



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA BICICLETA URBANA PLEGABLE
CON PROSPECTIVA A 10 AÑOS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA MECÁNICA**

**PRESENTA:
CLAUDIA BEATRIZ GALARZA MORALES**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. JESÚS MANUEL DORADOR GONZÁLEZ**



MÉXICO D.F.

ENERO 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mis padres, Sonia y Gerardo, quienes con su ejemplo me inculcaron el amor por el conocimiento, la ambición de ir siempre adelante, la superación intelectual y espiritual; me educaron con gran amor enseñándome la disciplina y la dedicación que han forjado la mujer que hoy soy.

A mi hermana Diana por el apoyo y compañía incondicional que siempre me brinda; por las largas noches de pláticas, sonrisas, consejos, enseñanzas y lágrimas. TQM.

A Bernardo Joaquín por tu corazón, gracias por caminar junto a mí, por estos largos años en los que hemos crecido, tropezado, aprendido y donde cada sonrisa nos ha hecho levantarnos y seguir adelante. Amol gracias por ser mi balanza. MiCoEsTu, TAM.

A mi abuelita Elvira Torres (q.e.p.d) eres mi ángel de la guarda.

A Abigail Trujillo por su eterna amistad y apoyo, por esa sonrisa y abrazo que siempre nos brindamos. Estos largos seis años en la facultad que nos vio crecer. Por ese camión, ese balón y esa leche con chocolate y azúcar que marcaron el destino. Gracias niña.

A todos mis amigos de la prepa 6 que aunque cada uno tomamos caminos distintos nuestra amistad es eterna, gracias Jerze, Itzel, Elisa, Alex, Deyanira, Marco, Ricardo.

A mis amigos y compañeros de la Facultad de Ingeniería que sin ustedes no hubiéramos soportado los altibajos académicos y personales por los que atravesamos. Gracias Roberto, Mau, Héctor, George, Iván, Pepe, José, Julio, Josafat.

A mis amigos de la Facultad de Contaduría y Administración por su amistad y apoyo, por brindarme una perspectiva diferente de la enseñanza y por darme la oportunidad de realizar mi segunda carrera: Administración.

A mis tíos Juan Carlos, Paloma, Tito, Fernando y Liliana que siempre han estado al pendiente de mi educación y mi desarrollo como ser humano, gracias por su apoyo.

A mis abuelos Flavio Galarza, Jesús Morales (q.e.p.d) y mi abuelita Elvira Barrera quienes siempre me han brindado su sabiduría y su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, Dr. Jesús Manuel Dorador González por su consejo, apoyo y confianza.

Al Ing. Mariano García del Gállego por su paciencia y enseñanza en estos años.

A mis compañeros Victoria Ballesteros y Rodrigo Rosales, estudiantes de Ingeniería Industrial, José Luis Pedraza y Juan Carlos Sebastián estudiantes de la carrera de Diseño Industrial; que junto con ellos dimos el comienzo y avance a éste trabajo multidisciplinario.

A la UNAM, nuestra Máxima Casa de Estudios, a la que llegué un día de agosto de 1998, me abrió sus puertas y me enseñó lo mejor que existe en esta vida: la libertad y la responsabilidad que son un arma universal y dentro de la Facultad de Ingeniería, me ha brindado conocimiento, cultura, deportes y principalmente a forjarme en la persona que soy hoy en día.

Índice

Introducción | 1

Capítulo 1. Marco teórico | 3

1.1. Metodología para el diseño del producto | 3

1.1.1. Definición del problema | 3

1.1.2. Diseño conceptual | 5

1.1.3. Diseño de configuración | 7

1.1.4. Diseño de detalle | 8

1.2. La bicicleta | 9

1.2.1. La bicicleta urbana | 9

1.2.2. La bicicleta plegable | 10

1.2.3. Seguridad en la bicicleta | 10

1.2.4. Seguridad mecánica | 10

1.2.5. Partes de una bicicleta | 11

1.3. Innovación | 11

Capítulo 2. Definición del problema | 13

2.1. Objetivos y alcances del proyecto | 13

2.2. Descripción del producto | 13

2.3. Reporte gráfico de *benchmarking* | 14

2.4. Perfil del producto (PDP) | 18

2.4.1. Aspectos generales | 18

2.4.2. Aspectos de mercado | 19

2.4.3. Aspectos de distribución | 21

2.4.4. Aspectos productivos | 22

2.4.5. Aspectos funcionales | 22

2.4.6. Aspectos ergonómicos | 24

2.4.7. Aspectos estéticos | 25

2.5. Lista de requerimientos | 26

2.6. Lista de especificaciones | 27

2.7. Despliegue de la función de Calidad (QFD) | 28

Capítulo 3. Diseño conceptual | 29

- 3.1. Síntesis de información | 29
 - 3.1.1. Lluvia de ideas en el diseño conceptual | 31
- 3.2. Opciones de solución | 31
 - 3.2.1. Sistemas de transmisión | 32
 - 3.2.2. Cuadro de la bicicleta | 33
 - 3.2.3. Material del cuadro de la bicicleta | 36
- 3.3. Carta morfológica | 38
- 3.4. Evaluación y selección | 39
- 3.5. De las ventajas competitivas a nuestra selección | 45

Capítulo 4. Diseño de configuración | 47

- 4.1. Evaluación y selección | 47
- 4.2. Opciones de solución | 48
- 4.3. Diseño final | 49
- 4.4. Factor humano | 50
- 4.5. Funcionamiento | 52
- 4.6. Accesorios | 53
- 4.7. Cardán, como un sistema de transmisión alternativo | 54
 - 4.7.1. Historia del cardán | 54
 - 4.7.2. Funcionamiento | 55
 - 4.7.3. Desarrollo y partes de un cardán | 56
 - 4.7.4. Ventajas y desventajas | 57

Capítulo 5. Diseño de detalle | 59

- 5.1. Ergonomía de la bicicleta | 59
- 5.2. Modelos en 3D | 61
- 5.3. Planos y especificaciones | 65
- 5.4. Análisis por elemento finito (FEA) del cuadro de la bicicleta | 71

Capítulo 6. Trabajo a futuro | 89

- 6.1. Diseño de detalle | 89
- 6.2. Proceso de producción | 94
- 6.3. Propuesta de maquinaria | 95
- 6.4. Análisis del proyecto | 95
 - 6.4.1. Costos del proyecto | 96
- 6.5. Análisis Mercadotécnico | 97
 - 6.5.1. Propuesta publicitaria | 97
- 6.6. Comercialización | 98

Capítulo 7. Conclusiones y comentarios finales | 99

Bibliografía y Referencias | 101

ANEXOS | 103

INTRODUCCIÓN.

El objetivo principal de la presente tesis es aplicar técnicas de diseño del producto para plantear el diseño de una bicicleta plegable urbana.

El proceso de desarrollo de nuevos productos se presenta cotidianamente en todo el mundo buscando satisfacer una necesidad u oportunidad de un mercado específico y se concibe como un negocio rentable.

La creación de productos innovadores para el avance y desarrollo de un país es con el fin de buscar y posicionarse en los mercados mundiales. Junto a esto nos hemos dado a la tarea de posicionarnos en el mercado de las bicicletas; con una propuesta del diseño de una bicicleta urbana plegable que tenga las especificaciones y requerimientos necesarios para el año 2017 (prospectiva a 10 años a futuro), para su uso primeramente en la Ciudad de México. Proyecto que viene en referencia a un equipo de trabajo interdisciplinario integrando funciones y actividades que llevan a un objetivo común que satisfaga las necesidades de los clientes.

El presente trabajo conlleva a la evolución de la creación del producto, una bicicleta urbana plegable que se utilice dentro de 10 años, que pueda cubrir las necesidades de los clientes como lo son: comodidad, color, rapidez, seguridad, costo y ergonomía. Además para promover el cuidado del medio ambiente en la Ciudad de México, así como mejorar la salud y una nueva cultura.

Se explica la definición del problema, con una descripción detallada y clara de los aspectos que refiere el perfil del producto, bajo un análisis por medio de métodos y técnicas, así como el uso de tablas de requerimientos y especificaciones, carta morfológica y el despliegue de la función calidad (QFD, por sus siglas en inglés) que traducirán los deseos de los clientes buscando una solución óptima de rendimiento, calidad, tecnología, producción e innovación. Pasando por un estudio de *benchmarking* que nos permitirá analizar nuestras competencias directas e indirectas, tanto nacional como internacionalmente.

Después se presenta un diseño conceptual enfocando todas esas ideas y necesidades para obtener un diseño óptimo. Se analizan diferentes opciones de solución al problema, obteniendo una evaluación y selección conforme a las ventajas competitivas que dicho producto nos brinda. Se muestra desde la creación de una idea hasta el producto final sustentado por esquemas y bocetos, y modificaciones hechas durante el avance del proyecto.

El diseño de configuración muestra la evaluación y selección final mediante modelos en 3D, modelos sólidos, planos, proceso de producción, funcionamiento, accesorios y un análisis ergonómico de la bicicleta urbana.

Como temas relacionados, no menos importantes, se hará un estudio preliminar del costo del proyecto, estimación de costos, propuestas publicitaria y de producción.

Con el resultado obtenido se espera proponer una idea innovadora para desarrollarse en nuestro país, y así competir en el mercado nacional e internacional. La bicicleta es un invento que se remonta a varios siglos atrás, se busca complementar e innovar para su mejor uso en la época actual bajo las condiciones socio-económicas y ecológicas que se presenta en la Ciudad de México.

Este proyecto fue creado en un esquema de trabajo de equipo interdisciplinario que busca cumplir retos del desarrollo del producto tales como: equilibrio, dinámica, detalles, presión de tiempo, economía, creación, satisfacción de las necesidades sociales e individuales, diversidad de equipo y espíritu de equipo, organizado por el Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica y el Centro de Investigaciones en Diseño Industrial por medio del Programa Empresarial Para el Diseño de Productos, en el que participan alumnos de las carreras de Ingeniería Mecánica, Mecatrónica, Industrial y Diseño Industrial.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO.

1.1 METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN PRODUCTO.

Un producto es algo que vende una compañía a sus clientes, donde muestra la imagen y calidad siempre con el objetivo de satisfacer necesidades de los consumidores. El desarrollo del producto es el conjunto de actividades que inician con la percepción de una oportunidad en el mercado y finalizan con la producción, venta y entrega del producto.

Una necesidad u oportunidad da inicio a que se realice un proceso de desarrollo de productos que producirá la información completa que describe a éste. Esto se logra mediante el uso diferentes métodos y técnicas que existen en la literatura, el enfoque que se presenta será dividido en etapas: Definición del problema, Diseño Conceptual, Diseño de Configuración y Diseño de detalle. Dichas etapas se componen de diferentes procesos para alcanzar su objetivo principal.

1.1.1 Definición del problema.

En esta etapa existen varios puntos a tratar y el principal objetivo es analizar a nuestro cliente, buscar cuáles son las necesidades o referencias del mercado. Éste está formado por el conjunto de compradores reales y potenciales del producto.

Se establece cuál es nuestro objetivo y el alcance del proyecto para delimitar nuestro mercado meta. Además de enfocar el proceso de introducción de nuestro nuevo producto; se le puede considerar como un impulso del mercado, un impulso de la tecnología o uno de la naturaleza interfuncional.

Se busca un desarrollo del producto exitoso tomando en cuenta 5 dimensiones que permitirán obtener un buen resultado.

- Calidad del producto.
- Costo del producto.
- Tiempo de desarrollo.
- Costo de desarrollo.
- Capacidad de desarrollo.

Se realizan diferentes técnicas y métodos para generar ideas, plasmar necesidades, demandas y calidad de nuestro producto.

Se realiza una ficha de descripción del producto destacando características fundamentales y aquellas particularmente apreciadas por el cliente, objetivos principales del negocio, mercado primario, mercado secundario, características básicas del producto, principales competidores en el mercado y el riesgo del proyecto.

Un reporte gráfico de *benchmarking* es de gran utilidad para analizar las opciones primarias existentes, tanto nacionales como internacionales.

El perfil de diseño de producto (PDP) es un conjunto de lineamientos que determinarán las características particulares de un producto a diseñar o una parte de este. Permite definir con claridad parámetros y criterios de los que dependen en gran medida la aceptación y éxito de un producto en el mercado. Se deben precisar todos y cada uno de los aspectos a detalle:

- a) Aspectos generales.
- b) Aspectos de mercado.
- c) Aspectos de distribución.
- d) Aspectos productivos.
- e) Aspectos funcionales.
- f) Aspectos ergonómicos.
- g) Aspectos estéticos.

Se realiza la definición de requerimientos o necesidades del cliente, las cuales deben ser documentadas en forma clara y útil, pues serán la base de las especificaciones a las que el producto se debe ajustar. Deben reflejar y sintetizar la información contenida en el PDP.

Las especificaciones son la descripción precisa de lo que el producto debe hacer y evolucionan durante el proceso de desarrollo de productos.

El Despliegue de la Función de Calidad (traducción de QFD, Quality Function Deployment) pretende aportar una sistemática que permita captar las demandas reales del mercado, plasmarlas como objetivos de diseño, y conseguir que dichos objetivos permanezcan presentes a lo largo de todo el proceso de diseño.¹

El desarrollo del QFD tiene varios objetivos, algunos de los cuales son:

- Captación de las demandas del cliente.
- Estructuración de las demandas.
- Priorización de las demandas.
- Evaluación del Cliente.
- Elaboración de la lista de parámetros técnicos.
- Medida de los parámetros técnicos.

La principal herramienta para conseguir estos fines es el denominado gráfico de calidad o “casa” de calidad.

1.1.2 Diseño conceptual.

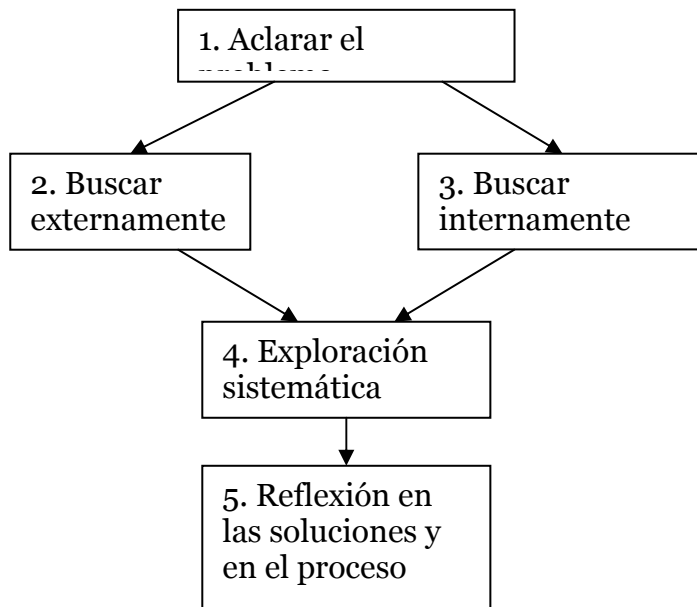
Un concepto de producto es una descripción aproximada de la tecnología, principios de funcionamiento, y forma del producto. Es una descripción concisa sobre cómo va a satisfacer el producto las necesidades del cliente.²

El diseño conceptual es una etapa crítica de todo el proyecto de desarrollo del producto. Así mientras en la especificación se clarifica la tarea a desarrollar, durante el

¹ Alcalde Marzal, J. “Diseño de producto. Métodos y Técnicas” Alfaomega 2004

² Ulrich, “Diseño y Desarrollo de Productos”

diseño conceptual se va a encontrar el “cómo” lograr cumplir esta tarea. Existe un método de cinco pasos para la generación del concepto (véase el Cuadro 1.1).



Cuadro 1.1. Los cinco pasos para la generación del concepto.

1. La aclaración del problema consiste en desarrollar un entendimiento general, y desarticular el problema en subproblemas.
2. La búsqueda externa va dirigida a encontrar soluciones existentes tales como: la literatura publicada, *benchmarking* de productos relacionados, buscar patentes, consulta de expertos.
3. La búsqueda interna es el uso de conocimientos y creatividad del personal y de equipo para generar conceptos de solución.
4. Después de los resultados dados en la búsqueda interna y externa, la exploración sistemática se enfoca a la navegación del espacio de posibilidades, organizando y sintetizando estos fragmentos de solución.
5. La reflexión se observa en todo el proceso aunque se especifica al final de la generación del concepto.

La visualización del concepto se basa en un método desarrollado por Stuart Pugh en la década de los años 1980, y se denomina *selección del concepto Pugh* (Pugh, 1990). El propósito es reducir el número de conceptos de manera rápida y mejorarlos. Se puede obtener por 6 pasos:

1. Preparar la matriz de selección.
2. Calificar conceptos. Se hace una puntuación relativa de “mejor que” (+), “igual que” (0), o “peor que” (-) en cada celda de la matriz para representar cómo cada concepto califica en comparación con el concepto de referencia respecto al criterio particular.
3. Ordenar por rango los conceptos. Sumar el número de puntuaciones de cada categoría.
4. Combinar y mejorar los conceptos.
5. Seleccionar uno o más conceptos.
6. Reflexionar sobre los resultados y el proceso.

En ésta etapa se utilizan las *cartas morfológicas* donde se hace un arreglo matricial, las cuales poseen un eje coordinado las funciones a cumplir por el producto y en el otro eje todas las posibles formas de cumplir con esta función. Se analiza la compatibilidad entre las diferentes formas de cumplir el objetivo mediante reuniones de análisis, donde se busca *la compatibilidad* entre las diferentes funciones.

1.1.3 Diseño de configuración.

En esta etapa se habla de dos términos muy importantes *embodiment* y configuración, que al parecer pueden ser lo mismo pero en realidad existe una diferencia:

Embodiment – Se refiere al esfuerzo mental que se realiza para dar forma a los elementos que no existen. Aquella etapa del proyecto, en la cual se tiene como entrada los principios básicos de operación que en su conjunto operarán para dar solución al problema, de acuerdo con los resultados obtenidos de haber trabajado en la carta morfológica; y a la salida, se tendrá el arreglo geométrico, junto con las interacciones entre los diferentes módulos funcionales de una manera clara.

Este proceso ayuda a corregir las interacciones negativas, y lo mantiene dentro de las especificaciones y directrices generales a la hora de definir las formas en las que los elementos se conecta para realizar sus funciones.

Configuración: Este término se utiliza cuando se integran elementos ya conocidos en su geometría y dimensiones, sean comerciales o soluciones ya conocidas para resolver el problema funcional planteado por el producto. Se refiere a la conexión de elementos ya existentes para lograr una finalidad dada.

Se toma en cuenta también el uso de software para el diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés) para optimizar los resultados que se tienen en bosquejos y trasladar a modelos sólidos y modelos en 3D, así se puede apreciar las interacciones entre los diferentes elementos que están operando.

1.1.4 Diseño de detalle.

En esta fase, el empleo de la computadora como herramienta de apoyo se hace imprescindible en muchos casos. Los estudios a realizar en esta fase se refiere a todos los aspectos del producto, y deben contemplar todos los factores relevantes: forma y diseño de los componentes, número de componentes, mecanismos que realizan determinadas funciones, materiales de cada componente, aspectos estéticos, ergonómicos y procesos de fabricación.

Se proponen tres estudios sobre el producto: el ergonómico, el de selección de materiales y el mecánico o de diseño de mecanismos; dado que es un trabajo académico los recursos y la información se limitan para las posibilidades de desarrollo.

Planos: Los planos son un instrumento básico para la comunicación del ingeniero, en ellos se plasma la información necesaria para poder reproducir las partes de manera en la cual están concebidas. Los planos requieren estar dentro de un sistema normalizado, ya sea el europeo o el americano y deben cumplir con los requerimientos de forma.

Ergonomía: Investigación de las capacidades físicas y mentales del ser humano y aplicación de los conocimientos obtenidos en productos, equipos y entornos artificiales. La aplicación de la ergonomía puede llevar a productos más seguros o fáciles de usar, como

vehículos o electrodomésticos. La ergonomía también puede generar procedimientos mejores para realizar determinadas tareas, desde cambiar un pañal hasta soldar una pieza metálica.

1.2 La Bicicleta.

Es un vehículo que consta de dos ruedas alineadas fijas a un cuadro, se dirige mediante un manubrio y es impulsada por una combinación de pedales y engranajes movidos por los pies.

La bicicleta consiste básicamente en un cuadro, dos ruedas, la transmisión, los frenos, manubrio y sillín. Dependiendo la marca y la modalidad de uso, suelen variar en su forma, pero generalmente todas son similares.

Es un medio de transporte sano, ecológico, sostenible y muy económico, tanto para trasladarse por ciudad como por zonas rurales. Su uso está generalizado en casi toda Europa, siendo en países como Holanda, Suiza, Alemania, en algunas zonas de Polonia y los países escandinavos uno de los principales medios de transporte. En Asia, especialmente en China y la India, es el principal medio de transporte.

1.2.1 La bicicleta urbana.

Es una bicicleta destinada a la ciudad o a caminos en buen estado. Destaca su énfasis en la comodidad a costa del peso como lo son asiento y manubrio cómodos, además de contar generalmente con una o más canastillas para el transporte de objetos así como también es común que tengan accesorios urbanos como salpicadera, luces y espejos retrovisores.

1.2.2 La bicicleta plegable.

La bicicleta plegable es una bicicleta que se puede hacer pequeña doblándola en dos o más partes. Este tipo de bicicleta está diseñada para que cuando no está en uso pueda adquirir una forma que ocupe menos espacio, ya sea para fines de almacenamiento o bien para transporte. La idea de una bicicleta plegable o desmontable es casi tan vieja como la bicicleta en si. Gracias a ello se puede guardar en casa o en el trabajo, se puede combinar su uso con el transporte público con más facilidad que una bicicleta tradicional.

Se dice que esta novedad en el mundo de la tecnología de bicicletas ya ha sido probado hace al menos cien años, y como prueba incluso el velocípedo existía en una forma similar, durante los años 1880 se podía desmontar la rueda grande y plegar el cuadro para introducir la bicicleta en una bolsa específica para transportarla.

1.2.3 Seguridad en la bicicleta.

La seguridad en la bicicleta implica diversos aspectos. Así, el tipo de bicicleta que tengamos determina en buena medida el uso específico que vayamos a darle y por lo tanto la seguridad puede sufrir variaciones, otro factor determinante es el terreno donde conduzcamos, así las normas de seguridad en una ciudad serán diferentes a las que existen en un descenso a través de una montaña.

Hay que distinguir y separar los siguientes aspectos en cuanto a la seguridad: mecánica, equipo de protección y conducción.

1.2.4 Seguridad mecánica.

Como todo mecanismo, una bicicleta en buen estado proporciona entre otras cosas seguridad. Uno de los puntos a considerar es el sistema de frenos, ya que sin este un accidente puede ocurrir fácilmente. Otros aspectos mecánicos importantes incluyen

componentes en mal estado o mal colocados que pueden fácilmente fracturarse, doblarse o desprenderse originando un accidente, entre los accidentes más peligrosos por fallas mecánicas están los que implican que entre los rayos de alguna llanta se atore un objeto ajeno a la bicicleta, que se frene súbitamente una llanta por un chicote flojo o que se desprenda una llanta en medio de un salto. Por lo anterior la mecánica de la bicicleta y su mantenimiento es importante en la seguridad del ciclista.

1.2.5 Partes de una bicicleta.

Las Partes de la bicicleta en general son:

- Chasis, bastidor o cuadro: El más común es en forma de rombo, también llamado de diamante o de doble triángulo. Los clásicos eran de hierro o acero; hoy en día, cuando es acero al cromo-molibdeno se denomina "Cro-Moly" o "cromoly". También pueden ser de aluminio, titanio, o fibra de carbono.
- Horquilla: es la pieza de la dirección que sujeta la rueda delantera, puede ser fija o con suspensión.
- Ruedas: La delantera y la trasera.
- Sistema de transmisión (cambios, piñones, platos, bielas, ejes y pedales) que aprovechan la fuerza motriz convirtiéndola en desplazamiento.
- Frenos.
- Dirección.
- Manubrio.
- Asiento o Sillín.

1.3 Innovación.

Innovación es la aplicación de nuevas ideas, conceptos, productos, servicios y prácticas con la intención de ser útiles para el incremento de la productividad. Un elemento esencial de la innovación es su aplicación exitosa de forma comercial. No solo hay que inventar algo, sino, introducirlo en el mercado para que la gente pueda disfrutar

de ello. Exige la conciencia y el equilibrio para transportar las ideas, del campo imaginario o ficticio, al campo de las realizaciones e implementaciones.

Innovar proviene del latín *innovare* que significa, acto o efecto de innovar, tornarse nuevo o renovar, introducir una novedad.

La innovación de un producto es una de las estrategias de empresa encaminada a ganar competitividad en el mercado.

Algunas razones para la innovación son:

- Permite nuevos argumentos para ventas.
- Establece barreras de entrada a la competencia.
- Optimización del espacio.
- Cambio de material.
- Material de fabricación más ligero.
- Ecología.
- Mayor higiene para el consumidor final.
- Ergonomía.
- Mayor facilidad de montaje y desmontaje.
- Mayor facilidad de manejo.
- Mayor duración.

CAPÍTULO 2

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

2.1 Objetivos y alcances del proyecto.

El objetivo de este proyecto, es crear una bicicleta para que se utilice en 10 años, que cubra las necesidades de los clientes como lo son: comodidad, apariencia, rapidez, seguridad, costo. Adicionalmente para cuidar el medio ambiente en la ciudad de México, así como promover la mejora de la salud y una nueva cultura del transporte.

También se propone un sistema de transmisión diferente al de la cadena tradicional, y que se utilice algo más limpio para evitar manchas comunes provocadas por la grasa de la cadena y evitar que se atore la ropa del usuario.

2.2 Descripción del producto.

<i>Descripción del producto.</i>	Bicicleta urbana plegable diseñada para el año 2017.
<i>Objetivos principales del negocio.</i>	PRECIO DE VENTA: Aprox: \$2000. UTILIDAD BRUTA: \$280, 6,000 piezas por lanzamiento al mercado al año. FECHA DE INTRODUCCIÓN AL MERCADO: diciembre 2016. COSTO DEL DESARROLLO: No Aplica ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN: Comercialización directa en establecimientos autorizados y tiendas departamentales.
<i>Mercado Primario.</i>	Personas de 13 años en adelante, para su uso en vías públicas y como un medio de transporte alterno.
<i>Mercado Secundario.</i>	Trabajadores para establecimientos con servicio a domicilio.

<i>Características básicas del producto.</i>	Es un producto que se utilizará en vías públicas como uso alterno de transporte entre el hogar y el trabajo, así como diferentes lugares de interés. Tendrá características como ser plegable para su buen traslado en otros transportes públicos o privados. Y con tecnología apta y necesaria para los recorridos.
<i>Principales competidores en mercado primario y secundario.</i>	Existen ya marcas extranjeras que introdujeron al mercado bicicletas plegables, aun así en México es difícil encontrarlas en tiendas departamentales. Pero se pueden encontrar actualmente en el centro de la ciudad de México, la más barata con un precio de \$1500 de la empresa <i>Bicicletas mercurio</i> . Marcas como Benotto, son un competidor en cuanto a la bicicleta en sí.
<i>Riesgo del proyecto.</i>	Las empresas líderes en bicicletas sigan siendo fuertes en la comercialización, y que la gente opte por la marca “de siempre”. Otro riesgo es que la nueva tecnología que se proponga no sea aceptada por el público, además de no confiar en ésta.

Tabla 2.1 Descripción del producto

2.3 Reporte gráfico de *benchmarking*.

Se investiga acerca de la competencia nacional e internacional, por medio de un *benchmarking* que nos brinda una larga lista de competidores para una bicicleta, pero existen ciertas marcas que ya proponen una bicicleta plegable así como un sistema de transmisión mejorado y limpio.

