



Universidad  
Zaragoza

# Proyecto Fin de Carrera

Aplicación de herramientas de gestión de la  
calidad al diseño de una bicicleta

Autor/es

Carlos Sola Virto

Director/es y/o ponente

Miguel García Garcés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
2012



## **DEDICATORIA**

Este proyecto esta de dicado a mi familia que me he apollado desde le principio para que no abandonara. Y más concretamente a mi abuelo fallecido, ya que me he basado en la bicicleta que el solía usar cuando yo era un niño. El cual ha sido el germen que me hizo pensar en este modelo de bicicleta para desarrollar el proyecto.

También esta dedicado a Nuria, que gracias a su apoyo incondicional no he abandonado en incontables ocasiones.

Fdo: Carlos Sola Virto

## **AGRADECMIENTOS**

En agradecimiento a todas las personas que me han apoyado, animado y ayudado para llevar a cabo éste proyecto.

Muchas gracias a Miguel, mi tutor del proyecto, que siempre me ha apoyado y ayudado en cada momento de desesperación, que no han sido pocos.

Agradecer a todas mis amistades que me han ayudado a recoger información, se que muchas veces he sido un poco pesado y nunca nadie se han quejado. Así mismo gracias a la mayoría por ofrecerse a ayudarme.

Y por último, pero no por ello menos importantes, a mi familia. Siempre animándome a que siga adelante y finalice todo aquello que comienzo.

Gracias a todos y todas.

## INDICE

### 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 - Introducción
- 1.2 - Objeto del Proyecto
- 1.3 - Antecedentes
- 1.4 - Alcance
- 1.5 - Cronología

### 2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

- 2.1 - Características generales
- 2.2 - Despiece
- 2.3 - Diagrama de montaje
- 2.4 - Funcionamiento
- 2.5 - Fabricación de las piezas
- 2.6 - Esquema de Montaje

### 3. ANÁLISIS DE VALOR

- 3.1 - Introducción
- 3.2 - Descripción del producto
- 3.3 - Valores de funciones
- 3.4 - Proposición de alternativas

### 4. DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD

- 4.1 - Introducción
- 4.2 - ¿Que es QFD?
- 4.3 - Desarrollo QFD
- 4.4 - Comparación con producto similar

## 5. ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS

5.1 - Introducción

5.2 - Descripción del método

5.3 - Fallos

5.4 - Mecanismos de fallos

5.5 - Desarrollo AMFE

## 6. CONCLUSIONES

## 7. BIBLIOGRAFÍA



## **1. INTRODUCCIÓN**

	Pag.
<b>1.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	2
<b>1.2 OBJETO DEL PROYECTO.....</b>	8
<b>1.3 ANTECEDENTES.....</b>	9
<b>1.4 ALCANCE</b>	
1.4.1 - Puntos fundamentales y básicos de la calidad.....	10
1.4.2 - Elaboración de la documentación.....	11
1.4.3 - Aplicación de la función de calidad.....	11
1.4.4 - Análisis Modal de Fallos y Efectos.....	12
1.4.5 - Análisis de Valor.....	12
1.4.6 - Seguimiento del proyecto.....	13
1.4.7 - Presupuesto de documentación.....	14
<b>1.5 CRONOLOGÍA.....</b>	15



## 1.1 INTRODUCCIÓN

### PUNTOS FUNDAMENTALES Y BÁSICOS DE LA CALIDAD

Para implantar un sistema de calidad, debemos comenzar con un diagnóstico previo.

Cada ente es diferente; más aún, dos plantas o dos departamentos de una organización, pueden tener una cultura diferente, una versión diferente de lo que a la calidad, la planificación, la política, la gestión o las relaciones interpersonales se refiere. Hay que hacer un diagnóstico antes de llevar a cabo cualquier acción en cualquier ámbito de actuación. Así como cualquier profesional antes de abordar cualquier tipo de proyecto debe hacer un análisis previo para informarse a cerca de las condiciones legales, económicas técnicas, etc para desarrollar la solución más acorde con el problema que se plantea ante cualquier proyecto.

Es prementorio diseñar una serie de tests, encuestas y ejercicios para poder hacer un diagnóstico rápido, serio y eficaz, antes de realizar un proyecto de cambio. Es en base al diagnóstico, que se discute con los responsables de la organización, como se realizan las acciones más idóneas para comenzar cualquier cambio en el ámbito de la calidad.

Cabe mencionar que la calidad no es un producto, o un objetivo; el concepto real de Calidad Total es hacer las cosas bien a la primera, y mejorarlas constantemente conforme lo impongan las necesidades. No hay que conformarse con la mejora de la calidad en un tanto por ciento determinado, hay que hacer que las cosas funcionen sin perder tiempo, esfuerzo y dinero en rectificar, controlar, arreglar o modificar cosas mal hechas. El error indica falta de profesionalidad, de motivación o interés.

Para mejorar en calidad hace falta un diagnóstico previo, sobre el cual se diseñará un programa específico para cada organización. El hecho de que un sistema, técnica o método funcione en un lugar no significa que vaya a funcionar en cualquier otro o en todos ellos, por similares que sean.

En la sociedad en la que vivimos hoy en día, desde una perspectiva consumista como la que se da en occidente, la preocupación por la calidad de los productos o servicios que se adquieren se ha incrementado. Gracias en gran medida a la amplia oferta que se puede encontrar de cualquier producto en el mercado globalizado en el que nos encontramos. Todo esto hace que el comprador haya desarrollado una conciencia de consumo mucho más crítica en cuanto a la relación calidad precio. No es justo pagar un precio elevado por productos o servicios que no cumplen con las normas o con las expectativas del comprador, y menos lo es la propaganda engañosa, las falsas promesas, con las cuales se confunde y manipula a los consumidores.

Por ello debemos ayudar en la medida de lo posible al consumidor a educar ésta conciencia de consumo en un mercado cada vez más voraz y despiadado con gran cantidad de oferta, que en muchas ocasiones que no cumplen las expectativas esperadas por el consumidor, aunque a un coste reducido. Las políticas de bajo coste a costa la calidad sea cada vez más común en el mercado. Como ejemplo claro en nuestros días se podrían mencionar cantidad de productos manufacturados en China por poner un ejemplo, quizás el más claro, que a costa de una política de derecho laboral precaria, sueldos muy bajos, etc propone un modelo de mercado con muy poca calidad en todos los sentidos.

Finalmente mencionar que a día de hoy con todos los factores macroeconómicos y con la crisis actual es un claro exponente mundial en cuanto a los diferentes caminos que los diferentes entes (países, empresas, sectores económicos, etc) llevan practicando en las últimas décadas. Véase el ejemplo en una Europa, dónde ahora que la crisis castiga las economías se aprecia las reacciones mucho más desahogadas de países que años atrás apostaron por modelos mucho más eficientes y competitivos a costa de implementar las medidas de control, entre otros factores, de calidad en sus productos. En el mundo globalizado en el que vivimos la competencia no tiene parangón con otras etapas históricas anteriores. Y si no se toman medidas urgentes para apoyar el desarrollo empresarial para reforzar la competitividad mediante la calidad, como por ejemplo se lleva a cabo en Alemania, estaremos en clara desventaja conforme al marco global en el que nos encontramos.

## **CALIDAD TOTAL**

Puntos clave de un programa de calidad total (según A. Senlle):

1. Hacer un diagnóstico apropiado de la organización antes de comenzar a cambiar.
2. Sensibilizar al personal, desde el Director General hasta el personal de limpieza, sobre la importancia de cooperar con el fin común de la calidad.
3. Trabajar la “Ley de resistencia al cambio”.
4. Formar al cuadro de mandos en técnicas de liderazgo para la calidad.
5. Crear un sistema de participación, para que todo el personal se involucre en el proceso de cambio.
6. Entender el cambio como algo permanente, como un desarrollo paulatino y constante de las personas y la organización.
7. Formar un comité de calidad, dándole los cursos necesarios para que dominen técnicas de calidad, comunicación, reuniones y trabajo en equipo.
8. Establecer la cadena Proveedor-cliente, interna en la empresa.
9. Desarrollar estrategias de marketing para integrar el cliente a la organización.
10. Reducir los “stocks” y los proveedores.
11. Formar a clientes y proveedores para que, juntos con la empresa, se unifiquen las acciones de cambio y desarrollo.
12. Recordemos que para desarrollar la organización es necesario desarrollar a las personas que la componen. En este sentido, El Desarrollo Organizacional es igual a la suma del Desarrollo Humano y Desarrollo Técnico.

Sumandos que forman un conjunto y no pueden considerarse separadamente, si se pretende lograr el éxito empresarial.

$$\text{D.O.} = \text{D.H.} + \text{D.T}$$

Todos o la mayoría de estos puntos deberían quedar reflejados en la política de calidad adoptada por cada ente, fijada por la dirección del ente, mediante directrices y objetivos relativos a la calidad.

«El sistema de calidad» es el conjunto de la estructura organizativa, de responsabilidades, de procedimientos, de procesos y de recursos (técnicos, económicos y humanos), que se establecen para gestionar la calidad.

Tradicionalmente el Control de Calidad consiste en una inspección del producto terminado al final del proceso, eliminando aquellas unidades que no cumplan las especificaciones, con el consiguiente incremento de costes a causa de las operaciones de selección y del porcentaje de piezas desechables, o bien recuperables con caras operaciones añadidas. De ello nace la opinión generalizada de que la calidad es un coste y que, por tanto, todo el mundo admite, de forma natural, que un mejor producto costara más caro.

Éste planteamiento hoy por hoy es erróneo ya que se viene viendo que resulta caro y poco fiable. Solo se comprueban un tanto por ciento de las piezas y en caso de que sea un error en series de piezas puede abarcar gran cantidad de piezas erróneas, con el coste que ello conlleva. Es mucho más positivo detectar el problema en el momento y en la pieza en que tiene lugar o evitar que pueda llegar a darse tal error.

Esto se podría conseguir mucho más fácilmente si producción y control de calidad fuera un mismo cuerpo, y no dos completamente diferenciados como es habitual en cualquier ente. Estas nuevas ideas sobre la calidad han dado lugar a una revisión del sistema de inspección 100%, desde la utilización de la estadística hasta la utilización de sistemas antierror. Ha surgido una nueva filosofía de calidad, con una nueva posición de la empresa con respecto a la misma y con una importante reducción de costes a través de un objetivo de cero defectos. Vamos a tratar a continuación esta nueva política de calidad: Calidad Total.

## **OBJETIVOS DE UN SISTEMA DE CALIDAD TOTAL**

Los objetivos de un sistema de calidad total se pueden estructurar en las siguientes fases:

- Reemplazar los actuales controles al final del proceso de producción por controles integrados en el propio flujo de producción.
- Instalar los dispositivos necesarios para hacer las operaciones bien a la primera.
- Mejora permanente de la calidad para obtener y mantener el cero defectos al menor coste en cada una de las etapas del proceso de fabricación.

## **EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD**

Para que una empresa sea exitosa en cuanto a la consecución de unos productos de calidad debe ajustarse a los siguientes puntos:

- Ser competitivos en cuanto al precio.
- Satisfacción de las expectativas de los clientes.
- Cumplir con normativas y especificaciones aplicables a sus productos.
- Cubrir los requisitos de seguridad, legales e higiénicos amén de aquellos indicados por ley.
- Satisfacción de necesidades y/o propósitos bien definidos.
- Repercusión en forma de beneficios para la empresa.

Para alcanzar dichos objetivos la empresa tiene que organizarse, crear un aparato que sea capaz de controlar todos los factores; administrativos, técnicos y humanos que entran en juego a la hora de producir cualquier producto. Y que a su vez son directamente responsables de la calidad de sus productos. Para ello debe ajustarse a la realidad de la empresa (medios, entornos, técnicas, posicionamiento, etc) y las necesidades de los clientes. Basándose en datos demostrados y objetivos.

Con todo esto se busca que la empresa aumente beneficios, mejore su economía, cree una línea continua de cara al cliente, mejorando la imagen de marca y con todo ello incrementando la fidelidad del cliente. Esto para el cliente significa solo una cosa; obtención de mejores productos a un coste igual o inferior al ya existente. Con ello se consigue que la satisfacción del cliente con el producto se incremente.

El sistema de calidad implica tener bajo control todas las fases de un proceso, desde el inicio hasta la satisfacción del cliente, asegurando la calidad en cada fase. Dentro de éstas fases se incluyen:

- Estudio del mercado.
- Diseño y desarrollo del producto o servicio.
- Suministro.
- Planificación y desarrollo del proceso.
- Proceso de producción.
- Inspección y ensayos.
- Almacenamiento.
- Distribución y Venta.
- Instalaciones y funcionamiento.
- Servicio y asistencia técnica.
- Alternativas después de la vida útil del producto.
- Como también análisis de todo lo relacionado al sentimiento del consumidor con respecto al producto.

Éstos son puntos generales que pueden ser modificados en función de los medios y modos de trabajo de cada empresa. Lo importante es comprender que todos ellos forman parte de un todo que bien conducido repercutirá sensiblemente en el proceso y finalmente en la visión de nuestro cliente hacia la empresa. El compromiso con la calidad debe impregnar todos y cada uno de los departamentos, partes, talleres, plantas, etc que forman parte en la producción de un producto.

## 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

La finalidad de este proyecto es el desarrollo de un estudio de gestión de la calidad para el diseño de un producto de uso muy extendido y habitual en la actualidad. Con el cual una gran mayoría de personas será conocedora y familiarizada con el producto. Con el objetivo de lograr una metodología que se pudiera aplicar a cualquier otro objeto cotidiano. Consiguiéndose de ésta manera la obtención de otra herramienta valiosa para el alumno, ya que se trata de la obtención de una valiosísima información a la hora de diseñar calidad por medio de la aplicación de una serie de herramientas muy generalizadas en éste ámbito.

El objeto al cual se le ha practicado una serie de herramientas de calidad en diseño es una bicicleta, producida en la década de 1930 en el Reino Unido. Pero que su comercialización se extendió a todo el mundo, llegando a ser una de las marcas más importates a nivel internacional.

Se han aplicado una serie de herramientas, se explicarán más detalladamente más adelante, para llevar a cabo un estudio para la planificación de la calidad y revisión del diseño.

A groso modo este es orden de aplicación de las herramientas en el proyecto que se desarrolla más adelante.

Primero se lleva a cabo un despliegue funcional de la calidad (DFC o QFD en sus siglas en ingles). Que es un método de producto que sirve para analizar las demandas y expectativas de los clientes o usuarios de un producto o servicio, y las transforma en características técnicas perfectamente medibles.

A continuación se ha aplicado diferentes técnicas para “filtrar” toda la información y así concretizar al máximo los factores con los que se desarrolla el AMFE posterior.

Finalmente con el AMFE definido se lleva a cabo el último apartado enfocado en el análisis de valor del producto.

### 1.3 ANTECEDENTES

El plan de estudio correspondiente al título oficial de ingeniero Técnico en la especialidad de Diseño Industrial, a impartir en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial fue aprobado por la Junta de Gobierno de la Universidad de Zaragoza el 5 de Julio de 2001, y homologado por el Consejo de Universidades, por acuerdo de su Comisión Académica de 17 de Octubre de 2001 y publicado en el BOE nº28 de 5 de Noviembre del 2001. En él se especifica todo lo referente al Proyecto Fin de Carrera.

Para la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial especialidad Diseño Industrial es requisito indispensable superar una asignatura troncal “Proyecto Fin de Carrera”, que tiene por finalidad la elaboración de un Proyecto como elemento integrador o de síntesis, que satisfaga ciertos requisitos tanto en lo personal como en lo educativo. Realizar un trabajo equiparable al ejercicio profesional propio de un ingeniero técnico de diseño industrial.

Para la realización del Proyecto Fin de Carrera se buscan posibles temas por cada uno de los departamentos de la escuela con la finalidad de encontrar uno con el que se alcancen las metas mencionadas anteriormente. O bien ofreciendo la posibilidad de desarrollo de un proyecto engendrado por el estudiante, que es el que nos ocupa en este proyecto.

Como el proyecto que quería desarrollar estaba relacionado con el departamento de procesos industriales me puse en contacto con D. Miguel García Garcés, profesor del departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación y que además me dio clases en el segundo curso (Introducción a los procesos industriales) y durante el tercer curso (Ampliación de procesos Industriales). Tras exponerle mi idea de proyecto el accedió a dirigirlo. El proyecto desarrollado finalmente es: Estudio y desarrollo de material docente en los procesos de embutición de chapa.



## 1.4 ALCANCE

### 1.4.1 CALIDAD EN LAS ESPECIFICACIONES Y EL DISEÑO

Antes de proceder al proceso de producción debemos abordar el proceso de diseño de cualquier producto. Dentro de este proceso deberemos tener en cuenta una serie de claves que se antojan absolutamente necesarias para crear un producto lo más seguro para todas las partes implicadas (fabricante, distribuidor, consumidor, etc). Todo proyecto debe definirse, fijar unos objetivos concretos y una vez que se conozca todo esto proceder a la realización de pruebas piloto, que nos aportarán una valiosa información, ya que nos permitirán corregir el proceso y ajustarlo a las necesidades. Con todos estos datos se establecerán los controles o tests necesarios en cada fase o parte del proceso que nos asegurarán que se cumple el objetivo de obtención de un producto de la máxima calidad.

Quedarán así definidos todos los criterios de medición, aceptación y rechazo para cada paso que el producto deba hacer dentro de la cadena de producción. Especificando claramente atributos, tolerancias, equipo de edición y criterios de medición necesarios. Aunque con este trabajo no queda todo hecho, ya que se deberán realizar evaluaciones continuas en momentos significativos del proceso de producción. Por medio de métodos analíticos como pueden ser árboles de fallo, AMFE, evaluación de riesgos, inspecciones o ensayos. Todos estas medidas se aplican con el último objetivo de conseguir anular completamente los porcentajes de fallo durante la fabricación de un producto. Aunque siempre puede surgir cualquier contratiempo, llegado este punto se desarrollará la acción correctora necesaria para subsanar el problema y se tomarán medidas para que no vuelva a suceder nuevamente. Por supuesto todo ensayo o evaluación debe quedar registrada y servirá para engrosar la base de datos de la empresa, muy importante para de cara al propio desarrollo de la empresa y su crecimiento en el tiempo.

Antes del lanzamiento de la producción debe haber una revisión final del diseño debidamente documentada con planos y especificaciones. Toda la documentación generada será recogida, analizada por la dirección, quien tomará la decisión de pasar a la fabricación.

El sistema deberá prever una revisión de aptitud para la comercialización, cerciorándose que todos los elementos complementarios estén a punto. De acuerdo a la evolución del mercado y a la información de los usuarios, habrá que prever cambios y modificaciones del diseño, definiéndolos en términos de urgencia, magnitud o complejidad según corresponda; también se deben considerar re actualizaciones del diseño para ajustarlo a las necesidades cambiantes de los clientes.

### **1.4.2 ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN**

El proyecto esta compuesto de dos documentos:

1. Memoria

2. Aplicación de herramientas de gestión de calidad al diseño de una bicicleta, que se compondrá de:

- Descripción del producto , en este caso la bicicleta.
- Aplicación de la función de Calidad (QFD)
- Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)
- Análisis de Valor

### **1.4.3 APLICACIÓN DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD**

En este apartado se han realizado una serie de análisis basándose en diferentes técnicas además de despliegue de la función de calidad (QFD, en sus siglas en Ingles), como es el Diseño Robusto (técnica taguchi). Para lo cual se han tenido que estudiar las especificaciones de los clientes y la manera de traducir estas especificaciones a cualidades que nosotros podamos medir

El capítulo esta dividido en:

1- Introducción

2- ¿Que es QFD?

3- Desarrollo QFD

4- Aplicación técnicas Fuzzy a los valores

5- Conclusión sobre los resultados obtenidos

#### **1.4.4 ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS**

En este apartado se han estudiado los posibles fallos más probables que pueden darse en la bicicleta, ya que, como se explicará más adelante, se han desarrollado una serie de técnicas que han determinado los posibles fallos más frecuentes del producto.

Este documento esta desarrollado en 3 capítulos:

- 1- Introducción
- 2- Fallos
- 3- Mecanismos de fallos

En el apartado “Fallos” se ha aplicado el sistema de Árbol de fallos (FTA; Fault Tree Analysis) se trata de un método deductivo de análisis que se explica en dicho apartado. Mientras que en el apartado “mecanismos de fallos” apartado cuenta con la aplicación de las técnicas de Ishkawa y Pareto, igualmente se explican en sus correspondientes apartados.

#### **1.4.5 ANÁLISIS DE VALOR**

En este documento se realiza una descripción del producto a estudio para poder generar en el todas la mejoras que encontremos, de manera que obtengamos un producto con prestaciones iguales o superiores a un coste mas económico.

Se ha estructurado en 4 capítulos:

- 1- Introducción
- 2- Descripción de la bicicleta
- 3- Valoración de funciones
- 4- Propuestas alternativas

#### **1.4.6 SEGUIMIENTO DEL PROYECTO**

Debido a mi situación, me encuentro trabajando en el extranjero, no se ha dado un seguimiento como el que yo hubiese querido. He decidido realizar un proyecto de éstas características por la posibilidad que me brindaba de hacerlo en mi casa, sin la necesidad de asistir periódicamente al centro universitario donde estoy matriculado del proyecto y por consiguiente donde he cursado mi carrera.

El seguimiento por parte de su director Miguel Garcia Garces, en el Área de Ingeniería de los Procesos de la Fabricación de la EINA, se ha dado sobre todo en la parte final del mismo. Con el fin de revisar el trabajo realizado así como informar y resolver toda duda que haya podido tener en cuanto a la realización del proyecto así como de la documentación a redactar.

### 1.4.7 PRESUPUESTO DE DOCUMENTACIÓN

Dentro de este apartado se ha considerado el coste que supone tener a una persona durante todo el tiempo que dura el proyecto preparando toda la documentación necesaria para su realización, así como las horas invertidas por el director del proyecto en la revisión de dicha documentación.

Dado que no me he dedicado única y exclusivamente a la realización del proyecto, el tiempo en meses que he dedicado a ello no es real con el que hubiera debido ser, si mi dedicación hubiera sido exclusiva. De esta manera se han contabilizado las hora que se han dedicado a la realización del mismo.

Este presupuesto vendría representado de la siguiente manera:

- Coste de la persona encargada de preparar la documentación:

210 horas a 36 Euros. 7560 Euros.

- Coste de la persona que revisa la documentación (director del proyecto):

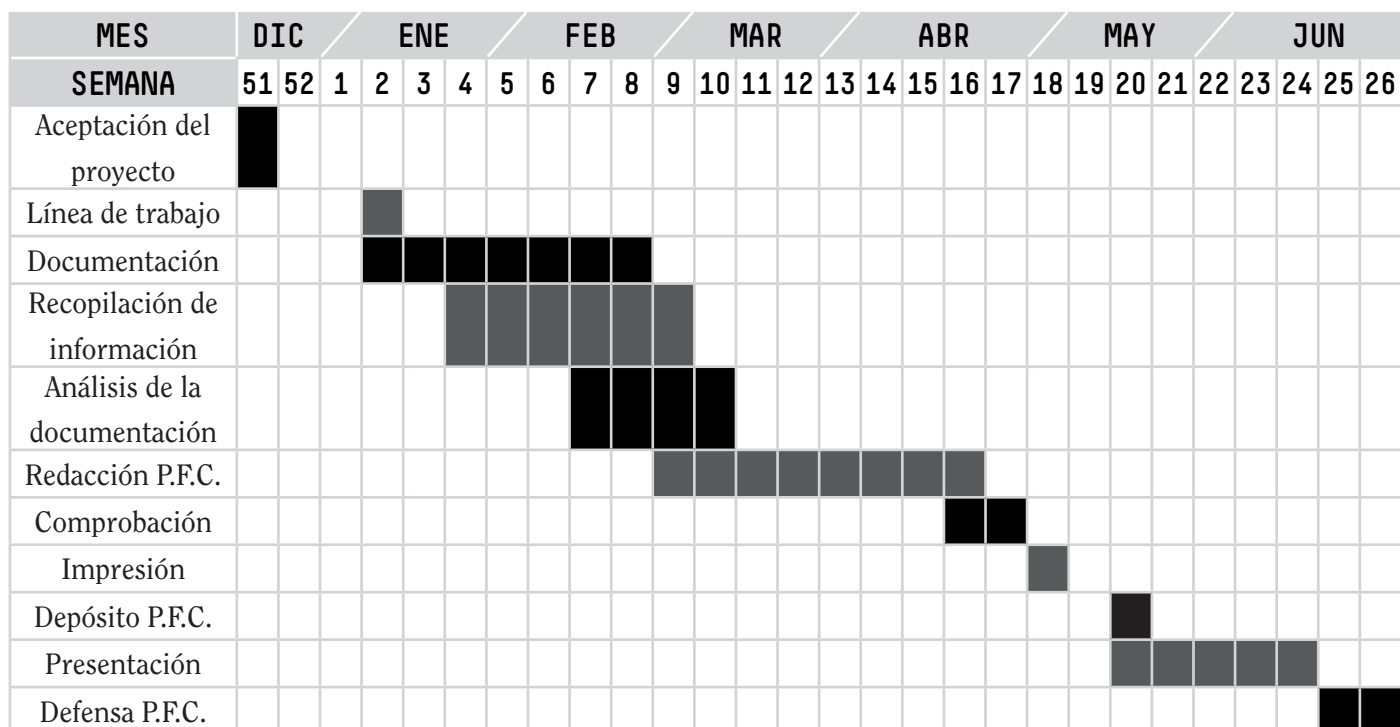
16 horas a 48 Euros. 768 Euros.

<b>TOTAL 8328 Euros</b>
-------------------------

### 1.5 CRONOLOGÍA

La realización de un proyecto, está marcado por diferentes etapas que se suelen superponer en el tiempo y que hay que compaginar lo mejor posible con otras actividades para poder concluir con éxito el proyecto de una forma ordenada y eficiente.

Por esa razón es importante realizar un esquema temporal del trabajo que se ha realizado, queda mostrado en el siguiente grafico:





## 2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

	Pag.
<b>2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....</b>	2
<b>2.2 DESPIECE.....</b>	18
<b>2.3 DIAGRAMA DE MONTAJE.....</b>	19
<b>2.4 FUNCIONAMIENTO.....</b>	20
<b>2.5 FABRICACIÓN DE LAS PIEZAS</b>	
2.5.1 - Estructura y dirección.....	21
2.5.2 - Rueda.....	25
2.5.3 - Motriz.....	27
2.5.4 - Freno.....	32
<b>2.6 ESQUEMA DE MONTAJE</b>	
2.5.1 - Estructura y dirección.....	36
2.5.2 - Rueda.....	37
2.5.3 - Motriz.....	38
2.5.4 - Freno.....	39
2.5.5 - Esquema general.....	40



## 2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La bicicleta que ha sido objeto de este proyecto es una bicicleta. La marca de la bicicleta es “Hercules Cycle and Motor Company” y el modelo es la Hercules Model N° 20.

El propósito de la bicicleta Hércules se fundamenta en el uso de un medio de transporte terrestre sobre ruedas. Se trata de una bicicleta de paseo y por ello la forma del cuadro se ve condicionada permitiendo a la persona adoptar una posición más erguida.

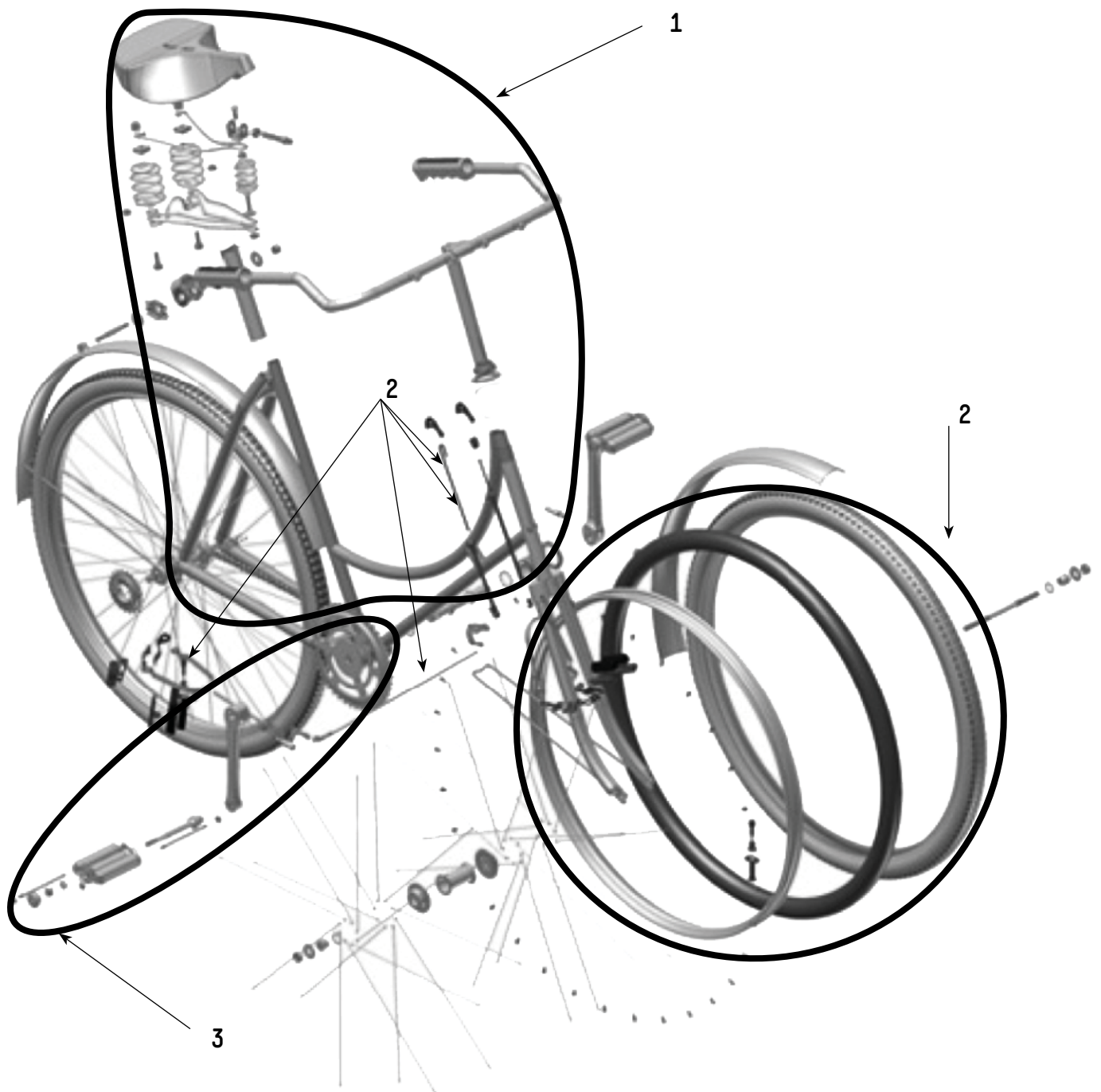
Sus características principales son las siguientes:

- Diseño ergonómico para cómoda sujeción
- El sillín posee amortiguación y se adapta al usuario.
- El volante es amplio dando una posición de descanso a los brazos.
- Los frenos son de varilla.
- Usa ruedas 26 pulgadas (66cm)
- Sus dimensiones totales son; 1795 x 935 x 458 mm. (Longitud x Altura x Anchura)
- Su peso total es de 12'7 kg



Figura 2.1 Bicicleta Hercules OA 1930s

A continuación se adjunta una ilustración del explosionado de la bicicleta donde se ha especificado cada uno de los sistemas para hacer la comprensión del documento lo más fácil posible



### SISTEMA 1: ESTRUCTURA Y DIRECCIÓN.

El sistema estructural busca el soporte del usuario. El cuadro debe ser resistente en este caso se adapta a bicicletas tipo paseo, como es el modelo que nos ocupa.

El sillín también va modificándose en cuanto a materiales y dimensiones, para adaptarse a la inclinación del usuario en los distintos tipos de bicicleta, pero siendo el más adecuado al tipo de bicicleta que nos ocupa.

El sistema de dirección se encuentra dentro del sistema estructural, ya que mantiene la función de éste (soportar al usuario) a la vez que realiza su propia función. Lo forman el manillar y la horquilla delantera, donde el manillar evoluciona a lo largo de la historia de la bicicleta, y se adapta según el propósito del modelo de bicicleta. La horquilla presenta el tubo de acero con mayor espesor, ya que la columna de dirección debe ser la parte más resistente de la bicicleta.

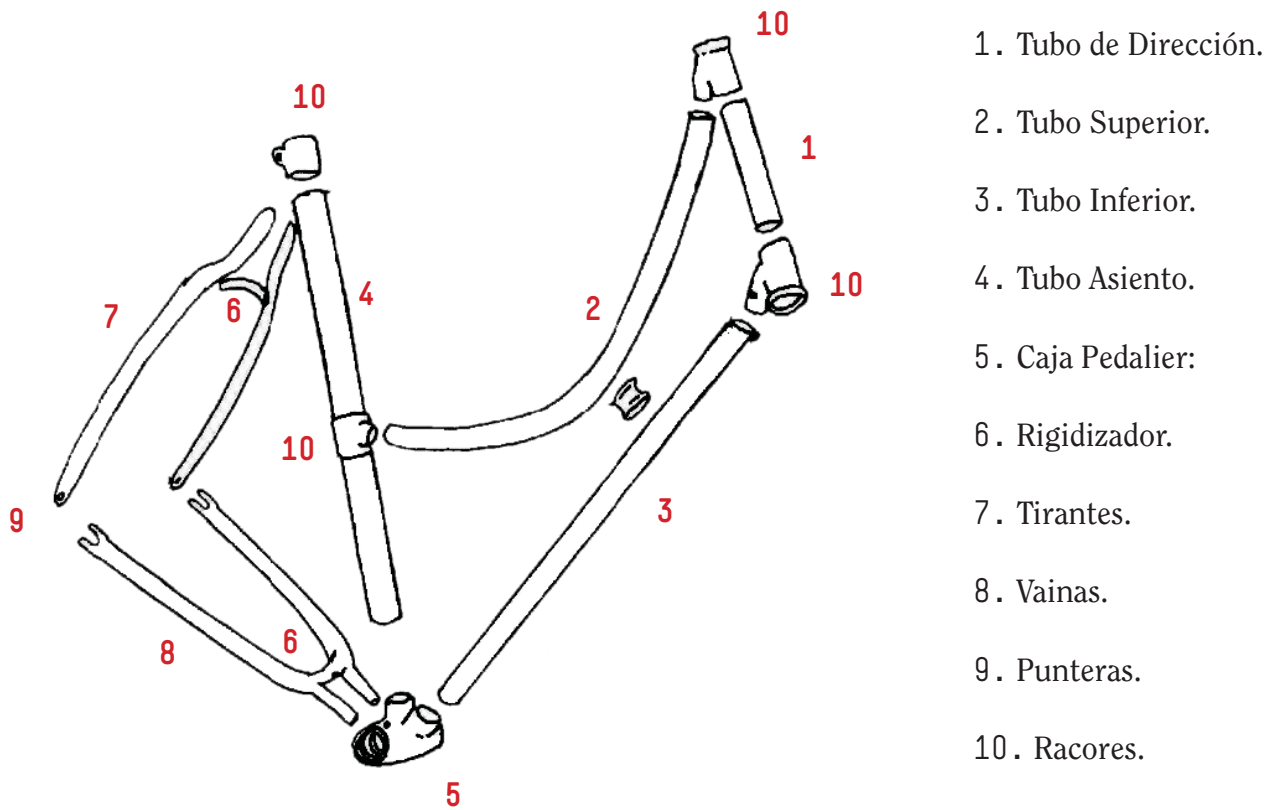
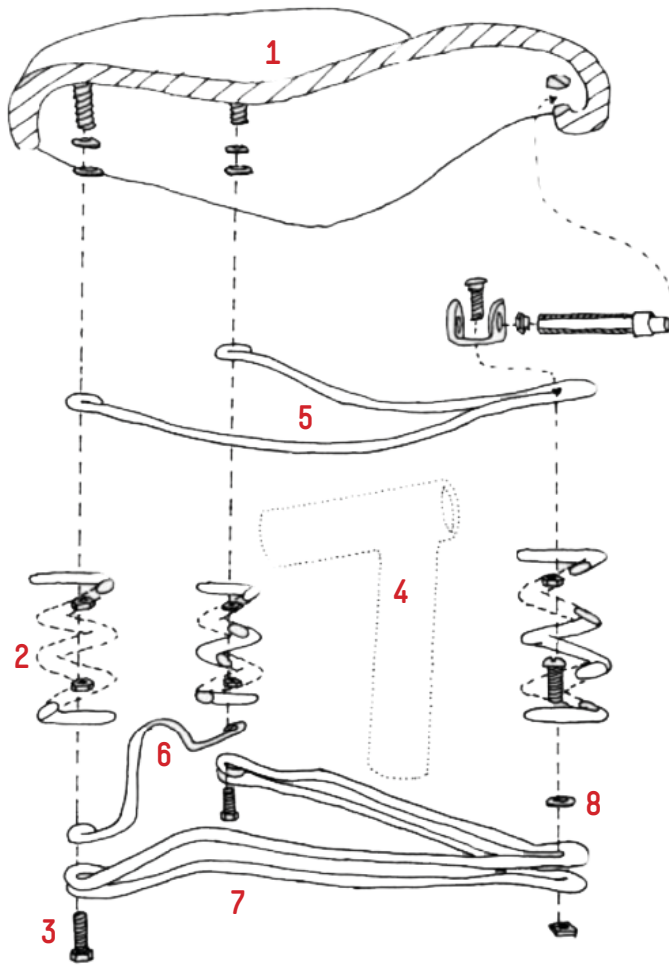


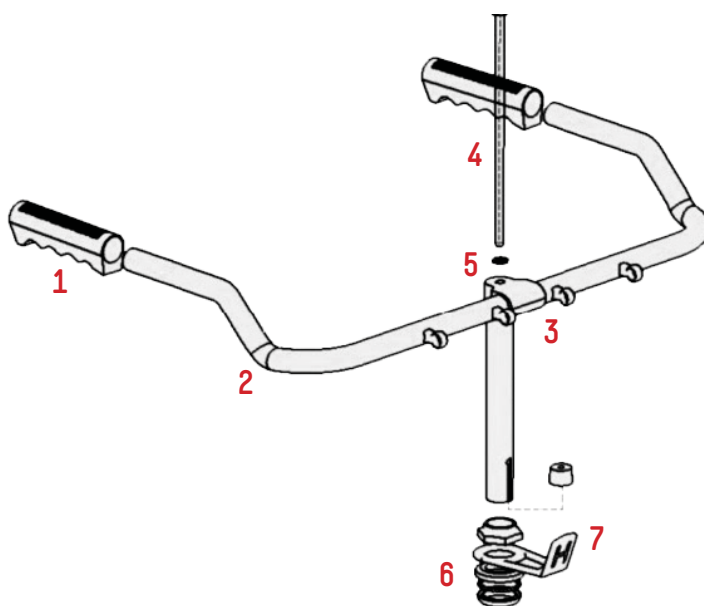
Figura 2.2 Cuadro de la bicicleta.

En la explosión se muestran todas las diferentes piezas que conforman el cuadro de la bici, aunque de cara al estudio se entiende como solo una pieza. Ya que la unión entre ellas es por soldadura, pasando a trabajar como una sola unidad.



1. Sillín
2. Muelle
3. Tornillo
4. Tija
5. Aambre unión asiento
6. Alambre unión
7. Alambre unión muelles
8. Tuerca

Figura 2.3 Sillín de la bicicleta.



1. Puño
2. Manillar
3. Potencia
4. Perno
5. Arandela
6. Juego dirección superior
7. Portafarol

Figura 2.4 Manillar de la bicicleta.

