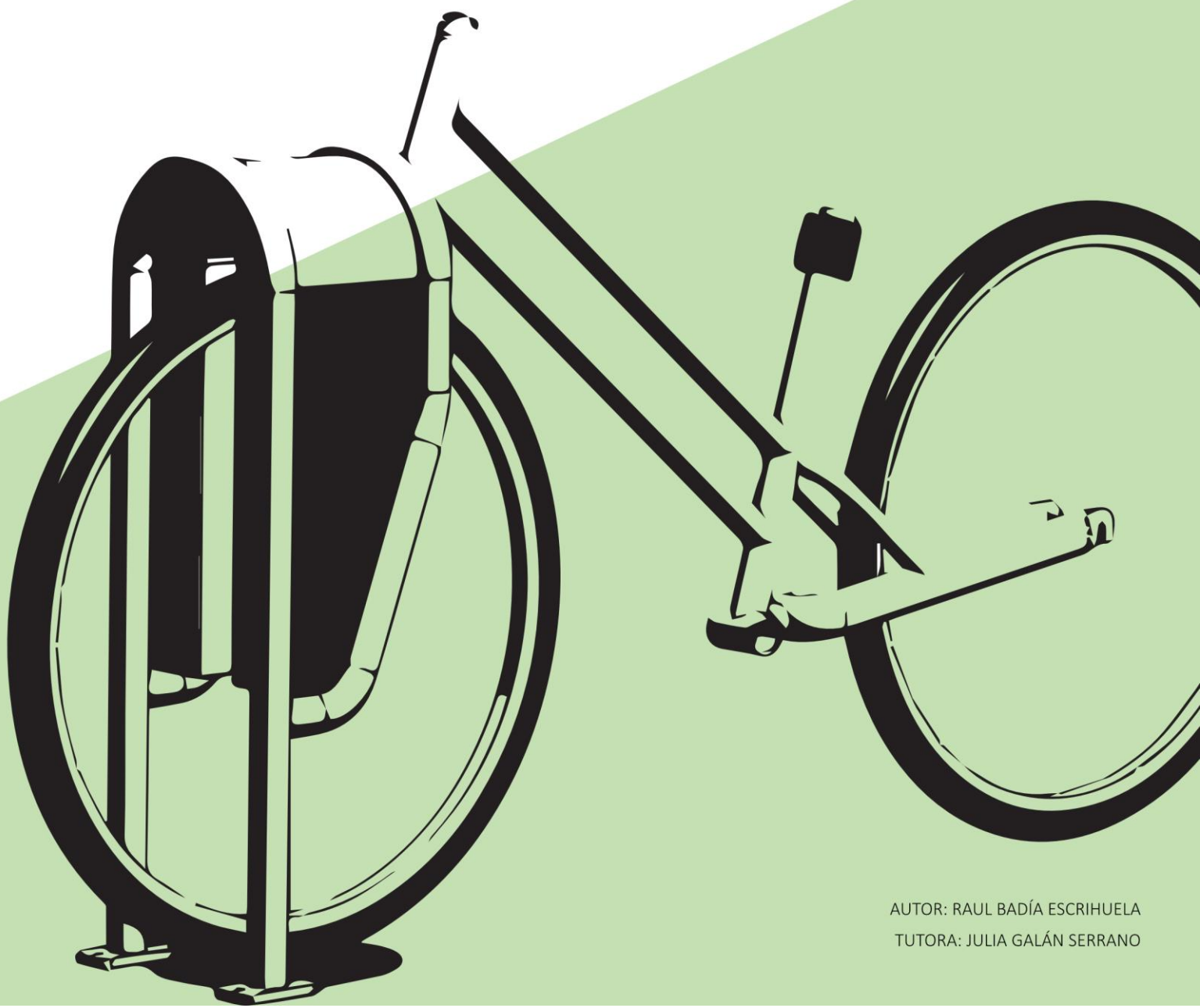


# BICICLETA URBANA PARA SERVICIO DE PRÉSTAMO EN CASTELLÓN

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

JULIO 2020



AUTOR: RAUL BADÍA ESCRIBUELA  
TUTORA: JULIA GALÁN SERRANO



## ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN I: MEMORIA .....	7
1. OBJETO .....	10
2. ALCANCE.....	10
3. ANTECEDENTES .....	11
3.1 Historia .....	11
3.2 Bicicletas urbanas, características generales .....	11
3.3 Bicicletas públicas, características generales.....	12
3.4 Modelos actuales .....	13
3.5 Sistemas de anclaje .....	18
3.6 Sistemas de regulación.....	23
4. NORMAS Y REFERENCIAS .....	24
4.1. Normas .....	24
4.2. Bibliografía .....	24
4.3. Programas Informáticos .....	26
5. REQUISITOS DE DISEÑO .....	27
5.1 Objetivos y especificaciones.....	27
5.2 Propuestas iniciales.....	28
5.2.1 Sistemas de regulación.....	28
5.2.2 Sistemas de anclaje .....	36
5.2.3 Cuadro de la bicicleta .....	41
6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	44
6.1 Elementos comerciales .....	46
7. DISEÑO DE DETALLE .....	54
7.1 Material .....	54
7.2 Calculo dimensional .....	58
7.2.1 Ergonomía .....	58
7.2.2 Mecánica .....	64
8. RESULTADOS FINALES .....	67
8.1 Cuadro de la bicicleta .....	67
8.2 Sistema de anclaje.....	69
8.3 Sistema de regulación .....	74
9. PLANIFICACIÓN.....	75
9.1 Procesos de fabricación.....	76
9.2 Ensamblaje .....	77
10. IMÁGENES FINALES .....	81

VOLUMEN II: ANEXOS .....	85
1. DISEÑO CONCEPTUAL .....	88
1.1 Análisis del problema .....	88
1.2 Análisis de objetivos .....	89
1.3 Establecimiento de las especificaciones .....	95
2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	96
2.1 DATUM .....	96
2.2 Objetivos ponderados .....	98
3. ERGONOMÍA.....	104
3.1 Altura del sillín:.....	104
3.2 Altura del manillar:.....	110
4. MECÁNICA.....	115
4.1 Cuadro .....	115
4.2 Sistema de regulación .....	121
4.3 Sistema de anclaje.....	122
VOLUMEN III: PLIEGO DE CONDICIONES .....	123
1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO .....	126
2. MATERIALES .....	126
2.1 Acero .....	126
2.2 Polímero .....	128
3. COMPONENTES .....	128
3.1 Sistema de regulación .....	128
3.2 Cuadro .....	131
3.3 Sistema de anclaje.....	137
4. ESPECIFICACIONES DE LOS PROCESOS .....	141
4.1 Inyección .....	141
4.2 Tronzado.....	142
4.3 Soldadura .....	142
4.4 Corte láser .....	142
4.5 Doblado .....	142
4.6 Pintado .....	142
5. ENSAMBLAJE DETALLADO .....	142
5.1 Cuadro .....	143
5.2 Sistema de anclaje.....	143
5.3 Sistema de regulación .....	146
VOLUMEN IV: PRESUPUESTO .....	148

1.	EXPLOTACIÓN Y VENTA .....	151
1.1	Coste materiales.....	152
1.2	Coste procesado.....	153
1.3	Elementos comerciales .....	160
2.	VIABILIDAD .....	161
	VOLUMEN V: PLANOS .....	162



MEMORIA

VOLUMEN I





## ÍNDICE MEMORIA

1.	OBJETO .....	10
2.	ALCANCE.....	10
3.	ANTECEDENTES .....	11
3.1	Historia .....	11
3.2	Bicicletas urbanas, características generales .....	11
3.3	Bicicletas públicas, características generales.....	12
3.4	Modelos actuales .....	13
3.5	Sistemas de anclaje .....	18
3.6	Sistemas de regulación.....	23
4.	NORMAS Y REFERENCIAS .....	24
4.1.	Normas .....	24
4.2.	Bibliografía .....	24
4.3.	Programas Informáticos .....	26
5.	REQUISITOS DE DISEÑO .....	27
5.1	Objetivos y especificaciones.....	27
5.2	Propuestas iniciales .....	28
5.2.1	Sistemas de regulación.....	28
5.2.2	Sistemas de anclaje .....	36
5.2.3	Cuadro de la bicicleta .....	41
6.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	44
6.1	Elementos comerciales .....	46
7.	DISEÑO DE DETALLE .....	54
7.1	Material .....	54
7.2	Calculo dimensional .....	58
7.2.1	Ergonomía .....	58
7.2.2	Mecánica .....	64
8.	RESULTADOS FINALES .....	67
8.1	Cuadro de la bicicleta .....	67
8.2	Sistema de anclaje.....	69
8.3	Sistema de regulación .....	74
9.	PLANIFICACIÓN.....	75
9.1	Procesos de fabricación.....	76
9.2	Ensamblaje .....	77
10.	IMÁGENES FINALES .....	81

## 1. OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de una bicicleta urbana para servicio de préstamo y alquiler en ciudades.

Concretamente se trabajará en el desarrollo del cuadro (estructura metálica principal de la bicicleta), el sistema de regulación de altura del sillín y el sistema de anclaje, pues son aspectos que se han considerado críticos, ya que su uso difiere de las bicicletas personales debido a la cantidad y variedad de usuarios que las utilizan cada día.

El resto de los elementos que componen la bicicleta serán seleccionados entre modelos comerciales, atendiendo a los requisitos derivados de los estudios realizados, pero no formarán parte del núcleo del trabajo.

Con este desarrollo se pretenden optimizar las características de este tipo de bicicletas para ciudades como Castellón, con un desnivel bajo y una climatología favorable la mayor parte del año, donde su uso tiene un mayor potencial.

## 2. ALCANCE

El planteamiento del proyecto abarca todas las fases de diseño, desde el desarrollo en la fase conceptual, hasta la producción del mismo.