A continuación se presenta el reporte gráfico de *benchmarking* así como una breve propuesta de cada bicicleta.

a) **Bicicleta española. Beixo** es una bicicleta con transmisión por cardán, así que nunca más vas a tener la ropa o las manos sucias. Beixo indica en su publicidad que “es la

nueva bicicleta urbana. Sólida, confortable, compacta, pero sobre todo Beixo tiene clase y un diseño moderno". (Fig. 2.2) Beixo se puede hacer más pequeña plegándola. Gracias a ello se puede combinar su uso con el transporte público, guardarla en espacios pequeños y llevarla en el coche o en barco. Con sus tres velocidades y sus ruedas de 20 pulgadas, Beixo es una bicicleta muy seria y de altas prestaciones. Aunque el cuadro y el mecanismo son muy fuertes, Beixo es ligera.⁴



Fig. 2.2 Bicicleta Beixo.

Especificaciones:

- Cuadro: aluminio.
- Rines: aluminio.
- Transmisión: transmisión por cardán.
- Cambios: 3 velocidades Shimano Nexos.
- Frenos: Promax V-brakes.
- Tamaño: (largo x alto x ancho): 140 x 105 x 60 cm.
- Tamaño plegado: (largo x alto x ancho): 80 x 55 x 35 cm.
- Peso: 14.7 kilos.
- Rueda: 20".
- Transportín: carga máxima 15kgs (transportin viene incluido).
- Cesta delantera: Carga máxima 5 kgs (accesorio).
- Peso máximo ciclista: 100 kg.
- Altura ciclista: 139 a 195 cm.
- Precio de venta al público: 549 € (cesta 39 €, cerradura 54 €, bolsa de transporte 54 €).

⁴ <http://es.beixo.com/index.html>



Fig. 1.3 Bicicleta Beixo doblada.

b) Bicicleta europea: Bicicleta Blanc Marine se propone como la mejor opción en el mercado para ir a trabajar en bici o para pasear por la ciudad. En aluminio, 7 velocidades y suspensión trasera. (Fig. 2.4)



Fig. 2.4 Bicicleta Plegable BlancMarine.

Especificaciones:

- Cuadro: aluminio 6061 con suspensión trasera.
- Cambios: 7 velocidades (Shimano Revoshift).
- Horquilla: aluminio 6061 pusher.
- Llantas: 20" aluminio 6080 (20"x1,5).
- Pedales: plegables.
- Pedalier: Shimano TX40.
- Frenos: delantero: V-Brake 70mm Trasero: bandbrake Dasher.

- Parrilla trasera: Sí.
- Peso de la bicicleta: 12.4 Kg.
- Carga máxima: 120 Kg.
- Dimensión desplegada: 126x 82x 94 cm.
- Dimensión plegada: 84x 66x 34 cm.
- Tiempo de pliego: 15 segundos.
- Garantía: 5 años.
- Precio de venta al público recomendado 599 €.

Los detalles de la bicicleta BlancMarine 20PM3.



Fig. 2.5 Bicicleta BlancMarine sus detalles plegada.

c) Bicicleta plegable mexicana. Benotto. (Fig. 2.6)

Especificaciones.

- Colores: Aluminio Pulido.
- Poste de manubrio: Doblable Aluminio.
- Taza de centro: CH-30 con baleros.
- Rayos: UCP con niples de acero.
- Rines: Aluminio Natural.
- Asiento: Quake sin broche.
- Llantas: 20" x 1 3/8".
- Mazas: 'WS-335F/336R 36B acero, sin tuercas con rondanas de seguridad delantera.

- Pedales: Doblable.
- Manubrio: Sport Cromado.
- Poste de asiento: Aluminio.
- Taza de dirección: HP-663 con baleros.
- Tijera: Aluminio.
- Cuadro: Aluminio, bicicleta plegable.
- Precio \$2,165.45. M.N.



Fig. 2.6 Bicicleta plegable Benotto.

2.4 Perfil del producto (PDP).

Se nombra así al conjunto de lineamientos que determinarán las características particulares de un objeto, producto o una parte del mismo.

2.4.1 Aspectos Generales.

¿De qué se trata?

Diseño y desarrollo de una **Bicicleta Urbana Plegable** con prospectiva a 10 años (2017) que pueda competir con las bicicletas de su género.

¿Para qué sirve?

Es un medio de transporte personal, además de tener un compartimiento para poder transportar un paquete, que contribuye a la disminución de contaminación y genera un beneficio de salud en los usuarios.

¿Qué normas y restricciones lo rigen?

Que pueda ser admitida en el transporte público. Su peso tiene que ser adecuado para poder ser transportado con facilidad por una persona mayor a 13 años.

2.4.2 ASPECTOS DE MERCADO.

¿Quien lo va a comprar?

Hombres solteros o padres de familia que deseen comprar una bicicleta para sus hijos o para uso personal, las mujeres representan un rango de compras bajo, sólo el 15% (Informe de ventas **WalMart**, Roberto García Nieto).

Características físicas: hombre o mujer.

Socioculturales: Que esté consciente de otra alternativa para transportarse.

Habituales: Que la use frecuentemente.

Niveles Económicos:

- **Nivel A/B** (población con el más alto nivel de vida e ingresos del país).
- **Nivel C+** (población con ingresos o nivel de vida ligeramente superior al medio).
- **Nivel C** (población con ingresos o nivel de vida medio).
- **Nivel D+** (población con nivel de vida austero y bajos ingresos).⁵

¿Quién o quiénes lo van a usar?

Hombres y/o mujeres de 13 años en adelante con la posibilidad de adquirir un bien de estas características.

⁵ D.I. Silvia Oropeza Herrera; Sectores Económicos, Asignatura Envase y embalaje; Facultad de Ingeniería

Aunque no existe límite en la edad de los usuarios es conveniente que no se utilice por personas con menor edad a la establecida, ya que cabe la posibilidad de tener algún tipo de accidente y en el caso del límite de edad se recomienda 65 años puesto que las condiciones físicas de las personas se ven más limitadas.

¿Qué es lo que espera de este?

Que sea aceptada satisfactoriamente para que su venta sea buena comparándola con la competencia.

Que sea ligera, cómoda, a un precio accesible según el producto, que sea plegable, fácil de manejar, confiable y segura.

¿Dónde se va a colocar y/o usar?

En exhibidores estándar que las tiendas adquieren, como *racks*.

En algunos estantes por el tipo de guardado.

Que se use en las calles en sus diferentes modalidades (cemento, pavimento, tierra, pasto, agua (lluvia), etc.)

Este producto se podrá colocar en cualquier parte para que sea fácil de trasladar bajo las condiciones dimensionales de la bicicleta (carro, transporte público, en la mano) y las normas que lo rijan.

¿Dónde se pretende adquirirlo?

En tiendas departamentales como **WalMart, Coppel, Sam's, etc.**, y locales pequeños (distribuidores autorizados.), otra opción es por Internet, ofreciendo las características de nuestro producto, teniendo en cuenta las limitantes de competencia que se encuentran en dicho producto, así como la parte económica que se le va a ofrecer al cliente.

¿Qué le ofrece la competencia?

La competencia en el mercado de las bicicletas plegables actualmente en México no ofrece mucho ya que esta opción es aún incipiente en México.

Por otra parte existe la competencia de las bicicletas no plegables como de montaña, ruta, pista, etc. Que ofrecen una gran variedad de colores, calidad, peso, materiales, resistencia.

¿Cómo podría ser mejor?

Ver en qué está fallando la competencia y mejorar en esos aspectos en nuestro producto, como en costos, peso, materiales, servicios, etc. por el momento se están contemplando peso y costos además de la forma de transportarla cuando no está funcionando como un medio de transporte. Esto al usuario le sirve ya que estaría adquiriendo un mejor producto.

¿Cuál sería el precio adecuado?⁶

Los precios de la competencia se encuentran así:

- Bicicleta plegable \$1500 Bicicletas mercurio.
- Bicicleta plegable \$2432.50 marca Benotto.
- Bicicleta plegable de importación \$2950 marca Dahon.
- Sin suspensión \$1164 marca Benotto.
- Solo una suspensión \$1396 marca Benotto.
- Montaña \$2321 marca Benotto.
- Suspensión delantera \$2398 marca Benotto.

Por lo que nuestra bicicleta la ubicamos entre los \$1500 y \$2000, esto dependerá del tamaño y materiales.

2.4.3 ASPECTOS DE DISTRIBUCIÓN.

¿Dónde se almacenará?

Dependerá del almacén del producto terminado, y en las bodegas de las tiendas de autoservicio.

¿Cómo se empacará y estibará?

El producto bicicleta contará con una bolsa en la cual se guardará para que se pueda transportar por el usuario con más facilidad, además de servir como protección de la misma bicicleta, contará con un recubrimiento extra que servirá para que no se maltrate

⁶ Precios basados en la venta de bicicletas en el centro de la ciudad de México. Diciembre 2007.

mientras se almacena o distribuye. Se estibarán una sobre otra no rebasando un máximo de 5 unidades por columna, y en sentido horizontal sujetas con cintillas de seguridad.

¿Cómo se transportará y distribuirá?

Se distribuirá en los sitios de venta, la frecuencia será determinada por un pronóstico de ventas de cada tienda y se transportará en camiones de 3 1/2 toneladas.

2.4.4 ASPECTOS PRODUCTIVOS.

Cantidad y tiempo.

El tiempo y la cantidad van en función de un análisis de nuestra competencia. Dado que se estima iniciar con una producción pequeña de 500 unidades al mes, se utilizará una distribución de planta por proceso.

¿Qué materiales se pueden emplear?

Se puede utilizar aluminio por ser un material maleable fácil de trabajar con la maquinaria que se dispone y sobre todo se apega a las condiciones necesarias de peso de material que se requiere.

2.4.5 ASPECTOS FUNCIONALES.

¿Qué deberá hacer?

Como ya se ha mencionado nuestra bicicleta será plegable y con bajo peso, esto quiere decir que se brindará seguridad al usuario al momento de transportarla.

¿Cómo lo deberá hacer?

La bicicleta contará con bisagras para permitir doblarla en partes estratégicas de la estructura.

¿Dónde lo deberá hacer?

El usuario debe de tener en cuenta que dentro de las especificaciones está que la bicicleta se deberá utilizar en una zona urbana y no se utilizará en la montaña o en lugares extremos y la colocará dependiendo de la comodidad que él requiera (transporte público, automóvil, metro, etc.)

Frecuencia de uso.

La bicicleta estará diseñada para una vida útil aproximada de 10 años siempre y cuando se cumplan con las especificaciones requeridas en el manual de uso que se anexa al comprar la bicicleta.

¿Qué deberá resistir?

El maltrato que sufre normalmente la mercancía cuando es transportada de la planta de producción a las tiendas donde se pretenden vender, así como su almacenamiento.

Los diferentes tipos de clima como la lluvia, el sol y la tierra o polvo en exceso.

Además tendrá que resistir los diferentes tipos de suelo con los que se cuenta en una ciudad que van desde la tierra hasta los pavimentos. La bicicleta podrá soportar un peso de hasta 120 kg.

Factores ambientales.

Lluvia, humedad, sol.

¿Cómo se le dará mantenimiento?

- Revisión y sustitución, en su caso, de elementos del sistema de transmisión.
- Tensar el chicote del freno o sustituirlo cuando se rompa.
- Ajustar las zapatas cuando se mueven o cambiarlas cuando se desgastan.
- Reparar los pinchazos y procurar que las cámaras lleven siempre la presión correcta.
- Sustituir la cámara en mal estado o en peligro de reventar.

- Limpiar bien los faros.
- Engrasar las partes móviles.
- La bolsa donde se pretende guardar se lavará dependiendo del uso y lo sucia que se encuentre.

En caso de que se requieran refacciones o accesorios, éstos serán productos nacionales para que el cliente tenga la facilidad de adquirirlos de una manera más fácil y económica.

2.4.6 ASPECTOS ERGONÓMICOS.

¿Cómo debe usarse?

Cuando el cliente adquiera el producto aparte de tener un manual de usuario y de cómo utilizar la bicicleta, también tendrá un diagrama con una serie de pasos para el armado y desarmado de la bicicleta para que el usuario tenga la información necesaria sobre su producto y no se le haga difícil de utilizar y armar.

¿Qué tan fácil y cómodo debe ser?

El cliente deberá conocer las condiciones de comodidad que la bicicleta le brinda como lo será el asiento que contará con una ergonomía adecuada, que no tenga problemas de inclinación además de contar con una superficie para su fácil transportación en el momento de estar plegada. (ANEXO B)

¿Qué tan seguro debe ser?

Antes de poner en uso la bicicleta se deberán de revisar las instrucciones de uso para no sufrir algún percance, por otro lado la bicicleta como ya se ha mencionado, la deberá utilizar una sola persona ya que en caso contrario, la estructura podría presentar alguna fractura.

¿Cómo debe transportarse?

Su transporte, mientras está plegada, debe evitar el contacto de la persona con zonas de la bicicleta que estén sucias, tales como las ruedas y sistema de transmisión. Debe ocupar un lugar reducido para poderla transportar mientras se viaja en metro, pesero,

autobús, o en la cajuela del automóvil. Para poder ser transportada con facilidad por una persona su peso deberá oscilar entre los 9 y 10 kg.

Antes de usarla como medio de transporte el usuario tendrá que asegurarse que se encuentra bien ensamblada y que todas sus partes están en condiciones funcionales, tal como lo indica el manual de uso, con lo que se evitarán posibles accidentes.

2.4.7 ASPECTOS ESTÉTICOS.

Gustos particulares del comprador.

Una bicicleta urbana plegable deberá llegar a diferentes mercados es por eso que se consideran diferentes gustos del comprador, principalmente la apariencia. Se tiene considerado un rango muy amplio de edades en cuanto al consumidor, por eso mismo se propone que sea atractiva para jóvenes y personas que la usen para trasladarse a su trabajo.

¿Qué intención estética debe proyectar?

Nuestro producto tendrá que ser un modelo exclusivo, mejorando las condiciones estéticas y funcionales y para posicionarlo en el mercado como un producto nuevo. Cabe señalar que la bicicleta tendrá una serie de indicaciones (signos) para que el usuario tenga las instrucciones de uso en su producto, en este caso la bicicleta.

Por otra parte hay que tomar en cuenta que lo clásico siempre llama la atención de los compradores ya que creen que algunas cosas estaban mejor hechas antes, que las que existen en la actualidad.

¿En qué contexto se insertará?

La bicicleta se insertará en un contexto urbano, en el que se tiene la percepción de que el utilizar la bicicleta o es para pueblos o es para hacer ejercicio, por lo que la bicicleta deberá dar una imagen urbana, civilizada y moderna, además de fomentar un estilo de vida más sano.

2.5 Lista de requerimientos

Requerimientos de proyecto

Proyecto: Bicicleta urbana con prospectiva a 10 años (2017)

No.	Requerimientos.	Importancia.
1	Ligera: Peso máximo de 10 kilos	ALTA
2	Ergonomía: Acoplamiento adecuado para personas desde 13 años en adelante.	ALTA
3	Rigidez: Poder soportar hasta un peso estimado de 120 kilos	ALTA
4	Material de la estructura debe ser lo más rígida y ligera posible.	ALTA
5	Material del mecanismo plegable: Resistente al esfuerzo y a la ruptura	ALTA
6	Recubrimientos: No tóxico, no corrosivo y no debe desgastarse con el uso diario y las condiciones climáticas como lluvia, sol, humedad.	ALTA
7	Colores. Adecuados a diferentes gustos, colores fijos y/o con adornos	BAJA
8	Superficie adecuada para ser cargada en forma plegada	MEDIA
9	Canastilla y/o accesorio para poder transportar algún bulto, mochila etc.	MEDIA
10	Accesorio: un reloj acoplado al manubrio, entre otras posibilidades	BAJA
11	La bicicleta contará con suspensión trasera, cambio de velocidades en el manubrio.	MEDIA
12	Cumplirá con las normas internacionales de una bicicleta para su mejor desempeño	MEDIA
13	El sistema para plegarse estará ubicado en el cuadro de la bicicleta y además será de uso sencillo	ALTA
14	Tanto el asiento como el manubrio tendrán movimiento vertical y rotatorio para su mejor desempeño y para poder reducir el volumen de la bicicleta al momento de plegarse.	MEDIA
15	Los pedales deberán ser plegables hacia adentro.	MEDIA
16	Seguridad, deberá satisfacer normas de seguridad, así como tener acabados excelentes para no lastimar al usuario.	ALTA
17	Estética, la bicicleta deberá tener una buena apariencia de acuerdo a las necesidades y gustos del cliente.	MEDIA

Tabla 2.7 Requerimientos del producto.

2.6 Lista de especificaciones

Especificaciones del producto

Nombre del proyecto:	Bicicleta urbana plegable con prospectiva a 10 años (2017)
-----------------------------	--

<i>Especificación</i>	<i>Importancia</i>	<i>Valor nom.</i>	<i>Tol.</i>	<i>Unidades</i>	<i>Descripción</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Fuente</i>
-----------------------	--------------------	-------------------	-------------	-----------------	--------------------	----------------------	---------------

1	Ligera	Alta	5	+/- 0.05	KG	Que al usuario le facilite su desplazamiento.	
2	Ergonomía (Antropometría)	Alta	1	+/- 0.1	[cm]	Que se pueda subir en la bicicleta una persona de 13 años o mayor.	El asiento y el manubrio deberán ser movibles para ajustarse a cada persona.
3	Rigidez	Media	120		[kg]	Soporte a la fractura y peso del usuario.	Soportar fuertes golpes, como caídas, o trato rudo.
4	Altura	Media	1	+/- 0.20	[cm]	La altura determinada a una persona promedio.	Esta altura podrá ser cambiada con el movimiento vertical del asiento.
5	Material	Media			[g/cm ³]		El material tiene buena mecanización. Buena resistencia mecánica. Referencia AA-ASTM

Tabla 2.8 Especificaciones del producto.

2.7 QFD, Despliegue de la función de calidad.

		MEDIDA																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
		Dimensiones bicicleta	Peso	Altura sillín	Altura manubrio	Dimensiones plegada	Diámetro de la llanta (Rodada)	Número de piezas	Velocidad máxima	Apariencia	Sistema de transmisión	Material del cuadro	Ergonomía (Antropometría)	Sistema de traslado	Recubrimientos	Normas de seguridad	Sistema de plegado	Costo de manufactura	Accesorios	Material de las llantas	
DEMANDAS DE USUARIO	Que sea segura	1	○									○			●						
	Que sea ligera	2	○	●		□	□	○			●	○						●			
	Fácilmente accesible para su mantenimiento	3										○			●			●	□		
	Rapidez	4		□					●		○										
	Que circule en distintos terrenos	5	○				●		□							○		□	□	●	
	Que sea silenciosa	6									●		○					●			
	Regulable en altura	7	○		●	●	○				□							○	□		
	Estable	8	□	●					□			●	○							○	
	Fácil de transportar	9	○	●		●			□			○	●		●			●		□	
	Fácil de limpiar	10									●		●		●					○	○
	Estética agradable	11									●				●						
	Fácil de pedalear	12										●									
	Colores variados	13									●				●				●		
	Que se pueda guardar en espacios pequeños	14	●	○			●	○						○				●			
	Ajustable	15			●	●		○						●	○		○				

○	Medio
●	Fuerte
□	Débil

Tabla 2.9 QFD, Despliegue de la función de calidad.

CAPÍTULO 3

DISEÑO CONCEPTUAL.

Un diseño conceptual puede definirse como aquel que representa la totalidad del objeto proyectado, (Pugh, 1990). Representa la suma de todos los subsistemas que integran el sistema completo, todas las partes que configuran nuestro producto. Se debe dar solución a los problemas que plantean las especificaciones y proponer un modelo global, que se centrará en la forma y las funciones principales.

3.1 Síntesis de información.

Se busca un producto innovador y se propone el futuro de la bicicleta urbana mediante la innovación de ser una bicicleta plegable. Para generar información necesaria se proponen conceptos que permiten buscar lo adecuado a la necesidad de una sociedad.

Se establecen conceptos donde se genera una lluvia de ideas para la identificación y selección de las preguntas que serán tratadas en la generación de posibles soluciones.

Así se alcanzarán nuevas ideas y soluciones creativas e innovadoras tomando en cuenta varios aspectos para una mejor innovación a la bicicleta urbana plegable.

Función.

- ✓ Resistente.
- ✓ Cargable.
- ✓ Mayor desplazamiento.
- ✓ Menos esfuerzo para el mantenimiento.
- ✓ Seguridad en robo.
- ✓ Tecnología.

Imagen.

- ✓ Personalizada.
- ✓ Variedad.
- ✓ Moderna.
- ✓ Atractiva.

Ergonomía.

- ✓ Comodidad.
- ✓ Ligereza.
- ✓ Seguro.
- ✓ Ropa normal.
- ✓ Unisex.
- ✓ Limpieza.
- ✓ Fácil mantenimiento.
- ✓ Fácil ensamble.

Producción.

- ✓ Económica.
- ✓ Piezas comerciales.
- ✓ Resistente.
- ✓ Durabilidad.
- ✓ Fácil Manufactura.

Servicio.

- ✓ Mantenimiento.
- ✓ Sin herramienta especializada.
- ✓ Reciclable.
- ✓ Práctico.
- ✓ Accesible.
- ✓ Refacciones

3.1.1 Lluvia de ideas en el diseño conceptual.

Analizando nuestro PDP, y nuestros objetivos para la bicicleta que se desea innovar y diseñar para el año 2017; se realizó una sesión de lluvia de ideas en donde se escogieron los más importantes para posteriormente analizarlas y encontrar el mejor concepto. (Cuadro 3.1).

<ul style="list-style-type: none">✓ Bicicleta plegable<ul style="list-style-type: none">✓ Ligera✓ Atractiva✓ Sistema de cardán<ul style="list-style-type: none">✓ Fácil uso✓ Materiales (aluminio y/o duraluminio)

Cuadro 3.1 Lluvia de ideas: Características esenciales

3.2 Opciones de Solución

Los sistemas principales de la bicicleta para una búsqueda de solución a nuestro problema fueron el sistema de transmisión y el cuadro de la bicicleta. Éstos dos sistemas se analizan teóricamente mediante la investigación de los sistemas de transmisión y el diseño del cuadro como el material a utilizar en el cuadro de la bicicleta.

3.2.1 Sistemas de transmisión.

SISTEMA DE CADENA para la transmisión de la bicicleta.

Las dos ruedas dentadas se comunican mediante una cadena o una banda dentada tensa. Cuando se usa una cadena el mecanismo es bastante robusto, pero más ruidoso y lento que uno de poleas. La mayor parte de los modelos de bicicletas incorporan una transmisión por cadena. Los rodillos de la cadena están unidos a eslabones y, dependiendo del número de huecos, engranan con uno o varios dientes de las ruedas. En algunas máquinas, la rueda menor suele llamarse piñón, y la rueda mayor plato. Utilizando este mecanismo se consigue que las dos ruedas giren en el mismo sentido. (Fig. 3.2)

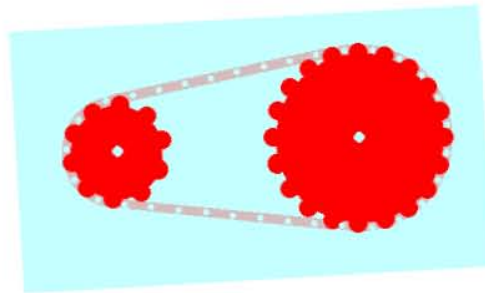


Fig. 3.2 Sistema de transmisión por cadena.

SISTEMA DE CARDÁN.

La transmisión por cardán es mucho más antigua que la bicicleta, aunque la bicicleta impulsada por transmisión por cardán es un invento de finales del siglo XIX. (Fig. 3.4) Este tipo de bicicleta era, entonces, muy popular, porque no dejaba que la ropa grande y espaciosa de la época se metiera en la cadena. Varias compañías ya lo producen y se está utilizando en nuevas bicicletas de algunas empresas internacionales. (Fig. 3.3)



Fig. 3.3 Sistema de cardán (Shaft Drive).

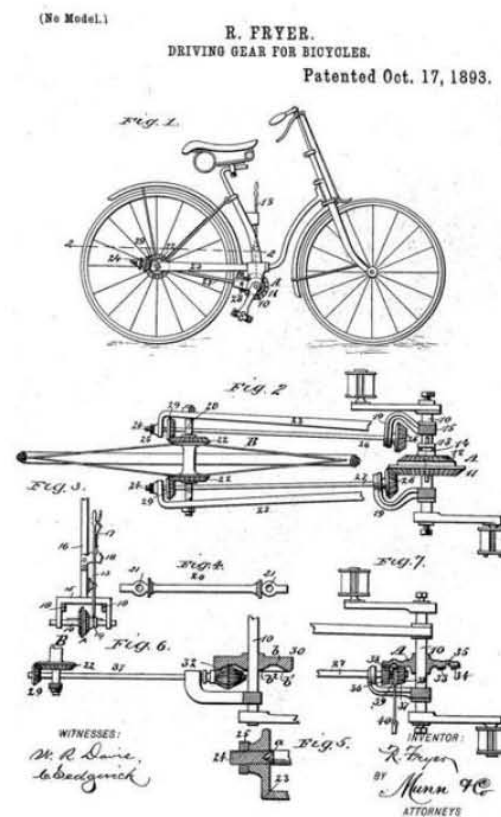


Fig. 3.4 Patente del sistema cardán.

3.2.2 Cuadro de la bicicleta.

Para el desarrollo del cuadro de la bicicleta se analizaron y diseñaron varios modelos con diferentes bocetos. Buscando en cada uno de ellos el concepto adecuado para una opción viable y atractiva. (Fig. 3.5-a-b-c-d-e-f-g)

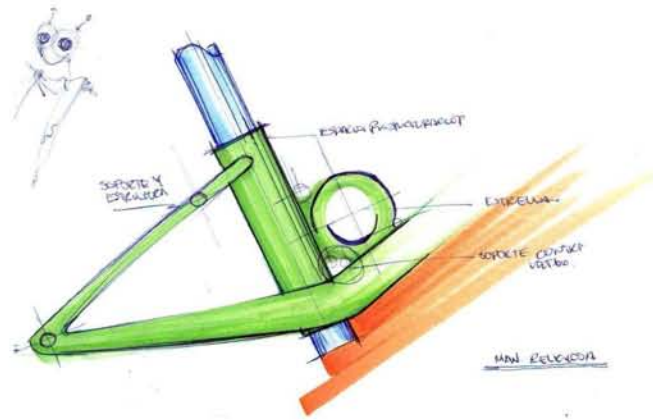


Fig. 3.5-a. Boceto de mantis

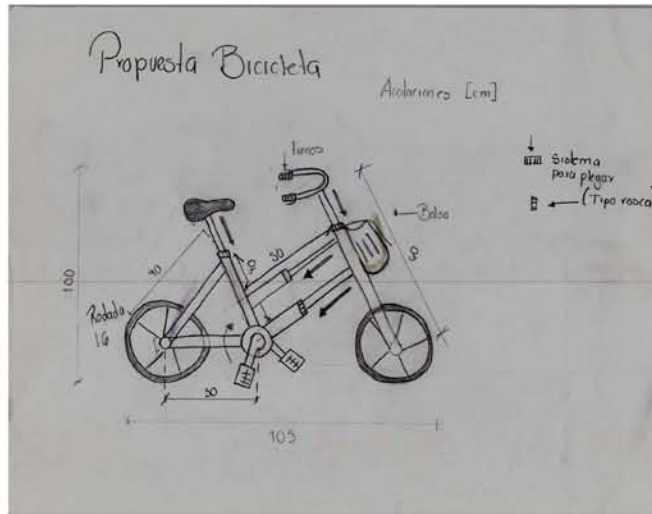


Fig. 3.5-b Boceto de la primera propuesta.



Fig. 3.5-c Boceto de un cuadro de bicicleta.

