 1	345	524	117	458

Tabla 30. Geometría de nuestra bicicleta

Unidades mm	E = distancia entre ejes.	F = ángulo del tubo vertical o de sillín.	G = ángulo del tubo o pipa de dirección.	H = Altura caja centro
Madhill	112	73	68	354

ANEXO B. CÁLCULOS MANUALES

Ecuaciones y diagrama de cuerpo libre



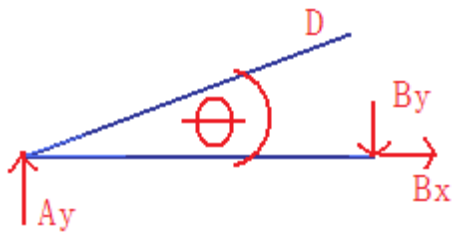
$$\sum F_x = Ax = 0$$

$$\sum F_y = Ay - W = 0$$

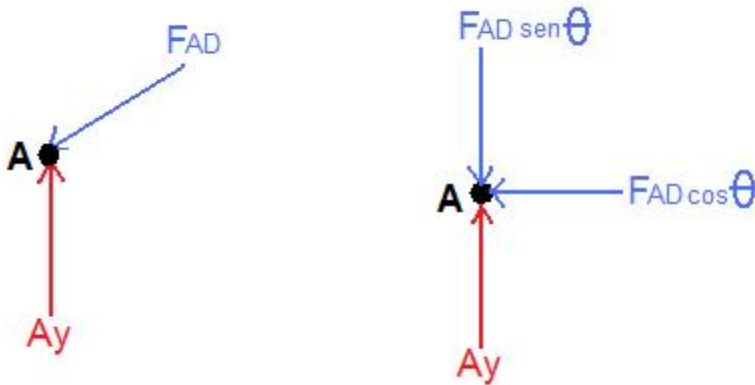
$$\sum MA = -W * x_1 + H_y * x_0$$

Ecuaciones y diagramas de cuerpo libre de cada una de las piezas que componen la suspensión.

Tijera



Nodo A:



$$\sum F_x = F_{AB} - F_{AD} \cos(\theta) = 0$$

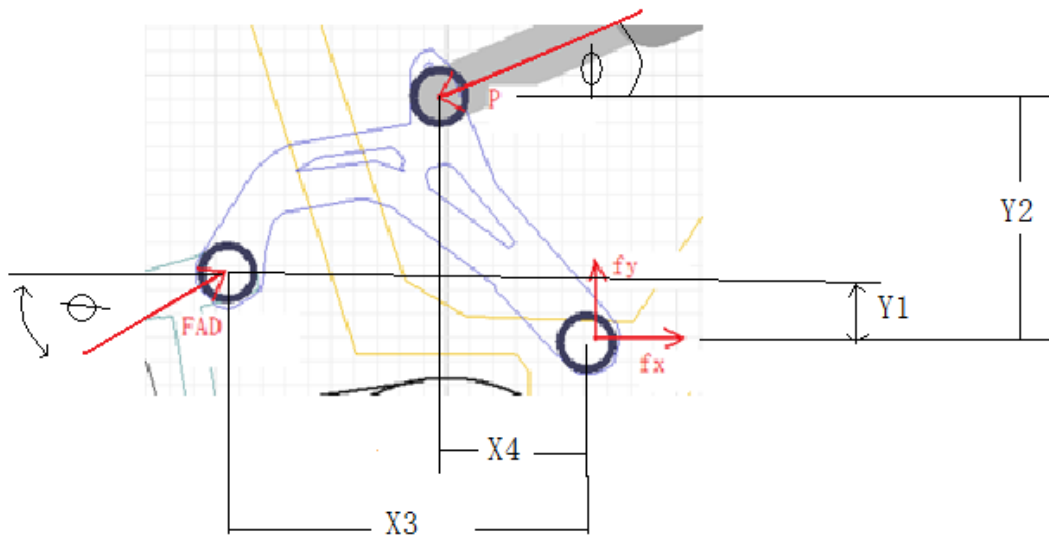
$$\sum F_y = A_y - F_{AD} \sin(\theta) = 0$$

Barra tijera horizontal

$$\sum F_x = F_{AD} \cos(\theta) + B_x = 0$$

$$\sum F_y = A_y - F_{AD} \sin(\theta) - B_y = 0$$

Barra ternaria

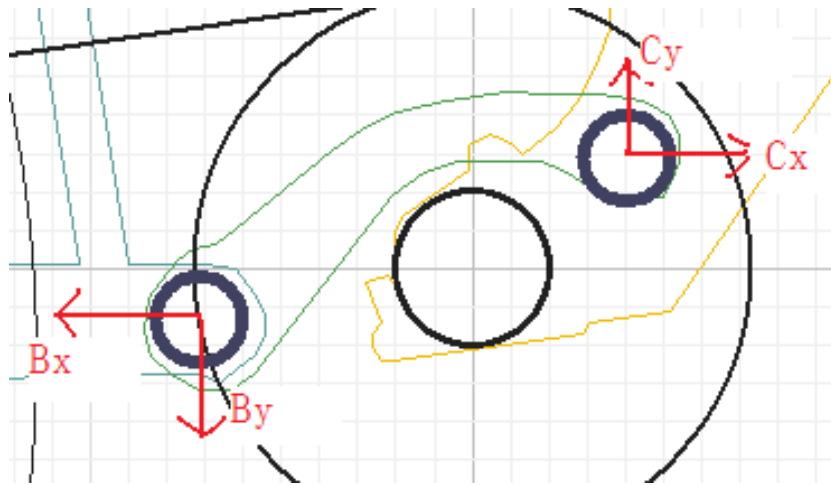


$$\sum MF = FAB\cos(\theta) * Y1 - FAD\sin(\theta) * X3 - P\cos(\varphi) * Y2 + P\sin(\varphi) * X4 = 0$$

$$\sum Fx = FAD_x - Px + Fx = 0$$

$$\sum Fy = FAD_y - Py + Fy = 0$$

Barra Binaria



$$\sum F_x = B_x + C_x = 0$$

$$\sum F_y = B_y + C_y = 0$$

ANEXO C. CÁLCULOS DE FATIGA

Teoría de Fatiga

Toda la teoría y cálculos de fatiga están basados del libro *Diseño de Máquinas* de Robert L. Norton.

Cualquier carga que varíe con el tiempo puede causar fallas por fatiga. Estas fallas suelen ocurrir a niveles de esfuerzo muy por debajo del límite elástico de los materiales. Las fallas por fatiga siempre empiezan en una grieta, las cuales pueden haber estado en el material desde su manufactura o haberse presentado a lo largo del tiempo por causa de deformaciones cíclicas, cerca de concentradores de esfuerzos o incisiones (cualquier contorno geométrico que incremente esfuerzo local). Se ha demostrado que casi todos los componentes estructurales contienen discontinuidades microscópicas y macroscópicas, las cuales una vez establecidas se crean como concentradoras de esfuerzos superiores a los de la incisión original. Mientras continúen los esfuerzos cíclicos, esta microgrieta seguirá creciendo hasta la fractura.

Las piezas que hacen parte del mecanismo de la suspensión están sometidas a esfuerzos cíclicos, razón por la cual es fundamental determinar su resistencia a la fatiga y así conocer su vida media.

La resistencia teórica a la fatiga para los aluminios está dada por la siguiente expresión:

$$S_{fi} = 0.4S_{ut} \text{ Para } S_{ut} \leq 330 \text{ Mpa}$$

$$S_{fi} = 130 \text{ Mpa Para } S_{ut} \geq 330 \text{ Mpa}$$

Esta resistencia teórica a la fatiga debe de ser corregida de acuerdo a la geometría y condiciones reales de la pieza, para ello se utilizan un conjunto de factores de reducción de resistencia que se multiplican por la estimación teórica, a fin de obtener la resistencia a la fatiga corregida para la aplicación en particular.

La siguiente expresión corresponde a la resistencia a la fatiga corregida:

$$S_{fi} = C_{carga} * C_{tamaño} * C_{superficia} * C_{temperatura} * C_{confiabilidad} * S_{fi}$$

Factor de carga

Flexión: $C_{carga} = 1$

Carga axial: $C_{carga} = 0.7$

Factor de tamaño

Este factor parte del hecho de que piezas mayores fallan a menores esfuerzos debido a que hay más probabilidad de que exista un defecto.

El factor de tamaño esta dado para partes cilíndricas, pero para partes no cilíndricas se debe de encontrar un diámetro equivalente para luego así encontrar el factor de tamaño.

$$d^2 = \frac{A_{95}}{0.0766}$$

Para $d \leq 8 \text{ mm}$ $C_{Tamaño} = 1$

Para $8 \text{ mm} \leq d \leq 250$ $C_{Tamaño} = 1.189^{-0.097}$

En la tabla 26 se puede apreciar el factor de tamaño de cada pieza.

Tabla 31. Factores de tamaño de cada pieza

Pieza	A95 (mm ²)	d	CTamaño
Barra binaria	248.83	56.995	0.803
Barra ternaria	222,7	53.919	0.807
Barra ternaria	254.45	57.635	0.802
Platina amortiguador ternaria	35.67	21.571	0.882
Platina amortiguador marco	28.99	19.454	0.891

Factor superficial

Las imperfecciones en la superficie de las piezas actúan como concentradoras de esfuerzos, para esto se han desarrollado factores de superficie según el acabado de la pieza véase en la tabla 27.

Con la siguiente ecuación se encuentra el factor de superficie:

$$C_{Superficie} = A * S_{ut}^b$$

Tabla 32. Coeficientes para la ecuación de factor superficial

Acabado superficial	A	b
Rectificado	1.58	-0.085
Maquinado o estirado en frío	4.51	-0.265
Rolado en caliente	57.7	-0.718
Forjado	272	-0.995

Debido a que todas las piezas del sistema de suspensión son maquinadas, los cálculos para el factor de superficie son los siguientes:

$$C_{Superficie} = 4.51 * 590^{-0.265}$$

$$C_{Superficie} = 0.831$$

Factor de temperatura

A bajas temperaturas la tenacidad a la fatiga se reduce, mientras que para temperaturas moderadamente altas se incrementa.

La siguiente ecuación define el factor de temperatura:

$$\text{Para } T \leq 450^{\circ}\text{C} \quad C_{Temperatura} = 1$$

Debido a que todas las piezas de la suspensión están por debajo de los 450°C el factor de temperatura es 1.

Factor de confiabilidad

Una gran parte de los datos de resistencia reportados o informados son valores medios. Por ello la confiabilidad de los datos entregados por el fabricante o proveedor son muy importantes para conocer la resistencia real del material o su aproximación.

En la tabla 28 muestra el factor de confiabilidad de acuerdo al porcentaje de confiabilidad del material.

Tabla 33. Factor y porcentaje de confiabilidad

% de confiabilidad	Confiabilidad
50	1.000
90	0.897
99	0.814
99.9	0.753
99.99	0.702
99.999	0.659

La confiabilidad de los materiales que se seleccionaron es alta debido a que provienen de fabricantes reconocidos mundialmente, pero como no se poseen pruebas de laboratorio, se les asignó un 90% de confiabilidad.

Diagrama S-N estimado

El diagrama S-N permite calcular bajo un esfuerzo cuantos ciclos de vida tiene la pieza o viceversa, debido a que a mayor numero de ciclos baja la resistencia del material. Este diagrama se crea para un material en particular y para una aplicación específica por lo cual cada pieza tiene su propio diagrama S-N. El ancho de banda de interés es de alto ciclaje que abarca de 10^3 a 10^6 ciclos y más allá.

Para construir la gráfica se necesitan dos valores que son S_m (10^3 ciclos) y S_f que para los aluminios corresponde a 5×10^8 ciclos. Estos valores son tomados directamente del Libro: *Diseño de Máquinas* de Robert L. Norton, los cuales son utilizados para cualquier tipo de aleación de aluminio.

Con la siguiente ecuación se encuentra S_m :

Flexión: $S_m = 0.9S_{ut}$

Carga axial: $S_m = 0.75S_{ut}$

La ecuación de la línea de S_m a S_f se puede escribir de la siguiente manera:

$$S_n = a * N^b$$

Donde S_n es la resistencia a la fatiga en cualquier número de ciclos N

Las ecuaciones de a y b son:

$$b = \frac{1}{z} * \log\left(\frac{S_m}{S_f}\right) \quad \text{Donde} \quad Z = \log(N_1) - \log(N_2)$$

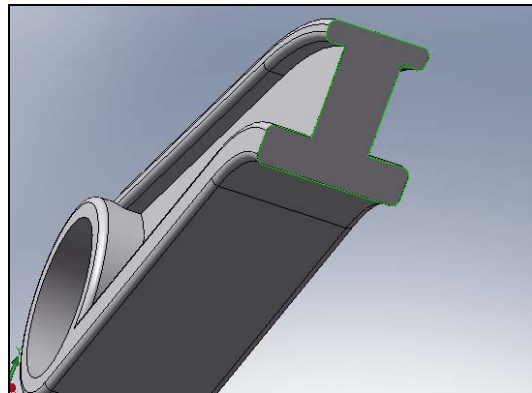
$$\log(a) = \log(S_m) - 3b$$

Para nuestros cálculos, la resistencia a la fatiga sin corregir se tomara a $5E8$ ciclos.

Los factores de reducción en cada una de las piezas de la suspensión son iguales, excepto uno que es el factor de tamaño. Este factor varía en cada elemento ya que el área afectada en cada pieza es diferente.

En la figura 82 se puede ver el área más afectada de la barra binaria.

Figura 82. Área afectada de la barra binaria



En las figuras 83 y 84 se pueden apreciar las áreas 1 y 2 más afectadas de la barra ternaria.

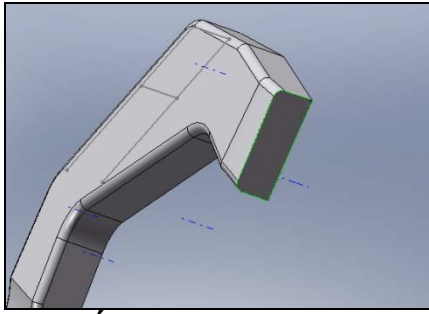


Figura 83. Área 1 afectada en barra ternaria

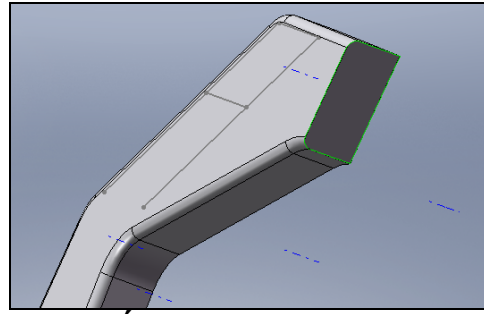
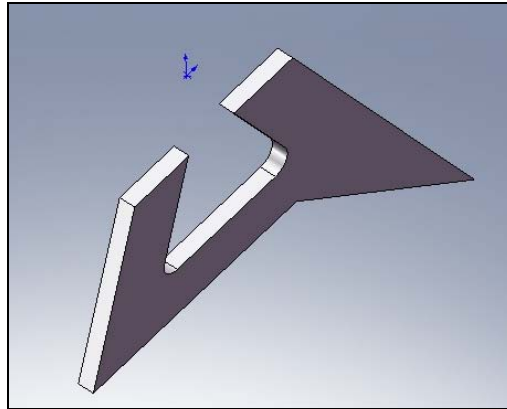


Figura 84. Área 2 afectada en barra ternaria

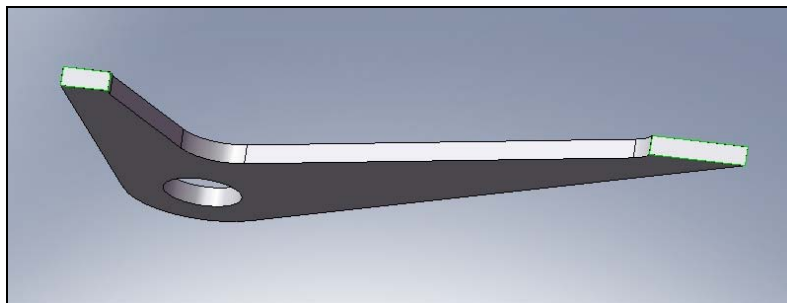
En la figura 85 se pueden apreciar las áreas más afectadas de la platina amortiguador-ternaria.

Figura 85. Área afectada de la platina amortiguador-ternaria



En la figura 86 se pueden ver las áreas más afectadas en la platina del amortiguador.

Figura 86. Área afectada de la platina amortiguador



En la tabla 34 se pueden ver los factores de reducción de resistencia de cada pieza.

Tabla 34. Factores de reducción de resistencia

Pieza	A95(mm ²)	Ccarga	Ctamaño	Csuperficie	Cconfiabilidad	Ctemperatura	Sf'(Mpa)	Sf(Mpa)
Barra binaria	248.83	1	0.803	0.831	0.897	1	130	77.813
Barra ternaria	222,7	1	0.807	0.831	0.897	1	130	78.200
Barra ternaria	254.45	1	0.802	0.831	0.897	1	130	77.716
Platina amortiguador ternaria	35.67	1	0.882	0.831	0.897	1	130	85.468
Platina amortiguador marco	28.99	1	0.891	0.831	0.897	1	130	96.254

En la tabla 35 se pueden apreciar los factores para encontrar la vida a fatiga de cada pieza

Tabla 35. N= número de ciclos de vida

Pieza	a	b	N
Barra binaria	1505.05	-0.15081	3.39E8
Barra ternaria	1505.05	-0.15081	3.28E8
Barra ternaria	1505.05	-0.15081	3.42E8
Platina amortiguador ternaria	1505.05	-0.15081	1.82E8
Platina amortiguador marco	1505.05	-0.15081	0.827E8

ANEXO D. PROTOCOLOS DE PRUEBAS DE USUARIO

A continuación se presentan los formatos del protocolo de pruebas calificados por cada uno de los evaluadores seleccionados, así como los registros fotográficos para algunos de los casos.

PROTOCOLO DE PRUEBAS 1.

Evaluador: María Luisa Calle

Figura 87. Protocolo de pruebas de María Luisa Calle

PROTOCOLO DE PRUEBAS BICICLETA MADHILL FREERIDE					
NOMBRE DE USUARIO	María Luisa Calle				
PROFESION	Ciclista				
EXPERIENCIA					

ITEM	1	2	3	4	5
Estabilidad				X	
Comodidad y ergonomía					X
Maniobrabilidad					X
Peso					X
Eficiencia del sistema de suspension					X
Calidad de la manufactura					X
Calidad en ajuste de piezas					X
Diseño general					X
Selección de colores				X	
Selección de materiales					X
Selección de componentes					X
Asertividad en el diseño					X

* Siendo 1 la calificación mas baja y 5 la más alta.

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS	La soldadura de los cables con mas estética que no se vean.
---------------------------	---

María Luisa Calle.

Figura 88. María Luisa Calle probando la bicicleta



PROTOCLO DE PRUEBAS 2.
Evaluador: Viviana Maya

Figura 89. Protocolo de pruebas de Viviana Maya

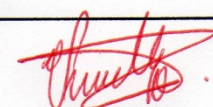
PROTOCOLO DE PRUEBAS BICICLETA MADHILL FREERIDE						
NOMBRE DE USUARIO	Viviana Maya Tabares					
PROFESION	ciclomontañista					
EXPERIENCIA	10 años en competencia					
ITEM	1	2	3	4	5	
Estabilidad						X
Comodidad y ergonomía						X
Maniobrabilidad					X	
Peso						X
Eficiencia del sistema de suspensión						X
Calidad de la manufactura						X
Calidad en ajuste de piezas					X	
Diseño general						X
Selección de colores					X	
Selección de materiales						X
Selección de componentes					X	
Asertividad en el diseño						X
* Siendo 1 la calificación mas baja y 5 la más alta.						
COMENTARIOS Y SUGERENCIAS	Felicitaciones!! 					

Figura 90. Viviana Maya probando la bicicleta



PROTOCOLO DE PRUEBAS 3.
Evaluador: Agustín Hincapié.

Figura 91. Protocolo de pruebas de Agustín Hincapié

PROTOCOLO DE PRUEBAS BICICLETA MADHILL FREERIDE

NOMBRE DE USUARIO	Agustín Hincapié
PROFESION	Constructor Bicycletas
EXPERIENCIA	30 años

ITEM	1	2	3	4	5
Estabilidad					X
Comodidad y ergonomía					X
Maniobrabilidad					X
Peso				X	
Eficiencia del sistema de suspensión					X
Calidad de la manufactura					X
Calidad en ajuste de piezas					X
Diseño general					X
Selección de colores					X
Selección de materiales					X
Selección de componentes				X	
Asertividad en el diseño					X

* Siendo 1 la calificación mas baja y 5 la más alta.

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS: diseño bien logrado (tiro)
Agustín Hincapié

PROTOCOLO DE PRUEBAS 4.
 Evaluador: Camilo Baquero.

Figura 92. Protocolo de pruebas de Camilo Baquero

PROTOCOLO DE PRUEBAS BICICLETA MADHILL FREERIDE

NOMBRE DE USUARIO	Camilo Andrés Baquero
PROFESION	Estudiante y deportista
EXPERIENCIA	Campeonatos nacionales ciclismo

ITEM	1	2	3	4	5
Estabilidad					X
Comodidad y ergonomía					X
Maniobrabilidad					X
Peso					X
Eficiencia del sistema de suspension				X	
Calidad de la manufactura					X
Calidad en ajuste de piezas					X
Diseño general					X
Selección de colores					X
Selección de materiales					X
Selección de componentes					X
Asertividad en el diseño					X

* Siendo 1 la calificación mas baja y 5 la más alta.

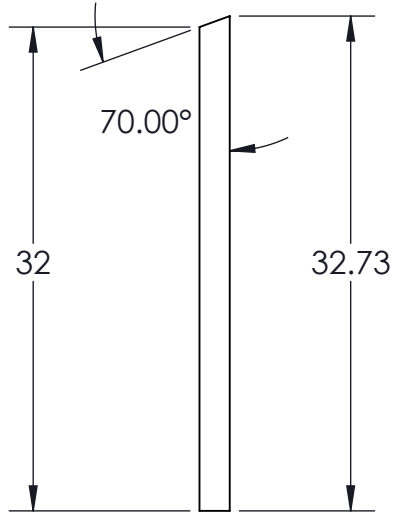
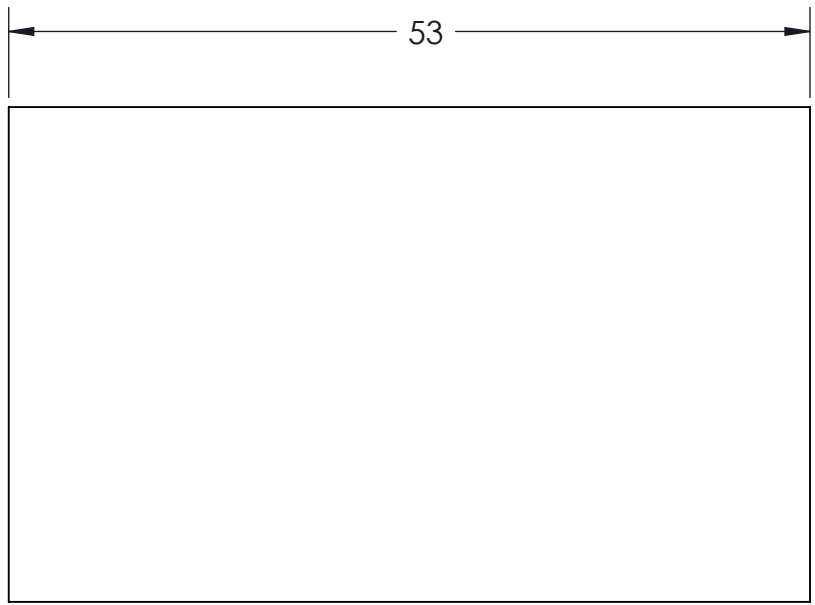
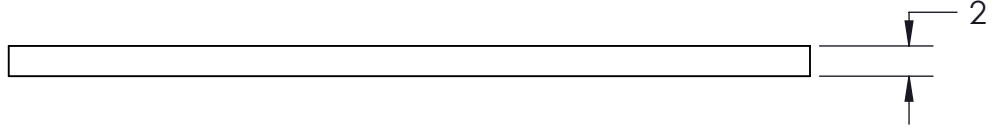
COMENTARIOS Y SUGERENCIAS	Comprar una mejor suspension delantera
----------------------------------	--

Camilo Baquero

Figura 93. Camilo Baquero probando la bicicleta



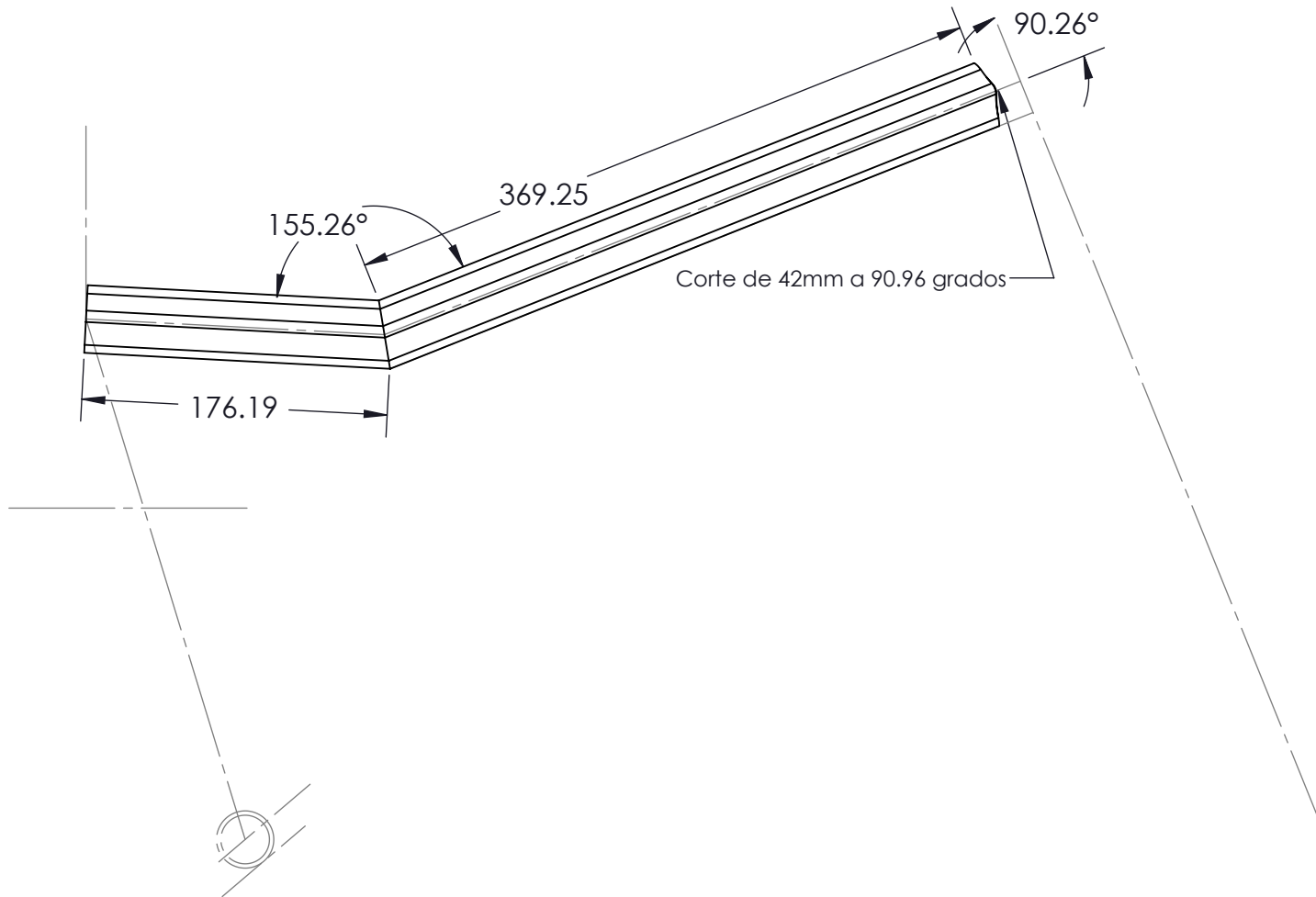
ANEXO E. PLANOS



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

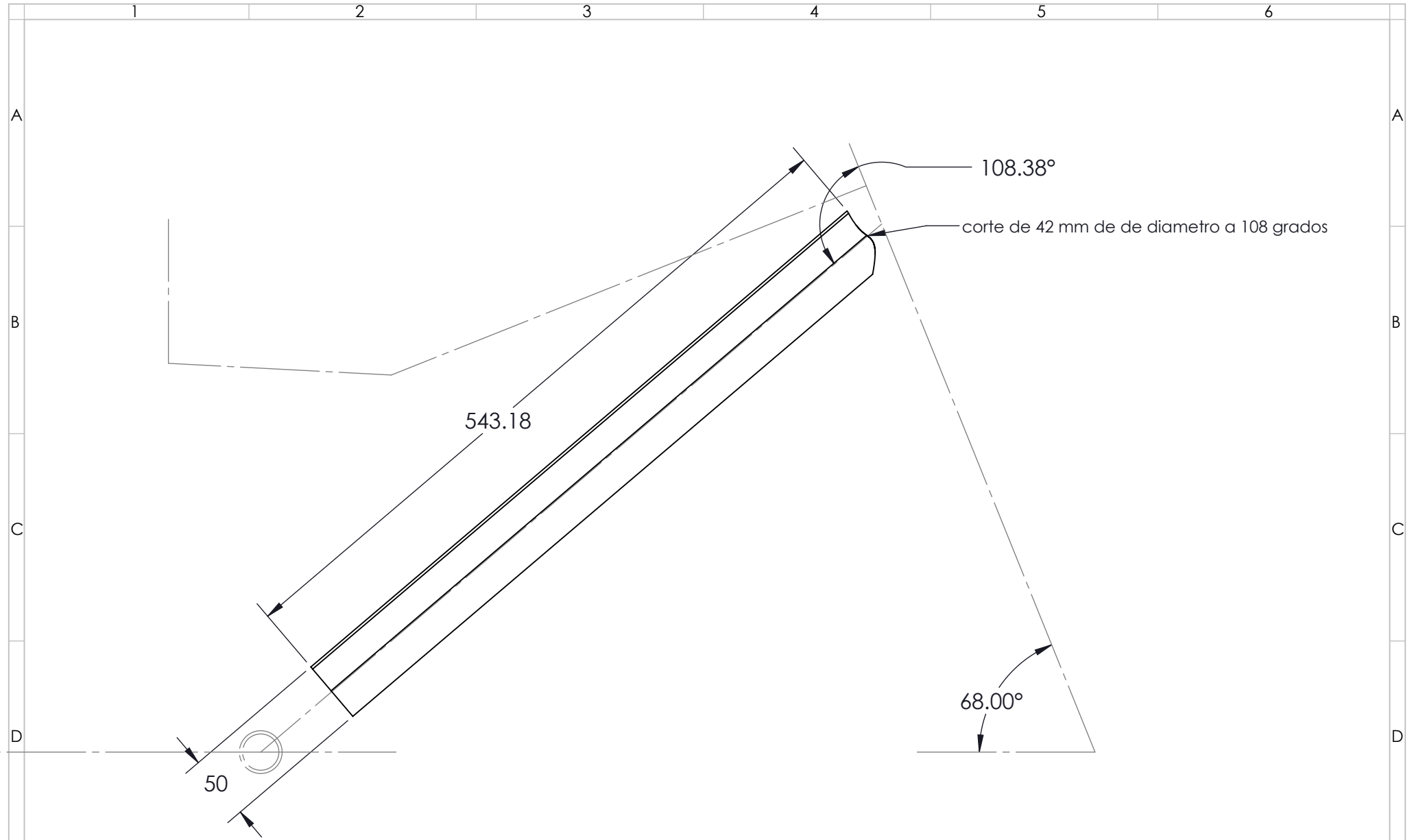
Pieza: Union barras ternarias 1		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 2:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