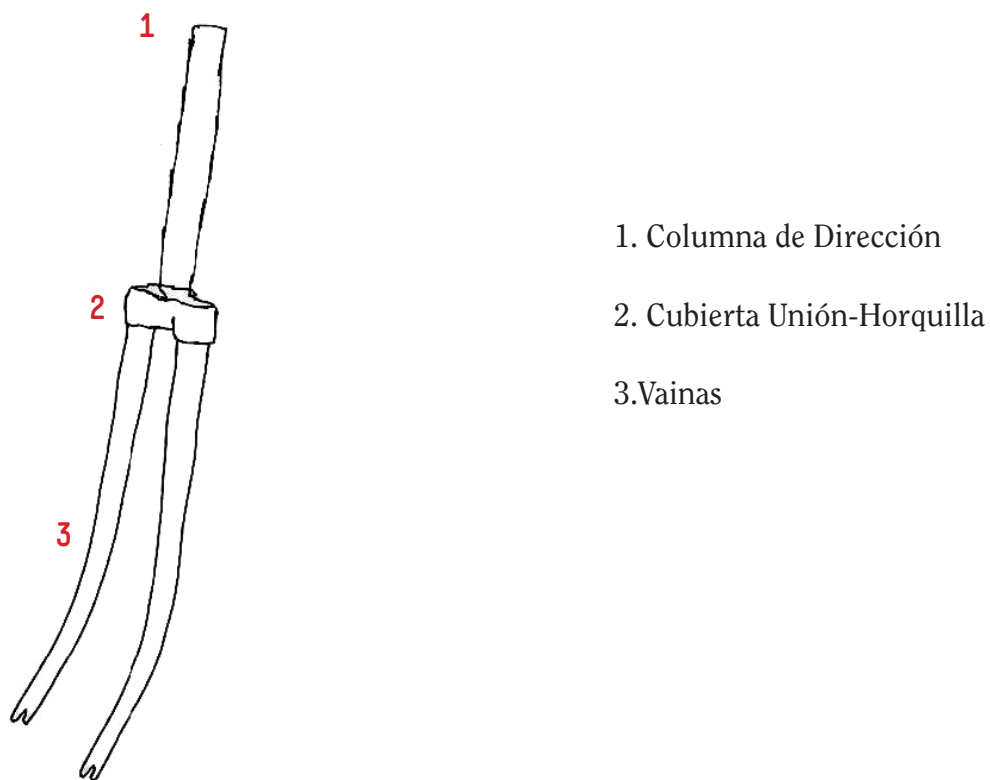


Figura 2.5 Horquilla de la bicicleta.

## **SISTEMA 2: RUEDA**

El sistema de rodado es el encargado de transformar un movimiento circular en uno longitudinal, utilizando el mejor invento del hombre, la rueda, consiguiendo así el desplazamiento del usuario. En este caso se tomarán la rueda delantera y trasera con los mismos componentes y las mismas características.

Este sistema evoluciona hasta que aparecen las partes que se conocen en la actualidad, que son la llanta, la cámara, el neumático y la válvula.

La llanta es la estructura vertebral de la rueda, proporciona la forma circular al ser afirmado por los radios. Sobre esta pieza se coloca el neumático y la cámara, lo que le brinda a la rueda las cualidades finales de agarre y suspensión básica.

La tecnología estándar requiere de una cámara de aire sellada como un globo para poder presurizar aire dentro del neumático. Sin tal presión de aire, se pierde en su totalidad la capacidad elástica del neumático contra rebotes, además del daño constante al estar bajo la presión del metal contra el suelo, lo que ocasiona en todos los caso la ruptura en menor o mayor escala del neumático.

La válvula es la pieza que permite regular la presión del aire la interior de la cámara.

El neumático es la parte de la rueda que permanece en contacto con el suelo, generalmente su lomo presenta diseños especiales para brindar mayor agarre en mountainbike, para bicicletas de pista los neumáticos son más pequeños para reducir el roce y alcanzar mayor velocidad, sin embargo necesita dicha estructura.

A continuación se muestra una serie de imágenes de la rueda trasera y delantera de la bicicleta Hércules.

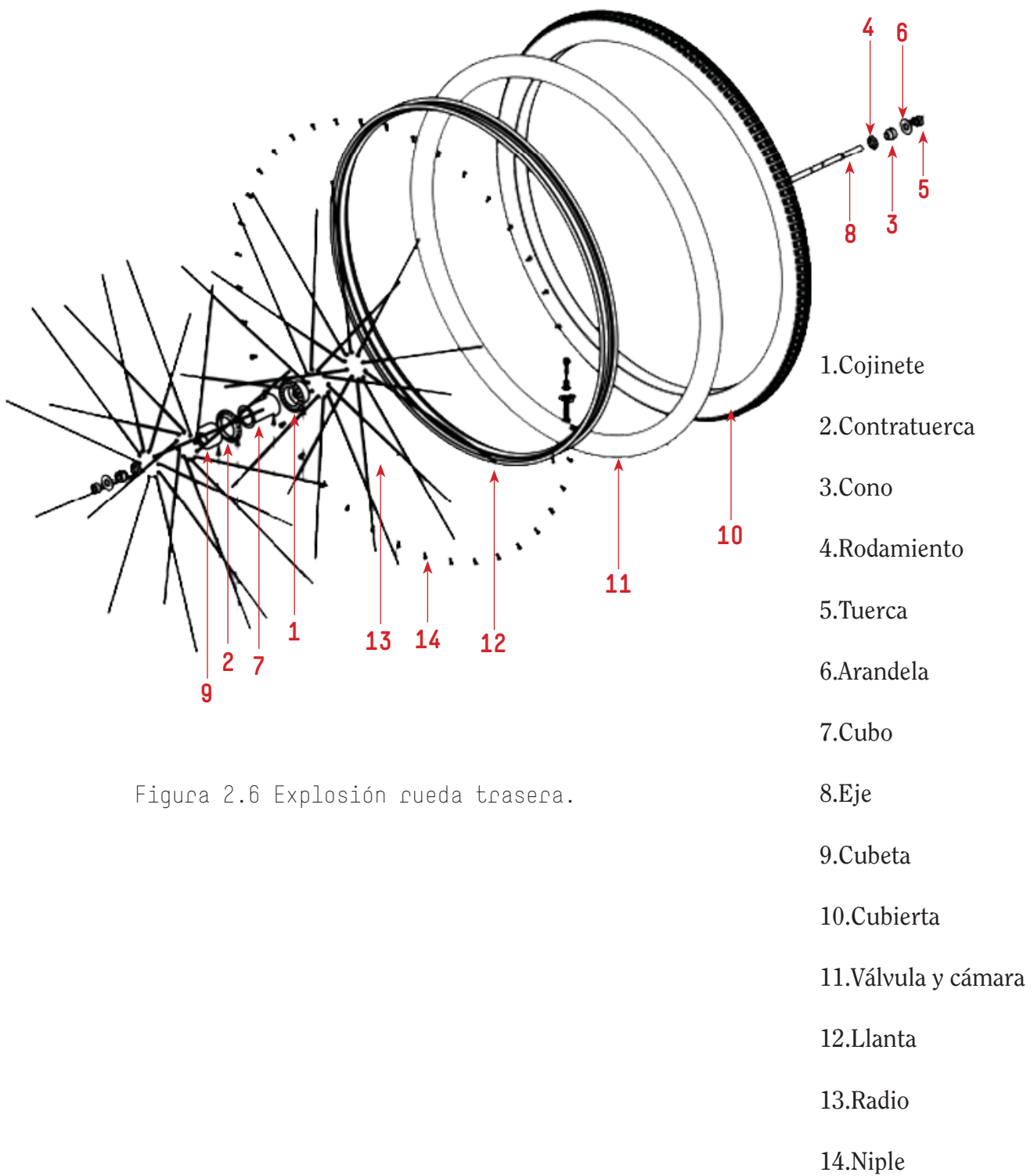


Figura 2.6 Explosión rueda trasera.

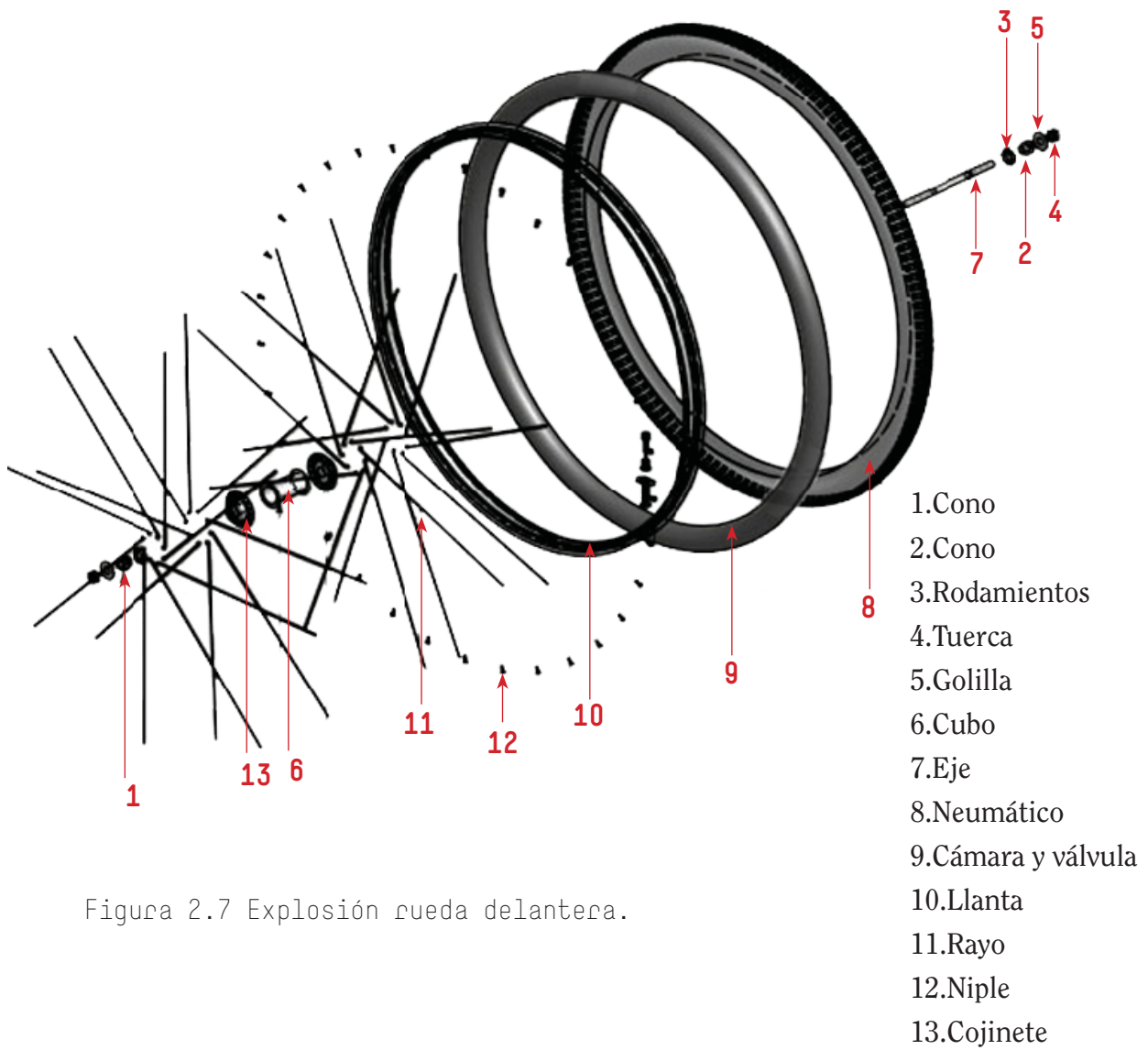


Figura 2.7 Explosión rueda delantera.



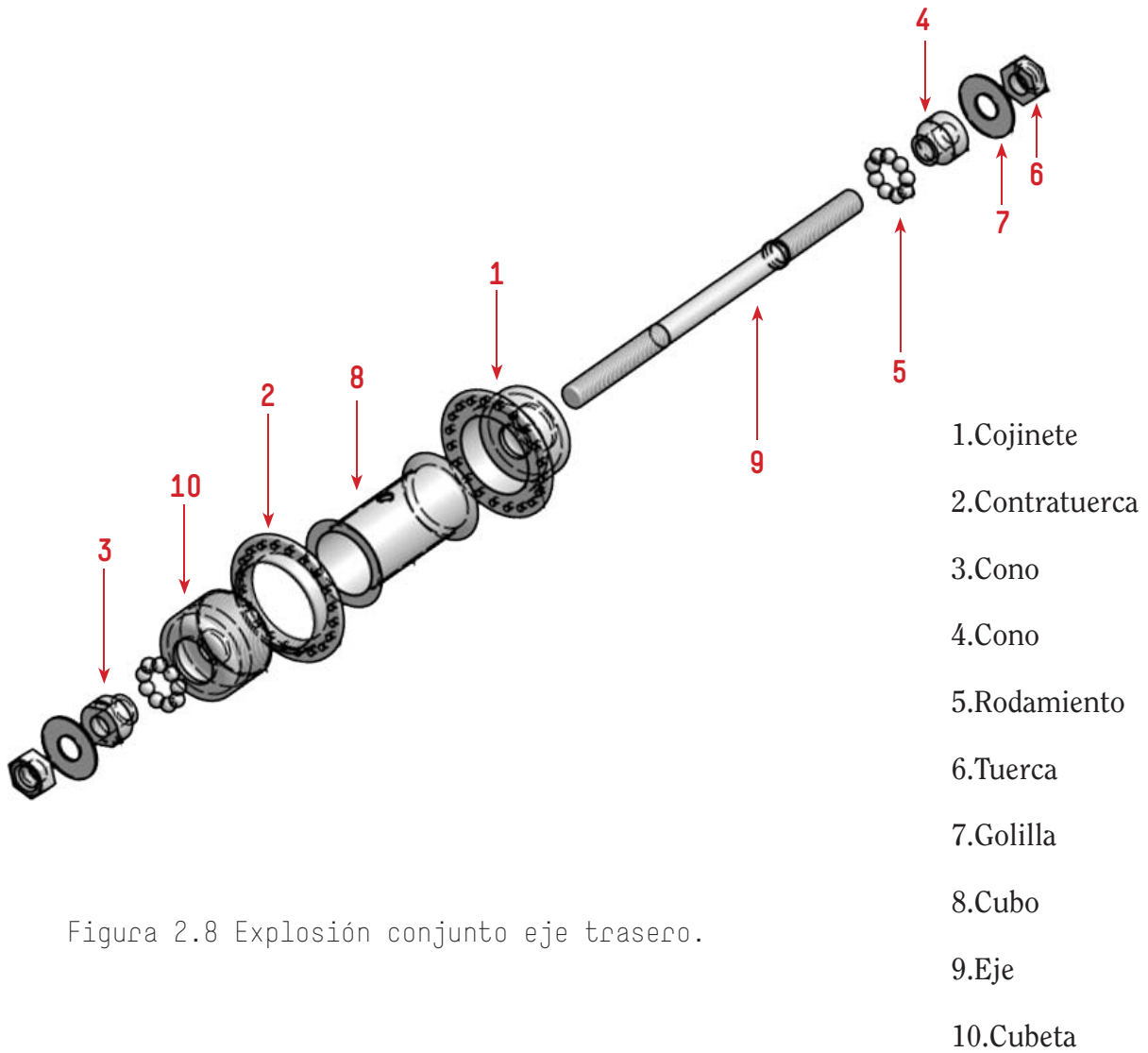


Figura 2.8 Explosión conjunto eje trasero.

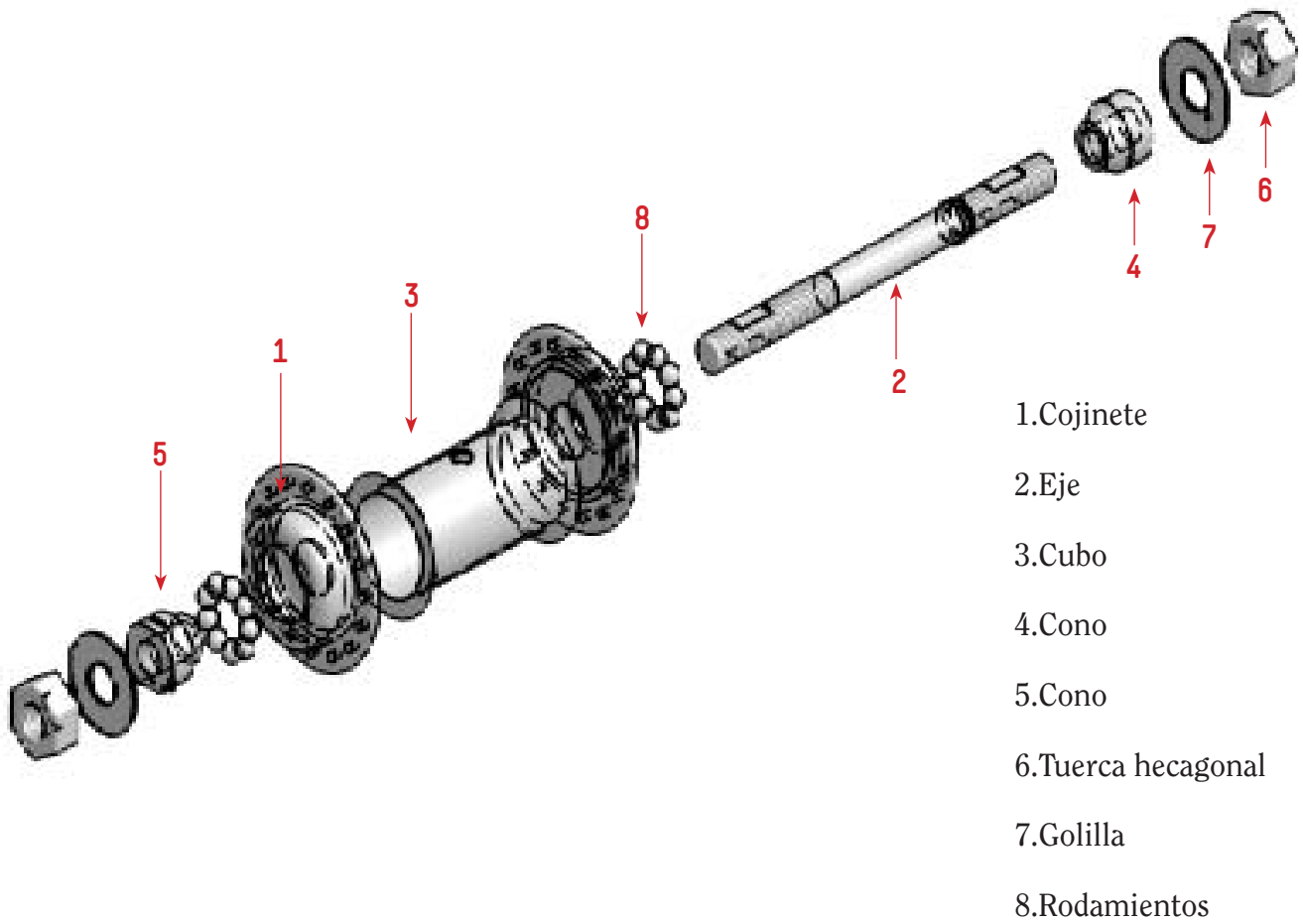


Figura 2.9 Explosión conjunto eje delantero.

### SISTEMA 3: MOTRIZ

El sistema motriz de la bicicleta se basa en el mecanismo básico del sistema biela manivela, en donde el movimiento lineal que realiza un pistón (en nuestro caso la pierna) es traspasado a una biela adherida a un eje, la cual se transforma en un movimiento circular, el cual puede suceder en viceversa, en una relación inversa entre trabajo mecánico y velocidad. Su importancia consiste en transmitir la energía del ciclista a la bicicleta, de modo que tome impulso y se mueva, lo cual, lo permite gracias a la transmisión de movimientos de giro entre ejes alejados, formados de un conductor y un conducido, más elementos intermedios que permiten la rotación del mecanismo.

Los elementos que intervienen son el pedal (junto a la biela), el plato, el piñón y la cadena de transmisión.

El pedal sirve de apoyo para los pies para que produzca la fuerza ejercida por el usuario, que unida a la biela y ésta a su vez al plato, le da movimiento a la cadena.

El plato transfiere el movimiento provocado por los pedales a la cadena.

El piñón transfiere el movimiento provocado por la cadena a la rueda.

La cadena de transmisión traspasa la energía de los pedales a las ruedas.

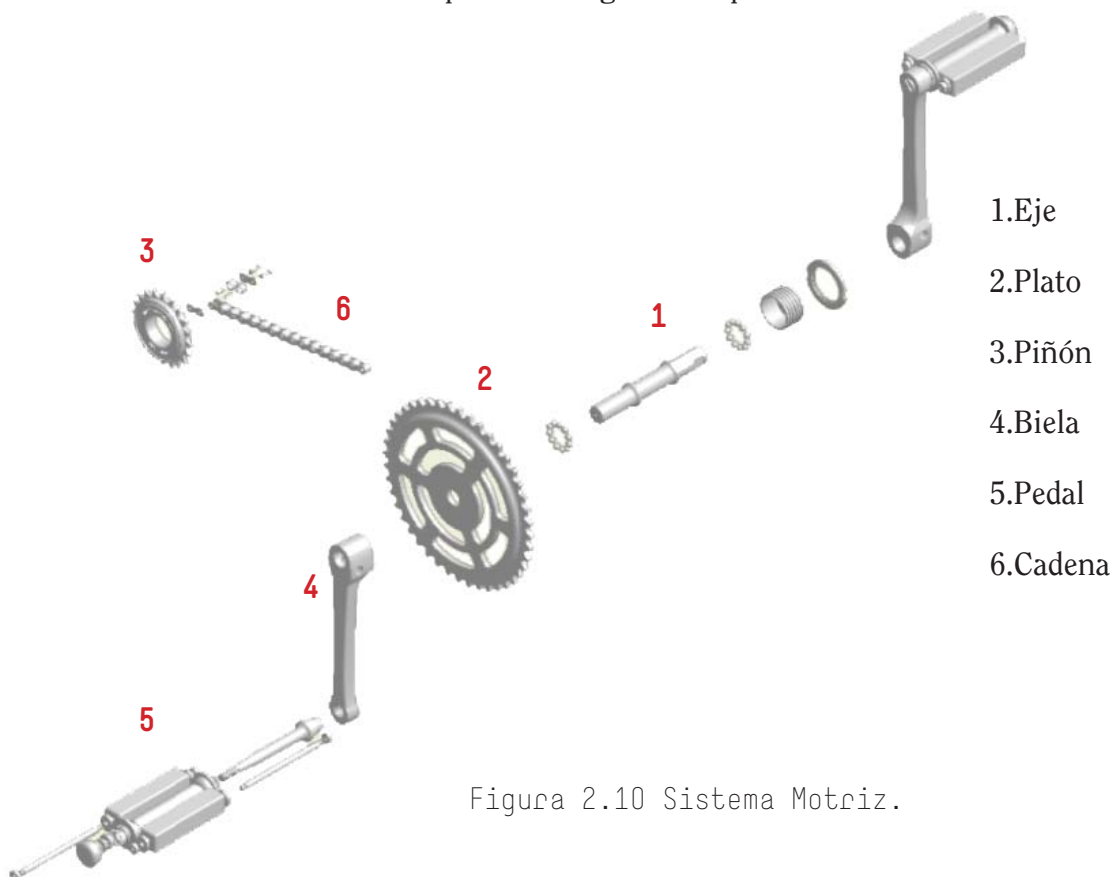


Figura 2.10 Sistema Motriz.

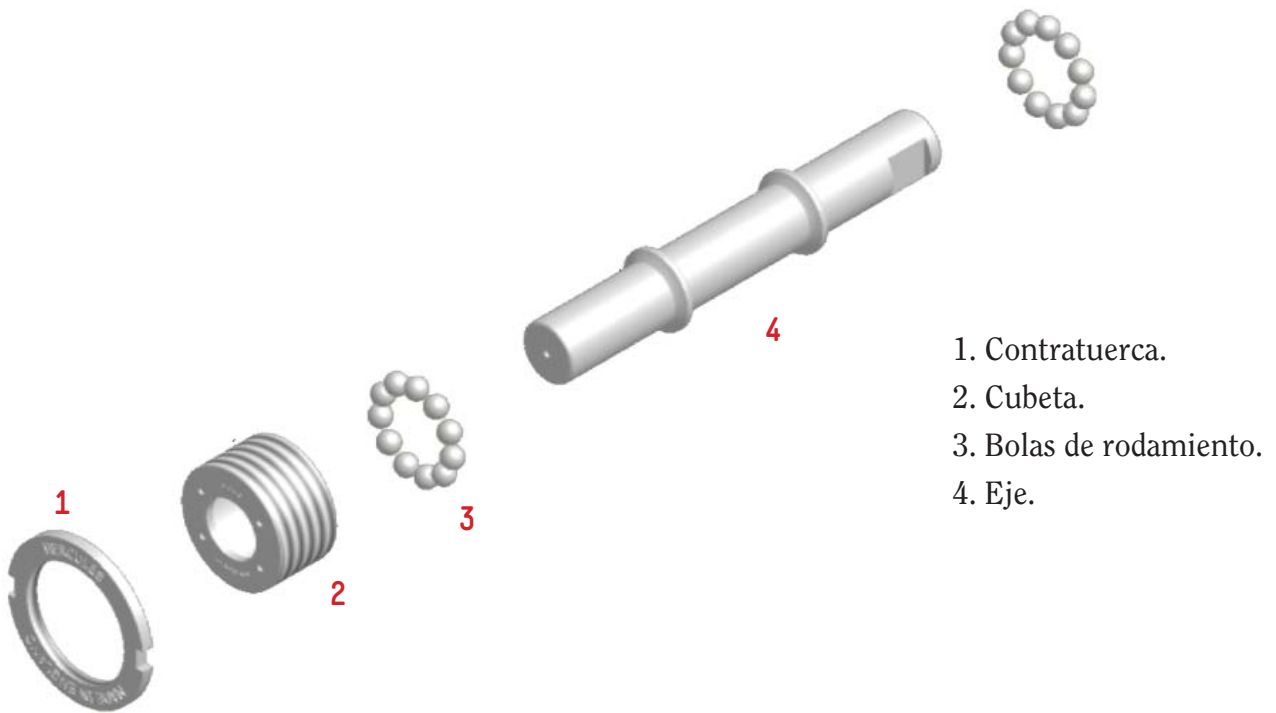


Figura 2.11 Motor.



Figura 2.12 Plato y piñón.

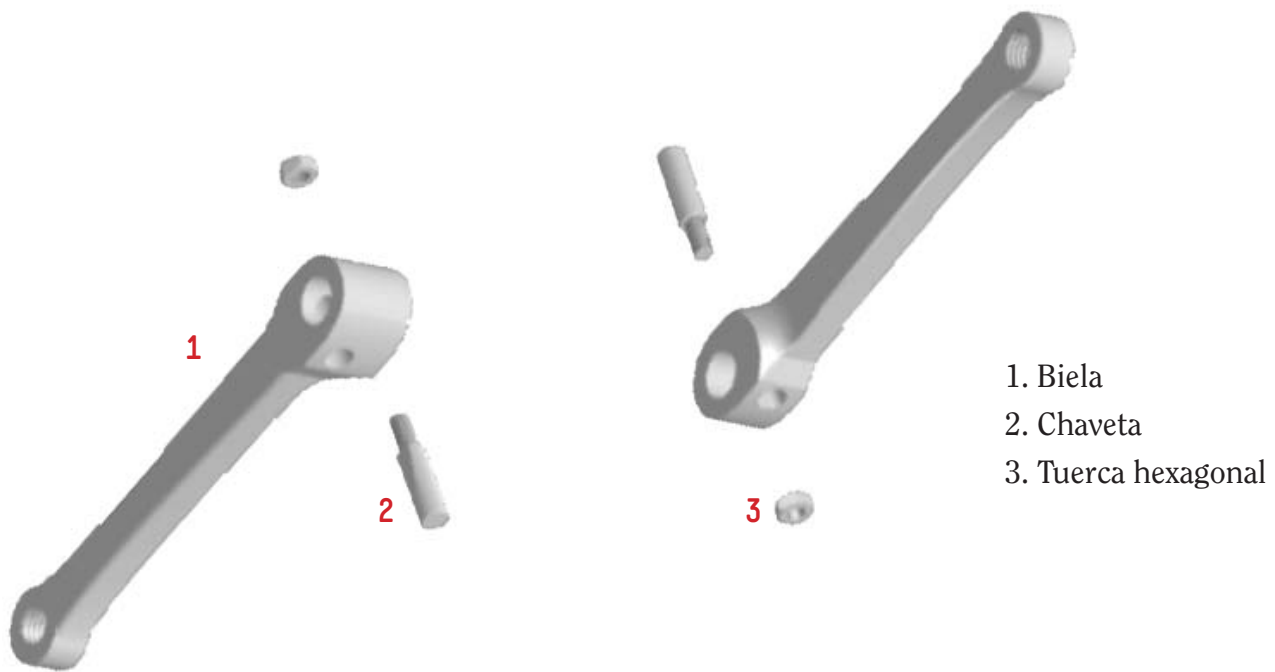


Figura 2.13 Sistema de tracción.

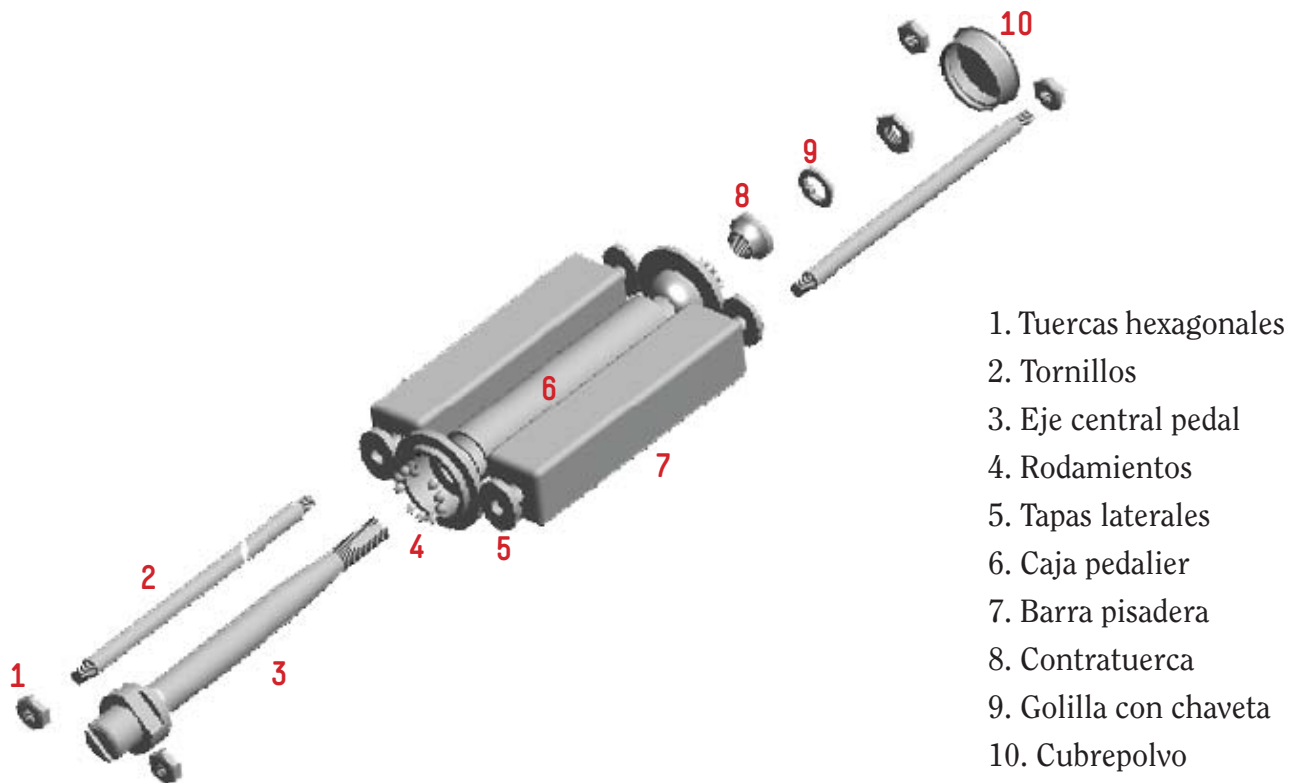
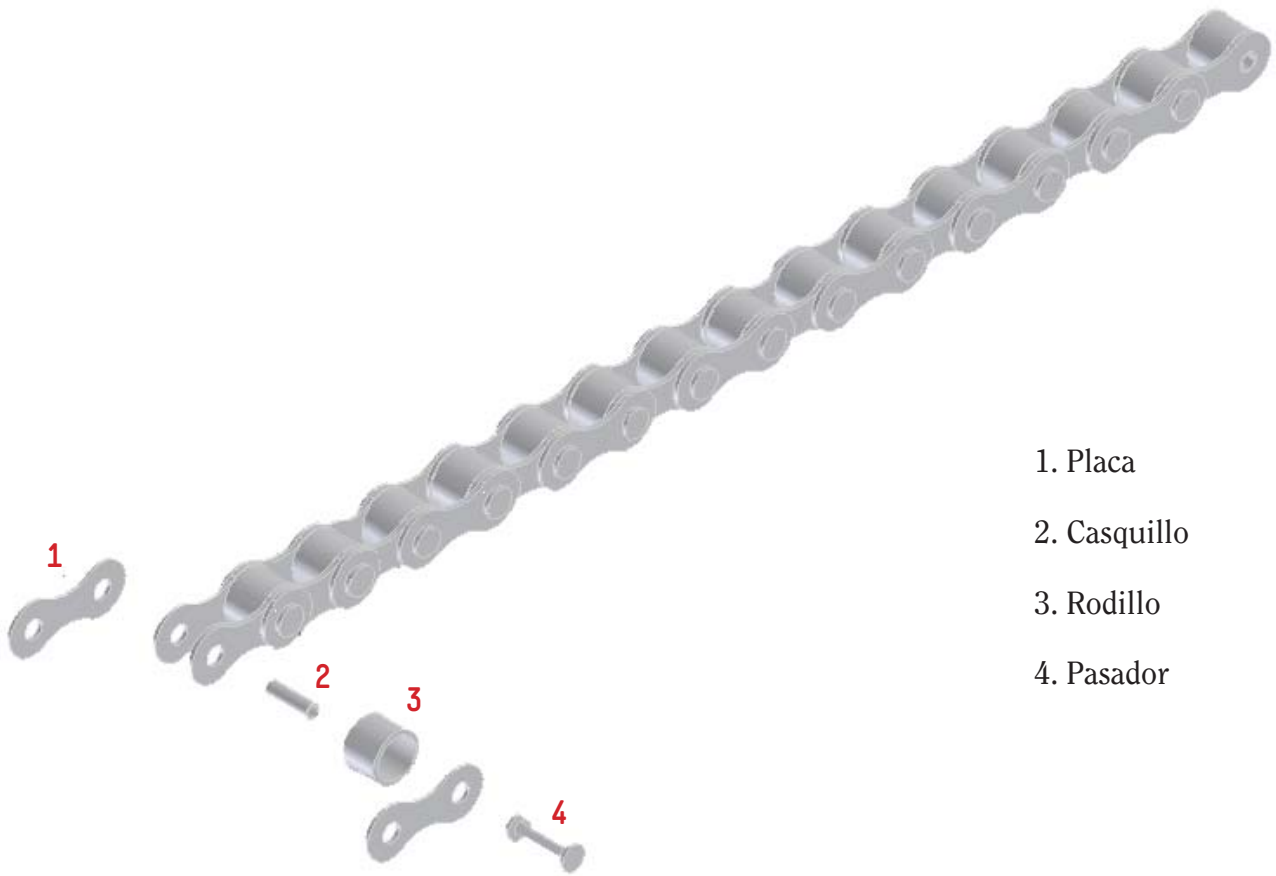


Figura 2.14 Pedal.



1. Placa
2. Casquillo
3. Rodillo
4. Pasador

Figura 2.15 Cadena.

#### SISTEMA 4: FRENO.

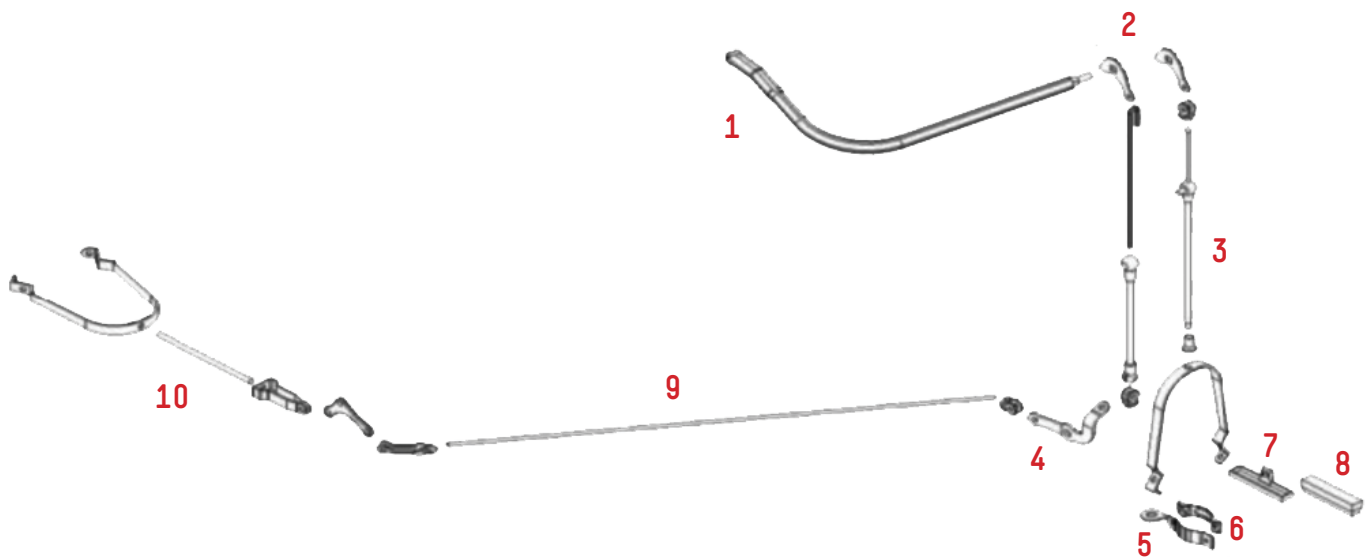
El sistema de freno mediante accionamiento de varilla, utiliza una serie de varillas y pivotes para transmitir la fuerza aplicada por una palanca de mano para presionar las pastillas.

El mecanismo de enganche delantero es complicado por la necesidad de permitir la rotación donde la horquilla se une al tubo frontal. Aunque difícil y complejo, las conexiones son fiables y duraderas y se pueden reparar o ajustar con herramientas simples de mano.

La palanca de freno sirve para accionar las varillas, controlando así la velocidad según la fuerza con la que se apriete, haciendo que ésta disminuya, o incluso que se pare totalmente la bicicleta.

Las varillas transmiten la presión ejercida por el usuario a las pastillas de freno.

Las pastillas de freno son accionada por la palanca de freno a través de las varillas, haciendo que ejerzan una presión hacia arriba contra la superficie interna (hacia el centro) de la llanta de la rueda.



- |                            |                        |                              |
|----------------------------|------------------------|------------------------------|
| 1. Manilla de freno        | 4. Horquilla de freno  | 7. Zapata                    |
| 2. Palanca unión varilla   | 5. Abrazadera exterior | 8. Almohadilla               |
| 3. Varilla freno delantero | 6. Abrazadera interior | 9. Varilla freno intermedia  |
|                            |                        | 10. Varilla de freno trasero |

Figura 2.16 Despiece freno.

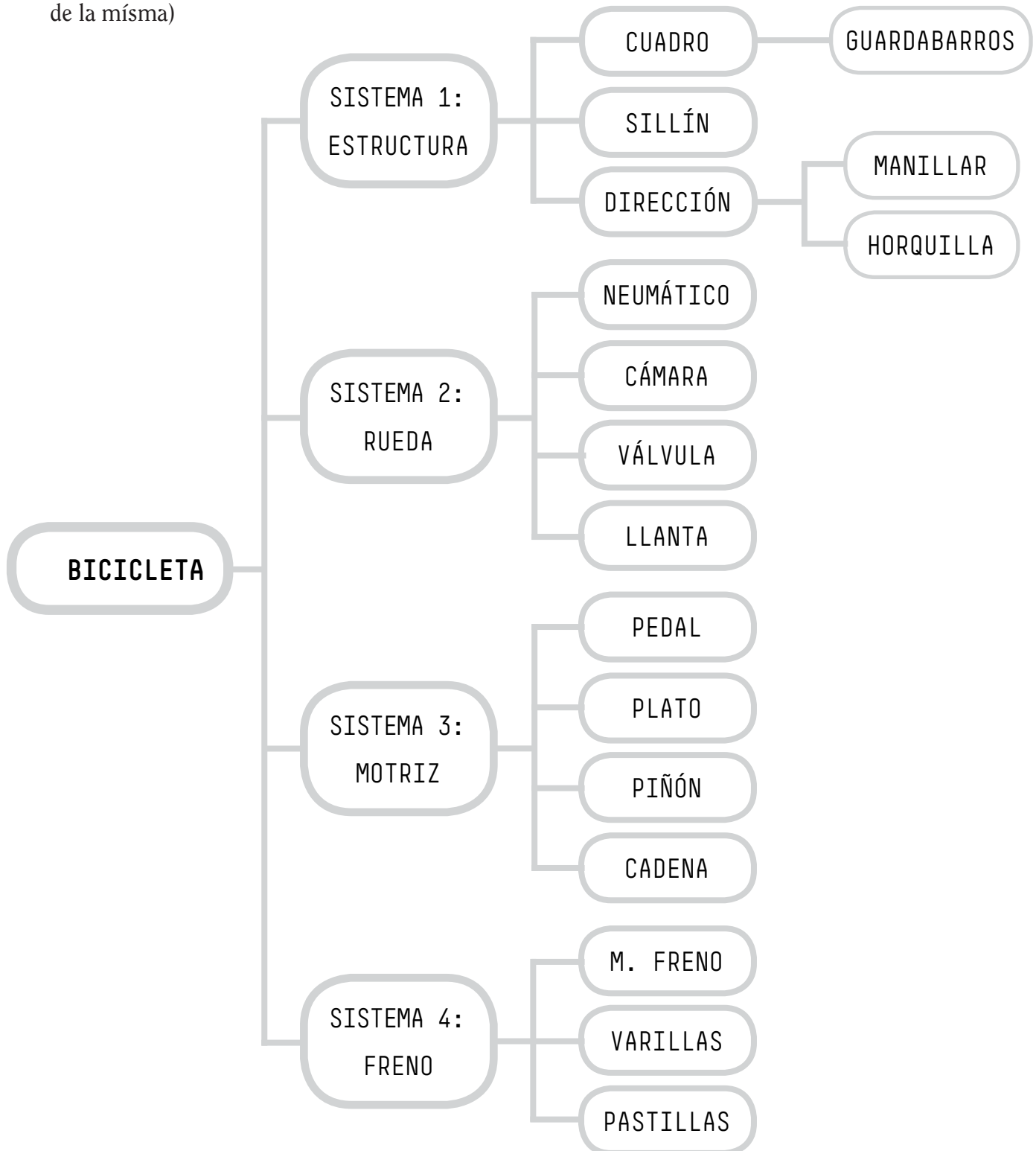


Figura 2.17 Sistema de freno en la bicicleta.