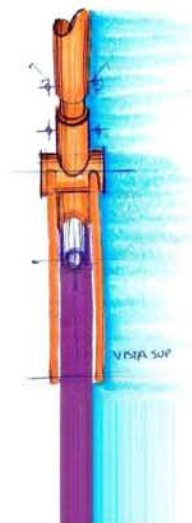


Fig. 3.5-d Boceto vista superior.

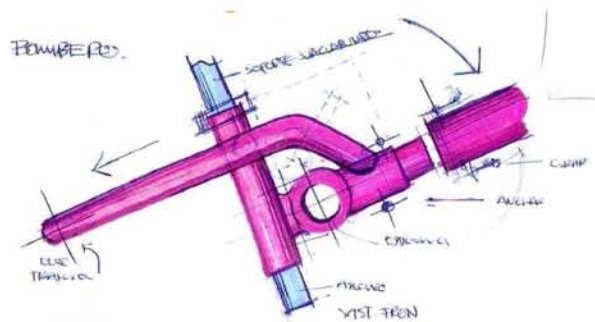


Fig. 3.5-e Boceto vista de sistema de plegado.

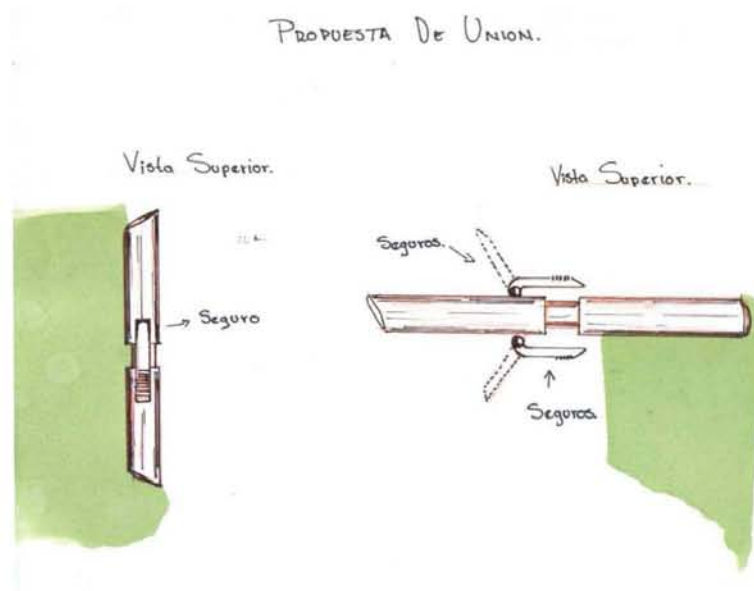


Fig. 3.5-f Boceto propuesta unión.

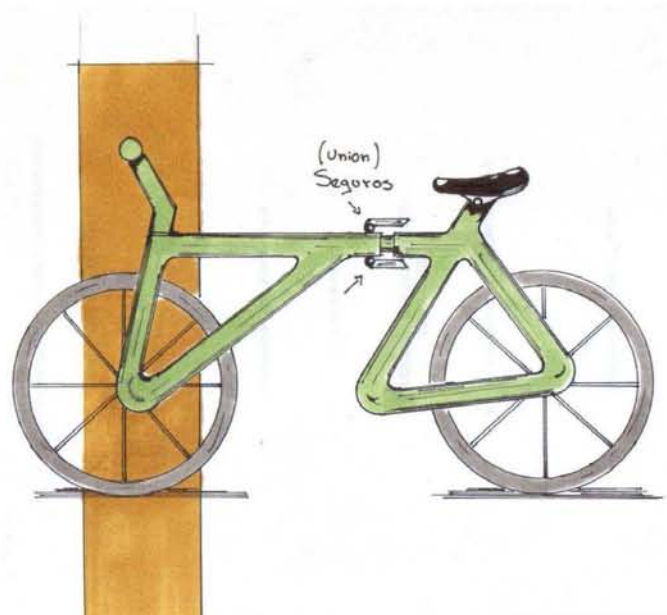


Fig. 3.5-g Boceto bicicleta con seguro para plegarse.

3.2.3 Material del cuadro de la bicicleta.

Otro de los aspectos a seleccionar es el material para la construcción de nuestra bicicleta. Para la selección nos basamos en sus propiedades mecánicas (Tabla 3.6) .

Se tomaron como punto de partida el aluminio y duraluminio, además se realizó una comparación algunos materiales de alta tecnología que están actualmente en el mercado. Esta información se presenta en las tablas. (Tabla 3.7).

Material	Módulo de Young (10^{11} N/m ²)	Densidad (10^3 Kg/m ³)	Velocidad del Sonido (m/s)	Resistencia a la Fatiga (10^7 N/m ²)	Máxima Deformación (10^{-3})
Aleación de Ti (Ti-6Al-4V)	1,06	4,4	4900	72	6,8
Duraluminio	0,74	2,8	5130	19	2,6
Aluminio bronce	1,43	8,5	4070	37	2,6
Latón	0,89	8,4	3240	15	1,5
Acero	2,2	7,8	5200	55	2,5

Tabla 3.6 Propiedades mecánicas de los materiales.

Tipo de aleación aluminio	Características	Uso en bicicletas
Aluminio 1xxx	Son aluminios de alta pureza, con un mínimo de un 99%	
Aluminio 2xxx	Son aleados con cobre, lo que mejora mucho su resistencia mecánica	No se usa mucho porque resulta difícil hacer formas complejas.
Aluminio 6xxx	Son con magnesio y silicio, se conforman fácilmente y tiene buenas propiedades mecánicas	Los típicos 6061 ó 6063 de muchos cuadros de bicicletas son de este tipo.
Aluminio 7xxx	Aleados mayoritariamente con cinc. La resistencia a la corrosión es, en general, peor que otras series, aunque para una bicicleta no suele ser realmente un factor.	El más típico es el 7005. El 7075, tiene una extraordinaria resistencia, pero no se utiliza para los complicados tubos del cuadro, sino que sólo para formas más o menos simples como manillares.

Tabla 3.7 Características de las aleaciones de aluminio.

3.3 Carta morfológica de la bicicleta plegable urbana.

CARTA MORFOLÓGICA DE FUNCIONES

Función	Sistema de tracción	Cadena / Estrella	Cardán	Banda de polea
		Interno	Externo	
	Llantas	Rodada 20	Rodada 24	Rodada 26
		Ambas iguales	Diferente tamaño	
		Fijas	Desmontables	
	Frenos	Disco	Gomas	Masa/En pedales
	Suspensión	Tijera	Cuadro	Cuadro y Tijera
		Fijos	Plegables	
	Pedales	Con sujeción de pie	Sin sujeción de pie	
		Plástico	Metal	
	Manubrio	Recto	En forma "U"	Con cuernos
		Plegable	Gire	Gire/Deslice
Sistema de pliegue	"libro"	"Abanico"	Acordeón	
Material	Fibra de Carbono	Aluminio/Aleaciones	Acero	
Imagen	Estilo de Imagen	Ligera visualmente	Robusta	
		Futurista	Clásica	
	Asiento	Con respaldo	sin respaldo	
		Con suspensión	Sin Suspensión	
		Ajustable	No ajustable	
Fijo	Gira			
Ergonomía	Carga secundaria	Canastilla fija	Canastilla desmontable	
		Canastilla trasera	Canastilla delantera	
	Transportación de Bici	posibilidad de cargar	Rodar	
		Manija retráctil	con el brazo plegable	con un tirante desmontable
Seguridad	Iluminación	Lámpara - Dinamo	Luces	
		Trasera	Delantera	Trasera y Delantera
Servicio	Mantenimiento	Fácil y Sencillo	Complicado	

Tabla 3.8 Carta Morfológica.

3.4 Evaluación y Selección.

La selección del concepto es el proceso de evaluar conceptos con respecto a las necesidades del cliente y a las especificaciones, comparando las fortalezas y debilidades relativas de los conceptos, y seleccionando uno o más de éstos para su desarrollo.⁶

En cuanto a la transmisión se enfocará a las opciones de un sistema de transmisión por cardán y un sistema de transmisión por cadena tradicional, se realizó una tabla de comparaciones (Tabla 3.9) y una matriz de selección (Tabla 3.10).

	Transmisión por cardán	Transmisión por cadena tradicional
Mantenimiento	Bajo: engrase interno.	Relativamente alto: limpiar, engrasar y tensar la cadena; limpiar, engrasar y regular el cambio de marchas.
Seguridad	Las marchas no saltan, ni hay partes externas que se muevan.	La cadena puede salirse o romperse. Las coronas dentadas, o platos, y la cadena a menudo no están protegidas.
Higiene	No hay aceite, grasa o suciedad.	Aceite, grasa y suciedad.
Pérdida de energía	máximo de 1%	Máximo de 2 % bajo las circunstancias más adecuadas. Por lo general, la pérdida de energía es considerablemente más elevada porque la cadena no está suficientemente engrasada, está sucia o mal regulada o roza con el cubrecadena.
Práctico	Para cambiar el neumático de la rueda posterior se tienen que destornillar algunas tuercas.	No es fácil sacar la rueda sin ensuciarse. Además hay que desmontar el cubrecadena, los engranajes y la cadena misma.
Sonido	Impulsión silenciosa	Impulsión ruidosa

Tabla 3.9 Comparativa de sistemas de transmisión.

⁶ Ulrich, K., Eppinger S. "Diseño y Desarrollo de productos".

Criterios de selección	CONCEPTOS	
	Transmisión por cardán	Transmisión por cadena
Fácil de utilizar	+	0
Durabilidad	+	0
Resistente	-	-
Fácil de manufacturar	-	+
Portabilidad	-	-
Ligera	0	0
Mantenimiento	+	-
Seguridad	+	0
Higiene	+	-
Pérdida de energía	0	0
Práctico	+	0
Sonido	+	-
Sumar +	7	1
Sumar 0	2	6
Sumar -	3	5
Puntuación Neta	4	-4
Rango	1	2
¿Continua?	Sí	No

+	Mejor que
0	Igual que
-	Peor que

Tabla 3.10 Matriz de visualización del concepto de la transmisión.

Como resultado de la información mostrada en las tablas 3.9 y 3.10, se seleccionó una transmisión por cardán, ya que esto brinda beneficios como estética, seguridad, manufactura, y un fácil mantenimiento.

También se realiza una matriz de visualización del concepto de material, con base en la información recabada acerca de aluminios (Tabla 3.11).

Criterios de selección	CONCEPTOS		
	Aluminio 6xxx	Aluminio 7xxx	Acero Chromoly 4130
Uso en bicicletas actualmente	+	0	0
Resistencia	+	+	+
Uso industrial	+	-	-
Fácil de manufacturar	+	-	0
Costo	+	0	+
Peso	+	-	+
Mantenimiento	0	0	0
% de Fuerte	0	+	0
Fácil de conseguir	+	-	-
Práctico	+	-	-
Tecnología	0	+	+
Sumar +	8	3	4
Sumar 0	3	3	4
Sumar -	0	5	3
Puntuación Neta	8	-2	1
Rango	1	3	2
¿Continua?	Sí	No	No

+	mejor que
0	igual que
-	peor que

Tabla 3.11 Matriz de visualización del concepto material.

Características del aluminio que se propone:

ALUMINIO 6063

La aleación de aluminio que utilizará refiere a la norma SAE 6063. El tratamiento térmico es el T-52. Se trata de la aleación de más uso en el mercado, en cuanto a aluminio extruido se refiere.

El aluminio extruido 6063 es un metal con excelentes cualidades. Es muy ligero (tres veces más ligero que el acero). Además es de fácil reciclado, dotándolo de una calidad ecológica y de ahorro energético al reciclar.

- Propiedades mecánicas típicas (a temperatura ambiente de 20° C) del estado T-52:

Carga de rotura (Rm. N/mm ²)	215
Límite elástico (Rp 0,2. N/mm ²)	175
Alargamiento (a 5,65 %)	14
Dureza Brinell (HB)	60

- Propiedades físicas típicas (a temperatura ambiente de 20° C)

Modulo elástico (N/mm ²)	69.500
Peso específico (g/cm ³)	2,7
Coefficiente de dilatación lineal (1/10 ⁶ K)	23.5
Resistividad eléctrica (n_ cm ²)	3.1 (T5)

- Aptitudes tecnológicas:

1. Mecanización:

- a) fragmentación de la viruta, regular.
- b) brillo de superficie, muy buena.

2. Recubrimiento:

- a) lacado, muy buena.
- b) galvanizado, buena.
- c) Níquel químico, buena.

3. Anodizado:

- a) de protección, muy buena.
- b) decorativo, muy buena.
- c) anodizado duro, muy buena.

- Comportamiento natural:

- a) en ambiente rural, muy buena.
- b) en ambiente industrial, muy buena.
- c) en ambiente marino, buena.
- d) en agua de mar, buena.

Para definir la geometría del cuadro se analizaron los bocetos escogiendo el cuadro en concepto al insecto *mantis* (Fig. 3.12 a-b). Como resultado que éste insecto refleja suavidad, calidez, resistencia, plegabilidad en sus patas y sobre todo una buena imagen de colores y estética se llega a la conclusión de que coincide con los conceptos que se pretenden utilizar en la bicicleta y que así mismo lo refleje (Ver Aneo A).



Fig. 3.12-a. Imagen de una mantis religiosa.

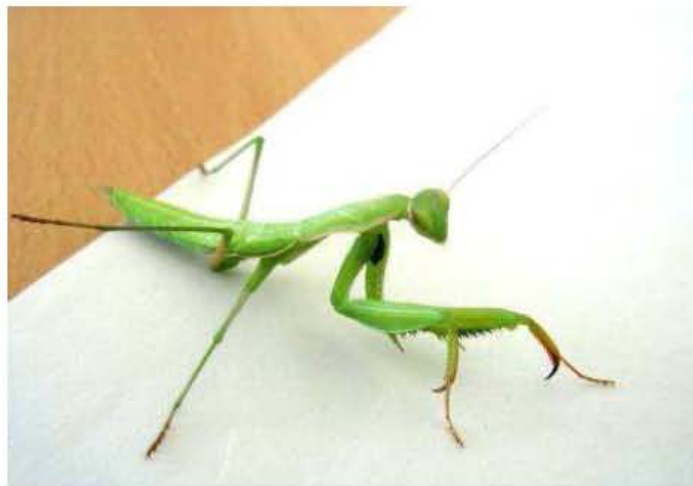


Fig. 3.12-b Mantis religiosa .

Se decide seleccionar el boceto de la mantis religiosa (Fig. 3.5-b), de los demás bocetos, ya que se quiere un concepto nuevo, raro, diferente pero divertido e innovador. Además que con ese diseño se visualiza que es más fácil producirlo, ya que con el tubo, solo tendríamos que hacer dobleces para que el tubo tomara la forma de la mantis religiosa. El color de la mantis, el verde se relaciona con un concepto de limpio y ecológico. Aunque la bicicleta puede tener otros colores, llamativos para los jóvenes y colores oscuros para quien así lo desee. Y conforme al desarrollo se elabora un boceto más definido (Fig. 3.13 y 3.14).

3.5 De las ventajas competitivas a nuestra selección.

SERVICIO:

a) Mantenimiento: Más rápido y más limpio.

- 1- Al no tener cadena, el engrase se hace internamente
- 2- Para cambiar la rueda trasera solo se desatornillan dos tuercas.

b) Accesible: Más rápido

- 1- El cambio de la rueda trasera, lo puede hacer el usuario.
- 2- El tiempo para cambiar el neumático, es más rápido, ya que, no se necesita llevar la bicicleta a un taller para que la arreglen.

COMODIDAD:

El diseño permite que la bicicleta sea fácil de manipular, esto es al momento de accionarla y al momento de tener contacto con las partes de la misma como al manubrio, asiento etc.

LIGEREZA:

Se propone que la bicicleta sea de materiales ligeros (aluminio 6063) para tener una fácil transportación como en el transporte público, metro etc., y en general para tener un desplazamiento más ágil.

UNISEX:

Se propone un diseño en el cual tanto hombres como mujeres tengan fácil acceso a ella, como ejemplo tenemos el cuadro (no debe ir muy arriba la barra superior, ya que esto causa problemas a las mujeres que utilizan falda para el ascenso y descenso, por otro lado se proponen colores que vayan con ambos sexos (se proponen colores primarios).

LIMPIEZA:

En cuanto a la limpieza el diseño prescinde de cadena esto da una apariencia sin grasa, ya que el punto de tracción la genera un cardán.

RESISTENTE:

El cuadro de nuestra bicicleta estará hecho de un material que tenga la resistencia suficiente para el uso urbano donde se pretende que se utilice la bicicleta, y se usará aluminio 6063. Además éste tipo de aluminio tiene un mayor resistencia a los factores naturales.

PRODUCCIÓN:

El fabricar un sistema de cardán elevaría el costo de producción por lo tanto se compraría directamente el cardán prefabricado, con algún proveedor adecuado.

ECONÓMICA:

La bicicleta será más económica y accesible para los usuarios que pretendan adquirir el producto.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE CONFIGURACIÓN.

4.1 Evaluación y selección.

El desarrollo que se ha venido dando desde la definición del problema, pasando por el diseño conceptual hasta el diseño de configuración ha permitido llegar a un diseño innovador. Enfocándonos desde un principio en la fortaleza que el insecto mantis nos puede ofrecer. El diseño de configuración que se obtuvo muestra algunos cambios principalmente por su tamaño, estética, y para que tenga un diseño mecánico óptimo para su uso y su funcionamiento total. (Fig. 4.1)



Fig. 4.1 Evolución idea - diseño de conceptual - diseño de configuración.

4.2 Opciones de selección.

A lo largo del diseño de configuración de la bicicleta urbana plegable se realizaron varios cambios pequeños detalles que son bastante importantes, por ejemplo se le aumentaron salpicadera trasera y delantera, luces. El diseño original era muy alargado (Fig. 4.1), así que se recortó el cuadro y se le dio una pequeña deformación. (Fig. 4.2).



Fig. 4.2 Bicicleta acortada.

Además el primer enfoque era poner los frenos en la parte baja de la llanta trasera (Fig. 4.3), y en nuestra solución final los colocamos en la parte de arriba convencional de las bicicletas, ya que sería muy difícil doblar el chicote de los frenos. Así que el diseño final tiene los frenos en la parte posterior alta (Fig. 4.4). En el diseño de la bicicleta también se analizaron los detalles ergonómicos necesarios para diseñar y utilizar una bicicleta convencional.



Fig. 4.3 Frenos en la parte de abajo, primer diseño.

4.3 Diseño Final.



Fig. 4.4 Diseño Final. Vista isométrica.



Fig. 4.5 Diseño final. Vista frontal.

4.4 Factor Humano.

En esta etapa se le dio mucha importancia a la bicicleta en como interactúa con el hombre, en las siguientes figuras se observa esta interacción (Ver anexo B).



Fig. 4.6 Vista lateral.



Fig. 4.7 Vista frontal.



Fig. 4.8 Factor humano perspectiva.



Fig. 4.9 Humano junto a la bicicleta.

4.5 Funcionamiento.

La bicicleta tendrá como innovación que será plegable y tendrá un sistema de transmisión por cardán. Una bicicleta plegable permite ser reducida, y poder transportarla en otros transportes públicos o privados de manera más fácil.

Depende la práctica, pero en cuestión de 20 segundos la bicicleta se plegará y se desplegará fácilmente. El sistema de plegado es muy sencillo son pocos pasos y se muestran a continuación.



Fig. 4.10 Doblar por la mitad.



Fig. 4.11 Doblar perpendicularmente.



Fig. 4.12 Juntar ambos extremos.



Fig. 4.13 Girar manubrio y doblar pedales.



Fig. 4.14 Totalmente doblada.



Fig. 4.15 Bicicleta doblada.



Fig. 4.16 Bicicleta doblada, vista lateral.

4.6 Accesorios



FRENOS
DE GOMA



SILLIN



4.7 Cardán, como un sistema de transmisión alternativo al de cadena.

El cardán es un componente mecánico que permite unir dos ejes que giran en ángulo uno respecto del otro. Su objetivo es transmitir el movimiento de rotación de un eje al otro a pesar de ese ángulo.

4.7.1 Historia del Cardán.

Aunque no se aplicara de forma amplia en la transmisión, los chinos ya habían aplicado rudimentariamente la que hoy conocemos por unión tipo cardán; se han conservado ejemplos muy antiguos de máquinas con engranajes. Un ejemplo es el llamado "carro que apunta hacia el Sur" (120-250 dC), un ingenioso mecanismo que mantenía el brazo de una figura humana apuntando siempre hacia el Sur gracias al uso de engranajes diferenciales epicicloidales. Algo anteriores, aproximadamente del año 50 dC, son los engranajes helicoidales tallados en madera y hallados en una tumba real en la ciudad china de Shensi (Fig. 4.17).

La historia de este mecanismo no es menos singular. Fue divulgado por el sabio italiano en el siglo XVI Girolamo Cardano (1501-1576) quien estudió el mecanismo de transmisión en los incensarios chinos. Sin embargo, el cardán (nombre en honor al sabio italiano) sería reinventado por el físico inglés Robert Hooke (1635-1703) quien para el movimiento de un helioscopio diseñó el empalme universal. El empalme de sir Robert Hooke era idéntico en principio al empalme del cardán actual, aunque seguía el diseño del cardán chino pero diferente en uso, así que ninguno de los dos hombres puede ser acreditado con la invención de la transmisión tipo cardán como se conoce. Además el cardán está patentado desde 1893. (Fig. 3.4)



Fig. 4.17 Engranajes helicoidales de madera.

Así mismo Leonardo da Vinci, muerto en Francia en 1519, dejó numerosos dibujos y esquemas de algunos de los mecanismos utilizados hoy diariamente, incluyendo varios tipos de engranajes de tipo helicoidal. (Fig. 4.18)



Fig. 4.18 Engranaje helicoidal de Leonardo.

A principios del siglo XX hubo algunos intentos para aplicarlo en las bicicletas. La idea de la transmisión por cardán fue anterior al invento de la cadena y fueron populares en algunas de las primeras bicicletas. Sin embargo, su mecanismo era demasiado pesado y exigía que el cuadro fuera mayor, por lo que fueron reemplazadas por las bicicletas con cadena que eran más ligeras. Para poder disponer de un buen desarrollo con varias marchas se equipan con un cambio interno en la rueda trasera.

4.7.2 Funcionamiento.

Este sistema lleva la transmisión directa de los pedales a la rueda tractora trasera, en lugar de hacerlo sobre la tradicional rueda dentada del piñón sino sobre un mecanismo de empalme tipo cardán.



Fig. 4.19 Cardán de bicicleta.

La transmisión se produce a través de engranajes cónicos y un eje de transmisión. Estos engranajes cónicos están colocados en un ángulo de 90 grados con respecto los unos de los otros.

El cardán está formado por un sistema de engranaje cónico. Los engranes cónicos se usan para conectar dos árboles que se intersecan. Un engranaje es un mecanismo utilizado para transmitir potencia mecánica entre las distintas partes de una máquina. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas. Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía, hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo.

4.7.3 Desarrollo y partes de un cardán.

El cardán que se utiliza en la bicicleta está formado por un tipo de engranaje cónico que se utiliza para conectar dos árboles que se intersecan, a cualquier razón dada de velocidades. Como se muestra en la figura 4.20 se ve que las superficies de paso de los engranes cónicos son troncos de conos cuyos vértices están en la intersección de los ejes. Aunque los engranes cónicos pueden conectar árboles que se intersecan a cualquier ángulo, la mayor parte de las aplicaciones son para ángulos rectos.

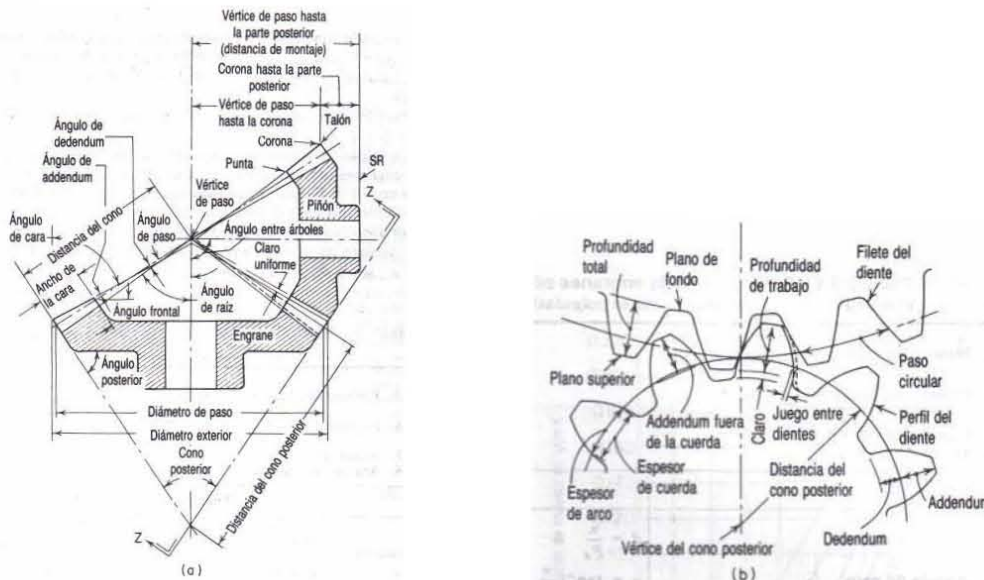


Fig. 4.20 a-b Engranajes cónicos rectos.

Engranajes cónicos helicoidales.

Se utilizan para reducir la velocidad en un eje de 90° . La diferencia con el cónico recto es que posee una mayor superficie de contacto. Es de un funcionamiento relativamente silencioso. Además pueden transmitir el movimiento de ejes que se corten. Los datos constructivos de estos engranajes se encuentran en prontuarios técnicos de mecanizado.

Actualmente ya existen algunas empresas internacionales que se dedican a la fabricación de cardanes para bicicleta. Estos sistemas de transmisión que existen están fabricados con acero, cromo y algunas aleaciones de aluminio. También existen versiones de cardanes con cambios de 8 y 7 velocidades que ofrecen las compañías y son utilizados por empresas de bicicletas en el mercado europeo.

4.7.4 Ventajas y desventajas.

Entre las ventajas estéticas está la de ser un sistema limpio ya que no precisa del engrase externo de la cadena y que otorga una singular figura a la bicicleta que además facilita ser transportada fácilmente sin riesgo alguno. Se trata de un mecanismo extremadamente silencioso, que permite una gran rapidez en el cambio de marchas y que

por ser de tipo interno permite seleccionar cualquier marcha estando la bicicleta completamente parada. En contra partida sólo puede montarse con cambios internos por lo que tiene una limitación en desarrollo.

Ventajas.

- Durabilidad. El sistema de cardán es menos propenso a que se rompa o se descomponga, un problema muy común en la cadena.
- El uso de un sistema de engranaje crea un suave y más consistente pedaleo.
- Seguridad y limpieza. El usuario no se ensuciará de la grasa de una cadena y tampoco se lastimará con la cadena tradicional ya que no existe riesgo de que la ropa se atore.
- Bajo mantenimiento que un sistema de cadena ya que el sistema de cardán está protegido por un tubo.
- La eficiencia en el pedaleo es del 99 % mientras que en la cadena oscila entre el 75 % y el 98 % cuando está perfectamente ajustada.
- Protección contra el clima. Mientras una cadena siempre está expuesta a la lluvia, lodo, y otras condiciones climáticas, el sistema de cardán está protegido contra esto.
- Mayor espacio: con la ausencia de una cadena estorbosa u otros dispositivos la bicicleta cuenta con mucho mayor espacio hacia los lados.

Desventajas.

- El cardán tiene un peso mayor que un sistema de transmisión por cadena tradicional, usualmente de 1 a 2 kg más pesado.
- Con un óptimo mantenimiento la cadena ofrece una mayor eficiencia
- La cadena puede ser protegida con alguna cubierta de plástico o metal para así evitar que se moje con la lluvia y que no ensucie al usuario.
- Bicicletas que se desarman tiende a ser más complicado el diseño, que bicicletas con una cadena tradicional.