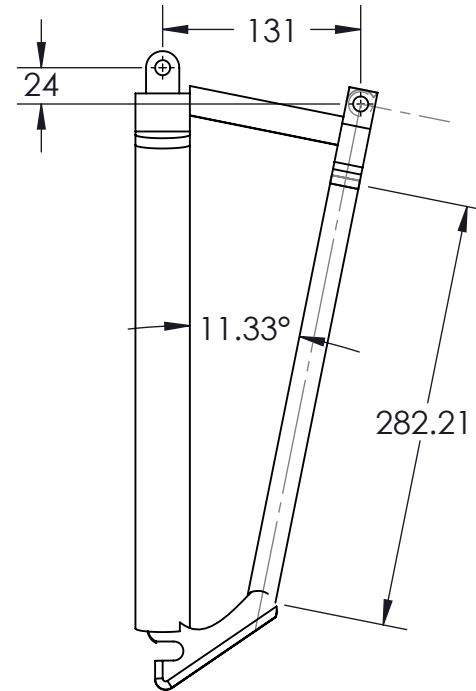
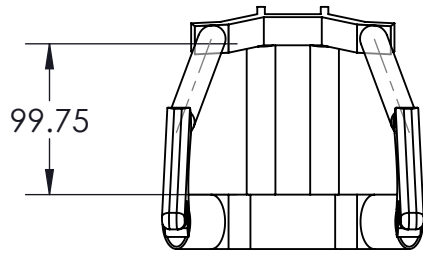
Pieza: Tubo superior		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1: 4	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

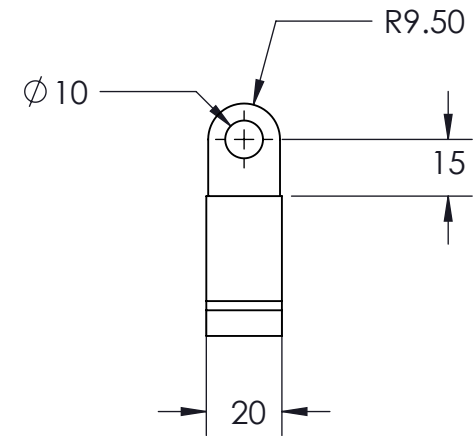
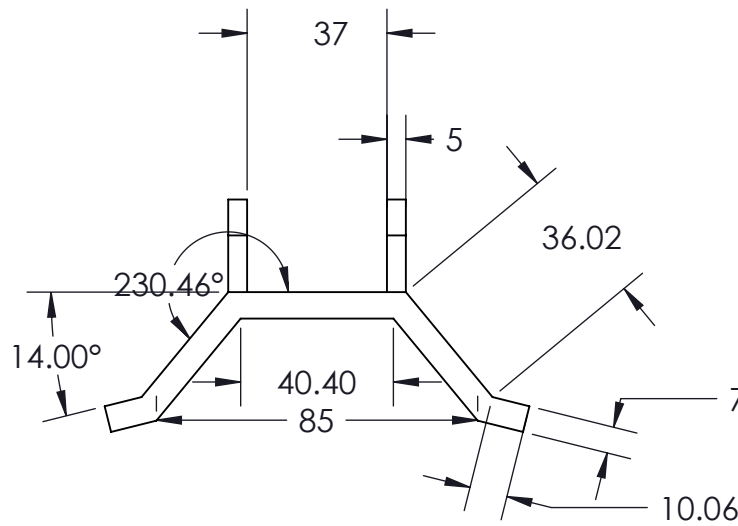
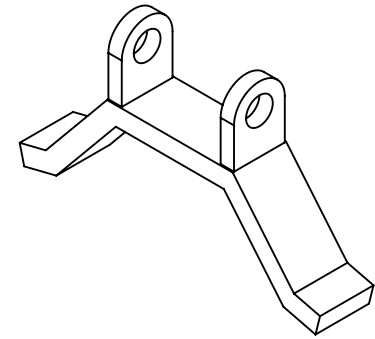
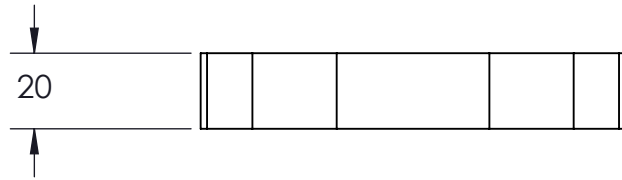
Pieza: Tubo inferior		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:4	Revisó:	JFM
Sistema:		Unidades: mm	tolerancias:
		Plano:	Formato: A
		Hoja 1 de 1	



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Carcasas		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:5	Revisó:	JFM
Sistema:		Unidades: mm	tolerancias:
		Plano:	Formato: A
		Hoja 1 de 1	



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Soporte tijera superior

Diseñó: JML / DG

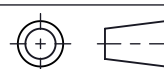
Dibujó: JML / DG

Material: Aluminio 705

Escala: 1:2

Revisó: JFM

Sistema:



Unidades:

mm

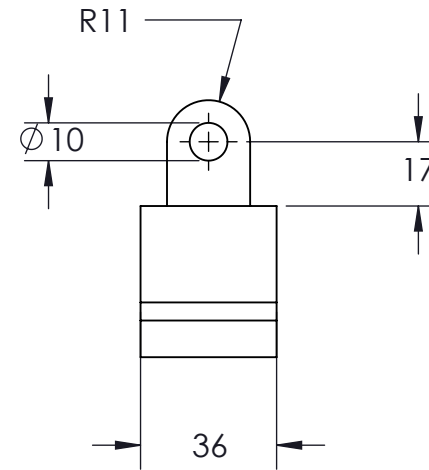
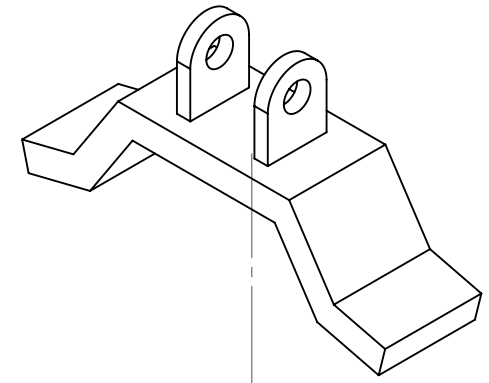
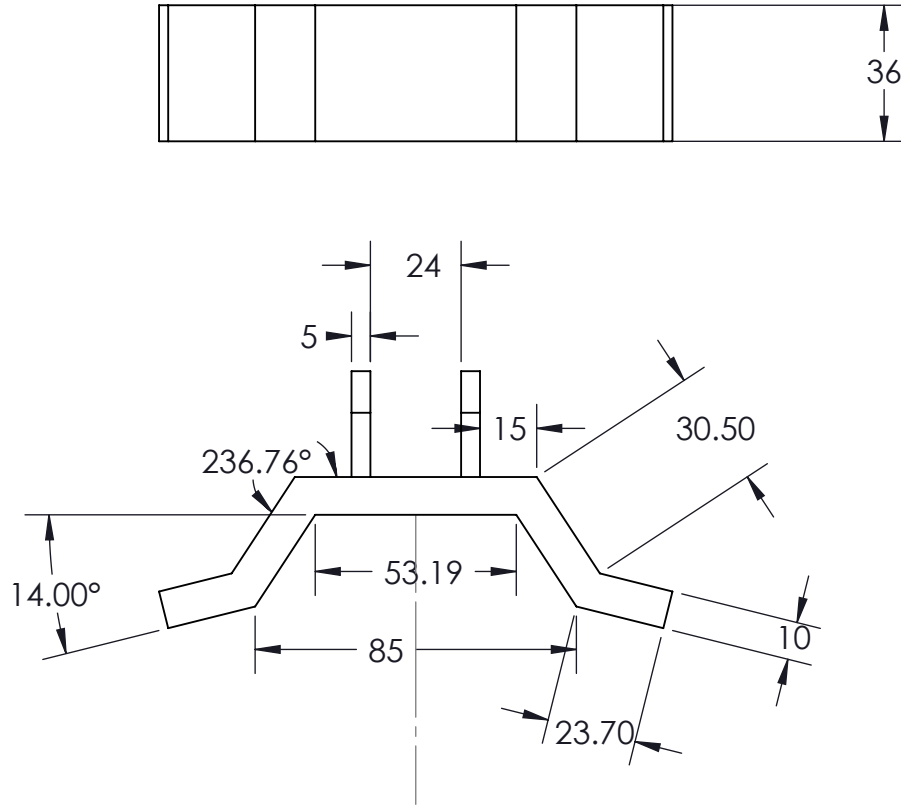
tolerancias:

Plano:

Hoja 1 de 1

Formato:

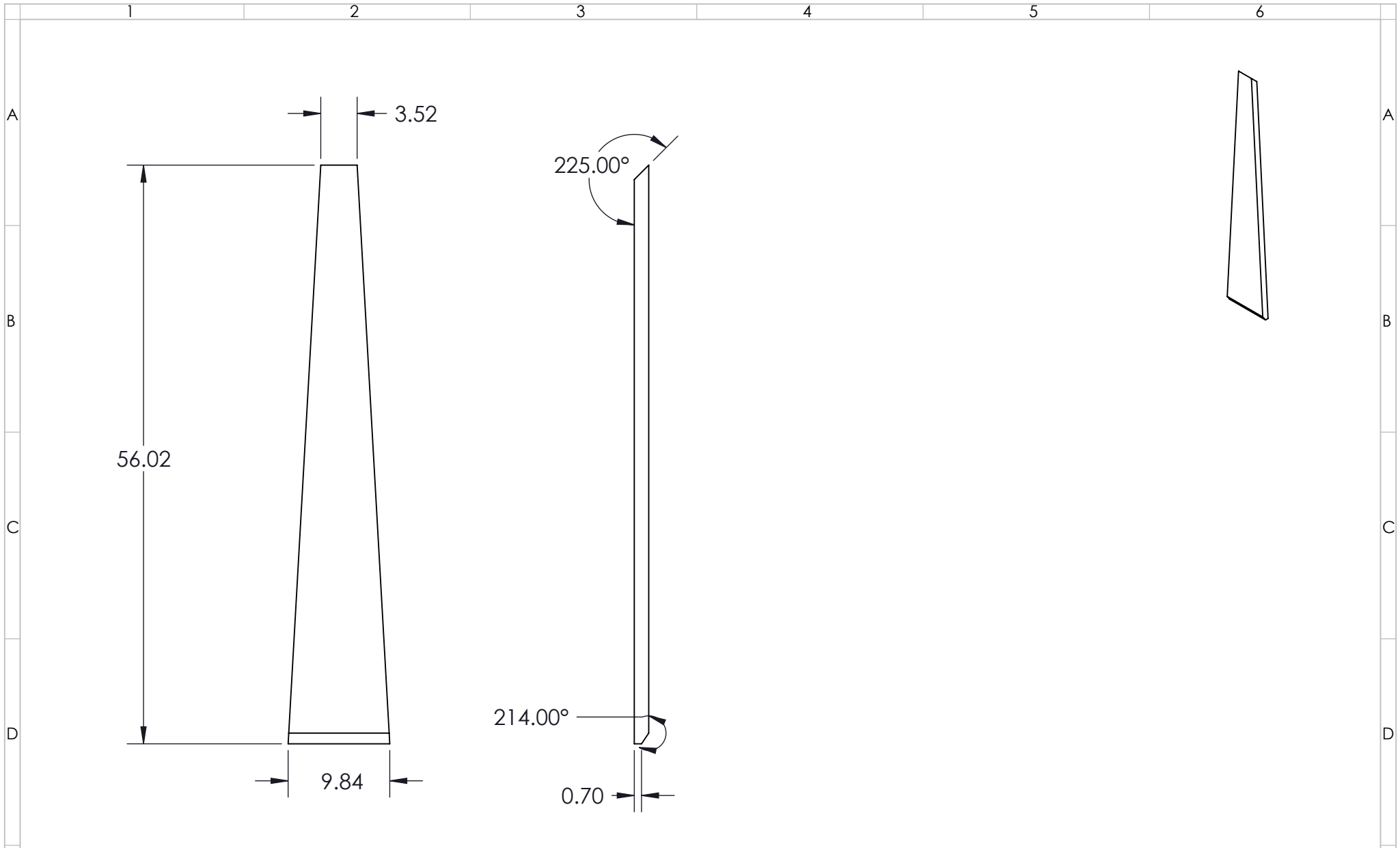
A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Soporte tijera inferior		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:2	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A

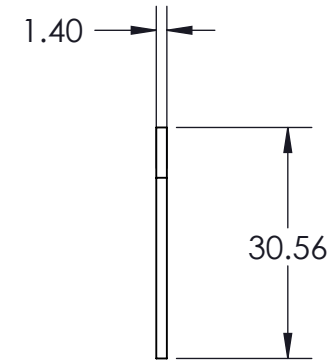
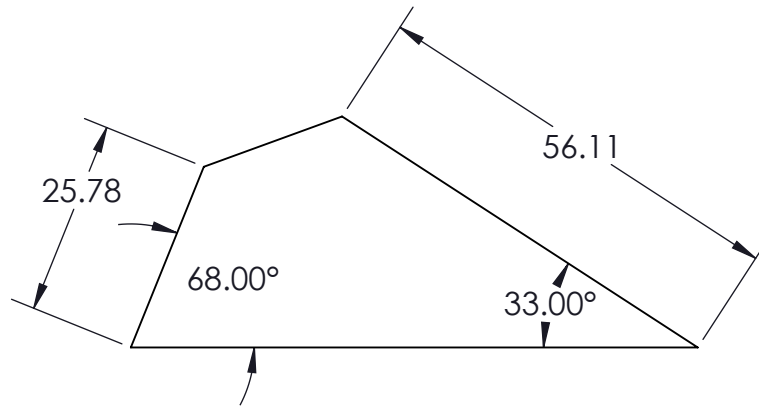
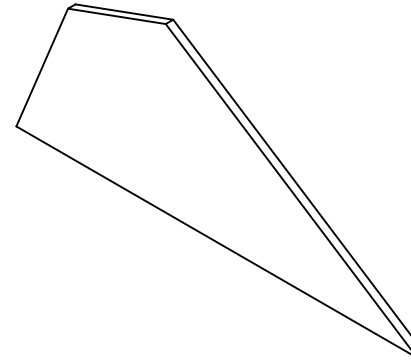
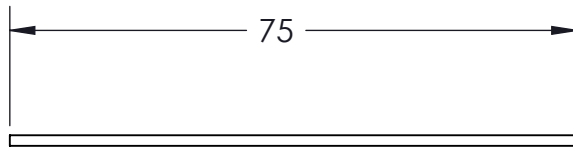


UNIVERSIDAD EAFIT
 Abierta al mundo

Carrera 49 N° 7 Sur - 50
 Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

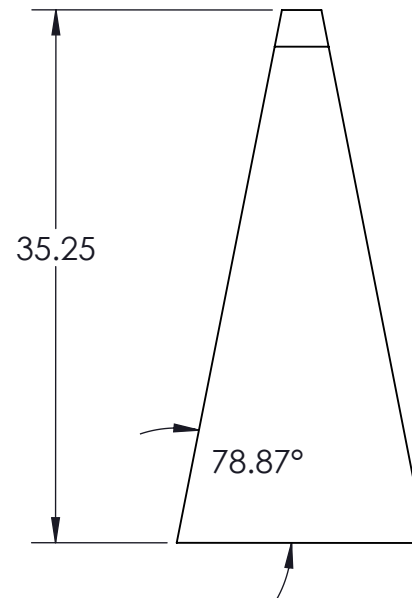
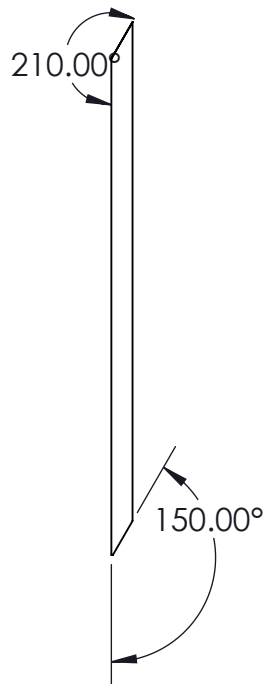
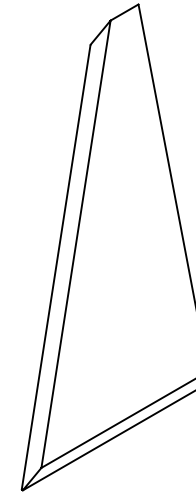
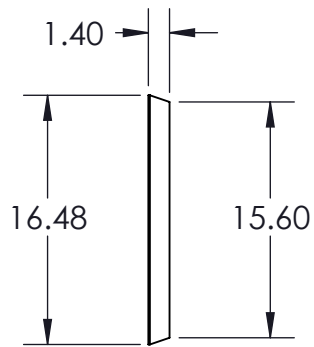
Pieza: Platina sillin 4		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 2:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Platina sillin 3		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Platina sillin 2

Diseñó:

JML / DG

Dibujó:

JML / DG

Material: Aluminio 7005

Escala: 2:1

Revisó:

JFM

Sistema:



Unidades:

mm

tolerancias:

Plano:

Hoja 1 de 1

Formato:

A

1 2 3 4 5 6

A

A

B

B

C

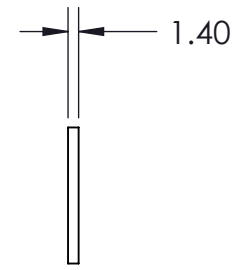
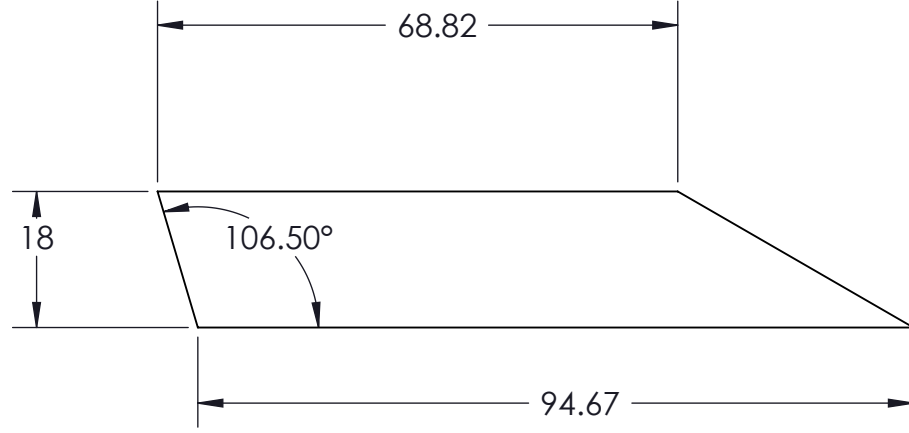
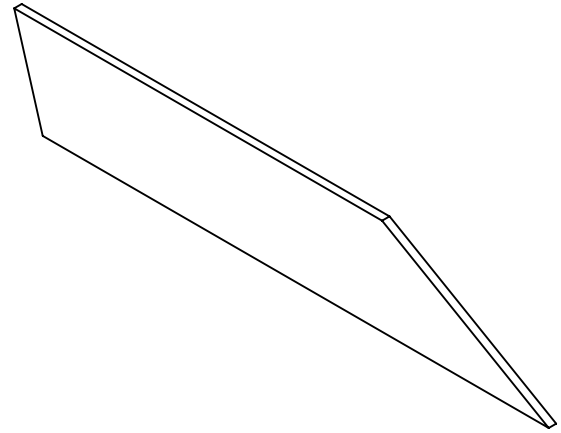
C

D

D

E

E

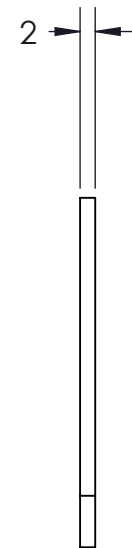
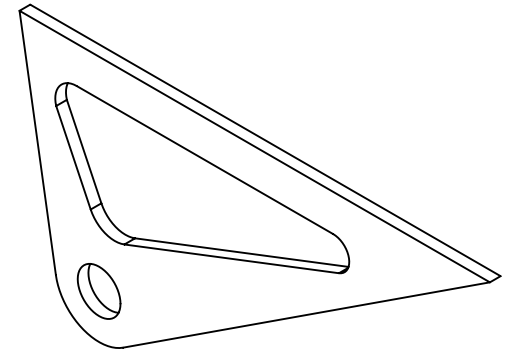
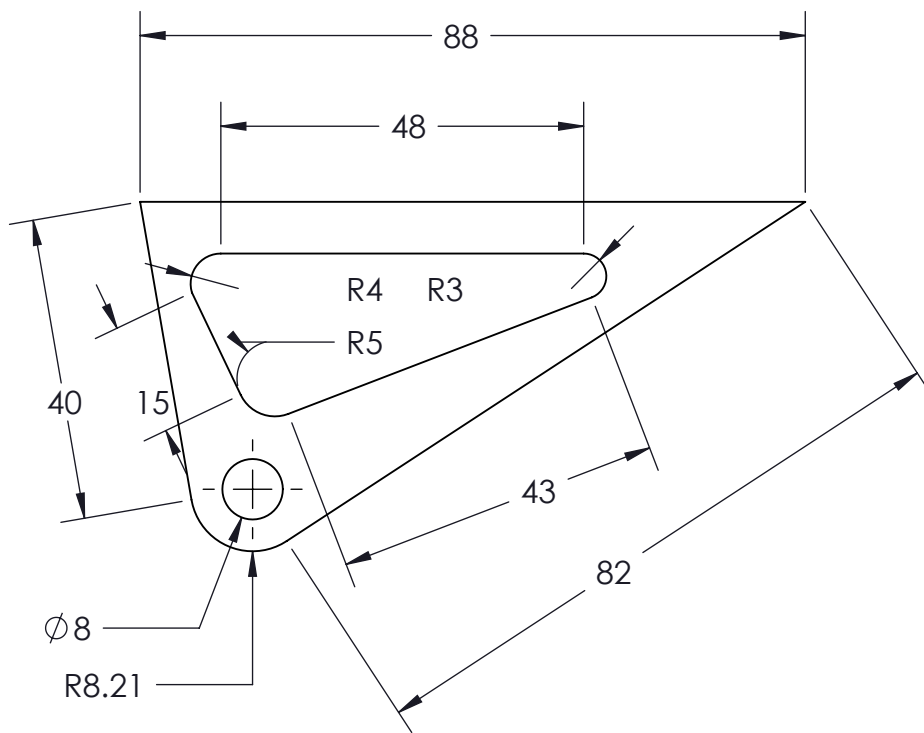


Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Platina sillín 1		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A

1 2 3 4 5 6



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Platina ojo amortiguador 1

Diseñó: JML / DG

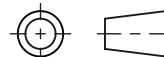
Dibujó: JML / DG

Material: Aluminio 7005

Escala: 1:1

Revisó: JFM

Sistema:



Unidades:

mm

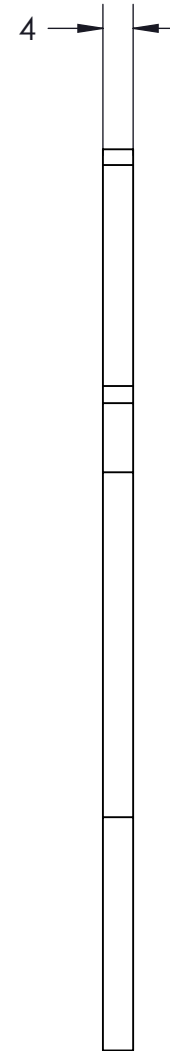
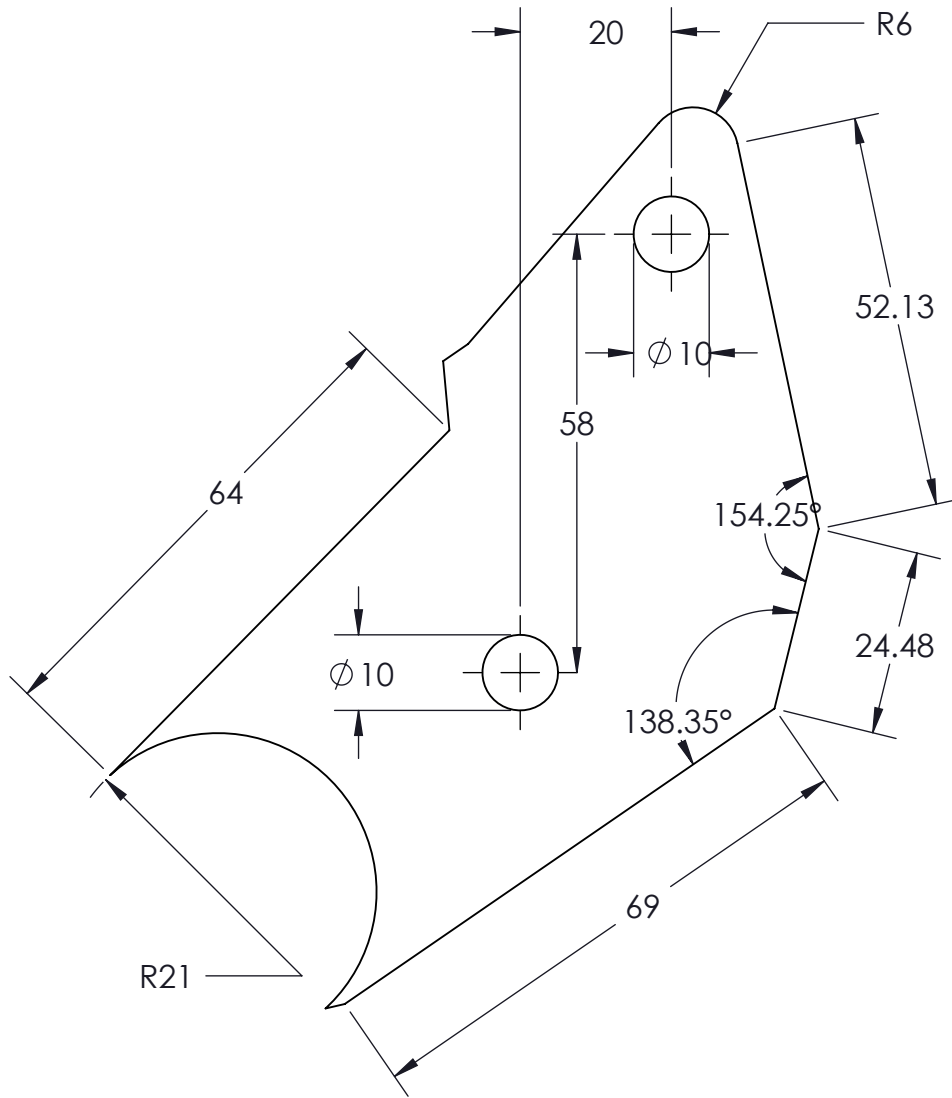
tolerancias:

Plano:

Hoja 1 de 1

Formato:

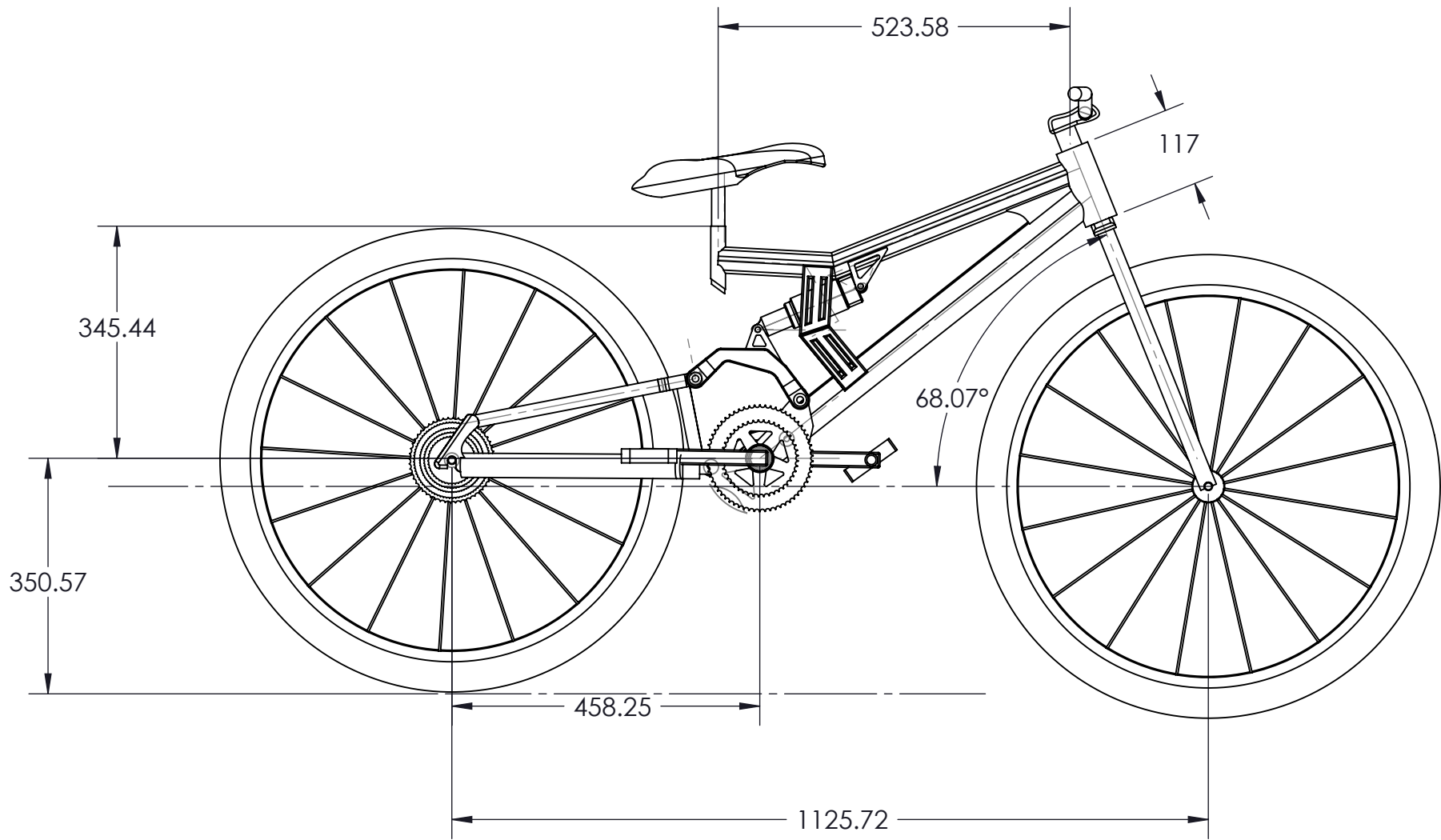
A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Platina sujecion - Barras amortiguacion		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A