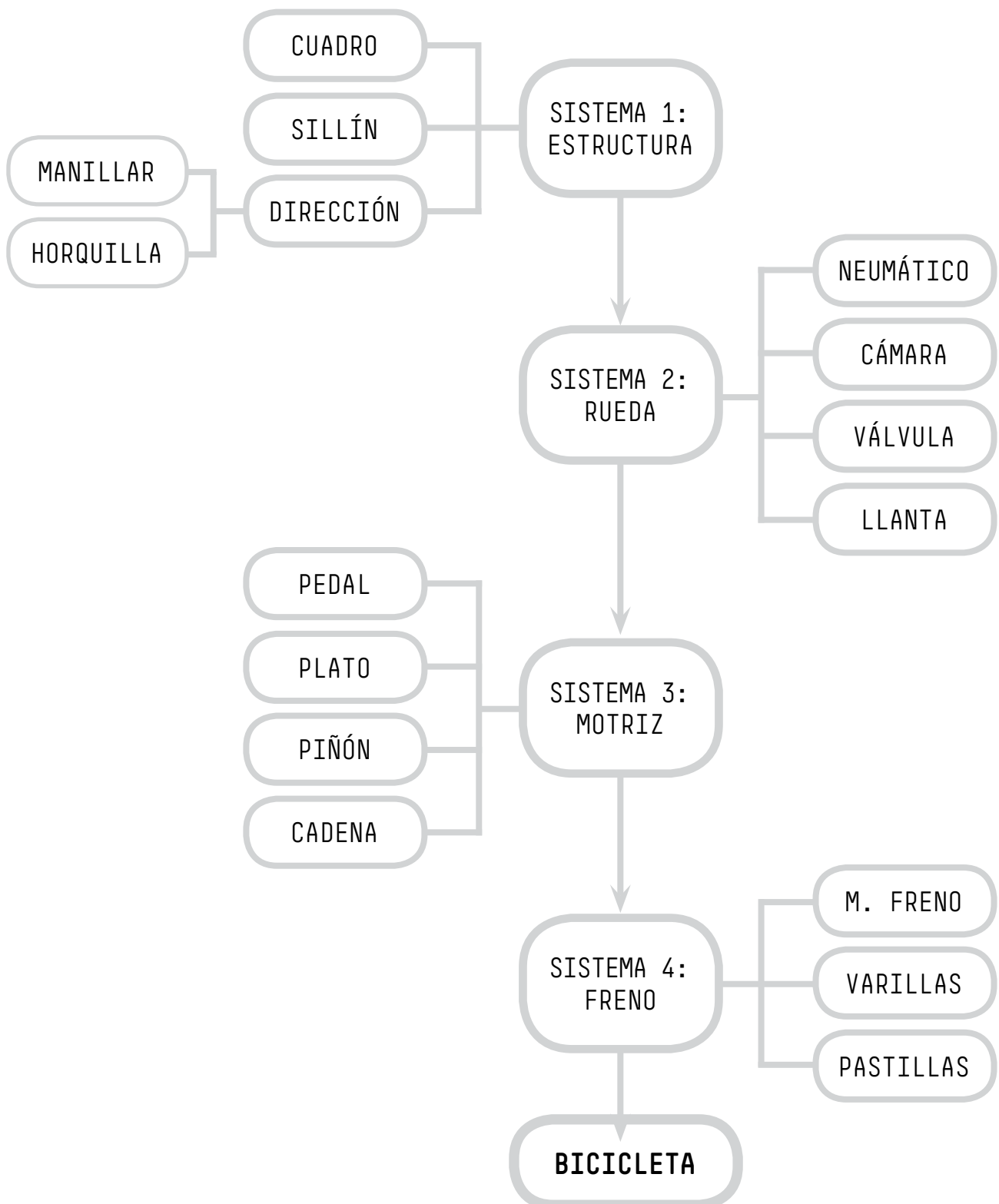


## 2.2 DESPIECE

A continuación se realizará el despiece de la bicicleta para poder ver en detalle todas sus piezas. Se ha dividido la construcción de la bicicleta en tres sistemas diferenciados, y a su vez dividido en diferentes partes, como se muestra en el siguiente árbol semántico: (Debido a la dificultad de encontrar una bicicleta de estas características las vistas serán de un modelado 3D de la misma)



### 2.3 DIAGRAMA DE MONTAJE



## 2.4 FUNCIONAMIENTO

La bicicleta está formada por una estructura portante llamada cuadro, que es el soporte que sostiene las ruedas, el asiento, los órganos de transmisión y el manillar.

Dicha estructura otorga rigidez al conjunto y define la posición relativa de las demás partes. El asiento está diseñado ergonómicamente de modo que, al sentarnos, los pies toquen los pedales e impriman la fuerza necesaria para hacer funcionar la bicicleta.

El cuadro, como estructura portante sujeta el asiento para que el usuario se siente y apoye los pies sobre los pedales; estos últimos están sujetos a un plato, vinculado también al cuadro mediante un eje que une ambos pedales.

Al impulsar los pedales se ponen en funcionamiento los órganos de transmisión de movimientos. Gira el plato y transmite el movimiento al piñón por medio de la cadena.

El piñón está sujeto al eje de la rueda trasera; por lo tanto ésta también gira y, por fricción contra el suelo la rueda delantera se moviliza. Ésta es dirigida por el usuario a través del manillar.

La bicicleta posee dos ruedas dentadas que sirven de sostén a cada rueda de engranaje; el plato es más grande que el piñón.

La bicicleta está destinada a satisfacer la necesidad de traslado de personas de un lugar a otro, constituyendo un medio de transporte que no afecta al medio ambiente.

Lo único que hace falta es una bicicleta y ganas de manejarla. Amén de un poco de equilibrio y unos cuantos mamporros contra el suelo en los principios. Una vez superada esta etapa solo queda disfrutar.

## 2.5. FABRICACIÓN DE LAS PIEZAS

Para poder realizar un estudio serio de la bicicleta, debemos conocer todas sus piezas, como se fabrican, especificaciones especiales y todo lo que nos pueda interesar para poder más tarde hacer mejoras en la bicicleta objeto de estudio, consiguiendo así un mejor y más competitivo producto en el mercado.

A continuación se expone un resumen del proceso de fabricación de cada pieza. Para continuar con la línea del proyecto se han dividido por sistemas, esto quiere decir que irán agrupadas según al sistema al que pertenezcan (estructura, rodado, motriz y freno). Hay que tener en cuenta que el objeto de estudio es un producto fabricado en la década de los 30s, con lo cual algunos procesos de fabricación debe que sean un poco anticuados:

### 2.5.1. ESTRUCTURA Y DIRECCIÓN

**CUADRO:** La estructura del cuadro de la bicicleta está fabricada toda ella en acero, el método para conseguir los perfiles huecos y así una estructura más liviana, es el laminado en hueco o punzonado. Un rodillo caliente, con su extremo anterior punzonado en el centro, es impulsado longitudinalmente a pasar entre dos rodillos convexo-cónicos de gran tamaño, los cuales giran en el mismo sentido con sus ejes formando un ángulo de  $6^\circ$  a uno y otro lado del eje redondo. Entonces, el metal sufre un esfuerzo cortante a lo largo del eje mayor, con lo cual se abre una grieta. Inmediatamente, el tubo es impulsado sobre un mandril puntiagudo que agranda y conforma la abertura, produciéndose un tubo sin costura. Tras haber formado un tubo entero, el mandril se desprende y se retira la barra soporte de éste. Seguidamente, el tubo pasa por los rodillos de enderezado y acabado.

Una vez se tienen los tubos huecos se cortan a la medida y se procede al curvado de los tubos. Éste es un proceso muy simple que se consigue mediante maquinaria especializada o incluso manualmente, dándole a cada componente que forma el cuadro su forma final.

Finalmente se unen todas las piezas y se procede a su unión mediante soldadura para garantizar una máxima resistencia.

**HORQUILLA:** La horquilla está formada por tres partes que se construyen con varios procesos.

La Columna de Dirección se fabrica mediante laminación en hueco o punzonado, como se ha explicado en el apartado anterior es el proceso por el cual se producen perfiles huecos. Posteriormente se realiza un roscado en el extremo que irá unido al manubrio.

La Cubierta Unión-Horquilla es la pieza que une las vainas con la columna de dirección y esta pieza se consigue mediante troquelado proceso en el cual una máquina de bordes cortantes recorta o estampa, por presión. Mediante esta técnica aplicada a una pletina anteriormente preformada se obtienen los huecos que acogerán a los demás elementos. En el caso de las endiduras para acoger las vainas, no serán agujeros pasantes, si no un semi corte que permitirá el encaje de las mismas.

Las Vainas, para la construcción de éstos elementos se procede de la siguiente manera, mediante punzonado se consigue hacer huecas las piezas que posteriormente mediante un curvado se le da la forma final. Una vez obtenemos la pieza se aplica un troquelado para conseguir las muescas donde se alojará el eje de la rueda delantera.

Finalmente se unen todas las piezas y se procede a su unión mediante soldadura para garantizar una máxima resistencia.

**MANILLAR:** La barra que da forma al manillar se obtiene mediante punzonamiento primero, para hacer hueca la barra. Una vez que se tiene la barra se le da la forma final mediante el curvado de la misma.

El manillar cuenta con cuatro piezas fijadas al mismo, donde se fijarán las barillas del freno. Éstos elementos se obtienen mediante un proceso de troquelado para obtener las formas deseadas de una chapa de acero de 7,7 mm. Las cuales se fijan al manillar por medio de soldadura.

**MANUBRIO:** Esta es la pieza que une el manillar con la horquilla. La forma de producir éste elemento es la siguiente se obtiene una barra hueca mediante punzonado a partir de la cual se le practican una serie de endiduras que facilitarán su acople tanto a la horquilla mediante roscado como en la parte superior, donde irá fijada a otra pieza metálica por medio de un perno por rosca. Ésta otra pieza de unión para el manillar se consigue mediante troquelado dos huecos pasantes perpendiculares entre ellos por su eje longitudinal. Uno de ellos servirá para ajustar el manillar, formando un ángulo de 180° con la horizontal y otro perpendicular a éste donde se alojará el perno de unión con la horquilla.

**TUBO ASIENTO:** Éste elemento es un simple barra de acero hueco mediante punzonado de aproximadamente 300 mm de longitud y 21 mm de diámetro en el cual se practica una reducción a 17mm de diámetro en la parte superior del mismo. En esta reducción se acoplará una abrazadera que forma parte del sistema del sillín.

**COLLARÍN TUBO ASIENTO:** La pieza que hace de unión entre el tubo del asiento y el propio sillín esta realizada en acero, a partir de una chapa a la cual se le da forma mediante embutido en los extremos de la pieza. El embutido se realiza para la fabricación de elementos huecos a partir de Planchas de acero u otros metales, el proceso se desarrolla a partir de una preforma de material previamente seleccionado, el cual es empujado dentro de una matriz hueca por un punzón.

Mediante el cual se obtiene una pieza simétrica en la que se practican dos agujeros que servirán de eje para un perno que permitirá la posterior regulación de la potencia de fijación entre el tubo del asiento y el sillin. Así mismo se consigue una franja de estrías alrededor de los agujeros que servirán para conseguir una mejor fijación entre elementos y evitar así el posible giro indeseado del sillin.

Una vez obtenida la preforma con los agujeros deseados se procede al pliegue de la pieza alrededor de un eje del mismo grosor que el tubo del asiento, ya que es la parte que “abrazará” éste tubo. Este plegado permite obtener una abrazadera con eje en sentido perpendicular al eje que forman los taladros practicados anteriormente a la pieza que quedan enfrentados, pudiendose así unirlos entre ellos con un perno. Éste perno regulará la potencia con la que la abrazadera sujetará el tubo del asiento, además de fijar el sillin.

**SILLÍN:** Este elemento de la bicicleta a su vez está compuesto por una serie de piezas que dan forma al producto en sí. Con el sillín se hará una distinción debido a que esta compuesto con varios materiales, como son el cuero y acero.

La parte de cuero esta fabricada de forma artesanal. Ésto quiere decir que primeramente se obtiene el cuero de procedencia animal y se procede a su limpieza y curtido, para conseguir el material de calidad con el que se puede trabajar, aportando ese plus estético y de comodidad que ofrece este noble material. El método utilizado es el llamado “curtido al cromo”. Es el procedimiento más moderno, se inventó en 1858, y el más extendido actualmente. El curtido se realiza utilizando sales y ácidos de cromo. El cuero obtenido es suave, flexible, resistente al agua (no se mancha ni pierde ni el color o la forma al mojarse), y permite el teñido posterior con toda la gama de colores imaginables. A continuación se aplica un tratamiento post-curtido llamado “cuero cocido”. Éste tratamiento consiste en un endurecido por el sistema de introducirlo en agua, cera o grasa hirviendo. Por este procedimiento las fibras de colágeno se acortan, y la pieza de cuero se encoge y se hace rígida y mucho más dura. Se emplea cera o grasa, esta empapa la pieza y el resultado es mucho más resistente. Una vez curtido y secado se procede a su corte con un patrón de la forma necesaria para obtener la pieza que irá unida a una estructura metálica, formada por alambres, que le darán la forma final.

La estructura portante del cuero esta realizada con barillas de acero macizas. A éstas barillas se les aplica un curvado para conseguir la forma final. El sillín consta de tres barillas preformadas que van fijadas entre sí y al sillín en la parte delantera y en la parte trasera mediante pernos entre sí y al igual que al cuero, mediante pernos prefijados previamente al material. En la parte de atrás se incluyen dos muelles para dotar de amortiguación al propio sillín y así hacerlo mucho más cómodo. El proceso de fabricación de este muelle es el siguiente, partiremos de hilo de acero de  $\varnothing 0.8$  mm. que introduciremos en una maquina enrolladora que será la que se encargue del enrollamiento de este muelle de compresión.

Una vez obtenido el propio sillín se fija al collarín del tubo de asiento mediante un perno roscado que permite la adaptabilidad del sillín al tubo de asiento en la posición más cómoda para el usuario.

**GUARDABARROS:** El proceso de fabricación de éste elemento comienza con una pletina de 1,5 mm de 1000mm de longitud y 100mm de anchura a la cual se da forma mediante un proceso de estampación donde se le da a la pletina la forma semicircular y redondeada para que acoja a la rueda.

### 2.5.2. RUEDA

**Neumático (o Cubierta):** Este elemento de la bicicleta esta formado por caucho en su mayoría y alambres de acero. El proceso de fabricación es el siguiente; Se parte una carcasa, o base sobre la cual se va a apoyar toda la construcción que es la capa que queda en la parte interior del neumático en contacto con la cámara. Sobre esta carcasa se aplica al tambor de construcción, se corta y empalma, a continuación los haces de cables o de acero se insertan y la carcasa se dobla desde ambos lados. A los 45 grados de ángulo el material de la carcasa está en capas y forma un neumático con una estructura diagonal. En esta fase, la capa de protección de la punción seleccionada se inserta. Pero el neumático en crudo se encuentra todavía en una forma flexible sin una banda de rodadura. Solamente durante el proceso de vulcanización, el neumático consigue su banda de rodadura y sus propiedades elásticas. En el proceso de vulcanización el neumático en crudo se presiona en un molde con un tubo de calentamiento especial y se vulcaniza a aprox. 170 grados de cinco a seis minutos. El neumático esta hecho.

**Cámara:** Las cámaras se fabrican de butilo, un caucho sintético que es elástico y con una magnífica retención del aire lo que permite dar cuerpo a las cubiertas. En el proceso de fabricación de cámaras o tubos internos de bicicletas, la primera operación es poner el caucho a masticar, agregándole los ingredientes que lo hará más estable y homogeneizado. Luego pasa a través de una máquina de extricción, esta es una máquina parecida a una extrusionadora, y consiste en un rodillo que gira en el hueco de un cilindro, obligando al caucho a pasar por un troquel, produciendo un tubo de caucho este tubo se corta en la longitud apropiada, se empalman los extremos formando un anillo, se infla y se vulcaniza con vapor de caldera.

**Válvula:** La válvula es el elemento que nos permite llenar de aire la cámara de caucho del neumático. La valvula que monta a original Hércules es la válvula tipo Schrader o de automóvil. Ésta válvula fue inventada por el alemán emigrado a los Estados Unidos en 1843, August Schrader (1822-1909) quien la patentó en 1893 junto con su hijo para los neumáticos de automoción. Esta válvula conlleva un dispositivo mecánico para controlar el flujo de un líquido con tres componentes importantes: el cuerpo de válvula; el vástago de la válvula; y el casquillo de la válvula. Es la presión de aire dentro del neumático la que sostiene la válvula cerrada.



**LLANTA:** La llanta es un componente de la rueda que esta fabricada en acero y consta de una pletina preformada, hay varios tipos de preforma, en función del neumático que se quiera usar, en éste caso el tipo de llanata utilizado es del tipo Westwood. esta se fabrica mediante estampación.

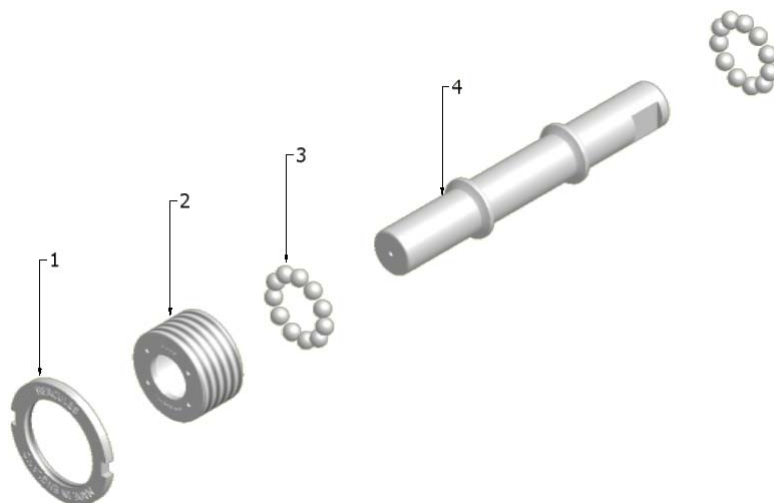


**RADIOS:** Los radios de esta bicicleta están fabricados en acero, están formados por una barilla de 2 mm de grosor, roscada en un extremo y con una cabeza en el otro. Se obtienen a partir de una barilla de dicho grosor, roscada en un extremo, que irá unido a la llanta y con una cabeza en el otro lado, que también está doblado formando un ángulo de 90°, de mayor grosor que sirve de tope. El lado roscado sirve para ajustarlo más o menos, de esta manera se tensa más o menos en función de las necesidades de la rueda.

### 2.5.3. MOTRIZ

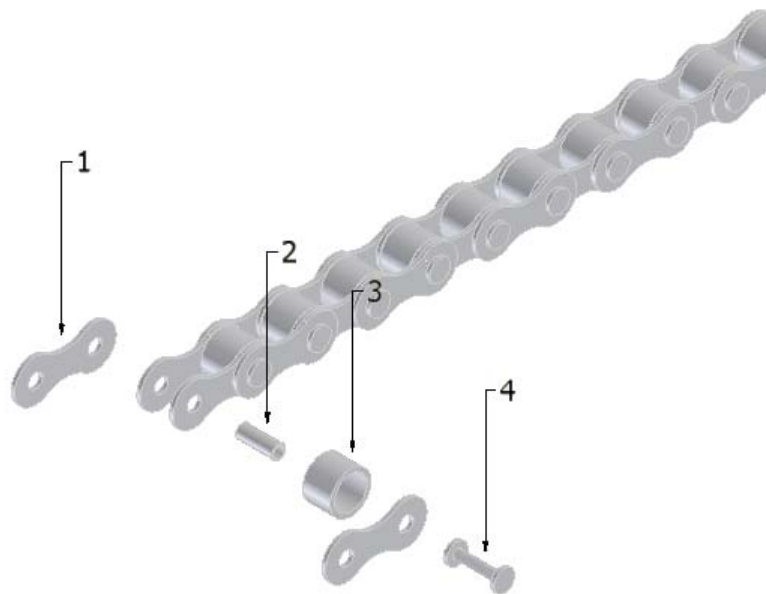
**CONJUNTO EJE:** Este elemento al igual que el sillín, está formado por varias piezas, todas ellas de acero, que se explicarán a continuación:

1. Contratuerca: La fabricación de esta pieza es mediante corte con matriz, troquelado, mandrilado y torneado de roscado interno.
2. Cubeta: Corte con matriz, embutido, troquelado, mandrilado y torneado de roscado externo.
3. Bolas de rodamiento: Torneado y pulido.
4. Eje: Torneado cilindrado, torneado conificado y fresado.



**CADENA:** Al igual que el elemento anterior, la cadena la componen una serie de eslabones que a su vez están compuestos cada uno de ellos por cuatro piezas completamente diferenciadas, todas ellas fabricadas en acero. Se explicarán a continuación:

1. Placa: Corte con matriz, troquelado, revenido, enfriamiento en aceite y centrifugado del aceite.
2. Casquillo: Enderezado, corte con prensa, doblado con mandril y revenido.
3. Rodillo: Enderezado, corte con prensa y revenido.
4. Pasador: Enderezado, corte con sierra, rectificado sin centros (centerless), rectificado universal y lubricado.



**PLATO:** La fabricación de este elemento se lleva a cabo mediante punzonado, embutido y fresado y el material del que está hecho es acero. El proceso de punzonado se desarrolla para crear los diferentes agujeros de la pieza, este proceso se lleva a cabo mediante la presión sobre el elemento del punzón creando el dibujo de la pieza. El siguiente proceso, embutido se desarrolla a partir de el disco de material previamente punzonado, el cual es empujado dentro de una matriz hueca por un punzón. El posterior fresado consiste principalmente en el corte del material que se mecaniza con una herramienta rotativa de varios filos, que se llaman dientes, labios o plaquitas de metal duro, que ejecuta movimientos de avance programados de la mesa de trabajo en casi cualquier dirección de los tres ejes posibles en los que se puede desplazar la mesa donde va fijada la pieza que se mecaniza, de esta manera se consigue un gran acabado para una pieza importantísima para la transmisión del trabajo a la rueda trasera.

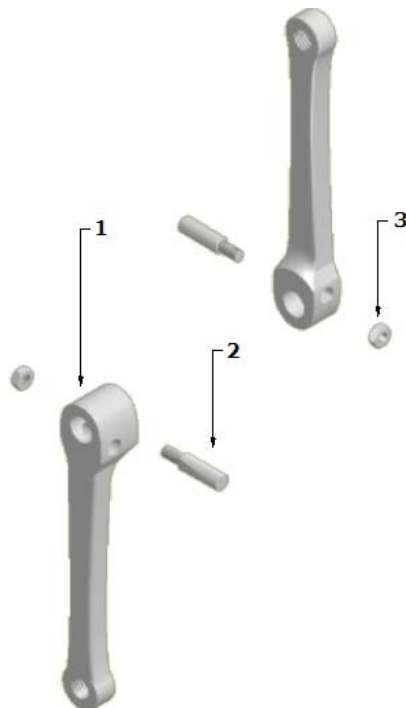
**PIÑÓN:** El proceso de fabricación del piñón incluye una serie de acciones que se llevan a cabo en el torno que se explican a continuación para conseguir esta pieza. Mediante un cilindrado se reduce el diámetro de la barra de material que se está trabajando, para realizar esta operación, la herramienta y el carro transversal se han de situar de forma que ambos formen un ángulo de 90°. A continuación se realiza un mandrinado para hacer el agujero del piñón que va a albergar el eje. Después un refrentado mediante el cual se mecaniza el extremo de la pieza, en el plano perpendicular al eje de giro para conseguir una planicidad lo más exacta posible, para efectuar esta operación, la herramienta se ha de colocar en un ángulo aproximado de 60° respecto al porta herramientas. De lo contrario, puede haber riesgo de sobrecalentamiento debido a la excesiva superficie de contacto de punta de la herramienta. Y para finalizar con el torno se realiza un roscado interno para alojar la tapa del piñón. A continuación se procede con un ranurado frontal, donde irán alojadas las bolas y posterior dentado del elemento que le da la forma final al piñón.

**BIELA:** La biela en sí es solo un elemento, pero se ha decidido incluir todo el conjunto biela, chaveta y tuerca hexagonal que componen el sistema de transmisión al eje motor.

1. Biela: La forma de esta pieza se consigue mediante forja, que es un proceso de conformado por deformación plástica que puede realizarse en caliente o en frío y en el que la deformación del material se produce por la aplicación de fuerzas de compresión. Después se realiza un tratamiento térmico de temple y revenido que le procura al acero una mayor resistencia.

2. Chaveta: Se procede al enderezado y corte de una barilla de acero, moldeado de la cabeza, torneado de roscado externo y revenido.

3. Tuerca hexagonal: Es una pieza normalizada.



**PEDAL:** Primero de hablar de los procesos de fabricación de éste elemento de la bicicleta decir que está formado por una serie de piezas, las cuales se explicarán como se fabrican una a una.

Eje central pedal: Los procesos a seguir son torneado y temple y revenido.

Tapas laterales: : Corte, perforado, mandrinado, embutido, roscado, soldadura MIG

Caja pedalier: Enderezado, corte, pulido

Barra pisadera: El proceso por el cual se obtienen estos elementos es mediante modelo por inyección de plástico.

Cubrepolvo: Mediante embutido y roscado.

El resto de elementos son normalizados; contratuerca, tuercas hexagonales, tornillos, golilla con chaveta y rodamientos.

#### 2.5.4. FRENO

El sistema de freno esta compuesto por 20 piezas todas ellas fabricadas en acero, a excepción de la zapata, que esta fabricada en caucho, de las cuales hay seis que se repiten en ambos frenos (anterior y posterior) y las manillas que son exactamente iguales pero simétricas entre ellas. Con lo cual se van a dividir las piezas en tres grupos; freno delantero, freno trasero y piezas comunes.

##### **FRENO DELANTERO;**

**VARILLA (palanca de freno/horquilla):** Este elemento como se ha mencionado anteriormente esta fabricado en acero y esta formado por una varilla maciza de 5 mm de diámetro roscada en la parte inferior que irá unida a la horquilla mediante ésta rosca y un otra rosca en el extremo superior con la que se unirá a la unión de barilla.

**UNIÓN DE VARILLA:** Este elemento es el encargado de unir la varilla con la palanca unida al manilla de freno. El proceso de fabricación de la pieza es el siguiente, se parte de un cilindro macizo de 11 mm de diámetro que mediante torneado se le redondean la arista de un extremo, consiguiendo un elemento con forma de bala. A continuación mediante fresado se retira material del extremo opuesto dándole forma semicircular con eje perpendicular al longitudinal del cilindro inicial. Después se le practican dos taladros perpendiculares entre sí a la pieza. Uno longitudinalmente y el otro transversalmente con centro coincidente al semicírculo conseguido en el paso anterior. Una vez tenemos ésta pieza se practica una ranura en el centro de la semicircunferencia en sentido perpendicular al taladro transversal. Finalmente se practica un roscado interno en el taladro longitudinal en el que se fijará la Varilla.

##### **FRENO TRASERO;**

**Bastón:** Este elemento es el encargado de unir la varilla con la palanca del freno. Partimos de una varilla de 3 mm de diámetro con un extremo curvado en forma de bastón por donde se fijará a la palanca del freno y un roscada en el otro extremo. Mediante esta rosca se unirá a la varilla.

**VARILLA:** El proceso de fabricación de esta pieza a partir de una varilla maciza de 5 mm de diámetro roscada en ambos extremos. A los cuales se fijarán sendas uniones de varillas, anteriormente nombradas.

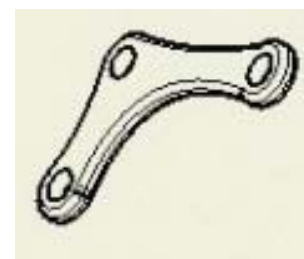
**DESVIADOR:** El proceso de fabricación de esta pieza es el siguiente, se parte de una pletina que se preforma mediante punzonado, este proceso da una preforma a la chapa eliminando el material sobrante y dando como resultado la preforma de la pieza. En esta pieza ya obtenida se realiza nuevamente otro punzonado donde se le practican tres agujeros, uno en cada extremo, a los que se fijarán sendas uniones de varilla, y otro más en el centro de la pieza plana, el cual sirve para fijar la pieza al cuadro. El siguiente proceso que se le aplica es un embutido mediante el cual es empujado dentro de una matriz hueca por un punzón que le da a la pieza su forma final.

**VARILLA LARGA:** Para esta pieza partiremos de una varilla cilíndrica maciza de 6 mm de diámetro y 420 mm de longitud a la cual se practicarán sendas roscas en sus extremos. A los cuales se unirán sendas uniones de varilla.

**CANASTILLO:** Esta pieza es la encargada de unir la varilla larga con la palanca bajo pedal. El proceso de fabricación a partir del cual obtenemos esta pieza es el siguiente. Se parte de una pletina que se preforma mediante punzonado, este proceso da una preforma a la chapa eliminando el material sobrante y dando como resultado la preforma de la pieza. En esta pieza ya obtenida se realiza nuevamente otro punzonado vertical y se le practica un agujero, en el extremo que va unido a la varilla larga, de R4,6 mm. En el otro extremo de la pieza se practica un taladro perpendicular tanto al eje longitudinal de la pieza como al eje del primer agujero practicado en el otro extremo de la pieza, que servira de unión mediante un eje con la palanca bajo pedal.

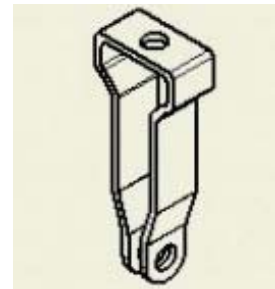


**PALANCA BAJO PEDAL:** Para esta pieza partiremos de una pletina de 3 mm de grosor a la cual se le practica un punzonado para eliminar el material sobrante dejando un elemento con la forma deseada. A continuación se le practican tres taladros como se ve en la figura, uno en cada extremo y otro en el centro que hace de eje sobre el que gira la pieza. Esta pieza hace de unión entre el canastillo y el tensor.





**TENSOR:** Para la obtención de esta pieza partiremos de una pletina de 10 mm de anchura y 120 mm de longitud a la cual se le realizan tres agujeros por punzonado. Uno en el centro al que se le practica un roscado y otro más en cada extremo, todos ellos de R 5 mm. A continuación se practica otro punzonado para dar la forma final a la chapa, obteniendo así una pieza simétrica que unirá por medio del agujero roscado del centro con el tornillo de la horquilla trasera y por el otro lado con el canastillo.

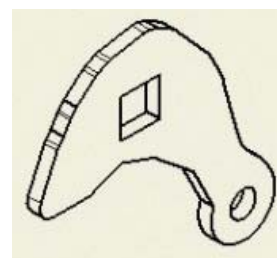


**TORNILLO DE LA HORQUILLA:** Esta pieza es realizada en acero, como la práctica totalidad de la piezas en esta bicicleta clásica. Para su obtención partiremos de una varilla maciza de 6 mm de diámetro a la cual se le aplica una rosca en cada extremo de la misma. Las cuales unirán con el Tensor y con la horquilla trasera que ejerce la presión de frenado a la rueda trasera.

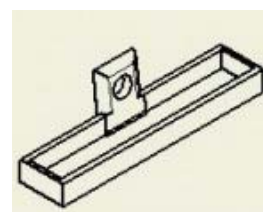
### ELEMENTOS COMUNES;

**Manilla de freno:** Este elemento esta formado por una vara de acero de 10 mm de diámetro a la cual se le practica una rebaja en un extremo de 9 mm de longitud. En esta rebaja se practica una operación de fresado para transformar la sección circular en una sección cuadrada de 6mm de lado, que irá encastrada en una ranura de las mismas dimensiones en la palanca del freno. A continuación se procede con un curvado de la varilla para formar un ángulo de 90° con el vértice redondeado de las mismas medidas que el manillar.

**PALANCA DE FRENO:** El proceso de fabricación de este component es el siguiente. Partimos de una pletina de 2mm grosor a la cual se le da una forma como se ve en la ilustración por medio de un punzonado. A continuación se le practican dos huecos, uno circular en un extremo, que es donde irá fijada la varilla del freno y el otro en, aproximadamente, el otro extremo de sección cuadrada, en el cual ajustará el extremo cuadrado de la manilla de freno.



**ZAPATA:** Para la obtención de esta pieza partiremos de una platina de 0,5 mm de grosor a la cual se aplica un embutido para conseguir la forma final de la pieza. A continuación se practica un troquelado para crear un agujero en la pletina que servirá para fijarlo a la horquilla.

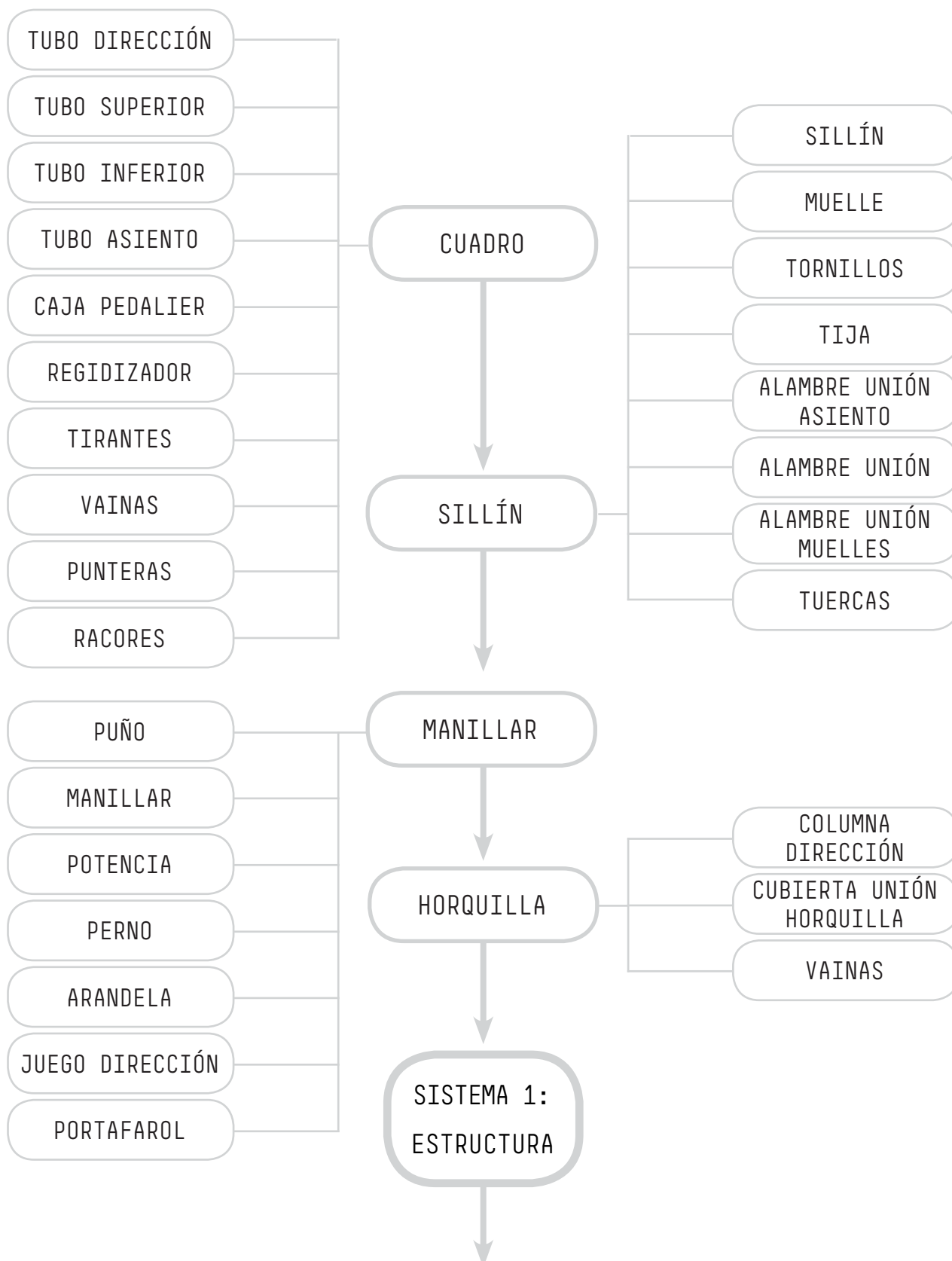


**HORQUILLA:** Este es el elemento encargado de presionar las zapatas contra las llantas y se produce de la siguiente manera. Se parte de una pletina de 10 mm de anchura a la cual se le practican cinco agujeros por punzonado a los cuales se fijaran los demás elementos. A continuación se practican dos pliegues en los extremos de 96° y 110° donde se acomodan el resto de elementos, quedando la pieza simétrica. Finalmente se practica otro pliegue redondeado por la mitad del elemento formando una especie de U que rodeará la rueda.

**CAUCHO:** Este elemento es el único que no esta fabricado en acero de todo el sistema de freno. El material en el que esta fabricado es caucho y la fabricación de éste elemento se realiza mediante extrusión para dar forma de barra de sección cuadrada y despues se practica un corte para conseguir la medida deseada y así encajarlo en la zapata.