CAPÍTULO 5

DISEÑO DE DETALLE.

En el diseño de detalle ya se tienen claras las características globales del producto. Los estudios a realizar en la fase de diseño de detalle se refieren a todos los aspectos del producto, y deben contemplar todos los factores relevantes: forma y diseño de los componentes, número de componentes, aspectos ergonómicos. Así como se establece en el capítulo 1, sólo se analizarán el estudio ergonómico, los planos del cuadro de la bicicleta y un análisis por elementos finitos del cuadro de la bicicleta.

5.1 Ergonomía.

El estudio de la ergonomía constituye la relación hombre-objeto-entorno, cuyos objetivos están enfocados a la optimización de la eficiencia de la acción humana.

El objetivo es lograr que la mayor parte de los operadores o usuarios puedan operar una bicicleta, meta que se establece no puede ir más allá del 90 o 95% de los usuarios, debido a los casos extremos que siempre existen en toda población.

Para el estudio de la ergonomía en la bicicleta debemos tomar en cuenta varias dimensiones para el buen diseño de una bicicleta. Las dimensiones del cuerpo humano que influyen en el desempeño de las personas son de dos tipos esencialmente: a) dimensiones estructurales: que son las distintas partes o elementos estructurales del cuerpo como la estatura, longitud del brazo, longitud de la mano, altura de la rodilla y b) dimensiones funcionales: éstas influyen con el movimiento y la acción de segmentos corporales en el espacio de trabajo, por ejemplo: la zona de alcance de comodidad, la zona de alcance funcional máximo y mínimo de la mano. En el ANEXO C se muestran datos de las medidas antropométricas de una población específica de la Ciudad de México, personas de entre 18 a 68 años sexo masculino.

La bicicleta es una máquina a la que se adapta la persona con todo su cuerpo. Por esta razón, no se puede valorar la idoneidad sin analizar todas las características ergonómicas de la bicicleta que usamos. En cualquier caso, respecto al sillín es evidente que la extensa variedad en el mercado no facilita su correcta elección. A modo general lo importante es evitar presiones sobre las partes perineales y que el peso del cuerpo se distribuya sobre la mayor área de contacto posible. Los sillones pueden clasificarse para tres grandes usos: bicicleta de montaña, carretera y urbana. Las formas y medidas deben adaptarse a la función pues la inclinación sobre la bicicleta y, en general, como se ejerce la fuerza del pedaleo son diferentes. Lo que sí que podemos valorar es que hombres y mujeres tenemos medidas entre diferentes. Las mujeres tienen una mayor distancia (entre 12 y 13 cm.) mientras que en los hombres es algo más estrecho (11-12 cm.). Finalmente, el gel es un material de reciente incorporación que ha demostrado que absorbe mejor el efecto de la presión y por ello este material por sí solo puede reducir entre un 50 - 80 % la presión perineal.

5.2 Modelos en 3D

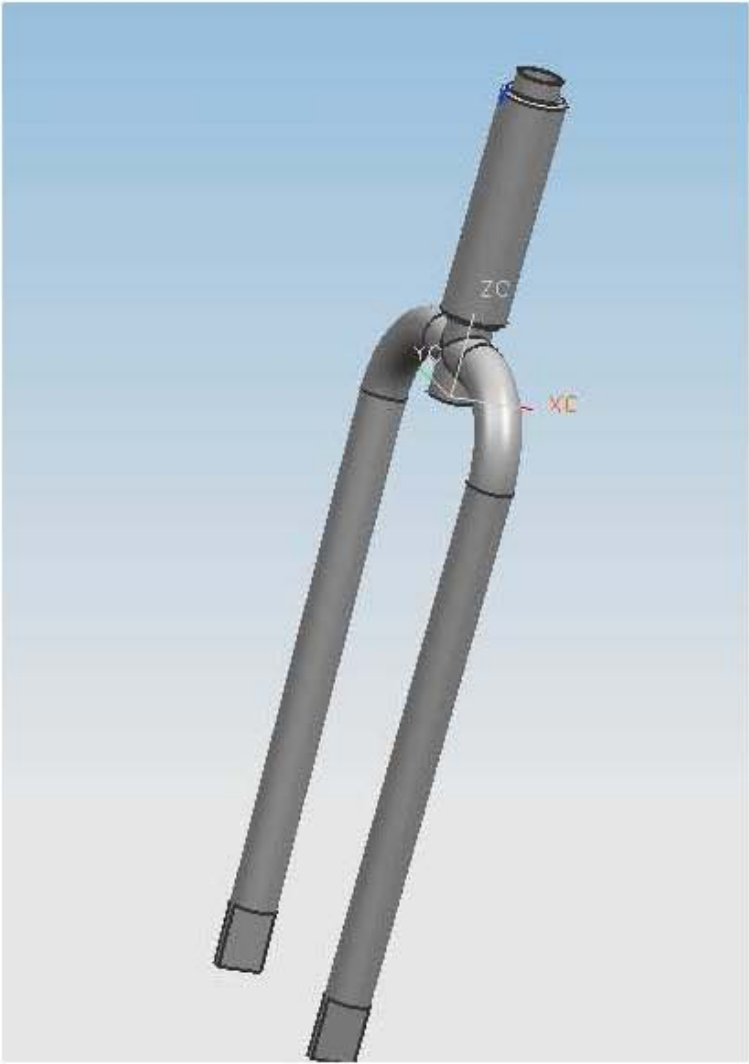


Fig. 5.1 Modelo en 3D. Tijera delantera.

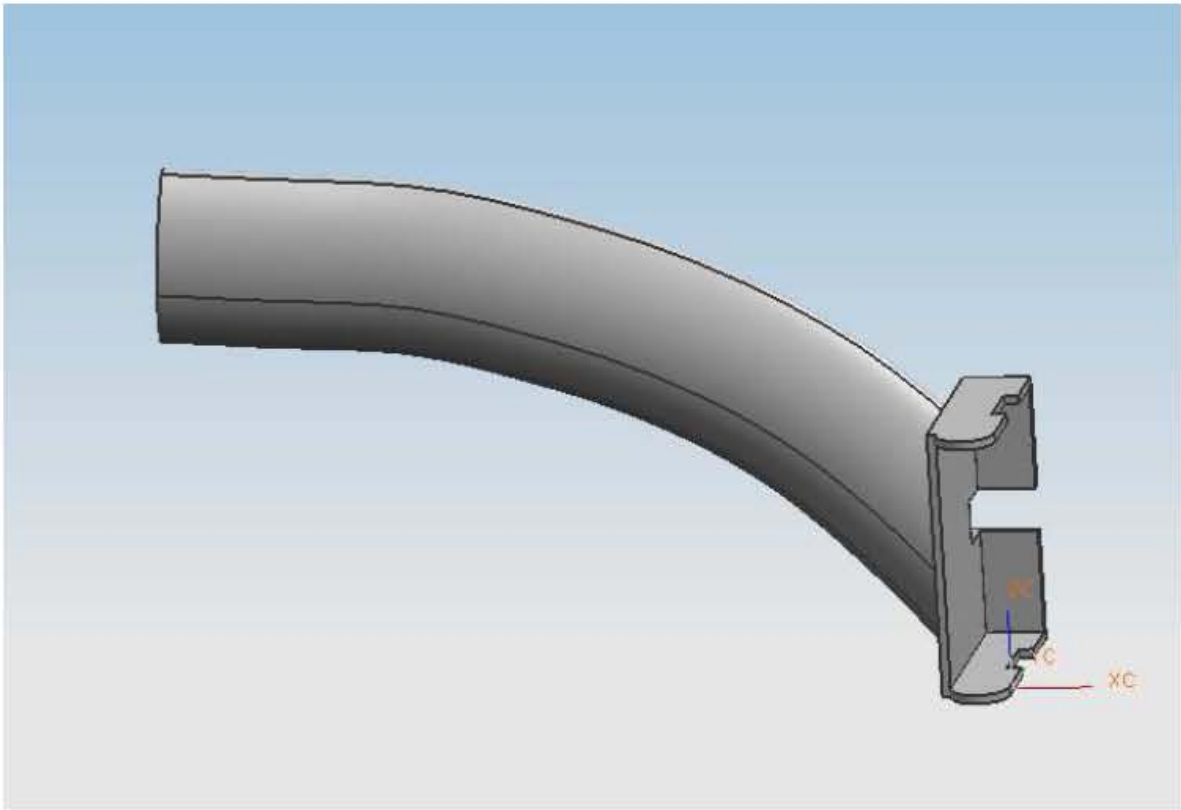


Fig. 5.2 Modelo en 3D. Tubo central parte izquierda.

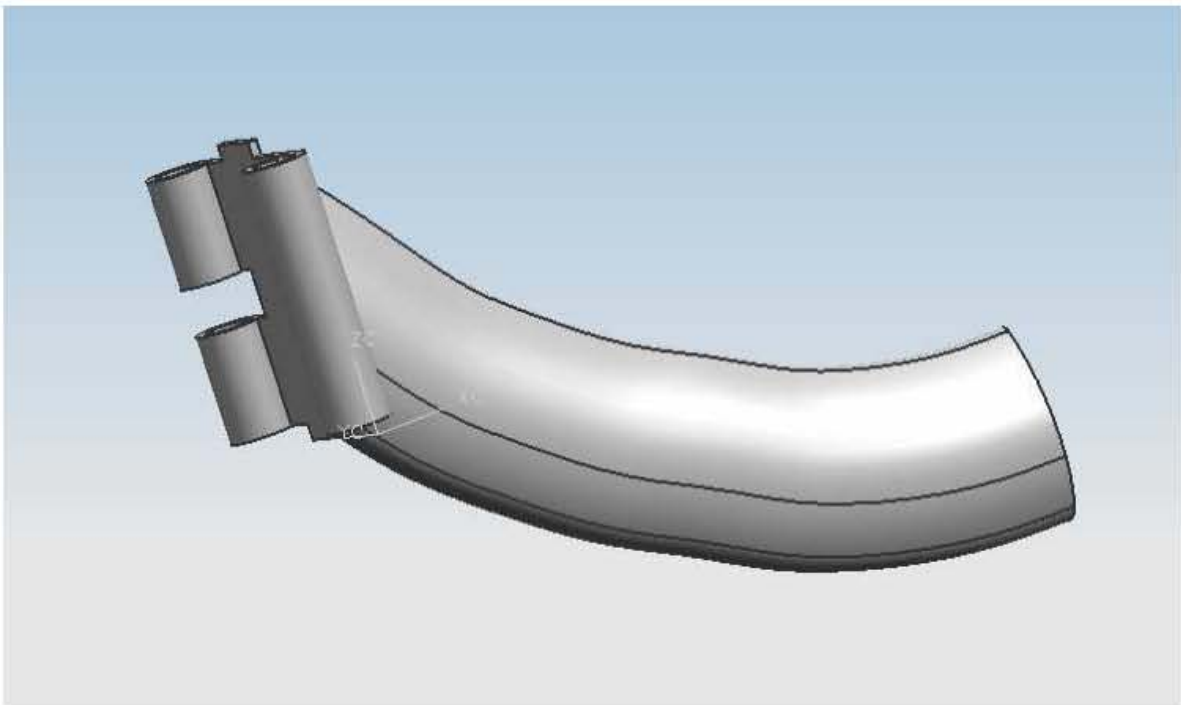


Fig. 5.3 Modelo en 3D. Tubo central parte derecha.

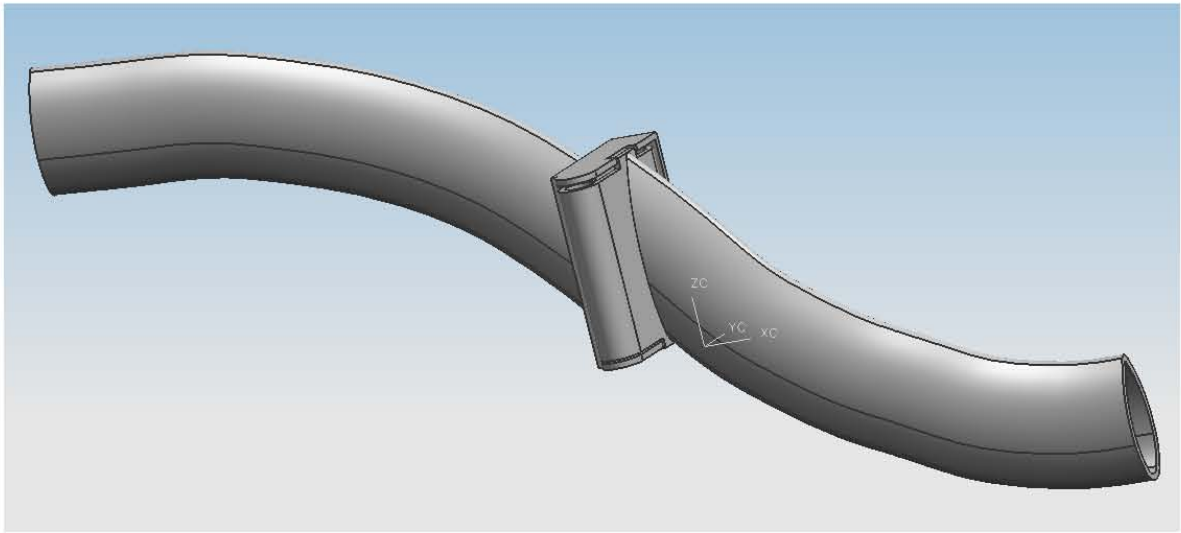


Fig. 5.4 Modelo en 3D Tubo central, ensamble.

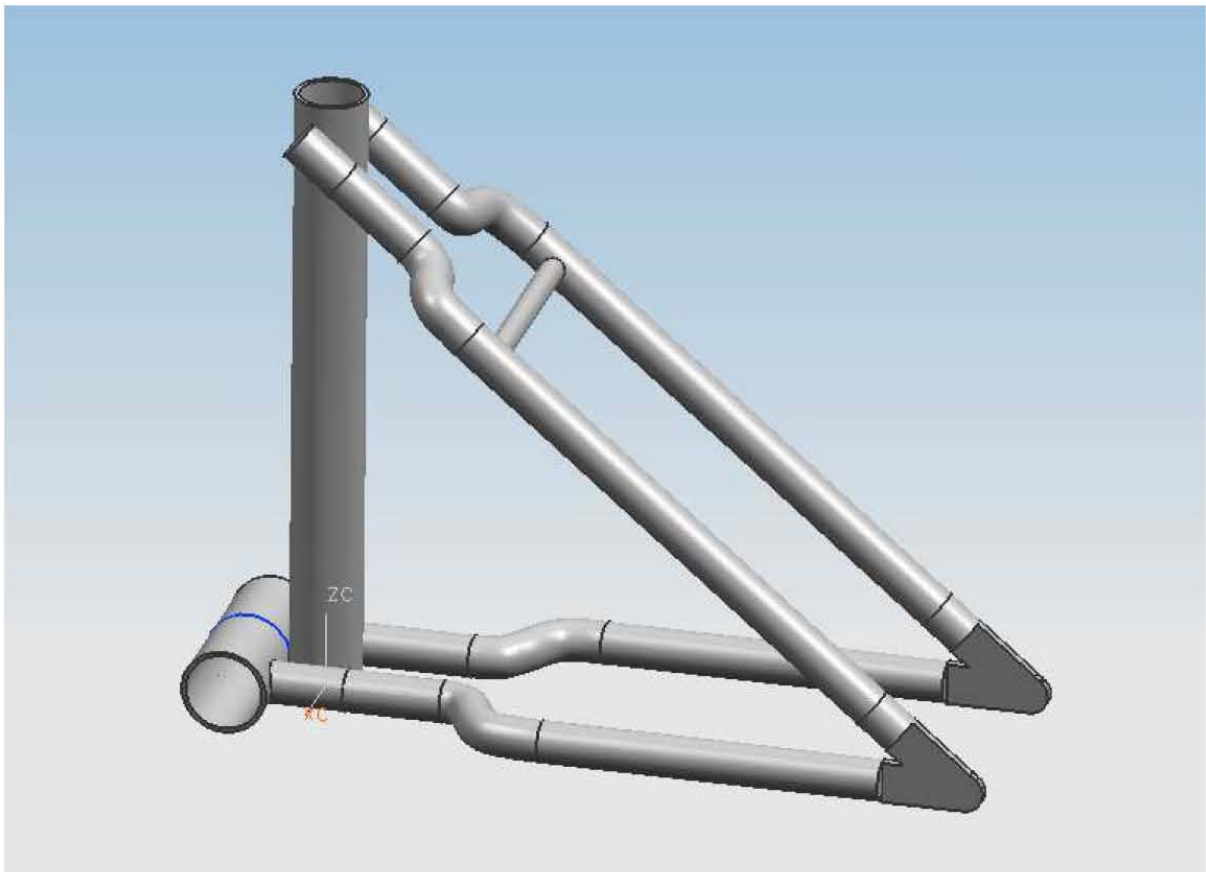


Fig. 5.5 Modelo en 3D. Tijera trasera.

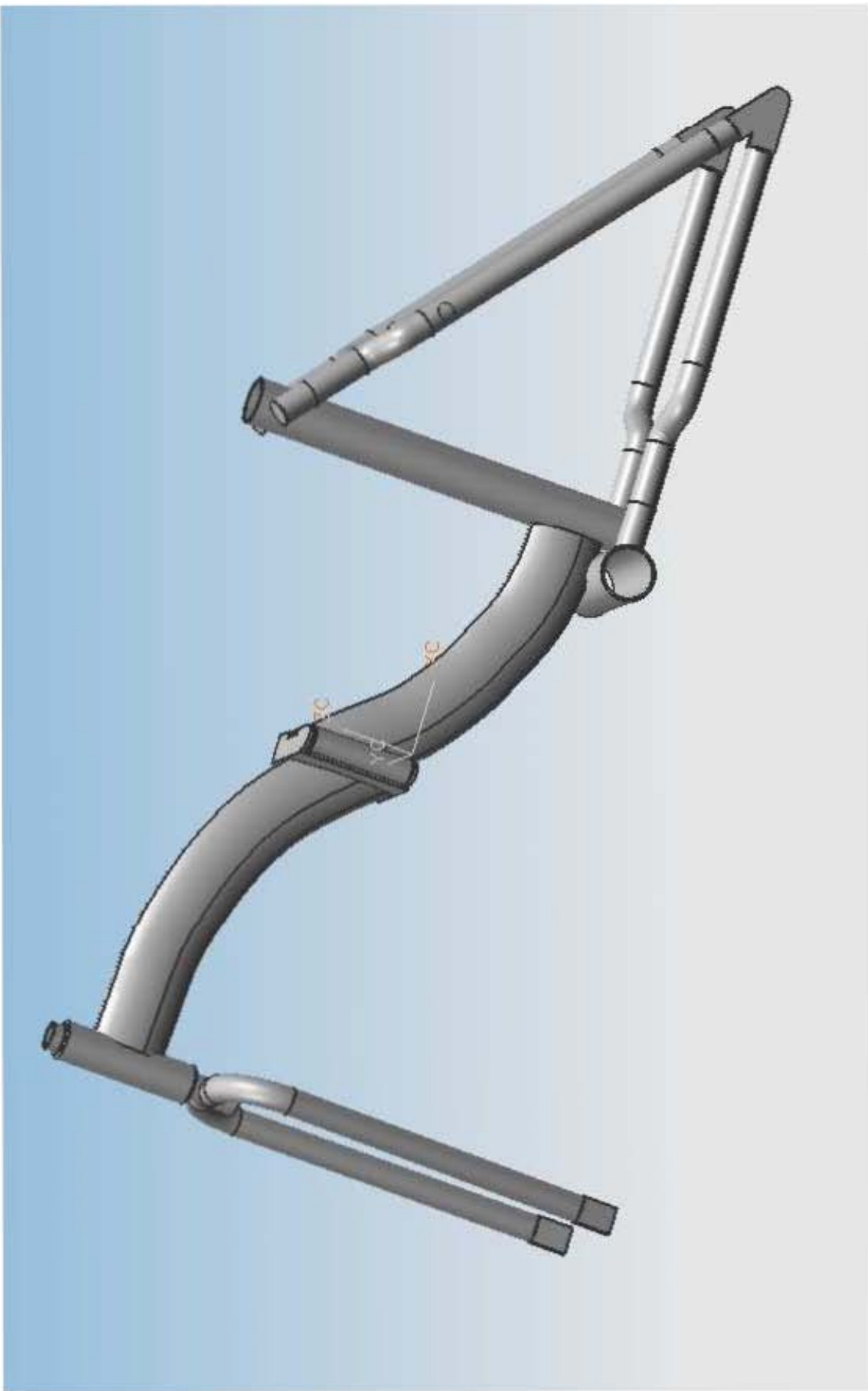
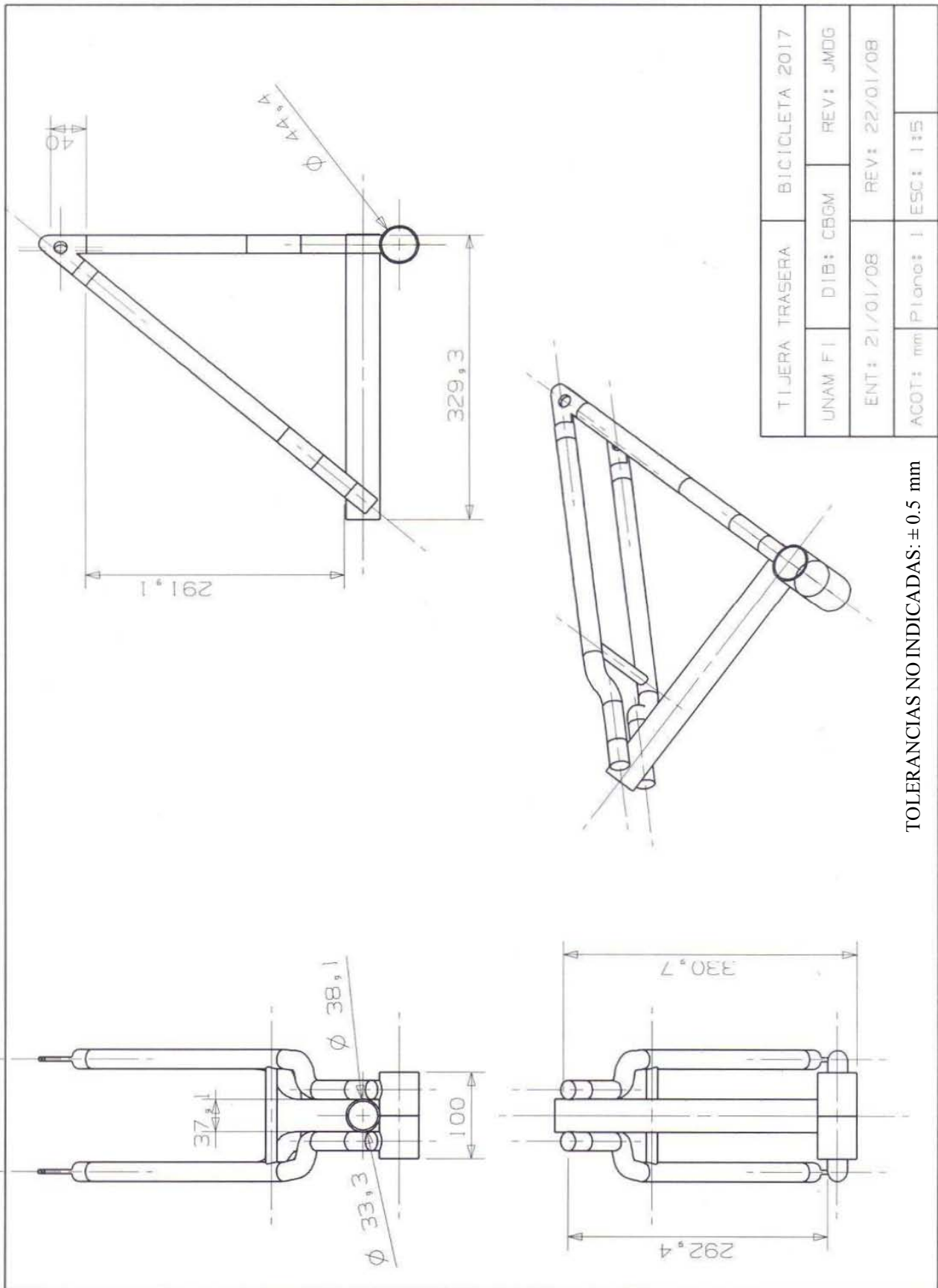
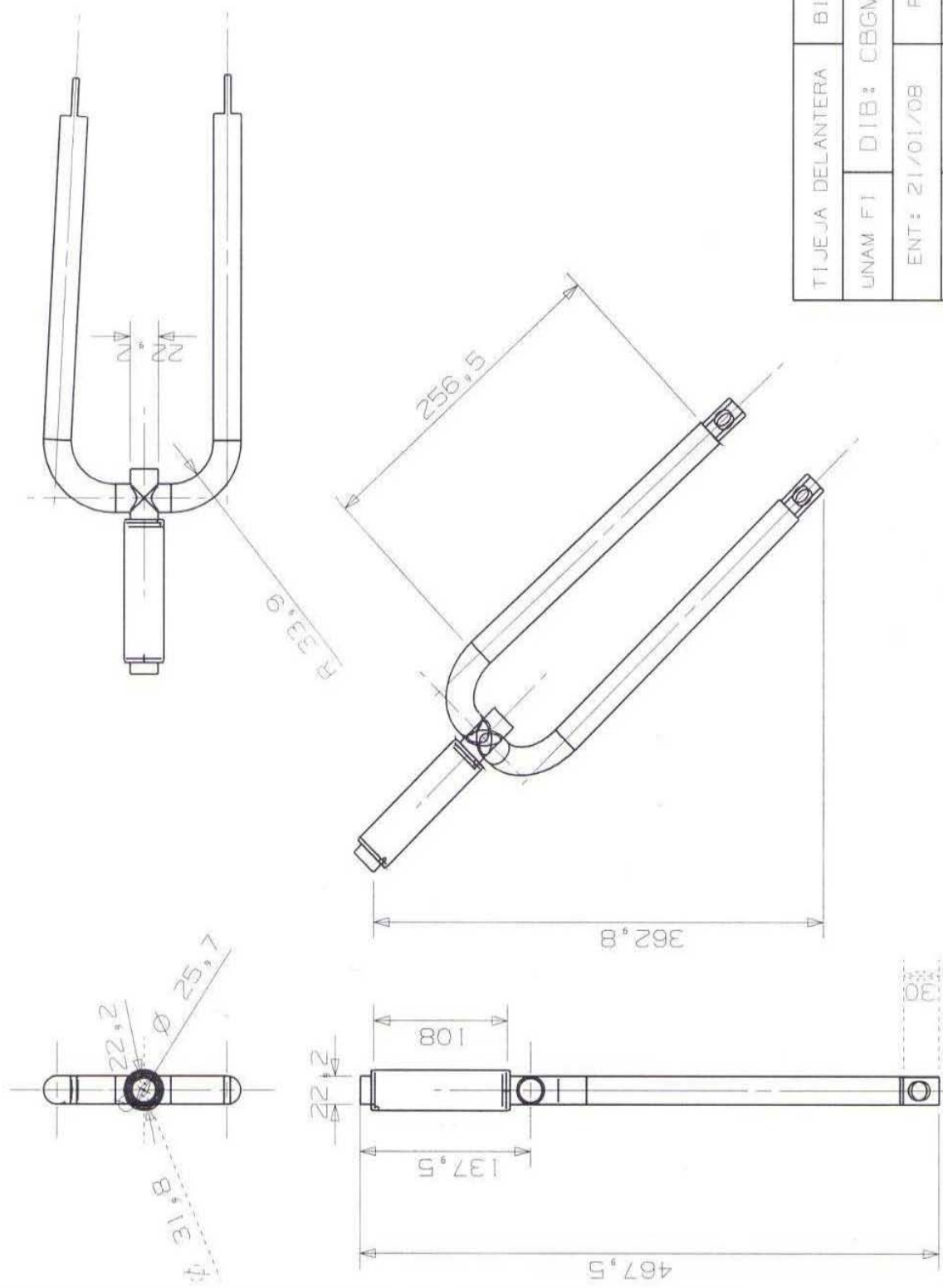


Fig. 5.6 Modelo en 3D. Cuadro de la bicicleta plegable, ensamble.