Las fases que abarca el proyecto son las siguientes:

- Búsqueda de información
- Obtención de objetivos, restricciones y especificaciones
- Diseño conceptual de soluciones
- Análisis, evaluación y selección de alternativas
- Diseño preliminar
- Diseño de detalle

El producto final constará de un cuadro de bicicleta completamente definido con un sistema de regulación y un elemento donde poder estacionar la bicicleta.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 Historia

Los sistemas de bicicletas compartidas o públicas, donde se pone a disposición de los usuarios cierta cantidad de bicicletas para su uso durante periodos cortos de tiempo, tienen su origen en Ámsterdam. En 1964, como consecuencia de las reivindicaciones del movimiento “Provo” con las iniciativas de los “happenings” y los Planes blancos, los estudiantes pretendían provocar al sistema mediante humor absurdo y agresividad no violenta, y una de las estrategias que adoptaron fueron los planes blancos, el primero de los cuales buscaba denunciar la contaminación generada por los vehículos privados y la pésima calidad del transporte público de la ciudad. Con este fin invadieron las calles con bicicletas pintadas de blanco que obstaculizaban el tráfico, circulaban en dirección contraria, o las abandonaban en las vías entre otros, colapsando el tráfico de la ciudad. Estas bicicletas permanecieron libres en la ciudad para su uso de forma gratuita, aunque en poco tiempo la mayoría fueron robadas o arrojadas a los canales.

En 1974 se inició en la ciudad francesa de La Rochelle, el primer sistema municipal de bicicletas compartidas exitoso. Ya principios de 1990, surgieron en las pequeñas ciudades danesas de Farsø, Grenå, y Nakskov nuevos sistemas pioneros, cuyas bicicletas se hacían por encargo e incorporaban partes incompatibles con las bicicletas regulares, que además necesitaban herramientas especiales para su ensamblaje disuadiendo así a los ladrones. También desarrollaron estaciones donde anclar y adquirir las bicicletas, a diferencia del método de simplemente esparcirlas por la ciudad de los Provo, que además incluían un sistema de pago a modo de fianza.

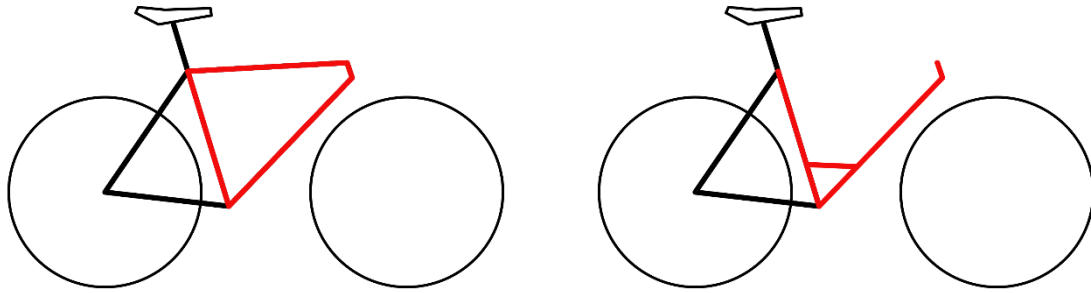
Sin embargo el pionero de los sistemas actuales fue Bicyklen de Copenhague en 1995, que fue el primer sistema a gran escala con bicicletas especialmente diseñadas, que incluían publicidad y por cuyo servicio los usuarios pagaban una fianza.

En España, la primera ciudad en incorporar uno de estos sistemas fue Vitoria en 2004.

#### 3.2 Bicicletas urbanas, características generales

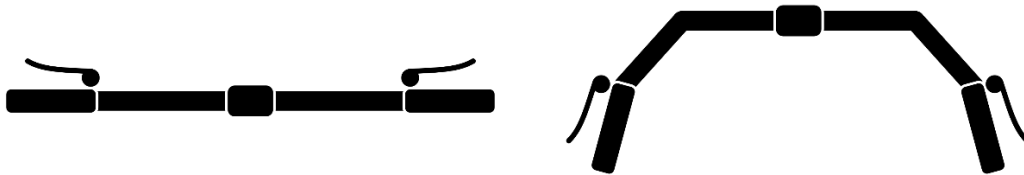
En general, podemos definir una bicicleta urbana como aquella pensada para un uso exclusivamente de ciudad, que le confiere una serie de características distintivas.

En primer lugar están pensadas para ser utilizadas con cualquier tipo de ropa convencional, esto implica por un lado, que el cuadro tiene un perfil típicamente bajo, evitando la tradicional composición de tres barras en triángulo, para permitir el paso de las piernas con facilidad. Por otro lado debe evitar manchas tanto de la grasa de las partes móviles de la propia bicicleta como de barro del suelo, para lo cual incorpora guardabarros y cubrecadenas.



*Ilustración 1: Comparación de la morfología típica del cuadro*

Buscan la máxima comodidad, por lo que el manillar se encuentra más alto para mantener la espalda erguida y tener un amplio campo de visión, y se curva hacia el usuario para que las manos reposen más relajadas.



*Ilustración 2: Comparación de la morfología típica del manillar*

Por su ámbito de uso no cuentan con suspensión en las ruedas, aunque en ocasiones, sí en el sillín para absorber las pequeñas irregularidades del suelo.

Los neumáticos son lisos y no muy anchos, pensados principalmente para el asfalto.

Es típico que cuenten con algún compartimento de transporte como una cesta delantera o trasera, iluminación y timbre.

### 3.3 Bicicletas públicas, características generales

Las bicicletas para servicios de préstamo público, son bicicletas urbanas que debido a sus condiciones especiales de uso tienen diferencias significativas que merecen ser comentadas.

Estas condiciones son, principalmente, la necesidad de anclarlas a un puesto para poder tener control sobre el servicio, la exposición que sufren al permanecer en la calle 24h día tras día, y el uso continuo por diferentes usuarios.

Para satisfacer estas necesidades las bicicletas publicas incorporan algún mecanismo de anclaje en el bastidor, son más robustas para soportar el las condiciones de uso, y generalmente, como medida adicional para evitar robos, tienen formas muy características y piezas no compatibles con otras bicicletas que desincentivan y facilitan la identificación. Además, es común que estos servicios se financien parcialmente con publicidad, por lo que suelen incorporar espacios libres para esta, como por ejemplo el guardabarros trasero.

### 3.4 Modelos actuales

A continuación se analizarán diferentes modelos de bicicletas existentes, exponiendo las principales ventajas y desventajas de cada uno.

Como se ha comentado previamente, el proyecto parte de las actuales bicicletas de préstamo locales de Castellón, sin embargo con el fin de comprender el estado actual del sector serán analizados otros modelos existentes en la actualidad que permitirán estudiar mejor las problemáticas abordadas y soluciones adoptadas previas a este proyecto.

#### **BICICAS**

En la actualidad, el servicio de BiciCas cuenta con varios modelos de bicicletas, ya que periódicamente se incluyen nuevas unidades y se retiran los modelos más viejos, pero el modelo más abundante es el siguiente.



*Ilustración 3: Modelo actual del servicio BiciCas*

En general se trata de una bicicleta convencional que adaptan al servicio agregando elementos como la luminaria, la cesta, guardabarros y cubrecadenas.

Esta adaptación genera varios problemas; en primer lugar, los elementos mencionados anteriormente no quedan bien integrados, las uniones del guardabarros trasero se realizan mediante bridas que suelen romperse, bloqueando el giro de la rueda, el anclaje está soldado de forma inadecuada y en muchas ocasiones se rompe dificultando la devolución, y la luminaria delantera queda muy expuesta a los golpes. Además añaden un peso significativo, cada bicicleta oscila entre 19 y 22 kg.

Por otro lado, el sistema de regulación de la altura del sillín es la convencional palanca de fricción, simple y económica, que en una bicicleta personal cumple su papel, ya que usualmente una persona regula la altura en muy pocas ocasiones, puesto que el usuario siempre es el mismo. Sin embargo en un sistema de uso compartido es vital poder regularla altura de cada bicicleta de forma cómoda y repetida, y con el actual sistema es común encontrar palancas partidas, deformadas o fuera de su posición, impidiendo el uso apropiado y cómodo del producto.

Es habitual también que el sillín rote sobre su eje como consecuencia del desgaste provocado por la presión de la palanca.

Otro aspecto negativo es se sistema de anclaje, que además de los defectos comentados anteriormente sobre la unión, implica levantar la parte delantera de la pesada bicicleta mientras se trata de alinear el macho con el puesto de anclaje.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
Peso	20 kg
Material	Acero
Ruedas	26"
Extras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminación alimentada por dínamo</li> <li>- Frenos de llanta</li> <li>- Cesta</li> <li>- Caballete</li> <li>- Timbre</li> </ul>

### VALENBISI

Otro ejemplo de bicicleta urbana para alquiler es el de Valenbisi, que implementa el mismo servicio en la ciudad de Valencia.



*Ilustración 4: Modelo actual del servicio Valenbisi*

Este modelo presenta problemas comunes con el anterior como el sistema de regulación de altura y quizás el exceso de peso, pero sí ha sido diseñada específicamente para este cometido, y no adaptada como la de Castellón, por lo que algunos apartados están mejor resueltos.

Una de las principales ventajas que presenta es la ausencia de cables visibles de los frenos, que quedan ocultos en la carcasa plástica frontal evitando su deterioro.

Cuenta además, con un sistema de anclaje que no requiere levantar la bicicleta, aunque su ubicación puede resultar molesta e incluso peligrosa pudiendo golpear fácilmente la parte baja de la pierna al caminar a su lado.

Ambos modelos (Valenbisi y BiciCas) además implementan grandes guardabarros traseros que a priori parecen excesivos atendiendo a la climatología soleada de la zona y el hecho de que no se suele utilizar la bicicleta en días de lluvia. Por tanto estos elementos tan solo aportan un espacio publicitario (no aprovechado en su mayoría) y son bastante susceptibles de romperse o deformarse pudiendo bloquear total o parcialmente la rueda.

Este mismo modelo se implementa en otras ciudades españolas como Sevilla y Santander, pero tiene también mucha presencia en el resto de Europa especialmente en Francia. Se trata por tanto de una bicicleta muy utilizada con cualidades a tener en cuenta. El modelo es propiedad de Cyclocity, filial de JCDecaux, que gestiona el servicio para los ayuntamientos.



Ilustración 5: Modelo actual del servicio Sevi y TusBic

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
Peso	25kg
Material	Aluminio
Ruedas	26" macizas
Extras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminación alimentada por dínamo</li> <li>- Frenos de tambor</li> <li>- Cesta</li> <li>- Caballete</li> <li>- Timbre</li> <li>- Cambio de velocidad 3 marchas</li> </ul>

## CLEAR CHANNEL

Este modelo de bicicletas se utiliza en Zaragoza y hasta 2017 en Barcelona.