## 2.6. MONTAJE

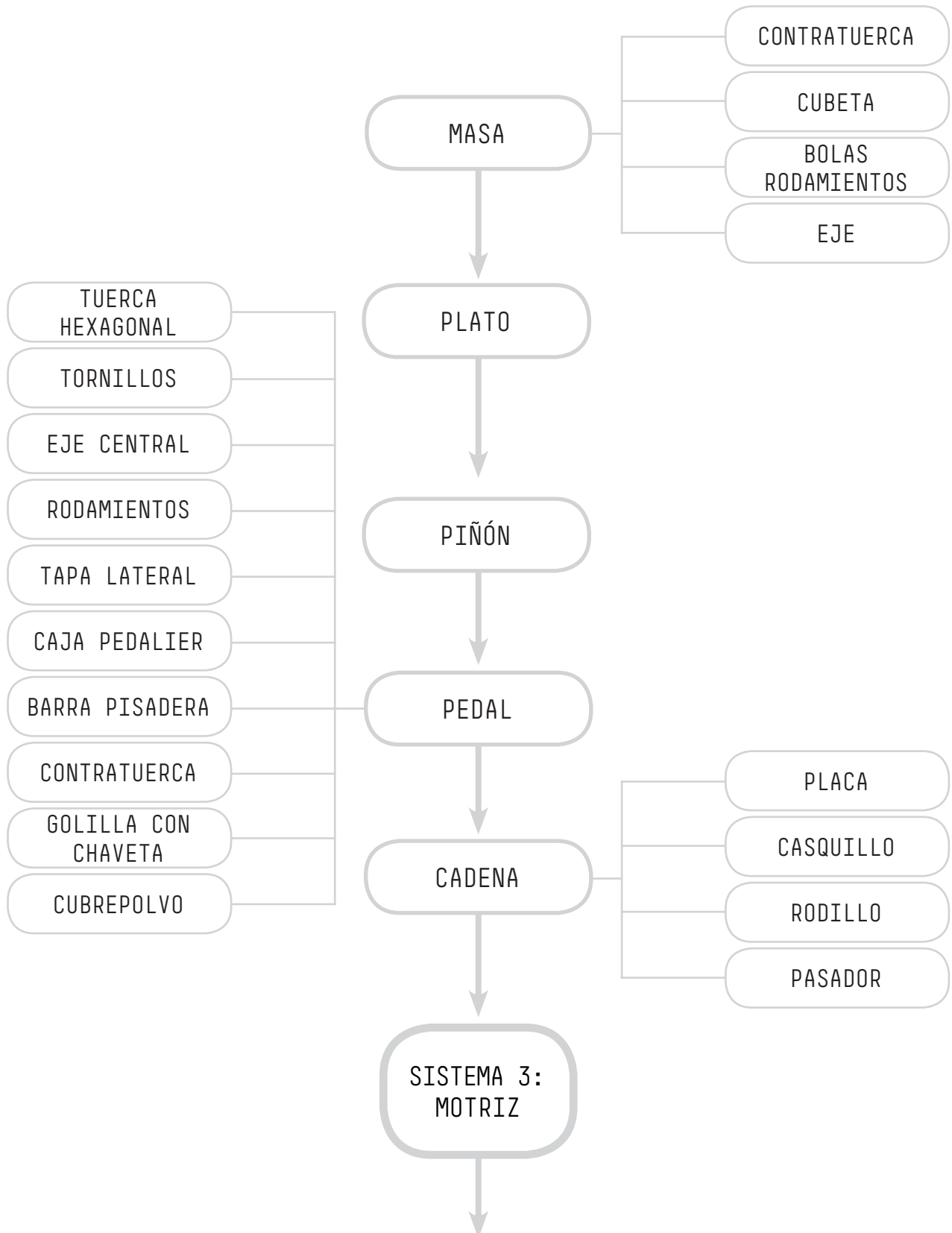
### 2.6.1 SISTEMA 1: ESTRUCTURA



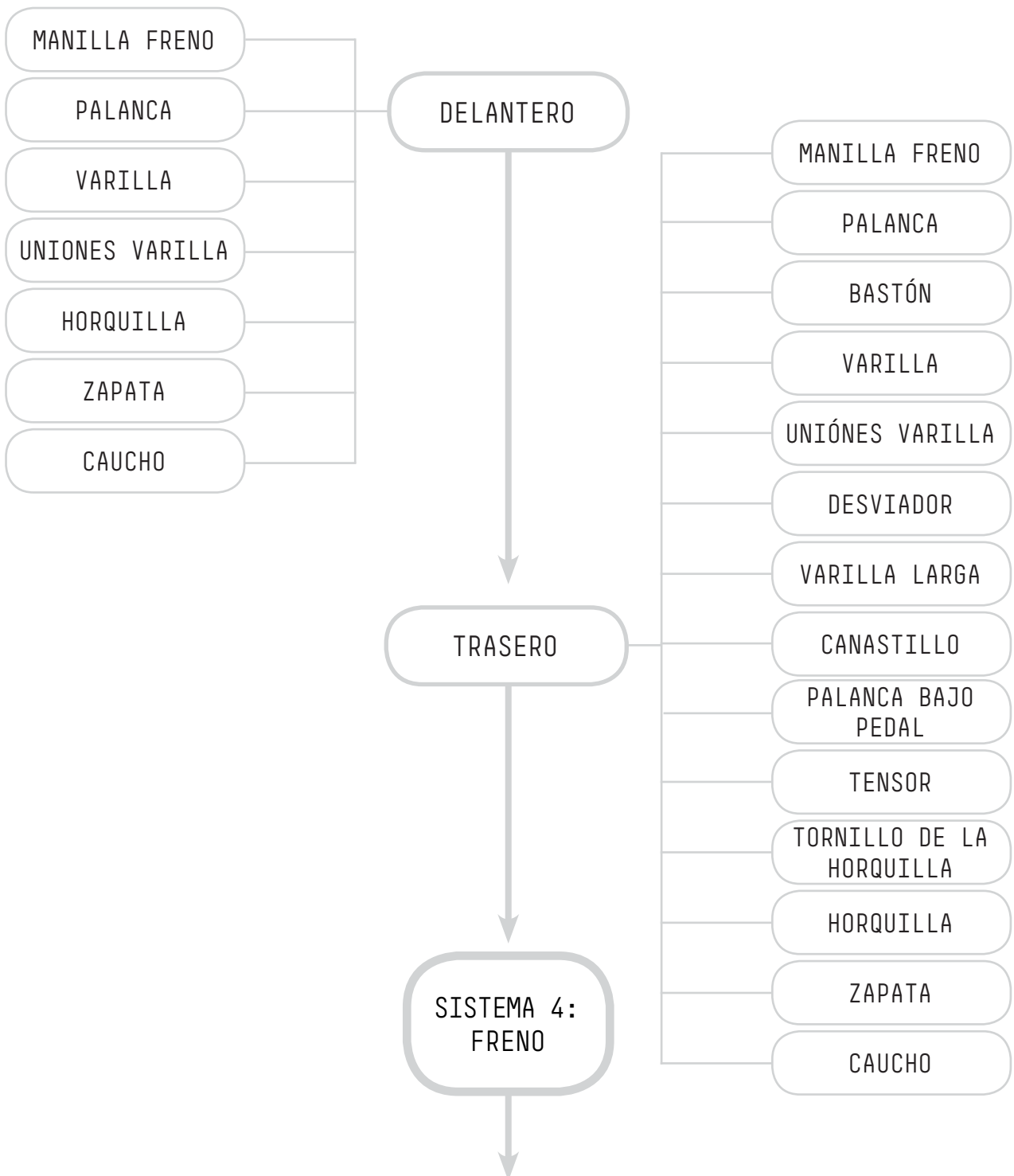
### 2.6.2 SISTEMA 2: RUEDA



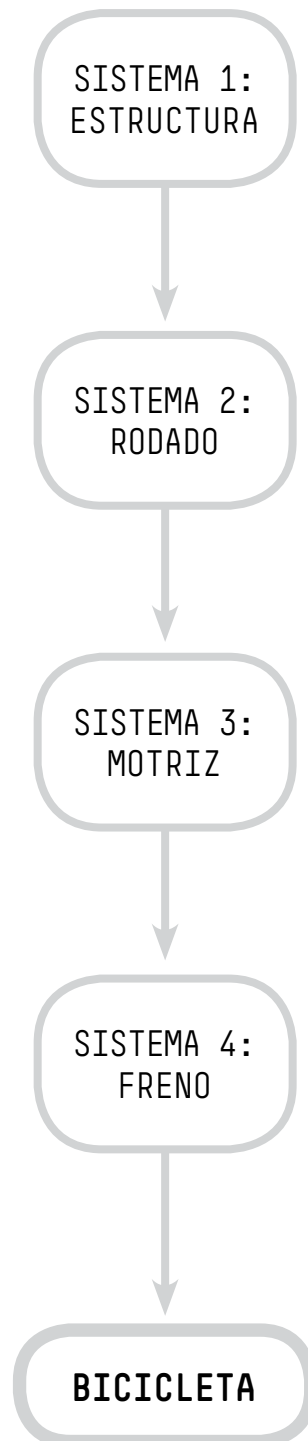
### 2.6.3 SISTEMA 3: MOTRIZ



2.6.4 SISTEMA 4: FRENOS



### 2.6.5 ESQUEMA MONTAJE







### 3. ANÁLISIS DE VALOR

3.1 INTRODUCCIÓN.....	Pag. 2
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	3
3.3 VALORES DE FUNCIONES.....	6
3.4 PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS.....	10

### 3. ANÁLISIS DE VALOR

#### 3.1 INTRODUCCIÓN.

El análisis de valor de un producto es un método para poder generar productos. Generalmente se basa en una mejora de los existentes, con prestaciones superiores y a un coste más económico. Esta reducción se debe a que se eliminan prestaciones que se creen innecesarias, que nos añaden un coste al producto pero no son importantes para el cliente.

Se pueden considerar distintas acepciones de valor:

- o Valor de uso  $V(U)$ ; Capacidad de un producto para cumplir un objetivo (utilidad funcional).
- o Valor de coste  $V(C)$ ; Suma del costo de los recursos necesarios para producir un producto.
- o Valor de apariencia  $V(A)$ ; Características atractivas que hacen deseable la posesión del producto.
- o Valor de cambio  $V(E)$ ; Cualidades o propiedades de un producto o servicio que nos permiten cambiarlo por otra cosa, generalmente un precio.

### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto que va a ser sometido al Análisis de Valor es una bicicleta, el modelo es la Hercules Model N° 20.

Sus características principales son las siguientes:

- Diseño ergonómico para cómoda sujeción
- El sillín posee amortiguación y se adapta al usuario.
- El volante es amplio dando una posición de descanso a los brazos.
- Los frenos son de varilla.
- Usa ruedas 26 pulgadas (66cm)
- Sus dimensiones totales son; 1795 x 935 x 458 mm. (Longitud x Altura x Anchura)
- Su peso total es de 12'7 kg

A continuación se muestra una perspectiva estallada de la bicicleta para intentar situar todas sus piezas.

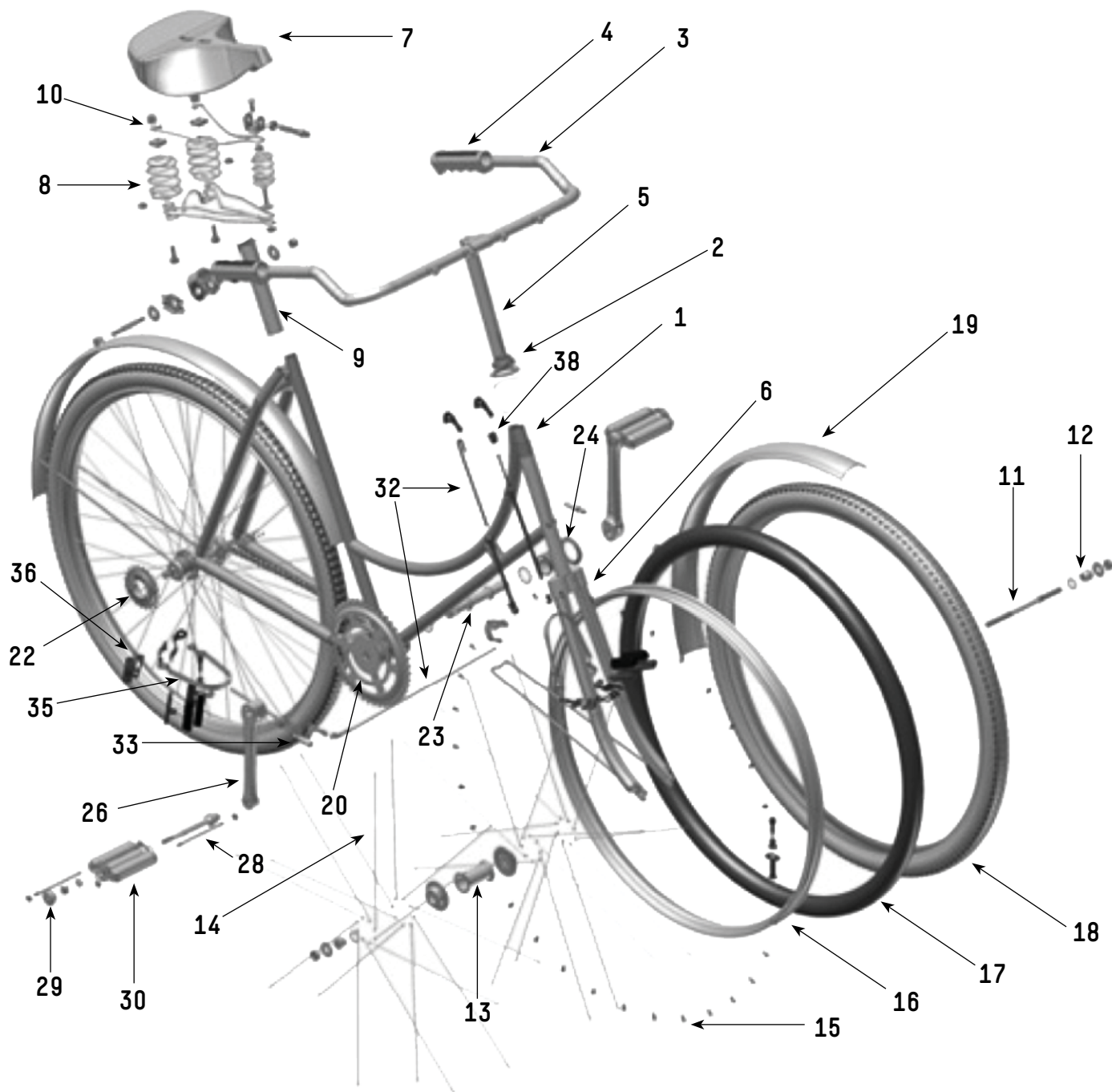


Figura 5.1 Explosión bicicleta.

1. Cuadro
2. Juego dirección superior
3. Manillar
4. Puño
5. Potencia
6. Horquilla
7. Asiento
8. Muelles
9. Tija
10. Alambres
11. Eje de rueda
12. Golilla
13. Cubo
14. Rayo
15. Niple
16. Llanta
17. Cámara
18. Neumático
19. Guardabarros
20. Plato
21. Cadena
22. Piñón
23. Eje motor
24. Cubeta
25. Contratuerca
26. Biela
27. Chaveta
28. Eje central pedal
29. Tapas laterales
30. Barra pisadera
31. Manilla de freno
32. Varillas de freno
33. Palanca bajo pedal
34. Tensor
35. Horquilla de freno
36. Zapata
37. Almohadilla de caucho
38. Unión varillas

### 3.3 VALORES DE FUNCIONES

En este apartado se determinaran las funciones de cada componente del producto.

En apartados anteriores se han visto el despiece de la bicicleta, con sus piezas numeradas, así como también hemos podido ver una perspectiva estallada de la misma para poder conocer mejor la posición de cada pieza de la bicicleta. A continuación se va a realizar una descripción de las funciones de las partes más importantes de la bicicleta (no se han considerado las piezas normalizadas como tornillería):

**1. Cuadro:** Es la “columna vertebral” de una bicicleta, ya que sirve de soporte a todas las demás piezas. Es la “columna vertebral” de una bicicleta, ya que sirve de soporte a todas las demás piezas.

**2. Juego dirección superior:** Es el encargado de dotar a la dirección de juego para poder girar el manillar mediante un rodamiento. Además une la potencia con la columna de dirección.

**3. Manillar:** Es el mecanismo de manejo de la bicicleta. Se conecta a través de la potencia a la horquilla, permitiendo al ciclista manejar y balancear la bicicleta girando la rueda delantera. Los manillares de paseo lejos de una posición aerodinámica ofrecen una posición erguida y una conducción relajada.

**4. Puño:** Este elemento es el encargado de ofrecer un punto de sujeción para el usuario lo más confortable posible. Su forma ergonómica diseñada para poder agarrarlo con la mano ofrece al usuario manejabilidad, gracias al material del que está fabricado (caucho) y su forma.

**5. Potencia:** Elemento que une el manillar a la horquilla. Además de proveer la conexión adecuada entre el manillar y el tubo de dirección de la horquilla

**6. Horquilla:** Es el elemento que transmite el movimiento del manillar a la rueda delantera, dotando así de dirección a la bicicleta. Es una de las piezas más importantes que conforman la bicicleta. En un impacto en la calzada, esta absorbe alrededor de un 10% del impacto. Por esto podemos decir que forma parte tanto del sistema estructural como del de dirección, puesto que proporciona el equilibrio y es el timón principal de la bicicleta.

**7. Asiento:** La función de éste elemento es el de ofrecer al usuario un punto lo más confortable posible para desarrollar el pedaleo. Éste elemento debe estar calibrado lo mejor posible con respecto a los pedales en función del usuario para facilitarle el trabajo.

**8. Muelles:** Dentro del asiento estos elementos son los encargados de ofrecer suspensión. para absorber en la medida de lo posible las vibraciones producidas por el rodaje de la bici en malas superficies.

**9. Tija:** Consiste en un tubo de acero de 30 cms de largo que se inserta al cuadro y a su vez al carro del sillín. El largo de la tija permite ajustar el sillín a una altura deseada.

**10. Alambres:** Son los elementos encargados de unir y sostener el sillín y todos sus componentes.

**11. Eje de rueda:** Este es el elemento que fija la rueda al sistema estructural y dota de movimiento giratorio a la rueda.

**12. Golilla:** Estos elementos sirven para fijar las tuercas y evitar que se suelten mediante un dentado.

**13. Cubo:** Es el elemento que une el eje de la rueda con los rayos y estos a su vez con la llanta.

**14. Rayo:** Elementos que unen la llanta de la rueda al cubo. Mediante la tensión de los mismos mantienen la llanta recta y así el neumático evitando posibles roces con las zapatas de freno.

**15. Niple:** Son las piezas que conectan y tensan los rayos a la llanta.

**16. Llanta:** Elemento estructural de la rueda. Es el encargado de mantener la cámara y el neumático y a donde se fijan los rayos, que son los que aportan la tensión necesaria para mantenerla recta.

**17. Cámara:** Este elemento aporta la presión a la rueda para que ésta cumpla con su función. Además absorbe gran parte de las vibraciones del terreno.

**18. Neumático:** Este elemento es el encargado de transmitir directamente la tracción efectuada por el usuario al firme. Además de proteger la cámara y aportar fijación al firme, gracias a su dibujo y el material del que está hecho.

**19. Guardabarros:** La función del elemento es la de proteger al usuario de la posible suciedad que el movimiento giratorio de las ruedas puedan proyectar sobre él.

**20. Plato:** Este componente es el encargado de transmitir el movimiento giratorio que transmite el usuario a la cadena que ésta a su vez lo transmite al piñón.

**21. Cadena:** La función de la cadena es la de transmitir el movimiento giratorio del plato al piñón.

**22. Piñón:** A través del eje, transmite la fuerza y el movimiento a la rueda trasera, de la cual depende el desplazamiento de ésta. Es el encargado de transmitir el movimiento de la cadena a la rueda.

**23. Eje motor:** Es el eje que une los dos pedales. Su función es fijar el punto de giro al cuadro y sostener las bielas.

**24. Cubeta:** Este elemento es el encargado de alojar el eje motor. A su vez ésta va alojada en el cuadro de la bicicleta.

**25. Contratuerca:** Es el elemento encargado de fijar la cubeta donde va alojado el eje motor al cuadro, evitando que se salga.

**26. Biela:** La función de éste elemento es la de transmitir el esfuerzo que desarrolla el usuario al eje motor y éste al plato.

**27. Chaveta:** Es la pieza que fija la biela al eje motor evitando que se desprenda.

**28. Eje central pedal:** Este elemento es el encargado de dotar al pedal de giro libre para que pueda acompañar al pie del usuario mientras hace girar la biela. Además de unir el pedal a la biela.

**29. Tapas laterales:** La función de éste elemento es la de evitar que entre suciedad al eje del pedal y así evitar que éste se atasque.

**23. Eje motor:** Es el eje que une los dos pedales. Su función es fijar el punto de giro al cuadro y sostener las bielas.

**24. Cubeta:** Este elemento es el encargado de alojar el eje motor. A su vez ésta va alojada en el cuadro de la bicicleta.

**25. Contratuerca:** Es el elemento encargado de fijar la cubeta donde va alojado el eje motor al cuadro, evitando que se salga.

**26. Biela:** La función de éste elemento es la de transmitir el esfuerzo que desarrolla el usuario al eje motor y éste al plato.

**27. Chaveta:** Es la pieza que fija la biela al eje motor evitando que se desprenda.

**28. Eje central pedal:** Este elemento es el encargado de dotar al pedal de giro libre para que pueda acompañar al pie del usuario mientras hace girar la biela. Además de unir el pedal a la biela.

**29. Tapas laterales:** La función de éste elemento es la de evitar que entre suciedad al eje del pedal y así evitar que éste se atasque.



**30. Barra pisadera:** Estos elementos son los que el usuario pisa directamente y ejerce la fuerza que mueve las bielas.

**31. Manilla de freno:** Este elemento es el encargado de transmitir el movimiento a la palanca y así mover las varillas del sistema de freno.

**32. Varillas de freno:** Son las encargadas de transmitir el movimiento de la manilla de freno a las horquillas de freno.

**33. Palanca bajo pedal:** Este elemento tiene la función de transmitir el movimiento de la varilla al tensor.

**34. Tensor:** La función de este elemento es al igual que el anterior la de transmitir el movimiento a la varilla de la horquilla, y también la de tensar o destensar el sistema de frenado trasero para ajustar las almoadillas lo más posible a la llanta y así hacerlas más efectivas.

**35. Horquilla de freno:** Este elemento mantiene las zapatas en su sitio enfrentadas a la llanta y es el encargado de presionarlas contra ambos lados de la llanta para frenarla en caso de que el usuario accione los frenos.

**36. Zapata:** La función de éste elemento es la de alojar las almohadillas de caucho y fijarlas a la horquilla.

**37. Almohadilla de caucho:** Es el elemento encargado de desarrollar presión sobre la llanta y hacerla parar.

**38. Unión varillas:** Estos elementos son los encargados de unir las varillas entre si y el resto de elementos del sistema de frenado.

### 3.4 PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS

Se ha visto el despiece de la bicicleta, con todas sus piezas detalladas, así como también se ha podido ver una perspectiva estallada de la misma para poder conocer dónde se sitúa cada una de las piezas. A continuación se va a realizar una serie de propuestas de mejora a las piezas que son más perceptibles de mejora.

Por otro lado se ha intentado mantener intacto el aspecto “histórico” de la bicicleta, ya que es una variante muy importante en este producto. Debido a este echo no se han realizado demasiados cambios, porque se mataría en cierta forma la esencia de esta bicicleta en la actualidad. Así pues la mayoría de los cambios se han centrado en mejorar el mantenimiento de los diferentes sistemas, sobre todo el de frenado ya que es el que es más susceptible de dar problemas.

Hay que tener en cuenta que es una bicicleta que se fabricó hace 70 años, entonces los procesos de fabricación así como las técnicas de fabricación no se pueden comparar con las actuales. Así mismo los materiales actualmente utilizados podrían mejorar sustancialmente las prestaciones de la bicicleta, como por ejemplo el uso de perfilera hueca, o aluminio en vez de acero, cambio del sistema de frenado, etc.

Dicho esto los cambios que se plantean a continuación se centran en la mejora del sistema de frenado, sobre todo enfocando en la mejora de las sujeciones y fijaciones de las uniones entre elementos, que son los componentes que son más perceptibles de fallo, debido a un mal mantenimiento, las vibraciones, etc

**1. Uniones de varillas:** Estos son los elementos más problemáticos de todos, por ello se hace especial hincapié en la búsqueda de una solución a los problemas que sufren estas piezas. El principal problema que presentan es el desprendimiento de algunas de estas piezas, ya sea por la pérdida del perno que las fija a las otras piezas o porque se aflojan de las varillas. Esto se debe principalmente a las vibraciones producidas por el desplazamiento de la bicicleta, inevitable, que provoca el afloje de éstas roscas o pernos con la consiguiente caída de las piezas y la anulación del sistema de frenado. Lo cual puede ser muy peligroso para el usuario. Las soluciones propuestas son el uso de diferentes sistemas que procuran una fijación mucho más segura y fiable que las simples roscas. Como por ejemplo el uso de tuercas de fijación de nylon, o arandelas de empuje, así como en vez de usar tuerca en la fijación del eje usar pasadores de clavija. El uso de estos sistemas mejoraría mucho el mantenimiento y el buen funcionamiento del sistema de frenado, haciéndolo mucho más fiable.

**2. Canastillo:** En este caso la recomendación para esta pieza es su eliminación, ya que con el cambio de esta pieza por una unión de varilla se conseguiría el mismo resultado en cuanto al resto del sistema. Ya que se podría unir directamente la palanca bajo pedal con la varilla.

**3. Almohadilla:** La mejora propuesta para este elemento supone un cambio del diseño de las almohadillas originales que montaba la bicicleta. Ya que las almohadillas originales son macizas sin dibujo alguno, se propone el uso de zapatas con dibujo dentado para hacer más eficaz la fuerza que ejerce el usuario para parar la bicicleta o controlar la velocidad de la misma.

**4. Pedal:** En este caso el cambio propuesto para este elemento es la sustitución del pedal que monta la rueda, formado por más de 10 piezas diferentes, por un pedal todo entero realizado en acero. Esto reduce el peligro de desprendimiento de las piezas así como da robustez al elemento. Además, no afecta demasiado al conjunto, ni a su valor como antigüedad.



## 4. DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD

	Pag.
<b>4.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>4.2 ¿QUE ES QFD?.....</b>	<b>3</b>
4.2.1 - Planificación del QFD.....	5
4.2.2 - Desarrollo del QFD.....	7
<b>4.3 DESARROLLO DEL QFD.....</b>	<b>10</b>
<b>4.4 COMPARACIÓN CON UN PRODUCTO SIMILAR.....</b>	<b>24</b>

## **4. DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Actualmente en el mercado globalizado en el que nos encontramos obliga a las empresas a ser competitivas, ya que si no hay lugar para ellas en dicho mercado tan exigente. Para ser competitivas las empresas deben refinar al máximo sus prestaciones al consumidor. Esto quiere decir que para conseguir un producto acertado debe ser de una calidad contrastada y a un precio competitivo dentro de su nicho de mercado. Para conseguir esto las empresas deben optimizar todo el sistema de post producción, producción, distribución, venta y soporte técnico al producto, y al mismo tiempo conseguir beneficios. Esto supone en un mercado tan competitivo conseguir el producto en espacios de tiempo cada vez más ajustados, a unos costes cada vez menores y con una calidad cada vez mayor.

Esto para la empresa significa estar cada vez sometido a más presión, por un lado de la competencia que cada vez es más agresiva y por otro lado del cliente, que cada día esta más informado y es más exigente.

Lo más importante para la empresa siempre debe ser el cliente, ya que de él depende que un producto sea un éxito o un fracaso. Por eso si una empresa desarrolla un producto nuevo o modifica uno existente tiene que hacerlo orientado a sus clientes. Para conseguir esto debe conocerlos, escuchándolos para poder tener en cuenta sus expectativas y poder trabajar sobre ellas. Para obtener resultados positivos la empresa debe ir hacia la consecución de un mismo objetivo, que no es otro que la plena satisfacción de sus clientes.

Para conseguir todo esto se han desarrollado una serie de herramientas que están orientadas hacia éste propósito. En este apartado se va a desarrollar la técnica de Despliegue de la función de Calidad, DFC, mas conocido por sus siglas en ingles, QFD (Quality Function Deployment).

## 4.2 ¿QUE ES QFD?

En su artículo intitulado “The leading edge in QFD: past, present and future” el Dr. Yoji Akao (creador del QFD) y Glenn Mazur señalan que en 1972 el Dr. Akao definió por primera vez el término Despliegue de la Función (todavía sin integrar la palabra Calidad) como “un método para desplegar, antes del arranque de producción en masa, los puntos importantes de aseguramiento de calidad necesarios para asegurar la calidad de diseño a través del proceso de producción” (Akao y Mazur, 2003, p.20)

En el primer capítulo de su libro QFD Una Herramienta de Futuro, Mikel Sorli y Javier Ruiz concluyen que el QFD “proporciona un camino sistemático para que la voz del cliente fluya a través del proceso de desarrollo del producto, estableciendo un nexo de unión entre los diferentes requisitos técnicos enfocándolos hacia las necesidades de los clientes” (Mikel Sorli y Javier Ruiz 1994, Bizkaia-España)

El despliegue de la función de calidad (o QFD, en inglés) es un método de diseño de productos y servicios que recoge las demandas y expectativas de los clientes y las traduce, en pasos sucesivos, a características técnicas y operativas satisfactorias. Luego de una introducción histórica, en este documento de trabajo se ilustran los conceptos principales del QFD, destacando sus ventajas y dando recomendaciones de uso. Para brindar una perspectiva amplia y moderna del QFD, describimos sus principales campos de aplicación y algunos enfoques nuevos utilizados en su construcción. Finalmente, presentamos un resumen y conclusiones.

El QFD se originó en el Japón en la década de 1960 y su metodología se consolidó y expandió geográficamente en las décadas siguientes. En el origen del QFD está la denominada matriz de la calidad, que es en esencia una tabla que relaciona la voz del cliente con los requerimientos que la satisfacen. La matriz de la calidad suele desplegarse para dar lugar a otras matrices que permiten hacer operativa a la voz del cliente.

Las aplicaciones recientes del QFD trascienden a las industrias manufactureras y de los servicios y comprenden la formulación de la estrategia empresarial y el análisis organizacional en los sectores público y privado. También se están aplicando al QFD los conjuntos fuzzy y otros métodos refinados de las matemáticas. Más allá de estos enfoques cuantitativos-cuya relevancia en las etapas iniciales de un programa de calidad comentamos-el QFD se caracteriza por su carácter cualitativo. En las últimas décadas viene haciéndose notoria una tendencia de trabajo que, sin descuidar el análisis estadístico en las aplicaciones del marketing, presta especial atención a los elementos cualitativos, que permiten conocer mejor al cliente y contribuir a un tiempo al control de los costos: el QFD se inscribe en esta tendencia.

Destacamos el valor integrador de la matriz de la calidad-núcleo del QFD-que, en un único gráfico, indica los requerimientos del cliente, establece las características técnicas capaces de satisfacerlos, y brinda la posibilidad de comparar el producto de la propia empresa con otros de la competencia. Pero este valor integrador no se reduce al aspecto gráfico, sino que influye sobre la organización en su conjunto; en efecto, gracias a la matriz de la calidad, los integrantes de áreas heterogéneas de la firma se forman una idea más acabada de las complejas relaciones que hacen al diseño de productos satisfactorios. De esta forma, se comprende mejor la importancia de los datos, se facilita el diálogo, se asignan prioridades, y se establecen métricas y objetivos armónicos-todo ello sin perder el contacto con el cliente y con los productos de los competidores.



#### 4.2.1 PLANIFICACIÓN DEL QFD

Esquema básico de QFD:

¿QUÉ?: Filas de la matriz que pueden servir para especificar:

1ª matriz de QFD. Las necesidades manifestadas por el mercado, cliente, etc.

2ª matriz de QFD. Los requerimiento funcionales del producto (RFs).

3ª matriz de QFD. Los parámetros de diseño (PDs).

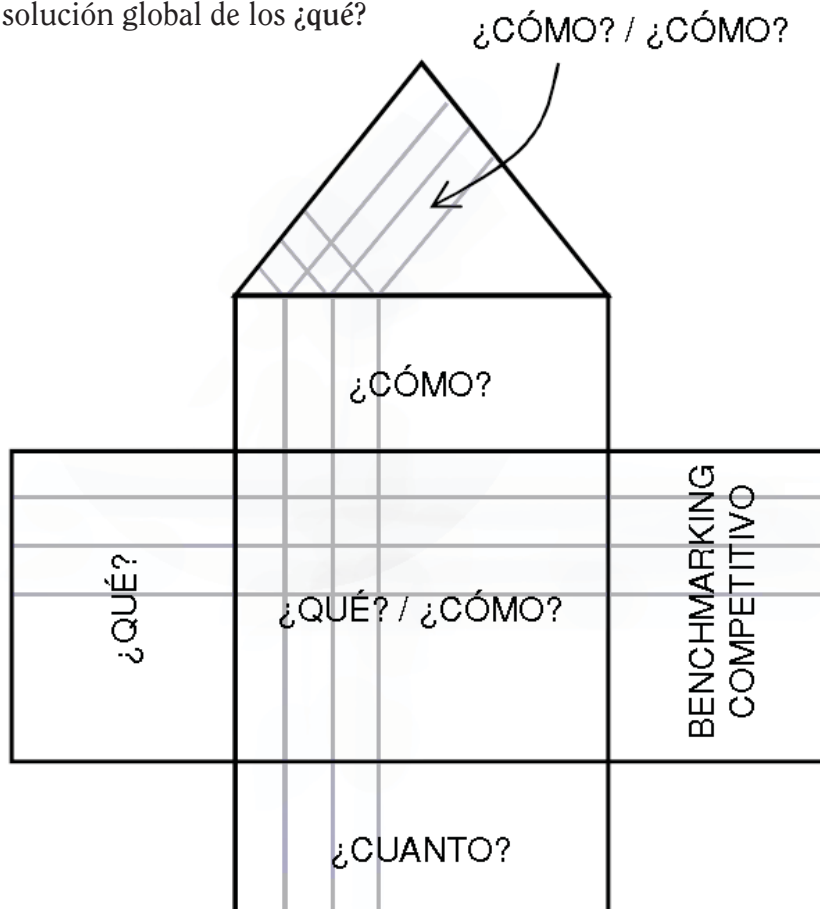
¿CÓMO?: Columnas de la matriz que pueden ser usadas para indicar:

1ª matriz de QFD. Los requerimiento funcionales del producto (RFs).

2ª matriz de QFD. Los parámetros de diseño (PDs).

3ª matriz de QFD. Las variables del proceso (VPs).

¿CUANTO?: Parte inferior de la matriz que nos indicará la valoración de los ¿cómo? Por su aportación a la solución global de los ¿qué?



Esquema básico de QFD:

¿QUÉ?/¿CÓMO?: Cuerpo de la matriz:

Representa el grado de relación entre los ¿qué? y los ¿cómo?

Se usará la siguiente escala y representación:

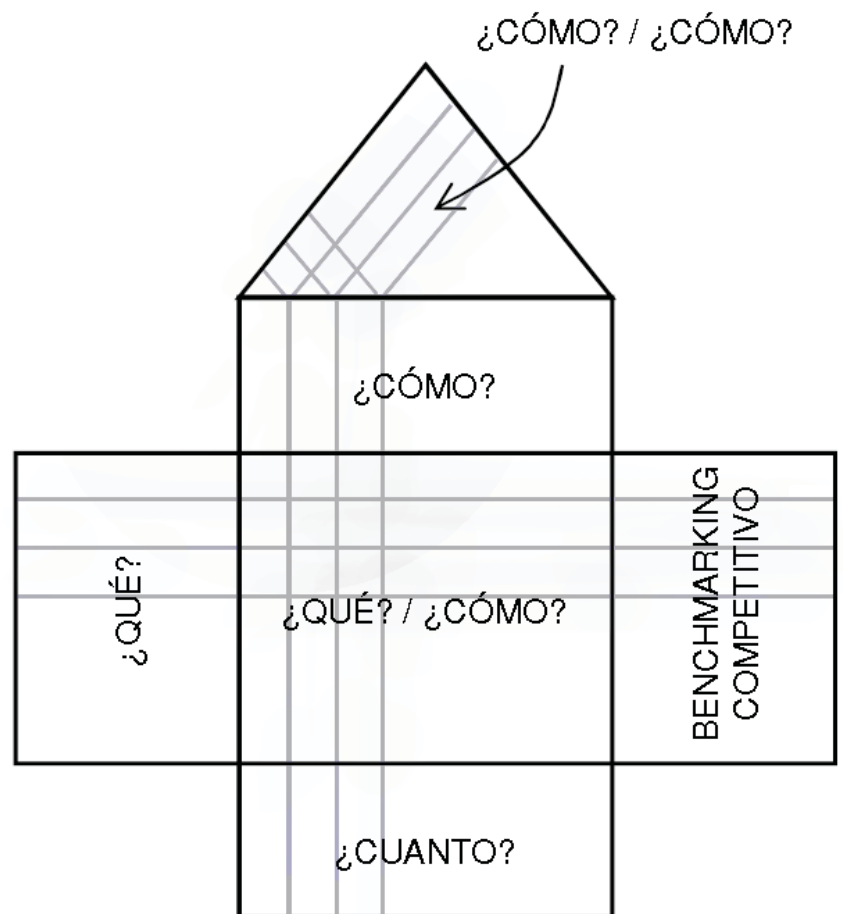
- Relación fuerte: 9 puntos.
- ◐ Relación media: 3 puntos.
- Relación débil: 1 punto.

¿CÓMO?/¿CÓMO?: Tejado de la matriz:

Representa el grado de interrelación entre los ¿cómo?, esto es, las redundancias y los conflictos.

El código a emplear es:

- Positiva fuerte: +9 puntos.
- Positiva media: +3 puntos.
- x Negativa media: -3 puntos.
- # Negativa fuerte: -9 puntos.



#### **4.2.2 DESARROLLO DEL QFD**

Para llevar a cabo el desarrollo del QFD se seguirán unos pasos a través de las etapas que se explicarán a continuación;

#### **ETAPA A. ESPECATIVAS DEL USUARIO**

##### **A.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS USUARIOS**

Todos los estudios y parámetros utilizados en éste apartado se ven condicionados por ser un producto que ya no se fabrica y que su contexto histórico cumplía un cometido diferente al actual. Ya que a día de hoy este tipo de bicicleta es casi exclusivamente para uso lúdico y en la actualidad el usuario puede disponer de otros muchos medios de transporte, cuando en la época de ésta bicicleta su uso era mucho más de subsistencia además de lúdico, puesto que la bicicleta para una gran mayoría de público era el único medio de transporte del que podían disponer.

En esta etapa se quieren considerar los posibles usuarios actuales y los que en su momento tuvo. Con ello vamos a conseguir una lista de tipos de usuarios, jerarquizada según criterios económicos y/o estratégicos.

Esto se plasmará en una tabla con tres columnas, la primera columna clasificará a los usuarios según su naturaleza y las exigencias que espera del producto. La segunda columna indicara el “peso”, es decir, la importancia (en porcentajes) de este tipo de usuarios para la empresa. Y, por último, indicaremos las características de cada tipo de usuario.

##### **A.2 IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE EXPECTATIVAS DEL USUARIO**

Se buscará toda la información posible de todo aquello que le pueda interesar al usuario; especificaciones del producto, mantenimiento, precio, etc.

Así mismo se tendrán en cuenta aquellas especificaciones, que aunque el cliente no las haya pedido, hacen el producto mas completo, para poder conseguir un producto mejor.

Se considerarán dos criterios; la importancia que tiene cada característica para el usuario y la importancia relativa de cada tipo de usuario/cliente para la empresa.

## **ETAPA B. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

### **B.1 LOS ¿QUE? Y LOS ¿CÓMO?**

En esta etapa con la lista de expectativas del cliente (“QUE”) e identificaremos para cada una de ellas un ¿COMO? conseguirla. Mediante este proceso se intentará asociar uno o más COMO para cada QUE inicial del usuario.

### **B.2 MATRIZ DE CORRELACIÓN**

Una vez se tengan claras todas las expectativas del usuario, mediante esta matriz se mostrarán las relaciones existentes entre las expectativas con su peso relativo.

En esta matriz colocaremos en las filas las expectativas del cliente y en las columnas las características del producto. Es decir, si una vez completada la matriz, obtenemos una línea vacía indicará que esa expectativa no está satisfecha para el usuario y si se obtiene una columna vacía indicará que hay una característica que no se corresponde con ninguna expectativa del usuario, por lo tanto, es inútil.

### **B.3 JERARQUIZACIÓN DE LOS ¿CÓMO?**

La finalidad de distinguir entre varios niveles de correlación es poder jerarquizar los COMO, siempre procurando que al pasar de las expectativas del cliente (¿QUE?) a las características sustitutivas correspondientes(¿CÓMO?), se siga conservando la jerarquización de los QUE.

### **B.4 CASA DE LA CALIDAD**

Para construir el techo de la matriz, se tendrá que analizar las posibles relaciones existentes entre las características de sustitución consideradas dos a dos. Tendremos que indicar que grado de correlación existe entre ellas, así como el sentido de esta correlación. Si existe una correlación positiva, se considerará ambas características como un conjunto. Por el contrario una correlación negativa puede indicar que habrá que buscar una solución ponderada entre ambas.

## **B.5 LOS ¿CUANTO?**

Parte inferior de la matriz que indicará la valoración de los ¿cómo? por su aportación a la solución global de los ¿qué?. Se completará la matriz con la especificación del CUANTO necesario para cada COMO.

## **ETAPA C. DEFINICIÓN DE LOS COMPONENTES**

En esta etapa se seguirá el mismo procedimiento que en la etapa B y se utilizan los mismos mecanismos.

Los COMO de la segunda etapa pasan a ser los QUE de la etapa C.

## **ETAPA D. DEFINICIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

En esta etapa se traducirán las características técnicas de las piezas definidas anteriormente, a un dossier que define los procedimientos y las operaciones necesarias para la fabricación de dichas piezas.

## **ETAPA E. ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

En esta etapa elaboraremos los planes de producción para fabricar el producto.

### **4.3 DESARROLLO QFD**

A continuación se va a desarrollar todo lo expuesto en el punto anterior en cuanto a la metodología del QFD para el producto que nos ocupa, la bicicleta. Se aplicará la casa de calidad al diseño de la bicicleta.

Para ello se seguirán los pasos establecidos en el apartado anterior.

## ETAPA A. ESPECATIVAS DEL USUARIO

### A.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS USUARIOS

Debido a que no se puede tener acceso a los usuarios contemporáneos a la bicicleta, se utilizarán los usuarios que tendría éste tipo de bicicleta en la actualidad.

Así pues, se ha realizado un estudio entre usuarios actuales (entre los que yo me encuentro) y usuarios potenciales a los cuales podría ir destinado el producto. Una vez hecho este estudio, se jerarquizarán en una lista de usuarios.