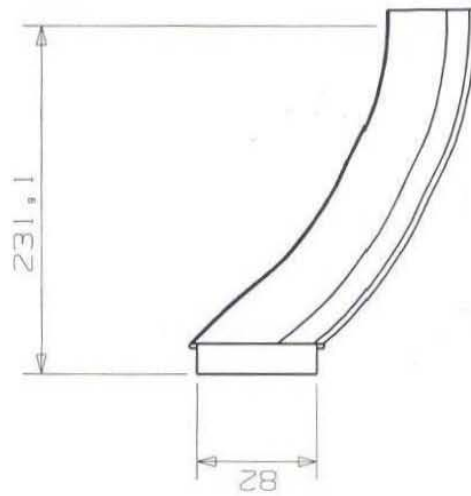
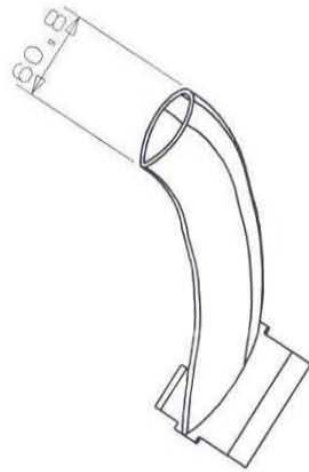
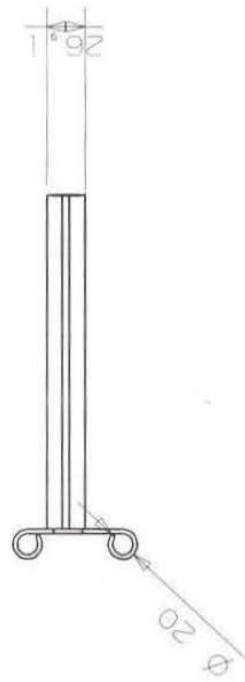
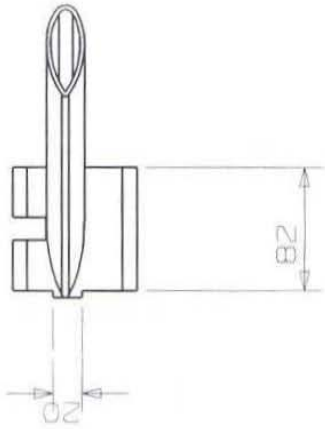
5.3 Planos y Especificaciones.





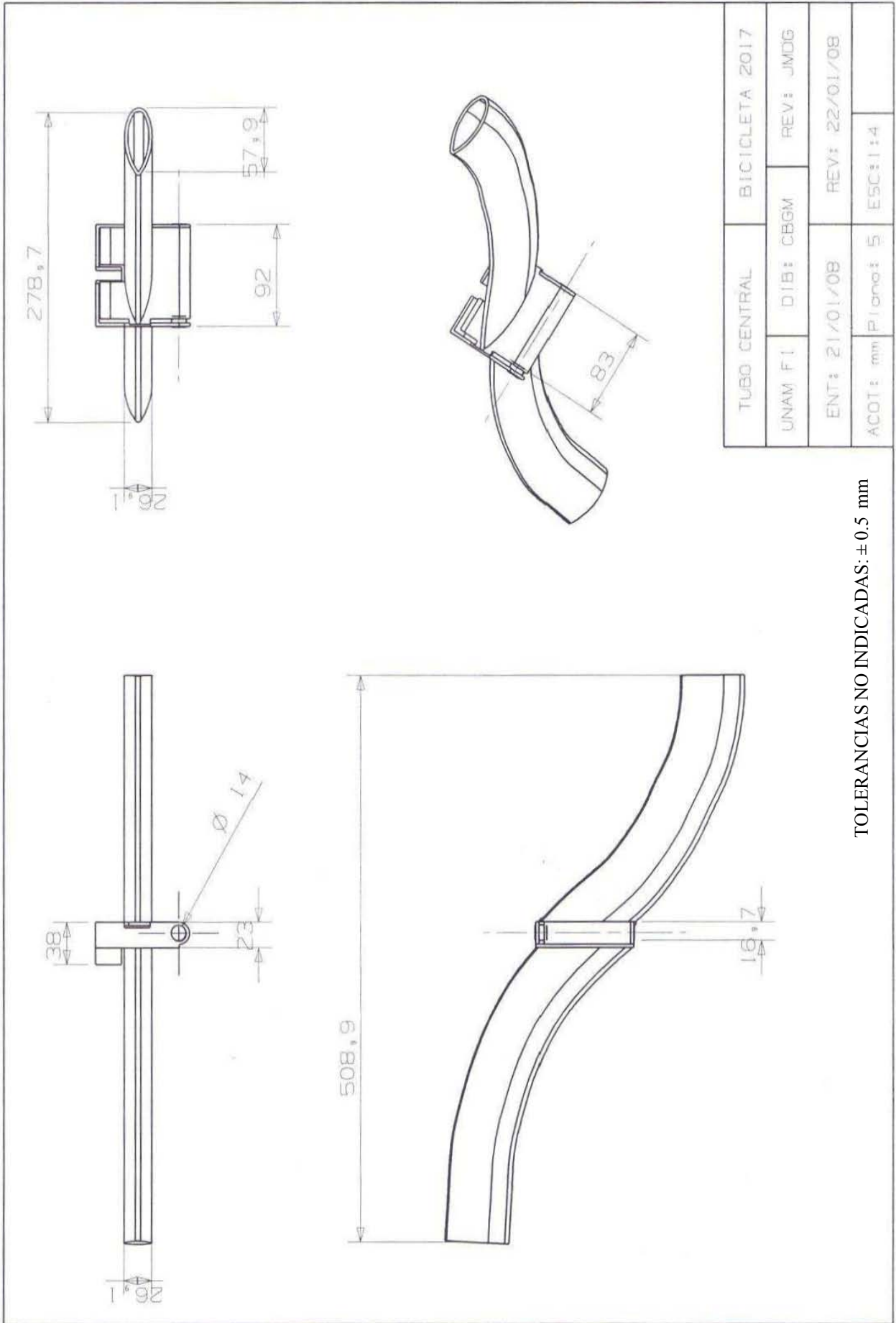
TIJEJA DELANTERA		BICICLETA 2017	
UNAM F1	DIB: CBGM	REV: JMDG	
ENT: 21/01/08		REV: 22/01/08	
ACOT: mm	Plano: 2	ESC: 1:4	

TOLERANCIAS NO INDICADAS: ± 0.5 mm

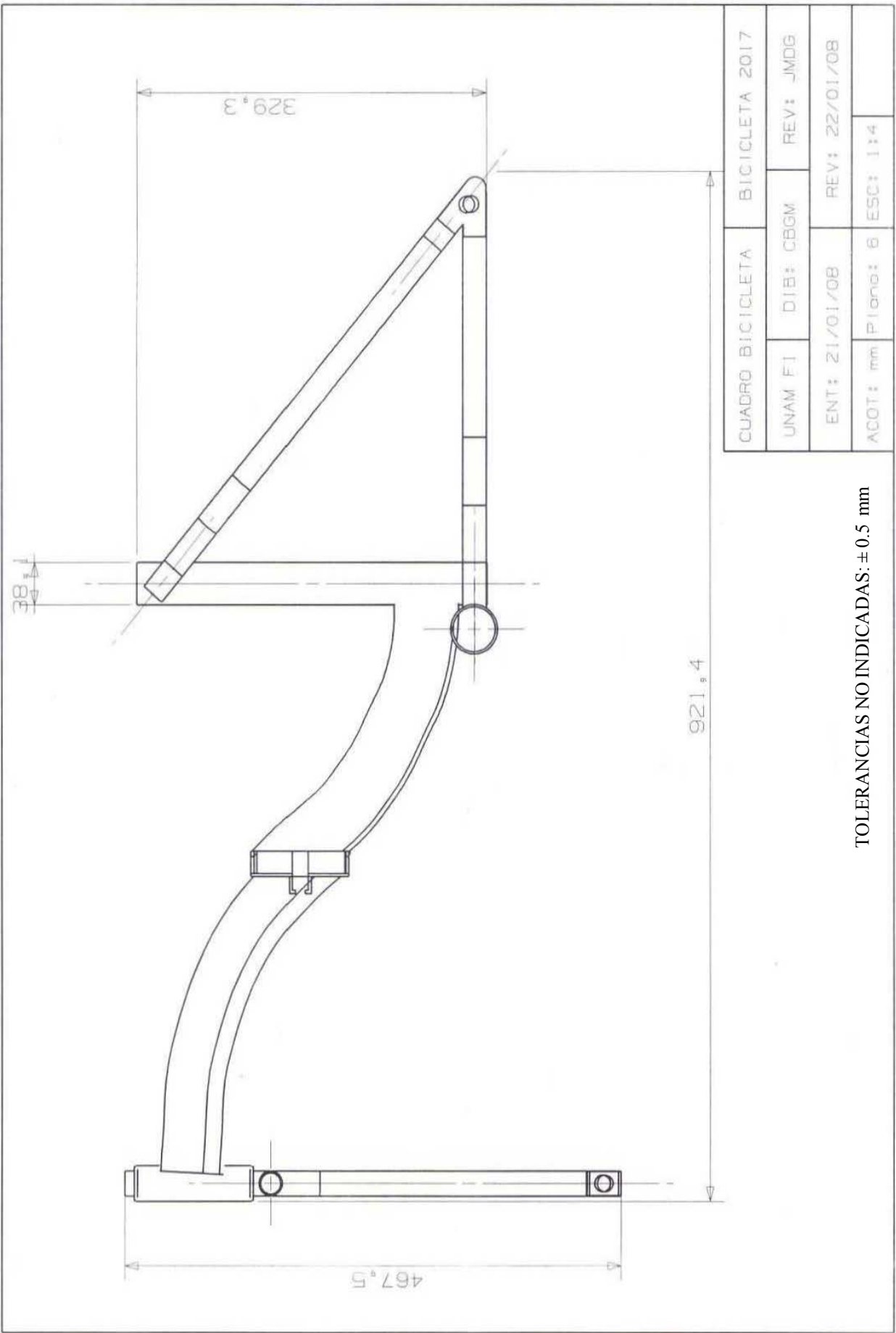


TUBO CENTRAL DER.		BICICLETA 2017	
UNAM F1	DIB: CBGM	REV: JMDG	
ENT: 21/01/08		REV: 22/01/08	
ACOT: mm	Piçono: 4	ESC: 1:4	

TOLERANCIAS NO INDICADAS: ± 0.5 mm



TOLERANCIAS NO INDICADAS: ± 0.5 mm



5.4 Análisis por elemento finito (FEA) del cuadro de la bicicleta.

El análisis por elemento finito (FEA, por sus siglas en inglés), es una herramienta que nos permitirá comprobar que el diseño de configuración sea el adecuado.

Es un método numérico muy general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería y física. El método se basa en dividir el cuerpo, estructura o dominio (medio continuo) en una serie de subdominios no intersectantes entre sí denominados «elementos finitos». El conjunto de elementos finitos forma una partición del dominio también denominada discretización. Dentro de cada elemento se distinguen una serie de puntos representativos llamados «nodos». Dos nodos son adyacentes si pertenecen al mismo elemento finito; además, un nodo sobre la frontera de un elemento finito puede pertenecer a varios elementos. El conjunto de nodos considerando sus relaciones de adyacencia se llama «malla».

Los cálculos se realizan sobre una malla o discretización creada a partir del dominio con programas especiales llamados generadores de mallas, en una etapa previa a los cálculos que se denomina pre-proceso. De acuerdo con estas relaciones de adyacencia o conectividad se relaciona el valor de un conjunto de variables incógnitas definidas en cada nodo y denominadas grados de libertad. El conjunto de relaciones entre el valor de una determinada variable entre los nodos se puede escribir en forma de sistema de ecuaciones lineales (o linealizadas). La matriz de dicho sistema de ecuaciones se llama matriz de rigidez del sistema. El número de ecuaciones de dicho sistema es proporcional al número de nodos.

Además que en éste mismo análisis se simula y se detalla con el material previamente escogido en el diseño conceptual. Se realizan varias opciones con diferentes condiciones de frontera, simulando aquellas situaciones críticas que afectarán a nuestra bicicleta. El análisis de elemento finito se realiza al cuadro de la bicicleta.

Sin dejar de considerar que la bisagra es la parte más crítica del cuadro de cualquier bicicleta plegable. La bisagra ha de soportar fuerzas en varios sentidos y para eso ha de ser muy resistente. Aún así ha de permitir un rápido y fácil pliegue, no puede ser muy pesada, ha de ser atractiva y mejor si es discreta. Casi todas estas características son objetivos opuestos; por tal motivo se considerarán solamente las fuerzas ejercidas sobre la bisagra que se diseña y se propone.

Para realizar un análisis por elemento finito adecuado se debe realizar un análisis mecánico estático y dinámico para obtener las fuerzas que son ejercidas en la bicicleta y en específico para obtener los esfuerzos ejercidos en el cuadro de la bicicleta (Fig. 5.5 a -b).

Se sabe que:

$$P = F_1 + F_2$$

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot d_2}{d_1}$$

$$P = \frac{F_2 \cdot d_2}{d_1} + F_2 \quad ; \quad P = F_2 \left(\frac{d_2}{d_1} + 1 \right)$$

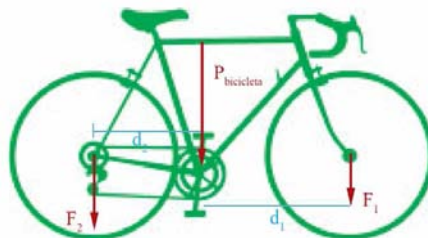


Fig. 5.5a. Fuerzas ejercidas sobre la bicicleta.

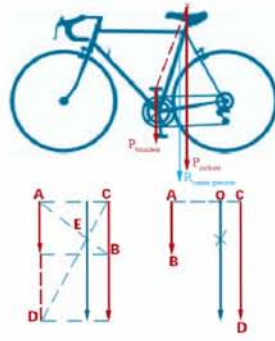


Fig. 5.5-b El peso del ciclista y la bici que se consideran.

Los radios de la rueda se encuentran inclinados de manera que contrarresten la acción de la fuerza peso. La componente vertical evita el aplastamiento y la componente horizontal evita que esta se doble (Fig. 5.6).

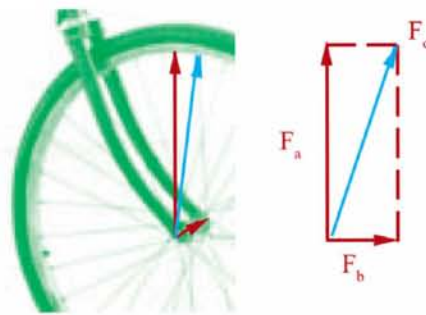


Fig. 5.6 Componentes horizontal y vertical en los radios de la rueda.

- Se tienen fuerzas paralelas:
 - Igual dirección
 - El sentido depende de las fuerzas que sumamos

Momento del par de fuerzas de los pedales:

El efecto de la fuerza que se realiza depende del valor de su magnitud y de la distancia al eje. Para aprovechar mejor el esfuerzo se intenta que las fuerzas que se ejercen sobre los pedales actúen como un par. El efecto de las fuerzas se sumará y será el doble del que produciría una sola.

De esta manera el momento del par será:

$$M_T = M_{P1} + M_{P2}$$

$$M = F \cdot d$$

$$F_1 = F_2 (\text{par})$$

$$M_T = 2F \cdot d$$

Si la fuerza actúa perpendicularmente al eje de rotación, el efecto de giro será nulo

$M_{F_a} = F_a \cdot d \cdot \text{sen} \theta$, por ejemplo el pedal.

RESULTADOS E IMÁGENES

Resultados que se obtuvieron para las diferentes partes del cuadro de la bicicleta, se plantearon diferentes propuestas de restricciones y de cargas a cada pieza. Además se utilizó como material el ya escogido anteriormente en el Capítulo 3, cuyas características se detallan nuevamente aquí:

Aluminio 6063

- Propiedades mecánicas típicas (a temperatura ambiente de 20° C) del estado T-52:

Carga de rotura (Rm. N/mm ²)	215
Límite elástico (Rp 0,2. N/mm ²)	175
Alargamiento (a 5,65 %)	14
Dureza Brinell (HB)	60

- Propiedades físicas típicas (a temperatura ambiente de 20° C)

Modulo elástico (N/mm ²)	69.500
Peso específico (g/cm ³)	2,7
Coefficiente de dilatación lineal (1/10 ⁶ K)	23.5
Resistividad eléctrica (n_ cm ²)	3.1 (T5)

1) Pieza: Tijera de enfrente

Número de mallas: 1

Número total de elementos: 22 208

Número total de nodos: 44 204

- Resultados de desplazamiento y de esfuerzo.

Nombre	Desplazamientos	Magnitud	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
Cargas estáticas	Máximo	0.173253 [mm]	0.0255698 [mm]	0.159509 [mm]	0.00877614 [mm]
	Mínimo	0 [mm]	-0.0284634 [mm]	-0.137697 [mm]	-0.171497 [mm]

Tabla 5.1 Resultados de desplazamientos para la tijera de enfrente.

Nombre	Esfuerzo	Von Mises	Máximo Principal	Máxima Cedencia
Cargas Estáticas	Máximo	80.6083 [MPa]	78.3047 [MPa]	43.0005 [MPa]
	Mínimo	0.00177413 [MPa]	-75.0688 [MPa]	0.00101489 [MPa]

Tabla 5.2 Resultados de esfuerzos Von mises para la tijera de enfrente.

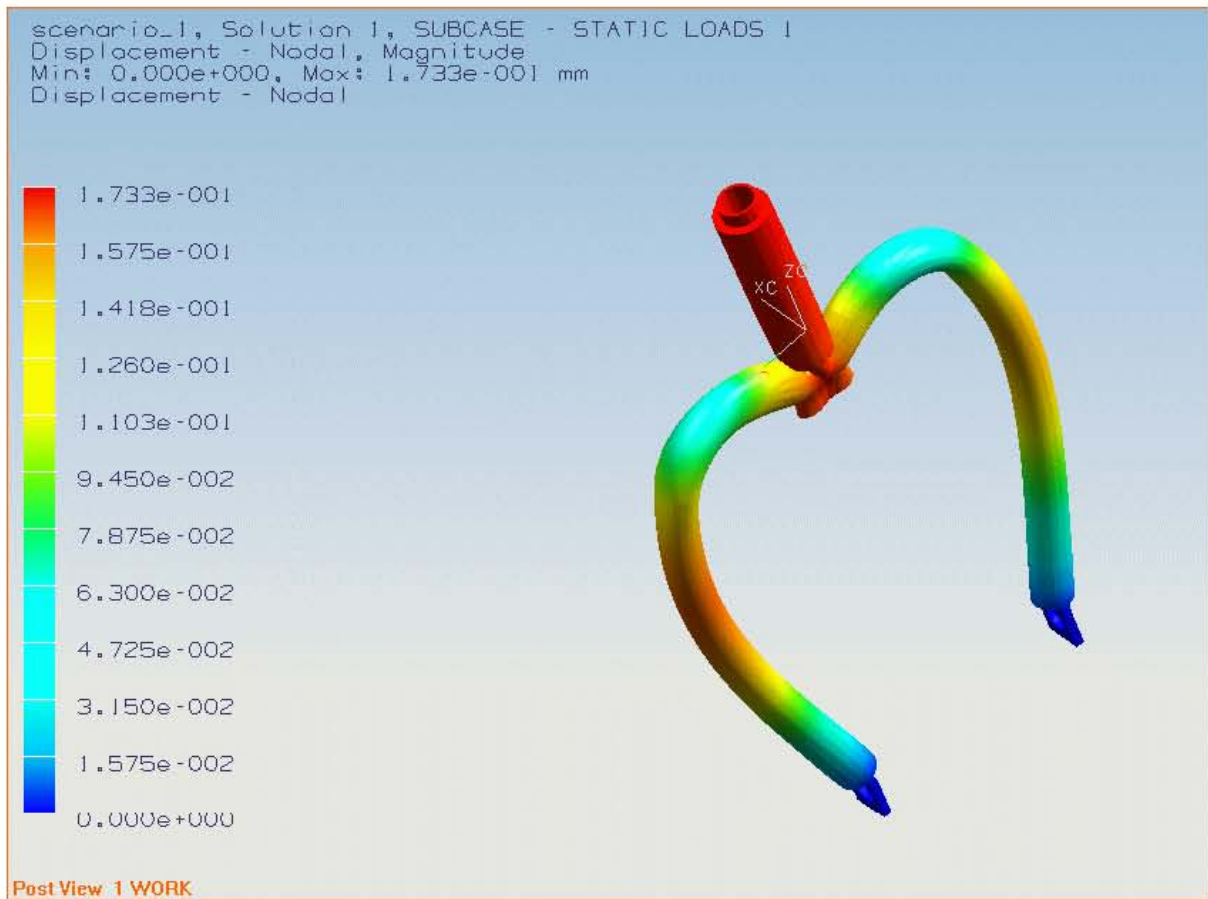


Fig. 5.7 Análisis por elemento finito tijera delantera, desplazamiento.

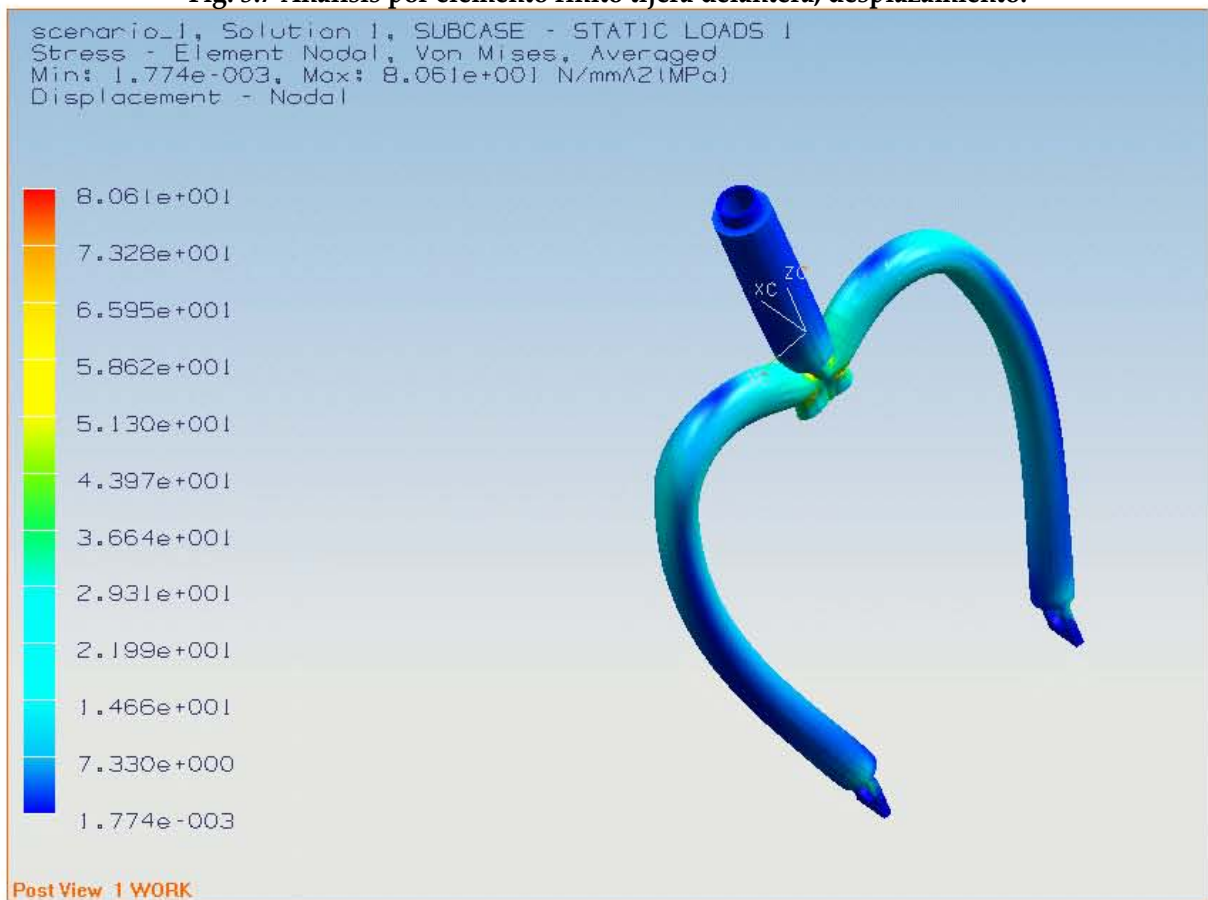


Fig. 5.8 Análisis por elemento finito tijera delantera, esfuerzo Von mises.

2) Pieza: Tijera de enfrente. Solución 2

Número de mallas: 1

Número total de elementos: 22 208

Número total de nodos: 44 204

- Resultados de desplazamiento y de esfuerzo.

Nombre	Desplazamientos	Magnitud	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
Cargas estáticas	Máximo	1.63713e+010 [mm]	0.00684411 [mm]	3.88495e+009 [mm]	-1.213e+010 [mm]
	Mínimo	1.21284e+010 [mm]	-0.543013 [mm]	-5.934e+009 [mm]	-1.543e+010 [mm]

Tabla 5.3 Resultados de desplazamientos para la tijera de enfrente. Solución 2.