*Ilustración 6: Modelo antiguo del servicio Bizi*

Las características principales de este diseño, son en primer lugar la forma general de la bicicleta, claramente está pensada para disuadir el robo dotándola de una silueta inconfundible tanto por el cuadro, como por la pequeña rueda delantera y el manillar. El sistema de anclaje es un poco diferente a los comentados anteriormente ya que funciona mediante dos machos que sobresalen hacia el suelo desde la cesta que encajan en la parte superior de la barra del puesto de anclaje. Este mecanismo implica que hay que levantar mucho la bicicleta para poder sacarla o devolverla. Otro inconveniente es el tamaño de la rueda delantera, al ser tan pequeña puede dificultar el avance por bordillos y otro tipo de obstáculos presentes en las ciudades.

Una característica también diferenciadora es la cesta, mucho más pequeña y robusta que en otros modelos, por un lado aguanta mucho mejor los golpes, ya que además es parte del sistema de anclaje, pero por otro al ser una cesta abierta es fácil que se caiga algo, no permite llevar objetos pequeños y el espacio de carga es menor.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		DESCRIPCIÓN
Peso	17kg	
Material	Acero	
Ruedas	26" trasera 20" delantera	
Extras		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminación delantera y trasera alimentada con pilas</li> <li>- Frenos de llanta</li> <li>- Timbre</li> <li>- Cesta</li> <li>- Caballete</li> </ul>



## PBSC

Por último una de las empresas más exitosas y utilizadas alrededor del mundo en ciudades como Barcelona, Londres, Nueva York, Washington, entre otras muchas. Cuentan con 2 modelos (ICONIC, FIT) y sus versiones electrificadas (BOOST, E-FIT), pero en esencia son muy parecidos. La diferencia principal entre los modelos es el peso, pero la forma básica es la misma y se tratará como una misma bicicleta.



Ilustración 7: Modelos actuales PBSC

Comparte elementos comunes con los modelos anteriores como la cesta tipo abierta, el guardabarros publicitario, y la silueta reconocible. Su éxito se debe a que es una bicicleta de apariencia simple, resistente aunque algo pesada, que resulta en una solución más completa que las demás. Pese a esto, persisten los problemas comentados al principio como la regulación del sillín, y es por esto que en el presente proyecto se trabajará especialmente en el desarrollo de estos elementos con fallas comunes en todos los modelos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (no eléctricas)	DESCRIPCIÓN
Peso	24 kg
Material	Aluminio
Ruedas	26" (ICONIC) 24" (FIT)
Extras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de velocidades Shimano Nexus 3</li> <li>- Geolocalización</li> <li>- Iluminación alimentada por dínamo</li> <li>- Frenos de rodillo</li> <li>- Cesta</li> <li>- Caballete</li> <li>- Timbre</li> </ul>

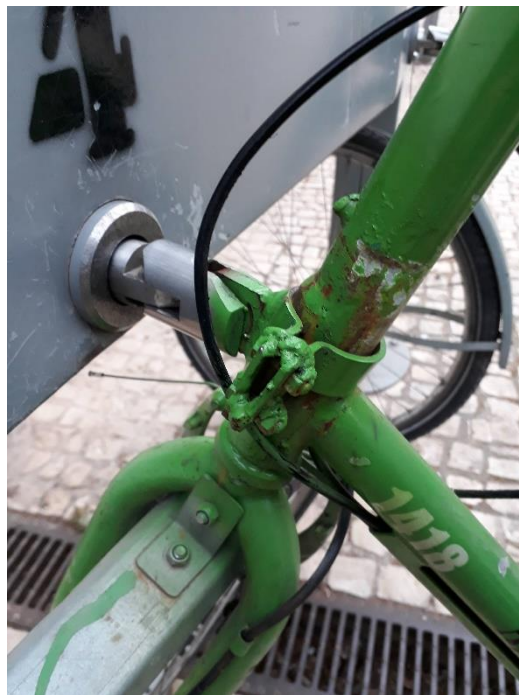
### 3.5 Sistemas de anclaje

A continuación se analizarán modelos concretos de sistemas de anclaje, para tener una idea más precisa de las soluciones actuales y su funcionamiento.

#### **BICICAS**

El sistema utilizado es un elemento independiente que se añade a la bicicleta a posteriori en el frontal.

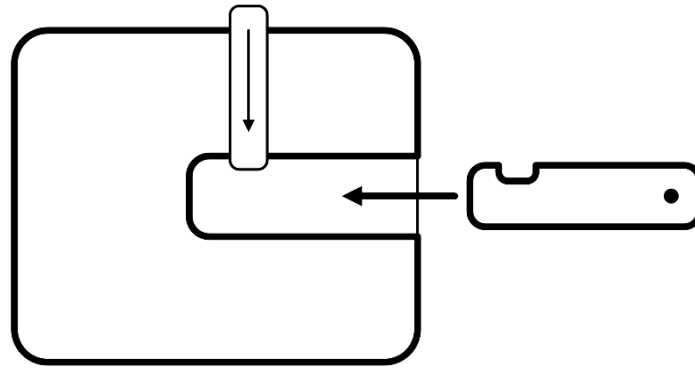
Consta de un elemento articulado en dos puntos unido mediante una brida con 4 tornillos que aseguran mediante soldadura. Esta forma de unión tan rudimentaria es precisamente una de las principales deficiencias del modelo, como se puede ver en la imagen, la unión tiende a romperse por las fuerzas a las que está sometida durante el anclaje, de forma que no solo dificulta la alineación sino que favorece la corrosión.



*Ilustración 8: Problemática del anclaje del servicio BiciCas*

La fijación ocurre al introducir el macho cilíndrico en el hueco correspondiente de la estación. La alineación de estos dos elementos no permite juego, es por eso que cuenta con la doble articulación mencionada antes, de forma que aun acercando la bicicleta con una cierta inclinación y variación de altura se puede lograr encajar el mecanismo.

Una vez introducida, la estación reconoce la bicicleta electrónicamente y baja un pasador que impide la salida del macho.



*Ilustración 9: Diagrama del funcionamiento del anclaje BiciCas*

El problema de esta articulación es que aunque posibilita un amplio rango de movimiento para alinear el macho, al no contar con ningún tipo de resorte o elemento que mantenga una posición estable, dificulta el anclaje, ya que siempre hay que guiar el macho con la mano, mientras se sujeta la bicicleta y en ocasiones mientras se levanta a pulso.

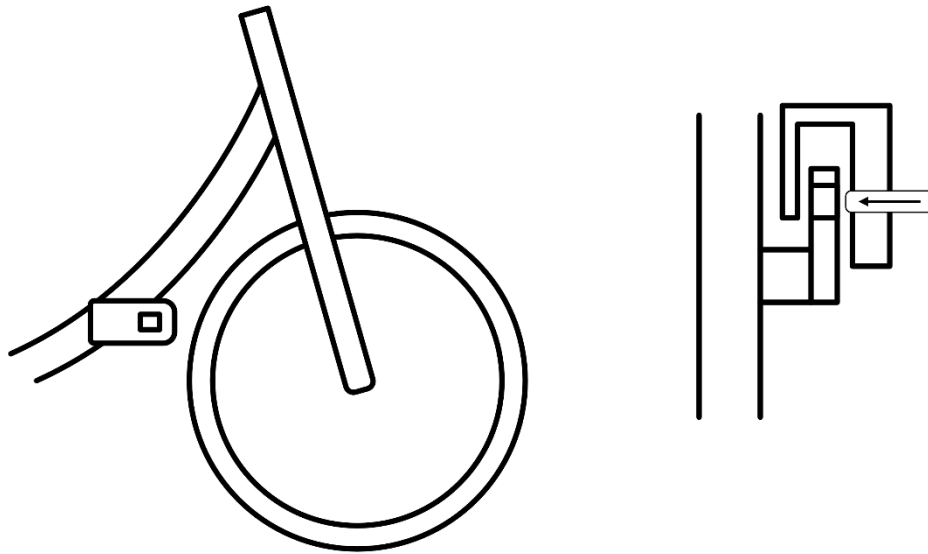
#### **VALENBISI**

Lo más interesante de este sistema es su ubicación, en el lateral del cuadro, con la intención de posibilitar el anclaje simplemente desplazando la bicicleta hacia delante.



*Ilustración 10: Anclaje lateral del servicio Valenbisi*

El mecanismo nuevamente se basa en el bloqueo mediante un pasador, esta vez lateral que encaja en el orificio del enganche de la bicicleta.



*Ilustración 11: Diagrama del funcionamiento del anclaje Valenbisi*

El principal problema de este mecanismo es que aunque no requiere levantar la bicicleta, no resuelve el problema de la alineación, únicamente incluye una ligera forma de cuña en la estación para tratar de guiar un poco la bicicleta, pero no hay libertad de movimiento en ningún elemento. Por tanto puede resultar dificultoso o puede requerir de amplias maniobras la correcta aproximación a la estación.

#### **CLEAR CHANNEL**

Este sistema si está integrado en la bicicleta pero de forma poco convencional. Se trata nuevamente de un sistema donde un macho es aprisionado, pero esta vez orientado verticalmente hacia abajo. Esto implica que inevitablemente el usuario debe levantar la bicicleta por encima de la estación para encajarla mientras alinea ambos machos.



*Ilustración 12: Anclaje Clear Channel*

El funcionamiento es el mismo que el modelo de BiciCas, el macho se introduce en el orificio de la estación, donde un elemento permite la entrada pero bloquea la salida.