Teniendo en cuenta que ésta bicicleta es una bicicleta de paseo, robusta y muy resistente, aunque algo pesada en comparación con las actuales, ya que esta toda ella construida en acero. El tipo de usuario se reduce considerablemente si hablamos en términos de practicidad a la hora de elegir este producto. Los usuarios potenciales de esta bicicleta se numeran en la tabla que se adjunta a continuación:

También considerar que los datos obtenidos se ajustan a España, donde la cultura de la bicicleta es muy diferente a la de otros países europeos, dónde se valora mucho más el uso de bicicletas antiguas o clásicas. Ampliándose su uso mucho más entre usuarios habituales, no siendo así por norma general en España. Siendo mucho más amplio el porcentaje de usuarios relacionados con el coleccionismo o lúdico.

USUARIO	PESO [%]	CARACTERÍSTICAS
Usuarios lúdicos	30%	- Disfrute - Comodidad
Usuarios habituales	10%	- Comodidad - Movilidad - Eficacia - Económica - Seguridad - Prestaciones
Usuarios ocasionales	20%	- Disfrute - Belleza - Comodidad
Coleccionistas	40%	- Valor histórico - Funcionalidad - Disfrute - Valor estético - Rehabilitación

## A.2 IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE EXPECTATIVAS DEL USUARIO

Para tener en cuenta todas las especificaciones de los usuarios, se ha realizado un estudio de los posibles usuarios. Dicho estudio se ha conseguido a través de una recopilación de información de personas que habitualmente usan este medio de transporte para valorar las características más destacadas para ellos. La información ha sido obtenida de un grupo de personas, amistades sobre todo y familiares. De esta manera se cuenta con una información valiosa para el diseño o rediseño del producto que nos ocupa.

Entre los usuarios preguntados me gustaría destacar una serie de grupos claramente diferenciados para así obtener las principales diferencias de preferencias que hay entre unos y otros. Los usuarios que se han decidido diferenciar son los siguientes:

1. Antiguo usuario 1 (A1), Ganadero retirado. (Coleccionista)
2. Antiguo usuario 2 (A2), Empleado de banca. (Usuario Ocasional)
3. Usuario habitual 1 (H1), Trabajador temporal no especializado. (Usuario lúdico)
4. Usuario habitual 2 (H2), Estudiante Universitario. (Usuario habitual)

La jerarquización de los valores más importantes a sido por consulta directa con los sujetos “encuestados”. Pidiéndoles que valoraran en una escala de 1 a 3 (3-Muy relevante, 2-No determinante, 1- Irrelevante) las características, que para mí, son más comunes en este tipo de productos.

\* El hecho de que me encuentre en el extranjero y no conozca a demasiada gente en el lugar donde vivo actualmente hace que no me haya sido posible hacer unas encuestas formales, ya que la mayoría de los “encuestados” a sido a través de mails o por conversación telefónica.



## **ETAPA B. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

### **B.1 IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE EXPECTATIVAS DEL USUARIO**

En esta etapa se va a completar el diagrama matricial aplicado al QFD. Con los datos obtenidos de los usuarios se completará la “casa de la calidad” aplicada al diseño de la bicicleta objeto del estudio. Se desarrollará una tabla para cada tipo de usuario, así se podrá utilizar para aplicar las modificaciones a la bicicleta en cada caso concreto. O sea, como si se fuera a diseñar una bicicleta para cada tipo de usuario.

Todas las tablas compartirán los COMO y los QUE, aunque con la diferencia del valor de los QUE para cada tipo de usuario.

Los COMO (características elementales operativas y manejables) a tener en cuenta serán los siguientes:

- Esfuerzo a realizar
- Color
- Peso
- Diseño
- Eficacia
- Manejabilidad
- Tamaño
- Agilidad

Estas características (COMO) deben poder ser medidas cuantitativamente para poder así valorarlas.

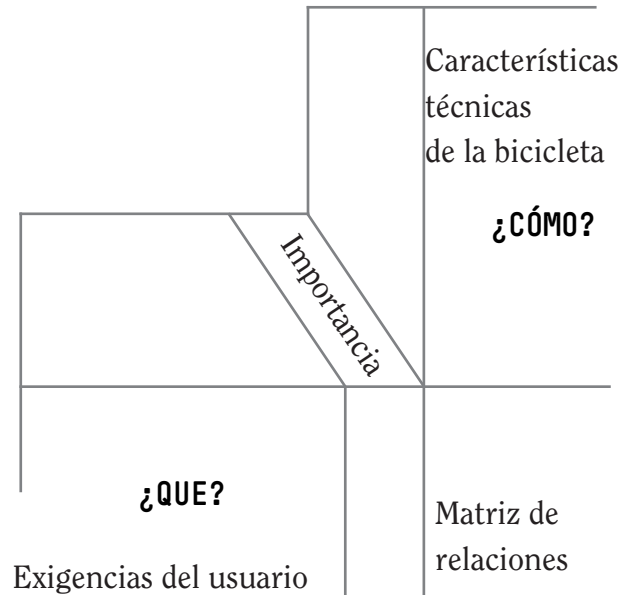
Los QUE (expectativas del cliente) a valorar serán los siguientes:

- Menos esfuerzo al pedalear
- Durabilidad
- Mayor manejabilidad
- Ergonómico
- Comodidad
- Belleza
- Variedad de colores
- Ligera

Con estos datos de los usuarios se construirá la casa de la calidad.

A continuación se va a detallar como se ha rellenado la “casa de la calidad”.

Primero se colocan los QUE (expectativas del cliente) en las filas correspondiente y los COMO (especificaciones técnicas del producto) en las columnas.



En la segunda columna se colocará la importancia que tiene cada exigencia para el usuario, valoradas del 1 al 3. Una vez rellenado esto, pasaremos a rellenar las relaciones existentes entre las exigencias del usuario y las características del usuario. Es decir, se comprobará la correlación que hay entre ellas, como dependen unas de otras. Diferenciándose entre correlación muy relevante, no determinante, irrelevante, y de esta manera iremos completando la matriz de relaciones.

Los valores utilizados para indicar estas correlaciones son los siguientes:

Matriz de correlación QUE-COMO

- Correlación fuerte = 9
- ◐ Correlación media = 3
- Correlación débil = 1

Una vez asignados los anteriores valores se multiplicarán por el valor de la importancia que cada usuario le ha dado a cada expectativa que hay en sus respectivas casillas.

A continuación una representación gráfica de lo anteriormente expuesto:

Exigencias del usuario	Características técnicas de la bicicleta		
	Importancia	Ergonómico	Durabilidad
Esfuerzo a realizar	3	5	15
Color	1		
Peso	2		

$3 \times 5 = 15$

El siguiente paso es hallar los subtotales ponderados absolutos, los cuales se obtendrán al sumar todos los valores que se han generado al multiplicar la importancia de cada exigencia del usuario por su correspondiente correlación, en cada fila y en cada columna. Así pues se obtiene un valor para cada exigencia del usuario y otro para cada característica técnica de la bicicleta.

Con los subtotales ponderados absolutos calculados se obtendrán los subtotales ponderados relativos, o lo que es lo mismo, el tanto por ciento que supone cada uno respecto al total.

Exigencia \ Característica	Esfu	Colc	Pesc	Dise	Efici	Man	Tam	Agili		
Confort	● <sup>9</sup>			○ <sup>3</sup>		○ <sup>1</sup>			13	16
Seguridad		○ <sup>3</sup>		○ <sup>9</sup>					12	14,8
Estabilidad					○ <sup>2</sup>				2	2,46
Maneabilidad			○ <sup>6</sup>						6	7,4
Resistencia				● <sup>3</sup>					3	3,7
Facilidad de mantenimiento		● <sup>6</sup>							6	7,4
Facilidad de conducción			○ <sup>9</sup>					● <sup>27</sup>	36	44,4
Facilidad de reparación							● <sup>3</sup>		3	3,7
<b>Subt. ponderado absoluto</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>27</b>	<b>81</b>	<b>100%</b>
<b>Subtotal ponderado relativo (%)</b>	<b>11,1</b>	<b>11,1</b>	<b>18,52</b>	<b>18,52</b>	<b>2,46</b>	<b>1,23</b>	<b>3,7</b>	<b>33,3</b>	<b>100%</b>	<b>Σ Pond. Abs</b>

$3 + 9 + 3 = 15$

$(3 \times 100) / 81 = 3,7\%$

Como se explicó en el punto anterior los valores de los iconos corresponden a: ● 9 puntos, ○ 3 puntos, ○ 1 punto.

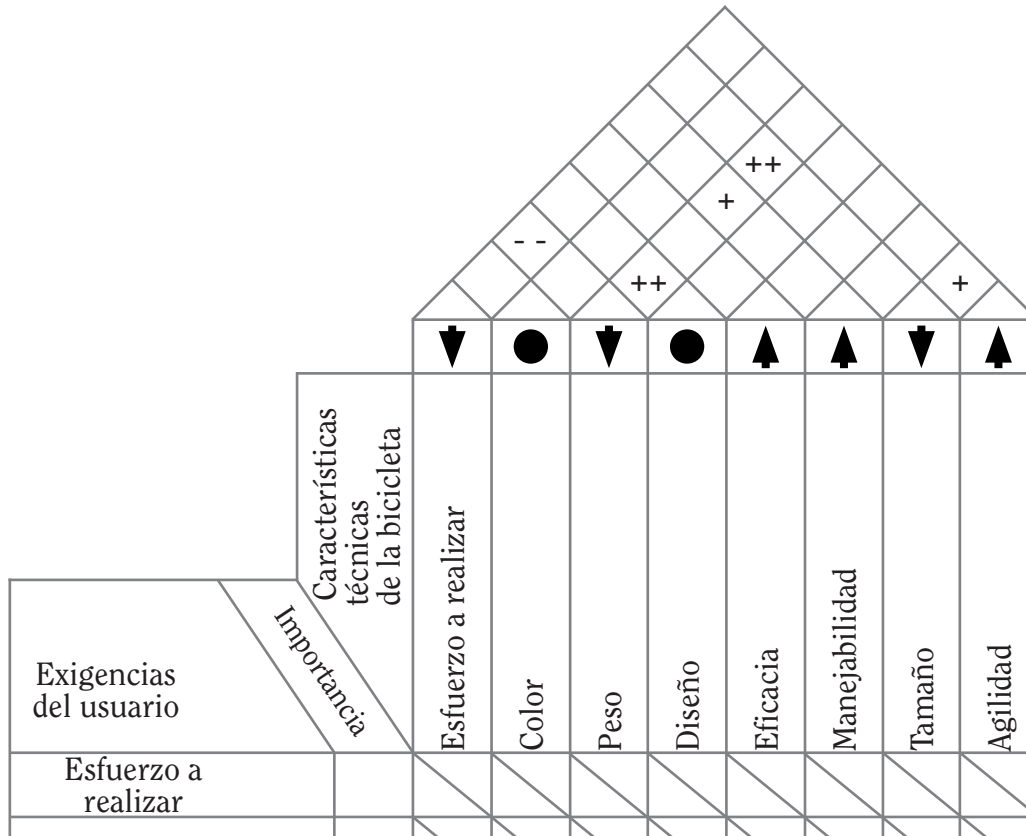
A continuación se rellenará el techo de la “casa de calidad”, de la siguiente manera. En esta parte de la tabla se verán las interrelaciones que se dan entre las características del producto, dicho de otra forma, la influencia de unas características con respecto a las otras. Los valores utilizados se exponen a continuación:

Correlación COMO-COMO

- Correlación positiva fuerte: ++
- Correlación positiva: +
- Correlación negativa: -
- Correlación negativa fuerte: --

La fila automáticamente debajo del techo, se indica la dirección de variación de cada una de las características que se valoran. En función de si se quiere aumentar, disminuir o mantener los valores igual.

A continuación una representación gráfica de lo anteriormente expuesto:



Para terminar, solo falta determinar la magnitud que se marcará como objetivo para mejorar las características de la bicicleta, e indicar el grado de dificultad que supondrá conseguir este valor.

El grado de dificultad se medirá con valores entre 1 y 5, siendo 1 mínima dificultad y 5 máxima dificultad.

Exigencias del usuario	Importancia	Características técnicas de la bicicleta	Esfuerzo a realizar	Color	Peso	Diseño	Eficacia	Manejabilidad	Tamaño	Agilidad	
		Menos esfuerzo al pedalear	1	● <sub>9</sub>	/	/	○ <sub>3</sub>	/	○ <sub>1</sub>	/	/

Magnitud objetivo	Esfuerzo 3/4		Peso -2Kg		+ 40%	+ 20%	Longitud 1600mm	+ 40%
Grado de dificultad	2		2		3	2	3	4

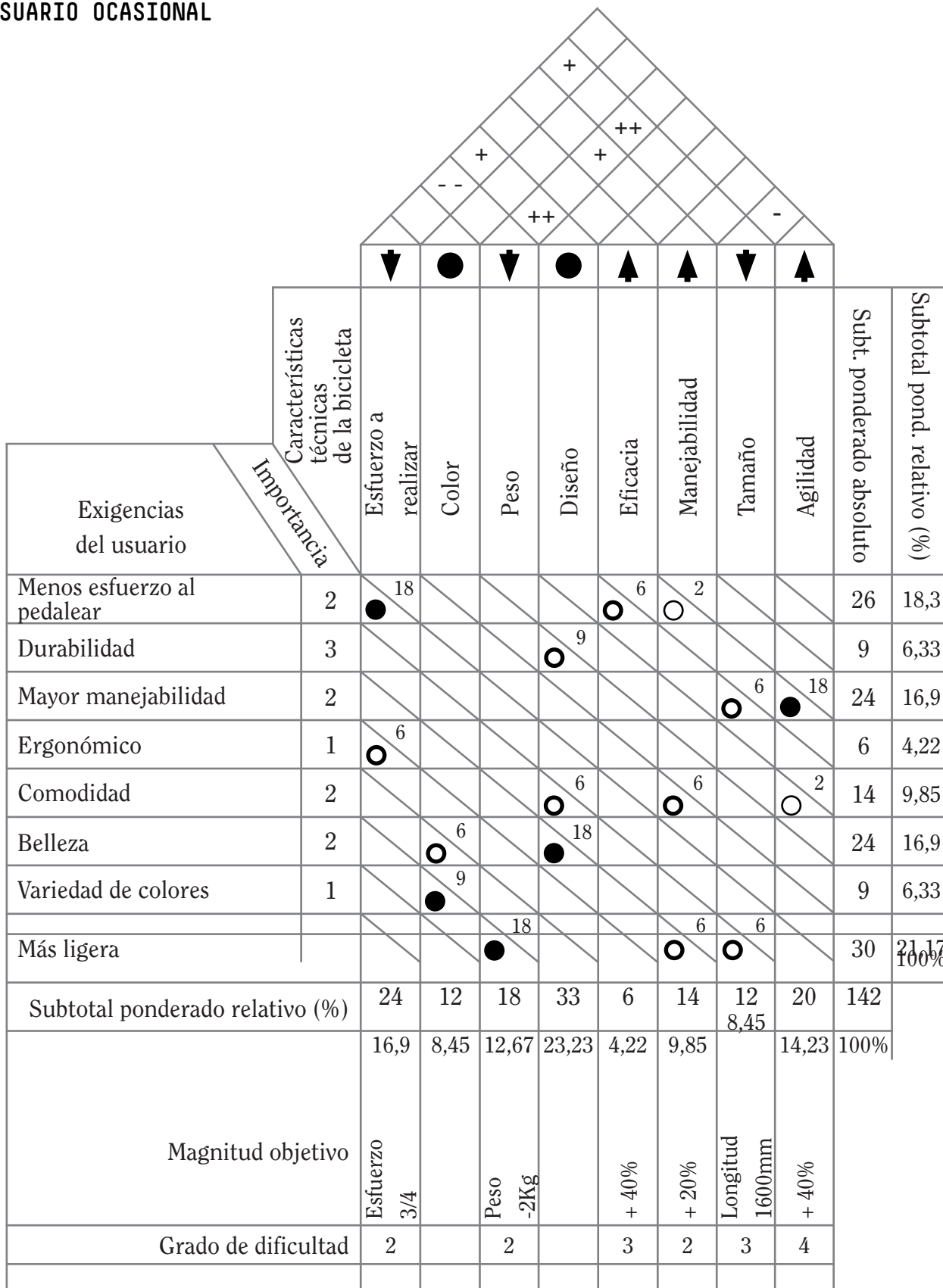
**APLICACIÓN CASA DE CALIDAD AL DISEÑO DE BICICLETA PARA USUARIO A1.  
COLECCIONISTA**

Exigencias del usuario		Importancia	Características técnicas de la bicicleta								Subt. ponderado absoluto	Subtotal pond. relativo (%)
			Esfuerzo a realizar	Color	Peso	Diseño	Eficacia	Manejabilidad	Tamaño	Agilidad		
Menos esfuerzo al pedalear	1	●				○	○				13	10,48
Durabilidad	2				○						6	4,83
Mayor manejabilidad	1	○						○	●		13	10,48
Ergonómico	2	○									6	4,83
Comodidad	2				○	○		○	○		14	11,29
Belleza	3		○		●						36	29,06
Variedad de colores	2		●								18	14,51
Más ligera	Subt.			●	○	○	○	○	○		18	14,51
Subtotal ponderado relativo (%)			12,9	21,77	7,25	33,87	2,45	8,06	4,83	8,87	100%	
Magnitud objetivo			Esfuerzo 3/4	Peso -2Kg		+ 40%	+ 20%	Longitud 1600mm	+ 40%			
Grado de dificultad			2	2		3	2	3	4			



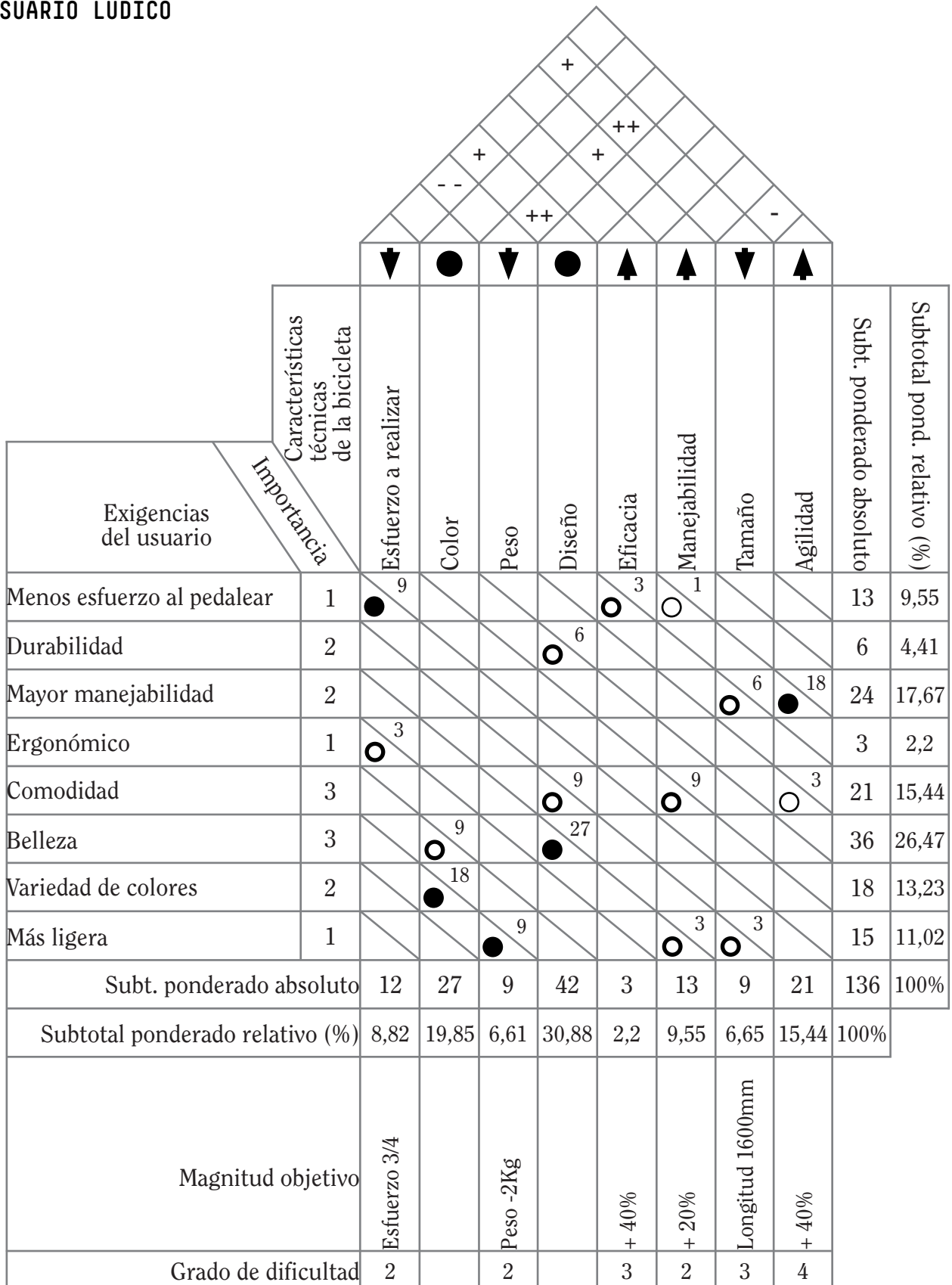
**APLICACIÓN CASA DE CALIDAD AL DISEÑO DE BICICLETA PARA USUARIO A2.**

**USUARIO OCASIONAL**



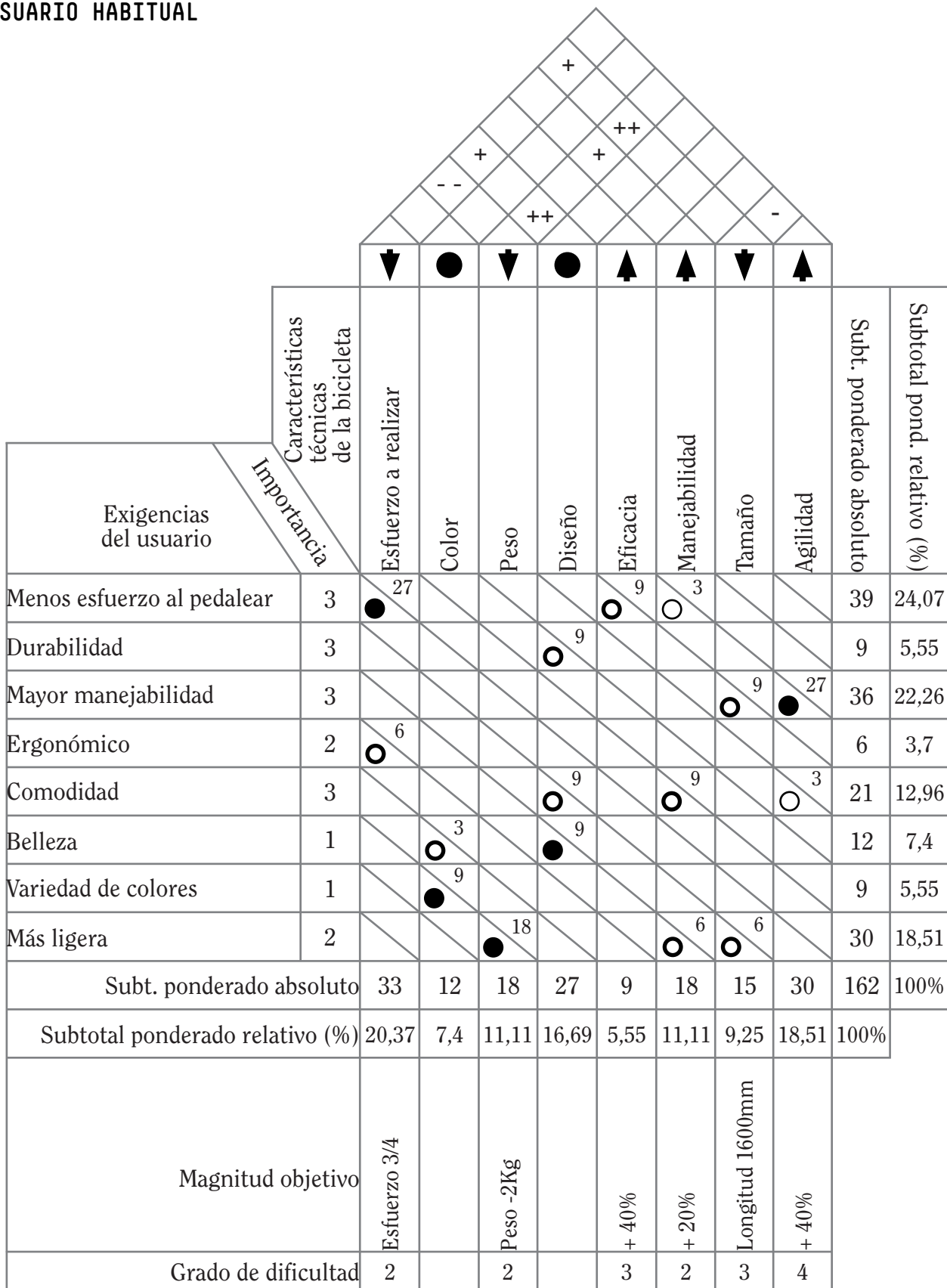
**APLICACIÓN CASA DE CALIDAD AL DISEÑO DE BICICLETA PARA USUARIO H1.**

**USUARIO LÚDICO**



**APLICACIÓN CASA DE CALIDAD AL DISEÑO DE BICICLETA PARA USUARIO H2.**

**USUARIO HABITUAL**



#### 4.4 COMPARACIÓN CON PRODUCTO SIMILAR

Dado que este producto es una bicicleta que ya no se fabrica y que realmente no existe a día de hoy una competencia directa real, ya que casi se trata de un objeto de coleccionismo. La comparación se va a llevar a cabo mediante una técnica llamada “diseño axiomático de productos industriales” .

El concepto de Diseño Axiomático fue avanzado por el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) a mitad de los años 70. Se buscaba con éste método la mejora de la calidad de los productos, reducción del tiempo requerido para introducir nuevos productos en el mercado y la reducción del valor de compra de un producto. Ha sido propuesto con el propósito de servir como modelo sistemático para la formación y práctica en ingeniería, las hipótesis en las que se basa es que existen unos principios fundamentales que gobiernan las buenas prácticas del diseño. Simplemente se le aplicara el axioma de mínima información para simplificar el trabajo, ya que la bicicleta en cuestión se va a comparar con un modelo actual.

#### **AXIOMA DE MÍNIMA INFORMACIÓN:**

Se ha decidido utilizar éste axioma porque dado que se habla de una bicicleta que ya no se fabrica y es muy complicado conseguir una físicamente, así como información sobre ella. Dé ésta manera se intenta, de una forma muy básica y simple, aplicar el axioma de información para la medida de la complejidad para un producto en general de forma aproximada, mediante la aplicación de una fórmula detallada más adelante. Con la cual se hace una estimación de la complejidad a partir de la cantidad y tipos de piezas del producto.

Con este axioma se pretende minimizar el contenido de información del diseño debido a la falta de información a cerca de ésta bicicleta tan antigua. Para ello se va a comparar con un producto de sus mismas características funcionales, y por lo tanto con los mismos requerimientos funcionales a satisfacer, de la competencia, para así conocer qué diseño es mejor según el axioma de información.

El producto con el que se va a comparar es el siguiente:

**BICICLETA BH BOSTON DEL AÑO 2010**



Figura 3.1 Sistema de freno en la bicicleta.

Para simplificar los cálculos se desarrollarán la medida de la complejidad de cada producto en general de forma aproximada, utilizándose la siguiente expresión

C: Complejidad

$N_p$ : Número de piezas

$N_c$ : Número de clases de piezas

$N_i$ : Número de interface entre las piezas

$$C = \sqrt[3]{N_p \cdot N_c \cdot N_i}$$

	$N_p$	$N_c$	$N_i$
<b>BICICLETA HÉRCULES 1930</b>	Tubo de dirección	1	Racores-Tubo dirección (2)
	Tubo superior	1	Racores-Tubo superior (2)
	Tubo inferior	1	Racores-Tubo inferior
	Tubo asiento	1	Racores-Tubo asiento (2)
	Caja pedalier	1	Racores-Tirantes
	Rigidizador	2	Caja pedalier-Varillas
	Tirantes	1	Rigidizador-Tirantes
	Vainas	1	Rigidizador-Vainas
	Punteras	1	Potencia-Columna de dirección
	Racores	4	Racores-Tija
	Juego dirección superior	1	
	Manillar	1	Manillar-Puño
	Puño	2	Manillar-Potencia
	Portafarol	1	Portafarol-Juego de dirección
	Potencia	1	Potencia-Juego de dirección
	Perno	1	Potencia-Portafarol
	Arandela	1	
	Asiento	1	Asiento-alambre unión asiento
	Tornillos	6	Alambre unión asiento-Muelles (3)
	Muelles	3	Tija-Asiento

<b>BICICLETA HÉRCULES 1930</b>	$N_p$	$N_o$	$N_i$
	Tija	1	Tija-Tubo asiento
	Alambre unión muelle	1	
	Alambre unión asiento	1	
	Alambre unión	1	
	Tuercas	14	
	Columna de dirección	1	Columna de dirección-Cubierta unión horquilla
	Cubierta Unión-Horquilla	1	Cubierta unión horquilla-Vainas horquilla
	Vainas horquilla	1	
	Cojinete	2	Cámara-Neumático(2)
	Contratuercas Cojinete	1	Válvula-Cámara(2)
	Cono	4	Llanta-Cámara(2)
	Rodamientos	7	Rayo-Llanta (72)
	Golilla	4	Niple-Llanta(73)
	Cubo	2	Eje-Vainas horquillas
	Tuerca hexagonal	11	
	Eje	2	Eje-Punteras
	Cubeta	1	Eje-Vainas
	Neumático	2	
	Cámara	2	
	Llanta	2	
	Rayo	72	
	Niple	73	
	Plato	1	Biela-plato(2)
Piñón	1	Eje motor-Biela (2)	
Contratuercas	1	Cadena-Piñón	
Cubeta	1	Eje central pedal-biela (2)	
Eje motor	1	Plato-Caja pedalier	
Biela	2	Eje central pedal-plato	
Chaveta	2	Eje central pedal-caja pedalier	

	$N_p$	$N_o$	$N_i$	
<b>BICICLETA HÉRCULES 1930</b>	Tornillos pedal	4		
	Eje central pedal	2		
	Tapas laterales	8		
	Barra pisadera	4		
	Cubrepolvo	2		
	Cadena	1		
	Manilla de freno	1	Manilla de freno-Manillar	
	Palanca unión varilla	2	Manilla de freno-Varilla freno	
	Horquilla de freno	2	Horquilla de freno-Varilla freno trasera	
	Varilla freno delantero	4	Horquilla de freno-Varilla freno delantera	
	Abrazadera exterior	2	Varilla freno – Zapata (4)	
	Abrazadera interior	2		
	Zapata	4		
	Guardabarros		2	Guardabarros-rueda(2)



<b>BICICLETA BOSTON 2010</b>	$N_p$	$N_c$	$N_i$
	Tubo de dirección	1	Racores-Tubo dirección(2)
	Tubo superior	1	Racores-Tubo superior(2)
	Tubo inferior	1	Racores-Tubo inferior
	Tubo asiento	1	Racores-tubo asiento(2)
	Caja pedalier	1	Racores-tirantes
	Rigidizador	2	Caja pedalier-vainas
	Tirantes	1	Rigidizador-Tirantes
	Vainas	1	Rigidizador-Vainas
	Punteras	1	Potencia-columna de dirección
	Racores	4	Racores-Tija
	Juego dirección superior	1	
	Manillar	1	Manillar-Puño
	Puño	2	Manillar-Potencia
	Portafarol	1	Portafarol-Juego de dirección
	Potencia	1	Potencia-Juego de dirección
	Perno	1	Potencia-Portafarol
	Arandela	1	
	Asiento	1	Asiento-alambre unión asiento
	Tornillos	10	Alambre unión asiento-muelles (3)
	Muelles	2	Tija-asiento
	Tija	1	Tija-tubo asiento
	Alambre unión muelles	1	
	Alambre unión asiento	1	
Alambre unión	1		
Tuercas	16		
Columna de dirección	1	Columna de dirección-Cubierta unión horquilla	
Cubierta Unión-Horquilla	1	Cubierta unión horquilla-Vainas horquilla	
Vainas horquilla	1		

<b>BICICLETA BOSTON 2010</b>	$N_p$	$N_c$	$N_i$
	Cojinete	2	Cámara-Neumático(2)
	Contratuercas Cojinete	1	Válvula-Cámara(2)
	Cono	4	Llanta-Cámara(2)
	Rodamientos	7	Rayo-Llanta (76)
	Golilla	4	Niple-Llanta(73)
	Cubo	2	Eje-Vainas horquillas
	Tuerca hexagonal	11	
	Eje	2	Eje-Punteras
	Cubeta	1	Eje-Vainas
	Neumático	2	
	Válvula	2	
	Cámara	2	
	Llanta	2	
	Rayo	76	
	Niple	73	
	Plato	3	Biela-plato(2)
	Piñón	5	Eje motor-Biela (2)
	Contratuercas	1	Cadena-Piñón
	Cubeta	1	Eje central pedal-biela (2)
	Eje motor	1	Plato-Caja pedalier
	Biela	2	Eje central pedal-plato
	Chaveta	2	Eje central pedal-caja pedalier
	Tornillos pedal	4	
Eje central pedal	2	Desviador – Cadena (2)	
Tapas laterales	8	Desviador – piñón (5)	
Barra pisadera	4	Desviador – plato (3)	
Cubrepolvo	2		
Cadena	1		
Desviador	2		
Resorte	1		
Guiador	1		

BICICLETA BOSTON 2010	$N_p$	$N_c$	$N_i$
	Manilla de freno	2	Manilla de freno-Manillar
	Palanca unión varilla	2	Manilla de freno-Cable (2)
	Horquilla de freno	2	Horquilla de freno-Varilla freno trasera
	Cable	2	Horquilla de freno-Varilla freno delantera
	Abrazadera exterior	2	Cable – zapata (2)
	Abrazadera interior	2	
	Zapata	4	
Guardabarros	2	Guardabarros-rueda(2)	

En la siguiente tabla se exponen los resultados obtenidos del axioma de mínima información y el estudio de la complejidad:

	$N_p$	$N_o$	$N_i$	$C$
Bicicleta Hércules 1930	64	286	200	154,12
Bicicleta bh Boston 2010	68	311	213	165,15

Se puede observar que en el diseño de la bicicleta Hércules la complejidad es menor al diseño de la bicicleta bh Boston, se deduce que esto se debe a la incorporación de un sistema de cambio de marchas a esta última, aumentando así los tipos de piezas, el número de estas y el número de interface entre ellas, de ahí que aumente su complejidad.



## 5. ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS

	Pag.
5.1 INTRODUCCIÓN.....	2
5.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.....	3
5.3 FALLOS	
5.3.1 - Árbol de Fallos.....	14
5.4 MECANISMOS DE FALLO	
5.4.1 - Diagrama de Ishikawa.....	24
5.4.2 - Diagrama de Pareto.....	37
5.5 DESARROLLO DEL AMFE.....	43

## 5. ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS

### 5.1 INTRODUCCIÓN

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos es un método dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

Podemos diferenciar dos tipos de AMFE:

- AMFE de Diseño; Para el diseño de nuevos productos.
- AMFE de Proceso; Para el diseño del proceso de fabricación.

Es una herramienta que sirve de gran utilidad para poder asegurar que han sido tenidos en cuenta y analizados todos los fallos potenciales concebibles en un producto. Es decir, mediante el AMFE vamos a poder identificar todos los posibles fallos del producto, y así poder determinar las acciones correctoras necesarias para prevenir ese fallo o detectarlo en el caso que se produjera, evitando de esta manera que lleguen productos defectuosos al cliente.

El AMFE parte del desarrollo funcional. Se entiende como fallo la no-función. Se identificarán los fallos mediante las herramientas de análisis de funciones (FAST, UML, etc.), ya que se trata de la no-función. El modo de fallo está relacionado con los componentes. Por cada fallo puede existir uno o varios modos de fallo. La relación entre los fallos y los componentes se analizará usando la técnica QFD.

También se realizará un Brainstorming de los modos de fallo en relación a la pérdida de las características de los componentes que hacen que se dé el fallo.

Luego se usará el árbol de fallo para ver el conjunto mínimo que implica el modo de fallo.

Y por último se usará el diagrama de Ishikawa y de Pareto para analizar los mecanismos de fallo.

## 5.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se explicará el proceso seguido en el desarrollo de éste análisis. Se han aplicado una serie de técnicas de análisis para tratar de hacer el estudio lo más fiable posible y facilitar su desarrollo.

Primero, se ha aplicado la técnica de FAST. Este método ha sido utilizado en ingeniería de valor para analizar los costos. Pero, el método también puede ser útil en el diseño de ingeniería. Se propone que FAST es una táctica de diseño de gran alcance que puede incorporarse en cualquier estrategia de diseño sistemático. Se trata de un método riguroso para la comprensión de sistemas complejos, la conversión de las “actividades” realizadas en un sistema a las “funciones” que realiza el sistema para a sus usuario. Organizar sistemáticamente y representar las relaciones funcionales de un sistema técnico.

Segundo, se aplicará la técnica de árbol de fallo, es una representación gráfica de los principales fallos críticos asociados a un producto, las causas de los fallos, y las contra medidas potenciales. La herramienta ayuda a identificar áreas de preocupación para el diseño de nuevos productos o mejora de productos existentes. También ayuda a identificar las acciones correctivas para corregir o mitigar los problemas.

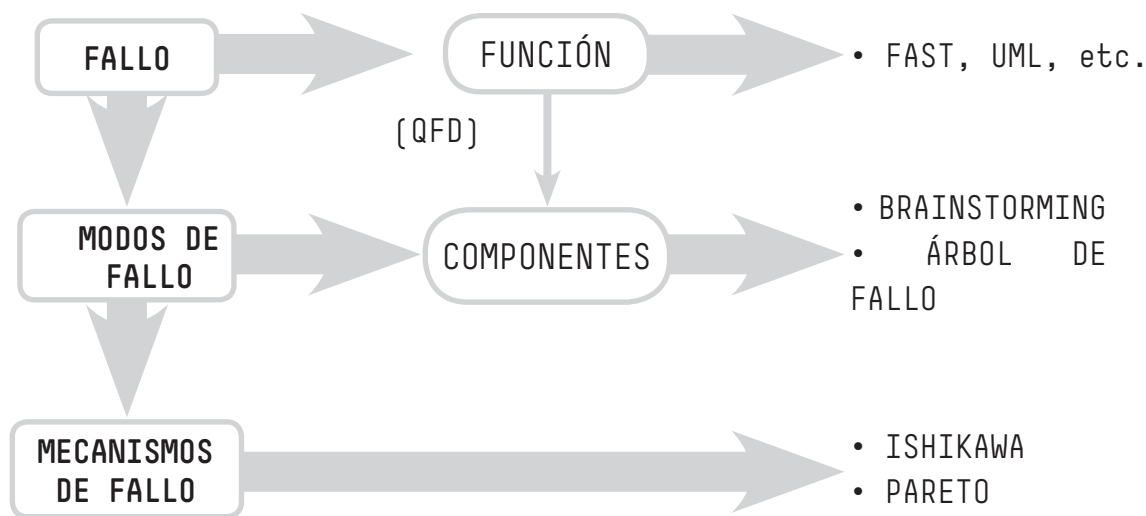
Tercero, se aplicará el diagrama de Ishikawa, (también llamados diagramas de espina de pescado o diagramas de espina de pescado, diagramas de causa-efecto, o Fishikawa) son diagramas causales que muestran las causas de un determinado evento. Es común su uso en el diseño del producto y la prevención de defectos de calidad, para identificar los posibles factores que causan un efecto global. Cada causa o razón de la imperfección es una fuente de variación. Las causas pueden ser agrupados en categorías más importantes para identificar las fuentes de variación.

A continuación se aplicará el diagrama de Pareto, es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto. Clasifica dichos elementos o factores en dos categorías claramente diferenciadas, lo que facilita la comprensión en la lectura de los datos.

Finalmente después de este proceso que se ha explicado anteriormente se procede a la realización del AMFE.

En las siguientes páginas se explicará la metodología que se ha seguido para realizar el AMFE, una vez que se han llevado a cabo los anteriores pasos para reducir al máximo posible los mecanismos de fallo. Una vez obtenido esta información se continuará con la realización del tradicional AMFE.

A continuación se adjunta un esquema para facilitar la comprensión de lo expuesto en la página anterior;



### 5.2.1 METODOLOGÍA DEL AMFE

Se van a indicar a continuación una breve explicación de los pasos seguidos para la aplicación del método AMFE.

#### 1 - Nombre del producto y componente.

La primera columna de la tabla del AMFE será ocupada por el nombre del producto y los componentes objeto del estudio.

#### 2 - Función.

La segunda columna se indican las funciones que realiza cada uno de los componentes, así como las interconexiones entre los componentes, si las hay.

#### 3 - Modo de fallo.

En este apartado se comprueba los posibles fallos que pueden afectar al buen funcionamiento que se espera de la pieza. Fallos pueden ser defectos en cuanto a funcionamiento, por mal diseño o por algún defecto de montaje, el cual no podría ser detectado por el usuario hasta su uso. Un modo de fallo puede deberse a una causa concreta o a varias, que pueden o no ser dependientes entre ellas.