Nombre	Esfuerzo	Von Mises	Máximo Principal	Máxima Cedencia
Cargas Estáticas	Máximo	140.671 [MPa]	137.063 [MPa]	74.84 [MPa]
	Mínimo	0.225607 [MPa]	-139.309 [MPa]	0.125284 [MPa]

Tabla 5.4 Resultados de esfuerzos Von mises para la tijera de enfrente. Solución 2

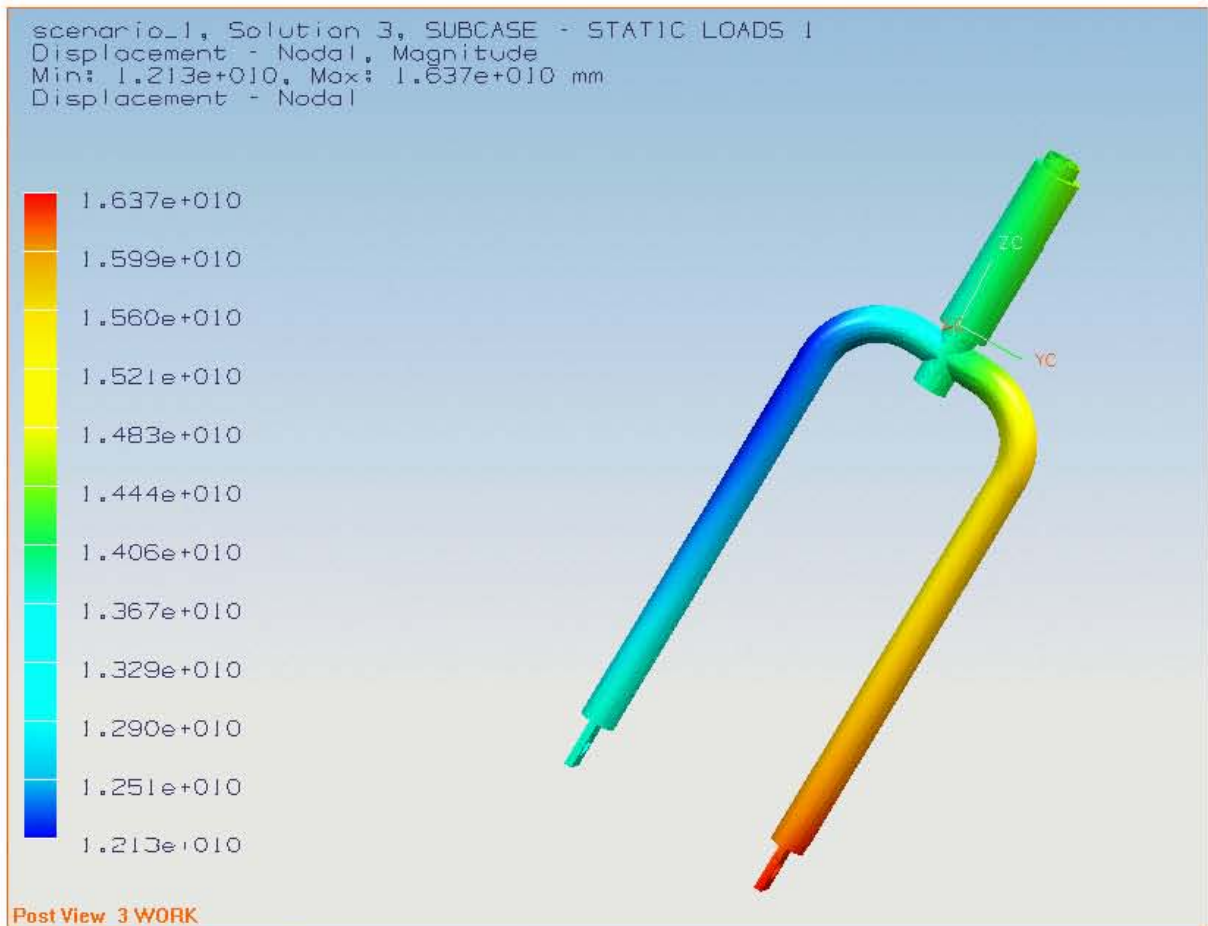


Fig. 5.9 Análisis por elemento finito tijera de enfrente, desplazamiento. Solución 2.

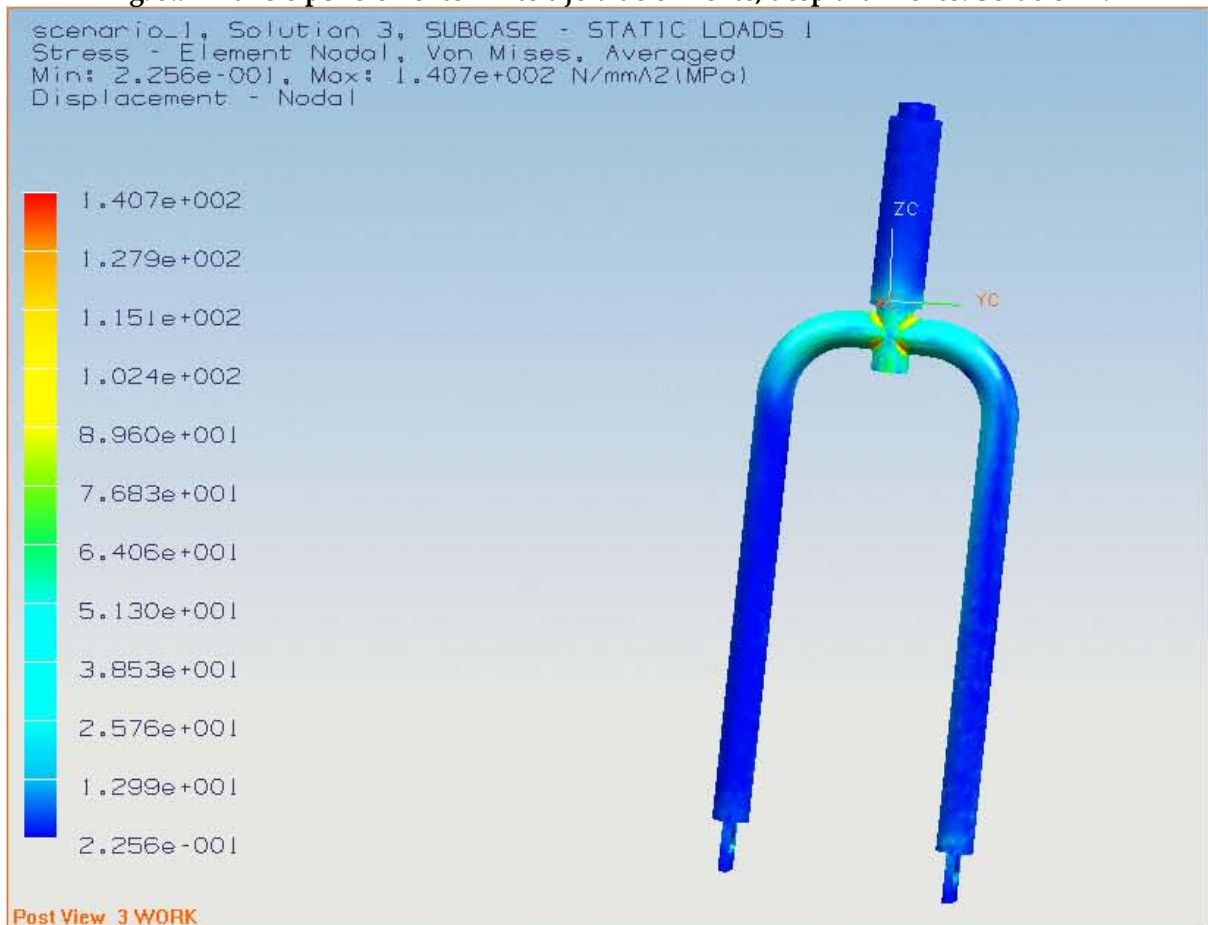


Fig. 5.10 Análisis por elemento finito tijera de enfrente, esfuerzo Von mises. Solución 2

3) Pieza: Tijera trasera. Solución 1

Número de mallas: 1

Número total de elementos: 48 951

Número total de nodos: 97 432

- Resultados de desplazamiento y de esfuerzo.

Nombre	Desplazamientos	Magnitud	Dirección	Dirección	Dirección
			X	Y	Z
Cargas estáticas	Máximo	15.1917 [mm]	7.91813 [mm]	0.998938 [mm]	0.0299609 [mm]
	Mínimo	0 [mm]	-0.016648 [mm]	-9.59507 [mm]	-13.2372 [mm]

Tabla 5.5 Resultados de desplazamientos para la tijera trasera. Solución 1.

Nombre	Esfuerzo	Von Mises	Máximo Principal	Máxima Cadencia
Cargas Estáticas	Máximo	943.573 [MPa]	871.828 [MPa]	500.722 [MPa]
	Mínimo	0.188488 [MPa]	-650.225 [MPa]	0.10868 [MPa]

Tabla 5.6 Resultados de esfuerzos Von mises para la tijera trasera. Solución 1.

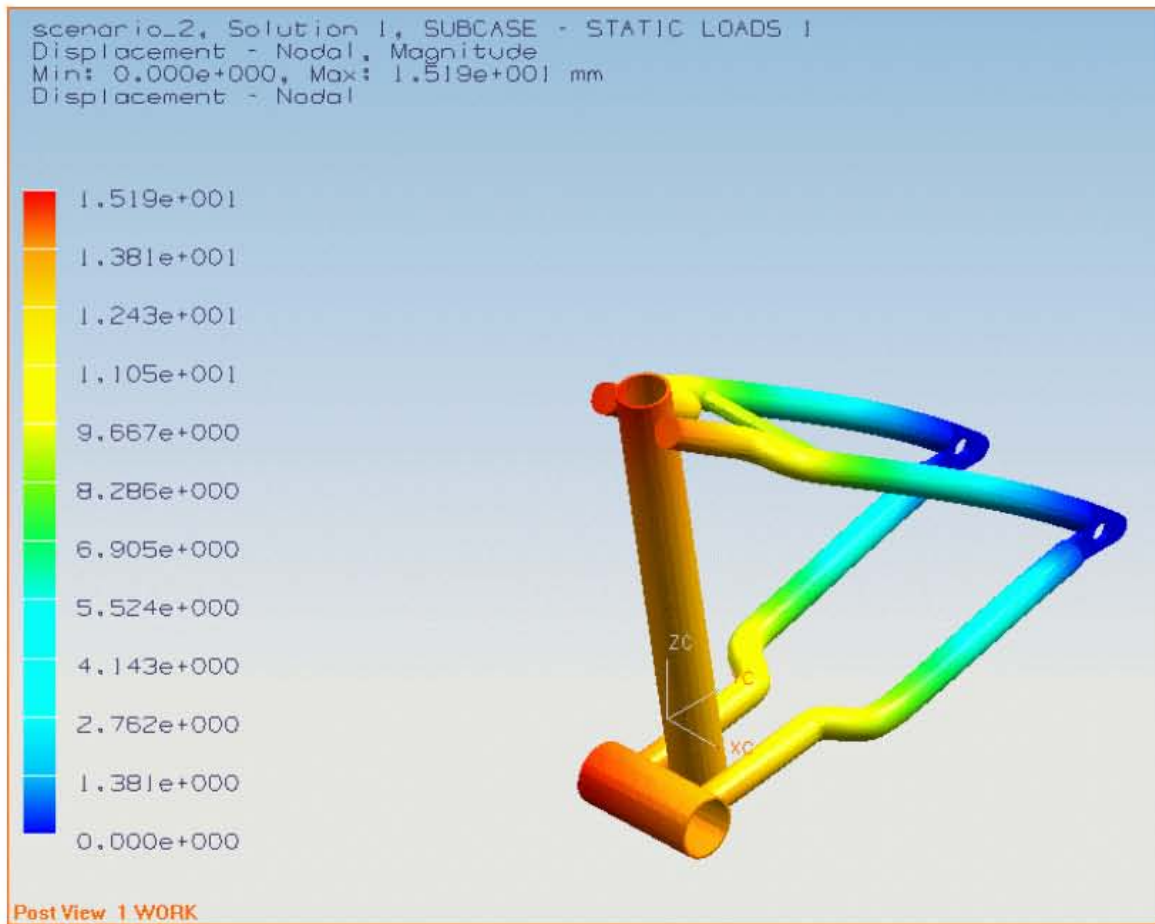


Fig. 5.11 Análisis por elemento finito de la tijera trasera, desplazamiento.

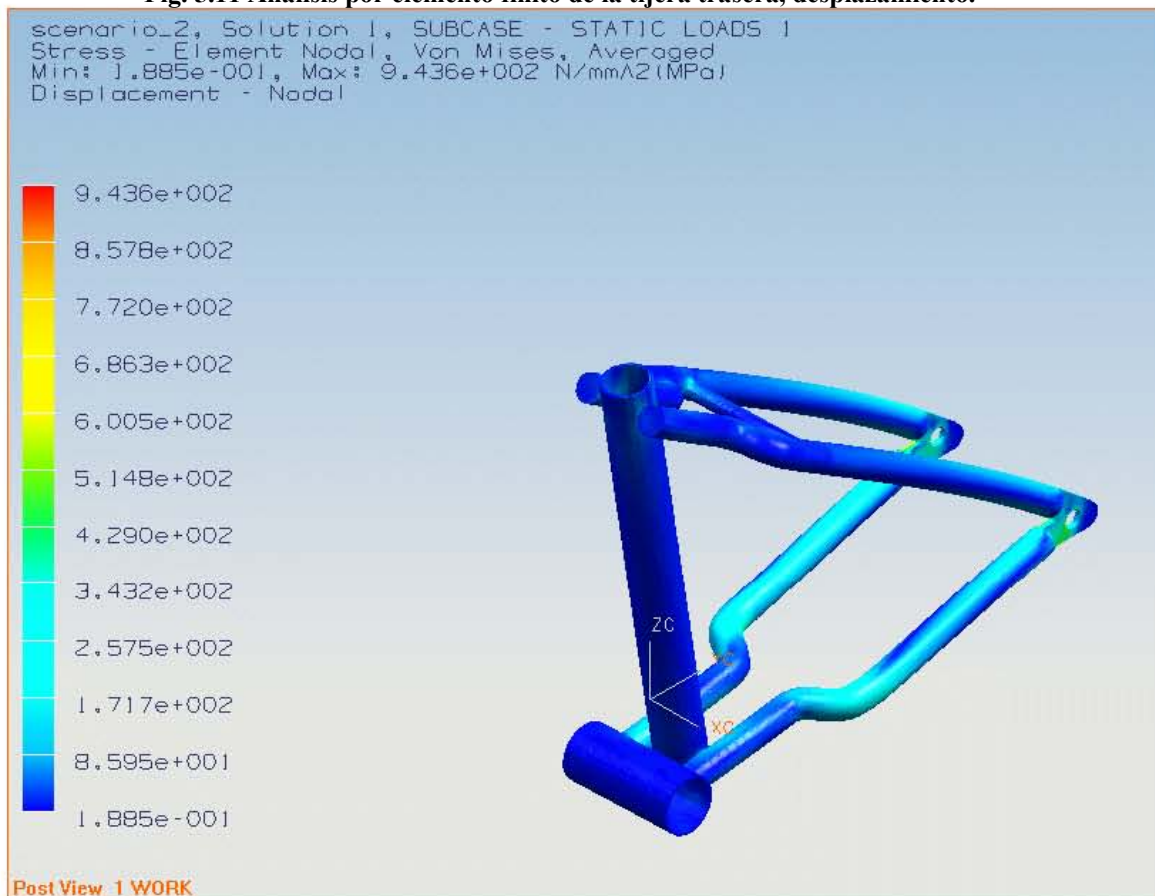


Fig. 5.12 Análisis por elemento finito de la tijera trasera, esfuerzo Von mises.

4) Pieza: Tijera trasera. Solución 2

Número de mallas: 1

Número total de elementos: 48 951

Número total de nodos: 97 432

- Resultados de desplazamiento y de esfuerzo.

Nombre	Desplazamientos	Magnitud	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
Cargas estáticas	Máximo	11.1842 [mm]	0.0133941 [mm]	0.658665 [mm]	0.0195682 [mm]
	Mínimo	0 [mm]	-1.98896 [mm]	-7.30957 [mm]	-9.87665 [mm]

Tabla 5.7 Resultados de desplazamientos para la tijera trasera. Solución 2.

Nombre	Esfuerzo	Von Mises	Máximo Principal	Máxima Cadencia
Cargas Estáticas	Máximo	687.694 [MPa]	592.939 [MPa]	377.646 [MPa]
	Mínimo	0.000257421 [MPa]	-740.014 [MPa]	0.00014026 [MPa]

Tabla 5.8 Resultados de esfuerzos Von mises para la tijera trasera. Solución 2.

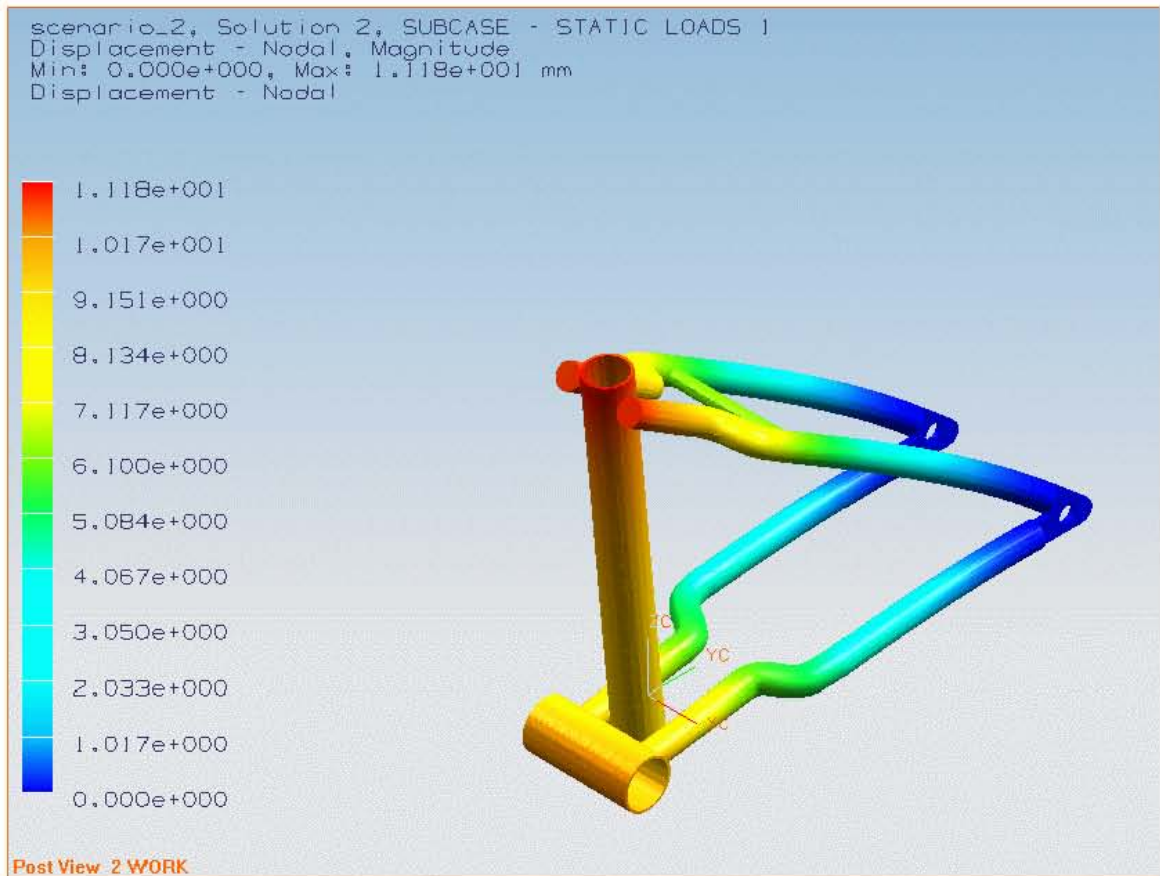


Fig. 5.13 Análisis por elemento finito de la tijera trasera, desplazamiento. Solución 2.

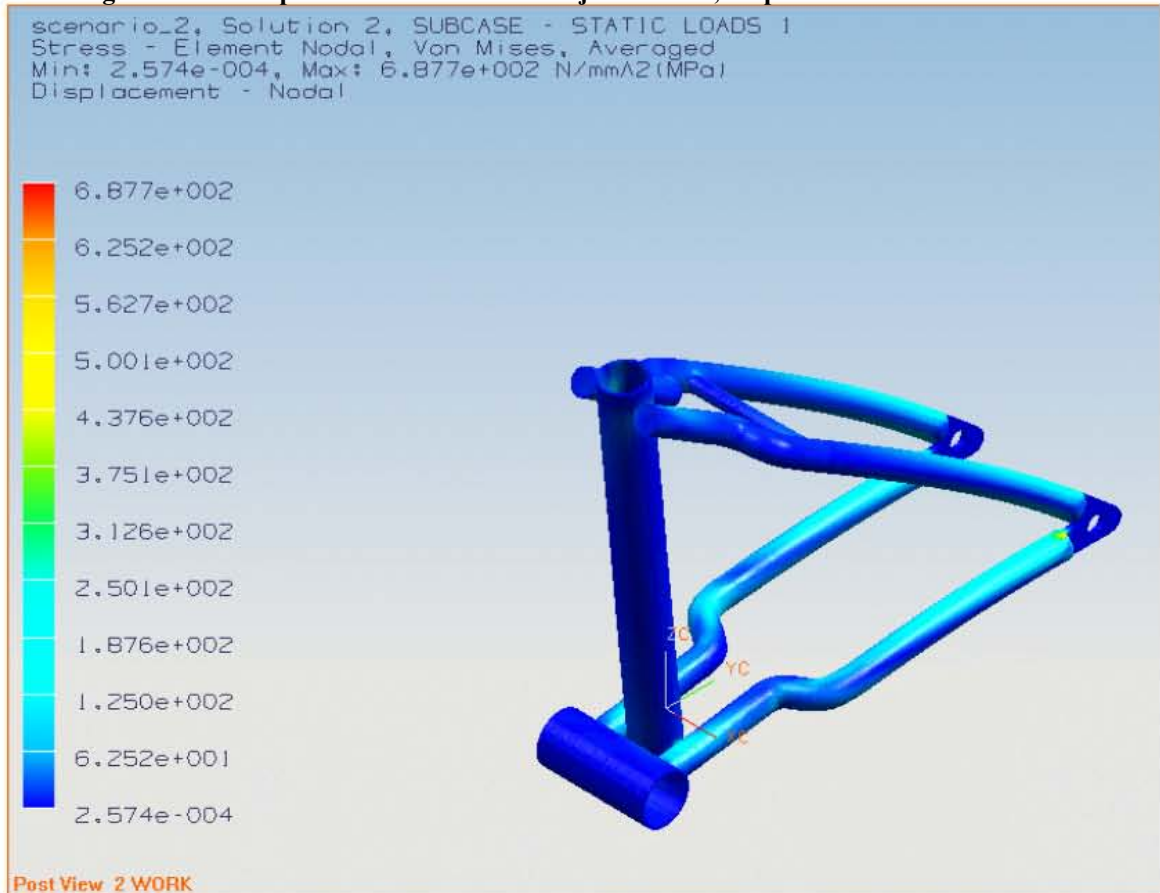


Fig. 5.14 Análisis por elemento finito de la tijera trasera, esfuerzo Von mises. Solución 2.

5) Pieza: Tijera tubo central lado izquierdo. Solución 2

Número de mallas: 1

Número total de elementos: 294 240

Número total de nodos: 503 414

- Resultados de desplazamiento y de esfuerzo.

Nombre	Desplazamientos	Magnitud	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
Cargas estáticas	Máximo	0.622724 [mm]	0.288048 [mm]	0.0264012 [mm]	0.562631 [mm]
	Mínimo	0 [mm]	-0.0795721 [mm]	-0.0244709 [mm]	-0.11687 [mm]

Tabla 5.9 Resultados de desplazamientos para tubo central lado izquierdo. Solución 1.

Nombre	Esfuerzo	Von Mises	Máximo Principal	Máxima Cadencia
Cargas Estáticas	Máximo	202.236 [MPa]	208.781 [MPa]	105.13 [MPa]
	Mínimo	0.00115041 [MPa]	-231.115 [MPa]	0.000655003 [MPa]

Tabla 5.10 Resultados de esfuerzos Von mises para tubo central lado izquierdo. Solución 1.

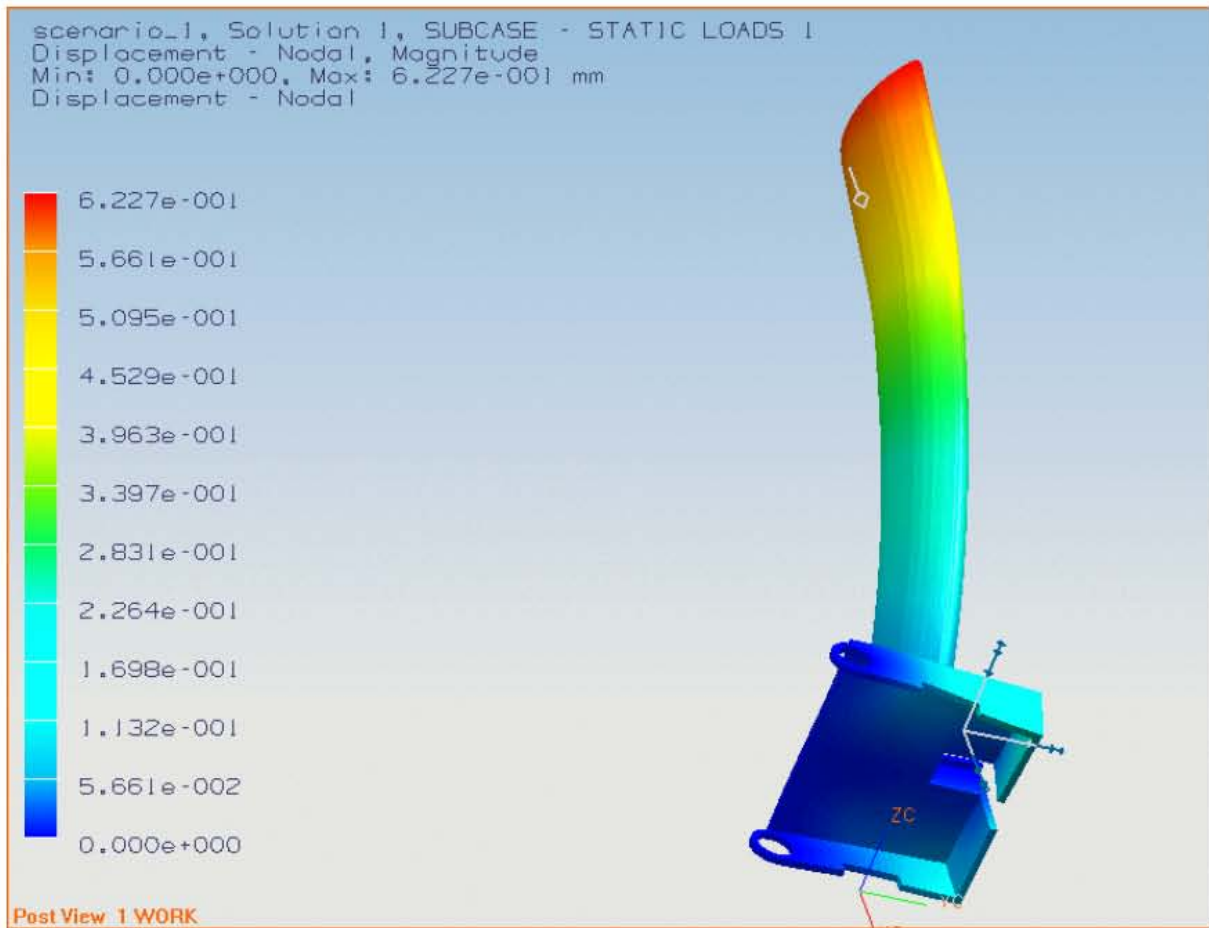


Fig. 5.15 Análisis por elemento finito tubo central lado izquierdo, desplazamiento.