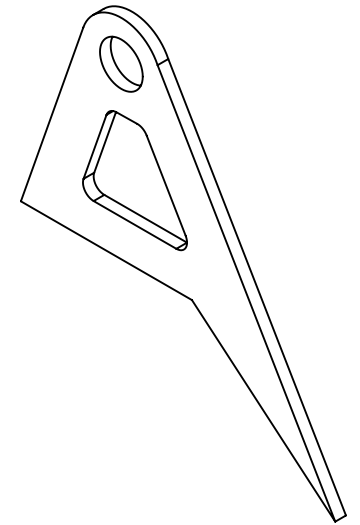
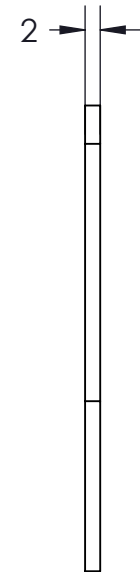
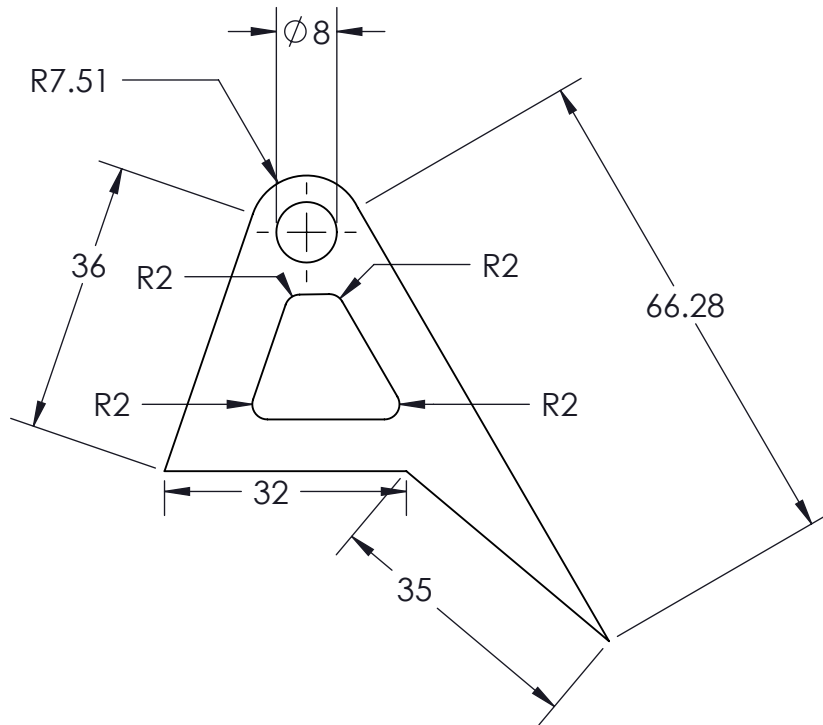


Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Ensamble bicicleta		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005		Revisó:	JFM
Escala: 1:9		Plano:	Hoja 1 de 1
Sistema:		Unidades:	tolerancias:
		mm	

A

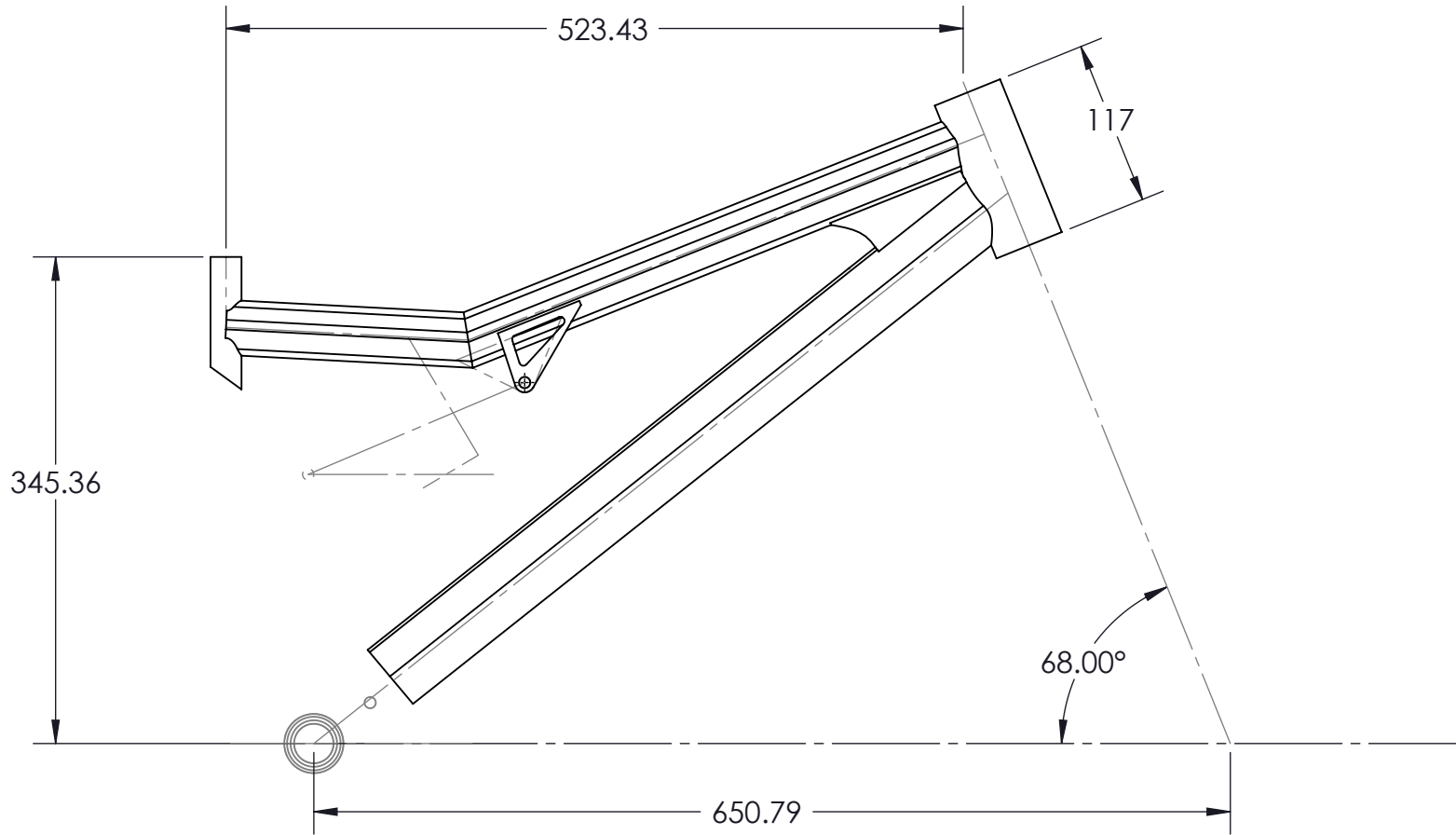


Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Ojo amortiguador 2- Barra ternaria		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005		Revisó:	JFM
Escala: 1:1		Plano:	Hoja 1 de 1
Sistema:		Unidades:	tolerancias:
		mm	

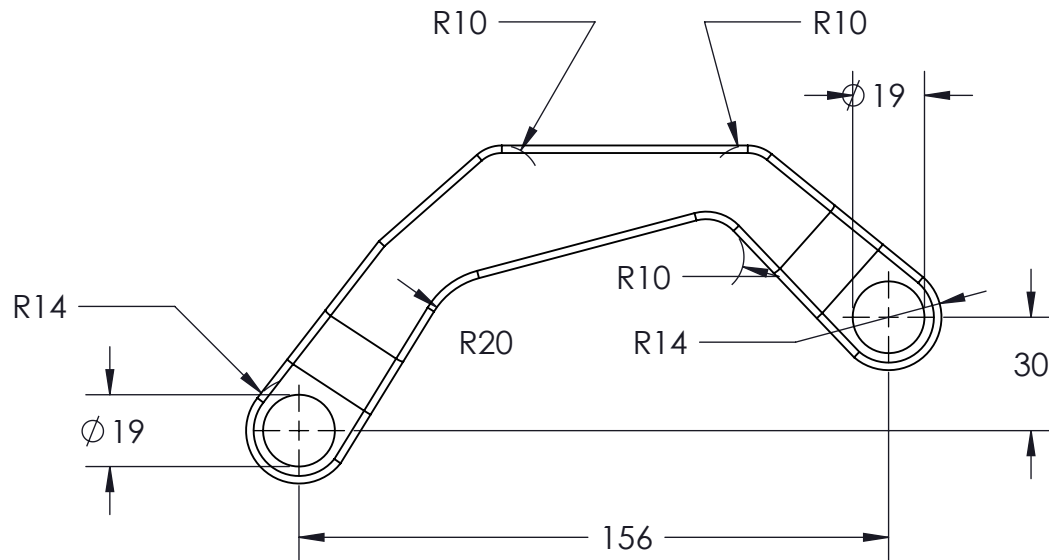
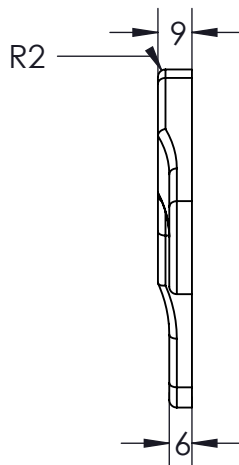
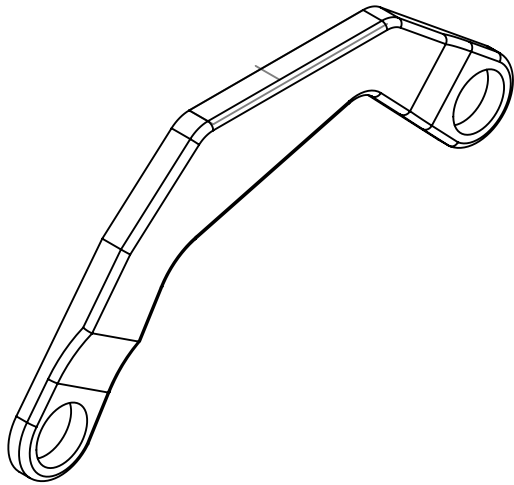
A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Marco		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005		Revisó:	JFM
Escala: 1:5		Plano:	Hoja 1 de 1
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Formato: A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Lateral Izquierda- Barra ternaria		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005		Revisó:	JFM
Escala: 1:2		Plano:	Hoja 1 de 1
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Formato: A

1 2 3 4 5 6

A

A

B

B

C

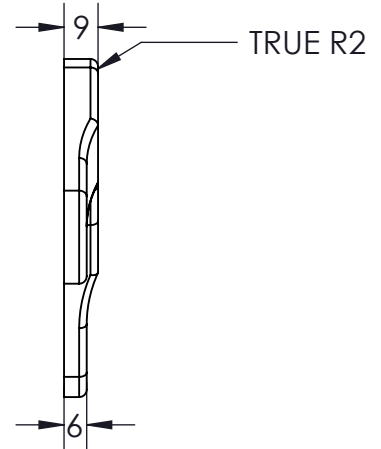
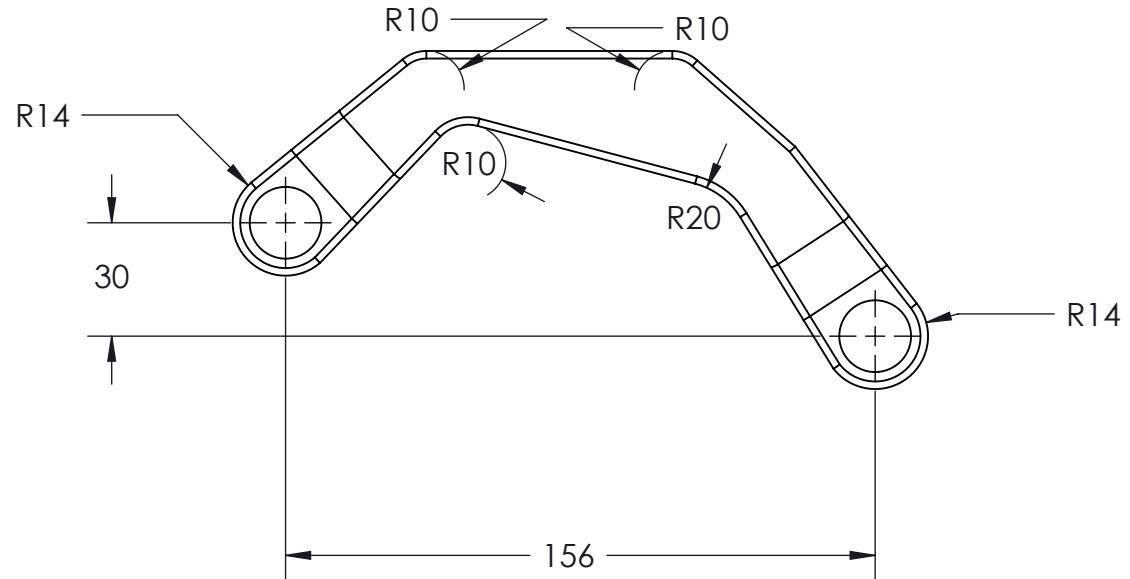
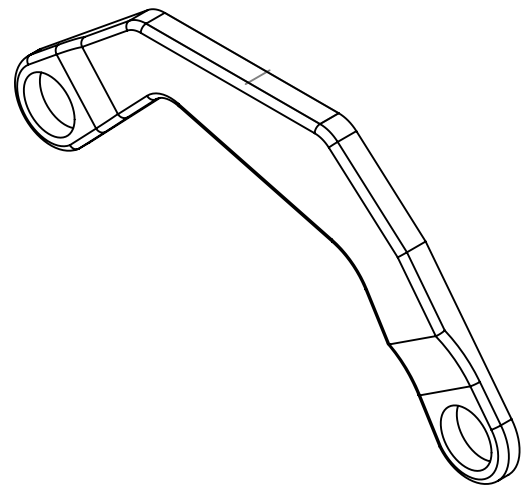
C

D

D

E

E

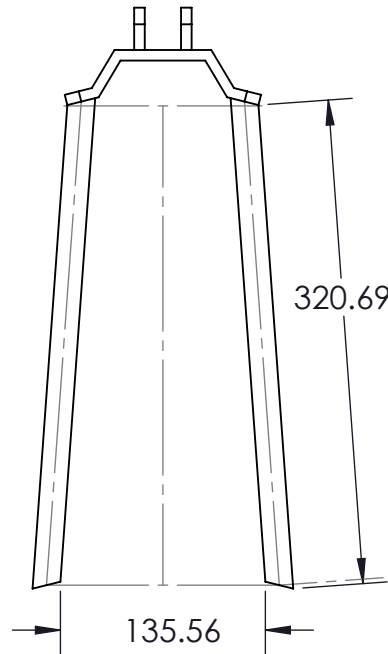
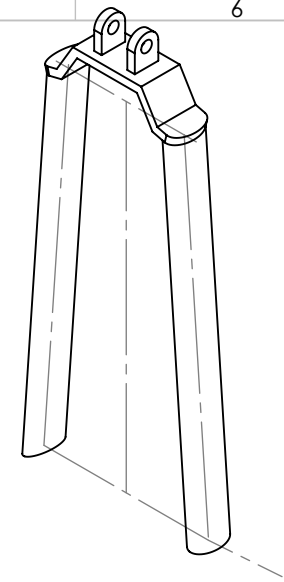
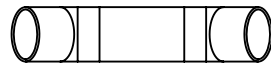


Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

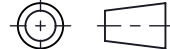
Pieza: Lateral derecha-Barra ternaria		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:2	Revisó:	JFM
Sistema:		Unidades: mm	tolerancias:
		Plano:	Hoja 1 de 1
			Formato: A

1 2 3 4 5 6

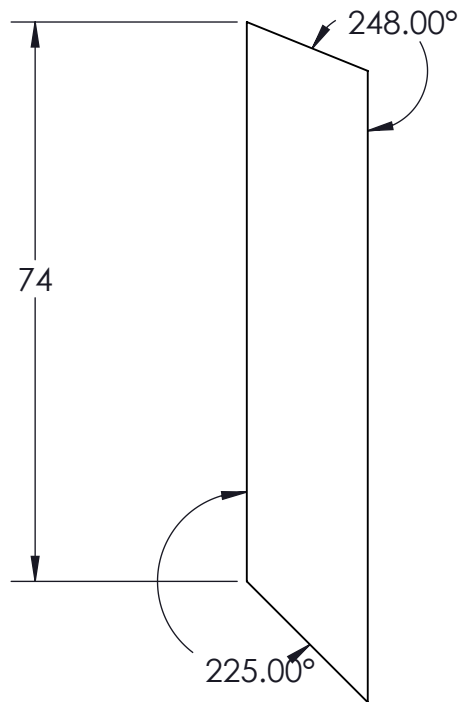
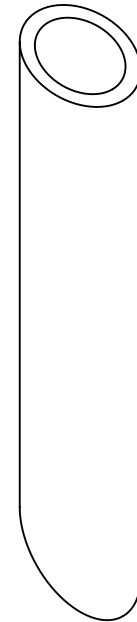
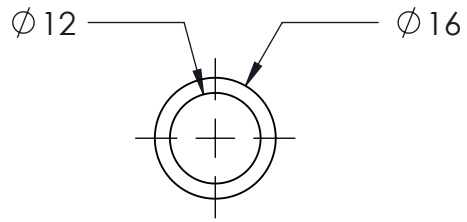


Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Ensamble tijera inferior		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005		Revisó:	JFM
Escala: 1:5		Plano:	Formato:
Sistema: 		Unidades: mm	tolerancias:
		Hoja 1 de 1	

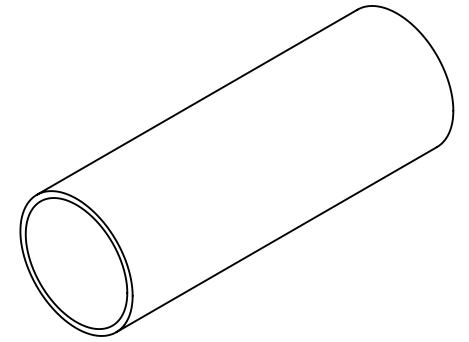
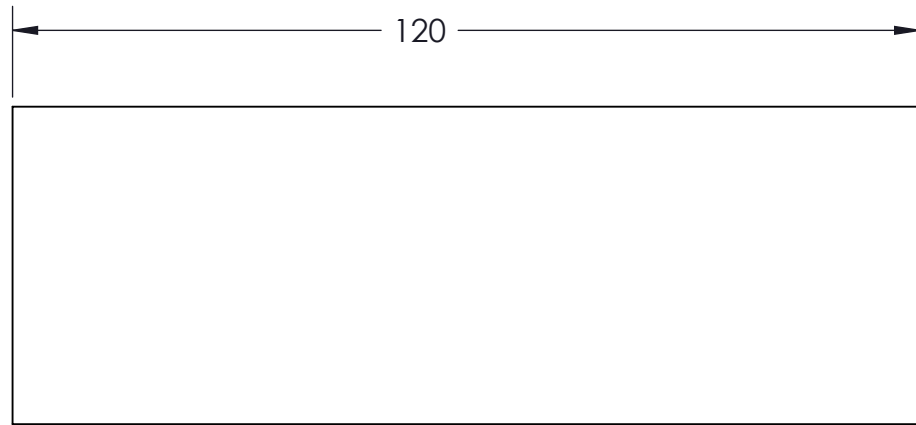
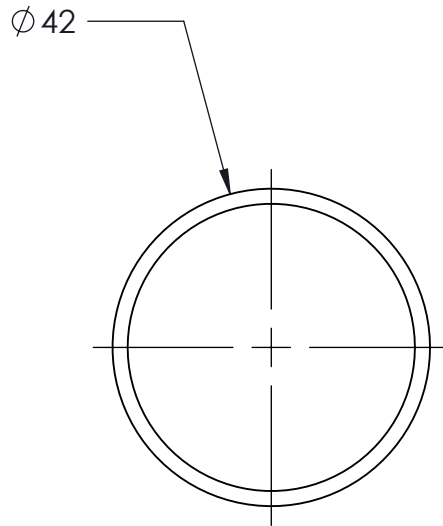
A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Caja sillin		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Caja direccion

Diseñó:

JML / DG

Dibujó:

JML / DG

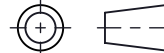
Material: Aluminio 7005

Escala: 1:1

Revisó:

JFM

Sistema:



Unidades:

mm

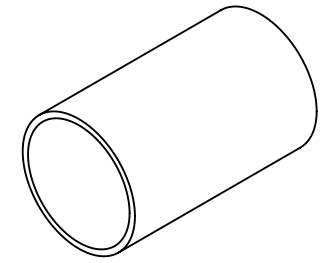
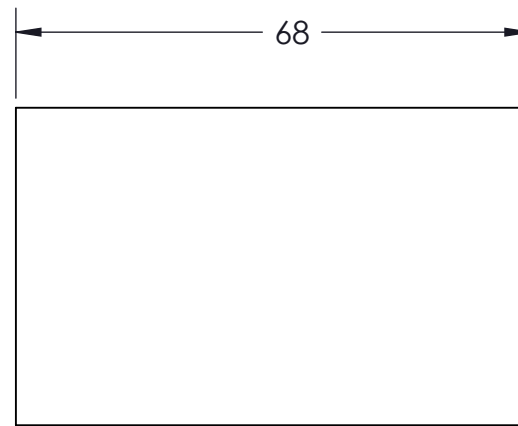
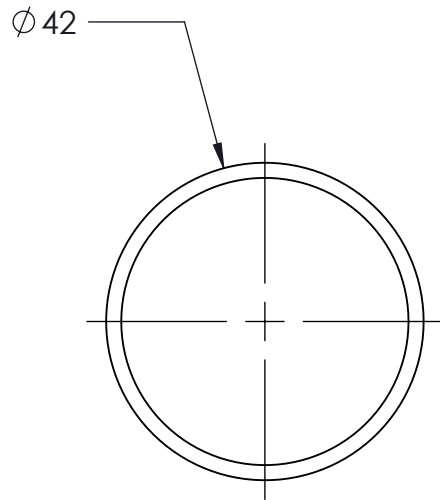
tolerancias:

Plano:

Hoja 1 de 1

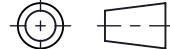
Formato:

A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Caja centro		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			A

1

2

3

4

5

6

A

B

C

D

E

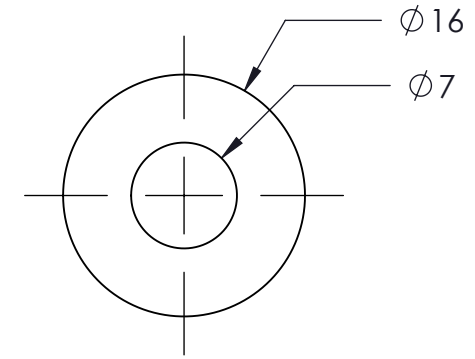
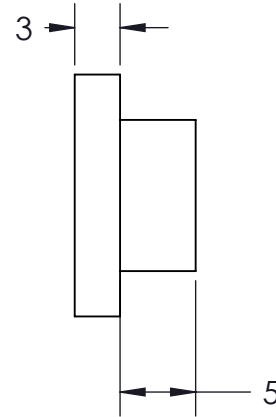
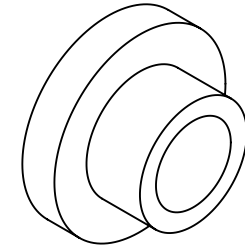
A

B

C

D

E



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Buje ternaria 2		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 2:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
		A	

1

2

3

4

5

6

1

2

3

4

5

6

A

B

C

D

E

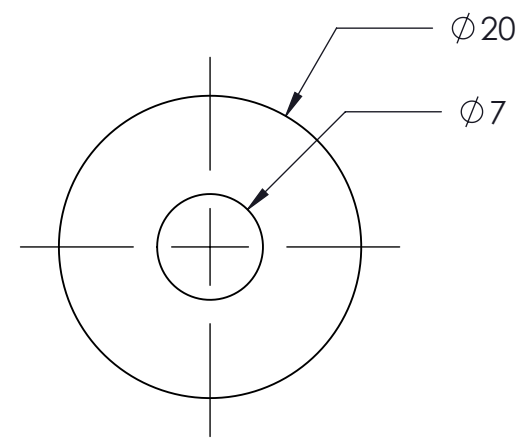
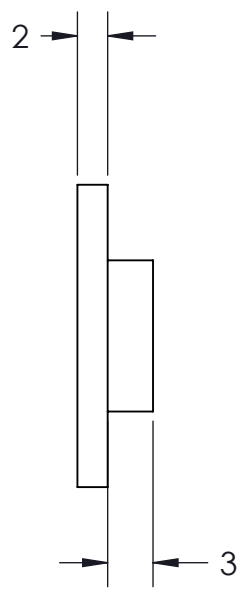
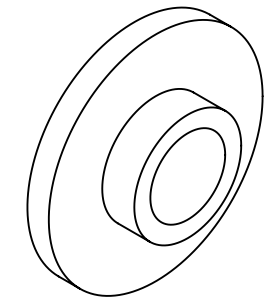
A

B

C

D

E



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Buje ternaria 1		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 2:1	Revisó:	JFM
Sistema:		Unidades: mm	tolerancias:
		Plano:	Hoja 1 de 1
			Formato: A

1

2

3

4

5

6

1

2

3

4

5

6

A

B

C

D

E

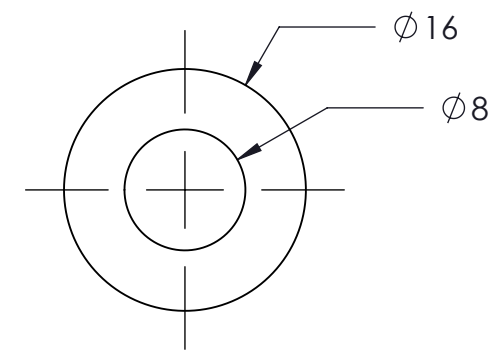
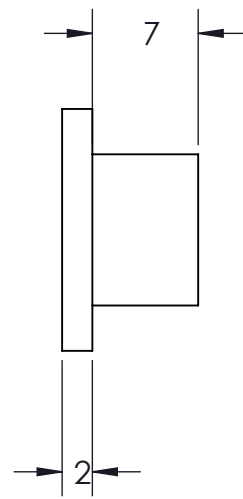
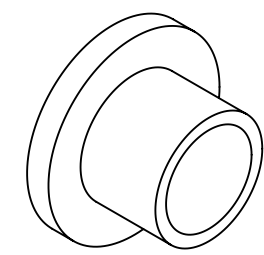
A

B

C

D

E



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Bujete binario 2		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 2:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A

1

2

3

4

5

6

1 2 3 4 5 6

A

B

C

D

E

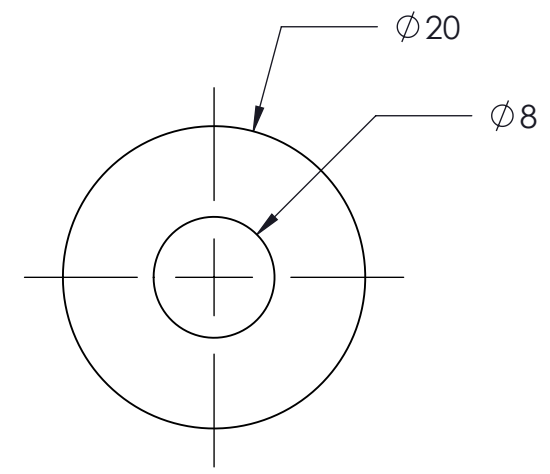
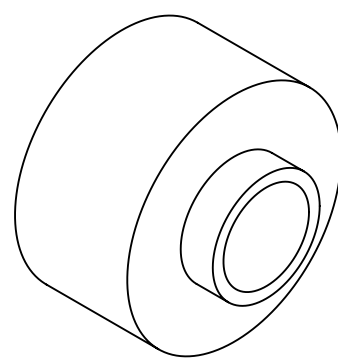
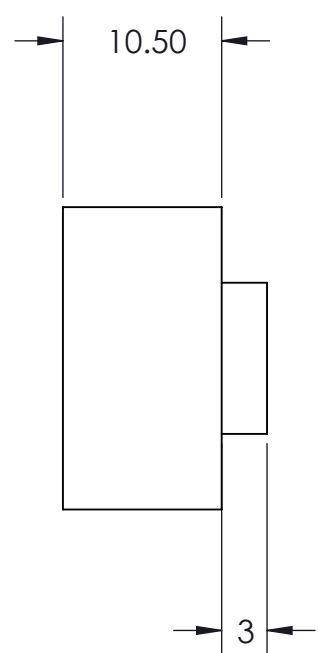
A

B

C

D

E


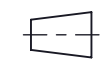


UNIVERSIDAD EAFIT
Abierta al mundo

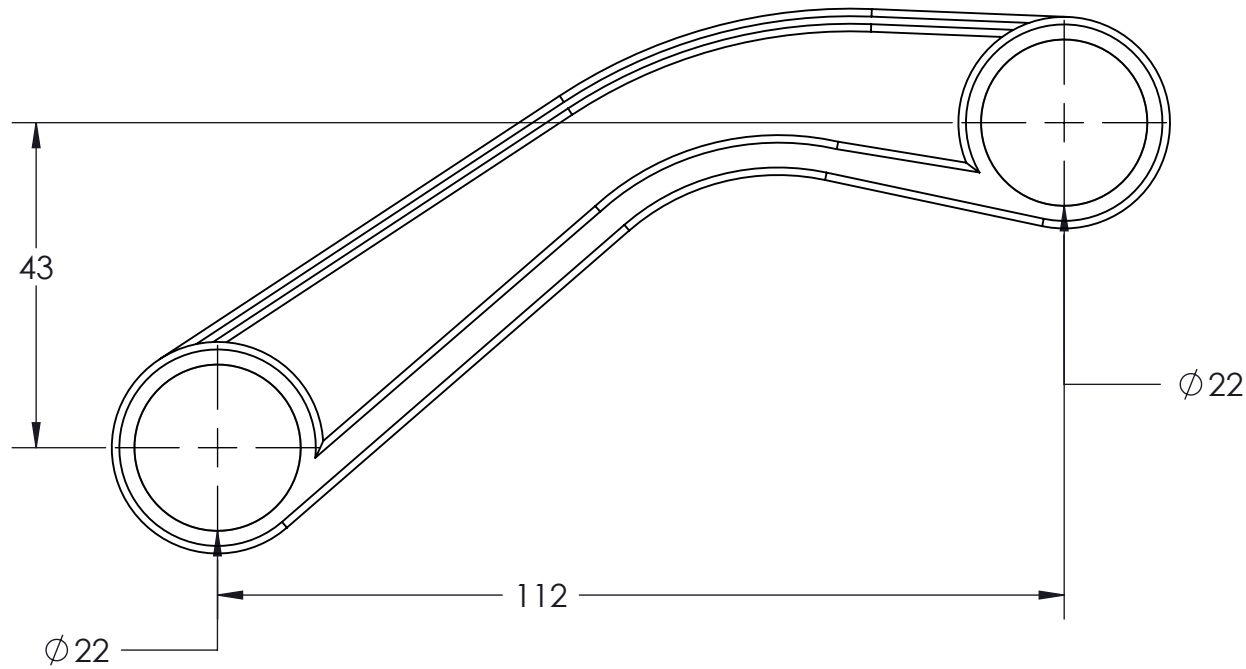
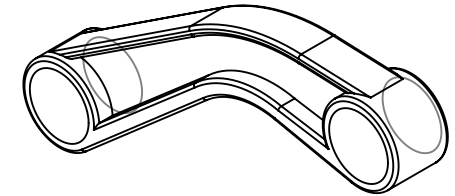
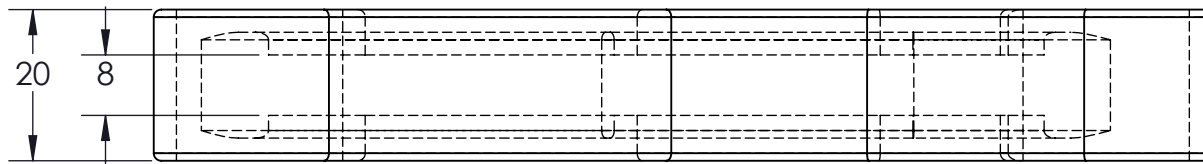


Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Buje binaria 1		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 2:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			A

1 2 3 4 5 6

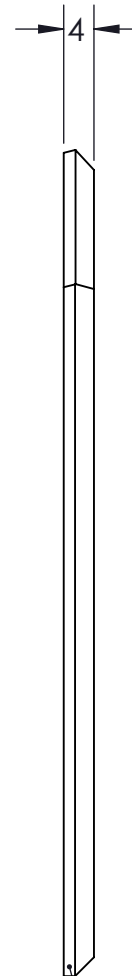
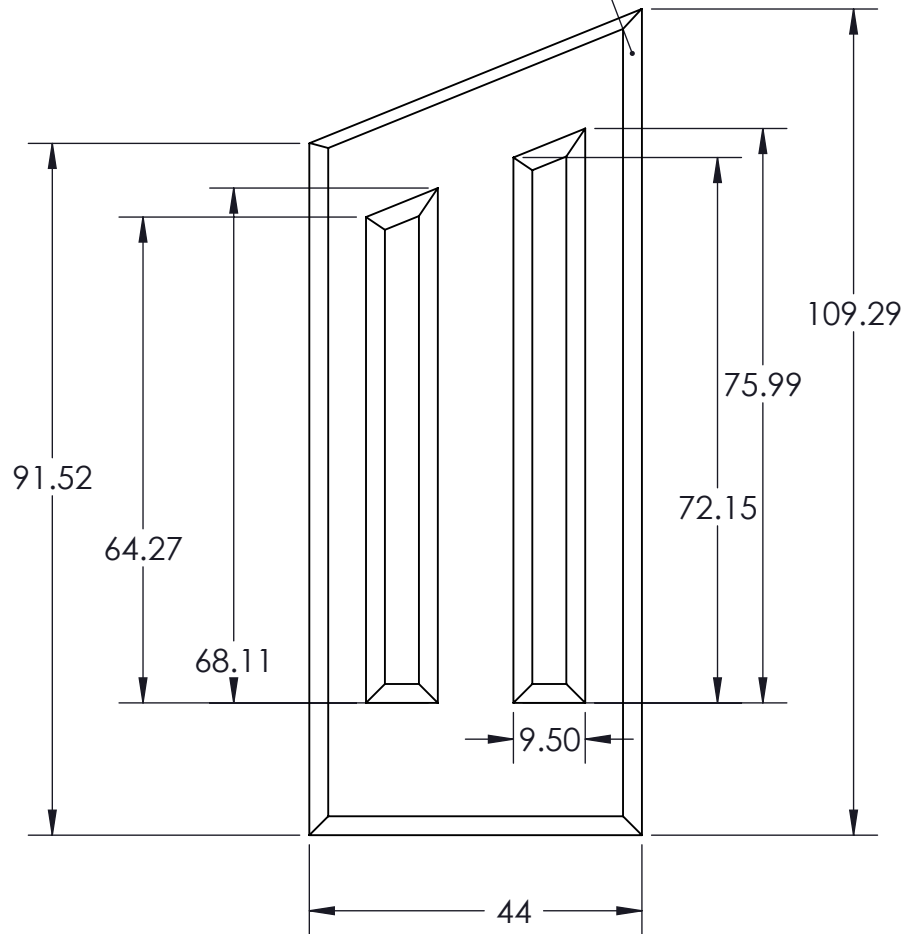


Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

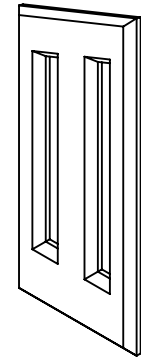
PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Barra Binaria		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A

Todos los chaflanes frontales son de 45 grados



Chaflan de 77 grados



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Aleta 2

Diseñó: JML / DG

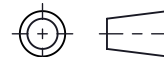
Dibujó: JML / DG

Material: Aluminio 7005

Escala: 1:1

Revisó: JFM

Sistema:

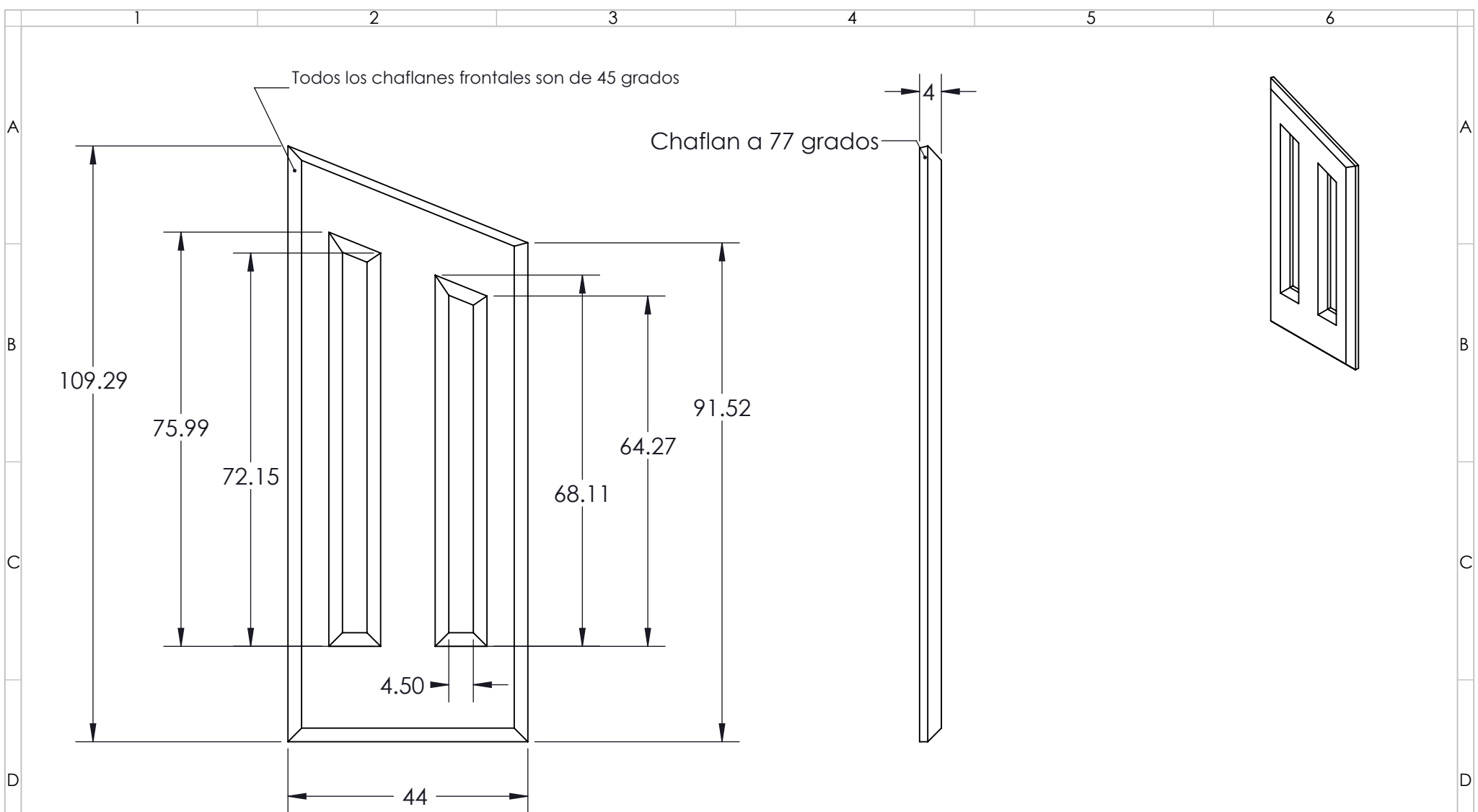


Unidades: mm
tolerancias:

Plano: Hoja 1 de 1

Formato:

A

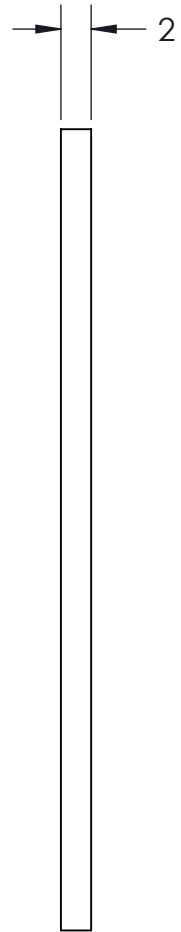
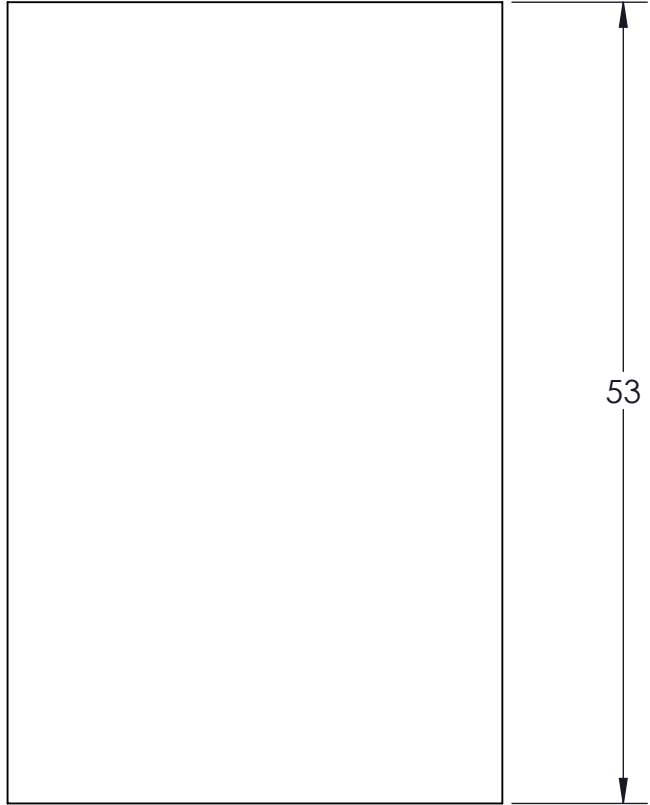
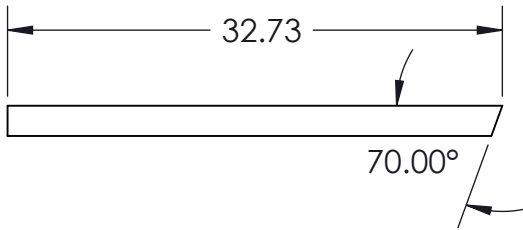


UNIVERSIDAD EAFIT
Abierta al mundo

Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellin - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Aleta 1		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 1:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A



Carrera 49 N° 7 Sur - 50
Medellín - Colombia

PROYECTO: DISEÑO DE UNA BICICLETA DE MONTAÑA

Pieza: Union barras ternarias 1.1		Diseñó:	JML / DG
		Dibujó:	JML / DG
Material: Aluminio 7005	Escala: 2:1	Revisó:	JFM
Sistema:	Unidades: mm	tolerancias:	Plano: Hoja 1 de 1
			Formato: A

ANEXO F. FICHA TÉCNICA ALUMINIO PRODAX



ALUMEC

High strength aluminium



U UDDEHOLM

Wherever tools are made
Wherever tools are used

This information is based on our present state of knowledge and is intended to provide general notes on our products and their uses. It should not therefore be construed as a warranty of specific properties of the products described or a warranty for fitness for a particular purpose.

General

ALUMEC is a high strength aluminium alloy supplied in the form of hot rolled, heat treated plate. It undergoes a special cold stretching operation for maximum stress relieving. Thanks to its high strength and good stability, *ALUMEC* has become widely used in the tooling industry.

Delivery condition: heat treated to 164–168 Brinell.

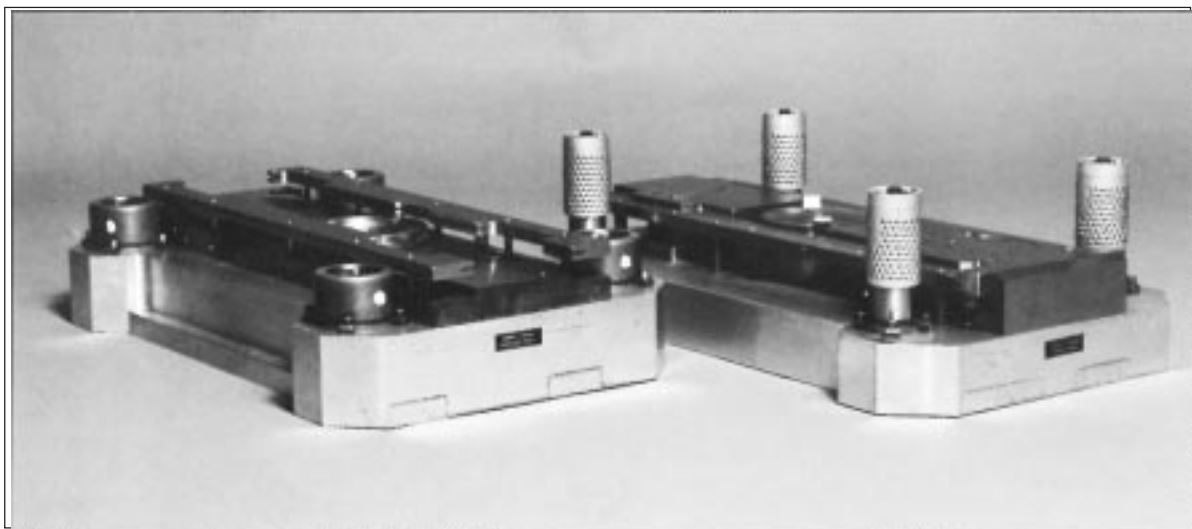
ALUMEC has the following characteristics which make it suitable for many types of tools, especially plastics moulds:

- **Excellent Machinability**
High cutting speeds, reduced machining time, lower tooling costs, quicker deliveries.
- **Low Weight**
The low weight, which is approximately 1/3 of the weight of steel, allows easier and more convenient tool handling. Low inertia makes it possible to speed up closing and opening of moulds.
- **High Thermal Conductivity**
Cycle times are reduced and less complicated cooling systems may be used.
- **Good Stability**
A special stress relieving operation guarantees minimal deformation during and after machining.
- **Good Corrosion Resistance**
Good resistance against all commonly used plastics materials.
- **Suitable for Surface Treatments**
ALUMEC can be hard anodized, hard chromium or nickel plated for increased hardness, wear resistance and corrosion resistance.

Application areas

The properties and characteristics which *ALUMEC* offers make it an ideal material for prototype tools and for moulding short and medium length production runs which are not subjected to high pressures or abrasive plastics. Considerably shorter tool making times, lower tooling costs and shorter cycle times give valuable savings both for the toolmaker and the tool user when using *ALUMEC*.

Application Areas	Tooling Category			
	Proto- types	Short runs	Medium runs	Long runs
Blow moulding	X	X	X	X
Vacuum forming	X	X	X	X
Foam moulding	X	X	X	(X)
RIM-moulding	X	X	X	(X)
Injection moulding of thermoplastics	X	X	(X)	
Rubber moulding	X	X		
Holder and support plates, jigs and fixtures				



ALUMEC is ideal for high-strength, lightweight die-sets.

Properties

PHYSICAL DATA

Values at room temperature unless stated otherwise.

Density	kg/m ³ lbs/in ³	2 830 0,102
Modulus of elasticity	N/mm ² psi	71 500 10,3 x 10 ⁶
Coefficient of thermal expansion per °C from 20°C to 100°C per °F (68–212°F)		23 x 10 ⁻⁶ 12,8 x 10 ⁻⁶
Thermal conductivity	W/m °C Btu in/ft ² h °F	165 1 144
Specific heat	J/kg °C Btu/lb. °F	890 0,20

TENSILE STRENGTH

Tensile strength values, which for most practical purposes can be compared to compression strength values, should be regarded as typical.

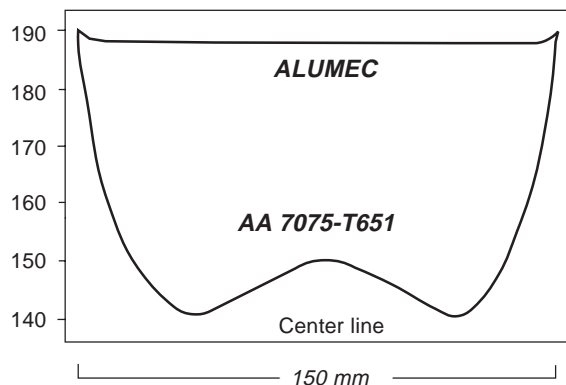
Values at room temperature for different plate thicknesses.

Plate (thickness) mm	Tensile strength N/mm ²	Yield point N/mm ²
> 10–50	590	545
> 50–100	570	520
>100–150	550	500
>150–200	510	450
>200–300	460	400
Round bar (diameter) mm		
40	680	630
100	680	620
200	670	610

Note that the plate is tested in the transverse direction and the round bar in the length direction.

Hardness distribution of plate cross section

Vickers hardness 10kg VP



Machining

GENERAL

A major advantage when machining aluminium alloys is the possibility of using high cutting speeds. The reason is the low cutting force needed compared with steel and brass. Because of the excellent combination of mechanical and physical properties in *ALUMEC* the maximum cutting speed possible is very high, when suitable cutting tools are used. When using high speed milling machines, cutting speeds exceeding 3 500 m/min. (11 500 ft./min.) has been used with good results.

CUTTING TOOL— DESIGN AND MATERIAL

Although aluminium alloys give low cutting forces, it is necessary to use high quality cutting tools. In order to achieve the highest possible cutting speed the use of cemented carbide tools, especially during turning and end milling, is ideal.

The same cutting tools normally used for steel can also be used for machining of *ALUMEC*. However, for good production economy, tools with large positive angles should be used. The flute should have a large chip space and be polished to prevent chips clogging the cutter.

When sawing *ALUMEC*, a coarse tooth saw blade is recommended.

COOLING/LUBRICATION

The purpose of cutting fluid is to cool the work piece and to lubricate the cutting tool. Because of the high cutting speeds possible when machining *ALUMEC*, cooling is important, although the heat conductivity of *ALUMEC* is very high. Good lubrication is of special importance during deep hole drilling, as there is a prolonged contact between chips and tool.

Cutting fluids recommended for steel may sometimes discolor the aluminium surface, if PH values are high. Most manufacturers of cutting fluid have universal fluids suitable for both steel and aluminium.

Cutting data recommendations

The cutting data below are to be considered as guiding values which must be adapted to existing local conditions.

TURNING

	Rough turning with carbide	Fine turning with carbide	Fine turning with PCD ¹⁾	Turning with high speed steel
Cutting speed (v_c) m/min f.p.m.	600–1200 1980–3960	1200–2500 3960–8250	600–1500 1980–4950	250–300 825–990
Feed (f) mm/r i.p.r.	0,3–1,0 0,012–0,04	–0,3 –0,012	–0,3 –0,012	–0,3 –0,012
Depth of cut (a_p) mm inch	2–6 0,08–0,24	–2 –0,08	–3 –0,12	–3 –0,12
Carbide designation ISO	K20	K10	–	–

¹⁾ Polycrystallin diamond.

MILLING

Face and square shoulder face milling

	Rough milling with carbide	Fine milling with carbide	Fine milling with PCD ¹⁾	Milling with high speed steel
Cutting speed (v_c) m/min f.p.m.	600–1000 1980–3300	1000–3000 3300–9900	800–4000 2650–13200	250–400 825–1320
Feed (f_z) mm/tooth in/tooth	0,2–0,6 0,008–0,024	0,1–0,2 0,004–0,008	0,05–0,2 0,002–0,008	–0,4 –0,016
Depth of cut (a_p) mm inch	2–8 0,08–0,32	–2 –0,08	–2 –0,08	–8 –0,32
Carbide designation ISO	K20	K10	–	–

¹⁾ Polycrystallin diamond.

End milling

	Solid carbide	Carbide indexable insert	High speed steel
Cutting speed (v_c) m/min f.p.m.	300–500 990–1650	300–500 990–1650	120–250 400–825
Feed (f_z) mm/tooth inch/tooth	0,03–0,20 ¹⁾ 0,001–0,008 ¹⁾	0,08–0,20 ¹⁾ 0,003–0,008 ¹⁾	0,05–0,35 ¹⁾ 0,002–0,014 ¹⁾
Carbide designation ISO	K20	K20	–

¹⁾ Depending on the radial depth of cut and cutter diameter.

DRILLING

High speed steel twist drill¹⁾

Drill diameter		Cutting speed (v_c)		Feed (f)	
mm	inch	m/min	f.p.m.	mm/r	i.p.r.
–5	–3/16	50–70	165–230	0,08–0,20	0,003–0,008
5–10	3/16–3/8	50–70	165–230	0,20–0,30	0,008–0,012
10–15	3/8–5/8	50–70	165–230	0,30–0,35	0,012–0,014
15–20	5/8–3/4	50–70	165–230	0,35–0,40	0,014–0,016

¹⁾ Point angel 118° helix angle 16–30°.

Carbide drill

	Indexable insert	Solid carbide	Brazed carbide ¹⁾
Depth of cut (v_c) m/min f.p.m.	200–400 665–1330	50–90 165–300	90–150 300–500
Feed (f) mm/r i.p.r.	0,05–0,25 ²⁾ 0,002–0,01 ²⁾	0,10–0,25 ²⁾ 0,004–0,01 ²⁾	0,15–0,25 ²⁾ 0,006–0,01 ²⁾

¹⁾ Drill with internal cooling channels and brazed carbide tip.

²⁾ Depending on drill diameter.

GRINDING

A general grinding wheel recommendation is given below. For grinding of ALUMEC use silicon carbide abrasive. Cutting oil is recommended as grinding fluid.

Type of grinding	Wheel recommendation
Face grinding straight wheel	C 36 H V
Face grinding segments	C 24 G V
Cylindrical grinding	C 46 J V
Internal grinding	C 46 H V
Profile grinding	C 100 L V

Polishing guidelines

GENERAL

Maintain a clean work environment and ensure that the work piece is flushed with an appropriate industrial solvent to prevent accumulation of polishing debris.

Use large tools wherever possible to prevent high levels of localized pressure leading to surface degradation.

Renew grinding paper frequently and change direction of grinding between grades. When working towards a mirror finish use copious quantities of lubricant such as a light oil.

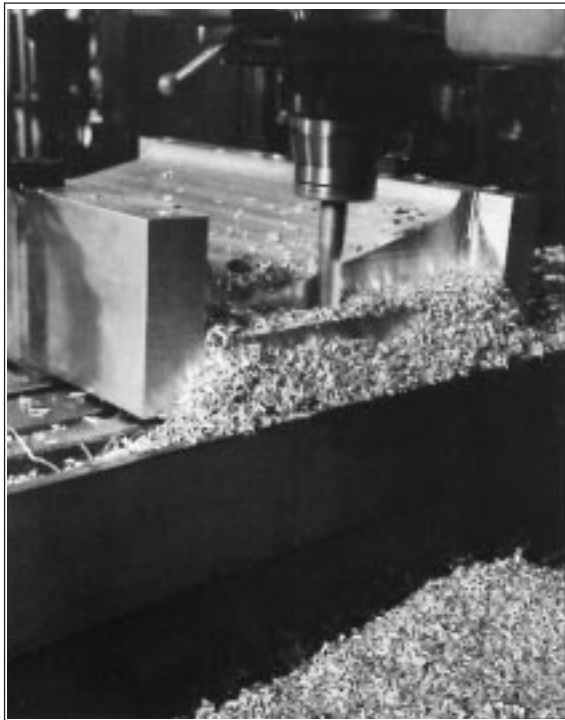
See separate leaflet "Polishing of Tool Steel" for detailed information on polishing.

TECHNIQUES

Both mechanical and manual techniques may be used. When seeking a mirror finish the use of power tools should be avoided.

MEDIA

Carborundum paper should be used for grinding starting with grades 300 through to 800. When seeking a mirror finish, continue with 1200 grade paper and if necessary followed with 6 micron/3 micron diamond paste.



Milling ALUMEC.

Electrical Discharge Machining (EDM)

Machine settings are similar to those used for steel but may need more power to stabilize. Metal removal rates are 3 to 4 times that of steel necessitating good flushing to avoid arcing.

Copper electrodes give best results and show less wear. Roughing electrodes are rarely required.

Photo-etching

ALUMEC is perfect for photo-etching thanks to its homogeneous structure.

Surface treatment

HARD ANODIZING

General

ALUMEC can be hard anodized for higher wear resistance, giving a surface hardness equivalent to about 65 HRC in steel. Anodizing is used to a limited degree in mould cavities due to the difference in expansion of the surface layer relative to the underlying aluminium. This leads to hairline cracking, spoiling the surface appearance of mouldings. This surface is usually acceptable on non-moulding tool parts, such as slides, wear guides, leader pins and bushes, ejector pins, etc.

Note: this treatment will cause dimensional changes in the workpiece, and allowance should, therefore, be made.

HARD CHROME PLATING

Hardness levels up to and equivalent to 80 HRC are possible using processes which have been developed for aluminium alloys. Plated layer thickness is typically 0,1–0,2 mm (0,004" to 0,008").

CHEMICAL NICKEL PLATING

Hardness levels equivalent to 50 HRC are possible. Plated layer thickness is typically 0,03–0,1 mm (0,001"–0,004") whilst adhesion and corrosion resistance are generally superior to a chrome plated finish.

PTFE COATING

This coating can be used to reduce adhesion of the plastic but the surface finish is low.

Repair welding

ALUMEC may be repair welded using either Metal Inert Gas (MIG) or Tungsten Inert Gas (TIG) processes, though TIG is not recommended for large scale repairs.

GENERAL GUIDELINES

Equipment: 400 Amps rating, Wire Feed Motor
7,5–10 m/min (25–33 f.p.m.)
(compared to 3,7 m/min [12 f.p.m.]
for steel).

Welding wire: AA5356 (Al 5% Mg) or
AA5556A (Al 5,2% Mg).
MIG 1,6 mm (0,063 in.) diameter.
TIG 2,4–3,2 mm (0,095–0,126 in.).

Pre-weld preparation: Vertical faces should be machined to an angle and surfaces to be welded, degreased. Oxide layer must then be removed using rotary wire brushing and welding carried out within eight hours.

Pre-heating: Only to be used on large moulds to offset any chilling effect. Pre-heating temperature should be 50–130° C (120–270° F). Maximum temperature during welding should not exceed 200° C (390° F).

Further information

Contact your nearest Uddeholm representative for more information about aluminium and special steels for tools.



ALUMEC tool.

ANEXO G. FICHA TÉCNICA ALUMINIO TUBERÍA



COLUMBUS
2008



GRUPPO SPA - DIVISIONE COLUMBUS
Via G. Di Vittorio, 21 - 20090 Caleppio di Settala (Milano) Italy
Tel. +390295244.1 - Fax +390295244.239
www.columbustubi.com - info@columbustubi.com

I dati pubblicati su questo catalogo sono indicativi e possono essere soggetti a modifiche senza preavviso.
Per ulteriori informazioni contattare il nostro ufficio tecnico.
The information published on this catalogue is indicative and can be changed without prior notice.
For further information contact our technical department




COLUMBUS
2008

ACCIAIO / STEEL

Tubi a triplo spessore in acciaio inossidabile per telai da competizione.
Stainless steel triple butted tubes for competition frames.

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
XCRL11600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø 31.7 L=600 0.6/0.4/0.6	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	181 g	
XCRA12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø 38 L=670 0.65/0.45/0.65	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	260 g	
XCRM13635 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 31.7 L=635 0.7/0.5	Tondo doppio rinforzo Round double butted	221 g	
XCR114OV410 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø 24 L=410 0.7/0.5	Rinforzato conificato Butted tapered	106 g	
XCR615560 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø 16 L=560 0.5	Tondo conificato Round tapered	90 g	
XCRK18250 TUBO STERZO HEAD TUBE	Ø 36 L=250 1.1	Tondo Round	121 g	

*Il peso si riferisce al tubo dimensionato e sgolato per un telaio corsa dimensione 54cm c-c
*The weight refers to a sized and mitered tube for a 54cm c-c road frame

CODICE CODE	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	CODICE CODE	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS
ZXCRFCP KIT FORCELLINI DROPOUT KIT		ZXCRPON PONTICELLO FRENO REAR BRIDGE	
ZXCRFG FERMA GUAINA CABLE STOPPERS		ZXCRBLSE STRINGISELLA SEAT CLAMP	
ZXCRFGERCO ATTACCHI QUADRI SHIFT LEVER BOSSES		ZSMJXCR SCATOLA MOV ING BB SHELL ENG	

La lega selezionata da Columbus

XCr è un acciaio speciale INOX dalla formulazione innovativa.

Caratteristica esclusiva ed unica nel settore del ciclo della nuova serie **XCr** Columbus, è che i tubi inossidabili sono senza saldatura, realizzati partendo da una billetta laminata e lavorata meccanicamente fino ad ottenere ridotti spessori finali.

In questo modo le elevate caratteristiche meccaniche dei tubi sono uniformi e costanti in tutta la loro sezione.

Grazie alla particolare composizione chimica di questa nuova lega, la struttura cristallina non viene alterata durante il processo di saldatura del telaio, garantendo le massime prestazioni anche nei punti di giunzione.

Caratteristiche meccaniche:

Rm: 1350 - 1250 MPa Rs: 1000 - 900 MPa Ap5: >10%

Materiale d'apporto suggerito per saldatura TIG: APX4S

Materiale d'apporto per saldobrasatura: T99 (Ag 56% - Cu 22% - Zn 17%)

Le caratteristiche dei tubi XCr

- Spessori ridotti fino a 0,4 mm
- Ottima saldabilità
- Elevata resistenza alla corrosione
- Eccezionale resistenza alla frattura per Tenso-corrosione
- Superficie esterna smerigliata al sughero (Ra < 0,3)

Perchè scegliere XCr:

Se sei un atleta: **XCr** ti permette di avere un telaio realmente su misura, leggero, dotato di elevatissime prestazioni che si mantengono inalterate nel tempo.

Se sei un telaista: **XCr** è la rivincita del telaio artigianale, è il materiale che consente di realizzare un prodotto con cui esprimere le tue capacità e conoscenze, con la certezza di fornire allo sportivo esigente un prodotto unico e di altissimo livello.