#### 4 - Efectos del fallo.

El siguiente apartado especifica los efectos que los fallos del apartado anterior causarían en el funcionamiento del producto, en caso de fallo. Cuando se analiza un componente se deberá tener en cuenta la repercusión de los fallos en el funcionamiento global del producto.

Entre los efectos típicos de fallo en un AMFE de diseño tendríamos los siguientes: acabado, ruido, inoperabilidad, inestabilidad, etc...

#### 5 - Gravedad del fallo.

Este apartado cuantifica el valor de los efectos del fallo, para el usuario, de las consecuencias del fallo.

Para aplicar cada valor se usa una tabla de clasificación de la severidad de cada efecto de fallo, para asignar a G un valor medible objetivamente. La tabla se incluye a continuación;

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALOR DE G
Imperceptible	Al usuario le costaría darse cuenta del problema	1
Escasamente perceptible	El usuario se daría cuenta, pero no le daría importancia.	2 - 3
Baja percepción	El usuario se daría cuenta del problema, pero no le daría demasiada importancia.	4 - 5
Perceptible	El usuario percibiría el problema y le produciría disgusto e insatisfacción.	6 - 7
Percepción elevada	El usuario percibiría el problema como crítico, originando un alto grado de insatisfacción.	8 - 9
Percepción muy elevada	El usuario percibe el fallo como un problema de seguridad o no cumplimiento de los reglamentos en vigor.	10

Este índice de Severidad solo es posible mejorarlo mediante acciones de diseño, y no se ve afectado por los controles actuales.

#### 6 - Características críticas.

Cuando el índice de gravedad sea igual o superior a 9, la frecuencia y detección sean superiores a 1, se considera el fallo y las características como críticas. Serán marcadas con un asterisco en la tabla del AMFE y deberán considerarse actuaciones sobre ellas.

### 7 - Causa del fallo.

En esta columna se especifican todas las posibles causas aplicables al modo de fallo. Entre las causas más típicas de fallo se encuentran las siguientes; uso de material erróneo, sobrecarga, mal uso, etc.

### 8 - Probabilidad de ocurrencia

Se define como la probabilidad que una causa específica se produzca y de lugar al modo de fallo. Este valor es más bien subjetivo o intuitivo más que una magnitud medible, así, en esta columna se usará un valor de probabilidad de ocurrencia de la causa específica.

Para repercutir en este ámbito se deberán tomar las siguientes medidas; una, incrementar los sistemas de control/prevención para detectar la causa de fallo. Y otra, cambiar el diseño del producto y así solucionar o reducir la probabilidad de que la causa de fallo se vuelva a reproducir.

Para calcular este valor disponemos de la siguiente tabla:

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALOR DE 0
Muy escasa probabilidad de ocurrencia	Defecto inexistente en el pasado	1
Escasa probabilidad de ocurrencia	Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares	2-3
Moderada probabilidad de ocurrencia	Defecto aparecido ocasionalmente	4-5
Frecuente probabilidad de ocurrencia	En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia	6-7
Elevada probabilidad de ocurrencia	El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado	8-9
Muy elevada probabilidad de ocurrencia	Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	10

**9 - Controles actuales.**

En esta columna se indican los controles que se llevan a cabo en la actualidad para prevenir las causas de fallo y detectar los efectos resultantes.

**10 - Probabilidad de no detección.**

Este índice esta relacionado con los controles de detección que se hacen en la actualidad y su causa, esta directamente relacionado con los controles que se hacen a los productos. Indica la probabilidad de que el modo de fallo o causa lleguen al conocimiento del usuario.

Para dar valor a ésta columna se usa una tabla que se adjunta a continuación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALOR DE D
Muy escasa	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Escasa	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado	2-3
Moderada	El defecto es una característica de bastante fácil detección	4-5
Frecuente	Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente	6-7
Elevada	El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control y ensayo	8-9
Muy elevada	El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente, por ser muy difícil de detectar	10

**11 - Número de Prioridad de Riesgo (NPR).**

NPR o número de prioridad de riesgo es el producto de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad y la probabilidad de no detección. Se debe calcular para todas las causas de fallo.

Antes de comenzar el AMFE tendremos que definir un valor de NPR que consideraremos límite, y a partir del cual estableceremos cuando vamos a aplicar una acción correctora.

## 12 - Acción correctora.

Esta columna se completará con una breve descripción de la acción correctora recomendada para cada fallo. En caso de que se recomienden más de una acción es conveniente que se siga un orden de preferencia, el cual se detallan a continuación:

1º- Posibles cambios en el diseño del producto.

2º- Posibles cambios del proceso de fabricación.

3º- posibles cambios en control o inspección.

## 13 - Responsables.

En esta columna se indican los agentes responsables de llevar a cabo las acciones determinadas en el apartado anterior, como otros detalles que puedan ser de interés.

## 14 - Acciones implantadas.

Esta columna se completa con las acciones que se llevan a cabo realmente, no las aconsejadas. Ya que en algunas ocasiones no tienen porqué concordar completamente con las que se recomiendan en las columnas anteriores.

## 15 - Nuevo Número de Prioridad de Riesgo.

Las últimas columnas (15, 16, 17 y 18) corresponden a los nuevos valores conseguidos gracias a las acciones correctoras que se aplican en las columnas anteriores, reduciéndose los valores de la gravedad (G), la probabilidad de ocurrencia (O) y la probabilidad de no detección (D). Con la consiguiente reducción del NPR (número de prioridad de riesgo).

En el caso de que no se alcance un NPR suficientemente reducido se procederá a un nuevo estudio de las acciones tomadas anteriormente, hasta que se consiga una reducción del NPR suficiente

Hallado finalmente un NPR satisfactorio se da por concluido el AMFE del producto objeto de estudio.

## FAST

Esta técnica ha sido utilizada generalmente en ingeniería de valor para analizar costos, pero el método también puede ser utilizado en ingeniería de diseño. El diagrama FAST es una técnica para analizar la estructura funcional de un sistema técnico. Puede servir como una táctica útil con cualquier estrategia sistemática de diseño.

FAST son las iniciales de Técnica sistemática de análisis funcional, fue creada por Charles W. Bytheway en 1965, como una forma para representar y organizar sistemáticamente las relaciones funcionales de un sistema técnico.

El análisis funcional se lleva a cabo en 5 fases:

- Listado de funciones.
- Organización.
- Caracterización.
- Ordenación jerárquica.
- Evaluación.

La bicicleta está formada por una estructura portante llamada cuadro, que es el soporte que sostiene las ruedas, el asiento, los órganos de transmisión y el manillar. Dicha estructura otorga rigidez al conjunto y define la posición relativa de las demás partes. El cuadro, como estructura portante sujeta el asiento para que el usuario se siente y apoye los pies sobre los pedales; estos últimos están sujetos a un plato, vinculado también al cuadro.

El asiento está diseñado ergonómicamente de modo que, al sentarnos, los pies toquen los pedales e impriman la fuerza necesaria para hacer funcionar la bicicleta.

Al impulsar los pedales se ponen en funcionamiento los órganos de transmisión de movimientos. Gira el plato y transmite el movimiento al piñón por medio de la cadena. El piñón está sujeto a la rueda trasera; por lo tanto ésta también gira y, por fricción contra el suelo la rueda delantera se moviliza. Ésta es dirigida por el usuario a través del manillar.

La bicicleta posee dos ruedas dentadas que sirven de sostén a cada rueda de engranaje; el plato es más grande que el piñón.

La bicicleta está destinada a satisfacer la necesidad de traslado de personas de un lugar a otro, constituyendo un medio de transporte que no afecta al medio ambiente.

Para comenzar hay que conseguir un listado de las funciones que cumple el producto. Seguidamente se adjunta una lista con las funciones:

- Transporta
- Hace cómodo el transporte
- Transformar movimiento circular en lineal
- Dirige el movimiento
- Controla la velocidad
- Protege al usuario
- Transporta cargas
- Absorbe vibraciones
- Estabilidad
- Desplazamiento
- Transforma el movimiento
- Transmite el movimiento
- Recibir energía
- Ejercer fuerza
- Mover piernas
- Apoyar pies

Una vez hemos conseguido un listado con las funciones principales y otras secundarias se organizan según importancia. Ya que se debe aclarar las funciones más importantes o principales que irán en el camino crítico del diagrama y a partir de éstas funciones principales se asociarán con otras secundarias en el FAST.

El diagrama FAST tendrá un camino crítico de funciones, yendo de derecha a izquierda a través de la línea de alcance. Sobre la línea del camino crítico estará únicamente la función básica, las funciones secundarias requeridas y las necesidades externas. La función básica del sistema será la función inmediata a la derecha de la línea de alcance izquierda sobre el camino crítico.

Si alguna función sucede al mismo tiempo o es causada por una función de el camino crítico es colocada abajo del camino crítico, si una función ocurre al mismo tiempo es colocada sobre el camino crítico.

A continuación se encuentra el listado con orden jerárquico en función del tipo de función (de más a menos)

- Transporta
- Desplazamiento
- Transformar movimiento circular en lineal
- Dirige el movimiento
- Controla la velocidad
- Ejercer fuerza
- Estabilidad
- Apoyar pies
- Recibir energía
- Transforma el movimiento
- Transmite el movimiento
- Mover piernas
- Hace cómodo el transporte
- Protege al usuario
- Absorbe vibraciones
- Transporta cargas

FAST

A continuación se identificarán los bloques funcionales usando la técnica FAST.

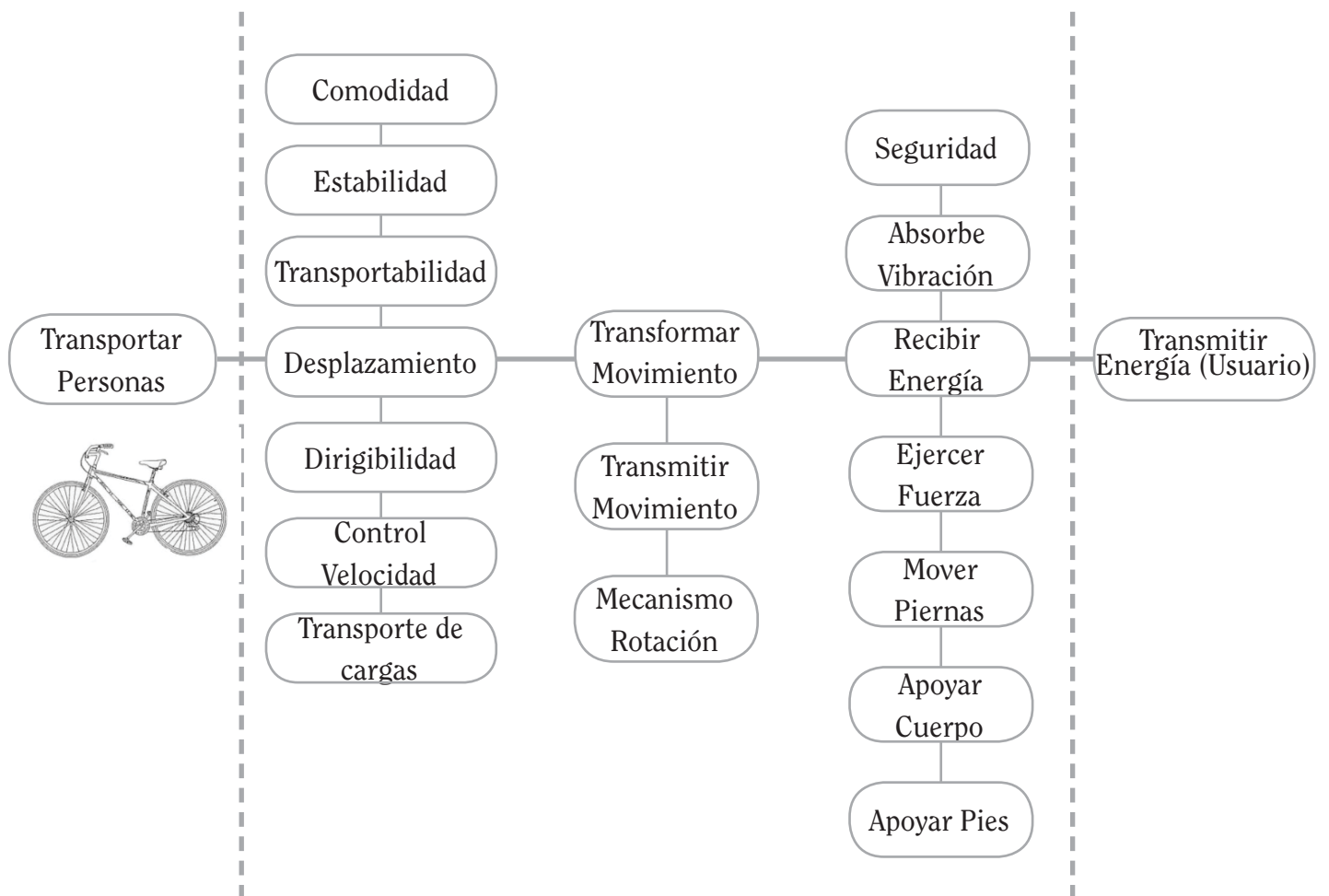
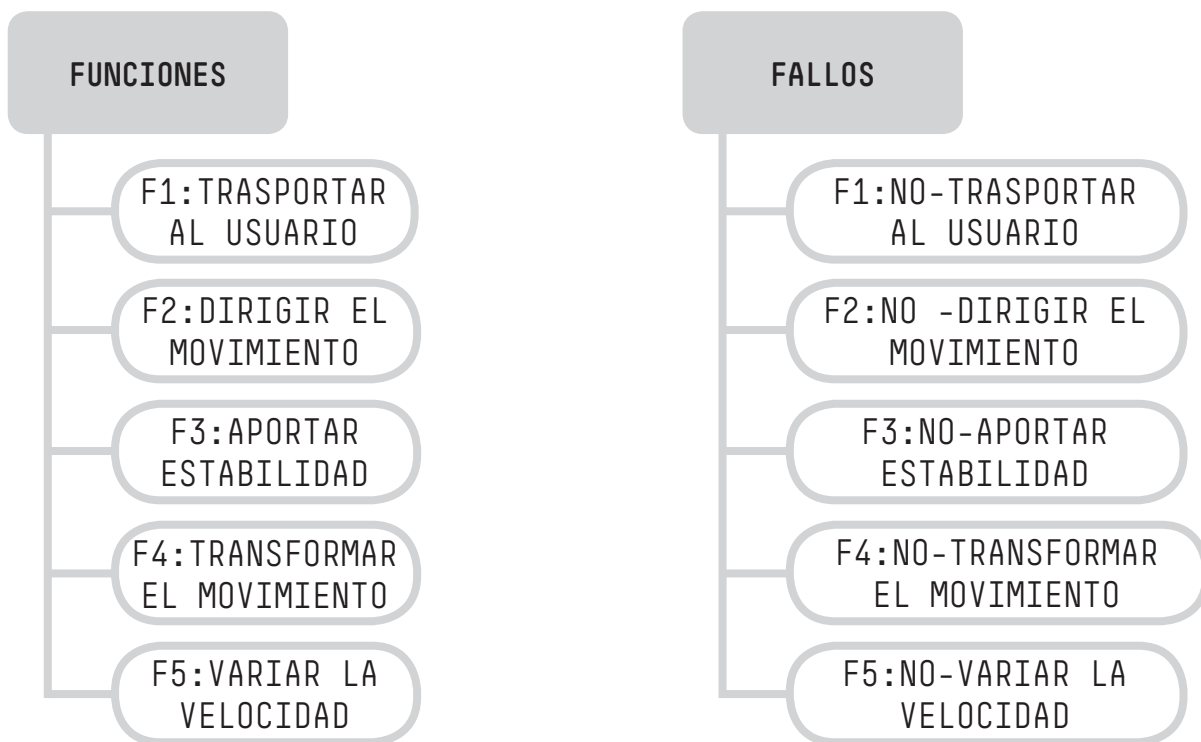


Figura 4.1 Diagrama FAST de la bicicleta.



A continuación se muestran los fallos posibles de la bicicleta. Estos fallos han sido extraídos del análisis funcional FAST realizado anteriormente y del cual se obtuvo como funciones principales:



Seguidamente se ha realizado un brainstorming de los posibles modos de fallo que puede tener la bicicleta, que estarán relacionados con los componentes de la misma.

### 5.3 FALLOS

A continuación se realizará un Brainstorming para hallar los modos de fallo de la bicicleta.

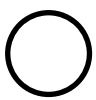
- Rotura del cuadro.
- Rotura del manillar
- Rotura de la rueda.
- Rotura del pedal.
- Pedal atascado.
- Rotura del sillín.
- Rotura de la cadena.
- Cadena suelta.
- Plato y piñón atascados.
- Rotura del manillar de freno.
- Desajuste de las varillas.
- Desgaste de la almohadilla de la zapata.

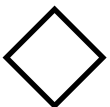
#### 5.3.1 ÁRBOL DE FALLOS


Se trata de un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un “suceso no deseado o evento que se pretende evitar”, sea éste un accidente de gran magnitud o un suceso de menor importancia, para averiguar en ambos casos los orígenes de los mismos.

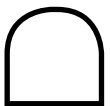
La técnica consiste en una representación gráfica y lógica de formas sencillas que representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a un problema (suceso que puede evitarse), conformando niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior.


El problema se coloca en el nivel más superior. Estos son los iconos y sus respectivos significados que se ha utilizado para la elaboración de los Árboles de fallos aplicado al estudio de la bicicleta.


- 

**SUCESO BÁSICO:** No requiere de posterior desarrollo al considerarse in suceso de fallo básico. Factores de fallos.
  - 

**SUCESO NO DESARROLLADO:** No pueden ser considerados como fallos básicos, pero sus causas no se desarrollan.
  - 

**SUCESO INTERMEDIO:** Resultante de la combinación de sucesos más elementales por medio de puertas lógicas.
  - 

**PUERTA LÓGICA “Y”:** El suceso ocurriría si y solo si ocurren todos los sucesos de entrada.
  - 

**PUERTA LÓGICA “O”:** El suceso ocurrirá si ocurre uno o más sucesos de entrada.
  - 

**SÍMBOLO DE TRANSPARENCIA:** Indica que el árbol sigue en otro lugar. (No aplicado por nosotros)
- SUCESO NO DESEADO** del que parte todo árbol de fallos.

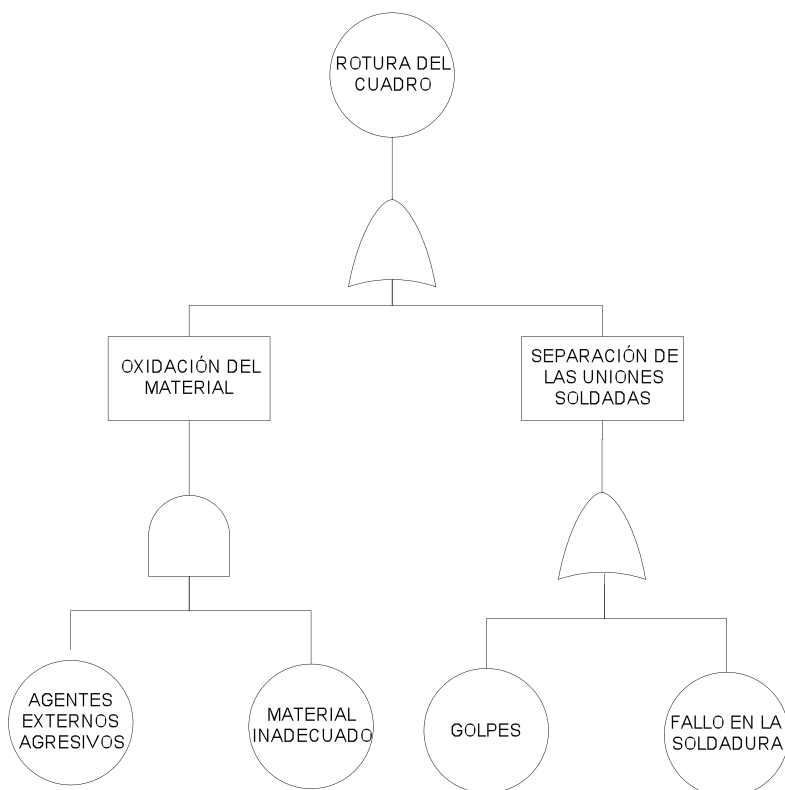


Figura 4.2 Árbol de fallo rotura del cuadro.

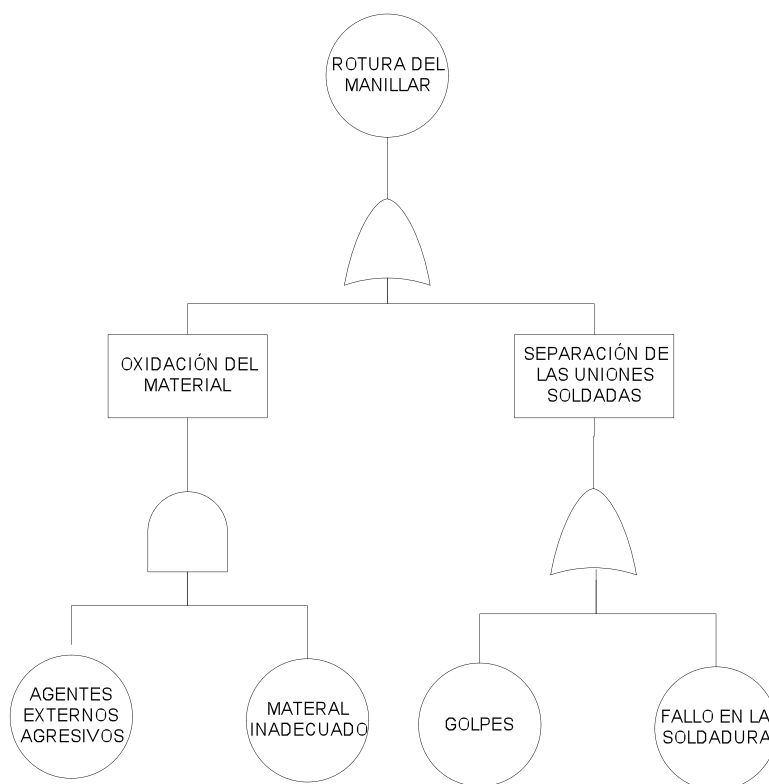


Figura 4.3 Árbol de fallo rotura del manillar.

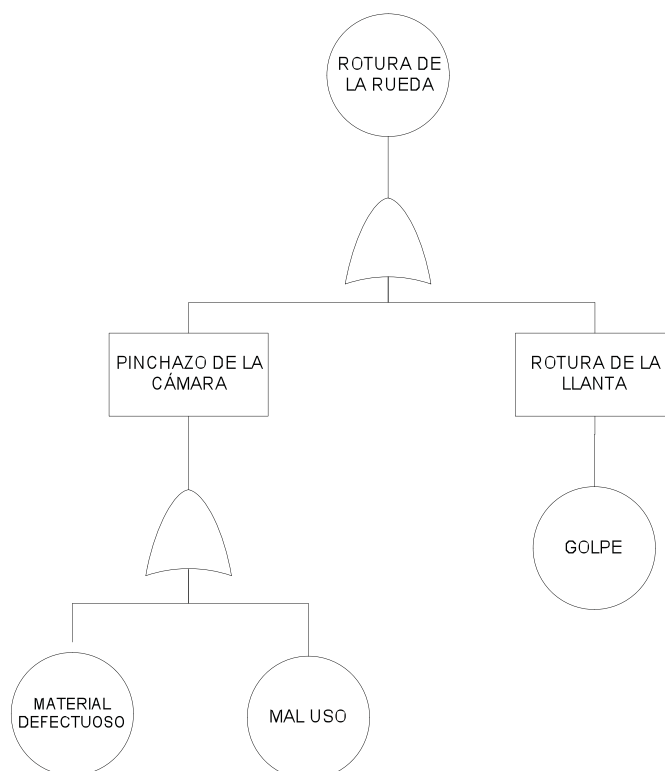


Figura 4.4 Árbol de fallo rotura de la rueda.

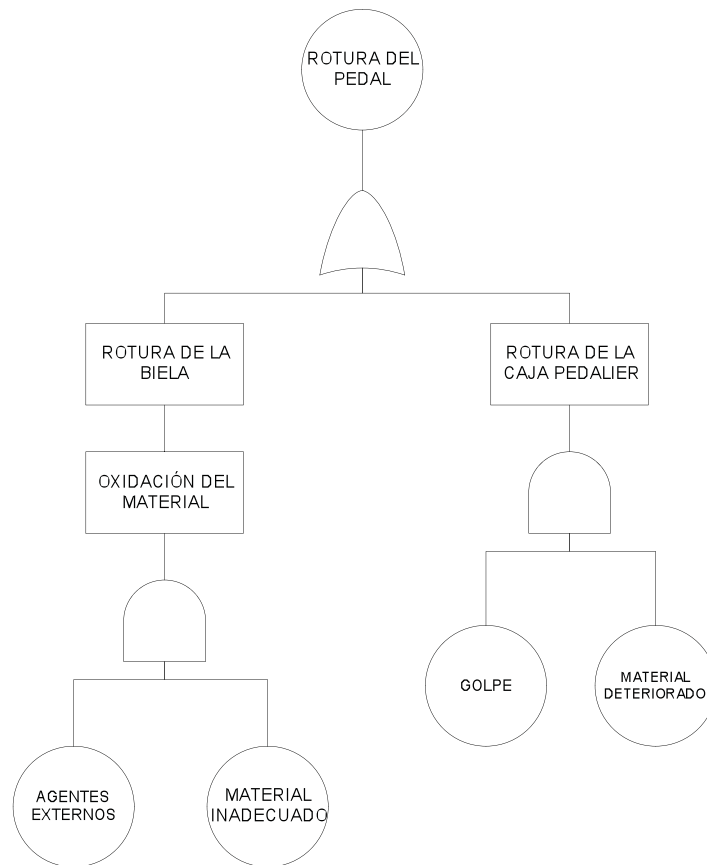


Figura 4.5 Árbol de fallo rotura del pedal.

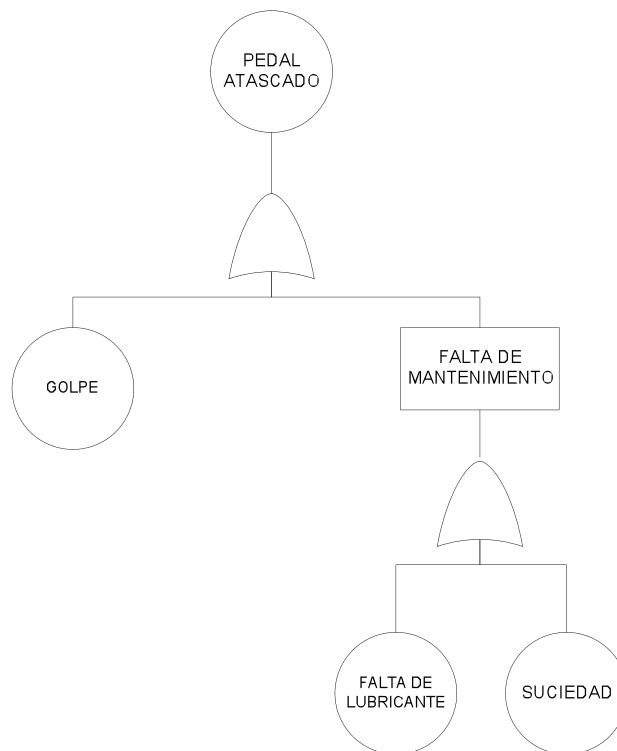


Figura 4.6 Árbol de fallo pedal atascado.

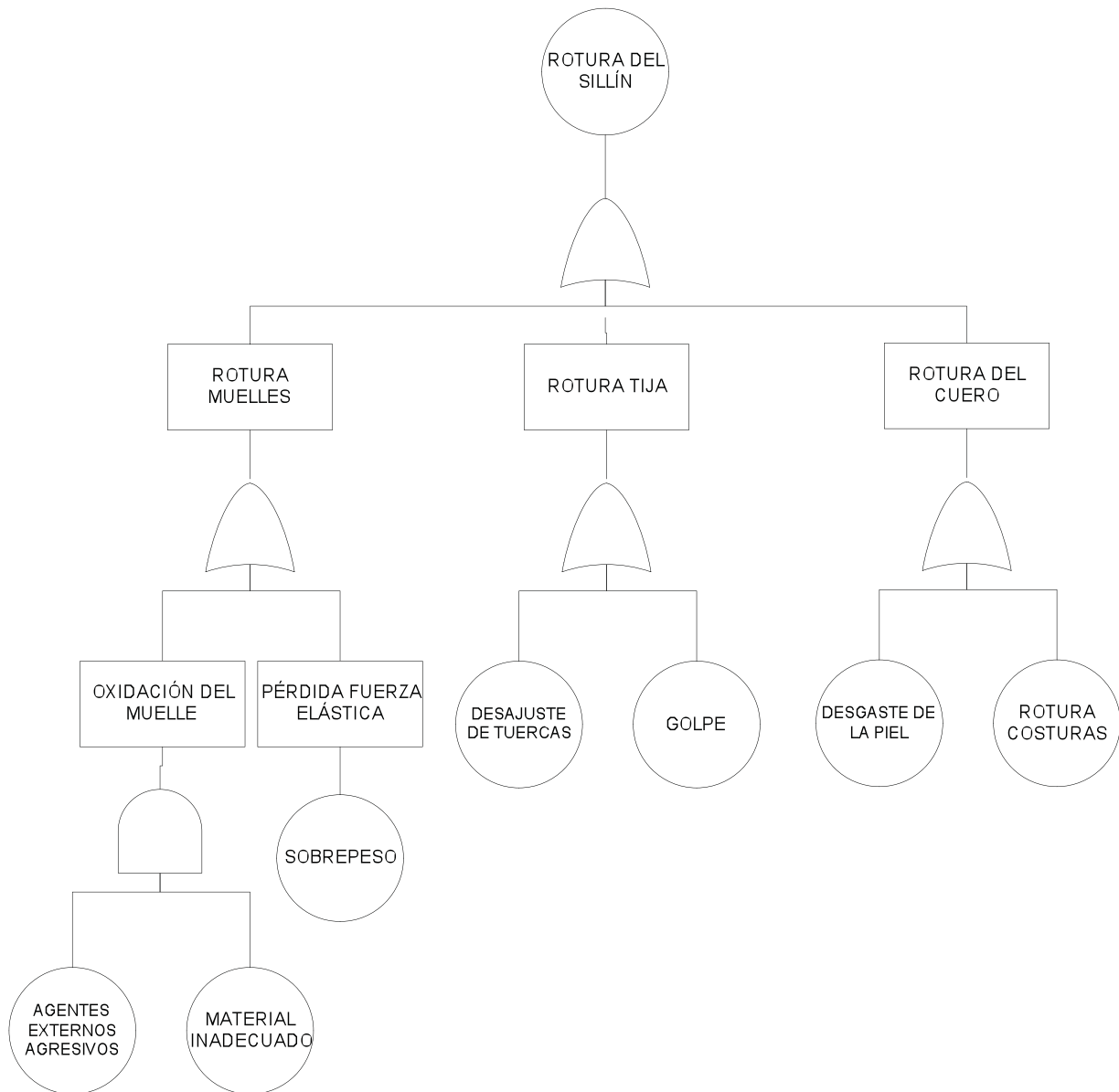


Figura 4.7 Árbol de fallo rotura del sillín.

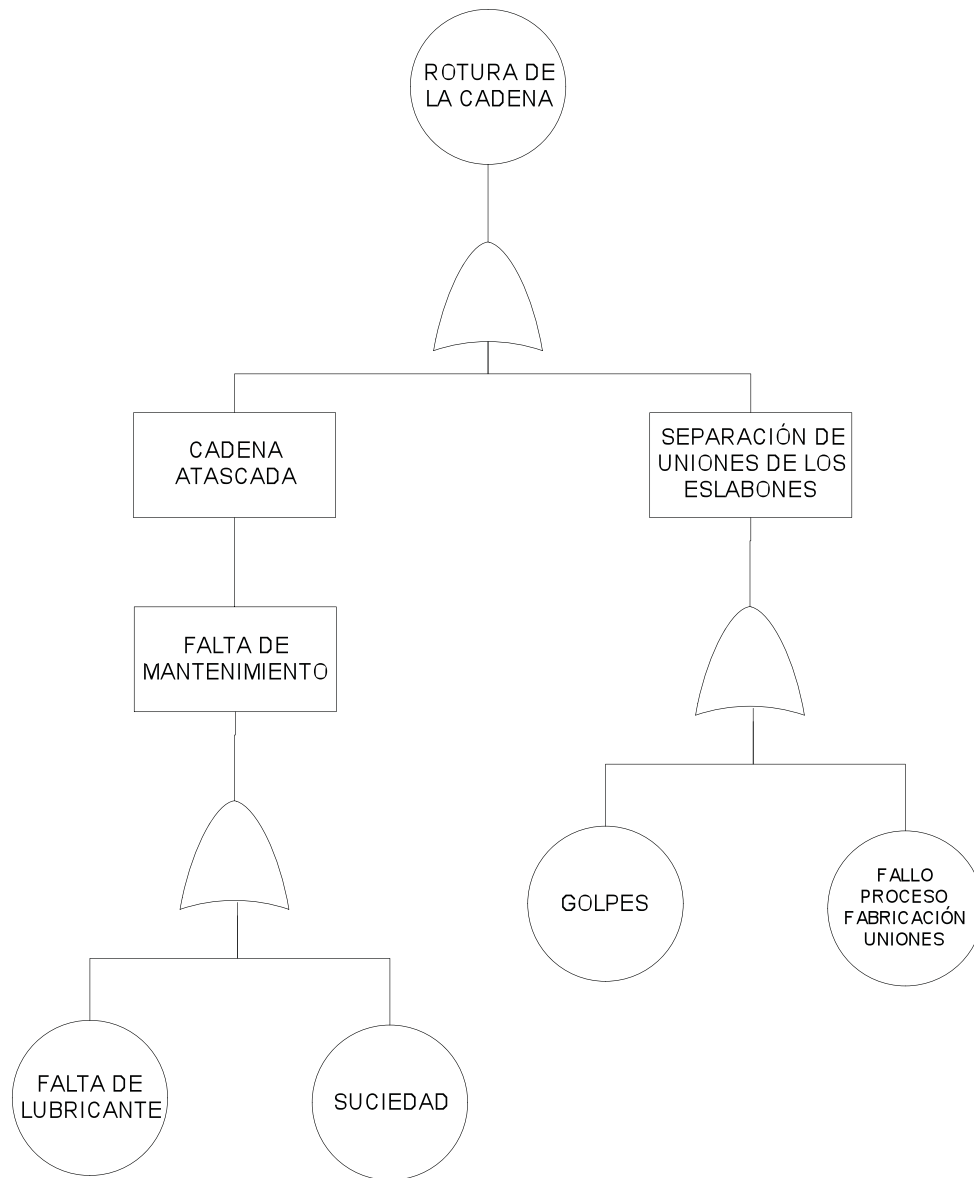


Figura 4.8 Árbol de fallo rotura de la cadena.

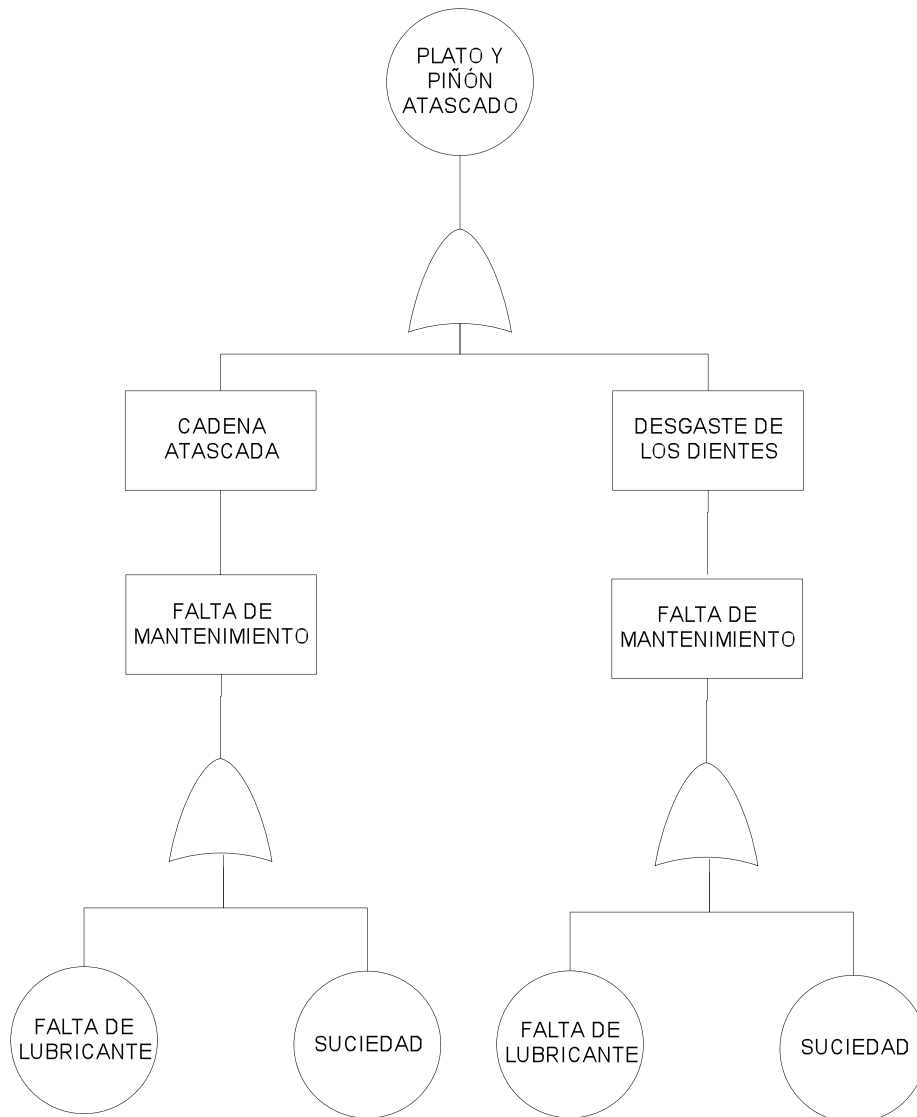


Figura 4.9 Árbol de fallo plato y piñón atascado.



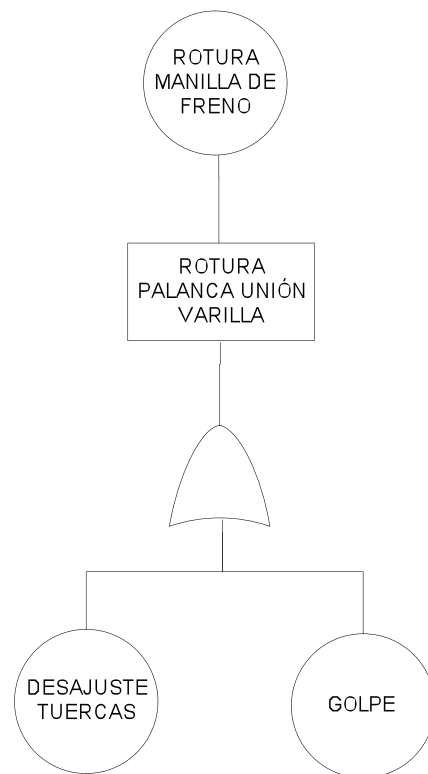


Figura 4.10 Árbol de fallo rotura manilla de freno.

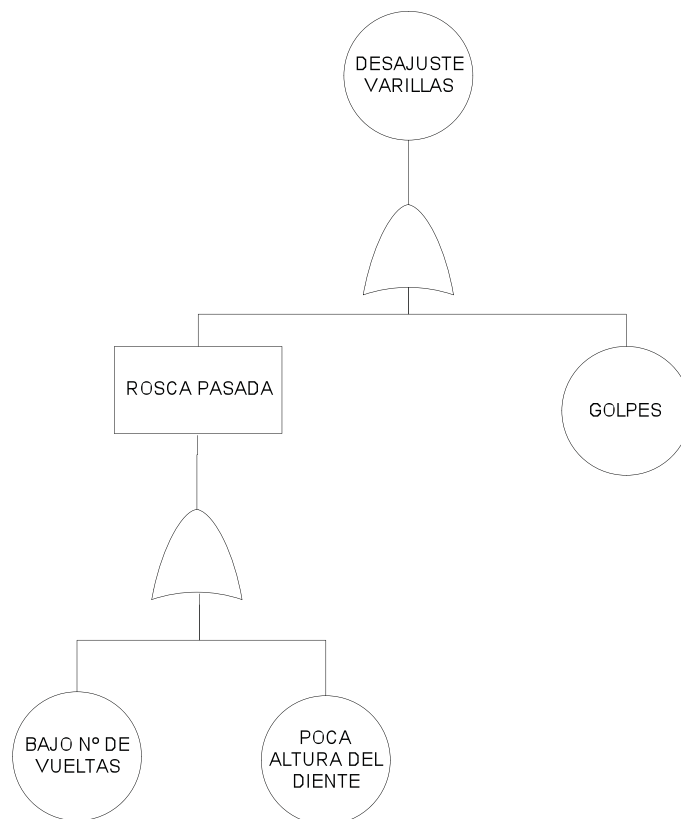


Figura 4.11 Árbol de fallo desajuste varillas.