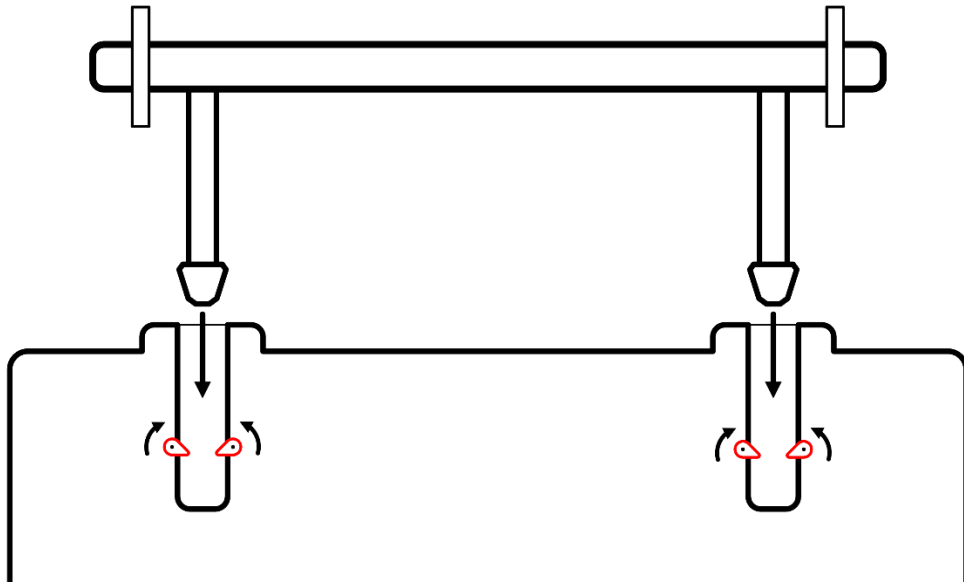


Ilustración 13: Diagrama del funcionamiento del anclaje Clear Channel

En este caso los problemas de alineación se resuelven de igual forma con dos articulaciones, solo que en este caso una de ellas es el propio giro del manillar que alinea ambos machos, que a su vez tienen movimiento respecto a la vertical. Es interesante como, ubicando el mecanismo en la parte del manillar, permite aprovechar el movimiento imprescindible para dirigir la bicicleta reemplazando una de las articulaciones de alineación.

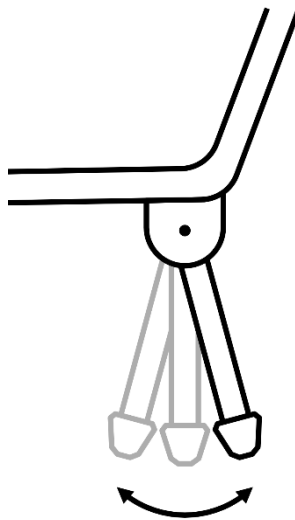


Ilustración 14: Diagrama de la articulación del anclaje

## PBSC

Una solución mejor trabajada es la siguiente, en este caso se trata de una cuña con un orificio por el cual un pasador bloquea la bicicleta. Lo interesante de este modelo es como trabaja el problema de la alineación, por un lado la forma de cuña facilita la entrada, mientras que es el propio movimiento del manillar el que proporciona la movilidad respecto al ángulo de entrada, por el otro lado cuenta con una articulación que permite un ligero cabeceo arriba y abajo del anclaje para la alineación vertical. El resultado es una forma geométrica muy limpia que además contiene la electrónica de reconocimiento.

El problema es que se ha sacrificado bastante movilidad en favor de la estética por lo que podría resultar complicado el anclaje si con el uso ocurren deformaciones, pinchazos u otros imprevistos, ya que la alineación orificio/pasador no deja margen.



Ilustración 15: Anclaje PBSC

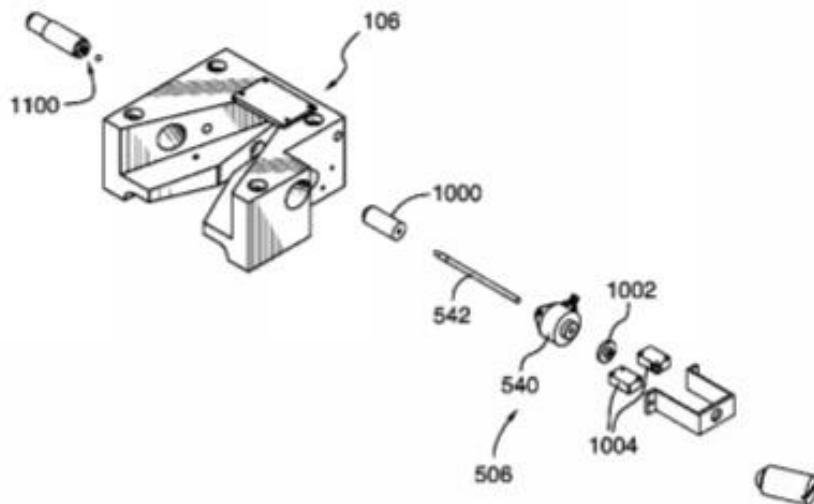


Ilustración 16: Diagrama del funcionamiento del anclaje PBSC

### 3.6 Sistemas de regulación

Todos los modelos de bicicletas del mercado utilizan el mismo sistema para regular la altura del sillín, una palanca de fricción.

Es un sistema muy simple y económico que consiste en comprimir el tubo externo con una abrazadera para que se deforme y aprisione al tubo interno, fijando así una posición. Para facilitar la deformación del tubo externo se le realiza un corte que absorberá la reducción del diámetro. Permite una regulación continua sin intervalos.



*Ilustración 17: Sistema de regulación estándar*

El funcionamiento es simple, la excentricidad de la base de la palanca genera una variación en el diámetro de la brida generando más o menos presión sobre el tubo, que al tener un corte puede deformarse elásticamente con facilidad.

El principal inconveniente es la fuerza necesaria para mover la palanca, que además cuenta con un muy mal agarre.

## 4. NORMAS Y REFERENCIAS

### 4.1. Normas

#### Bicicletas: Requisitos

- UNE-EN ISO 4210 - Ciclos. Requisitos de seguridad para bicicletas. .
- UNE-EN 15496:2008 - Bicicletas. Requisitos y métodos de ensayo para los elementos antirrobo para bicicletas.
- UNE-EN 13816:2003 – Transporte. Logística y servicios. Transporte público de pasajeros. Definición de la calidad del servicio, objetivos y mediciones.

#### Componentes y fabricación:

- UNE-EN ISO 9692-3 - Soldeo y técnicas afines. Tipos de preparación de las uniones. Parte 3: Soldeo MIG y TIG.
- UNE-EN 1011-1 Recomendaciones para el soldeo de materiales metálicos.
- UNE-EN ISO 13920 - Tolerancias generales en construcciones soldadas. Dimensiones de longitudes y ángulos. Forma y posición.
- UNE-EN 22768 - Tolerancias generales
- UNE-EN 12206 - Pinturas y barnices. Parte 1: Recubrimientos obtenidos con pinturas en polvo.
- UNE-EN ISO 10346:2015 - Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro
- UNE-EN ISO 1461:2010 - Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

#### Documentación:

- UNE 157001 – Criterios generales para elaboración de proyectos.
- UNE 1039 – Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicadores especiales.
- UNE 1035 – Dibujos técnicos. Acotación. Lista de elementos.
- UNE-EN ISO 2553:2020 – Soldeo y procesos afines. Representación simbólica en los planos. Uniones soldadas.
- UNE 1027 – Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE-EN ISO 11442 - Documentación técnica de productos. Gestión de documentos.

### 4.2. Bibliografía

#### WEBS

##### BiciCas:

<https://www.bicicas.es/>

##### Valenbisi:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Valenbisi>

##### BiZi:

<https://es.wikipedia.org/wiki/BiZi>



Bicing:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Bicing>

Movimiento Provo:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Provo\\_\(movimiento\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Provo_(movimiento))

Cyclocity/JCDecaux:

<https://www.jcdecaux.es/premioexterior#inscripcionesenior>

<https://www.clearchannel.es/productos/>

<https://www.pbsc.com/es/our-bikes/>

PBSC US Patent "Locking mechanism":

<https://pdfpiw.uspto.gov/.piw?Docid=08517162&homeurl=http%3A%2F%2Fpatft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect1%3DPTO1%2526Sect2%3DHITOFF%2526d%3DPALL%2526p%3D1%2526u%3D%25252Fnetahhtml%25252FPTO%25252Fsrchnum.htm%2526r%3D1%2526f%3DG%2526l%3D50%2526s1%3D8517162.PN.%2526OS%3DPN%2F8517162%2526RS%3DPN%2F8517162&PageNum=&Rtype=&SectionNum=&idkey=NONE&Input=View+first+page>

Información adicional:

<http://bicicletas.us.es/asignatura/T9.pdf>

Estadísticas sobre el uso de bicicletas:

[http://www.femp.es/sites/default/files/multimedia/barometro\\_bicicleta\\_2019.pdf](http://www.femp.es/sites/default/files/multimedia/barometro_bicicleta_2019.pdf)

Teoría objetivos y especificaciones:

Asignatura diseño conceptual

<https://aulavirtual.uji.es/mod/resource/view.php?id=3165240>

Tija Orbea:

<https://www.orbea.com/es-es/blog/tijas-telescopicas-revolucion-tija-ajuste-rapido-digit-orbea>

Dinamo buje:

<https://conalforjas.com/dinamos-buje/>

Tipos de pedalier:

<https://www.emeb.es/cajas-de-pedalier-tipos-y-medidas/>

<https://www.youtube.com/watch?v=l4nZCWCudBk> (roscados)

<https://www.youtube.com/watch?v=d2ct1E0gboc>

Compatibilidad neumático llanta:

[https://www.cubiertasmtb.com/blog/compatibilidad\\_llanta\\_neumatico/](https://www.cubiertasmtb.com/blog/compatibilidad_llanta_neumatico/)

## **NORMATIVA**

AENOR - Normas y Publicaciones

DIN - Normas y Borradores

UNE - Asociación Española de Normalización

## **LIBROS**

Vergara, M y Agost, M. J. (2012) "Colección de problemas de antropometría para diseño"  
Publicación de la Universidad Jaume I.

Pérez, A., Iserte, J. L., Bernat, O. (2012) "Problemas resueltos de sistemas mecánicos para diseño industrial." Publicacion de la Universidad Jaume I.

### 4.3. Programas Informáticos

Ilustraciones: Adobe Photoshop, Affinity Designer

Redacción y Maquetación: Microsoft Word

Modelado 3D y Renderizado: Solid Works

Cálculos: Excel

## 5. REQUISITOS DE DISEÑO

Conocidas las soluciones actuales, sus defectos y carencias y la normativa que rodea al objeto de este proyecto, se inicia el proceso de creación de soluciones propias que concluyan en la versión final propuesta para el sistema de bicicletas público.