The alloy selected by Columbus

XCr is an innovative, high grade stainless steel tubing set. Exclusive and unique characteristic in the whole bike sector of the new Columbus XCr set, is that the stainless steel tubes are seamless, made starting from a solid billet machined and cold drawn to obtain the final required thickness. In this way the very high mechanical characteristics are uniform and constant in the whole round section of the tube. Thanks to the special chemical composition of this new alloy, the grain structure is not altered by the welding during the frame construction. The maximum characteristics are granted also in the joint areas.

Mechanical characteristics:

UTS: 1350 - 1250 MPa YS: 1000 - 900 MPa Ap5: >10%

Suggested filler material for TIG welding: APX4S

Material for brazing: T99 (Ag 56% - Cu 22% - Zn 17%)

The characteristics of the XCr tubes

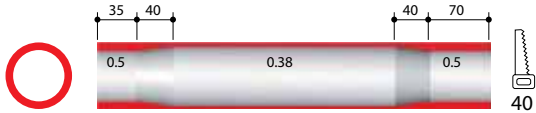
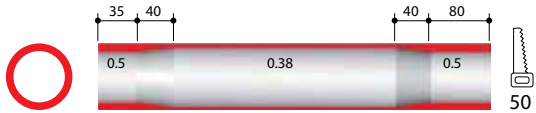

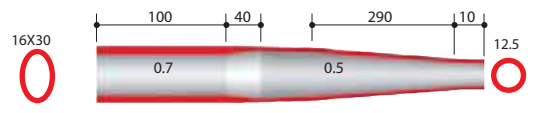


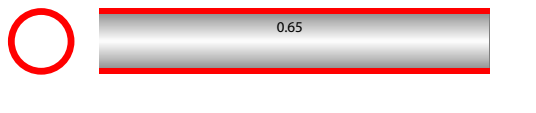
- Reduced thickness, up to 0.4 mm
- Excellent weldability
- High corrosion resistance
- Exceptional resistance to Stress Corrosion Cracking
- The tubes are supplied with a very smooth surface (Ra < 0,3)

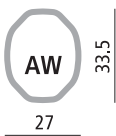

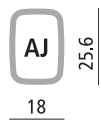
Reasons to choose XCr

Athlete: XCr makes it possible to build a real tailor made, light frame with very high long lasting performances.


Framebuilder: XCr is the revenge of custom-frame building, with this tubing set you can express your craftsmanship and your knowledge of frame geometry to meet all your customer needs.

Tubi a triplo spessore esclusivamente per telai da competizione.
 Triple butted tubes for competition frames.

CODICE CODE	DIMENS. (mm) DIMENS. (mm)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT*	TUBO TUBE
SPTL11570 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø 31.7 L=570 0.5/0.38/0.5	Tondo doppio rinforzo Round double butted	168 g	
SPTA12635 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø 38 L=635 0.5/0.38/0.5	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	220 g	
SPTI13620 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 28.6 L=620 0.6/0.38/0.5	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	166 g	
SLF1140V410 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø 24 L=410 0.7/0.5	Rinforzato conificato Butted tapered	108 g	
SLF715560 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø 17 L=560 0.5	Tondo conificato Round tapered	97 g	
CARS13600 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 35 L=600	Carbon Tondo Round		
SPTC13610 TUBO PER CONGIUNZIONI SEAT TUBE LUGS	Ø 36.8 L=610 0.65	Tondo Round		

	TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	POST. ORIZZ. CHAIN STAY
DAL TUBO TONDO... FROM ROUND TUBES...	Ø 31.7	Ø 38	Ø 24
AL MEGATUBE TO MEGATUBES			

*Il peso si riferisce al tubo dimensionato e sgolato per un telaio corsa dimensione 54cm c-c o
 *The weight refers to a sized and mitered tube for a 54cm c-c road frame

 Zona di taglio/Cutting area
 n° Accorciamento max. mm / Max cut mm

La lega selezionata da Columbus

- NIOBIUM è un acciaio speciale con Manganese, Cromo, Nickel, Molibdeno e Niobio. Grazie alla speciale composizione chimica di Columbus, l'effetto combinato di rafforzamento per precipitazione e di riduzione del grano cristallino sono incredibilmente accentuati rispetto agli acciai standard e il Niobio risulta un agente rafforzante della lega più efficace del Vanadio. Dopo le speciali lavorazioni di trafilatura progressiva e di sagomatura, NIOBIUM viene sottoposto ad uno speciale trattamento termico, che conferisce all'acciaio le sue caratteristiche finali. Si tratta di un acciaio progettato per fornire migliori caratteristiche meccaniche ed elevata resistenza all'azione ambientale rispetto agli acciai al carbonio convenzionali. La scelta obbligata per un telaio da competizione o al top della gamma, dove leggerezza ed alta affidabilità sono fondamentali. Caratteristiche meccaniche: $R_m = 1050 \div 1250$ MPa, $R_{p0.2} \geq 750$ MPa, $A_{p5} > 14\%$. Materiale consigliato per la saldatura TIG: OK TIGROD 13.12 (AWS 5.28 ER 80S-G). MIG: OK AUTROD 13.12 (AWS 5.28 ER 80S-G).

Le caratteristiche dei tubi Spirit

- Spessori ridotti fino a 0.38 mm
- Eccezionali caratteristiche meccaniche: alto carico di rottura, elevata tenacità e incredibile vita a fatica
- Sagomatura speciale studiata per ottimizzare resistenza e rigidità
- Ottima finitura superficiale dei tubi (assenza di decarburazione e di ossidazione)
- Controllo e timbratura singola dei tubi del triangolo principale
- Triangolo principale in NIOBIUM e posteriori in acciaio legato senza saldatura
- Ineguagliabile rapporto Resistenza/Peso
- Tubo verticale in carbonio
- Connettore per tubo verticale in carbonio
- Scatola movimento microfusa "MARS" per posteriore in carbonio single plug.

Perchè scegliere Spirit:

- Se sei un atleta: Spirit permette la realizzazione di un telaio con un eccezionale rapporto Resistenza/Peso con una durata senza paragoni. La scelta obbligata per telai di altissimo livello dove leggerezza e comfort sono elementi indispensabili.
- Se sei un telaista: Spirit è la serie di tubi a triplo spessore che permette di realizzare telai da competizione leggeri e affidabili; la facilità di lavorazione e di saldatura la rendono scelta obbligata per telai di altissimo livello. E' possibile realizzare un telaio con triangolo posteriore completamente in carbonio.

The alloy selected by Columbus

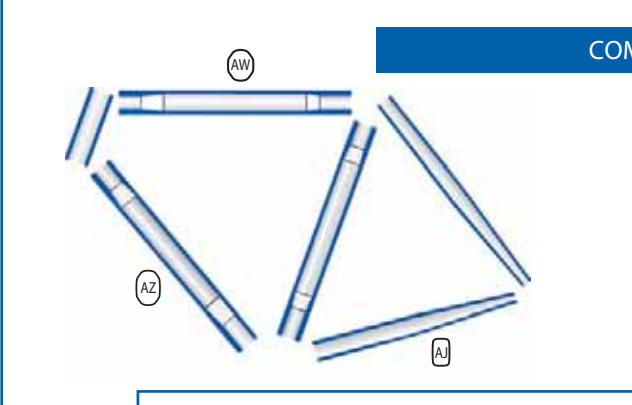
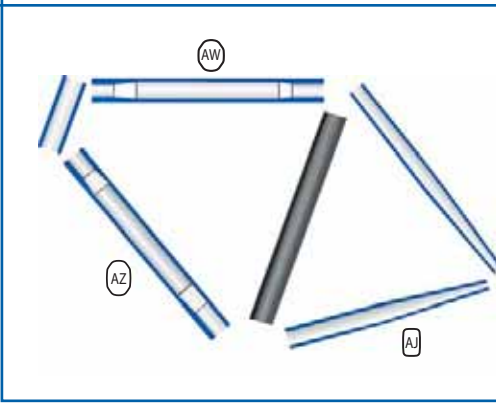
- NIOBIUM is a special steel with manganese, chrome, nickel, molybdenum and niobium. Columbus's special chemical composition, the combined effect of strengthening for precipitation and reducing the alloy grain size are incredibly enhanced compared to standard steels. Niobium proves more effective than Vanadium as an alloy-strengthening agent. After specific processes of progressive drawing and forming, NIOBIUM undergoes a special heat treatment that gives the steel its final characteristics. It is a steel designed to provide superior mechanical characteristics and higher resistance to environmental effects than conventional carbon steels. The only serious choice for a competition or top-of-the-line frame, where lightweight and reliability are essential. Mechanical characteristics: $R_m = 1050 \div 1250$ MPa, $R_{p0.2} \geq 750$ MPa, $A_{p5} > 14\%$. Material suggested for TIG welding: OK TIGROD 13.12 (AWS 5.28 ER 80S-G). MIG: OK AUTROD 13.12 (AWS 5.28 ER 80S-G).

The characteristics of the Spirit tubes

- Reduced thickness, up to 0.38 mm
- Exceptional mechanical characteristics: high breaking load, superior tenacity and incredible fatigue endurance
- Special shaping designed to optimise strength and resistance
- Excellent surface finish of tubes (no decarburization or oxidation)
- Individual inspection and marking of the tubes of the main triangle
- Main triangle in NIOBIUM and rear stays in seamless alloyed steel
- Incomparable strength/weight ratio
- Carbon seat tube
- Adaptor for carbon seat tube
- Investment cast BB Shell "MARS" for single plug rear stays.

Reasons to choose Spirit

- Athlete: Spirit makes it possible to build a frame with an excellent resistance/weight ratio with durability beyond compare. The only serious choice for a top-of-the-line frame where lightweight and comfort are indispensable elements.
- Framebuilder: Spirit is a triple-butted tube set that makes it possible to make lightweight, reliable competition frames. The ease of processing and welding it make it the only serious choice for extremely high quality frames. It's possible to make a frame with complete carbon rear triangle.

	COMPOSIZIONI SUGGERITE	SUGGESTED SET		
	Telaio strada - Road frame			
	TO	SPTL11570112A	27x33.5	0.5/0.38/0.5
	TQ	SPTA12635112AZ (Bioval)	29x43.5	0.5/0.38/0.5
	TV	SPT11362	Ø28.6	0.6/0.38/0.5
	PO	SLF114OV410112AJ	18x25.6	0.7/0.5
	PV	SLF715560112AI	15x19	0.5
	Peso di 8 tubi per telaio strada 54 cm centro-centro = 1060 g Weight of 8 tubes road frame for 54 cm center to center = 1060 g			
	Telaio strada - Road frame			
	TO	SPTL11570112AW	27x33.5	0.5/0.38/0.5
	TQ	SPTA12635112AZ (Bioval)	29x43.5	0.5/0.38/0.5
	TV	CARS1360	Ø35	-
	PO	SLF114OV410112AJ	18x25.6	0.7/0.5
	PV	SLF715560112AI	15x19	0.5
	Peso di 8 tubi per telaio strada 54 cm centro-centro = 1000 g Weight of 8 tubes road frame for 54 cm center to center = 1000 g			

SPIRIT for lugs



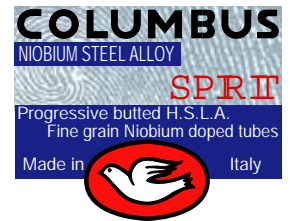
Tubi a triplo spessore in acciaio per telai da competizione.
Stainless steel triple butted tubes for competition frames.

Size 54/61

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
SPLM11600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø 28.6 L=600 0.75/0.45/0.75	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	237g	
SPLM12650 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø 31.7 L=650 0.75/0.45/0.75	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	292g	
SLFI13... TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 28.6 L=560/635 0.75/0.4/0.6	Tondo doppio rinforzo per deragliatore a saldare e a fascetta Round double butted for braised on and band type front derailleur	232g 211g	
SPLI13635 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 28.6 L=635 0.8/0.6	Tondo doppio rinforzo Round double butted	280g	
ZON1140V425 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø 24 L=425 0.8/0.6	Rinforzato conficato Butted tapered	156g	
ZON615560 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø 16 L=560 0.7	Tondo conficato Round tapered	148g	
SLOI18230 TUBO STERZO HEAD TUBE	Ø 31.7 L=230 1.0	Tondo Round	274g	

*Il peso si riferisce alla lunghezza del tubo + 5 %
*The weight refers to the tube length + 5 %

SPIRIT for lugs light A



Tubi a triplo spessore in acciaio per telai da competizione.
Stainless steel triple butted tubes, for competition frames.

Size 48/53

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
SPLM11525A TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø 28.6 L=525 0.7/0.45/0.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	192g	
SPLM12605A TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø 31.7 L=605 0.8/0.5/0.8	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	275g	
SPLI13540A TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 28.6 L=540 0.8/0.45/0.7	Tondo doppio rinforzo per deragliatore a fascetta Round double butted for band type front derailleur	213g	
SLF1140V410001 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø 24 L=410 0.7/0.5	Rinforzato conificato Butted tapered	132g	
SLF615560 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø 16 L=560 0.6	Tondo conificato Round tapered	128g	
SLOI18180 TUBO STERZO HEAD TUBE	Ø 31.7 L=600 1.0	Tondo Round	136g	

*Il peso si riferisce alla lunghezza del tubo + 5 %
*The weight refers to the tube length + 5 %

SPIRIT for lugs light B



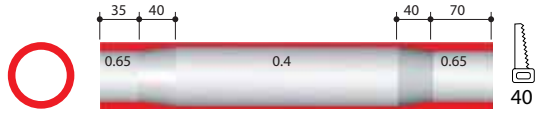


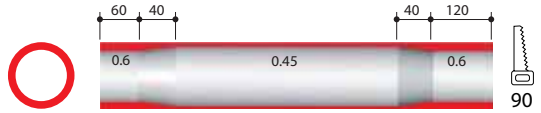
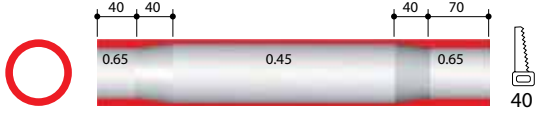


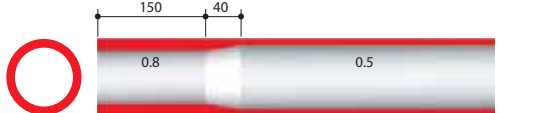
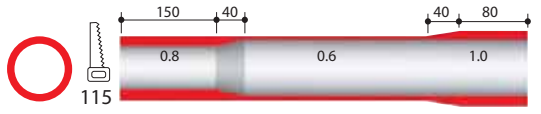
Tubi a triplo spessore in acciaio per telai da competizione.
Stainless steel triple butted tubes for competition frames.

Size 54/58

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
SPLM11565B TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø 28.6 L=565 0.7/0.45/0.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	204g	
SPLM12625B TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø 31.7 L=625 0.8/0.5/0.8	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	287g	
SPLI13580B TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 28.6 L=580 0.8/0.45/0.7	Tondo doppio rinforzo per deragliatore a fascetta Round double butted for band type derailleur	225g	
SLF1140V410001 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø 24 L=410 0.7/0.5	Rinforzato conificato Butted tapered	132g	
SLF615560 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø 16 L=560 0.6	Tondo conificato Round tapered	128g	
SLOI18200 TUBO STERZO HEAD TUBE	Ø 31.7 L=200 1.0	Tondo Round	152g	

*Il peso si riferisce alla lunghezza del tubo + 5 %
*The weight refers to the tube length + 5 %

Tubi a triplo spessore esclusivamente per telai da competizione.
 Triple butted tubes for competition frames.

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
SLFM11570 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø 28.6 L=570 0.65/0.4/0.65	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	170 g	
SLFL11600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø 31.7 L=600 0.65/0.45/0.65	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	206 g	
SLFM11600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø 28.6 L=600 0.7/0.45/0.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	199 g	
SLFH12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø 42 L=670 0.6/0.45/0.6	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	297 g	
SLFL12650 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø 35 L=650 0.65/0.45/0.65	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	238 g	
SLFA12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø 38 L=670 0.65/0.45/0.65	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	264 g	
SLFI13... TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 28.6 L=635/560 0.75/0.4/0.6	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	189 g	
SLFM13635 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 31.7 L=635 0.8/0.5	Tondo doppio rinforzo Round double butted	239 g	
SLFI13...001 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 28.6 L=635/520 0.8/0.6/1.0	Tondo external butted Round external butted	220 g	

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
SLFL13635 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø 35 L=635 0.7/0.5	Tondo doppio rinforzo Rounddouble butted	260 g	
SLF1140V410001 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø 24 L=410 0.7/0.5	Ovale rinforzato conificato Oval butted tapered	108 g	
SLF1140V410 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø 24 L=410 0.7/0.5	Ovale rinforzato conificato Oval butted tapered	108 g	
SLFI14440 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø 22.2 L=440 0.7	Ovale piegato conificato Oval bent tapered	130 g	
SLF1140V425 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø 24 L=425 0.8/0.6	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	143 g	
SLF715560 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø 17 L=560 0.5	Tondo conificato Round tapered	97 g	

DAL TUBO TONDO... FROM ROUND TUBES...	TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE		TUBO OBLIQUO DOWN TUBE				
	Ø 28.6	Ø 31.7	Ø 35	Ø 38	Ø 42		
AL MEGATUBE TO MEGATUBES							

*Il peso si riferisce al tubo dimensionato e sgolato per un telaio corsa dimensione 54cm c-c o
*The weight refers to a sized and mitered tube for a 54cm c-c road frame

Zona di taglio/Cutting area
n° Accorciamento max. mm / Max cut mm

Tubi a triplo spessore esclusivamente per telai da competizione.
Triple butted tubes for competition frames.

La lega selezionata da Columbus

- NIOBIUM è un acciaio speciale con Manganese, Cromo, Nickel, Molibdeno e Niobio. Grazie alla speciale composizione chimica di Columbus, l'effetto combinato di rafforzamento per precipitazione e di riduzione del grano cristallino sono incredibilmente accentuati rispetto agli acciai standard e il Niobio risulta un agente rafforzante della lega più efficace del Vanadio. Si tratta di un acciaio progettato per fornire migliori caratteristiche meccaniche ed elevata resistenza all'azione ambientale rispetto agli acciai al carbonio convenzionali. La scelta obbligata per un telaio da competizione o al top della gamma, dove leggerezza ed alta affidabilità sono fondamentali. Caratteristiche meccaniche: $R_m = 1050 \div 1150$ MPa, $R_{p0.2} \geq 750$ MPa, $A_{p5} > 14\%$. Materiale consigliato per la saldatura TIG: OK TIGROD 13.12 (AWS 5.28 ER 80S-G). MIG: OK AUTROD 13.12 (AWS 5.28 ER 80S-G).

Le caratteristiche dei tubi Life

- Spessori ridotti fino a 0.45 mm
- Disponibilità di tubi "Over size" per il TQ (Ø42) e il TV (Ø35)
- Triangolo principale in NIOBIUM e posteriori in acciaio legato
- Ottimo rapporto Resistenza/Peso
- Eccezionali caratteristiche meccaniche: alto carico di rottura, elevata tenacità e incredibile vita a fatica.

Perchè scegliere Life:

- Se sei un atleta: Life permette la realizzazione di un telaio con un alto rapporto Resistenza/Peso unito ad un elevato comfort ed affidabilità tipici dell'acciaio.
- Se sei un telaista: la lega Life garantisce facilità di lavorazione unita ad un'elevata affidabilità del telaio finito; l'assortimento di tubi consente di realizzare telai strada e MTB senza limiti di taglie e geometrie.

The alloy selected by Columbus

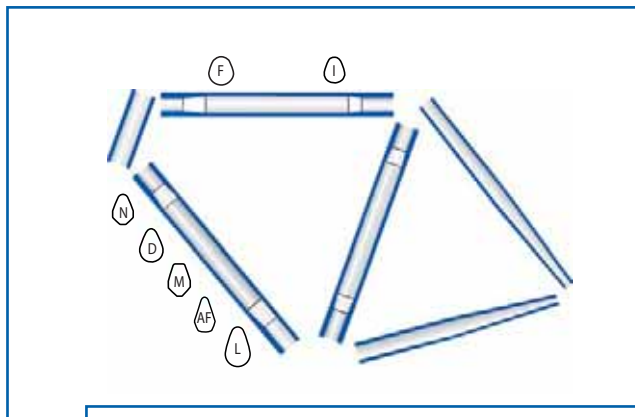
- NIOBIUM is a special steel with manganese, chrome, nickel, molybdenum and niobium. Columbus's special chemical composition, the combined effect of strengthening for precipitation and reducing the alloy grain size are incredibly enhanced compared to standard steels. Niobium proves more effective than Vanadium as an alloy-strengthening agent. After specific processes of progressive drawing and forming, NIOBIUM undergoes a special heat treatment that gives the steel its final characteristics. It is a steel designed to provide superior mechanical characteristics and higher resistance to environmental effects than conventional carbon steels. The only serious choice for a competition or top-of-the-line frame, where lightweight and reliability are essential. Mechanical characteristics: $R_m = 1050 \div 1150$ MPa, $R_{p0.2} \geq 750$ MPa, $A_{p5} > 14\%$. Material suggested for TIG welding: OK TIGROD 13.12 (AWS 5.28 ER 80S-G). MIG: OK AUTROD 13.12 (AWS 5.28 ER 80S-G).

The characteristics of the Life tubes

- Reduced thickness, up to 0.45 mm
- Availability of "over size" tubes for the TQ (Ø42) and the TV (Ø35)
- Main triangle in NIOBIUM and rear stays in alloyed steel
- Excellent resistance/weight ratio
- Exceptional mechanical characteristics: high breaking load, superior tenacity and incredible fatigue endurance.

Reasons to choose Life

- Athlete: Life makes it possible to make a frame with an excellent resistance/weight ratio along with the superior comfort and reliability typical of steel.
- Framebuilder: Life alloy provides easy processing together with superior reliability for the finished frame. The assortment of tubes lets you build road and MTB frames without limits of size or shapes.



Telaio MTB - MTB frame

TO	SLFL11600112I	28x35	0.65/0.45/0.65
TQ	SLFA12670112M	31x44	0.65/0.45/0.65
TV	SLFI13...001	Ø28.6	0.8/0.6/1.0 (ext butted)
PO	SLF1140V425133	16x30	0.8/0.6
PV	ZON9155601333	Ø19	0.6

Peso di 8 tubi per telaio MTB 45.5 cm (18") = 1340 g
Weight of 8 tubes MTB frame for 45.5 cm (18") = 1340 g

Telaio strada - Road frame

TO	SLFM11570112F	27x30	0.65/0.4/0.65
TQ	SLFL12650112N	41x28	0.65/0.45/0.65
TV	SLFI13635/560	Ø28.6	0.75/0.4/0.6
PO	SLF1140V410	16x30	0.7/0.5
PV	SLF715560	Ø17	0.5

Peso di 8 tubi per telaio strada 54 cm centro-centro = 1150 g
Weight of 8 tubes road frame for 54 cm center to center = 1150 g

Telaio strada oversize - Road frame oversize

TO	SLFL11600112I	28x35	0.65/0.45/0.65
TQ	SLFH12670112L	32x51	0.6/0.45/0.6
TV	SLFL13635	Ø35	0.7/0.5
PO	SLF1140V410	16x30	0.7/0.5
PV	SLF715560	Ø17	0.5

Peso di 8 tubi per telaio strada 54 cm centro-centro = 1300 g
Weight of 8 tubes road frame for 54 cm center to center = 1300 g

Tubi a rinforzo asimmetrico esclusivamente per telai da competizione.
Asymmetric reinforced tubes for competition frame.

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
ZONM11600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø28.6 L=600 0.7/0.5/0.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	205 g	
ZONM11600001 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø28.6 L=600 0.8/0.5/0.8	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	222 g	
ZONL11600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø31,7 L=600 0.7/0.5/0.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	241 g	
ZONM12650 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø31,7 L=650 0.7/0.5/0.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	221 g	
ZONM12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø31.7 L=670 0.8/0.5/0.8	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	264 g	
ZONL12670* TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø35 L=670 0.7/0.5/0.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	271 g	
ZONL12670001* TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø35 L=670 0.8/0.5/0.8	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	295 g	
ZONA12670* TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø38 L=670 0.7/0.5/0.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	337 g	
ZONH12670* TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø42 L=670 0.7/0.5/0.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	373 g	
ZONI13635 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø28,6 L=635 0.8/0.6	Tondo rinforzato Round butted	247 g	



Tubi a rinforzo asimmetrico esclusivamente per telai da competizione.
Asymmetric reinforced tubes for competition frame.

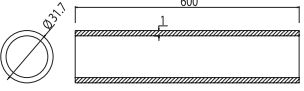
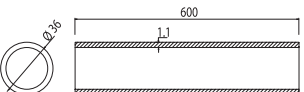
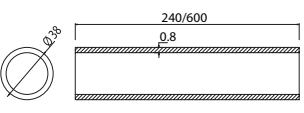
CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
ZON113550 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø28.6 L=550 0.8/0.6/1.2	Doppio rinforzo Double external butted	207 g	
ZON113620 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø28.6 L=620 0.8/0.6/1.2	Doppio rinforzo Double external butted	237 g	
ZON1140V410 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø22.2 L=410 0.7	Tondo ovale conificato Round oval tapered	152 g	
ZON1140V425 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø24 L=425 0.8/0.6	Tondo conificato rinforzato Round butted tapered	164 g	

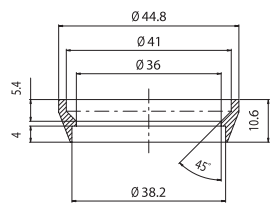
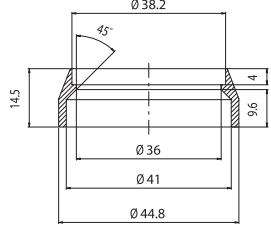
*Il peso si riferisce al tubo dimensionato e sgolato per un telaio corsa
dimensione 54cm c-c o

Zona di taglio/Cutting area
n° Accorciamento max. mm / Max cut mm

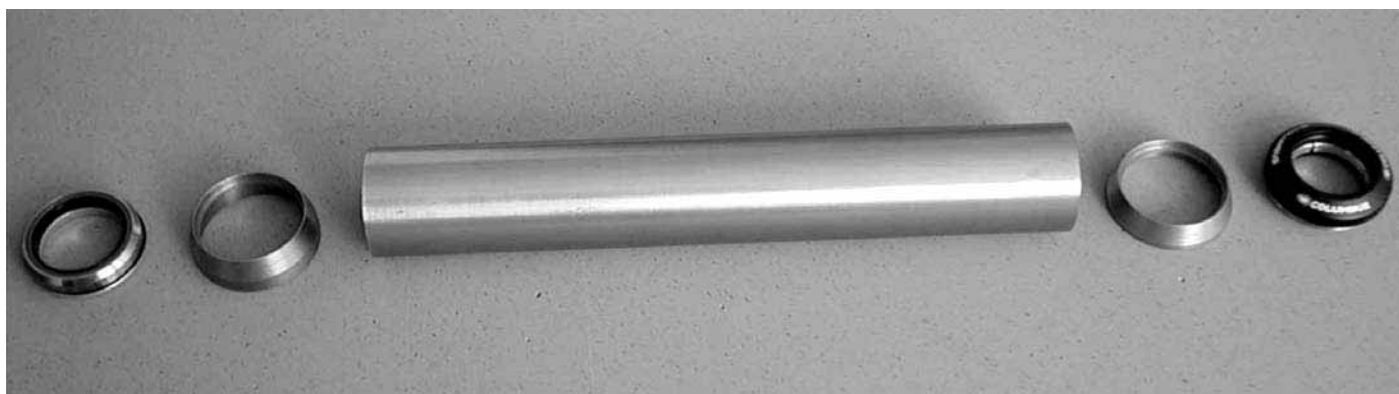
COMPONENTI PER TELAI IN ACCIAIO

STEEL FRAME COMPONENTS

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	PESO* WEIGHT	DISEGNO DRAWING
SLOI18600 TUBO STERZO HEAD TUBE	Ø 31.7 L=600 1	98 g	
CYRK18600 TUBO STERZO HEAD TUBE	Ø 36 L=600 1.1	122 g	
CYRA18240/600 TUBO STERZO PER CALOTTINE HEAD TUBE FOR INTEGRATED	Ø 38 L=240 L=600 0.8	106 g	

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	PESO* WEIGHT	DISEGNO DRAWING
ZCALA28.6 UP SEDE PER SERIE STERZO STEEL RING FOR HEAD SET	Ø 45	25 g	
ZCALA28.6DOWN SEDE PER SERIE STERZO STEEL RING FOR HEAD SET	Ø 45	32 g	

*Per un telaio misura 54 c/c - *For a 54 c/c sized frame



SERIE STERZO INTEGRATA IN ACCIAIO

La serie sterzo integrata Columbus dedicata ai telai in acciaio è realizzata con un tubo in acciaio, senza saldatura, con carico di rottura fino a 1250 MPa. Poiché può essere tagliata a misura, consente la realizzazione di qualsiasi dimensione di telaio aiutando notevolmente il telaista nella gestione degli stock.

L'esperienza dei team mtb e strada e del Columbus R&D, ha messo a punto una serie sterzo composta dal tubo sterzo e da due calotte separate che una volta alesate internamente e saldobrasate al tubo principale, rappresentano il miglior alloggiamento per la cartuccia ahead-set. Le calotte hanno profilo alnico e sono state costruite per adattarsi perfettamente al diametro esterno del tubo sterzo, per una finitura estetica ottimale.

La serie sterzo lavora completamente nascosta all'interno del tubo sterzo, così polvere e umidità non possono intaccarla minando la precisione dello sterzo stesso. L'angolo su cui appoggia la cartuccia è di 45°: esso consente un incremento della scorrevolezza e di una maggiore resistenza dell'insieme, sia alle sollecitazioni assiali che radiali. Con l'uso sempre più frequente di cerchi a profilo alto, più rigidi dei tradizionali, la forcella e quindi lo sterzo sono molto più sollecitati.

Grazie all'angolo di 36° la serie sterzo lavora meglio perché la superficie di contatto è maggiore. Una rondella auto-centrante evita il malfunzionamento della serie sterzo anche nel caso in cui le operazioni di alesatura non fossero state perfettamente effettuate.

La serie sterzo integrata Columbus è fornita dietro regolare licenza Cane Creek, per l'utilizzo del sistema A-head set. È disponibile per tubi sterzo da 1"1/8 ma si adatta a qualsiasi sistema da 1" comunemente disponibile sul mercato.

COLUMBUS STEEL INTEGRATED HEAD SET

The Columbus Integrated Head Set for steel frames features incredible flexibility thanks to a seamless steel tube with up to Rm 1250 MPa. Every frame dimension is possible, simply sizing it at the desired length. That's why Columbus steel integrated head-set allows for simple warehouse stocking management (standard integrated head set generally need to be stocked in a great number of measures).

Road and Mountainbike racing teams plus Columbus Lab and technical experience, lead to a system based on two separate steel cups that once brazed to the main tube and internally reamed, represent the perfect bearings site with great time resilience. Every cup has a cone profile perfectly matched to the external head tube diameter for a refined finish.

The bearings work completely hidden within the head set system leaving no room for dust or direct humidity to reduce riding and steering precision. The Columbus Integrated Head Set is one of the few on the market that works on a 45° angle system which means more rolling power - due to the bearings' wider contact surface - and a higher radial load capacity, so important nowadays when hard hits coming from the ground often translate directly to the fork and frame by the wide-spread use of rigid high profile cycle rims.