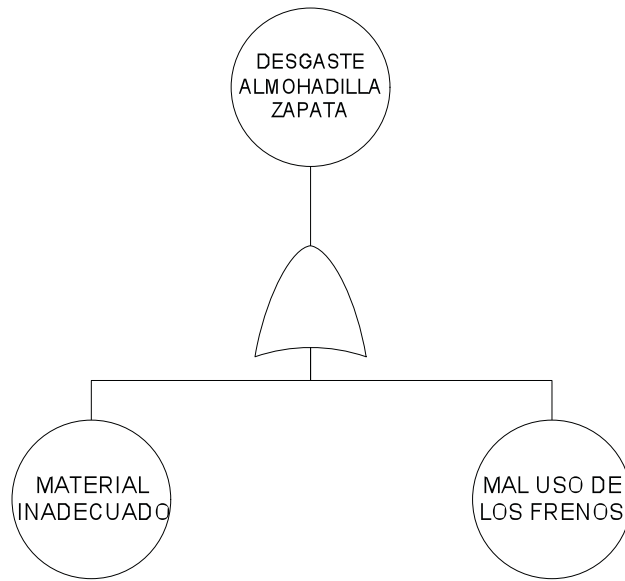


Figura 4.12 Árbol de fallo desgaste almohadilla zapata.

## 5.4 MECANISMOS DE FALLO

A continuación se usará el diagrama de Ishikawa y de Pareto para llevar a cabo el análisis de los mecanismos de fallo relacionados a cada modo de fallo.

El Diagrama de Ishikawa, también llamado Diagrama Causa-Efecto, es una herramienta que sirve para el análisis de problemas y sus posibles soluciones. La técnica consiste en una representación gráfica sencilla en forma de espina de pescado, en la que puede verse de manera racional las causas que provocan un mismo problema en el producto o sistema.

- La primera parte de esta herramienta muestra todos aquellos posibles factores que puedan estar originando alguno de los problemas.
- La segunda parte es la ponderación/valoración de estos factores a fin de centralizarse específicamente sobre los problemas principales.

La puntuación es la siguiente:

		IMPACTO	
		ALTO	BAJO
IMPLEMENTACIÓN	FÁCIL	1	2
	DIFÍCIL	3	4

### 5.4.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

A continuación se muestra un ejemplo del diagrama que se va a usar con las categorías que se han considerado más apropiadas para el estudio de la bicicleta.

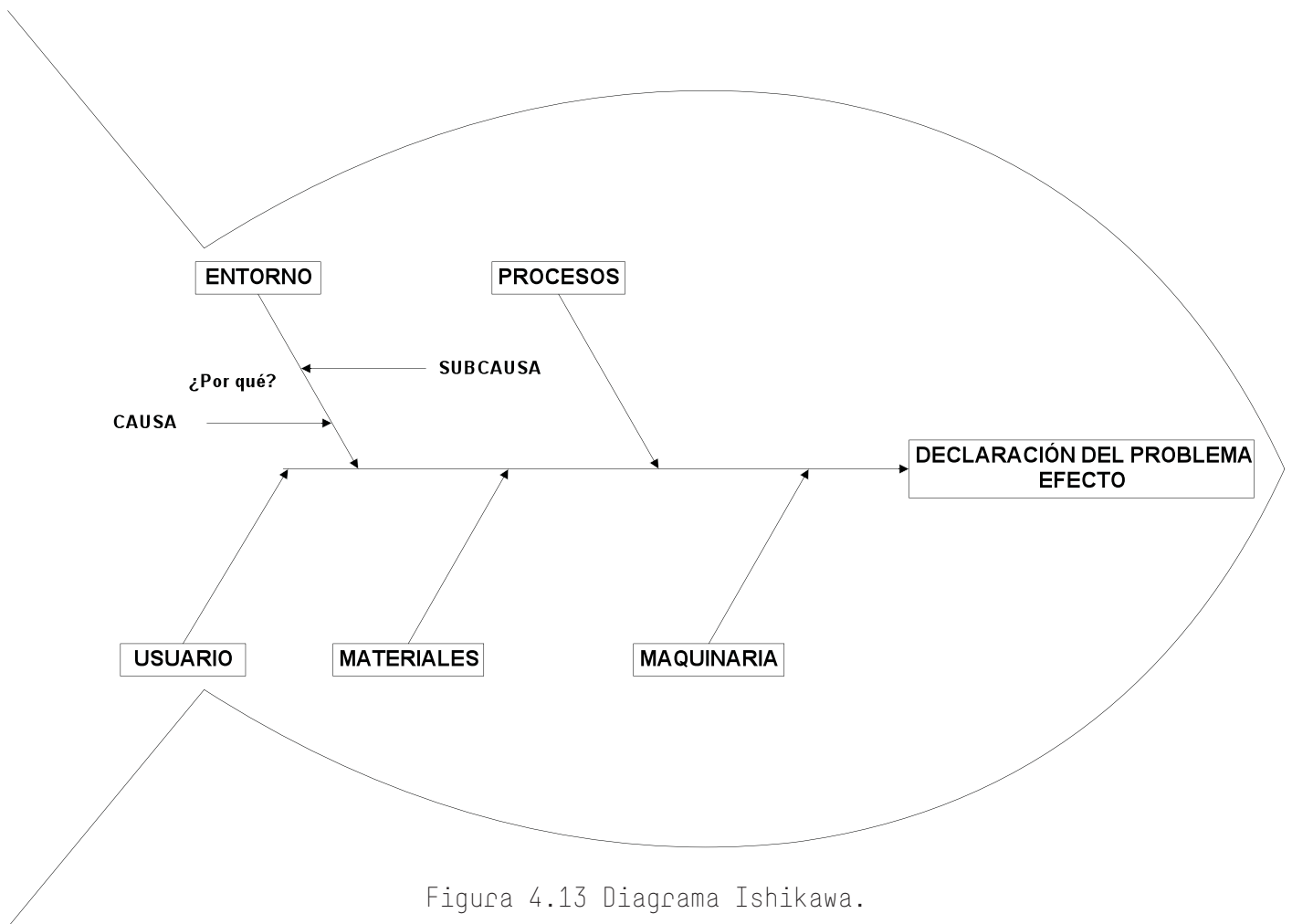


Figura 4.13 Diagrama Ishikawa.

**MODO DE FALLO: ROTURA DEL CUADRO**

Brainstorming de las posibles causas.

- Oxidación del material del cuadro.
- Material oxidable.
- Material inadecuado.
- Poca resistencia del material.
- Presencia medio agresivo como humedad, lluvia, etc.
- Golpes.
- Mal uso.
- Separación uniones soldadas.
- Fallo en la soldadura.

**DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.**

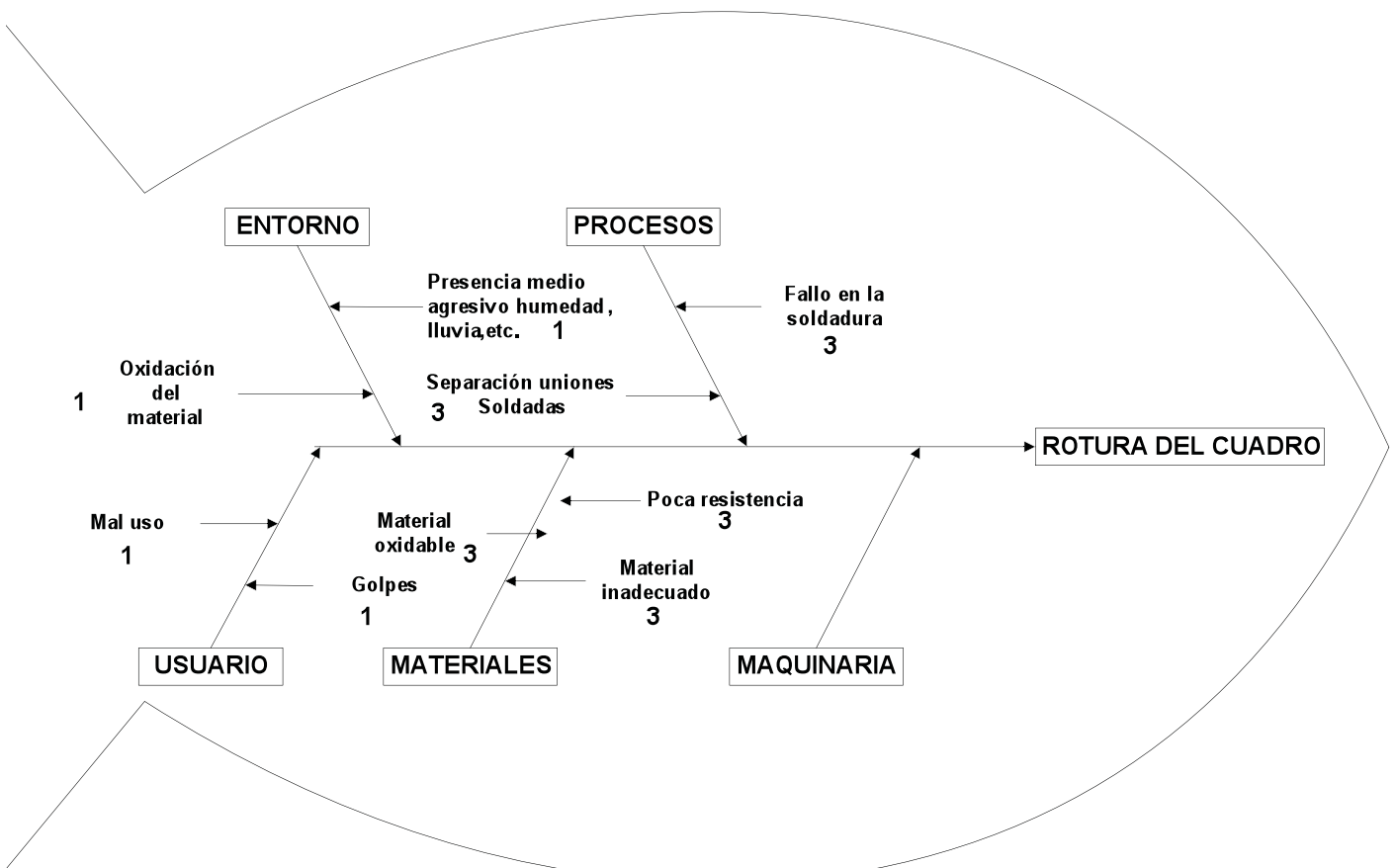


Figura 4.14 Diagrama Ishikawa rotura del cuadro

## MODO DE FALLO: ROTURA DE LA RUEDA

Brainstorming de las posibles causas.

- Pinchazo de la cámara.
- Caucho defectuoso.
- Mal uso.
- Golpes.
- Rotura de la llanta.
- Rotura de los radios.
- Separación de uniones radios-llanta.
- Pérdida de tornillos.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

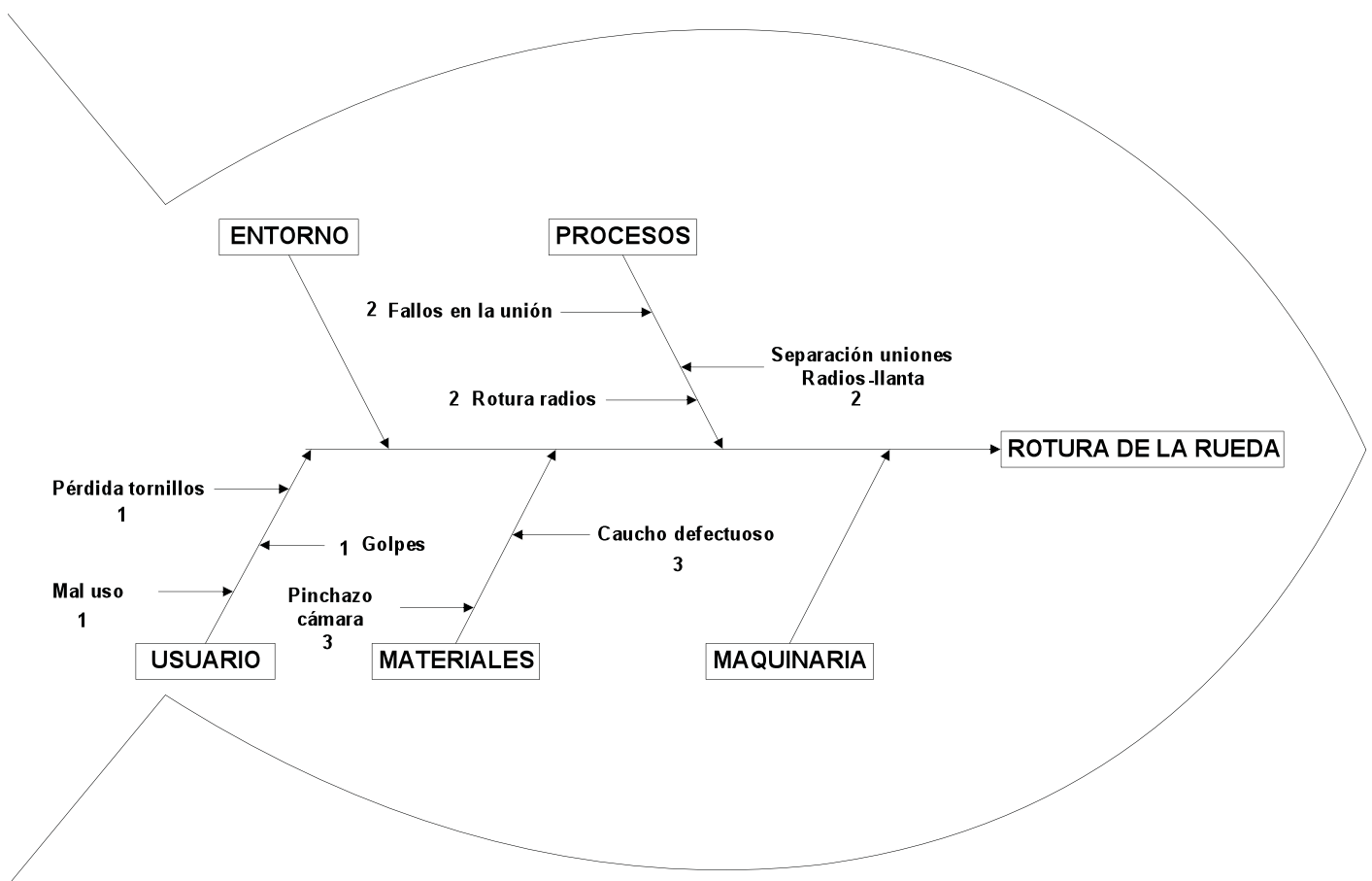


Figura 4.15 Diagrama Ishikawa rotura de la rueda.

**MODO DE FALLO: ROTURA DEL MANILLAR**

Brainstorming de las posibles causas.

- Oxidación del material.
- Material oxidable.
- Material inadecuado.
- Presencia medio agresivo como humedad, lluvia, etc.
- Golpes.
- Mal uso.
- Separación uniones soldadas.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

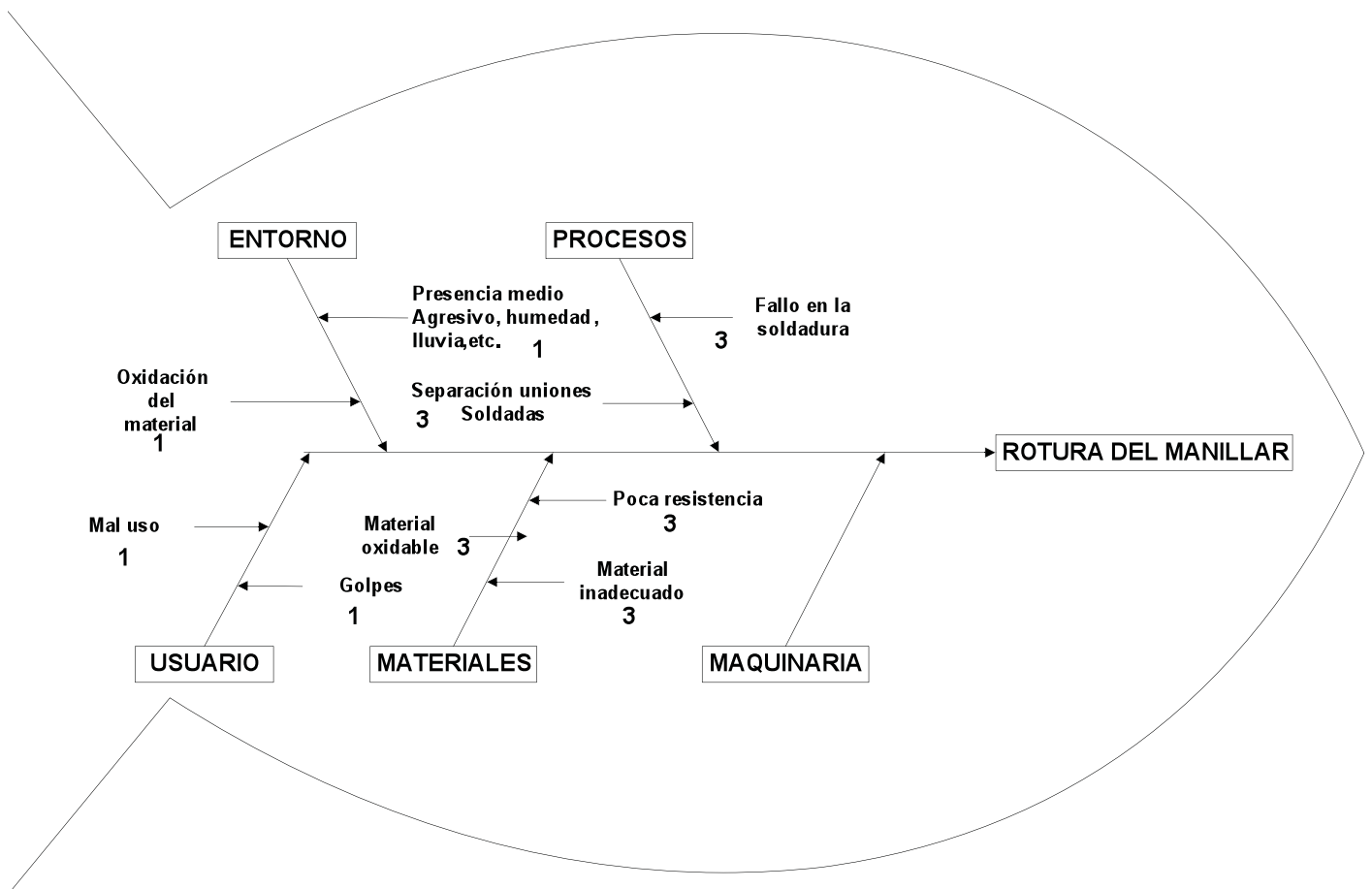


Figura 4.16 Diagrama Ishikawa rotura del manillar.

## MODO DE FALLO: ROTURA DEL PEDAL

Brainstorming de las posibles causas.

- Oxidación del material.
- Presencia medio agresivo como humedad, lluvia, etc.
- Golpes.
- Mal uso.
- Deterioro del material.
- Material inadecuado.
- Poca resistencia del material.
- Separación unión biela-caja pedalier.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

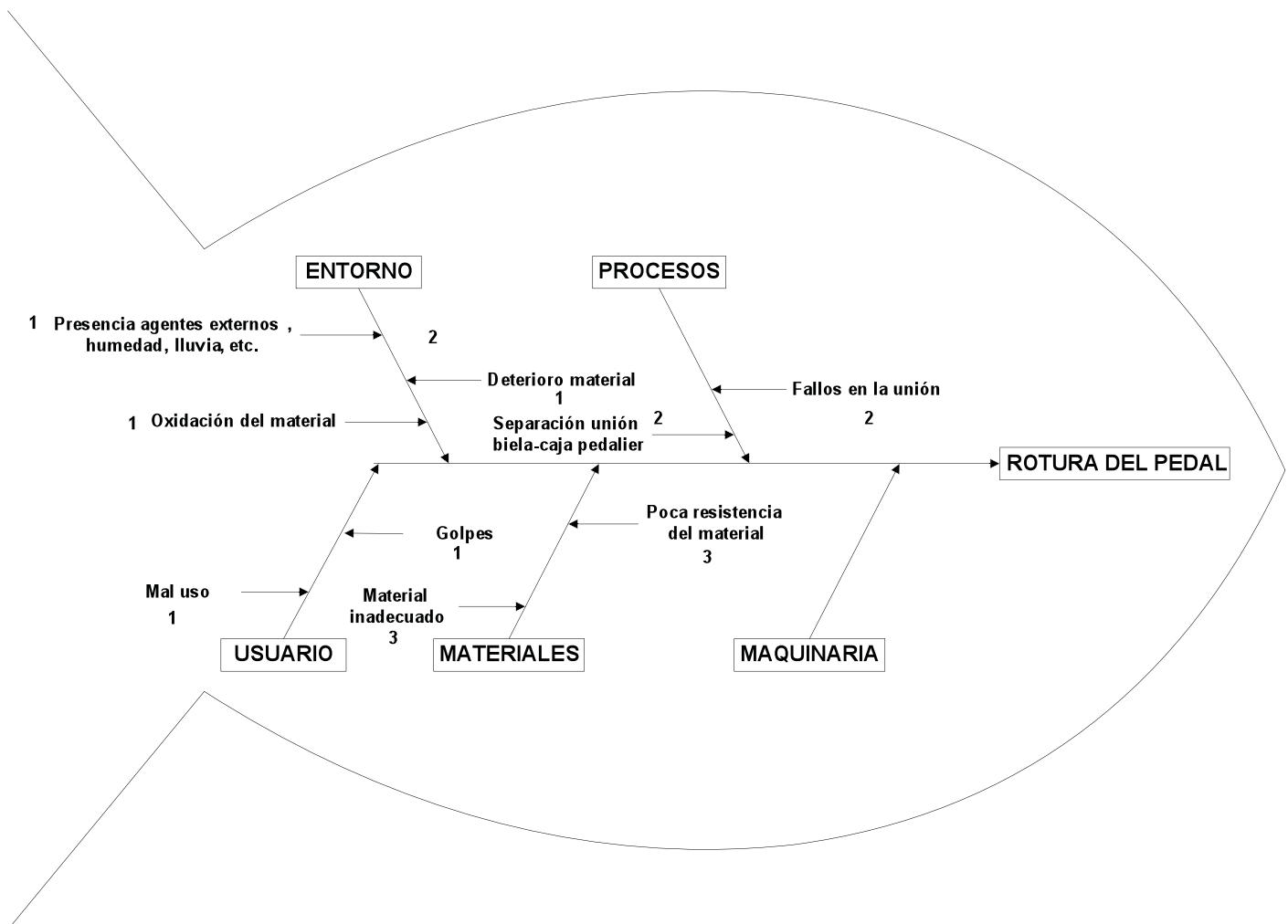


Figura 4.17 Diagrama Ishikawa rotura del pedal.



**MODO DE FALLO: PEDAL ATASCADO**

Brainstorming de las posibles causas.

- Mal uso.
- Golpes.
- Falta de mantenimiento.
- Falta de lubricante.
- Suciedad.
- Rodamientos poco pulidos.
- Fallo en la fabricación de los rodamientos.
- Poca resistencia del material.
- Separación unión biela-caja pedalier.
- Fallo en la unión.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

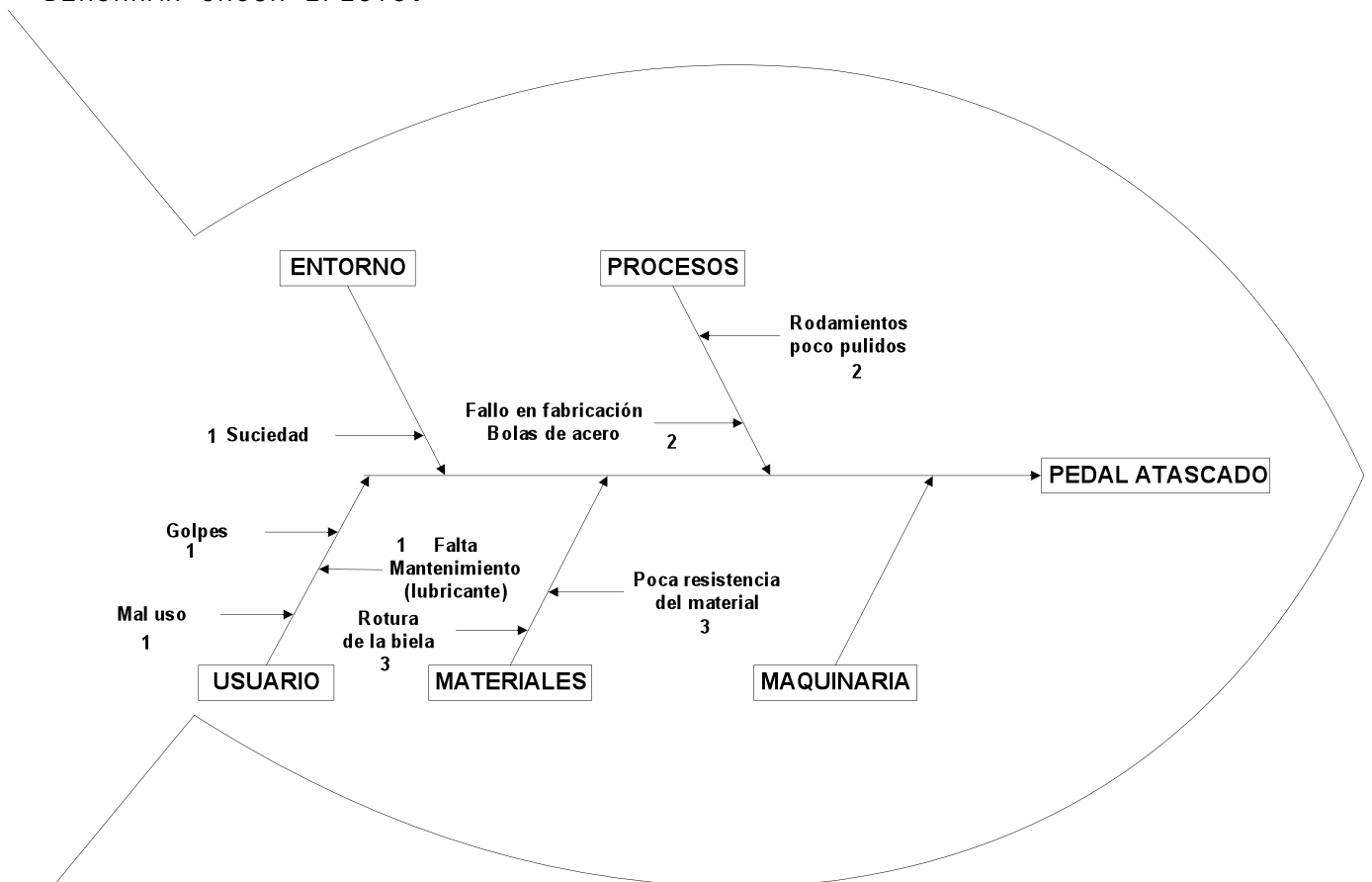


Figura 4.18 Diagrama Ishikawa pedal atascado

## MODO DE FALLO: ROTURA DEL SILLÍN

Brainstorming de las posibles causas.

- Oxidación de los muelles.
- Pérdida fuerza elástica de los muelles.
- Agentes externos agresivos como humedad, lluvia, etc.
- Material inadecuado.
- Material oxidable.
- Desajuste o pérdida de tuercas
- Mal uso.
- Golpes.
- Sobre peso
- Desgaste de la piel.
- Separación uniones cosidas.
- Fallo en las costuras.

### DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

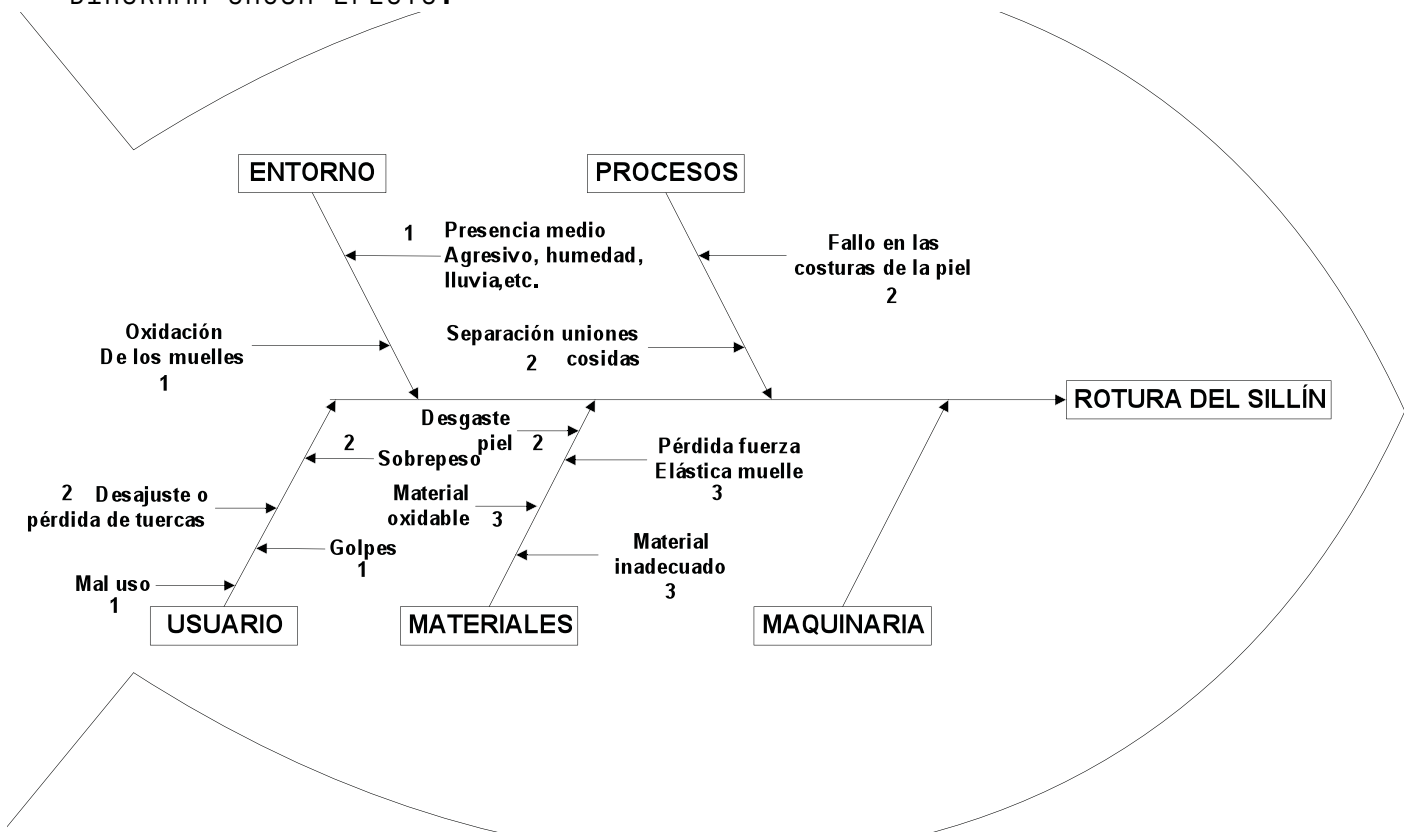


Figura 4.19 Diagrama Ishikawa rotura del sillín.

**MODO DE FALLO: ROTURA DE LA CADENA**

Brainstorming de las posibles causas.

- Cadena atascada.
- Falta de mantenimiento.
- Falta de lubricante.
- Suciedad.
- Separación uniones de los eslabones.
- Golpes.
- Mal uso.
- Fallo fabricación.
- Material inadecuado.
- Material oxidable.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

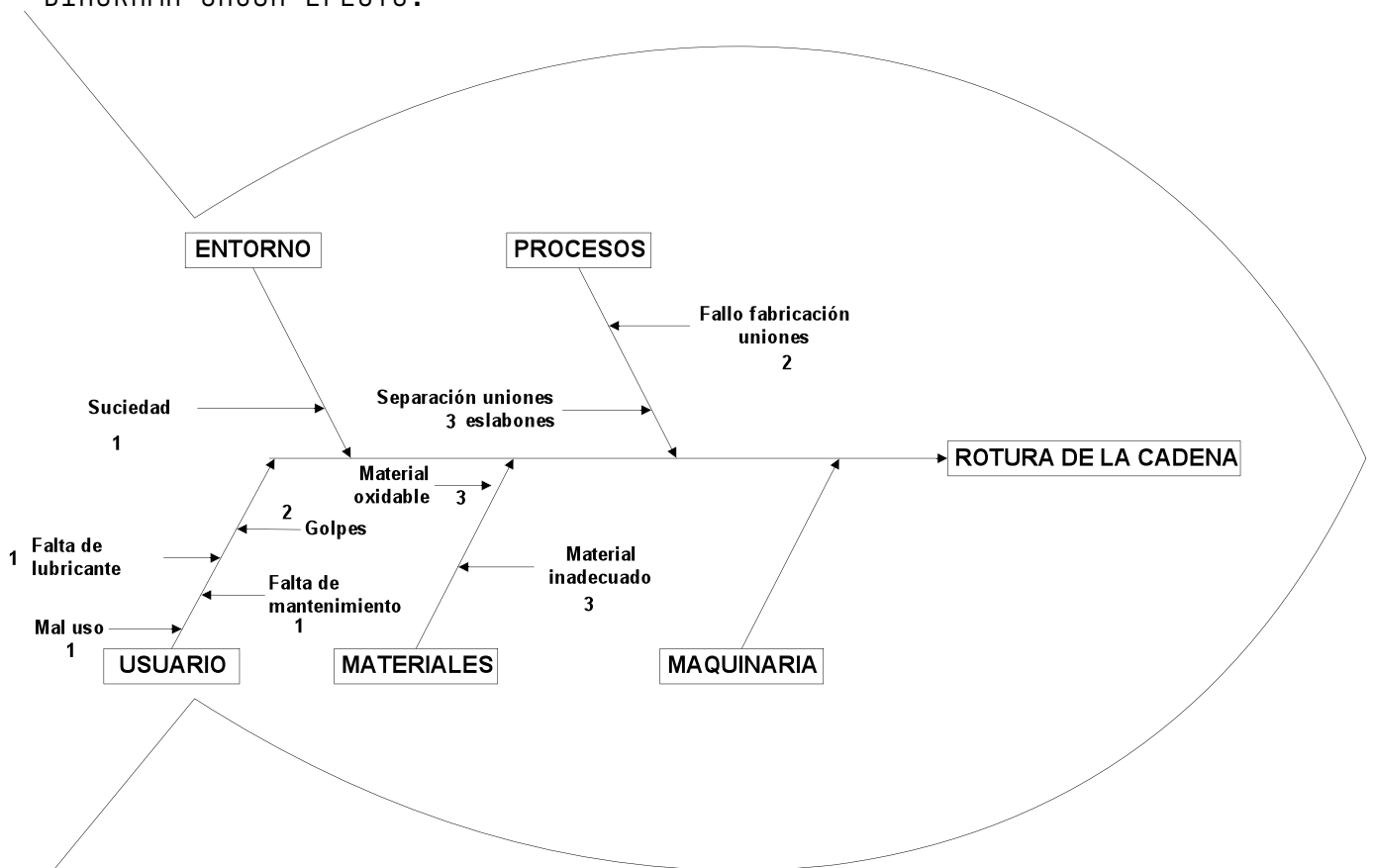


Figura 4.20 Diagrama Ishikawa rotura de la cadena.

## MODO DE FALLO: CADENA SUELTA

Brainstorming de las posibles causas.

- Desgaste de materiales.
- Desgaste de los dientes del plato o piñón.
- Falta de mantenimiento.
- Falta de lubricante.
- Suciedad.
- Mal uso.
- Golpes.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

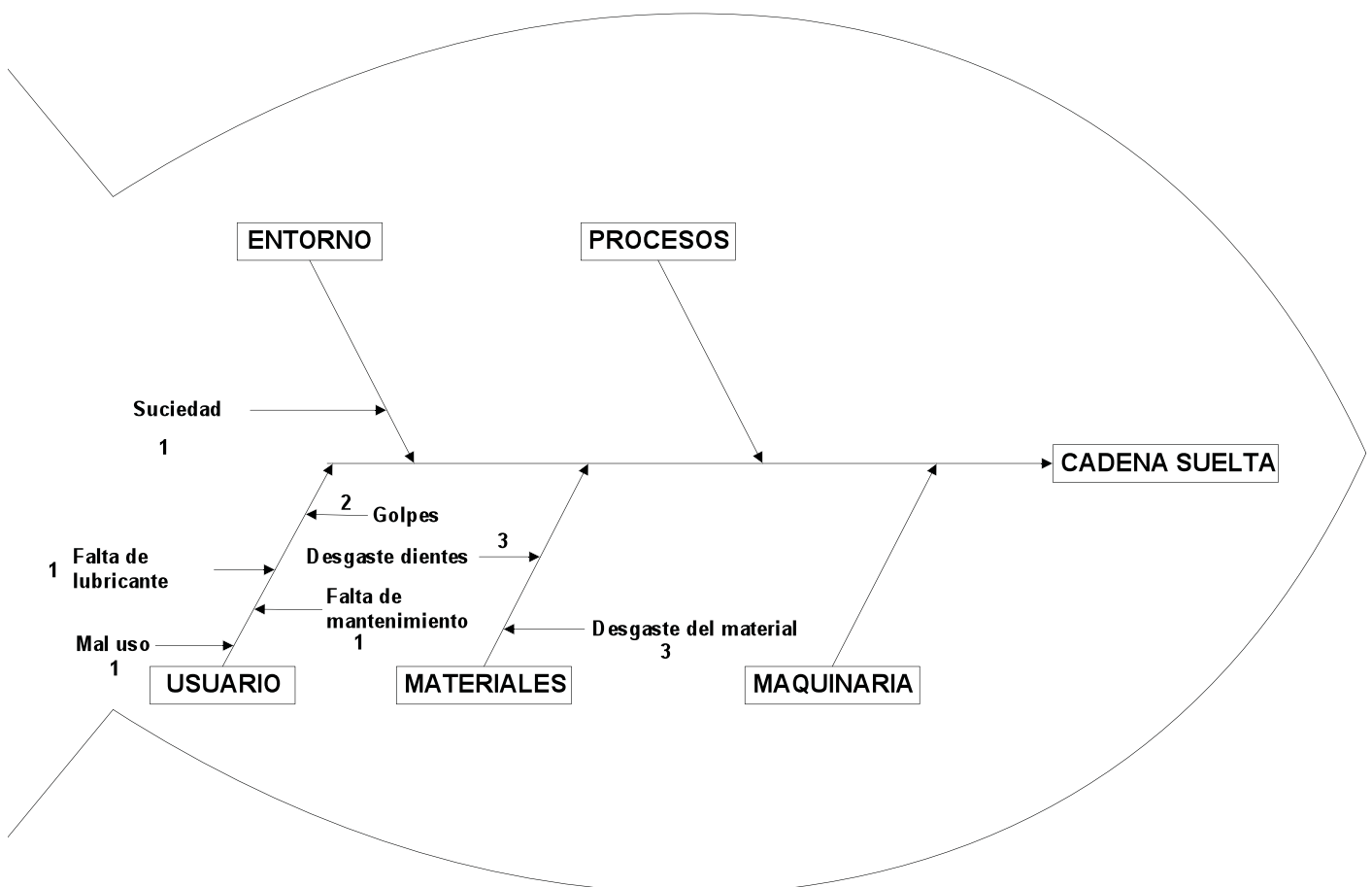


Figura 4.21 Diagrama Ishikawa cadena suelta

**MODO DE FALLO: PLATO O PIÑÓN ATASCADO**

Brainstorming de las posibles causas.