Para iniciar la fase de desarrollo propiamente dicha, lo primero es definir los objetivos y especificaciones de diseño. Estos vienen definidos típicamente por el cliente, la legislación y normativa vigente, el entorno, y los propios estudios realizados entre otros posibles factores externos que condicionan las posibles soluciones. Sin embargo, para este proyecto concreto, no hay un cliente definido, por lo que se tratará como el conjunto de usuarios actuales de estos servicios, y la opinión del propio diseñador.

### 5.1 Objetivos y especificaciones

*El proceso de obtención de la lista final de objetivos y restricciones está detallado en “Volumen 2 – Anexos, 1. Diseño conceptual”*

#### LISTADO DE OBJETIVOS Y RESTRICCIONES

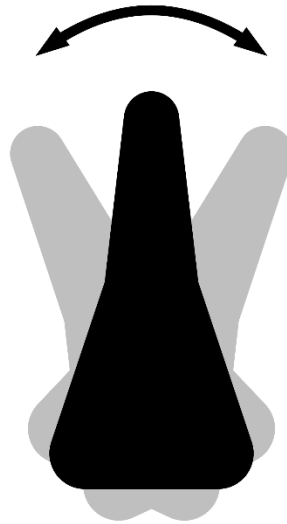
1. Disponer de iluminación. *(restricción)*
2. Maximizar la visibilidad frente a los vehículos y peatones. *(optimizable)*
3. Evitar pinchazos. *(restricción)*
4. Evitar elementos frágiles expuestos. *(restricción)*
5. Máxima resistencia mecánica. *(optimizable)*
6. Máxima resistencia a corrosión. *(optimizable)*
7. Evitar elementos que puedan ocasionar daños adicionales en caso de accidente (elementos con ángulos pronunciados en la parte frontal o similar). *(restricción)*
8. Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible. *(optimizable)*
9. Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento. *(optimizable)*
10. Permitir regulación suficiente como para englobar a los percentiles 1 y 99. *(restricción)*
11. Evitar levantar la bicicleta durante el anclaje. *(restricción)*
12. Evitar manchas de grasa y similares. *(restricción)*
13. Capacidad de carga de una mochila de 40l. *(restricción)*
14. Evitar las partes potencialmente ruidosas (referido a elementos que traquetean). *(restricción)*
15. Mínimo peso posible. *(optimizable)*
16. Debe ser lo más simple posible visualmente. *(optimizable)*
17. Fácilmente identificables. *(optimizable)*
18. Materiales de uso común. *(restricción)*
19. Materiales fácilmente mecanizables. *(restricción)*
20. Minimizar la complejidad de las piezas. *(optimizable)*
21. Fácil ensamblaje. *(optimizable)*
22. Que ocupe el menor volumen posible desmontado. *(optimizable)*
23. Que sea apilable. *(restricción)*
24. Minimizar costes. *(optimizable)*
25. La regulación debe poder efectuarse con una mano (una para accionar el sistema y otra para colocar el sillín a la altura deseada, pero nunca dos para liberar el sistema). *(restricción)*
26. Evitar que el sillín pierda la orientación frontal. *(restricción)*
27. Mejorar la resistencia a robos. *(optimizable)*

## 5.2 Propuestas iniciales

Una vez establecidas las restricciones y objetivos que debe cumplir el diseño, se procede a la realización de las primeras ideas y acercamientos a la solución final. Estas propuestas se desarrollarán en tres bloques diferenciados, regulación, anclaje y cuadro, a partir de propuestas generadas directamente por el diseñador, o basadas en metodologías como SCAMPER. De esta forma se tendrán enfoques distintos un una variedad suficiente como para realizar análisis concluyentes.

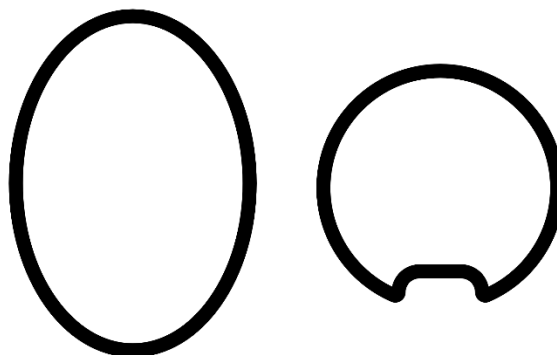
### 5.2.1 Sistemas de regulación

En primer lugar, un problema común fácil de solucionar de los modelos actuales consiste en que el sillín, durante la regulación, pierde su alineación frontal respecto a la dirección de desplazamiento, ya que la liberación permite su movimiento hacia arriba y abajo pero también la rotación. Esto es así porque los tubos son cilíndricos para que la presión ejercida por la palanca de apriete sea uniforme.



*Ilustración 18: Rotación indeseada del sillín*

Para solucionar este problema se propone el uso de perfiles no circulares, por ejemplo elípticos o con hendiduras que impidan el giro dependiendo del tipo de sistema utilizado finalmente.

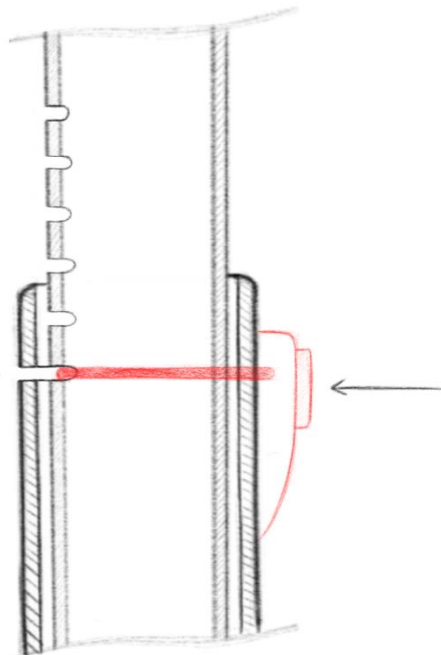


*Ilustración 19: Perfiles no circulares de la barra del sillín*

## PROPUESTAS DIRECTAS

### - Botón

La primera solución que aparece al plantear el problema es la sustitución del sistema actual de fricción por un botón. Este es un sistema de regulación discreta en intervalos, y no de regulación continua como ofrece el sistema actual. Estos sistemas son mucho más ágiles y sencillos de utilizar y no requieren tanta fuerza para liberarlos, ya que no se basan en la fricción, que tiende a atascarse por el óxido y el propio uso, sino que utilizan bloqueos mecánicos. Además los trayectos que se recorren en este tipo de bicicletas son reducidos como para que se pueda apreciar cualquier tipo de incomodidad que pudiese corregirse con una regulación continua.



*Ilustración 20: Boceto de sistema de regulación mediante botón*

La intención es incluir un botón grande y vistoso, en la misma zona que donde se encuentra la actual palanca de fricción, que accione un mecanismo para liberar el sillín. Las diferentes alturas posibles estarán definidas por una serie de orificios, que conjuntamente con el mecanismo conectado al botón, liberarán o bloquearán la regulación.

De esta forma, los usuarios fácilmente podrán reconocer la función y funcionamiento de este elemento, que además será mucho más sencillo de manipular, puesto que solo se requiere vencer la fuerza que ejerce el muelle que mantiene en posición al mecanismo. Además puede accionarse con una única mano, mientras la otra mueve el sillín a la posición deseada.

Una primera aproximación al mecanismo sería la siguiente:

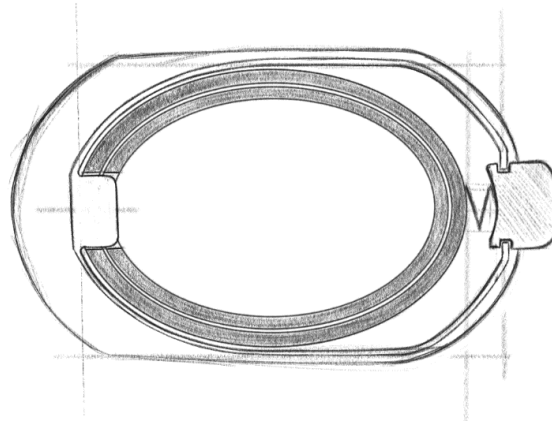


Ilustración 21: Boceto de mecanismo aproximado del botón

Consiste en un botón que acciona una pieza metálica que rodea el tubo del sillín hasta la parte posterior donde se encuentran las ranuras, de forma que al pulsar, la pieza de bloqueo saldrá de la ranura interior liberando el sistema. Este mecanismo estaría protegido por una carcasa de plástico para prolongar la vida útil.

### SCAMPER

- S (Sustituir)

Sustituye la palanca de fricción por un elemento que funciona como un gatillo que extrae o introduce un pin metálico en los diferentes orificios del tubo interno para seleccionar la altura deseada.

Funciona de manera similar a un botón pero el mecanismo es más simple, por lo que puede resultar más económico y resistente.