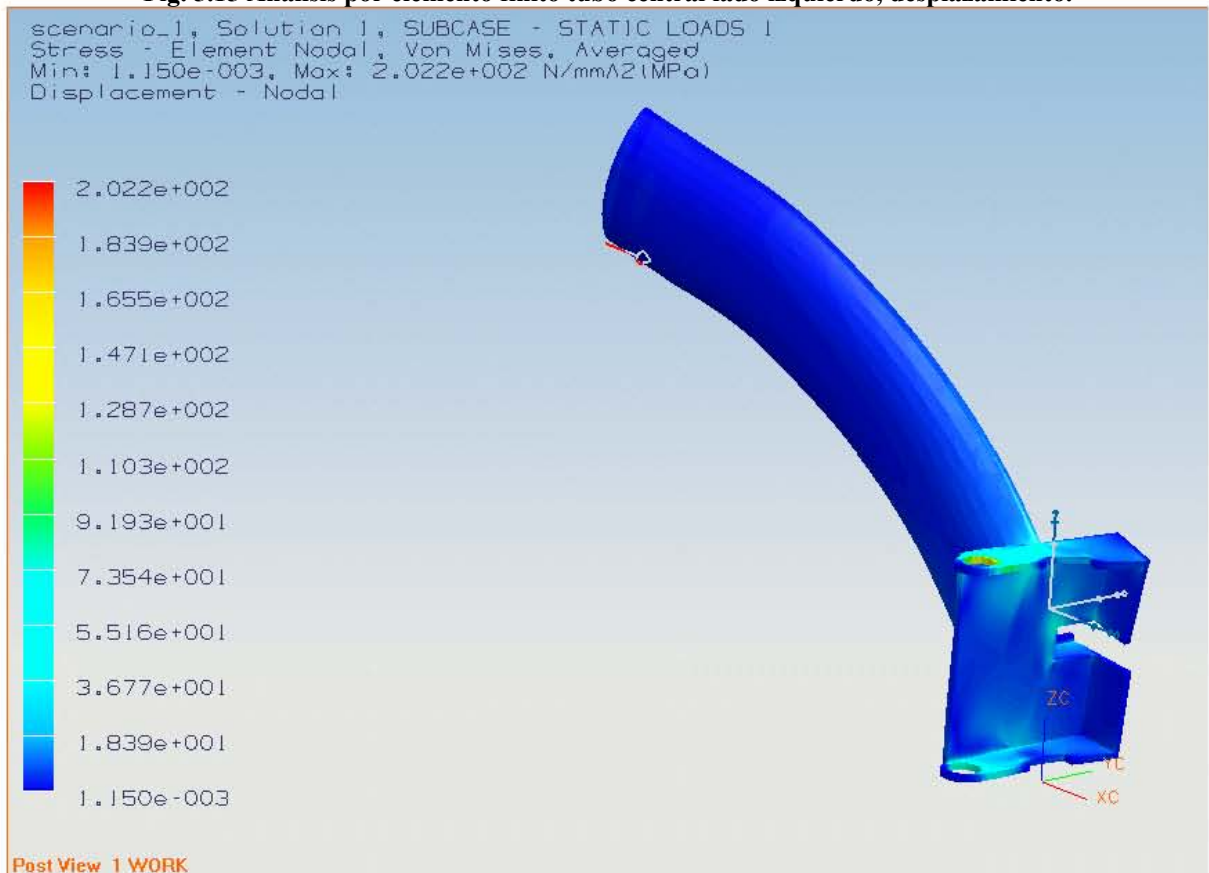


Fig. 5.16 Análisis por elemento finito del tubo central izquierdo, esfuerzo Von mises.

6) Pieza: Tijera tubo central lado derecho. Solución 1.

Número de mallas: 1

Número total de elementos: 156 083

Número total de nodos: 314 135

- Resultados de desplazamiento y de esfuerzo.

Nombre	Desplazamientos	Magnitud	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
Cargas estáticas	Máximo	3.33517 [mm]	0.419789 [mm]	0.0414597 [mm]	0.0222412 [mm]
	Mínimo	0 [mm]	-1.85907 [mm]	-0.531131 [mm]	-2.71982 [mm]

Tabla 5.11 Resultados de desplazamientos para tubo central lado derecho. Solución 1.

Nombre	Esfuerzo	Von Mises	Máximo Principal	Máxima Cadencia
Cargas Estáticas	Máximo	755.047 [MPa]	600.928 [MPa]	387.736 [MPa]
	Mínimo	1.57223e-006 [MPa]	-777.942 [MPa]	9.03177e-007 [MPa]

Tabla 5.12 Resultados de esfuerzos Von mises para tubo central lado derecho. Solución 1.

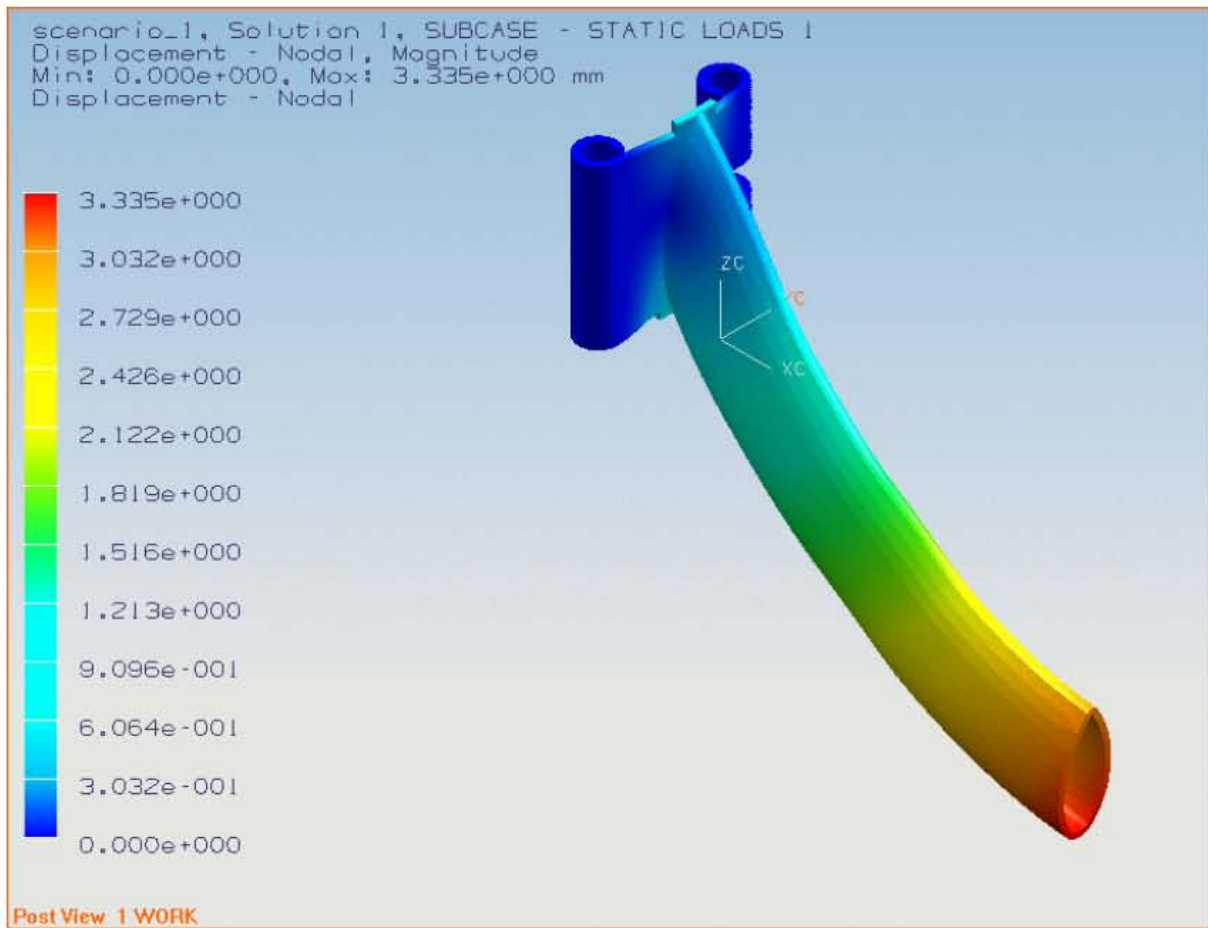


Fig. 5.17 Análisis por elemento finito del tubo central lado derecho, desplazamiento. Solución 1.

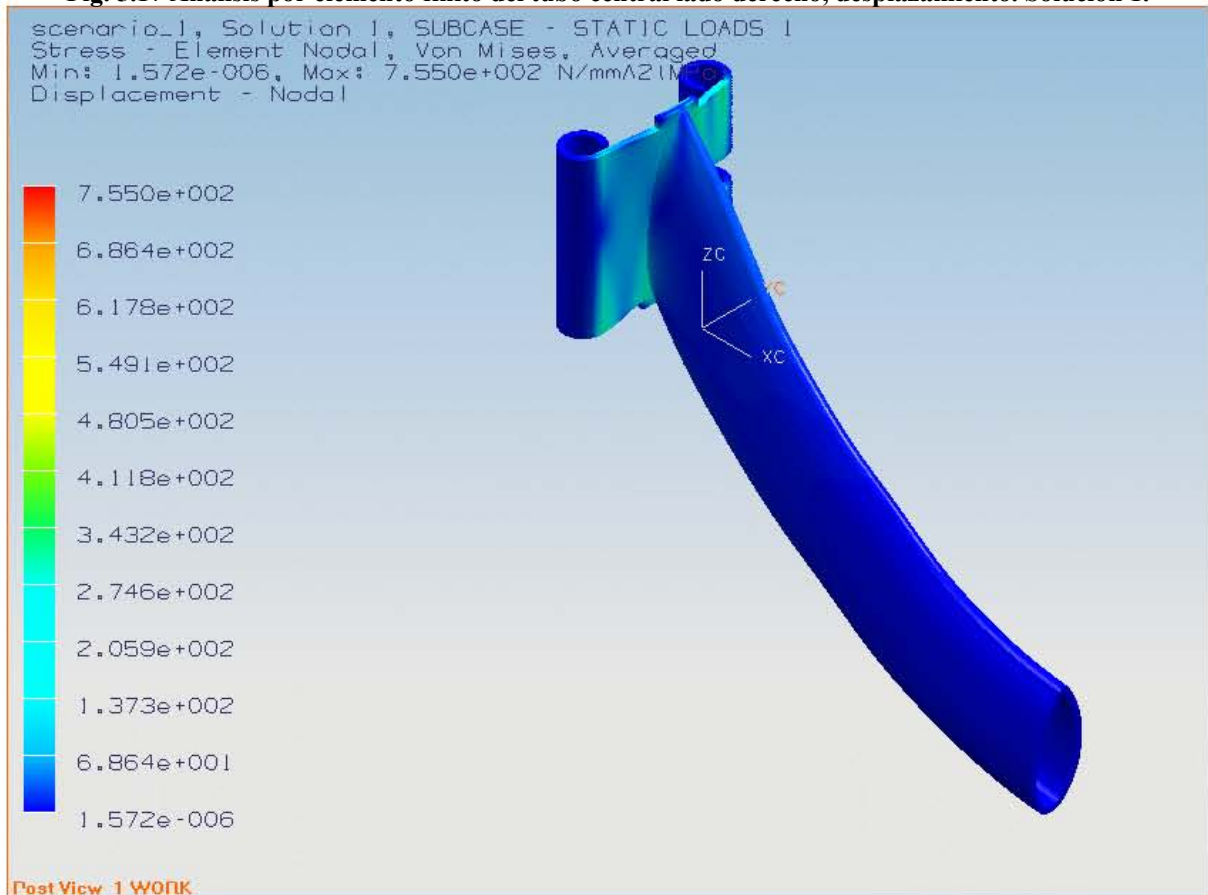


Fig. 5.18 Análisis por elemento finito del tubo central lado derecho, esfuerzo Von mises. Solución 1.

7) Pieza: Tijera tubo central lado derecho. Solución 2.

Número de mallas: 1

Número total de elementos: 156 083

Número total de nodos: 314 135

- Resultados de desplazamiento y de esfuerzo.

Nombre	Desplazamientos	Magnitud	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
Cargas estáticas	Máximo	0.321249 [mm]	0.0174278 [mm]	0.0302184 [mm]	0.00322394 [mm]
	Mínimo	0 [mm]	-0.17046 [mm]	-0.00518039 [mm]	-0.27094 [mm]

Tabla 5.13 Resultados de desplazamientos para tubo central lado derecho. Solución 2.

Nombre	Esfuerzo	Von Mises	Máximo Principal	Máxima Cadencia
Cargas Estáticas	Máximo	383.872 [MPa]	372.577 [MPa]	217.069 [MPa]
	Mínimo	0.00336771 [MPa]	-282.099 [MPa]	0.0017396 [MPa]

Tabla 5.14 Resultados de esfuerzos Von mises para tubo central lado derecho. Solución 2.

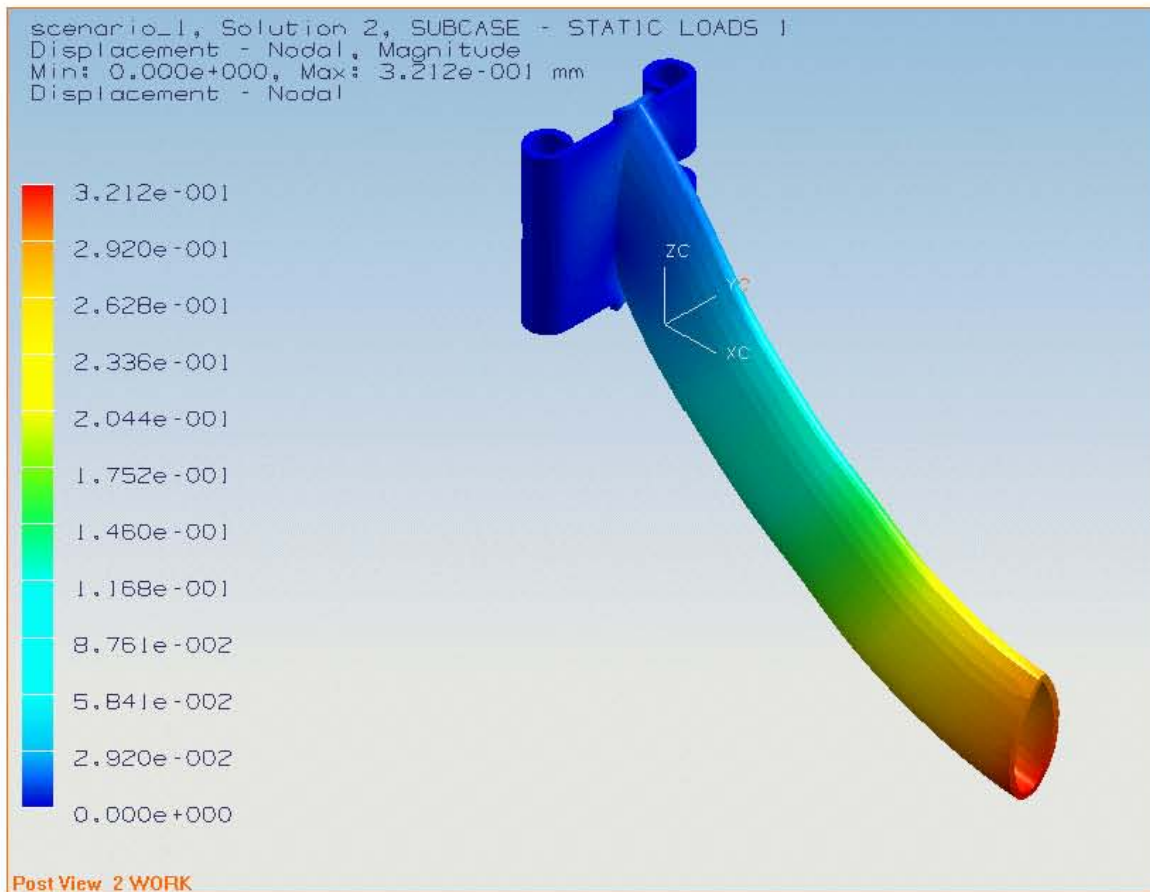


Fig. 5.19 Análisis por elemento finito del tubo central lado derecho, desplazamiento. Solución 2.

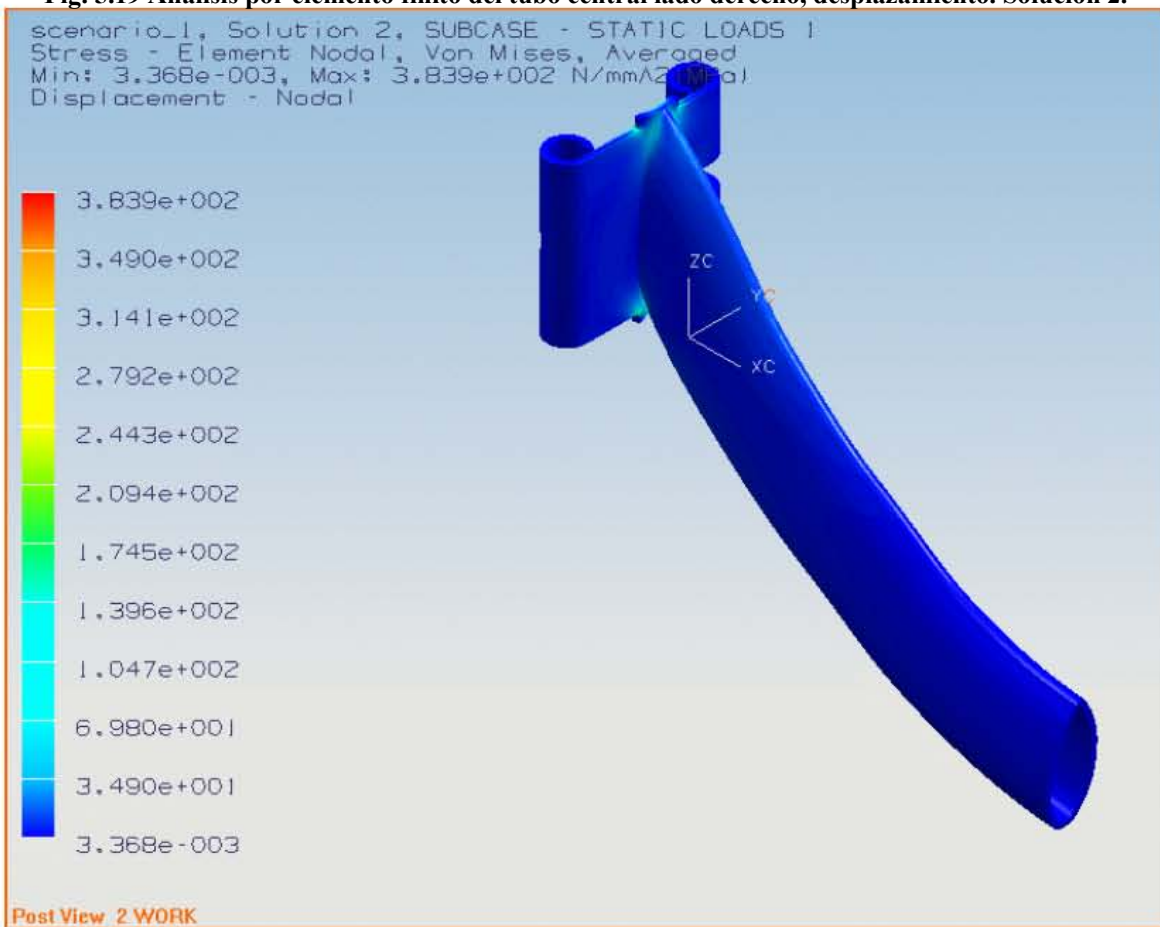


Fig. 5.20 Análisis por elemento finito del tubo central lado derecho, esfuerzo Von mises. Solución 2.

CAPÍTULO 6

Trabajo a futuro.

El principal enfoque de ésta tesis es diseñar una bicicleta urbana plegable con una perspectiva a 10 años. Pero aún así se debe considerar que en el proceso del diseño de un producto innovador también se deben tomar en cuenta varios temas para su introducción al mercado, no menos importantes, que para un trabajo a futuro con base en éste producto, es necesario desarrollar.

6.1 Diseño de detalle.

Para el diseño de detalle en un trabajo a futuro se debe realizar un análisis más profundo a la bicicleta considerando todas las fuerzas que se involucran como las fuerzas de rozamiento, de rodamiento, el trabajo y energía que se requiere. De igual manera un estudio a fondo de la fatiga que puede ocurrir en la bisagra que sirve para plegar la bicicleta por la mitad. Algunos conceptos y teoría que se debe considerar para un análisis son:

Energía en la bicicleta

Al haber una variación en el trabajo, esto implica una variación en la energía cinética sobre la bicicleta $W \rightarrow \Delta E_c$

Sobre la bicicleta se dan dos tipos de E_c , de traslación y de rotación.

Energía cinética de traslación.

$$E_{c\text{tras.}} = \frac{1}{2}mv^2$$

Se obtiene un incremento en la energía cinética si:

- Se aumenta la velocidad de la bicicleta
- Se reduce la masa del conjunto bicicleta-ciclista (es aquí donde interesa conseguir aleaciones ligeras para los materiales de la bicicleta)

Energía cinética de rotación.

$$E_{Crot.} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

I - momento de inercia; ω - velocidad angular.

$$E_{Crot.} = \frac{1}{2} m r^2 \omega^2$$

El elemento que experimenta E_c de rotación son las ruedas, luego es en esta parte donde también interesa aligerar peso, generalmente en los neumáticos, donde mayor peso se concentra.

Rendimiento

No todo el trabajo que se aplica es aprovechado.

$$\text{Rendimiento} = \frac{W_{\text{útil}}}{W_{\text{total sobre bici}}}$$

En una bicicleta, las principales razones por las que se desperdicia trabajo son debidas a causa de:

- La E_c rotación.
- El rozamiento.
- Las vibraciones a causa de cualquier desplazamiento.
- Sistema de transmisión.
- La resistencia del aire.

Rozamiento en la bicicleta.

La fuerza de rozamiento se puede dividir en la fuerza de rozamiento mecánica y la aerodinámica. La primera diferencia de la segunda en que no depende de la velocidad y por tanto será el rozamiento aerodinámico el que determina la velocidad a la que podamos ir.

La ecuación en función de la velocidad (al cuadrado) que se aproxima de forma fiable al valor de la fuerza de rozamiento aerodinámica:

$$f_a = \frac{1}{2} \cdot C_r \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Donde C_r es el coeficiente de arrastre, ρ es la densidad del aire, A el área frontal proyectada y v la velocidad relativa del aire con respecto a la superficie sobre la que se está circulando, en este caso la bicicleta. C_r y ρ se pueden considerar constantes, así que la F_a dependerá de la v y de A que cambia notablemente con la posición del ciclista.

Para realizar los experimentos la posición del ciclista será la misma en todas las pruebas por lo que el área frontal proyectada también se considerará constante. De esta forma la F_a vendrá definida por la ecuación:

$$f_a = k_a \cdot v^2$$

$$\text{Donde } k_a = \frac{1}{2} \cdot C_r \cdot \rho \cdot A$$

El coeficiente de resistencia (C_r) designa el rendimiento aerodinámico de un perfil. Un perfil ineficiente, una esfera tendrá un coeficiente de, 1,3, mientras que una forma aerodinámica, la de una gota, tendrá uno menor de 0,1.

$$C_r = \frac{F_x}{\frac{1}{2} \rho V^2 S}$$

F_x - Fuerza de resistencia

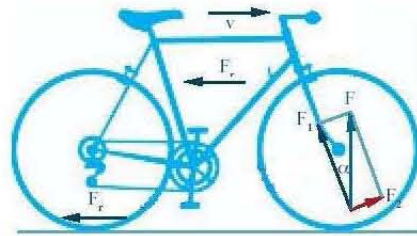
ρ - densidad del fluido

V - velocidad

S - superficie

C_r - coeficiente aerodinámico de resistencia.

Cuando se pone en marcha la bicicleta como consecuencia de ejercer fuerzas sobre los pedales lo que está ocurriendo es que estas fuerzas se transmiten a la rueda trasera que a su vez ejerce sobre el suelo una fuerza llamada de acción. Por la Tercera Ley de Newton de la Dinámica (o Ley de la Acción-Reacción) el suelo devuelve una fuerza de reacción sobre la rueda trasera, de igual módulo e igual dirección que la fuerza de acción pero de sentido opuesto, es decir hacia delante. A pesar de que las fuerzas de acción y reacción son opuestas no pueden anularse porque una de ellas, la de acción, actúa sobre el suelo y la otra, la de reacción, actúa sobre la rueda trasera.



Por tanto, al rozamiento entre la rueda trasera y suelo es por lo que la bicicleta puede avanzar; de otro modo, como ocurre cuando el suelo está helado o hay aceite en él, las ruedas patinarían. La presencia del rozamiento con el suelo garantiza tanto la puesta en marcha como el mantenimiento de la velocidad.

Despreciando la parte que concierne a la dinámica de vibraciones y quedándonos con la fuerza de rozamiento de rodadura y la fuerza de rozamiento aerodinámica tenemos los siguientes cálculos:

Conceptos físicos:

1. Fuerza de rozamiento de rodadura [N]

$$f_r = K_r m g$$

NOTA: Ésta fuerza no depende de la velocidad.

2. Fuerza de rozamiento aerodinámico [N]

$$f_a = K_a v^2$$

3. Fuerza total de rozamiento [N]

$$f_T = f_r + f_a = K_r m g + K_a v^2$$

Por el Principio de Conservación de la Energía la potencia entregada a la rueda trasera de la bicicleta debe coincidir con la potencia transmitida a los pedales.

De acuerdo con ello debe cumplirse:

Potencia entregada por el ciclista a los pedales = Potencia transmitida a la rueda trasera =
Potencia para vencer el rozamiento con el suelo + Potencia para vencer el rozamiento con el aire

$$P = f_r v + f_a v = (f_r + f_a)v = f_T v = F v$$

Concepto físico:

4. Potencia consumida por el rozamiento de rodadura [W]

$$P_r = f_r v$$

5. Potencia consumida por el rozamiento con el aire [W]

$$P_a = f_a v = k_a v^2 v = k_a v^3$$

6. Potencia total consumida por ambos rozamientos [W]

$$P_T = P_r + P_a$$

6.2 Proceso de producción.

Con base al material que se escoge para la producción del cuadro de la bicicleta, se propone un proceso de producción por medio de soldadura TIG y/o soldadura MIG.

SOLDADURA TIG

La sigla TIG corresponde a las iniciales de las palabras inglesas "Tungsten Inert Gas", lo cual indica una soldadura en una atmósfera con gas inerte y electrodo de tungsteno. El procedimiento TIG puede ser utilizado en uniones que requieran alta calidad de soldadura y en soldaduras de metales altamente sensibles a la oxidación (tales como el titanio y el aluminio). Sin embargo, su uso más frecuente está dado en aceros resistentes al calor, aceros inoxidable y aluminio.

Las mayores ventajas del proceso TIG provienen de la estabilidad y la concentración del arco; además del hecho de que sea factible de utilizar en todas las posiciones y tipos de juntas y del buen aspecto del cordón (con terminaciones suaves y lisas).

Este método de soldadura se caracteriza también por la ausencia de salpicaduras y escorias (lo que evita trabajos posteriores de limpieza) y por su aplicabilidad a espesores finos (desde 0,3 mm). Cabe destacar que la soldadura TIG puede ser utilizada con o sin material de aporte.

SOLDADURA MIG

La soldadura MIG es un proceso que emplea un microalambre (electrodo) alimentado de manera continua. Entre el electrodo y la pieza a soldar se establece un arco eléctrico y forma un charco de metal fundido que al enfriarse se solidifica y permite la unión del metal.

El suministro del micro electrodo se hace a través de una antorcha y de manera constante por medio de un sistema electromecánico de alimentación. A diferencia del proceso de electrodo revestido, este método no requiere del reemplazo constante de los electrodos.

La soldadura se protege por medio de una atmósfera de gas, que cubre el charco de la soldadura fundida y que se alimenta también por medio de la misma antorcha; el proceso MIG permite hacer soldaduras con un mínimo de salpicaduras, proporciona mejor control de la aplicación y produce soldaduras limpias y libres de escoria.

Semejante a este proceso, está el Electrodo Tubular con Núcleo de Fundente (FCAW) que usa un electrodo con un núcleo central con fundente de protección, y que puede evitar el uso de la atmósfera del gas de protección. Ambos procesos de soldadura MIG y FCAW, son rápidos en su aplicación y además el nivel de experiencia requerida al soldar puede ser moderado.

6.3 Propuestas de maquinaria.

La maquinaria que se propone para el desarrollo de éste producto, es desconsiderando que se fabricará el cuadro de la bicicleta, el resto de las piezas serán comerciales y se ensamblarán en el cuadro. Se debe considerar el uso de maquinaria para soldadura, doblado y cortado de tubo, así como mesas y sistemas de sujeción adecuados para el ensamble.

6.4 Análisis del proyecto.

El análisis del proyecto constituye la técnica matemático-financiera y analítica, a través de la cual se determinan los beneficios o pérdidas en los que se puede incurrir al pretender realizar una inversión u algún otro movimiento, en donde uno de sus objetivos es obtener resultados que apoyen la toma de decisiones referente a actividades de inversión.