The Columbus Integrated head set features a simple but fine self-centring system working between the upper bearing and the stem spacer to avoid malfunctioning and lack of fluidity even in the eventuality the reaming operation may not have been perfectly done.

Columbus Integrated Head set has regular Cane Creek licence for the A-head set system and is available with 1"1/8 Columbus Head set.

COMPONENTI PER TELAI IN ACCIAIO

STEEL FRAME COMPONENTS

Il sistema di sterzo integrato Columbus è formato da tre parti principali:

1. Il tubo sterzo

2. Le calotte

Il kit è formato da due calotte di altezze differenti che non richiedono una lavorazione prima dell'assemblamento. La più alta presenta una sede del cuscinetto più profonda e deve essere utilizzata per la parte inferiore del tubo di sterzo.

3. Il sistema di cuscinetto

Esiste una sola versione per forcelle con canotto di sterzo da 1 1/8".



codice: CYRA18240
code: CYRA18240



codice: ZCALA28.6 DOWN - codice: ZCALA28.6 UP
code: ZCALA28.6 DOWN - code: ZCALA28.6 UP



GLI UTENSILI

L'unico utensile necessario al montaggio del sistema di sterzo integrato Columbus è la fresa Columbus e la relativa contropunta, che si adattano perfettamente alla dimensione dei cuscinetti Columbus. Non è necessario alcun utensile per preparare le estremità del tubo e le due calotte prima di saldobrasarle.



THE TOOLS

The only tool needed for the Columbus Integrated Head Set assembly is the Columbus mill and tailstock, perfectly sized on the Columbus bearings dimension. No tool is needed to prepare the tube ends and the two cups before brazing them together.

LA PREPARAZIONE

1. Dimensionamento del tubo

Il tubo sterzo in acciaio deve essere dimensionato alla lunghezza desiderata in relazione alla dimensione del telaio. Accertarsi che le estremità del tubo siano perfettamente spianate e rifinite.

2. Saldobrasatura delle calotte

Le due calotte devono essere brasate direttamente sulle estremità del tubo. Si consiglia prima di ovalizzare leggermente il tubo di sterzo una volta tagliato a misura in modo da tenere in posizione le calotte eliminando così ogni gioco. L'ovalizzazione deve essere realizzata tramite una sola compressione da entrambi i lati e non deve superare i 0.5/1 mm lungo un asse. Assicurarsi che le calotte aderiscano perfettamente all'estremità del tubo cosicché vengano rispettati tutti i parallelismi.

3. Preparazione della sede dei cuscinetti

La serie sterzo integrata Columbus funziona con un sistema di cuscinetti a contatto angolare di 45° che deve essere creato utilizzando la specifica fresa Columbus e la relativa contropunta.

L'operazione di fresatura viene realizzata (anche a mano) successivamente all'assemblaggio completo del telaio e prima della verniciatura.



MONTAGGIO DEI CUSCINETTI

L'illustrazione qui di seguito mostra la sequenza del montaggio dei cuscinetti dello sterzo.

THE PREPARATION

1. Tube sizing

The steel head tube has to be sized at the desired length according to the frame size. Make sure that tube ends are perfectly flattened and finished.

2. Cups brazing

The two cups have to be brazed directly on the tube ends. It is recommended to first slightly ovalize the sized head tube in order to let the cups stay in place without clearance.

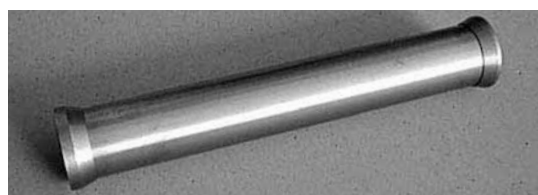
The ovalization must be made with one single compression at both ends and does not have to exceed 0.5/1 mm along one axis.

Make sure the cups stay in complete contact with the tube end to be sure that all parallelisms are respected.

3. Bearing housing creation

Columbus Integrated Head Set works on a 45° contact angle system that must be created using the specific Columbus mill and tailstock.

The milling operation is done (even handcrafted) after the complete frame assembly and before painting.



BEARINGS ASSEMBLY

Here is the illustration showing the sequence of the head set bearings assembly.

COMPONENTI PER TELAI IN ACCIAIO

STEEL FRAME COMPONENTS



Cuscinetti inferiori
Bottom bearing



Cuscinetti superiori
Top bearing

ATTENZIONE:

Per ottenere una corretta performance dello sterzo, tirare il bullone nella parte superiore dell'attacco manubrio in modo da compattare la serie sterzo. Per la vostra sicurezza, accertatevi che i bulloni dell'attacco manubrio siano ben serrati. Rispettare le coppie di serraggio fornite dal fabbricante dell'attacco.

WARNING:

To have the head set working properly tighten the bolt on top of the stem in order to keep compact the bearing system. For your personal safety make sure to have the stem bolts locked. Make sure suggested tightening torques are respected.



SCATOLA MOVIMENTO MICROFUSA "MARS"

E' la nuova versione microfusa in acciaio della scatola movimento singleplug che consente il montaggio dei carri in carbonio Columbus per la realizzazione di telai con tubazioni in acciaio (TIG o saldobrasati). Conferisce al telaio maggiore rigidità e resistenza alle notevoli sollecitazioni indotte dalla pedalata ed agevola l'allineamento e l'assemblaggio del carro posteriore al telaio. Disponibile per filetto inglese.

INVESTMENT CAST BB SHELL "MARS"

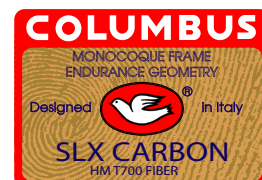
It is the new cast Steel version of the single plug BB shell that allows to manufacture Steel frames assembled with any Columbus single plug Carbon rear stays. This solution provides extreme stiffness and strength to the frame to contrast the stresses caused by pedalling. It is easier for the frame builder to assemble and align the carbon rear set of the frame. Suitable for BSA bottom bracket.



COLUMBUS
2008

CARBONIO / CARBON

SLX CARBON monocoque frame



Telaio monoscocca in fibra di carbonio HM e T700, geometria da competizione.
Monocoque HM and T700 fibre frame, endurance geometry.



GEOMETRIE (mm) GEOMETRIES (mm)

Misura Size	Traditional size	S1	S	T1	T	Head Tube	a°	b°	R	C	F	WB	E	Fork
S	500	480	435	527	510	125	72°	74°	45	407	573	969	73	368
M	530	510	465	545	530	150	73°	73.5°	45	407	581	977	71	368
L	560	540	495	560	544	173	73.5°	73°	45	407	585	981	71	368
XL	590	570	525	580	564	205	73.5°	72.5°	45	410	601	1001	68	368

TELAIO MONOSCOCCA SLX CARBON

SLX CARBON è l'ultima novità di 'Columbus Carbon Lab', nasce per soddisfare le esigenze dei ciclisti più evoluti alla ricerca di un telaio affidabile, leggero e performante. Il triangolo monoscocca è realizzato mediante la sovrapposizione di strati di carbonio unidirezionale HM e T700 opportunamente orientati per garantire la migliore resistenza alle sollecitazioni oltre ad una elevata rigidità, accentuata anche dal tubo sterzo oversize da 50mm.

Il carro posteriore 'Single Plug' conferisce un'azione attiva allo smorzamento delle vibrazioni e la geometria leggermente sloping rende SLX CARBON un telaio particolarmente adatto ai lunghi percorsi.

Il telaio è fornito grezzo con forcella monoscocca Columbus Carve Mega, serie sterzo con calotta in carbonio e fascetta reggisella.

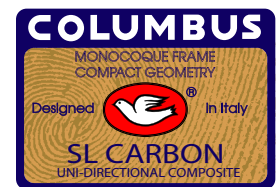
SLX CARBON MONOCOQUE FRAME

SLX CARBON is the latest creation of the 'Columbus Carbon Lab', it's designed to meet the expectations of the most demanding riders, looking for a reliable, light, high performing frame. The front monocoque triangle is made of overlapped unidirectional layers of HM and T700 carbon fibre specifically oriented in order to obtain the best resistance and stiffness, thanks also to the oversized 50mm head tube.

The 'single plug' carbon fibre rear stays together with the slightly sloping geometry introduce a damping effect that make SLX CARBON a frame suitable for long rides.

The frame is supplied ready to paint with the Columbus monocoque Carve Mega fork, carbon head set and seat pillar clamp.

SL CARBON monocoque frame



Telaio monoscocca in fibra di carbonio, geometria compact.
Monocoque carbon fibre frame, compact geometry.



GEOMETRIE (mm)							GEOMETRIES (mm)							
Misura Size	Traditional size	S1	S	T1	T	Head Tube	a°	b°	R	C	F	WB	E	Fork
S	490	440	380	530	509	125	72°	74°	45	408	577	976	68	368
M	520	480	420	547	526	145	72.5°	73.5°	45	408	586	985	68	368
L	540	520	460	570	549	165	73°	73°	45	408	600	998	68	368
XL	570	560	500	590	570	190	72.5°	72.5°	45	408	610	1008	68	368

TELAIO MONOSCOCCA SL CARBON

SL CARBON è una creazione di 'Columbus Carbon Lab', progettato per un impiego agonistico amatoriale, leggero, rigido e scattante. Il triangolo anteriore è monoscocca in fibra di carbonio unidirezionale a vista. Il wishbone posteriore in carbonio ha un doppio innesto al tubo verticale per meglio distribuire le sollecitazioni e la geometria estremamente compatta (slope 8°/14°) esalta le proprietà di rigidità del telaio. Caratteristica ulteriormente accentuata dalla forcella Columbus Straight Tusk a foderi dritti. Il telaio è fornito grezzo con forcella monoscocca Columbus Straight Tusk, serie sterzo con calotta in alluminio e fascetta reggisella.

SL CARBON MONOCOQUE FRAME

SL CARBON is a project of the 'Columbus Carbon Lab', specifically designed for competition, it's light, stiff and nervous. The front triangle is a monocoque carbon fibre structure with uni-d fiber as final layer. The rear double plug connection seat stay gives a better stress distribution at the seat tube joint area and increases the general stiffness of the frame which is amplified by the extreme compact geometry. These characteristics are even more enhanced by the monocoque Columbus Straight Tusk fork, with straight blades. The frame is supplied ready to paint with the Columbus Monocoque Straight Tusk fork, aluminium headset and seat pillar clamp.

CARBON XLR8R PLUS



Tubi leggerissimi in fibra di carbonio, dalle caratteristiche meccaniche eccellenti, per telai da competizione strada.
Superlight, high performance carbon fiber tubes for road racing competition frames.

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
CARX11600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	L=600	Carbonio Carbon	155 g	
CARX12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	L=670	Carbonio Carbon	195 g	
CARY12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	L=670 Ø 45	Carbonio Carbon	172 g	
CARX13610 TUBO VERTICALE TUBO ORIZZONTALE SEAT TUBE - TOP TUBE	L=610 Ø 35	Carbonio Carbon	245 g	
CARX18 TUBO STERZO HEAD TUBE	L=220 Ø 38	Carbonio Carbon	95 g	

Il materiale selezionato da Columbus

Materiale composito ET Epoxy con matrice epossidica e fibra di carbonio ad alta resistenza, realizzato attraverso la sovrapposizione di 5 strati, tra unidirezionali e orientati, polimerizzati.

Le caratteristiche dei tubi XLR8R Carbon

Grazie alle proprietà del materiale composito è stato possibile ottenere:

- rigidità e resistenza desiderate nei diversi punti del telaio
- maggiore smorzamento delle vibrazioni
- design unico dei tubi

Perché scegliere XLR8R Carbon

- Se sei un atleta: XLR8R Carbon garantisce telai leggeri precisi e reattivi nel triangolo anteriore per non disperdere in eccessive deformazioni gli sforzi del ciclista e con un triangolo posteriore sufficientemente flessibile in modo da fornire un comfort di guida unico.
- Se sei un telaista: XLR8R Carbon permette di realizzare il telaio su misura: le tubazioni sono unite dal sistema Carbon fasciato e possono essere tagliate a misura per ottenere le varie taglie e geometrie.

The material selected by Columbus

Composite material ET epoxy with epoxy matrix and high strength carbon fiber, made by layering 5 layers, including unidirectional and directed ones, polymerised (curing)

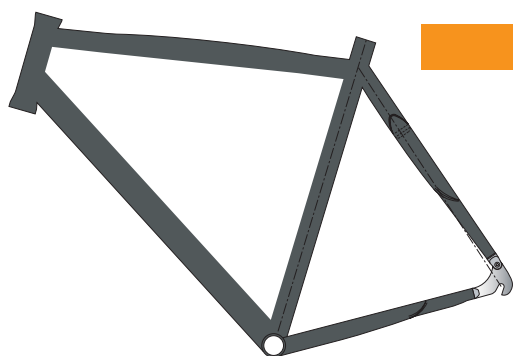
The characteristics of XLR8R Carbon tubes

Thanks to the properties of the composite material, it was possible to achieve:

- desired strength and resistance at different frame points
- greater vibration reduction
- unique tube design

Why choose XLR8R Carbon

- If you're an athlete: XLR8R Carbon guarantees light frames precise and reactive in the front triangle to not disperse the cyclist's exertions in excessive deformations and with a rear triangle that is sufficiently flexible to provide exceptional riding comfort.
- If you are a frame maker: with the new XLR8R carbon tubing set you can make a perfectly tailor-suit frame, cutting and mitering each single tube at the correct size and wrapping them together to obtain a full carbon frame of the correct size and geometry.



COMPOSIZIONI SUGGERITE

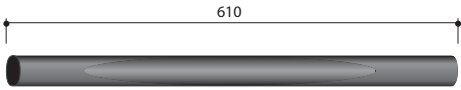
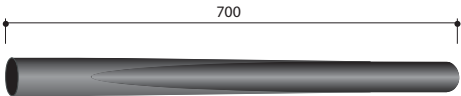


SUGGESTED SET

Strada - Road frame
 TO CARX11600
 TQ CARY12670
 TV CARX13610
 TS CARX18

CARBON XLR8R MAX



Tubi leggerissimi in fibra di carbonio, dalle caratteristiche meccaniche eccellenti, per telai da competizione strada.
Superlight, high performance carbon fiber tubes for road racing competition frames.

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
CARZ11610 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	L=610	Carbonio Carbon	160 g	
CARZ12700 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	L=700	Carbonio Carbon	224 g	
CARX13610 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	L=610 Ø 35	Carbonio Carbon	245 g	
CARZ18 TUBO STERZO HEAD TUBE	L=220 Ø 38	Carbonio Carbon	48 g	



ZVCALA50

Calotte in alluminio Ø 50 mm per tubo sterzo in carbonio da fasciare.
Aluminium Ø 50 mm caps for carbon wrapping head tube.

KIT SUPER MUSCLE



Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per l'uso professionale su strada.
Carbon fiber forks and rear stays for the professional road racing use.



FORCELLA SUPERMUSCLE (Carbon + Kevlar)

Grazie all'esperienza pluriennale sui materiali compositi e soprattutto a quella maturata sulle forcelle da corsa da competizione, abbiamo ulteriormente migliorato le prestazioni di Super Muscle per renderla ancora più affidabile e performante. Abbiamo lavorato sulla stratificazione interna e l'orientamento delle fibre di carbonio unidirezionale T700 e HM, per ottenere una forcella particolarmente leggera ed affidabile. Super Muscle, grazie all'ormai collaudata forma dei foderi che riprende la forma del muscolo umano, è la più leggera della gamma Columbus e tra le più leggere presenti sul mercato. La presenza del kevlar all'interno del cannotto sterzo riduce il rischio di intaglio provocato dal morsetto dell'attacco manubrio.

SODDISFA I REQUISITI DELLA NUOVA NORMATIVA DI SICUREZZA EUROPEA: EN 14781

Caratteristiche:

Forcella monoscocca in fibra di carbonio T700/HM
Forcellini forgiati in alluminio 6061 T6
Cannotto 28.6mm L = 300mm
Rake: 45mm
Peso: 390g

SUPER MUSCLE FORK (Carbon + Kevlar)

Thanks to our extensive experience on composite materials and especially on racing competition forks, we have improved the performances of the Columbus Super Muscle fork to make it more performant and reliable. We have worked with the T700 and HM unidirectional carbon fibre layers position and orientation in order to obtain a monocoque fork which is extremely light and stiff. Super Muscle with its typical human muscle shape of the blades, is the lightest Columbus fork and one of the lightest in the market. The introduction of kevlar fibre inside the structure of the steering tube reduces the risk of dents caused by the clamping of aluminium stems.

MEETS THE NEW EUROPEAN SAFETY STANDARD:
EN 14781.

Characteristics:

Carbon T700/HM/kevlar monocoque fork
Forged dropouts in 6061 T6 alloy
Column steerer 1 1/8 L = 300mm
Rake: 45mm
Peso: 390g



GAP CAP

Il sistema di recupero di gioco dello sterzo, è stato realizzato appositamente per potersi adattare al diametro interno del cannotto forcella. La lunghezza è stata progettata in modo da interessare tutta la zona di chiusura dell'attacco manubrio. Grazie ad una serie di espander la tenuta è maggiore e meglio distribuita sulla superficie interna del cannotto.
Caratteristiche: Realizzato in lega di alluminio lavorato CNC.

GAP CAP

The clearance recovery system of the steer was made especially to be able to adapt to the internal diameter of the fork column. The length was designed to be able to involve the entire closure area of the handlebar stem. Thanks to a series of expanders, the hold is greater and better distributed along the internal surface of the column.

Characteristics: CNC-machined aluminium alloy

KIT SUPER MUSCLE



Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per l'uso professionale su strada.
Carbon fiber forks and rear stays for the professional road racing use.

SUPER MUSCLE WISHBONE E POSTERIORI

È il nuovo carro posteriore in carbonio che riprende i concetti della linea Muscle. Il posteriore orizzontale è stato costruito con il concetto 'single plug' che conferisce al carro una notevole rigidità torsionale.

I due elementi in carbonio sono realizzati sovrapponendo strati di fibra di carbonio T700 e HM che vengono infine ricoperti da uno speciale tessuto 12K.

Grazie all'uso del composito insieme alla particolare forma che riprende il muscolo umano abbiamo ottenuto notevoli miglioramenti del confort.

La scatola movimento è realizzata dal pieno e lavorata CNC, l'innesto con il carro orizzontale è ribassato rispetto al movimento centrale, conferendo così al carro una maggiore rigidità laterale.

I forcellini, realizzati anch'essi dal pieno e lavorati CNC, hanno il fulcro del connettore di collegamento al posteriore verticale, posizionato in asse con il centro del mozzo ruota. In questo modo è possibile regolare il carro posteriore per tutte le misure del telaio, con il minimo aggiustamento degli elementi in carbonio.

Caratteristiche:

- Wishbone SUPER MUSCLE in High Modulus Carbon Fiber + 12K
- Posteriore orizzontale single plug SUPER MUSCLE in High Modulus Carbon Fiber + 12K
- Tubo di raccordo Ø 28 in lega 7000/6000
- Forcellini CNC in lega 7000
- Scatola movimento lavorata CNC in lega 7000/6000



SUPER MUSCLE REAR STAYS

This is the new carbon rear stay that goes back to the concepts of the Muscle line. The chain stay was built with the "single plug" concept that confers the stay with considerable resistance to torsion.

The two carbon elements are made by laying layers of T700 and HM carbon fibre and then wrapping them with a 12K fiber. Thanks to the use of carbon fibre and the special shape that resemble the human muscle, we have upgraded the vibration damping characteristics of the rear stays.

The bracket is made from one piece, CNC machined, the connection between BB and chain stay is lowered (off-centered) respect the center of the bottom bracket, increasing the stiffness of the rear triangle of the frame. The comfort of the Super Muscle stay is provided by the special shape of the casings that resemble human muscles. The dropouts are also made from one piece and CNC-processed, have the pivot of the connector on the seat stays, positioned in line with the centre of the wheel hub. This makes it possible to adjust the rear stay for all frame measurements, with minimal adjustments to the carbon elements.



- Wishbone SUPER MUSCLE in High Modulus Carbon Fiber
- Single plug chain stay SUPER MUSCLE in High Modulus Carbon Fiber

Characteristics:

- Connector Ø 28 in 7000/6000 alloy
- CNC machined dropouts in 7000 alloy
- CNC machined bottom bracket in 7000/6000 alloy

KIT CARVE



Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per gare a cronometro, triathlon, strada.
Carbon fiber forks and rear stays road, time trial, triathlon.



FORCELLA CARVE MONOCOQUE

Columbus Lab ha ridisegnato la celebre forcella Carve applicando la tecnologia del monoscocca che garantisce una struttura senza interruzioni. Dal tubo sterzo ai foderi, la forcella è un unico pezzo realizzato mediante la sovrapposizione di più strati di carbonio HM unidirezionale opportunamente orientati secondo le linee di maggiore sollecitazione. Attraverso questa tecnologia e grazie alla particolare forma dei foderi è stata aumentata la rigidità flessionale e ridotto sensibilmente il peso migliorando così la precisione di guida. La forcella Carve 'monocoque' è particolarmente indicata ai corridori ed agli amatori esigenti che oltre alle prestazioni tecniche vogliono dare alla propria specialissima un prestigioso tocco di design.

SODDISFA I REQUISITI DELLA NUOVA NORMATIVA DI SICUREZZA EUROPEA:
EN 14781

Caratteristiche:

- Forcella in monoscocca di carbonio
- Composizione: fibre di carbonio unidirezionali T700
- Cannotto in carbonio Ø 28.6 mm L = 300 mm
- Forcellini forgiati in AL 6061 T6
- Rake: 45 mm
- Peso: 400 g

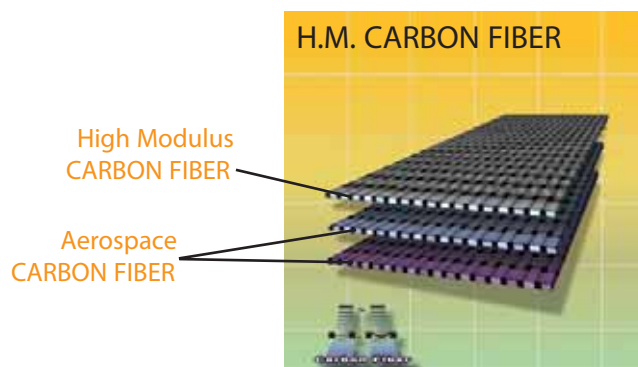
CARVE MONOCOQUE FORK

Columbus Lab has re-designed the popular Carve fork by applying monocoque technology, which guarantees a flowless structure. From the steering column tube to the fork blade, the fork is a single piece made by overlapping several layers of HM unidirectional carbon, adequately arranged along the major solicitations. This technology, coupled with the unique shape of the fork blades, has increased the structural strength and drastically reduced the weight, thus enhancing steering accuracy. The Carve 'monocoque' fork is especially designed for racing cyclists and demanding amateurs who, besides technical performances, also want to add a prestigious touch of design to their pride and joy.

MEETS THE NEW EUROPEAN SAFETY STANDARD:
EN 14781.

Characteristics:

- Carbon Monococque fork
- Composition: unidirectional T700 Carbon Fiber
- Carbon steering column Ø 28.6 L=300 mm
- Forged dropouts in AL 6061 T6
- Rake: 45 mm
- Weight: 400 g



KIT CARVE MEGA

new

Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per gare a cronometro, triathlon, strada.
Carbon fiber forks and rear stays road, time trial, triathlon.

FORCELLA CARVE MEGA

Forcella realizzata interamente in fibra di carbonio mediante la sovrapposizione di strati unidirezionali orientati secondo le linee di massima sollecitazione e ricoperti da un ultimo strato di tessuto 3K. I foderi riprendono la tipica forma Carve che irrigidisce la struttura e rende più precisa la guida della bicicletta nelle situazioni più estreme. La caratteristica principale di Mega è il diametro della testa maggiorato (Ø 50 mm) che garantisce una migliore distribuzione degli sforzi nella zona dello sterzo con una minore usura del cuscinetto inferiore ed un netto miglioramento della guidabilità del mezzo.

I forcellini sono forgiati in alluminio 6061 T6, il rake della forcella è di 45 mm, il diametro del canotto Ø 28.6 mm.

SODDISFA I REQUISITI DELLA NUOVA NORMATIVA DI SICUREZZA EUROPEA:
EN 14781

Caratteristiche:

- Forcella in monoscocca di carbonio
- Composizione: fibre di carbonio unidirezionali T700
- Canotto in carbonio Ø 28.6 mm lunghezza 300 mm
- Forcellini forgiati AL 6061 T6
- Testa forcella: Ø 50 mm
- Rake: 45 mm
- Peso: 410 g

CARVE MEGA FORK

Fork made of unidirectional Carbon Fiber oriented according to the direction of the maximum loads and covered with a final layer of 3K.

The blades follow the typical design of the Columbus Carve fork which increases the stiffness of the fork and gives more driving precision to the bike in any condition.

The main feature of Mega fork is the head diameter which has been increased to 50 mm in order to improve the distribution of the stress in the headset area hence reducing the wearing of the bearing.

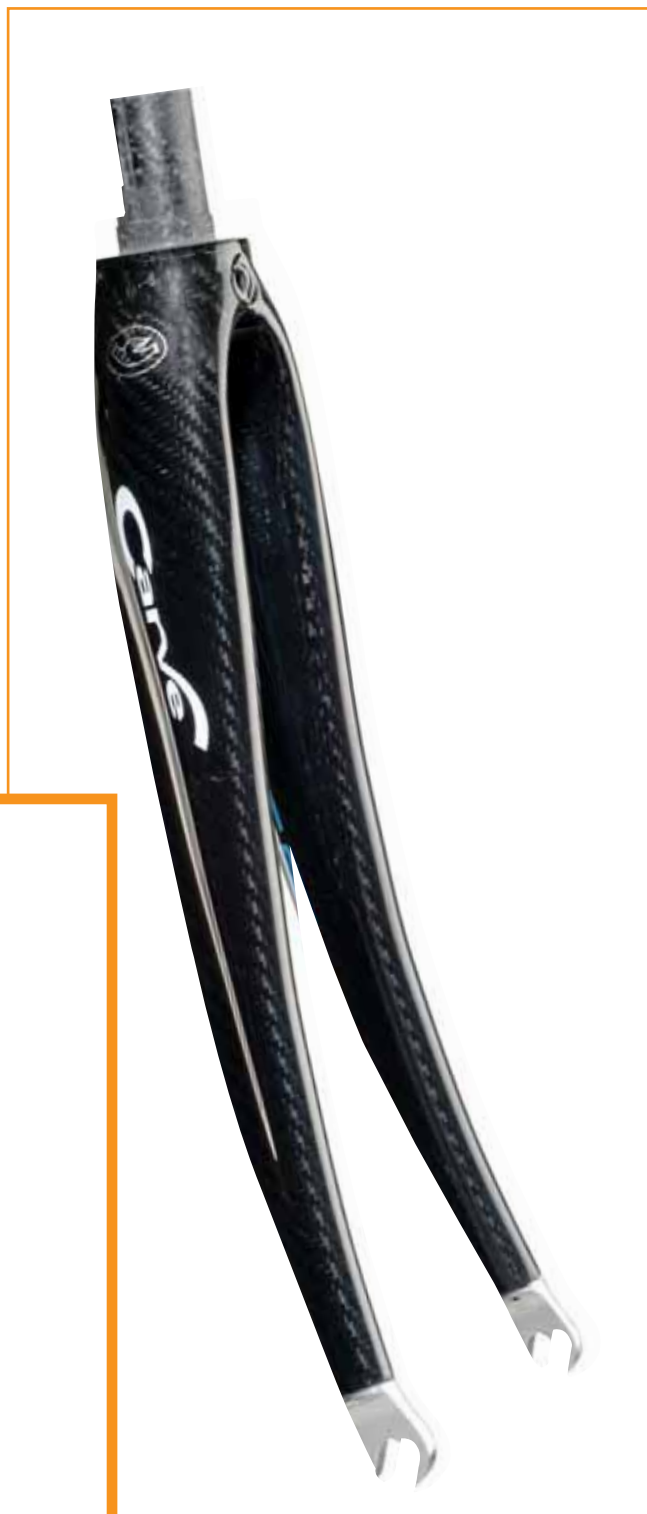
The dropouts are forged aluminium 6061 T6.

The Mega fork rake is 45 mm, the fork steerer diameter is 28.6 mm.

MEETS THE NEW EUROPEAN SAFETY STANDARD:
EN 14781.

Characteristics:

- Carbon Monococque fork
- Composition: unidirectional T700 Carbon Fiber
- Carbon steering column Ø 28.6 L.300 mm
- Forged dropouts in AL 6061 T6
- Fork Head: Ø 50 mm
- Rake: 45 mm
- Weight: 410 g



KIT CARVE



Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per gare a cronometro, triathlon, strada.
Carbon fiber forks and rear stays road, time trial, triathlon.



CARVE WISHBONE E POSTERIORI

Carro posteriore in fibra di carbonio della linea Carve, realizzato mediante la sovrapposizione di più strati di tessuto in fibra di carbonio HM (Alto Modulo) che, insieme alle particolari scanalature collocate sui fianchi esterni, aumenta notevolmente la rigidità laterale del telaio, riducendo al minimo le dispersioni di energia della pedalata ed esaltando la guidabilità del mezzo e la stabilità nelle curve.

L'introduzione nel posteriore orizzontale del concetto 'single plug' insieme all'innovativa scatola movimento con innesto ribassato rispetto all'asse del movimento centrale, contribuiscono ad esaltare ulteriormente la rigidità laterale di questo carro. La scatola movimento è realizzata lavorando CNC dal pieno un blocco pieno di alluminio trattato termicamente.

Il Columbus Carbon Fiber Lab ha anche lavorato per migliorare il comfort del telaio. Dato che le sollecitazioni del terreno arrivano al guidatore attraverso le ruote ed il telaio e che queste sollecitazioni agiscono prevalentemente sul piano verticale della bicicletta, abbiamo dato sia al posteriore orizzontale che a quello verticale, una leggera curvatura con la concavità rivolta verso il basso. Questa conferisce al carro posteriore un'azione 'attiva' di smorzamento delle vibrazioni ed un leggero effetto ammortizzante.

I forcellini, realizzati anch'essi dal pieno e lavorati CNC, hanno il fulcro del connettore di collegamento al posteriore verticale, posizionato in asse con il centro del mozzo ruota. In questo modo è possibile regolare il carro posteriore per tutte le misure del telaio, con il minimo aggiustamento degli elementi in carbonio.