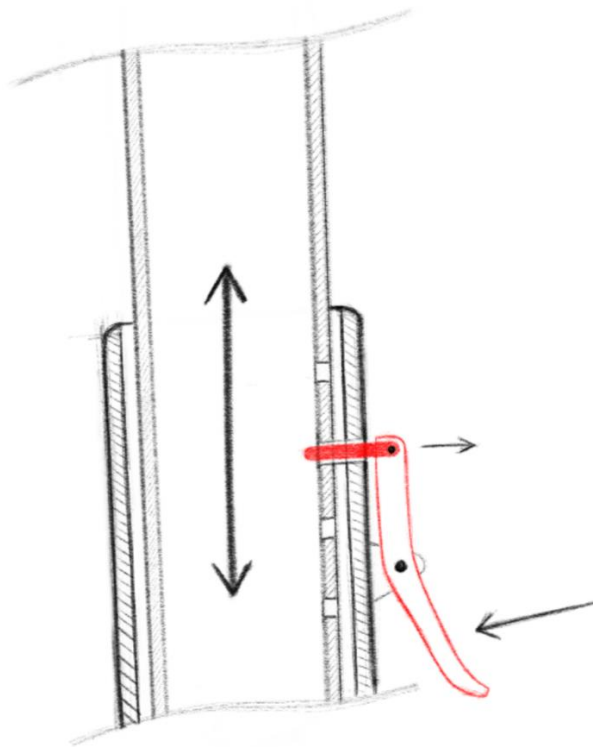
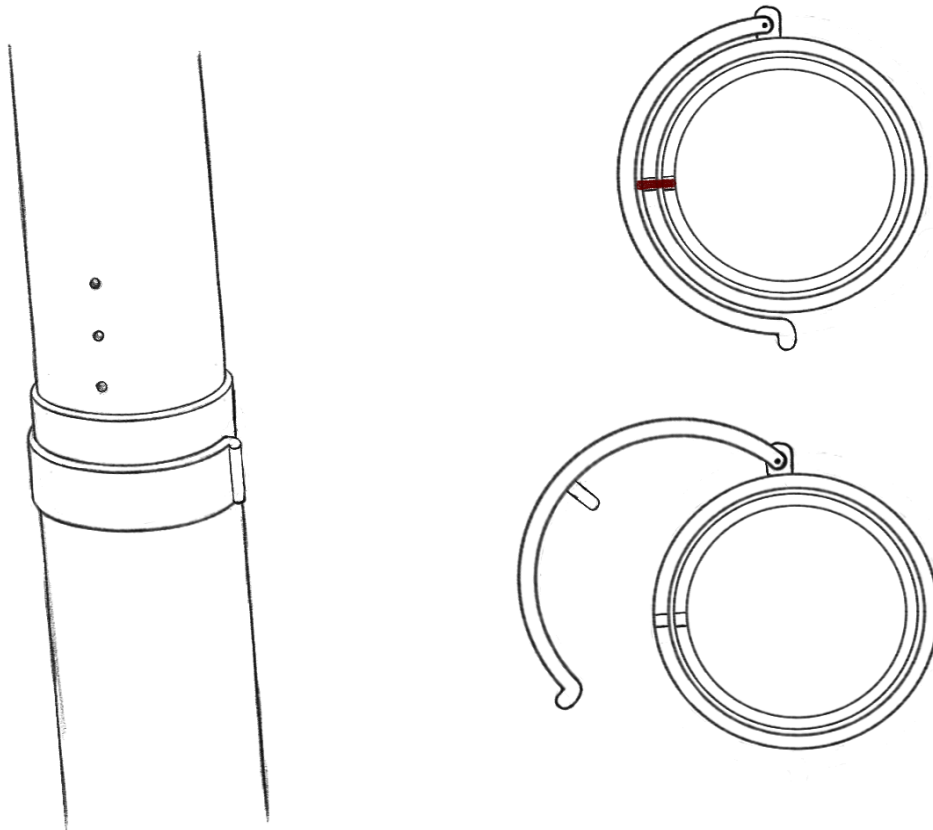


Ilustración 22: Boceto de sistema de regulación mediante palanca

- C (Combinar)

La idea surge de combinar el movimiento y apariencia del mecanismo actual de fricción con el tipo de regulación discreta que ofrece las ventajas comentadas anteriormente. Con esto se obtiene un mecanismo que se utiliza de la misma forma que el actual, por lo que nadie tendrá problemas en entender su funcionamiento, pero que requiere mucha menos fuerza. Además queda muy bien integrado en el propio tubo, resistiendo muy bien los impactos.



*Ilustración 23: Boceto de sistema de regulación tradicional sin fricción*

- A (Adaptar)

Algunas cajas, baúles o similares adoptan este sistema de cierre que no necesita de muelles (aunque se pueden incluir para mayor seguridad).

Variando un poco la geometría y posición de los elementos se puede lograr un movimiento horizontal de la varilla que actuará como bloqueo en conjunto con las ranuras del tubo interno.

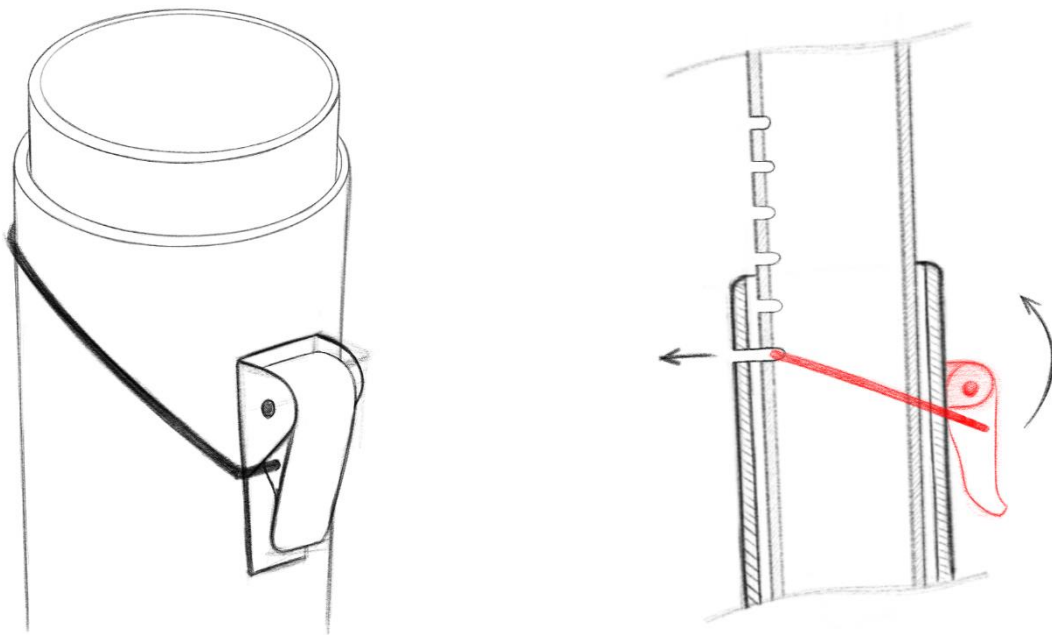


Ilustración 24: Boceto de sistema de regulación con cierre

- M (Modificar)

En vez de utilizar un movimiento lineal para liberar el bloqueo, como los botones, se propone aprovechar el movimiento de torsión.

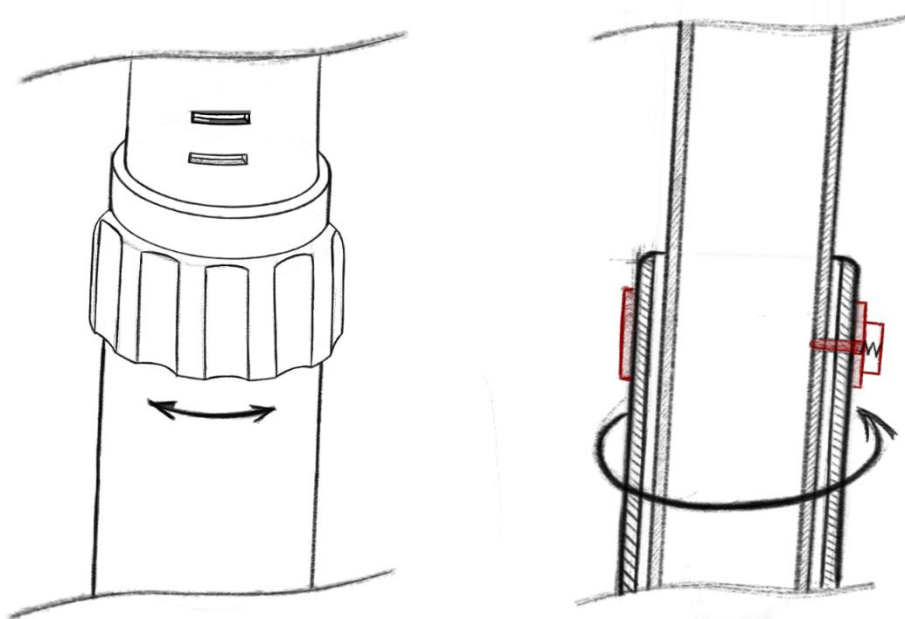
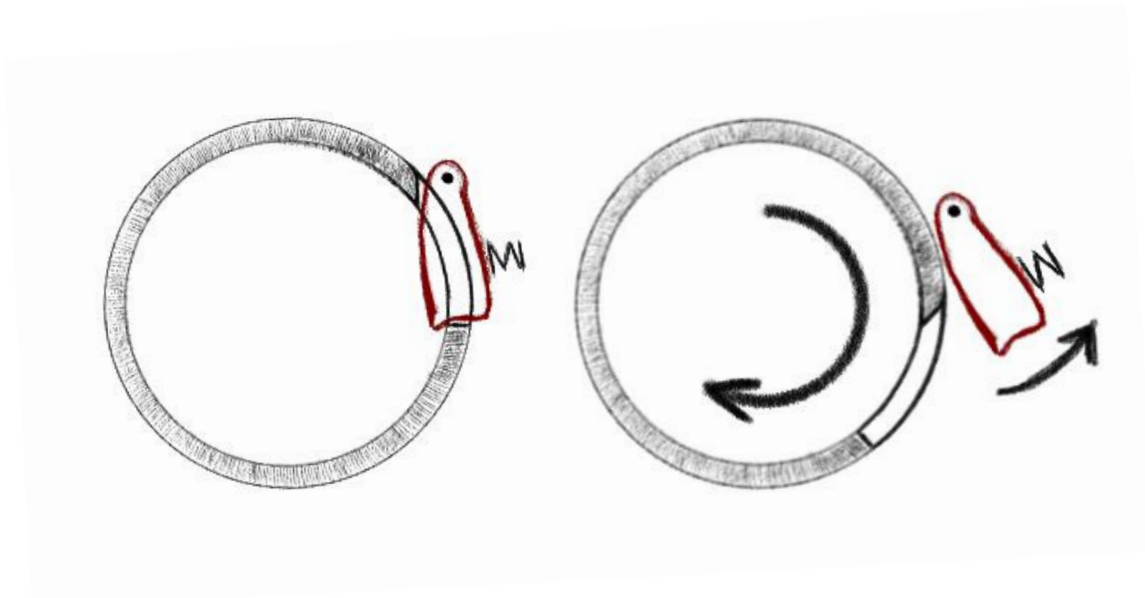


Ilustración 25: Boceto de sistema de regulación con bloqueo giratorio



Con este tipo de movimiento, se evitan elementos protuberantes que puedan resultar dañados y todo el mecanismo y partes móviles queda protegidas por un único elemento externo con el que interactuará el usuario.