Asimismo, al analizar éste proyecto como una inversión se deben determinar los costos de oportunidad en que se incurre al invertir para obtener beneficios al instante, mientras se sacrifican las posibilidades de beneficios futuros, o si es posible reducir el beneficio a corto plazo para trasladarlo al futuro, al tener como base específica las inversiones para incrementar la productividad de la empresa.

Una de las evaluaciones que deben de realizarse para apoyar la toma de decisión en lo que respecta a la inversión de éste proyecto, es la que se refiere a la evaluación financiera, que se apoya en el cálculo de los aspectos financieros del proyecto. El análisis financiero se emplea también para comparar dos o más proyectos y para determinar la viabilidad de la inversión de un solo proyecto.

6.4.1 Costos del proyecto.

Para la estimación de costos de la bicicleta urbana plegable es necesario realizar un estudio detallado en el que se incluyan tanto los costos directos como indirectos para la fabricación de la bicicleta. En la tabla 11 se muestran algunos precios unitarios al mayoreo de los principales materiales a utilizar para la producción de la bicicleta. Es importante aclarar que también se debe considerar los gastos de manufactura, administrativos y de desarrollo de la bicicleta.

Cant.	Descripción	Precio unitario
1	Manubrio mtb /gaviota 580 mm	\$8.80
1	Poste manubrio mtb 100mm	\$14.00
1	Caja de centros 38.5 "	\$15.00
1	Taza de centro	\$6.50
1	Par de pedales	\$59.00
1	Par de frenos	\$45.00
1	Asiento racing (sillín)	\$45.00
1	Par de puños para manubrio/plástico	\$8.00
1	Par de llantas C/rines rodada 20	\$90.00
2	Cámaras rodada 20	\$30.00
1	Abrazadera para asiento	\$10.00

1	Par de salpicaduras	\$40.00
1	Cardan (aproximadamente)	\$500.00
	Tubos de aluminio 6061	\$129.60
	TOTAL	\$1,000.90

Tabla 6.1 Costos preliminares de materiales para la bicicleta.

Este precio es por bicicleta y concuerda en proporción con el costo que se considera en el PDP para un precio de venta al público.

6.5 Análisis Mercadotécnico.

En esta etapa el producto y el programa de mercadotecnia se introducen en escenarios realistas. Esto permitirá que la empresa lleve a la realidad toda la parte teórica, es probar el producto y todo su programa mercadológico, es decir su estrategia de posicionamiento, publicidad, distribución, determinación de precios, marca así como los niveles de presupuesto.

6.5.1 Propuesta publicitaria preliminar.

DALE VALOR A TU BICI

Plegable

Utiliza un sistema de cardán

Limpieza

De los creadores y productores de los triciclos APACHE ... calidad, durabilidad y tradición.

6.6 Comercialización.

La comercialización es la introducción del nuevo producto al mercado, la empresa debe decidir cuál es el momento oportuno, así como si es pionero o un fiel seguidor. En segundo término debe focalizar el ámbito donde va a lanzar el producto, ya sea regional, nacional o internacional.

Se debe tomar en cuenta la primera entrada disfruta de una ventaja de primer movimiento que es la de ganar liderazgo y posicionamiento en el mercado.

En el caso de una entrada paralela con el producto competidor, ambos financian los costos del lanzamiento del producto. Un ingreso tardío al mercado supone tres ventajas, haber sufragado los costos de educar a los potenciales clientes, conocer el mercado y presentar un producto mejorado.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES.

La propuesta de bicicleta urbana plegable con una prospectiva a 10 años que se presenta en ésta tesis, cumple con el diseño de un cuadro de bicicleta que establece y da nuevas alternativas para poder guardarla y trasladarla de formar más simple con el sistema de plegabilidad. Así mismo el material que obtenemos es más ligero y busca las nuevas propuestas de producción tubular de dicho material.

La planeación, programación, construcción, operación y conservación de proyectos rentables para el lanzamiento de productos, como lo es el caso de una bicicleta urbana plegable, es un objetivo a cumplir en la presente tesis. Actualmente, se han identificado grandes problemas de índole ambiental y de tráfico para aquellas personas que pretenden trasladarse de su casa a su trabajo u otros destinos. En la ciudad de México crece éste problema a gran escala y se ha vuelto un problema económico-social, así como de un problema de tiempo, ya que muchas personas ocupan más de 3 a 4 horas para poder llegar a sus destinos en un día.

La bicicleta es una opción para acabar con éstos problemas que se presentan en la actualidad, y así formarnos una cultura para utilizar este medio de transporte que nos dará buenos resultados, y en futuras generaciones emplearla como opción definitiva al traslado a cualquier lugar que se desea.

Para tratar de erradicar éste problema social con el uso de un sistema de transporte urbano como lo es el caso de las bicicletas ya sea con características diferentes para fácil uso.

Este proyecto contiene una serie de ventajas competitivas que se le ofrecen al usuario y que son las más comunes y las más importantes que se deben de tomar en cuenta.

La presente tesis fué enfocada a innovar, crear, y diseñar una bicicleta para el año 2017, por supuesto que se han hecho preguntas reconociendo cuáles son los alcances y el desarrollo que habrá en el año 2017. Así mismo nos hemos dado la tarea de convivir con gente que ya usa como medio de transporte la bicicleta, y que creen que sería una buena idea para innovar y utilizar dentro de 10 años. Se cree que la bicicleta plegable será un producto esencial para transportarse de un lado a otro, pero también estamos conscientes que viviendo en la ciudad y zona metropolitana necesitaremos otros medios de transporte públicos que nos beneficiarán para trayectos muy largos; de tal manera poder plegar la bicicleta y que no sea un producto estorboso facilitará su uso y forma de traslado dentro de 10 años.

El diseño de una bicicleta urbana plegable muestra las tendencias de tecnología que podemos cumplir, o antiguos descubrimientos que podemos aprovechar hoy en día como el cardán. Éste sistema de transmisión que se propone en la presente tesis comprueba que a veces sólo tenemos que mirar hacia atrás y aprovechar propuestas que se hicieron en el pasado. El cardán es el futuro de las bicicletas urbanas.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.

1. Alcalde J., Diego J., Artacho M., “Diseño de Producto, Métodos y Técnicas”, Ed. Alfaomega – Universidad Politécnica de Valencia, Colombia 2004.
2. Ávila R. Prado L. González E.; “Dimensiones antropométricas de población latinoamericana”, Universidad de Guadalajara, Centro de Investigaciones en Ergonomía, 2001.
3. Avallone, E. Baumeister, T. “Marks, Manual del Ingeniero Mecánico”, Mc Graw Hill, 9ª edición, Tomo 1 y 2, México 2002.
4. Mabie, Reinholtz, “Mecanismos y dinámica de maquinaria”, Ed. Limusa Wiley, 2ª edición, México 2002.
5. Ulrich Kart T., Eppinger Steven; “Diseño y Desarrollo de Productos, Enfoque Multidisciplinario” Mc Graw Hill 3ª Ed. México 2006.
6. Zeno Zani. "Posiciones incorrectas en la bicicleta". Dorleta. Bilbao.

Referencias

1. D.I.Silvia Oropeza Herrera. Sectores Económicos. Asignatura Envase y embalaje.

Páginas Web

1. <http://exp-grafica.uma.es/Asignaturas/dis-prod/document/dis-conceptual.pdf>
2. <http://www.sussex.com.tw/index.html>
3. <http://www.dahon.com/>
4. <http://www.terra.org/articulos/art01885.html>
5. <http://www.dynamicbicycles.com/chainless/gearing.php>
6. <http://www.beixo.com/eng/index.html>
7. <http://www.zerocycles.co.uk/>
8. <http://www.alu-stock.es/tecnica/comparacion.html>
9. http://www.dynamicbicycles.com/buy/bikes_print.php?prodid=60
10. <http://www.mundocaracol.com/bicicletos/historia.asp>
11. <http://www.terra.org/articulos/art01499.html>

12. <http://www.dynamicbicycles.com/chainless/index.php>
13. <http://dekrabike.com/faq.htm>
14. <http://132.248.139.20/cursoip/indice.asp>
15. <http://www.espaibici.com/www/wwwdahon/framematerial.htm>
16. <http://www.praxair.com/sa/cl/chl.nsf/1928438066cae92d85256a63004b880d/9e24c174902197438525721e0061600b?OpenDocument>
17. <http://www.siisa-infra.com.mx/www/productos/mig.php>
18. <http://www.plegabike.com/cast/faq.html#faq3>
19. <http://www.alubike.com.mx/aluminio.php>
20. http://www.duraluminio.com/AM_lance_productos.htm
21. http://www.avantum.info/beixo/bicicletaplegable/beixo_compact.htm
22. <http://www.colner.com.ar/productos.asp?rubro=Indumentaria>
23. <http://www.antag.es/go/search/idx/3070904/go.htm>

ANEXOS

ANEXO A.

Mantis religiosa

La mantis religiosa, también llamada santateresa, tatadiós, campamocha, mamboretá, cerbatana o usamico, es un insecto de la familia Mantidae, orden Mantodea. Originaria de sur de Europa, la Mantis fue introducida en Norteamérica en 1899 en un barco con plantines.

En comparación con otros insectos, su tamaño es mediano, posee un tórax largo y unas antenas delgadas. Tiene unos grandes ojos compuestos en la cabeza la cual puede girar hasta 180° y tres ojos sencillos entre los ojos compuestos. Sus patas anteriores, que mantiene recogidas ante la cabeza en actitud orante, están provistas de fuertes espinas para sujetar las presas de que se alimenta. Es voraz y muy común en lugares cálidos.

Existe una gran variedad de especies en la familia. La Mantis flor tiene grandes y coloridas faldillas en forma de pétalos en las patas.

La Mantis religiosa, la especie más representativa de la familia Mantidae en Europa, puede ser verde o parda con distintos matices. El color del medio en el que habita durante su última muda (si se trata por ejemplo de paja seca o hierba verde) determina el color del adulto.

El ciclo vital es de un año aproximadamente. Para convertirse en Mantis adultas tienen que realizar el proceso de la muda seis veces, para ello se colocan en suspensión hacia abajo y saliendo por la parte anterior de la anterior cutícula se desprenden de la vieja muda.

Alimentación



Mantis religiosa devorando un Tenebrio molitor

Para alimentarse, mantiene las patas anteriores juntas mientras espera para atacar, por lo que parece que está rezando. Si otro insecto se posa junto a ella, lo observará girando la cabeza y lanzándose al ataque de inmediato. Sus patas anteriores sujetan a la víctima y la mantis comienza a alimentarse de ella inmediatamente, incluso si su presa sigue luchando para escapar. Es posible que se coman unas a las otras.

ANEXO B.

LA POSICION CORRECTA EN LA BICICLETA.

(FORMA DE USO)

La práctica incorrecta, sea desde el punto de vista del método de entrenamiento o de la posición sobre la bicicleta, pueden causar daños, incluso permanentes, sobre el aparato locomotor. El término "*Tecnopatía*" define toda aquella patología (enfermedad) o síndrome (conjunto de síntomas) que derivan de una incompatibilidad entre el ciclista y los componentes de su medio de locomoción o de una regulación equivocada de los mismos.

El ejercicio que se realiza encima de una bicicleta consta de una sucesión continua de movimientos de flexo-extensión que involucra a las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillos. La primera consideración sería con respecto a la posición de la columna y la cadera, que deben de estar alejadas y bajas (distancia /sillín-potencia de manillar/ y /sillín-manetas de freno/) para favorecer la acción de extensión de los glúteos (el extensor principal es el músculo glúteo mayor).

Fig. 1. Métodos para la determinación del **retroceso del sillín**:

A- Vertical del borde anterior de la rótula - borde anterior de la biela (método Pruitt) B- Vertical del borde externo de la rótula - circunferencia posterior del eje del pedal (método Zani)



Fig. 2. La acción muscular en la pedalada pasa por cuatro fases, en función de la **fuerza transmitida al pedal**.

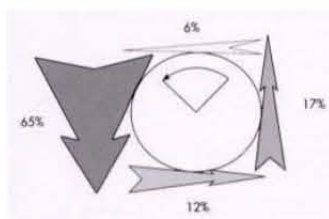


Fig. 3 Regulación de la **altura del sillín** en función del ángulo de trabajo óptimo muslo-pierna.

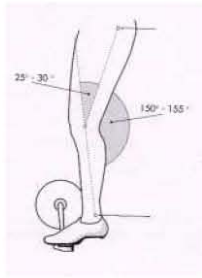


Fig.4. Movimiento de **flexión-extensión del muslo**. En la flexión el único músculo verdaderamente eficaz es el psoas ilíaco.

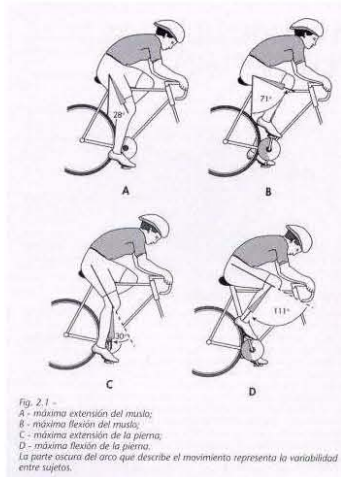


Fig.5. Método para la determinación de la **posición en longitud sobre la bicicleta** (Dr. Haushalter): con las manos empuñando la parte profunda de la curva del manillar y el antebrazo plegado a 125° sobre el brazo, el codo toca el borde anterior de la rótula mientras el muslo y la pierna forman un ángulo de 90° .

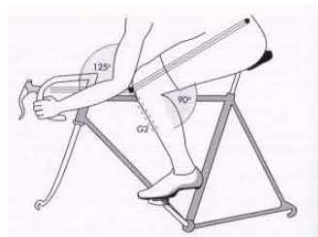
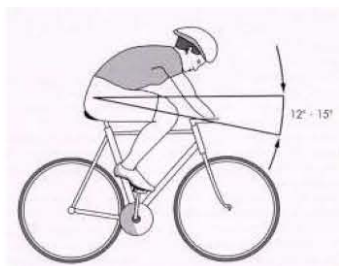
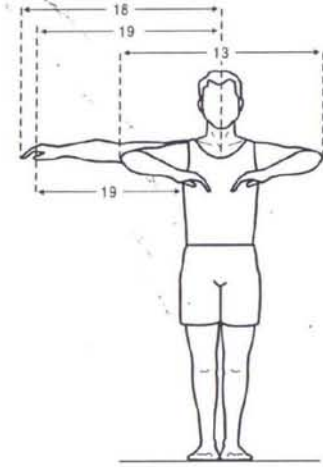
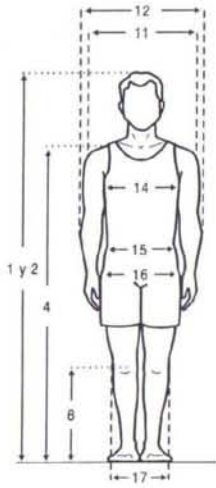


Fig.6. Método para la determinación de la **longitud de las bielas**. Con una altura de sillín correcta y el muslo en flexión máxima, el ángulo entre el eje de dicho muslo y la línea horizontal debe ser de $12^\circ - 15^\circ$.



- Algunos problemas derivados de la mala postura, mala práctica y lesiones comunes.

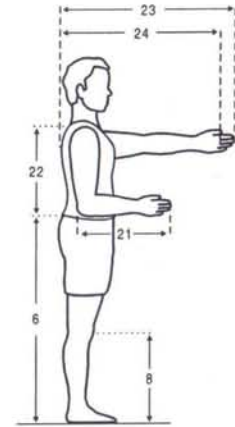
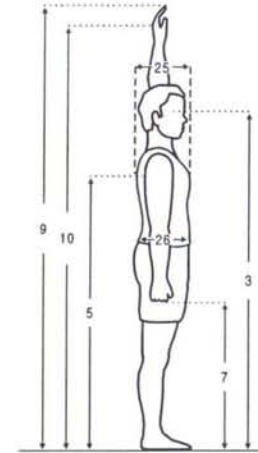
1. Los problemas de compresión nerviosa en las extremidades.
2. La cervicalgia.
3. La lumbalgia.
4. La condropatía femoro-rotuliana.
5. Las tendinitis.
6. Efectos del sillín sobre el aparato genito-urinario.



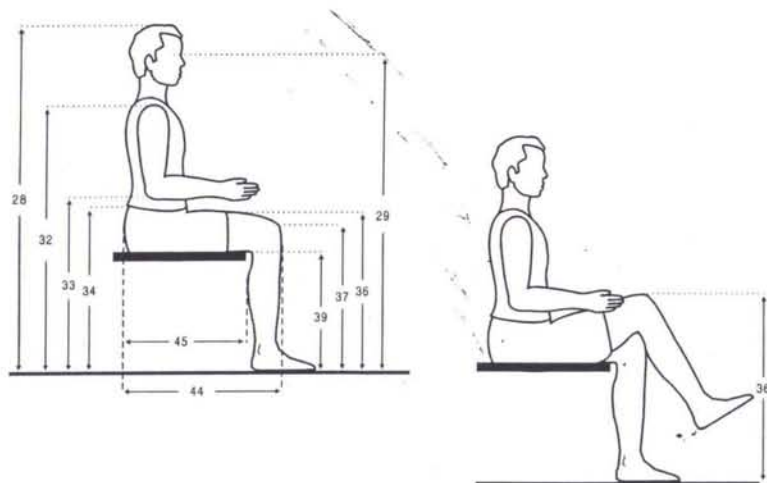
Medidas Antropométricas
En Posición De Pie
Operadores de Autotransporte
Sexo Masculino

DIMENSIONES	(n=974)				
	\bar{x}	D. E.	PERCENTILES		
			5	50	95
1. Estatura con zapatos	1676.80	56.65	1588.44	1675.80	1779.59
2. Estatura sin zapatos	1647.58	56.44	1560.09	1646.23	1747.75
4. Altura del hombro	1372.69	56.34	1288.44	1369.85	1469.75
11. Ancho bideltoides	471.59	30.59	424.18	470.09	525.65
12. Ancho codo - codo	504.73	42.44	437.44	502.54	574.13
13. Ancho máximo codo - codo	875.67	53.56	801.20	877.22	950.80
14. Ancho de tórax	324.55	28.72	281.77	322.50	373.97
15. Ancho de cintura	311.07	30.90	265.69	310.00	360.13
16. Ancho de cadera	330.61	20.76	300.47	329.98	363.35
17. Ancho de rodillas	222.88	21.31	194.70	220.64	257.57
18. Alcance máximo lateral	867.84	38.38	807.38	867.54	933.57
19. Alcance funcional lateral	1025.62	46.69	954.68	1025.14	1099.60
20. Alcance func. lat. sin cuerpo	627.42	38.58	564.38	626.33	691.75

Medidas Antropométricas
En Posición De Pie
Operadores de Autotransporte
Sexo Masculino



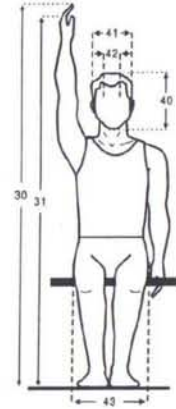
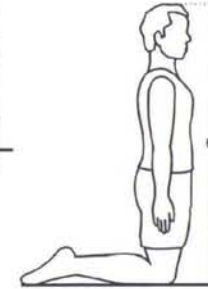
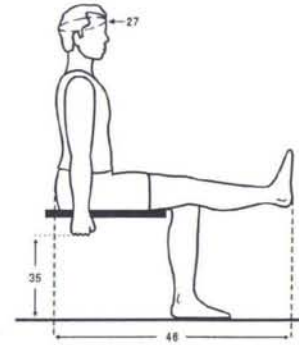
DIMENSIONES	(n=974)				
	\bar{x}	D. E.	PERCENTILES		
			5	50	95
3. Altura de ojos	1547.50	58.73	1455.19	1546.72	1652.13
5. Altura de axila	1237.53	56.33	1149.75	1235.86	1333.59
6. Altura de codo	1031.19	49.51	960.08	1027.21	1107.32
7. Altura de nudillo	724.62	39.67	663.90	723.73	792.75
8. Altura de rodillas	480.53	29.46	433.63	480.72	528.13
9. Alcance vertical máximo	2097.54	83.75	1964.88	2094.56	2244.13
10. Alcance vertical funcional	2027.54	81.09	1895.44	2027.59	2173.75
21. Distancia codo - dedo medio	454.54	23.30	420.05	454.96	491.25
22. Distancia hombro - codo	357.36	22.61	325.94	356.15	392.68
23. Alcance máximo frontal	857.37	50.51	775.25	858.20	938.13
24. Alcance funcional frontal	788.83	47.75	713.38	788.78	865.13
25. Profundidad de tórax	251.11	26.36	200.20	249.72	299.55
26. Profundida abdominal	246.07	37.06	184.96	241.44	305.13



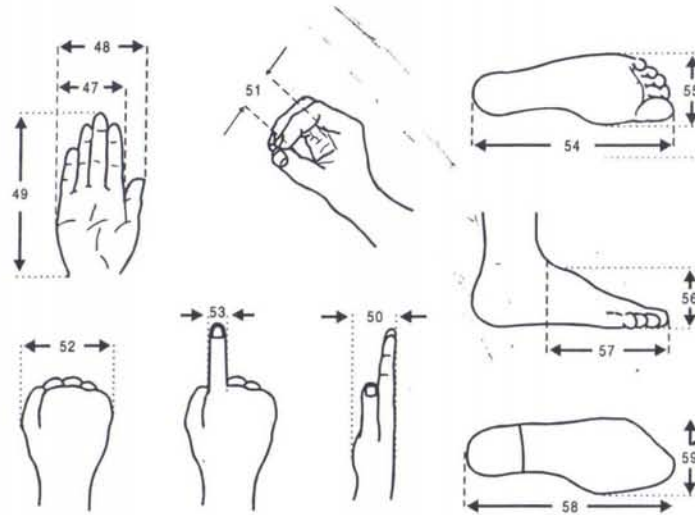
Medidas Antropométricas
En Posición Sentado
Operadores de Autotransporte
Sexo Masculino

DIMENSIONES	(n=974)				
	\bar{x}	D. E.	5	50	95
28. Altura sentado	1244.69	44.84	1178.85	1242.55	1323.92
29. Altura de ojos sentado	1145.39	47.49	1072.09	1144.22	1224.55
32. Altura de hombro sentado	976.23	43.14	912.38	973.92	1074.92
33. Altura de codo sentado	625.62	38.82	561.65	623.79	690.21
34. Altura región lumbar	536.42	65.71	437.94	530.23	641.57
36. Altura del muslo	537.57	25.94	493.38	537.37	580.75
37. Altura de rodilla	505.91	27.94	460.22	505.15	550.82
38. Alt. rodillas pierna cruzada	672.19	44.79	605.65	671.68	767.68
39. Altura de poplíteo	404.23	25.88	362.88	404.08	445.59
44. Distancia glúteo - rodilla	558.99	27.51	515.88	558.11	605.04
45. Distancia glúteo - poplíteo	453.83	28.15	409.58	453.53	499.82

Medidas Antropométricas
En Posición Sentado
Operadores de Autotransporte
Sexo Masculino



DIMENSIONES	(n=974)				
	\bar{x}	D. E.	PERCENTILES		
			5	50	95
27. Circunferencia cabeza	567.23	16.72	539.86	568.23	590.50
30. Alcance máx. vert. sentado	1693.42	76.22	1590.25	1692.38	1806.75
31. Alcance funcional vert. sent.	1626.23	65.04	1520.38	1622.86	1734.59
35. Altura del nudillo sentado	330.35	38.83	267.18	329.88	396.94
40. Altura de cabeza	235.16	12.61	214.28	235.35	255.31
41. Ancho de cabeza	154.90	7.25	143.89	154.97	166.39
42. Ancho interpupilar	53.15	7.47	42.83	52.49	64.85
43. Ancho de cadera sentado	338.22	24.98	299.72	336.47	381.83
46. Alcance frontal pie - glúteo	1003.68	54.68	927.25	1000.80	1084.57
60. Altura hincado	1230.72	43.74	1164.25	1230.31	1306.75



Medidas Antropométricas
Pie y Mano
Operadores de Autotransporte
Sexo Masculino

DIMENSIONES	(n=974)				
	\bar{x}	D. E.	PERCENTILES		
			5	50	95
47. Ancho de mano sin pulgar	82.70	5.64	73.57	82.55	92.21
48. Ancho de mano con pulgar	97.40	6.67	86.76	97.62	108.32
49. Largo de mano	180.82	9.93	164.35	181.41	195.98
50. Altura de mano	46.32	6.55	35.48	46.02	56.81
51. Diámetro de empuñadura	35.75	4.31	28.74	35.67	43.28
52. Diámetro máximo de mano	91.59	9.66	78.33	89.79	107.92
53. Diámetro del dedo índice	21.29	1.26	19.32	21.25	23.45
54. Largo del pie sin zapato	248.68	12.14	230.30	249.51	267.55
55. Ancho del pie sin zapato	92.64	4.70	84.82	92.67	100.07
56. Altura funcional del pie	85.17	8.01	70.34	85.12	98.90
57. Largo funcional del pie	156.93	11.49	138.38	157.06	174.04
58. Largo del pie sin zapato	272.45	12.61	252.18	271.06	294.53
59. Ancho del pie con zapato	97.64	6.13	89.62	97.03	110.00

Anexo D.

Aluminio 7005 Double-Butted

El aluminio 7005 es un aluminio aeroespacial que es 5-10% más fuertemente que el 6061, para la mayoría de las medidas los tubos se diseñan especialmente de modo que sean más gruesos en los extremos de los tubos, donde se sueldan con autógena y las tensiones son más elevadas, y más finos en el centro para reducir al mínimo el peso, esta característica también aumenta la rigidez. El aumento de resistencia al trabajo se consigue con una reestructuración a nivel molecular, cuando el material se calienta a una temperatura específica, durante un tiempo determinado, y con una tensión específica. Este proceso aumenta la fuerza del aluminio 7005 en un 20%. Los tubos Double-Butted 7005 por lo tanto, son perceptiblemente más fuertes que los tubos equivalentes de la gama 7005 o 6061 con menor peso. esta tubería permite que los fabricantes de cuadros confeccionen cuadros más ligeros y resistentes.

Sonus Tubing

La tubería Sonus aumenta su resistencia y rigidez gracias un perfil característico. La tubería de Sonus se utiliza en el tubo principal de todas las bicis plegables de Dahon y es de gran tamaño con una base plana. La tubería de Sonus aumenta su resistencia y rigidez cerca de un 30% en comparación a los tubos ovales estándares.

Aleación de Aluminio Puro™ U6

De propiedad de Dahon, la ultra ligera aleación de aluminio Puro U6™ es el 25% más fuerte y el 20% más resistente a la fatiga que la aleación de aluminio tradicional 6061-T6. Trabajan con este material para desarrollar los tubos para sus cuadros de alta gama y son los únicos fabricantes que usan este material para bicicletas plegables. El aluminio Puro U6™ permite utilizar tubería de la pared fina sin sacrificar fuerza.

Aluminio 6061

El aluminio 6061-T6 es el más utilizado en el mundo de la bicicleta. Se utiliza para fabricar cuadros, bisagras y manivelas. Es relativamente ligero, abundante, y fácil trabajar. Dahon utiliza el aluminio 6061 para varios de sus modelos de cuadros porque puede conseguir un peso a un coste razonable.

Acero Chromoly 4130

Cuando se desea "vivacidad" y sensación de conducción, el acero sigue siendo el material que muchos ciclistas prefieren. Un marco de acero bien hecho puede durar toda la vida. Casi todas las bicicletas plegables con cuadro de acero se hacen con un acero bajo en carbono. En Dahon utilizan solamente acero chromoly 4130, que es un 40% más resistente. Debido a una resistencia perceptiblemente más elevada, pueden utilizar tubería de paredes más finas, y por lo tanto más ligero. El acero chromoly 4130 es la razón por lo que las Dahon con cuadro de acero se sienten así de "bien" y pesan menos que muchas de las bicis con cuadro de aluminio de su competencia.