Caratteristiche:

- Wishbone CARVE in High Modulus Carbon Fiber
- Posteriore orizzontale single plug CARVE in High Modulus Carbon Fiber
- Tubo di raccordo Ø 28 in lega 7000/6000
- Forcellini CNC in lega 7005
- Scatola movimento lavorata CNC in lega 7000/6000

CARVE REAR STAYS

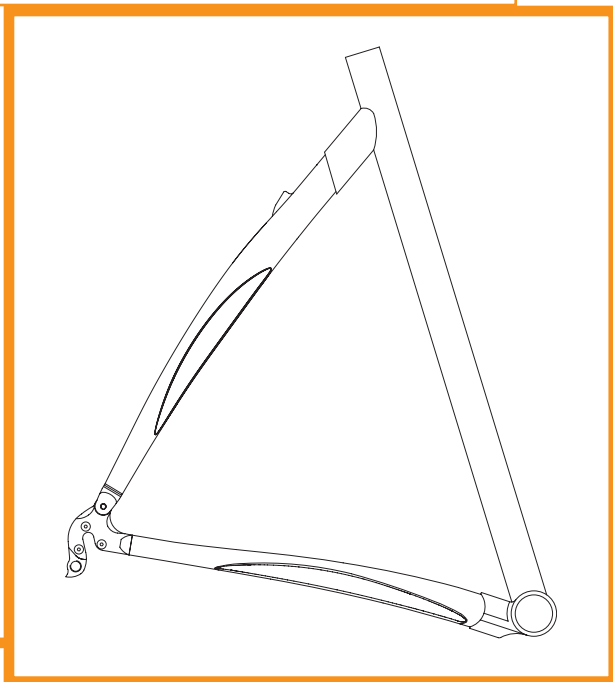
Carbon fiber rear stay of the Carve line, made by laying several layers of HM (High Modulus) carbon fiber. Together with the special grooves placed on the exterior sides, it considerably increases the frame's lateral strength, minimising energy losses from pedalling and enhancing the bicycle's manoeuvrability and stability in curves. The introduction of the "single plug" concept in the horizontal rear stay together with the innovative bottom bracket with connection lowered in relationship to the axis of the centre to front contributes to further enhancing the stay's lateral strength. The bottom bracket made by CNC machined process from one piece of a full block of heat-treated aluminum.

Columbus Carbon Fiber Lab also worked to improve the comfort of the frame. Given that the stresses from the ground reach the rider through the wheels and the frame and that these stresses act primarily on the bicycle's vertical plane, we have give both the seat and chain stays a slight curve with the concave shape turned downwards. This gives the rear stay an "active action" of softening vibrations and a slight shock absorbing effect.

The dropouts are also made from one piece and CNC machined, with the pivot of the connector on the seat stays, positioned in line with the centre of the wheel hub. This makes it possible to adjust the rear stay for all frame measurements, with minimal adjustments to the carbon elements.

Characteristics:

- Wishbone CARVE in High Modulus Carbon Fiber
- Chain stay CARVE in High Modulus Carbon Fiber
- Connector Ø 28 in 7000/6000 alloy
- CNC dropouts in 7005 alloy
- CNC machined bottom bracket in 7000/6000 alloy



KIT TUSK



Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per l'uso amatoriale.
Carbon fiber forks and rear stays for the amateur use

FORCELLA STRAIGHT TUSK

Forcella monoscocca in fibra di carbonio a foderi dritti che riprendono la caratteristica sagoma Tusk. La testa della forcella ha un diametro di 45mm ed è dotata di un rinforzo di alluminio alla base della testa per prevenire danneggiamenti alla fibra provocati dalla serie sterzo.

SODDISFA I REQUISITI DELLE NUOVE NORMATIVE DI SICUREZZA EUROPEA:
EN 14781.

Caratteristiche:

- Forcella monoscocca in fibra di carbonio T700/HM
- Forcellini forgiati in alluminio 6061 T6
- Cannotto Ø28.6mm L = 300mm
- Rake: 45mm
- Peso: 400g

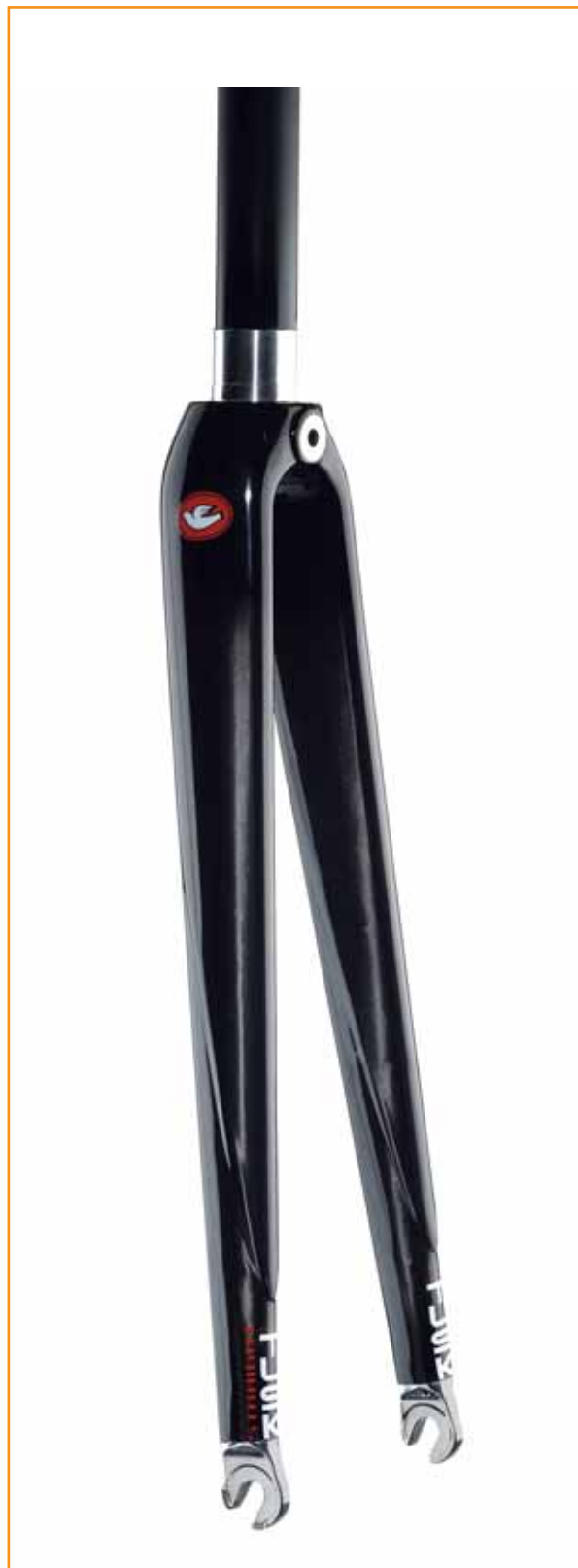
STRAIGHT TUSK FORK

Carbon fibre monocoque fork with straight blades which follow the original design of the Tusk profile. An aluminium insert reinforces the fork head crown to prevent damages from the head set. The fork column steerer diameter is 1" 1/8, the fork dropouts are forged in aluminium 6061 T6. The straight shape of the fork blades increases the stiffness of the fork and gives a better overall driving precision to the bike.

MEETS THE NEW EUROPEAN SAFETY STANDARD :
EN 14781.

Characteristics:

- T700/HM carbon fibre monocoque fork
- Forged aluminium 6061 T6 dropouts
- Steering column diameter 1" 1/8 L = 300mm
- Rake: 45mm
- Peso: 400g



KIT TUSK



Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per l'uso amatoriale.
Carbon fiber forks and rear stays for the amateur use

FORCELLA TUSK LIGHT

Forma aggressiva ed originale Mega Logo. Foderi realizzati in multilayer di fibra di carbonio e testa in alluminio forgiato per una forcella robusta, dalle brillanti prestazioni e con un peso contenuto. La particolare sagomatura dei foderi conferisce alla forcella notevoli caratteristiche di smorzamento delle vibrazioni ed assorbimento degli urti ed è particolarmente indicata per quegli amatori che privilegiano il comfort e l'affidabilità.

SODDISFA I REQUISITI DELLE NUOVE NORMATIVE DI SICUREZZA EUROPEA:
EN 14781.

Caratteristiche:

- Forcella con foderi in fibra di carbonio a sezione differenziata
- Testa e forcellini in alluminio 6061 forgiato
- Cannotto in fibra di carbonio diametro Ø 28.6 mm e lunghezza 300 mm
- Rake: 45 mm
- Peso: 505 g

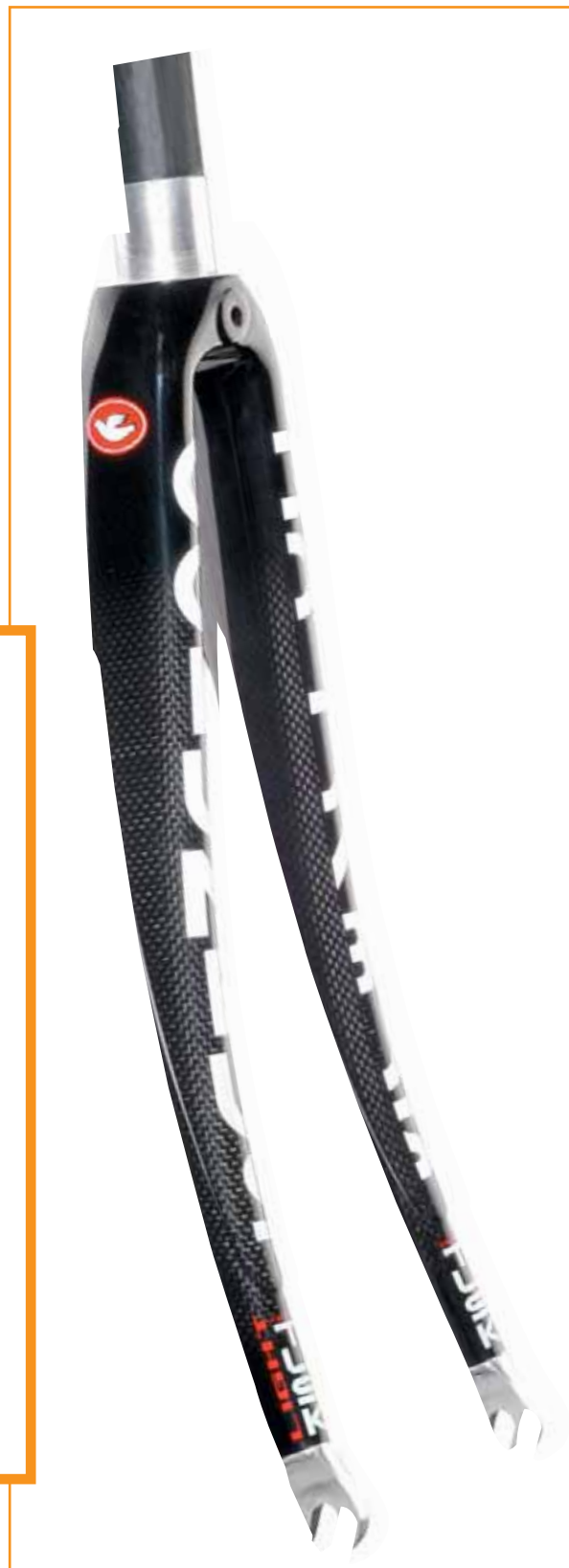
TUSK LIGHT FORK

Bold and original shape Big Logo. Fork blades made in multilayered carbon fibre and head in forged aluminum, for a robust, highly performing, light-weight fork. The unique profile of the fork blades gives the fork remarkable features such as vibration deadening and impact absorption and it is especially designed for those amateurs who prefer comfort and reliability.

MEETS THE NEW EUROPEAN SAFETY STANDARD:
EN 14781.

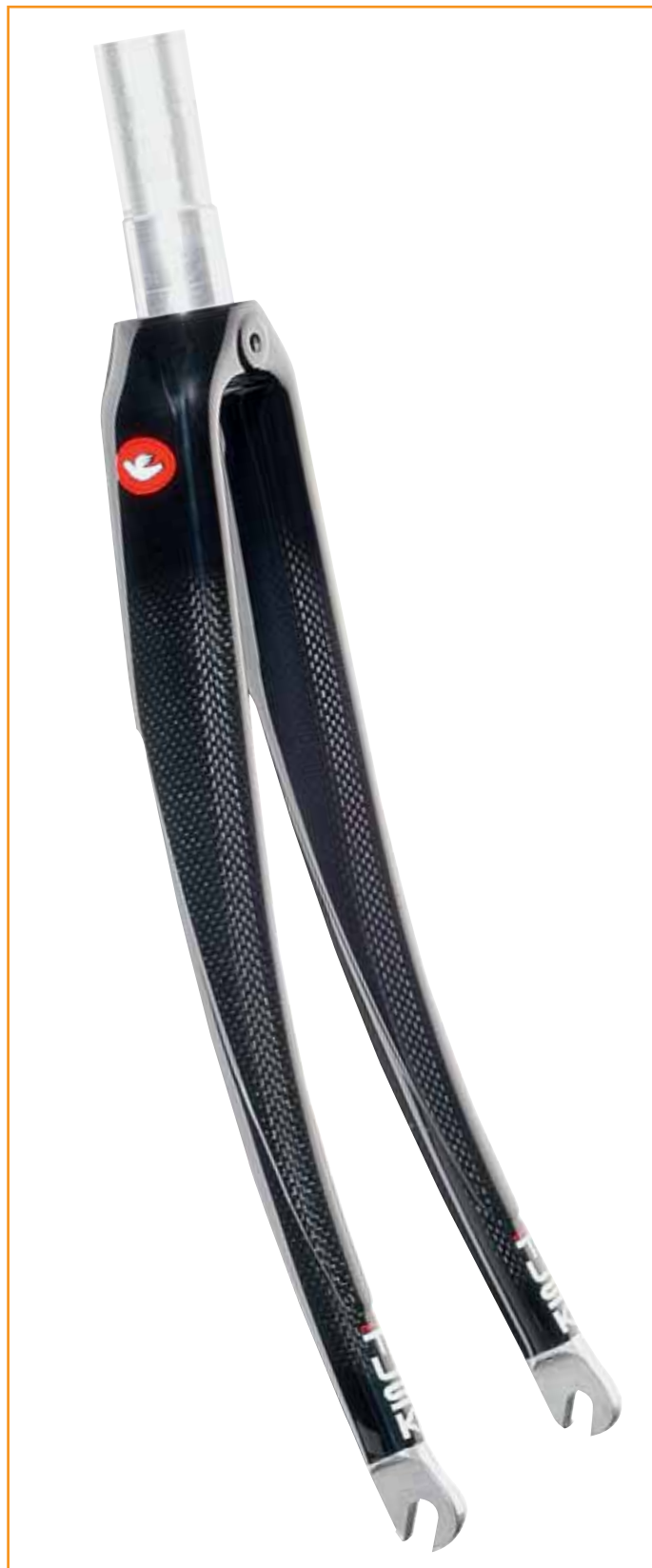
Characteristics:

- Carbon fibre blades with variable section
- Forged 6061 AL alloy head and dropouts
- Carbon steering column Ø 28.6 mm L=300 mm
- Rake: 45 mm
- Weight: 505 g





Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per l'uso amatoriale.
Carbon fiber forks and rear stays for the amateur use



FORCELLA TUSK

Forma aggressiva ed originale. Foderi realizzati in multilayer di fibra di carbonio e testa in alluminio forgiato per una forcella robusta, dalle brillanti prestazioni e con un peso contenuto. La particolare sagomatura dei foderi conferisce alla forcella notevoli caratteristiche di smorzamento delle vibrazioni ed assorbimento degli urti ed è particolarmente indicata per quegli amatori che privilegiano il comfort e l'affidabilità.

SODDISFA I REQUISITI DELLE NUOVE NORMATIVE DI SICUREZZA EUROPEA: EN 14781.

Caratteristiche:

- Forcella con foderi in fibra di carbonio a sezione differenziata
- Testa e forcellini in alluminio 6061 forgiato
- Canno in alluminio 7075 T6 diametro Ø 28.6 mm e lunghezza 300 mm
- Rake: 45 mm
- Peso: 600 g

TUSK FORK

Bold and original shape. Fork blades made in multilayered carbon fibre and head in forged aluminum, for a robust, highly performing, light-weight fork. The unique profile of the fork blades gives the fork remarkable features such as vibration deadening and impact absorption and it is especially designed for those amateurs who prefer comfort and reliability.

MEETS THE NEW EUROPEAN SAFETY STANDARD: EN 14781.

Characteristics:

- Carbon fiber blades fork with variable section
- Forged 6061 AL alloy head and dropouts
- AL 7075 steering column Ø 28.6 mm L=300 mm
- Rake: 45 mm
- Weight: 600 g



Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per l'uso amatoriale.
Carbon fiber forks and rear stays for the amateur use

FORCELLA TUSK LIGHT

Forma aggressiva ed originale Mega Logo. Foderi realizzati in multilayer di fibra di carbonio e testa in alluminio forgiato per una forcella robusta, dalle brillanti prestazioni e con un peso contenuto. La particolare sagomatura dei foderi conferisce alla forcella notevoli caratteristiche di smorzamento delle vibrazioni ed assorbimento degli urti ed è particolarmente indicata per quegli amatori che privilegiano il comfort e l'affidabilità.

SODDISFA I REQUISITI DELLE NUOVE NORMATIVE DI SICUREZZA EUROPEA:
EN 14781.

Caratteristiche:

- Forcella con foderi in fibra di carbonio a sezione differenziata
- Testa e forcellini in alluminio 6061 forgiato
- Cannotto in fibra di carbonio diametro Ø 28.6 mm e lunghezza 300 mm
- Rake: 45 mm
- Peso: 505 g

TUSK LIGHT FORK

Bold and original shape Big Logo. Fork blades made in multilayered carbon fibre and head in forged aluminum, for a robust, highly performing, light-weight fork. The unique profile of the fork blades gives the fork remarkable features such as vibration deadening and impact absorption and it is especially designed for those amateurs who prefer comfort and reliability.

MEETS THE NEW EUROPEAN SAFETY STANDARD:

EN 14781.

Characteristics:

- Carbon fibre blades with variable section
- Forged 6061 AL alloy head and dropouts
- Carbon steering column Ø 28.6 mm L=300 mm
- Rake: 45 mm
- Weight: 505 g





Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per l'uso amatoriale.
Carbon fiber forks and rear stays for the amateur use

FORCELLA TUSK MEGA

Forma aggressiva ed originale. I foderi sono realizzati in materiale composito di fibra di carbonio unidirezionale opportunamente orientati. La testa della forcella è oversize (Ø50mm) ed è forgiata in alluminio 6061 T6. Il diametro del canotto sterzo è da 28.6mm ed è realizzato in lega di alluminio a spessore variabile. Il diametro oversize della testa forcella insieme al tubo sterzo oversize del telaio conferiscono alla bicicletta una maggiore rigidità ed un aumento della guidabilità del mezzo.

La particolare forma dei foderi Tusk è stata studiata per aumentare le caratteristiche di smorzamento delle vibrazioni facendo di Tusk una forcella particolarmente indicata per i cicloamatori che privilegiano confort ed affidabilità.

SODDISFA I REQUISITI DELLE NUOVE NORMATIVE DI SICUREZZA EUROPEA:
EN 14781.

Caratteristiche:

- Forcella con foderi in fibra di carbonio a sezione differenziata
- Testa e forcellini forgiati in alluminio 6061 T6
- Canotto rinforzato a spessore variabile in alluminio 7075 T6 Ø28.6mm L = 300mm
- Rake: 45mm
- Peso: 590g

STRAIGHT TUSK FORK

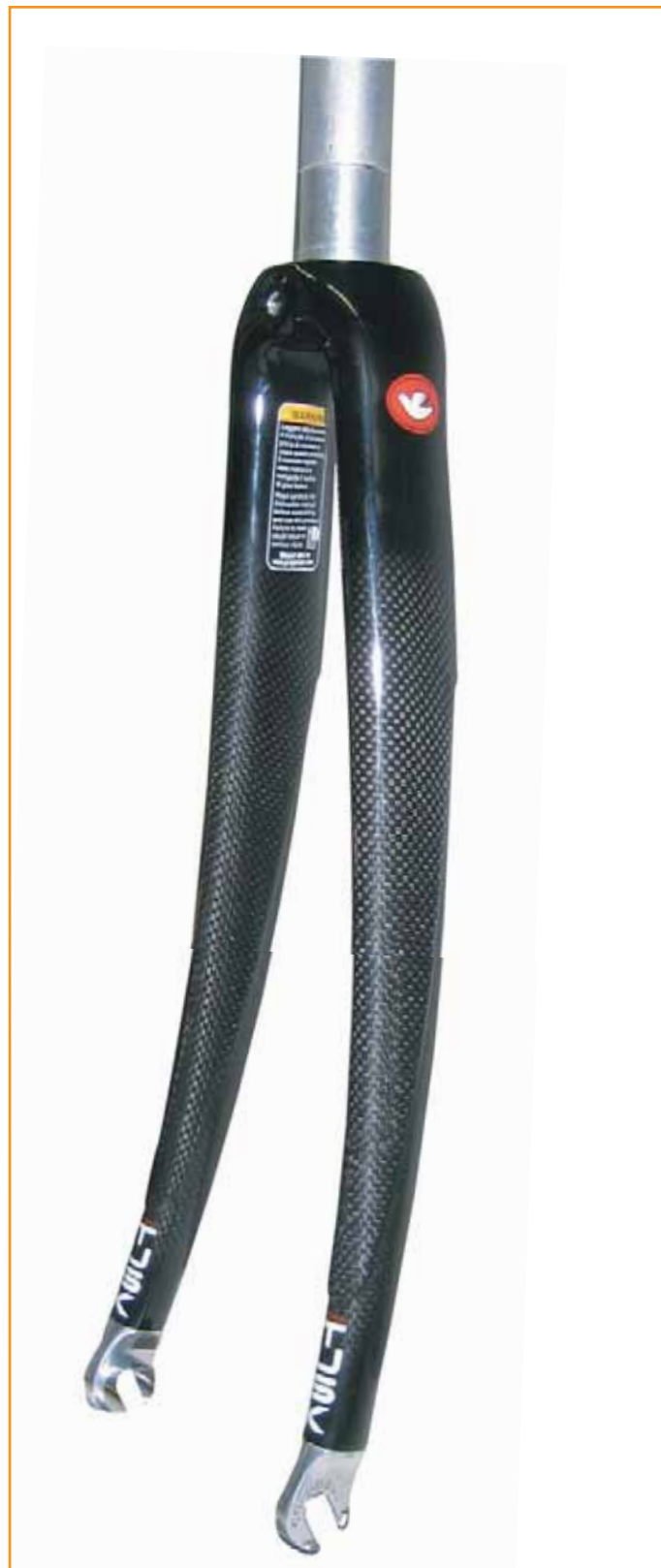
Aggressive and original shape. The blades of Tusk Mega are made of carbon fibre composite, the unidirectional carbon layers are oriented according to the lines of maximum stress. The oversized (Ø50mm) fork crown is forged in aluminium 6061 T6 and the 1" 1/8 steering column is made of variable thickness aluminium alloy. The oversized head crown together with the oversized head tube of the frame increase the stiffness of the frame and the overall driving precision of the bike.

The unique profile of the Tusk fork blades has been developed to improve the vibration damping characteristics and its design specifically suits those amateurs cyclists looking for comfort and reliability.

MEETS THE NEW EUROPEAN SAFETY STANDARD:
EN 14781.

Characteristics:

- Carbon fibre blades with variable sections
- Forged aluminium 6061 T6 head crown and dropouts
- Reinforced steering column with variable thickness in 7075 T6 aluminium, diameter 1" 1/8 L = 300mm
- Rake: 45mm
- Peso: 590g





Forcelle e carri posteriori in fibra di carbonio per l'uso amatoriale.
Carbon fiber forks and rear stays for the amateur use

TUSK WISHBONE E POSTERIORI

Carro posteriore realizzato in fibra di carbonio unidirezionale ricoperta da un'ultimo strato di 3K, Tusk unisce la qualità del prodotto di alta gamma Columbus ad un design curato. Semplice ed elegante nel disegno, leggero, efficace nell'uso. Risultati apprezzabili anche su strade mal asfaltate. La scelta del carro Tusk montato unitamente alla forcella omonima, caratterizzeranno esteticamente il vostro telaio, completandosi a vicenda quanto a resa su strada. Il posteriore orizzontale single plug, dotato di un unico innesto centrale per la scatola movimento, conferisce al carro una elevata rigidità torsionale.

La variazione della sezione verso i forcellini è accompagnata da una particolare nervatura che armonizza le forme e mantiene le caratteristiche di rigidità. L'assemblaggio del telaio avviene attraverso la particolare scatola movimento CNC in alluminio o microfusa in acciaio, entrambe dotate di innesto centrale ribassato rispetto al movimento, soluzione che irrigidisce ulteriormente il carro posteriore del telaio.

Caratteristiche:

- Wishbone TUSK Carbon Fiber
- Posteriore orizzontale TUSK Carbon Fiber
- Tubo di raccordo Ø 28 in lega 7000/6000
- Forcellini CNC in lega 7005
- Scatola movimento lavorata CNC in lega 6000/7000

TUSK REAR STAYS

Made of unidirectional Carbon Fiber and externally covered with a layer of 3K, Tusk rear stays combines the quality features of the Columbus top end products with accurate design. Simple and elegant in its design, light and efficient to use, makes your frame more stiff and gives more comfort when riding on uneven paved roads. The choice of Tusk rear stays together with the Tusk/Tusk Light fork will give your frame a high end design look. The single plug chain stay, equipped with a single central connection to the BB shell, provides a great resistance to torsion and stiffness to the rear triangle of the frame. The variation of the section between the BB shell and the dropouts is enriched by a special rib that harmonizes all the shapes and maintains the stiffness features.

The frame is assembled through the special CNC aluminium BB shell or through the new cast Steel version. Both BB Shells are equipped with the single plug central connection which increases the rear stays stiffness.

Characteristics:

- Carbon Fiber wishbone TUSK
- Carbon Fiber chain stay TUSK
- Connector Ø 28 in 7000/6000 alloy
- CNC dropouts in 7005 alloy
- CNC machined bottom bracket 6000/7000 alloy



TUSK Forks



Forcella in fibra di carbonio per uso escursionistico.
Carbon fiber fork for trekking.

FORCELLA TUSK TREKKING

La forcella Columbus Tusk Trekking è progettata per l'escursionista esigente sempre desideroso di un prodotto al top. Che si tratti di una breve gita fuoriporta o di un raid di più giorni con gli amici, la forcella Tusk Trekking ti permetterà di viaggiare col massimo confort ed in piena sicurezza. La testa della forcella (Ø45mm) è forgiata in alluminio 6061 T6 ed il canotto sterzo è rinforzato a spessore variabile in alluminio 7075 T6. I foderi sovradimensionati sono realizzati in multistrato di fibra di carbonio e nel punto di innesto i perni freno sono integrati con un rinforzo di alluminio realizzato di CNC. La particolare forma aggressiva ed originale dei foderi è studiata per aumentare le caratteristiche di smorzamento delle vibrazioni e quindi il confort di guida della bicicletta.

SODDISFA I REQUISITI DELLE NUOVE NORMATIVE DI SICUREZZA EUROPEA:
EN 14781 - EN 14764.

Caratteristiche:

- Forcella in fibra di carbonio a sezione differenziata
- Testa forgiata in alluminio 6061 T6 con foro per parafango
- Forcellini forgiati in alluminio 6061 T6 dotati di foro filettato M5 per supporto borse
- Supporti integrati nei foderi per freni V - brake
- Canotto rinforzato a spessore variabile in alluminio 7075 T6 Ø 28.6 L=300mm
- Rake: 45mm
- Peso: 740g

STRAIGHT TUSK FORK

The Columbus Tusk Trekking fork is the ideal solution for demanding trekkers requiring a performing product. The Tusk Trekking fork will provide great comfort and safety all around, either if it's a day out ride or a few days trip with friends. The Ø45mm fork head is forged in aluminium 6061 T6, the 1" 1/8 column steerer is made in 7075 T6 reinforced with variable thickness. The oversized fork blades are made in multilayers carbon fibre and features a CNC aluminium reinforcement in the brake pivot area. The unique bold and original profile of the fork blades is designed to improve the vibration damping effect and to be more comfortable. The oversized fork blade sections makes the Tusk Trekking a strong and reliable fork.

MEETS THE NEW SAFETY EUROPEAN STANDARDS:
EN 14781 AND EN 14764,

Characteristics:

- Carbon fibre blades with variable section
- Forged 6061 T6 alloy head crown with mudguard settings
- Forged 6061 T6 aluminium alloy dropouts with M5 threaded hole to support the bag carrier
- Fork blades with aluminium internal reinforcement for V - brake pivots
- Reinforced column steerer with variable thickness in aluminium 7075 T6 Ø 28.6 L=300mm
- Rake: 45mm
- Weight: 740g



TUSK Forks



Forcella in fibra di carbonio per uso ciclocross.
Carbon fiber fork for cyclocross.

FORCELLA TUSK CROSS

La forcella Columbus Tusk Cross è espressamente progettata per bibllette da ciclocross. La testa della forcella (Ø45mm) è forgiata in alluminio 6061 T6 ed il canotto sterzo è rinforzato a spessore variabile in alluminio 7075 T6. I foderi sovradimensionati sono realizzati in multistrato di fibra di carbonio e nel punto di innesto i perni freno sono integrati con un rinforzo di alluminio realizzato di CNC. La sezione oversize dei foderi fa di Tusk Cross una forcella particolarmente indicata per la competizione.

SODDISFA I REQUISITI DELLE NUOVE NORMATIVE DI SICUREZZA EUROPEA:
EN 14781 - EN 14764.

Caratteristiche:

- Forcella in fibra di carbonio a sezione differenziata
- Testa forgiata in alluminio 6061 T6 con foro per parafrangente
- Forcellini forgiati in alluminio 6061 T6
- Supporti integrati nei foderi per freni V - brake
- Canotto rinforzato a spessore variabile in alluminio 7075 T6 Ø 28.6 L=300mm
- Rake: 45mm
- Peso: 740g

STRAIGHT TUSK FORK

The Columbus Tusk Cross fork has been specifically designed for cyclocross bicycles. The Ø45mm fork head is forged in aluminium 6061 T6, the 1" 1/8 column steerer is made in 7075 T6 reinforced with variable thickness. The oversized fork blades are made in multilayers carbon fibre and features a CNC aluminium reinforcement in the brake pivot area. The blade section makes the Tusk Cross a strong and reliable fork suitable for competition.

MEETS THE NEW SAFETY EUROPEAN STANDARDS:
EN 14781 AND EN 14764,

Characteristics:

- Carbon fibre blades with variable section
- Forged 6061 T6 alloy head crown with mudguard settings
- Forged 6061 T6 aluminium alloy dropouts
- Fork blades with aluminium internal reinforcement for V - brake pivots
- Reinforced column steerer with variable thickness in aluminium 7075 T6 Ø 28.6 L=300mm
- Rake: 45mm
- Weight: 740g

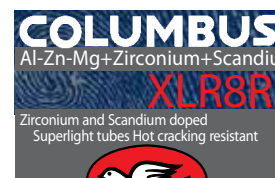




COLUMBUS
2008

ALLUMINIO / ALUMINIUM

XLR8R SCANDIUM



Tubi leggerissimi, dalle caratteristiche meccaniche eccellenti, per telai da competizione strada.
Superlight, high performance tubes for road racing competition frames.