*Ilustración 26: Boceto del mecanismo aproximado de bloqueo con giro*

El mecanismo interno será similar al esquema previo, donde un elemento de bloqueo se introduce en la ranura correspondiente a la altura deseada. El desbloqueo se produce al girar gracias a la inclinación del lateral de la ranura que actúa de guía para que el bloqueo se retraiga. Todo estaría protegido en una carcasa plástica que serviría como accionador para el usuario.

- P (Proponer otros usos)

Un problema recurrente en el servicio son las averías leves, que sin ser complicadas de reparar, imposibilitan o dificultan en gran medida el uso de la bicicleta comprometiendo la seguridad del usuario y entorno. Estos problemas pueden variar entre desajustes del cable de freno, tornillos aflojados en la unión de sillín etc.

Este tipo de desperfectos podrían ser reparados de forma sencilla por cualquier tipo de usuario apretando o ajustando algún tornillo sin necesidad de pasar por el servicio técnico. Sin embargo no se cuenta con la herramienta necesaria para la tarea.

La solución que se propone es utilizar un sistema de bloqueo basado en un elemento roscado que se introduce en los orificios de regulación similares a las propuestas anteriores. El elemento diferenciador sería incluir en la punta de este elemento bloqueante una punta de destornillador que pueda servir para solventar los problemas antes mencionados en caso de necesidad.

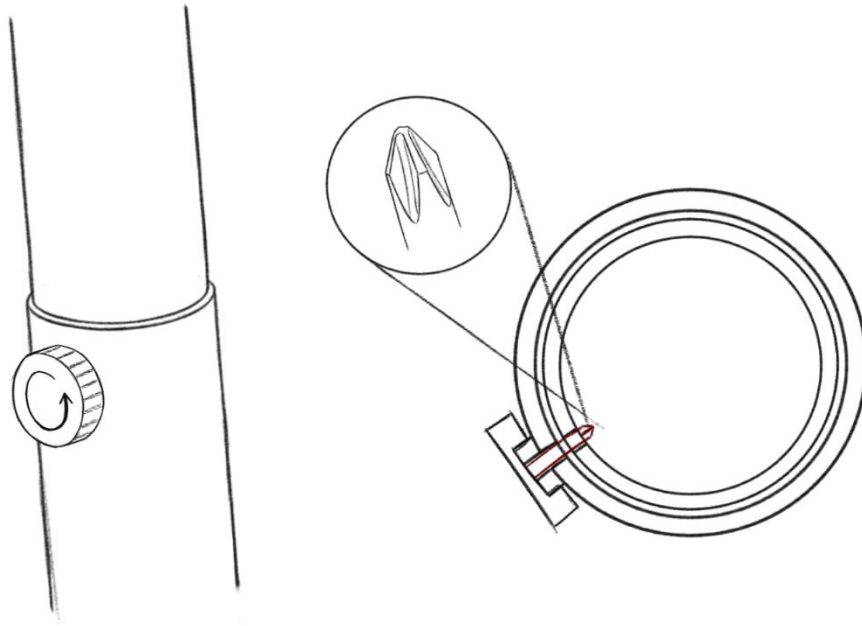


Ilustración 27: Boceto de sistema de regulación con usos alternativos

- E (Eliminar)

La mayoría de los sistemas de regulación añaden un elemento adicional para realizar esta función, sin embargo otro enfoque puede ser simplemente generar en el tubo interno una guía para un pin en el tubo externo que permita bloquear el conjunto según el posicionamiento de los tubos.

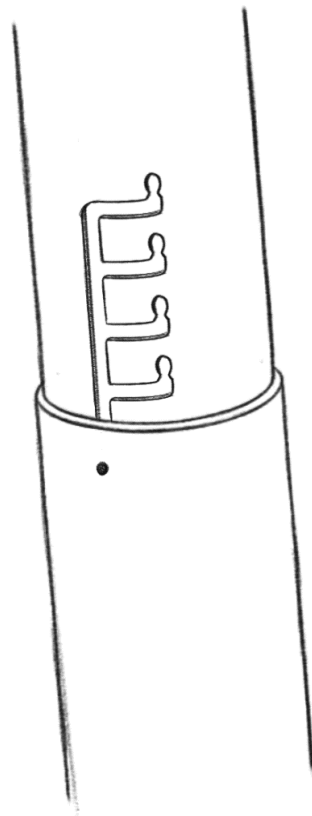
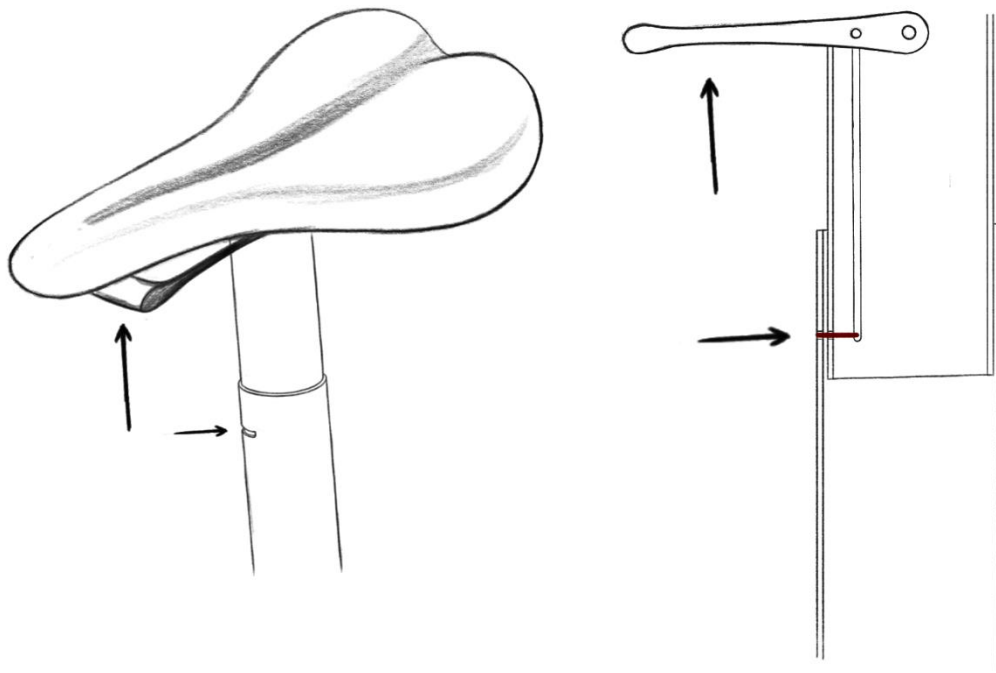


Ilustración 28: Boceto de sistema de regulación integrado en el tubo

- R (Reordenar)

Como última propuesta, modificar la posición del accionador puede traer algunos beneficios, no es necesario que el mecanismo este ubicado en la parte externa de la intersección entre los dos tubos.

En este caso, ubicándolo debajo del propio sillín sería posible regular la altura mientras se está sentado en la bicicleta, o facilitaría la regulación siendo posible liberar el bloqueo y ajustar la altura con la misma mano, mientras la otra únicamente sujeta firmemente la bicicleta.



*Ilustración 29: Boceto de sistema de regulación con palanca en el sillín*

El funcionamiento del mecanismo sería una palanca que realiza la función de actuador, ubicada en la parte inferior del asiento, que accionaría por medio de un mecanismo interno del tubo del sillín el pin o elemento de bloqueo.

### 5.2.2 Sistemas de anclaje

El principal objetivo con el desarrollo de un sistema de anclaje es lograr que el usuario no necesite levantar la bicicleta durante el proceso de extracción y devolución.

Existen principalmente dos escenarios en que el usuario necesita levantar la bicicleta, en primer lugar, si el elemento fijo (lugar al que se ancla) está más alto que la bicicleta. Esto puede suceder si el sistema no contempla posibles variaciones de la altura de la bicicleta fruto de un pinchazo, deformación o cualquier otro. Para evitar esta situación se debe prever que el sistema sea capaz de anclar en un rango de alturas aceptable.

La otra posible situación es que el usuario se aproxime con demasiado ángulo respecto a la perpendicular del elemento fijo. En este caso, si el sistema no admite la desviación, el usuario necesitará levantar la bicicleta para poder maniobrar y corregir el ángulo de entrada.