- Cadena atascada.
- Falta de mantenimiento.
- Falta de lubricante.
- Desgaste de los dientes.
- Mal uso.
- Golpes.
- Suciedad.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

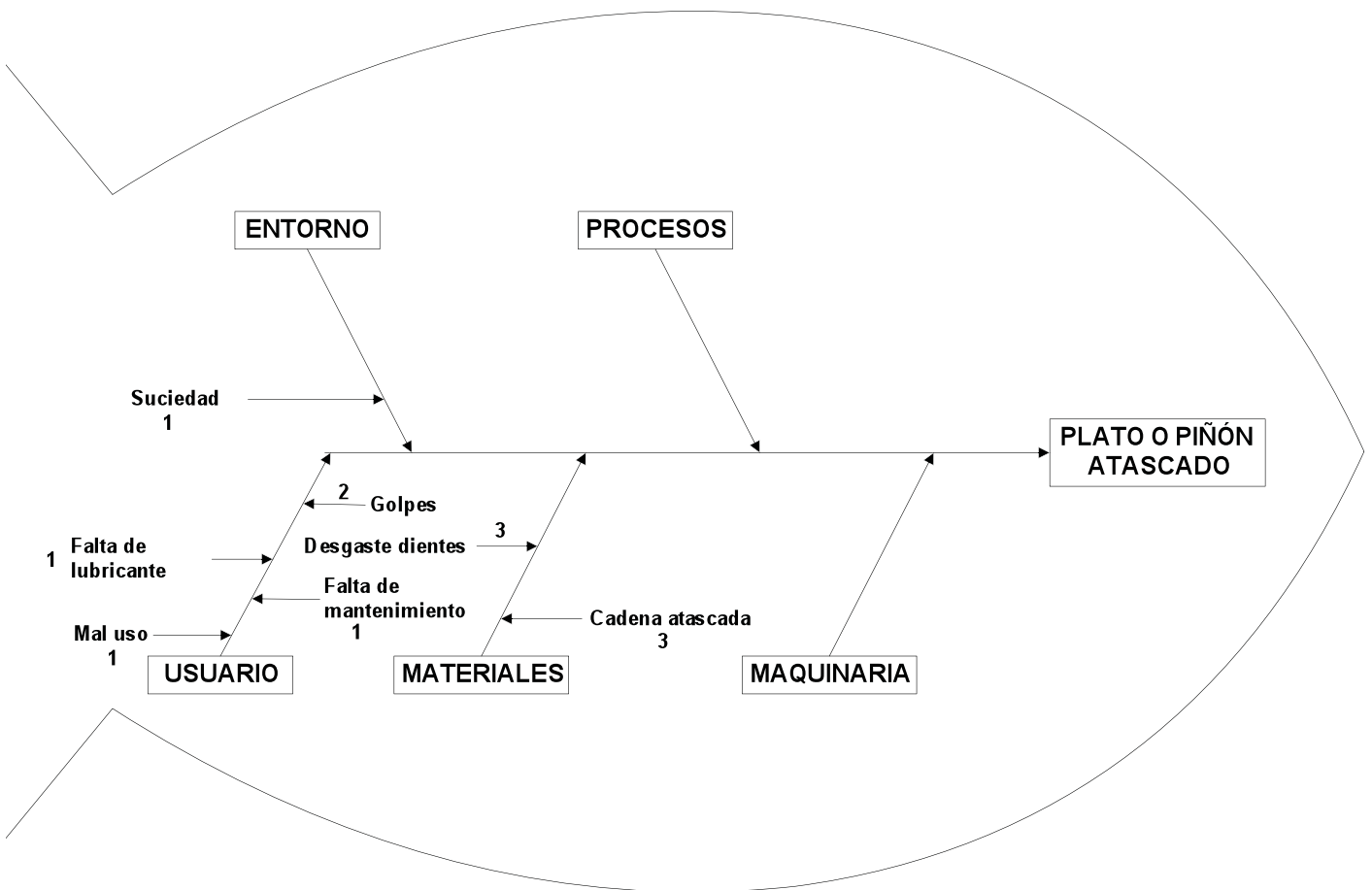


Figura 4.22 Diagrama Ishikawa plato o piñón atascado.

## MODO DE FALLO: ROTURA MANILLA DE FRENO

Brainstorming de las posibles causas.

- Rotura palanca unión varilla.
- Oxidación palanca unión varilla.
- Presencia agentes externos agresivos, humedad, lluvia, etc.
- Poca resistencia material.
- Desajuste de tuercas.
- Pérdida de tornillos.
- Mal uso.
- Golpes.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

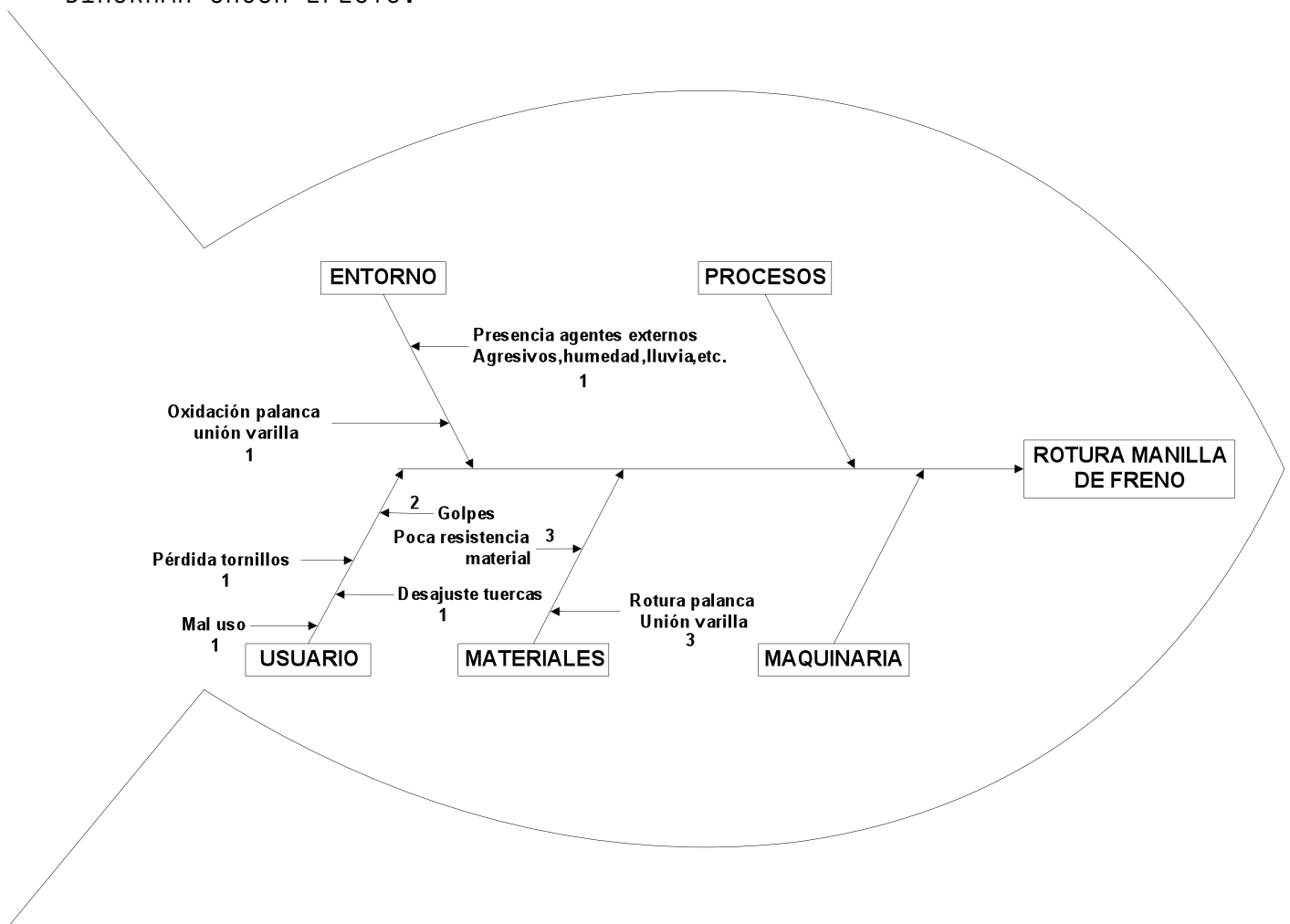


Figura 4.22 Diagrama Ishikawa rotura manilla de freno.

## MODO DE FALLO: DESAJUSTE VARILLAS

Brainstorming de las posibles causas.

- Rosca pasada.
- Material inadecuado.
- Poca resistencia a tracción.
- Oxidación de las varillas.
- Deterioro por la presencia agentes externos como lluvia, humedad, etc.
- Rosca inadecuada.
- Fallo en el torneado de la rosca.
- Bajo n° de vueltas.
- Poca altura del diente.
- Pérdida elementos de unión de las varillas.
- Mal uso.
- Golpes.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

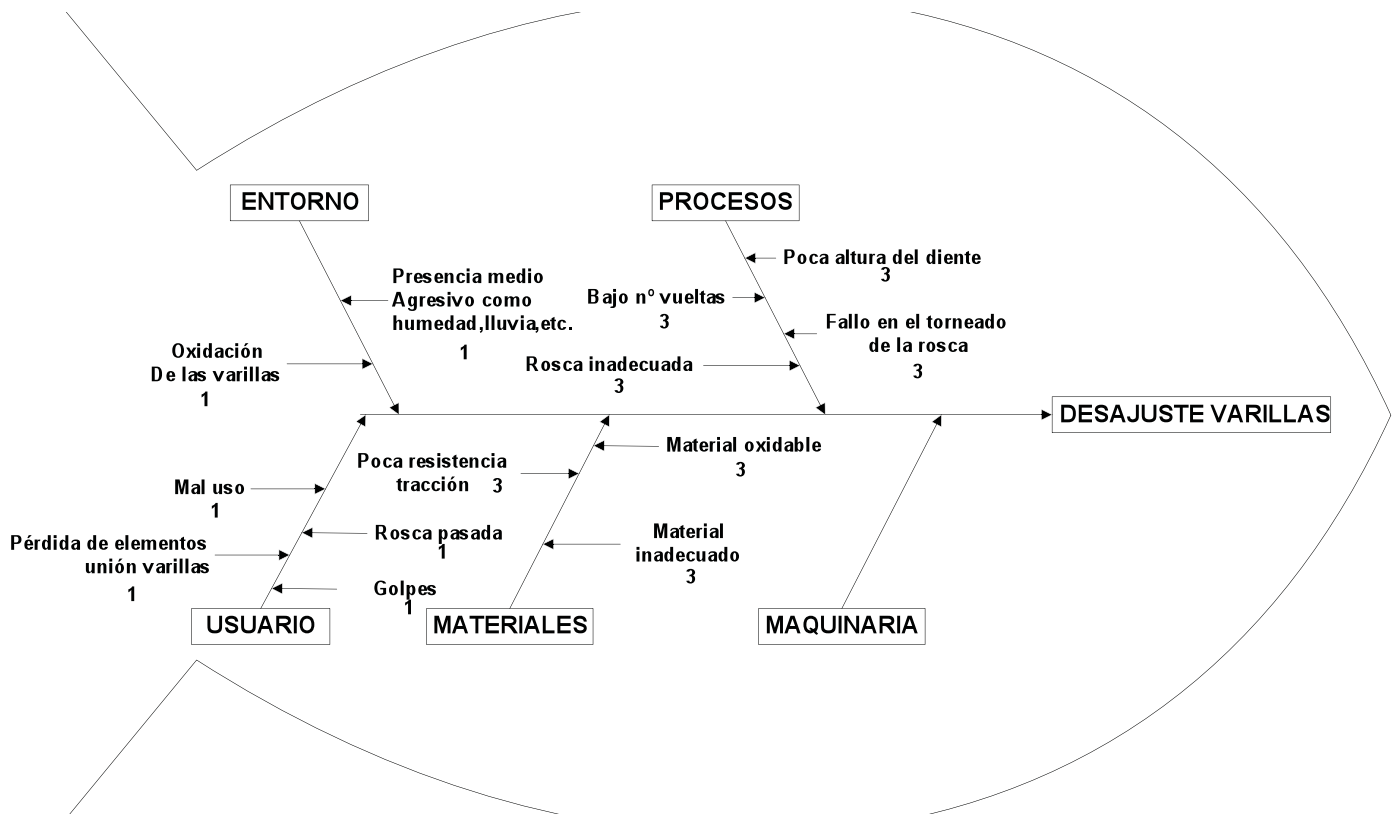


Figura 4.23 Diagrama Ishikawa desajuste varillas

**MODO DE FALLO: DESGASTE ALMOHADILLA ZAPATA**

Brainstorming de las posibles causas.

- Material inadecuado.
- Caucho poco resistente.
- Deterioro del material.
- Suciedad, lluvia, humedad, etc.
- Mal uso.
- Uso excesivo de los frenos.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

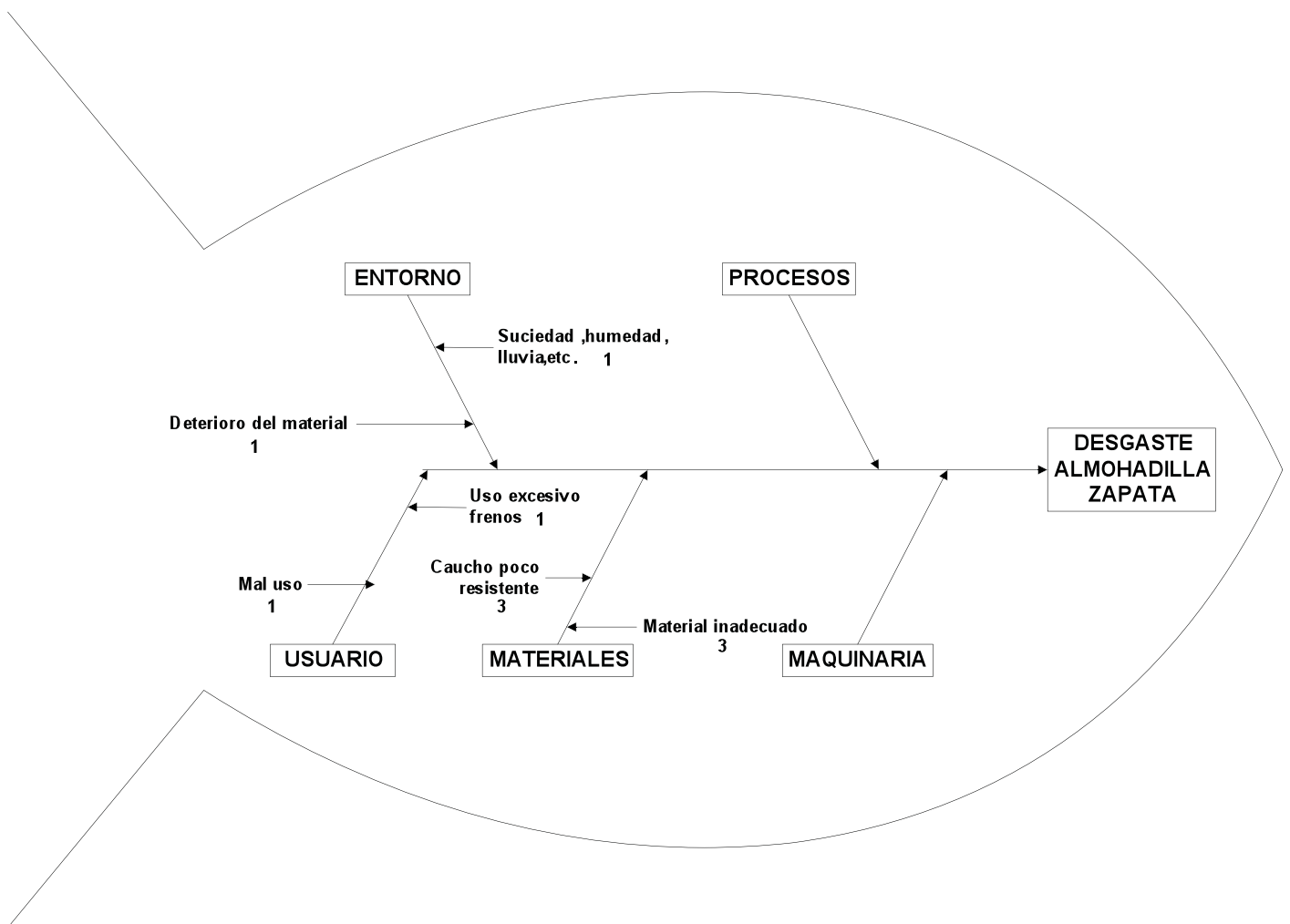


Figura 4.24 Diagrama Ishikawa desgaste almohadilla zapata



#### 5.4.2 DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras, permite asignar un orden de prioridades.

El Principio de Pareto afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto. Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: Las “Pocas Vitales” (los elementos muy importantes en su contribución) y los “Muchos Triviales” (los elementos poco importantes en ella).

A continuación se comentan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

*Priorización:* Identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.

*Unificación de Criterios:* Enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.

*Carácter objetivo:* Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

Para llevar a cabo el proceso hay que seleccionar una serie de factores de riesgo, los cuales el anterior apartado nos ha ayudado a diferenciar a través de los diagramas de Ishikawa.

Así pues, a continuación se adjunta un listado con los principales problemas que hemos obtenido del punto anterior a los cuales se les ha asignado un marcador MFx (Mecanismo de Fallo). A partir de esta lista se le aplica, a través de la tabla que la sigue, una serie de datos en función a los costes de los fallos, la frecuencia de éstos. Los datos con los que se cotejarán los mecanismos de fallo son los siguientes:

- . Coste aprox. que supondría el arreglo del fallo
- . Frecuencia con la que se reproduce e fallo en la vida útil de la bicicleta (aprox.)
- . Frecuencia x coste
- . % correspondiente a cada fallo del total

Se parte de los mecanismos de fallo que se han considerado más relevantes analizados anteriormente:

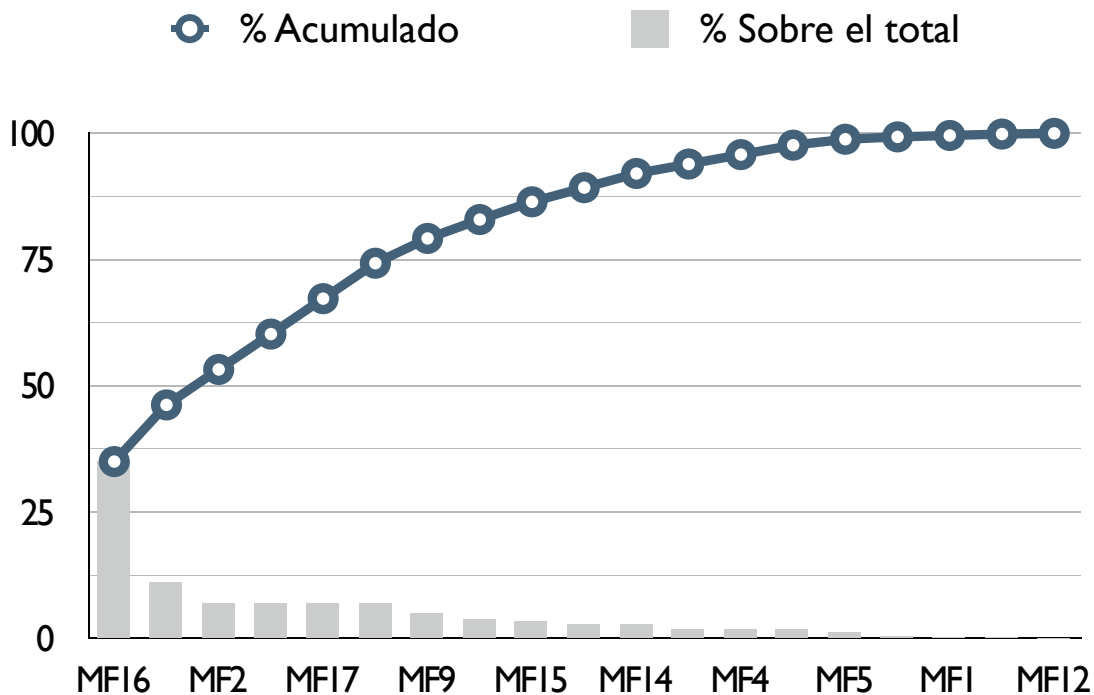
- (MF1) Separación uniones soldadas del cuadro.
- (MF2) Pinchazo de la cámara.
- (MF3) Rotura de la llanta.
- (MF4) Rotura de los radios.
- (MF5) Separación unión llanta-radio.
- (MF6) Separación uniones soldadas del manillar.
- (MF7) Separación unión biela-caja pedalier.
- (MF8) Pedal atascado por falta de mantenimiento.
- (MF9) Oxidación de muelles del sillín.
- (MF10) Separación uniones cosidas del sillín.
- (MF11) Cadena atascada por falta de mantenimiento.
- (MF12) Separación de uniones de los eslabones de la cadena.
- (MF13) Oxidación de la cadena.
- (MF14) Desgaste de los dientes del plato o piñón.
- (MF15) Rotura de la palanca unión varilla-manilla de freno.
- (MF16) Rosca uniones de varilla pasada.
- (MF17) Oxidación varillas.
- (MF18) Pérdida elementos unión de varillas.
- (MF19) Desgaste del caucho de las zapatas.

	Mecanismo de fallo	Coste mecanismo de fallo (€)	Frecuencia (nº veces)	Frecuencia x Coste	%	% acumulado	Orden
MF16	Rosca uniones de varilla pasada.	15	500	7500	35,046729	35,046729	1º
MF18	Pérdida elementos unión de varillas.	3	800	2400	11,2149533	46,2616822	2º
MF2	Pinchazo de la cámara.	5	300	1500	7,00934579	53,271028	3º
MF10	Separación uniones cosidas del sillín.	30	50	1500	7,00934579	60,2803738	3º
MF17	Oxidación varillas.	15	100	1500	7,00934579	67,2897196	3º
MF19	Desgaste del caucho de las zapatas.	5	300	1500	7,00934579	74,2990654	3º
MF9	Oxidación de muelles del sillín.	15	70	1050	4,90654206	79,2056075	7º
MF11	Cadena atascada por falta de mantenimiento.	2	400	800	3,73831776	82,9439252	8º
MF15	Rotura de la palanca unión varilla-manilla de freno.	5	150	750	3,5046729	86,4485981	9º
MF8	Pedal atascado por falta de mantenimiento.	2	300	600	2,80373832	89,2523364	10º
MF14	Desgaste de los dientes del plato o piñón.	20	30	600	2,80373832	92,0560748	10º

	Mecanismo de fallo	Coste mecanismo de fallo (€)	Frecuencia (nº veces)	Frecuencia x Coste	%	% acumulado	Orden
MF3	Rotura de la llanta.	20	20	400	1,86915888	93,9252336	12º
MF4	Rotura de los radios.	5	80	400	1,86915888	95,7943925	12º
MF7	Separación unión biela-caja pedalier.	4	100	400	1,86915888	97,6635514	12º
MF5	Separación unión llanta-radio.	1	250	250	1,1682243	98,8317757	15º
MF6	Separación uniones soldadas del manillar.	50	2	100	0,46728972	99,2990654	16º
MF1	Separación uniones soldadas del cuadro.	60	1	60	0,28037383	99,5794393	17º
MF13	Oxidación de la cadena.	3	20	60	0,28037383	99,8598131	17º
MF12	Separación de uniones de los eslabones de la cadena.	15	2	30	0,14018692	100	19º
				<b>21400</b>	<b>100</b>		

Figura 4.25 Tabla de Frecuencias-Costes.

A continuación, teniendo en cuenta los datos que se obtienen de la tabla de Pareto se procederá a realizar la gráfica de Pareto. En la tabla se han identificado claramente un orden de importancia con respecto al tanto por ciento del total que supone cada fallo.



Según los resultados obtenidos en el diagrama podemos ver que los mecanismos de fallos más significativos en cuanto a costes son:

- M16 *Rosca uniones de varilla pasada.*
- MF18 *Pérdida elementos unión de varillas.*
- MF2 *Pinchazo de la cámara.*
- MF10 *Separación uniones cosidas del sillín.*
- MF17 *Oxidación varillas.*
- MF19 *Desgaste del caucho de las zapatas.*

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el diagrama de Pareto, los fallos relacionados con el sistema de frenado de la bicicleta son los más representativos (en cursiva en la anterior lista).

Se ha decidido realizar el análisis modal de fallos y efectos (AMFE) para el sistema de frenado de la bicicleta, por ser el que más se ve implicado en los mecanismos de fallo.

Los elementos que más probabilidad de fallo del sistema de frenado según el análisis anterior son los siguientes componentes:

- Manilla de freno.
- Varillas.
- Uniones varillas.
- Zapatas.
- Palancas.
- Tensor.
- Canastilla.
- Bastón.
- Desviador.
- Pastillas.

El sistema de freno mediante accionamiento de varilla, utiliza una serie de varillas y pivotes para transmitir la fuerza aplicada por una palanca de mano para presionar las pastillas.

La manilla sirve para accionar las varillas, controlando así la velocidad según la fuerza con la que se apriete, haciendo que ésta disminuya, o incluso que se pare totalmente la bicicleta.

Las varillas transmiten la presión ejercida por el usuario a las zapatas de freno.

Las uniones de varillas son los elementos encargados de unir la todas las varillas a los demás elementos y entre ellas.

Las zapatas son accionadas por la palanca de freno a través de las varillas, haciendo que ejerzan una presión hacia arriba contra la superficie interna (hacia el centro) de la llanta de la rueda.

El sistema será eficaz siempre y cuando se mantenga la tensión de las varillas y para ello cada componente debe cumplir correctamente su función.

5.5. DESARROLLO DEL AMFE

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS		Nº HOJA	REVIS. Nº	FECHA	POR												
DE PROCESO: DE DISEÑO:		RESPONSABLE:															
PRODUCTO: Bicicleta		PROCESO:															
ESPECIFICACIÓN:		OPERACIÓN:															
FECHA DE EDICIÓN:		ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:															
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN	NPR			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Manilla de freno	Permite el accionamiento del usuario. Tensor las varillas	Rotura manilla de freno.	No freno	9		Rotura de la palanca unión varilla-manilla de freno.	3	Muestreo	3	81							

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Nº HOJA	REVIS. Nº	FECHA	POR				
DE PROCESO: DE DISEÑO:										RESPONSABLE:							
PRODUCTO: Bicicleta										PROCESO:							
ESPECIFICACIÓN:										OPERACIÓN:							
FECHA DE EDICIÓN:										REVISADO:							
ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:										ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:							
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN	NPR			
G	O	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Varillas de freno	Transmite la tensión ejercida por el usuario a las zapatas	Desajuste varillas de freno Oxidación varillas	Hay que aplicar más fuerza para frenar la bicicleta	8	Rosca pasada. Mala calidad del material	7	Muestreo	3	168	Cambio en el diseño de la rosca	Ingeniería	Aumento del nº de vueltas de la rosca y de la altura del diente.	6	5	3	90	



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Nº HOJA	REVIS. Nº	FECHA	POR				
DE PROCESO: DE DISEÑO:										RESPONSABLE:							
PRODUCTO: Bicicleta										PROCESO:							
ESPECIFICACIÓN:										OPERACIÓN:							
FECHA DE EDICIÓN:										ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:							
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN	NPR			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Pivotes (uniones varillas)	Permite transmitir la tensión entre las varillas	Pérdida pivotes	No freno	9		Rosca pasada.	6	Muestreo	3	162	Cambio en el diseño de la rosca	Ingeniería	Aumento del nº de vueltas de la rosca y altura del diente. Y aumento del tamaño del pivote.	7	4	3	84

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS		Nº HOJA	REVIS. Nº	FECHA	POR												
DE PROCESO: DE DISEÑO:		RESPONSABLE:															
PRODUCTO: Bicicleta		PROCESO:															
ESPECIFICACIÓN:		OPERACIÓN:															
FECHA DE EDICIÓN:		ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:															
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN	NPR			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Zapata	Ejerce presión hacia el interior de la rueda y a través de la llanta	Desgaste caucho e la almohadilla	Mayor esfuerzo por parte del usuario para frenar	6		Mala calidad del material	4	Muestreo	3	72							

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Nº HOJA	REVIS. Nº	FECHA	POR				
DE PROCESO: DE DISEÑO:										RESPONSABLE:							
PRODUCTO: Bicicleta										PROCESO:							
ESPECIFICACIÓN:										OPERACIÓN:							
FECHA DE EDICIÓN:										REVISADO:							
ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:																	
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN		NPR		
													G	O	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Palancas	Convierte el movimiento giratorio de las manillas en lineal	Desajuste Oxidación de la pieza	Hay que aplicar más fuerza. Mal funcionamiento del sistema.	7	Muesca pasada. Mala calidad del material	5	Muestreo Ensayo	3	105	Cambio en el diseño de la muesca Cambio material	Ingeniería	Aumento del nº de vueltas de la rosca. Inclusión de contra-tuerca	6	4	3	72	

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Nº HOJA	REVIS. Nº	FECHA	POR				
DE PROCESO: DE DISEÑO:										RESPONSABLE:							
PRODUCTO: Bicicleta										PROCESO:							
ESPECIFICACIÓN:										OPERACIÓN:							
FECHA DE EDICIÓN:										ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:							
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN	NPR			
													G	O	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tensor	Mantiene la tensión en las varillas	Pérdida de tensión.	No frena correctamente. Aumento de la presión ejercida por el usuario	6	Rosca pasada. Rosca aflojada.	7	Muestreo	4	168	Cambio en el diseño de la rosca. Rosca más larga. Contratuercas.	Ingeniería	Aumento del nº de vueltas de la rosca. Contratuercas.	5	5	3	75	

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS		N° HOJA	REVIS. N°	FECHA	POR												
DE PROCESO: DE DISEÑO:		RESPONSABLE:															
PRODUCTO: Bicicleta		PROCESO:															
ESPECIFICACIÓN:		OPERACIÓN:															
FECHA DE EDICIÓN:		ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:															
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN	NPR			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Canastilla	Conecta la varilla larga con la palanca bajo pedal. Mantiene la tensión.	Aflojamiento de las tuercas.	Mayor esfuerzo por parte del usuario para frenar	5	Rosca pasada. Rosca aflojada.	6	Muestreo	3	90								

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Nº HOJA	REVIS. Nº	FECHA	POR				
DE PROCESO: DE DISEÑO:										RESPONSABLE:							
PRODUCTO: Bicicleta										PROCESO:							
ESPECIFICACIÓN:										OPERACIÓN:							
FECHA DE EDICIÓN:										ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:							
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN	NPR			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Bastón	Permite transmitir la tensión entre la palanca y la varilla.	Pérdida de tensión.	No freno	5	Vibraciones	5	Muestreo	3	75								

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Nº HOJA	REVIS. Nº	FECHA	POR				
DE PROCESO: DE DISEÑO:										RESPONSABLE:							
PRODUCTO: Bicicleta										PROCESO:							
ESPECIFICACIÓN: OPERACIÓN:										FECHA:							
FECHA DE EDICIÓN: ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:										REVISADO:							
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN	NPR			
													G	O	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Cambia el sentido del movimiento de las barras de la pieza.	Aflojamiento de la pieza.	Pérdida de precisión	4	Aflojamiento de tuerca. Vibración.	5	Muestreo	5	100	Inclusión de contra-tuerca.	Ingeniero	Contra-tuerca.	4	5	3	60	
Desviador				4		5		5	100								

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										N° HOJA		REVIS. N°		FECHA		POR	
DE PROCESO: DE DISEÑO:										RESPONSABLE:		FECHA:		REVISADO:			
PRODUCTO: Bicicleta										PROCESO:		OPERACIÓN:		ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:			
ESPECIFICACIÓN:										OPERACIÓN:		ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:					
FECHA DE EDICIÓN:										OPERACIÓN:		ACTUAR SOBRE NPR MAYORES QUE:					
NOMBRE DE PROD.	OP. O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONT. ACTUALES	D	NPR	ACCIÓN CORRECT.	RESP.	ACCIÓN IMPLANT.	VALORACIÓN		NPR		
													G	O	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Pastillas	Produce rozamiento con las llantas y frena las ruedas	Desgaste de las pastillas.	No frena	8		Desgaste de las pastillas	Muestreo	2	96	Cambio de las pastillas	Técnico montaje	Cambio de pastillas	8	4	2	64	





## 6 CONCLUSIONES

Una vez aplicadas todas las herramientas de calidad para llevar a cabo un estudio para la planificación de la calidad y revisión del diseño se consiguen los objetivos marcados inicialmente ya que se ha llevado a cabo la aplicación de todas las herramientas propuestas en el alcance del proyecto en el apartado 1.4.

Como se ha explicado en el proyecto se han aplicado diferentes herramientas en el siguiente orden; Despliegue funcional de la calidad (QFD), a continuación un Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) y finalmente se lleva a cabo el último apartado enfocado en el análisis de valor del producto.

A nivel personal debo añadir que el desarrollo del proyecto me ha resultado muy interesante ya que siempre he tenido curiosidad por el ¿cómo? y ¿por qué? están hechas las cosas, desde pequeño he andado desmontando y volviendo a montar todo. Y sobre todo gracias a que en mi casa por motivos laborales de mi padre, siempre hemos desarrollado cantidad de “artilugios” para cualquier cosa, además de arreglar todo cuanto se rompía. Muchas veces por necesidad, ya que mi familia gestiona una explotación ganadera, donde los animales al igual que las averías, causadas por ellos o no, no entienden de días festivos, fines de semana, domingos, etc siempre nos hemos tenido que encargar de cualquier problema que pudiera surgir, ya que no siempre hay un fontanero, electricista, albañil, mecánico, etc disponible 24 horas al día 7 días a la semana. Además de que mi padre es un “manitas”, disponía de una gran variedad de herramientas y lo más importante, los conocimientos para desarrollar o arreglar cualquier tipo de mecanismo. El hecho de que haya visto y hecho todas estas cosas desde pequeño siempre me ha atraído todo lo referente al trabajo manual, construir, equivocarte, desmontar, volver a construir de nuevo, etc.

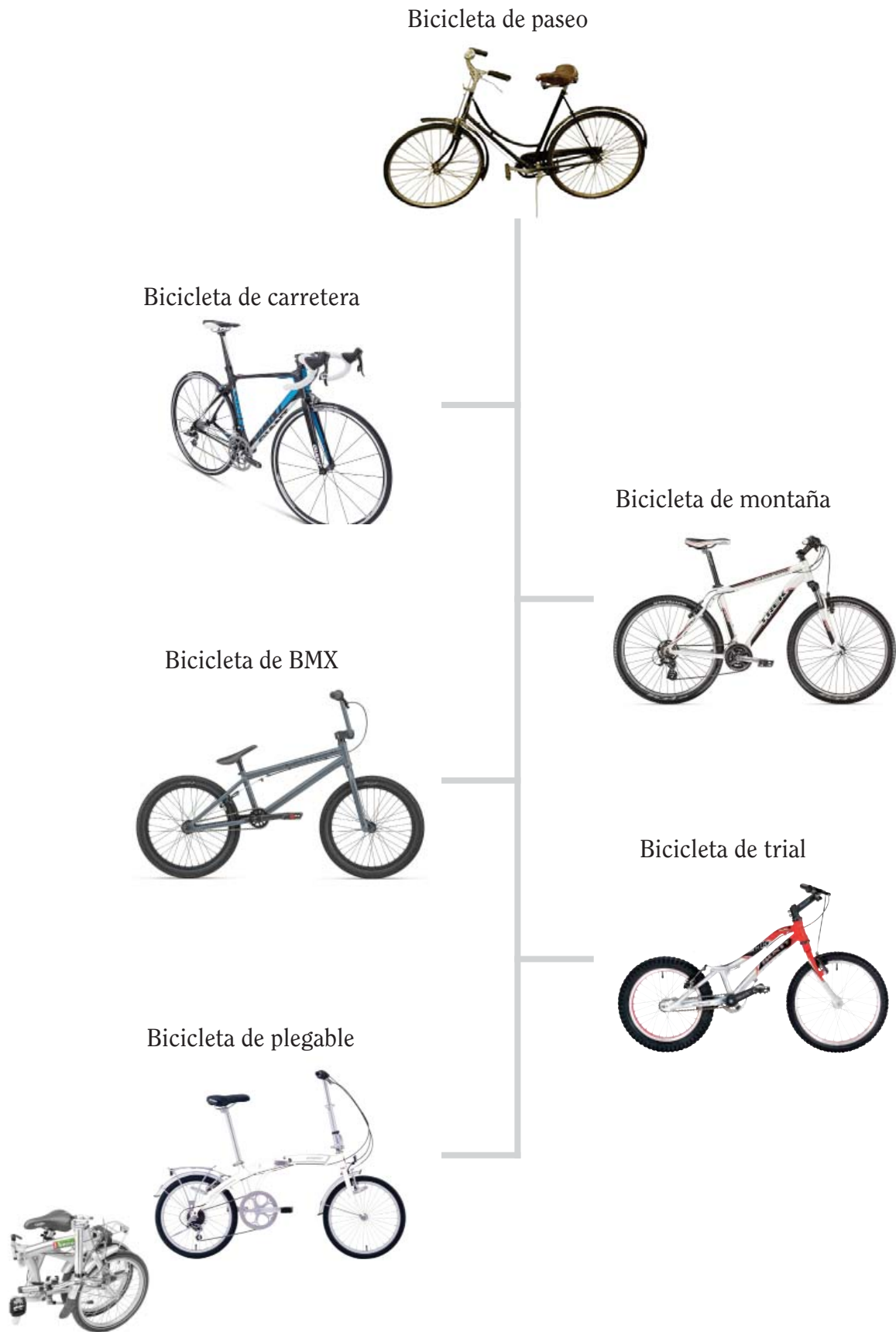
Todo esto unido a que en mi carrera he tenido una serie de asignaturas como son Procesos Industriales, Ampliación de procesos, las metodologías de Diseño (dónde debíamos construir maquetas). Me han llevado a la consecución de este proyecto donde he tenido que llevar un paso más lejos todas estas experiencias con la realización de este estudio. Además a cerca de un producto muy habitual en mi vida, como lo es en la vida de mucha gente como es la bicicleta. Es en estos productos habituales de uso diario para algunos de nosotros donde quizás por esa normalidad o rutina no nos damos cuenta que son herramientas más complejas de lo que nos parece.

El motivo para la elección de éste modelo de bicicleta es meramente sentimental, ya que es el modelo que poseía mi abuelo cuando yo era joven. Con la cual he disfrutado enormemente con la siempre entrañable compañía de una de las personas que más me han marcado en mi vida con su alegría y sus ganas de vivir. Desgraciadamente ya no está con nosotros, así que éste proyecto es en cierta forma un homenaje hacia el. Aunque tengo que mencionar que si llego a saber antes de la dificultad para conseguir toda la información del modelo en cuestión no se si hubiera seguido adelante.

Por otro lado ha sido un proyecto que he podido realizar en casa, la mayor parte, con lo cual para mi situación personal ha sido muy positivo. Además me ha parecido muy interesante, ya que he estado trabajando temporalmente en unas cuantas empresas y talleres, dónde con un poco de esfuerzo en éste sentido se podría ahorrar bastante.

Considero importante incidir en la importancia de los sistemas de gestión de calidad en las actividades de una empresa, concretamente en el diseño que es la parte que he trabajado. Ya que con un buen empleo de estos sistemas se conseguiría un producto o servicio más adecuado a los gustos del cliente y un gran ahorro en la empresa, al evitar posibles fallos en el diseño inicial..

Como continuación de este proyecto se propone una comparación de otros tipos de bicicletas, a continuación se adjunta una ilustración de posibles ejemplos.





## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Proyectos realizados por otros alumnos de la EUITIZ.
- Documentos sobre sistemas de gestión de calidad en Internet.
- Material didáctico descargado de internet de publicaciones sobre gestión de sistemas de calidad.
- Documentación facilitada por mi tutor.
  - “Manual de gestión e ingeniería de la calidad” (Tilo Pfeifer y Fernando Torres)
  - “Manufactura, ingeniería y tecnología” (S. Kalpakjian y S.R. Schmid)
- web:
  - [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Bicicleta\\_H%C3%A9rcules](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Bicicleta_H%C3%A9rcules)
  - <http://www.wikipedia.org/>
  - <http://www.monografias.com/trabajos13/fast/fast.shtml#di>
  - [http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Ishikawa](http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa)
  - [http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Pareto](http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto)
  - [http://isa.uniovi.es/~hilario/dsac\\_archivos/pdf\\_dsac/Fuzzy.pdf](http://isa.uniovi.es/~hilario/dsac_archivos/pdf_dsac/Fuzzy.pdf)
  - <http://www.webelectronica.com.ar/news24/nota03.htm>
  - [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Taller\\_de\\_Construcci%C3%B3n\\_1\\_DO\\_2010](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Taller_de_Construcci%C3%B3n_1_DO_2010)
  - [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Procesos\\_Productivos\\_Bicicleta\\_Hercules\\_Sistema\\_Frenos](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Procesos_Productivos_Bicicleta_Hercules_Sistema_Frenos)
  - [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Bicicleta:\\_Estructura\\_y\\_Direcci%C3%B3n](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Bicicleta:_Estructura_y_Direcci%C3%B3n)
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/Hercules\\_Cycle\\_and\\_Motor\\_Company](http://en.wikipedia.org/wiki/Hercules_Cycle_and_Motor_Company)
  - <http://www.monografias.com>
  - <http://web.warwick.ac.uk/services/library/mrc/ead/328umb.htm>
  - <http://www.mountainbike.es/front/home.do>
  - <http://www.bikemag.com/>
  - [http://www.bike-manual.com/brands/trek/om/welcome/choose\\_bike.htm](http://www.bike-manual.com/brands/trek/om/welcome/choose_bike.htm)
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_bicycle\\_types](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_bicycle_types)