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
ZVOL11600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø35 L=600 1.1/0.6/0.9	Triplo rinforzo Triple butted	110 g	
ZVOH12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø42 L=670 1.6/0.8/1.0	Triplo rinforzo Triple butted	206 g	
ZVOB12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø50 L=670 1.4/0.9/1.3	Triplo rinforzo Triple butted	265 g	
ATPM13635001 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø31.7 L=635 2.25/0.9/1.4	Triplo rinforzo Triple butted	180 g	
ATPS13635 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø35 L=635 1.7/0.9/1.4	Triplo rinforzo Triple butted	188 g	
ZV0114420001 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø24 L=420 1.4/0.7	Sagomato rinforzato Shaped Tapered	65 g	
ZV0915560 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø19 L=560 0.85	Tondo codificato Round tapered	60 g	

DAL TUBO TONDO... FROM ROUND TUBES...	TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE		TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	
	Ø 35	Ø 42	Ø 50	
AL MEGATUBE TO MEGATUBES				

*Il peso si riferisce al tubo dimensionato e sgolato per un telaio corsa dimensione 54cm c-c o
 *The weight refers to a sized and mitered tube for a 54cm c-c road frame

Zona di taglio/Cutting area
 n° Accorciamento max. mm / Max cut mm

La lega selezionata da Columbus

- Al-Zn-Mg alligata con Zirconio e Scandio : Caratteristiche meccaniche allo stato T6: Rm = 550 MPa, Rs = 510 MPa, Ap5 > 12%.

Le caratteristiche dei tubi XLR8R

Grazie all'aggiunta dello Zirconio nella composizione chimica della lega è stato possibile ottenere:

- una notevole riduzione della dimensione del grano
- un incremento delle caratteristiche meccaniche ed un aumento della temperatura di ricristallizzazione
- una maggior resistenza all'Hot Cracking
- ottima saldabilità
- recupero pressoché totale delle caratteristiche meccaniche dopo la saldatura grazie ad un semplice trattamento di invecchiamento artificiale. Il trattamento specifico studiato per XLR8R si effettua dopo 3/4 gg dalla saldatura del telaio secondo le seguenti modalità: 135°C per 5 h -150° C per 2 h.

Perché scegliere XLR8R

Se sei un atleta : XLR8R garantisce telai leggerissimi con prestazioni superate solo dai tubi Starship, la serie top di Columbus. XLR8R è la migliore alternativa per un telaio in alluminio leggero (inferiore a 1100 g per 54 cm c/c), incredibilmente rigido e affidabile.

Se sei un telaista : XLR8R utilizza una lega Al-Zn-Mg con l'aggiunta di Zirconio. Questo elemento unito alla composizione della lega migliora sensibilmente le caratteristiche di saldabilità, resistenza all'Hot Cracking (il fenomeno di rottura del materiale infragilito dall'alterazione termica, come quella causata dalla saldatura) e soprattutto, aumenta le caratteristiche meccaniche della lega. Per ottimizzare le prestazioni della lega Columbus ha sviluppato uno specifico materiale d'apporto che viene fornito con la serie di tubi.

Multishape Damping Effect

Solo ed esclusivamente sui tubi orizzontale e diagonale di XLR8R è possibile richiedere una particolare sagomatura messa a punto dall'R&D Columbus con l'obiettivo di attenuare i fenomeni vibratorii del telaio. L'idea di base è utilizzare una barriera alle vibrazioni attraverso un'opportuna sagomatura della superficie dei tubi. L'effetto di smorzamento è ottenuto tramite tre differenti impronte circolari, di diametri diversi, ricavate su entrambi i lati nella zona vicina alla connessione con il tubo sterzo. Le vibrazioni provenienti dalla forcella attraversano il telaio e vengono attenuate in due modi:

- Creando una barriera fisica alla propagazione libera delle vibrazioni lungo il tubo.
- Incrementando l'effetto dissipativo del materiale tramite la forma emisferica delle impronte. La dimensione e l'interasse delle impronte sono stati ottenuti attraverso numerose e complesse prove di laboratorio che hanno permesso anche di valutare numericamente l'effetto di smorzamento. Grazie a questo accorgimento i fenomeni vibratorii sul telaio si innescano a velocità medie più alte rispetto ai tubi tradizionali.

The alloy selected by Columbus

- Al-Zn-Mg alloy in T6 state, doped with Zirconium and Scandium
Mechanical characteristics in T6 condition: Rm = 550 MPa, Rs = 510 MPa, Ap5 > 12%.

The characteristics of XLR8R tubes

The addition of Zirconium to the chemical composition of the alloy allows:

- Reduced grain size
- Improved strength and resistance to recrystallization
- Improved resistance to Hot Cracking
- Good weldability
- Recovery of mechanical characteristics after welding. The best material performance is achieved through Columbus specific treatment (3/4 days after welding): 135°C for 5 h and 150°C for 2 h. This operation maximises the alloy features.

Reasons to choose XLR8R

Athlete: XLR8R enables the production of lightweight frames with high lightness/strength ratio (below 1100 g for a frame size 54 cm c-c) together with elevated comfort and reliability. Performance is so high that Starship tubes only can do better.

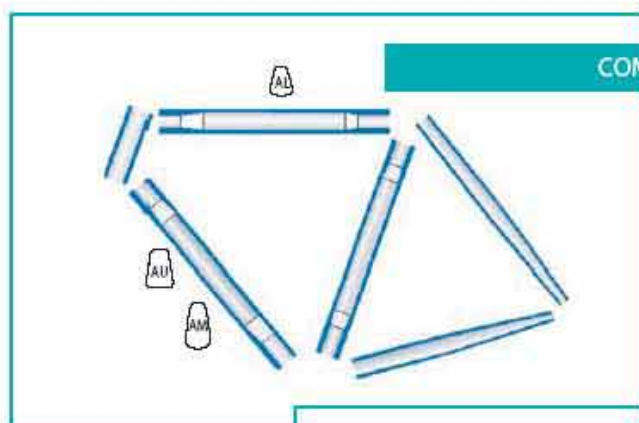
Framebuilder: XLR8R employs Al-Zn-Mg alloy doped with Zirconium. This increases weldability properties and resistance to Hot Cracking (material becomes more fragile when altered by heating, as it happens during welding operations). Mechanical characteristics are enhanced as well. Because of a fine grain structure only a specific artificial aging of the frame is necessary after welding. Columbus R&D dept. has developed a specific filler material in order to maximise alloy performances available with the tubing set.

Multishape Damping Effect

XLR8R top tube and down tube tubes only, can be particularly shaped to obtain a sensible damping effect of vibration phenomena. The idea is to use a shape punch on the tube surface in order to damp vibrations in the frame. This damp effect is obtained by creating three different diameter punches, on both sides of the top and down tube ends, near the head tube connection area. The punches are positioned in a zone where the vibrations coming from the fork enter the frame structure. Their particular shape enables the vibration damping in two ways:

- By creating a physical obstacle to the free movement of the vibration waves along the tube.
- The emispheric shape of the punches enables the dissipation of the vibration energy.

Columbus R&D dept. has made severe and repeated tests to define the dimension and position of the punches and to check the damping effect. Thanks to this Multishape damping effect, Columbus studies proved that the vibration phenomena on XLR8R frames come up at higher average speed than usual.



COMPOSIZIONI SUGGERITE

SUGGESTED SET

Strada XLR8R - Over size road frame

TO	ZVOL11600240AL	38x29.5	1.1/0.6/0.9
TQ	ZVOB12670240AM	55x35.5	1.4/0.9/1.3
TV	ATPS13635	Ø35	1.7/0.9/1.4
PO	ZVO114420001	Ø24	1.4/0.7
PV	ZV0915560	Ø19	0.85

Peso di 8 tubi per telaio strada 54 cm centro-centro = 980 g
Weight of 8 tubes road frame for 54 cm center to center = 980 g

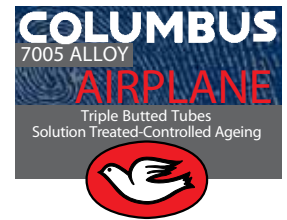
Strada - XLR8R road frame

TO	ZVOL11600240AL	38x29.5	1.1/0.6/0.9
TQ	ZVOH12670240AU	49.5x32	1.6/0.8/1.0
TV	ATPM13635001	Ø31.7	2.25/0.9/1.4
PO	ZVO114420001	Ø24	1.4/0.7
PV	ZV0915560	Ø19	0.85

Peso di 8 tubi per telaio strada 54 cm centro-centro = 910 g
Weight of 8 tubes road frame for 54 cm center to center = 910 g



AIRPLANE

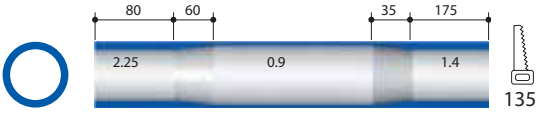
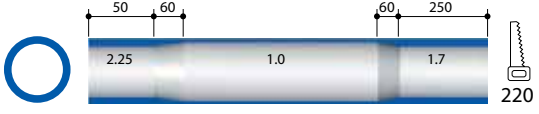
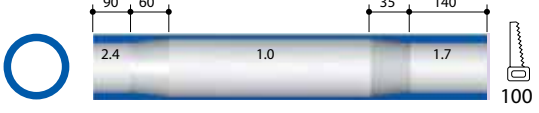
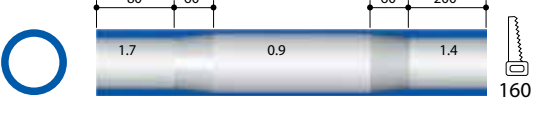
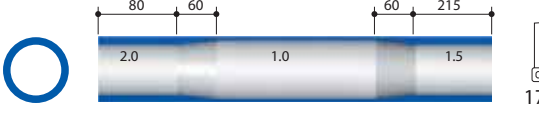
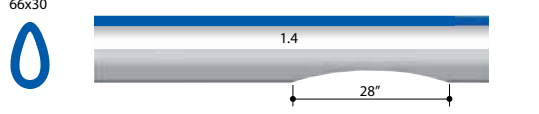


Telai da competizione per strada.
Professional frames for road.

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
ATPS11600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø35 L=600 1.2/0.7/1.1	Triplo rinforzo Triple butted	131 g	
AT7L12600 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø35 L=600 1.4/0.8/1.3	Triplo rinforzo Triple butted	165 g	
ZALH11610 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø35 L=610 1.5/0.9/1.4	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	171 g	
ZALA11610 TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE	Ø38 L=610 1.3/0.9/1.2	Triplo rinforzo Triple butted	182 g	
AT7H12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø42 L=670 1.9/1.0/1.3	Triplo rinforzo Triple butted	256g	
ZALH12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø42 L=670 2.2/1.0/1.4	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	260 g	
ZALS12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø48 L=670 1.5/0.9/1.3	Triplo rinforzo Triple butted	258 g	
AT7B12670 TUBO OBLIQUO DOWN TUBE	Ø50 L=670 1.4/0.9/1.3	Triplo rinforzo Triple butted	265 g	

*Il peso si riferisce al tubo dimensionato e sgolato per un telaio corsa dimensione 54cm c-c o
*The weight refers to a sized and mitered tube for a 54cm c-c road frame

Zona di taglio/Cutting area
n° Accorciamento max. mm / Max cut mm

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE
ATPM13635001 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø31.7 L=635 2.25/0.9/1.4	Triplo rinforzo Triple butted	180 g	
ZALM13635 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø31.7 L=635 2.25/1.0/1.7	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	202 g	
AT7M13510002 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø31.7 L=510 2.4/1.0/1.7	Triplo rinforzo Triple butted	170 g	
ATPS13635 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø35 L=635 1.7/0.9/1.4	Triplo rinforzo Triple butted	188 g	
ATPS13635002 TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø35 L=635 2.0/1.0/1.5	Tondo triplo rinforzo Round triple butted	205 g	
ALTB12670236G TUBO VERTICALE SEAT TUBE	Ø50 L=670 1.4	Sagomato AIR con scasso per ruota da 28" AIR shaped with wheel passage 28"	330 g	

new

ATPN13610
TUBO PER CONGIUNZIONI
SEAT TUBE LUGS

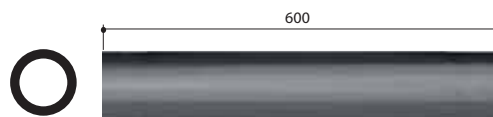
Ø 38.3
L=610

Tondo
Round

CARS13600
TUBO VERTICALE
SEAT TUBE

Ø 35
L=600

Carbon
Tondo
Round



AIRPLANE



Tubi leggerissimi, dalle caratteristiche meccaniche eccellenti, per telai da competizione strada e mtb.
Superlight, high performance tubes for road racing and mtb competition frames.

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	CARATTERISTICHE SPECIFICATIONS	PESO* WEIGHT	TUBO TUBE	
ATP114OV420 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø24 L=420 1.45/0.85	Ovale conificato <i>Oval tapered</i>	70g	29,5x18	
ATP114TR420 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø24 L=420 1.45/0.85	Triangolare conificato <i>Triangle tapered</i>	70g	29,5x18	
ZAL114OV420 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø24 L=420 1.5	Ovale conificato <i>Oval tapered</i>	110 g	29,5x18	
AT7814OV420 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø26 L=420 1.45/0.85	Sagomato conificato <i>Shaped tapered</i>	92 g	31,5x18	
AT7814OV430001133 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø26 L=430 1.35	Sagomato conificato <i>Shaped tapered</i>	100 g	29x17	
ZALL14OV425 POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY	Ø28 L=425 1.5	Ovale conificato <i>Oval tapered</i>	135 g	36x19	
AT7915560001 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø19 L=560 1.0	Tondo conificato <i>Round tapered</i>	72 g	19	
AT7915TR560001 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø19 L=560 1.0	Triangolare conificato <i>Triangle Tapered</i>	75 g	16,5x20	
ZAL915560002 POSTERIORE VERTICALE SEAT STAY	Ø19 L=560 1.4	Tondo conificato <i>Round tapered</i>	105 g	19	

*Il peso si riferisce al tubo dimensionato e sgolato per un telaio corsa dimensione 54cm c-c o
 *The weight refers to a sized and mitered tube for a 54cm c-c road frame

Zona di taglio/Cutting area
 n° Accorciamento max. mm / Max cut mm

La lega selezionata da Columbus

- Al-Zn-Mg trattata T6: ottima saldabilità TIG. Ottima resistenza alla corrosione. Caratteristiche meccaniche: Rm = 420 MPa Rs = 380 MPa Aps = 10%. Materiale d'apporto consigliato per la saldatura TIG: lega 5836-5180-5183-5556.

Le caratteristiche dei tubi Airplane

- Leggerezza
- Ottima lavorabilità e saldabilità
- Si raccomanda invecchiamento artificiale dopo la saldatura del telaio da effettuarsi dopo 4/5 gg a 90° C per 6 ore, seguito da 4 ore a 150° C.

Perchè scegliere Airplane

- Se sei un atleta: Airplane garantisce resistenza e rigidità con il minimo peso. Questo significa ottenere telai per il massimo della performance in competizione.
- Se sei un telaista: Airplane utilizza la collaudata lega 7005, e grazie alle nuove sagome dei tubi ed ai loro spessori, garantisce la massima lavorabilità e saldabilità del telaio.

The alloy selected by Columbus

- Al-Zn-Mg T6 treated : excellent TIG weldability. High corrosion resistance. Mechanical Characteristics: Rm = 420 MPa Rs = 380 MPa Aps = 10%. Suggested welding rod: 5836-5180-5183-5556 alloys.

The characteristics of the Airplane tubes

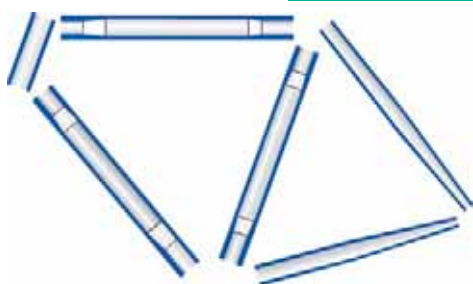
- Lightness
- Excellent workability and weldability.
- The heat treatment is strictly recommended, 4/5 days after welding: artificial ageing 6h at 90°C, then 4h at 150°C.

Reasons to choose Airplane

- Athlete: Airplane offers extreme lightness together with high resistance and stiffness, allowing to manufacture frames intended for competitions where extreme performance is required.
- Framebuilder: Airplane tubes are made in 7005 alloy and, thanks to the new shapes and thickness, you will be able to obtain an excellent workability and weldability of the frame.

COMPOSIZIONI SUGGERITE

SUGGESTED SET



Strada - Road frame "A"

TO	ATPS11600112AQ	38.5x31	1.2/0.7/1.1
TQ	AT7H12670112AN	36x48	1.9/1/1.3
TV	ATPM13635001	ø31.7	2.25/0.9/1.4
PO	ATP114OV420	29.5x18	1.45/0.85
PO	ATP114TR420	29.5x18	1.45/0.85
PV	AT7915TR560001	ø19	1

Peso di 8 tubi per telaio strada 54 cm centro-centro = 965 g
Weight of 8 tubes road frame for 54 cm center to center = 965 g

Telaio crono - Time trial frame

TO	ATPS11600134	28.5X41	1.2/0.7/1.1
TQ	AT7B12670002	66X30	1.4/0.9/1.3
TV	ALTB12670236G	66X30	1.4
PO	AT7814OV420	31.5X18	1.45/0.85
PV	AT7915560001	ø19	1

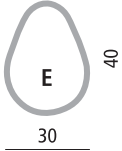
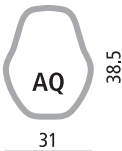
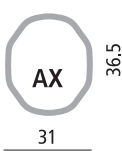
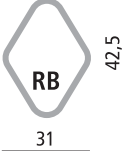
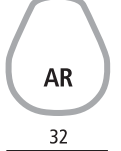
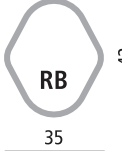
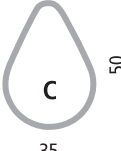

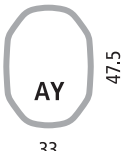

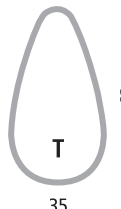
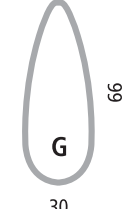


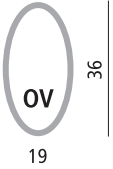
Peso di 8 tubi per telaio cronometro 54 cm centro-centro = 1089 g
Weight of 8 tubes time-trial frame for 54 cm center to center = 1089 g

Telaio MTB - MTB frame

TO	AT7L12600112AX	31x36.5	1.4/0.8/1.3
TQ	ZALH12670238AY	33x47.5	2.2/1/1.4
TV	ATPS13635003	ø35	2/1/1.5
PO	AT7814OV430001133	29x17	1.35
PV	AT7915560003133	ø19	1.4

Peso di 8 tubi per telaio MTB 45.5 cm (18") = 1100 g
Weight of 8 tubes MTB frame for 45.5 cm (18") = 1100 g

Tubi leggerissimi, dalle caratteristiche meccaniche eccellenti, per telai da competizione strada e mtb.
Superlight, high performance tubes for road racing and mtb competition frames.

		TUBO ORIZZONTALE TOP TUBE							
		Ø 35				Ø 38			
									
		TUBO OBLIQUO DOWN TUBE							
DAL TUBO TONDO... FROM ROUND TUBES...	AL MEGATUBE TO MEGATUBES	Ø 42			Ø 48		Ø 50		
									
		POSTERIORE ORIZZONTALE CHAIN STAY							
		Ø 24		Ø 26		Ø 28			
									

COMPONENTI PER TELAI IN ALLUMINIO

SCATOLA MOVIMENTO CNC PER POSTERIORI MUSCLE

- Lavorata a CNC dal pieno
- Peso 105 g
- Disponibile con filetto italiano e inglese
- Disponibile in lega 6000 e 7000
- Migliora la robustezza e rigidità del carro posteriore
- Consente un preciso allineamento dei posteriori
- Assemblaggio del telaio semplificato

CNC BB SHELL FOR MUSCLE REAR STAYS

- CNC machined
- Weight 105 g
- English and Italian thread available
- 6000 and 7000 alloy available
- Improves the stiffness and strength of the rear stays
- Allows for a correct chain stay alignment
- Frame assembly is easier than ever

SCATOLA MOVIMENTO CNC SINGLE PLUG IN ALLUMINIO

Dopo la scatola movimento per i posteriori orizzontali Muscle in carbonio realizzata completamente in CNC, ecco la versione single plug, appositamente studiata per i nuovi carri in carbonio Super Muscle, Carve e Tusk dotati di posteriore basso 'single plug', elemento unico che richiama la forma del posteriore verticale 'wishbone' ma con una sezione di innesto alla scatola decisamente più grande che conferisce all'insieme maggiore rigidità e resistenza alle notevoli sollecitazioni indotte dalla pedalata. La precisione delle lavorazioni CNC consente un perfetto allineamento del carro ad un'estrema facilità di assemblaggio. La scatola single plug è disponibile in lega 7000 T6 nella versione con filetto inglese ed italiano.

CNC SINGLE PLUG ALUMINIUM BOTTOM BRACKET

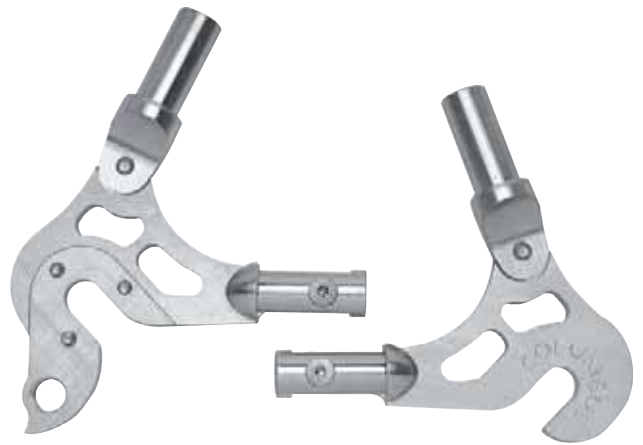
After the bottom bracket for the Muscle chain stays in carbon produced completely in CNC, comes the single plug version, intentionally designed for the new rear Super Muscle, Carve and Tusk carbon rear-stays, fitted with front low 'single plug', a unique element which recalls the shape of the 'wishbone' seat stay but with a connection area to the bracket, which is decidedly bigger giving the unit greater stiffness and resistance to the considerable stress imposed by pedalling. Precision of the CNC workmanship allows perfect alignment of the rear-stays with an extreme ease of assembly. The single plug bracket is available in 7000 T6 alloy with a choice of English or Italian threads.



ZSMFC7NEW KIT FORCELLINI SUPER MUSCLE - MUSCLE - CARVE SUPER MUSCLE - MUSCLE - CARVE DROPOUTS - 110 g*



ZLKF7KIT FORCELLINI TUSK TUSK DROPOUTS 120 g*



*Il peso si riferisce al forcellino assemblato con tutti i componenti *The weight refers to the dropout assembled with its parts

COMPONENTI PER TELAI IN ALLUMINIO

ALU. FRAME COMPONENTS

ZV7STEERKITA



45° SUPER CARBO Calotta di chiusura in carbonio alta 15 mm.
Cuscinetti a contatto angolare in acciaio inox con angolo d'appoggio a 45°.
Carbon cap. 45° angle of steel bearings housing.

ZV7STEERKITB



45° CARBO Calotta di chiusura in carbonio alta 15 mm.
Cuscinetti a contatto angolare con angolo d'appoggio a 45°.
Carbon cap. 45° angle of bearings housing.

ZV7STEERKITC



45° ALU Calotta di chiusura in alluminio alta 15 mm.
Cuscinetti a contatto angolare con angolo d'appoggio a 45°.
Aluminium cap. 45° angle of bearings housing.

SISTEMA DI STERZO INTEGRATO - INTEGRATED HEAD SET SYSTEM

Il sistema di sterzo integrato Columbus in alluminio è formato da tre parti principali

1. Il tubo sterzo Distribuito in quattro diverse lunghezze: 115,145,175, 205.
2. Le calotte Il kit è formato da due calotte lavorate a CNC partendo da un alluminio 7075-T6 e rifinite con anodizzazioni nere. Non richiedono un'alesatura o una lavorazione ne prima ne dopo l'inserimento all'interno del tubo di sterzo. Le due calotte presentano già un sistema per l'alloggiamento dei cuscinetti di 45°, predisposti per forcelle con canotto di sterzo da 1"1/8.

Columbus Aluminium Integrated head set system is composed by three main parts

1. The Head tube It is available in four different lengths: 115,145,175,205.
2. The cups The kit is composed of two cups machined from 7075-T6 aluminium and black anodised finish. They don't need to be reamed or machined neither before nor after their insertion within the head tube. The two cups already feature a 45° angle bearings housing, for 1" 1/8 steering tube forks.



GLI UTENSILI

L'unico utensile necessario al montaggio del sistema di sterzo integrato Columbus in alluminio è l'alesatore Columbus e la contropunta per il sistema in alluminio, che si adatta perfettamente al diametro esterno delle due calotte. È un utensile necessario alla preparazione delle estremità del tubo di sterzo poiché permette alle calotte di essere perfettamente inserite a pressione al suo interno. (Codice: ZFREALU).

LA PREPARAZIONE

1. Dimensionamento del tubo È possibile scegliere il tubo di sterzo in alluminio in quattro diverse lunghezze ed essere successivamente tagliato fino ad un massimo di 15 mm. all'estremità superiore e inferiore in base alla dimensione del telaio. Il telaista dovrebbe accertarsi che le estremità del tubo siano perfettamente spianate e rifinite ed in seguito dovrebbe lavorarle con l'alesatore Columbus.
2. Inserimento delle calotte Successivamente alla saldatura del tubo di sterzo con il resto del telaio e all'alesatura delle due estremità, le calotte devono essere semplicemente inserite a pressione all'interno delle estremità del tubo alesato. Assicurarsi che le calotte si adattino all'estremità del tubo in modo da rispettare qualsiasi parallelismo. In questa fase non sono necessarie operazioni di incollatura o saldatura.
3. Preparazione della sede dei cuscinetti La serie sterzo integrata Columbus in alluminio funziona con un sistema di cuscinetti a contatto angolare di 45° ed è già stato creato da Columbus un perfetto alloggiamento all'interno delle calotte. Ecco la ragione per cui non sono necessarie ulteriori operazioni di alesatura sul telaio.

THE TOOLS

The only tool needed for the Columbus Aluminium Integrated Head Set assembly is the Columbus reamer and tailstock for the aluminum system, perfectly sized on the outer diameter of the two Cups. This is a tool needed to prepare the head tube ends in order to allow the cups to fit perfectly into it. (Code: ZFREALU).

THE PREPARATION

1. Tube sizing The Aluminium head tube can be chosen in four different lengths and then may further on be cut up to 15 mm. on top and bottom according to the frame size. The frame builder should make sure that tube ends are perfectly flattened and finished, then should machine it with the Columbus reamer.
2. Cups inserting After the head tube is welded to the rest of the frame, and after having reamed the two ends, cups have to be simply and directly fitted into the two reamed tube ends. Make sure the cups stay in complete contact with the tube end to be sure that all parallelism are respected. No glue or welding operations are needed at this moment.
3. Bearing housing creation Columbus Integrated Aluminium Head Set works on a 45° contact angle bearing system and perfect housing is already been created by Columbus into the cups. That's why no further reaming operations is needed on the frame maker side. Columbus Aluminium Integrated head set system is composed by three main parts.



MONTAGGIO DELLA SERIE STERZO
L'illustrazione qui di seguito mostra la sequenza per il montaggio della serie sterzo.



HEAD SET ASSEMBLY
Here is the illustration showing the sequence of the head set bearings assembly.



Cuscinetto inferior Bottom bearing



Cuscinetto superior Top bearing

ATTENZIONE:

Per ottenere una corretta performance dello sterzo, tirare la vite del tappo dell'attacco manubrio in modo da compattare la serie sterzo. Per la vostra sicurezza, accertatevi che le viti dell'attacco manubrio siano ben serrate. Rispettare le coppie di serraggio fornite dal fabbricante dell'attacco.

WARNING:

To have the head set working properly tighten the bolt on top cap of the stem in order to keep compact the bearing system. For your personal safety make sure to have the stem bolts locked. Make sure suggested tightening torques are respected.

ALU. FRAME COMPONENTS



SERIE STERZO INTEGRATA COLUMBUS

Disponibile per le serie di tubi Columbus in lega 6000 e 7000, la nuova serie sterzo integrata e caratterizzata da forti plus tecnici. Il tubo sterzo è disponibile in 4 differenti misure (115,145,175, 205) e consente la realizzazione di qualsiasi taglia di telaio, aiutando il telaista nella gestione degli stock. Infatti, è sufficiente tagliare fino ad un massimo di 15 mm dell'estremità superiore e 15 mm dell'estremità inferiore, per ottenere le diverse misure. La serie sterzo Columbus si differenzia da una serie sterzo integrata ordinaria. Quest'ultima può spesso avere problemi nella sede della cartuccia, a causa di colpi accidentali che dovessero andare a rovinarne l'alloggiamento, o a causa della normale usura. Columbus fornisce invece due calotte in lega leggera Al 7075, sostituibili, che garantiscono un'ottima resistenza all'usura e una maggior durata nel tempo. Le calotte sono marchiate con il logo Columbus e il loro diametro si adatta perfettamente con il diametro interno del tubo sterzo, per una finitura estetica perfetta. La cartuccia si avvale di un angolo di funzionamento di 45° che consente un incremento della scorrevolezza e di una maggiore sopportazione sia alle sollecitazioni assiali che radiali. Una rondella auto-centrante evita il malfunzionamento della serie sterzo anche nel caso in cui le operazioni di alesatura non fossero state perfettamente effettuate. La serie sterzo integrata Columbus è fornita dietro regolare licenza Cane Creek, per l'utilizzo del sistema A-head set. E' disponibile per tubi sterzo da 1" 1/8.

COLUMBUS INTEGRATED HEAD SET

The Columbus integrated head set for Aluminium frames composes of four different sizes head tube and a new design integrated headset ring.

The head tube can be 115, 145, 175, 205. The four dimensions allow every frame size: simply cut up to 15 mm on top and 15 mm on bottom, ensuring great stacking flexibility to the frame maker. Columbus head set features high performance characteristics.

A standard Integrated head set may have the bearing sites ruined by accidental hits or ordinary wear, while Columbus Integrated head set features two Alu 7075 replaceable cups that allow for great usage resistance and resilience.

Every cup is marked with "Columbus" logo and their diameter perfectly matches external head tube size, for a refined finish.

The bearing works on a 45° angle which means more rolling power and load capacity.

The head set features a self-centring system to avoid malfunctioning even in the case the reaming operation isn't perfect.

Columbus Integrated Head set has regular Cane Creek licence for the A-head set system. It is available with 1" 1/8 Columbus Head set.

CODICE CODE	DIMENS. (MM) DIMENS. (MM)	PESO WEIGHT	DISEGNO DRAWING
ZV6STR205 ZV7STR205 TUBO STERZO INTEGRATO INTEGRATED HEAD TUBE	Ø 45 L=205 2.5	190 g	
ZV6STR175 ZV7STR175 TUBO STERZO INTEGRATO INTEGRATED HEAD TUBE	Ø 45 L=175 2.5	165 g	
ZV6STR145 ZV7STR145 TUBO STERZO INTEGRATO INTEGRATED HEAD TUBE	Ø 45 L=145 2.5	140 g	
ZV6STR115 ZV7STR115 TUBO STERZO INTEGRATO INTEGRATED HEAD TUBE	Ø 45 L=115 2.5	105 g	