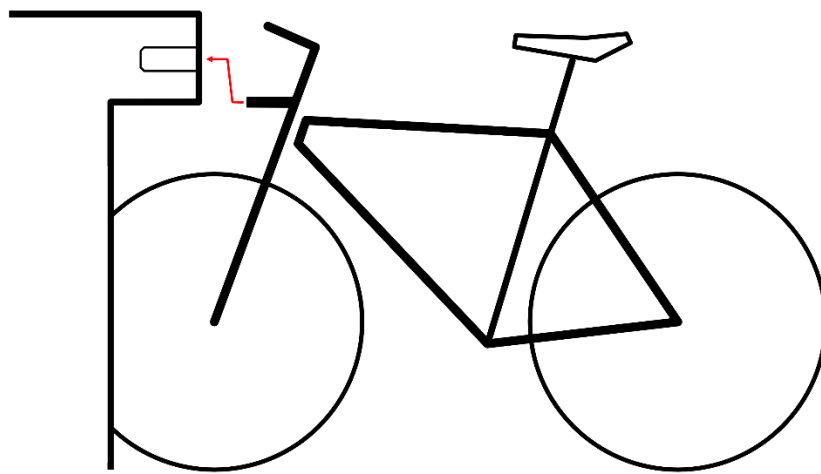


Ilustración 30: Problemas de alineación vertical

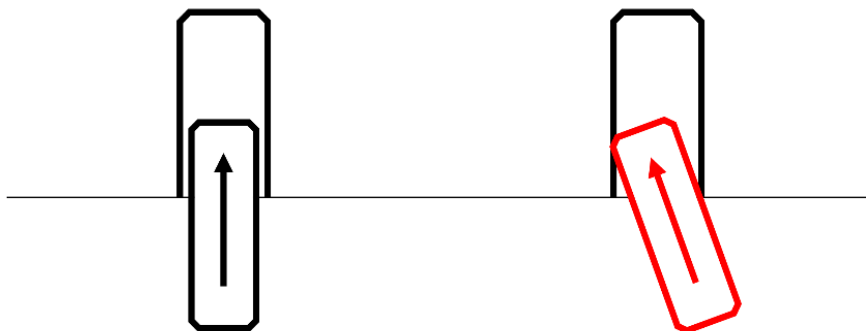


Ilustración 31: Problemas de alineación angular

## PROPUESTAS DIRECTAS

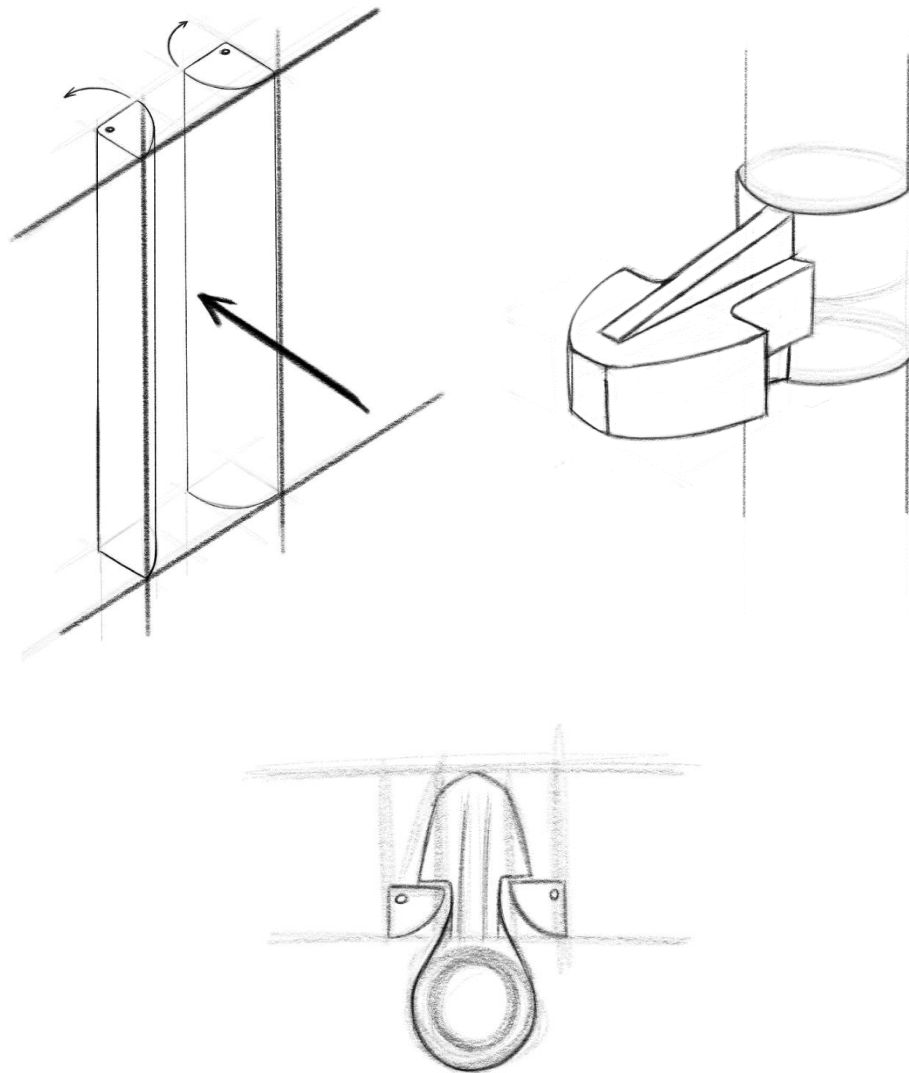
### - Anclaje tradicional

Basado en el anclaje convencional que presentan muchos servicios actuales, donde la bicicleta presenta un elemento saliente en la parte frontal que encaja en la estación, esta propuesta soluciona los problemas mencionados antes para evitar levantar la bicicleta.

El bloqueo se produce por acción de dos elementos móviles con forma de cuña, que pivotan sobre su ángulo recto únicamente hacia el interior, de forma que permiten que la protuberancia de la bicicleta entre, y quede atrapada por su geometría.

Para evitar el problema de alineación vertical, las cuñas tendrán una longitud superior a la necesaria de forma que pueda anclarse cualquier elemento en cualquier altura dentro de ese rango. Por otro lado la geometría permite cierto juego en relación al ángulo de entrada de la bicicleta.

El resultado es una pieza sólida en la bicicleta, y unos elementos móviles muy robustos en la estación, que permitirán una larga duración.



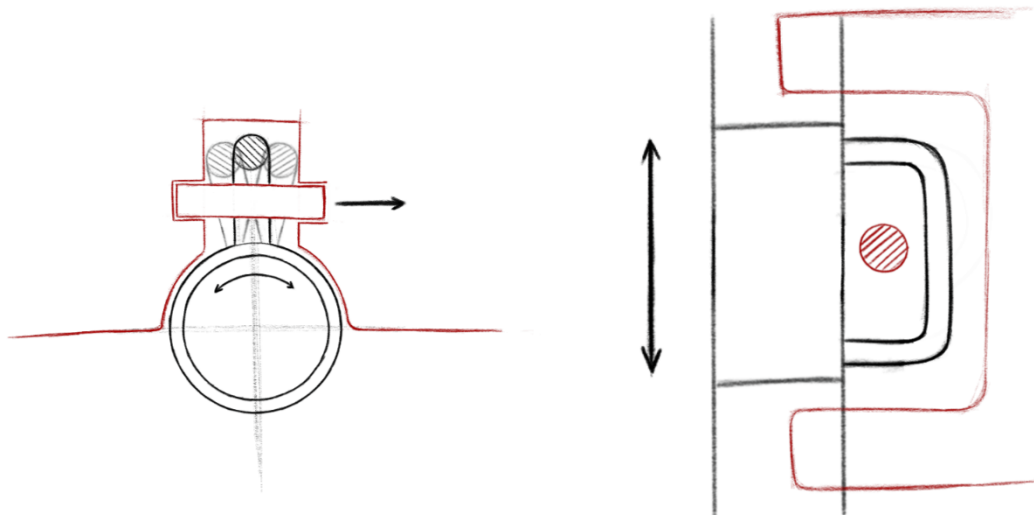
*Ilustración 32: Boceto de sistema de anclaje tradicional*

- Argolla vertical

Tratando de simplificar al máximo el anclaje, la solución consiste en incluir únicamente en la bicicleta una argolla, de forma que al introducirla en la estación un pasador impida la salida.

Para evitar el problema de alineación vertical, la argolla tendrá un hueco significativamente más largo que el pasador, de forma que este pueda bloquear la bicicleta a diferentes alturas. Para la alineación respecto al ángulo de entrada, dejando cierta anchura adicional a la argolla respecto al diámetro del pasador, permite un rango muy amplio de ángulos de entrada.

Otra ventaja muy relevante es la seguridad adicional que ofrece, ya que la argolla, cuando la bicicleta está anclada, está totalmente oculta, e imposibilita el ataque mediante herramientas de corte o similares, ya que sería necesario dañar parte de la estructura principal de la bicicleta inutilizándola.



*Ilustración 33: Boceto de sistema de anclaje con argolla vertical en la dirección*

- Argolla horizontal

Una variación del elemento anterior, modificando la disposición de la argolla.

Con esta configuración, la alineación vertical se define con la altura del pasador, mientras que la propia geometría de la argolla es la que permite la variabilidad en el ángulo de entrada. Esta versión sacrifica un poco de la simplicidad del anterior en favor de mejorar la aceptación del ángulo de entrada.

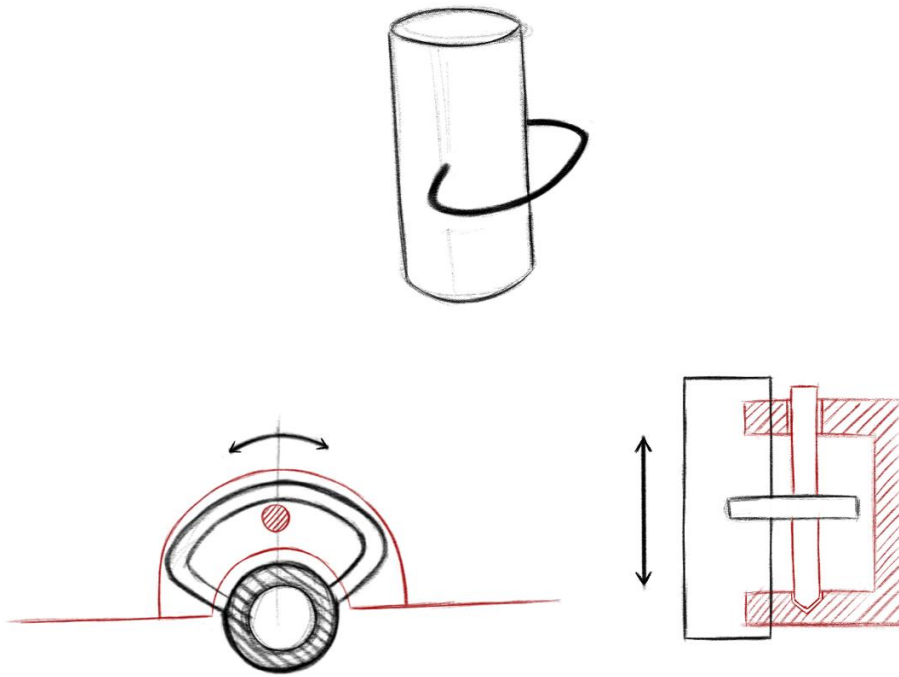


Ilustración 34: Boceto de sistema de anclaje con argolla horizontal en la dirección

- Anclaje sin modificación en la bicicleta

Otra alternativa es evitar incluir un elemento específico para el anclaje en la propia bicicleta, de forma que todo el mecanismo quede en la estructura de la estación.

El concepto básico sería un elemento móvil que aprisiona la bicicleta por debajo del manillar, permitiendo suficiente libertad tanto de altura como de angulación.

De esta forma casi cualquier tipo de bicicletas pueden anclarse, favoreciendo que aun cambiando el modelo no sea necesario instalar nuevas estaciones.

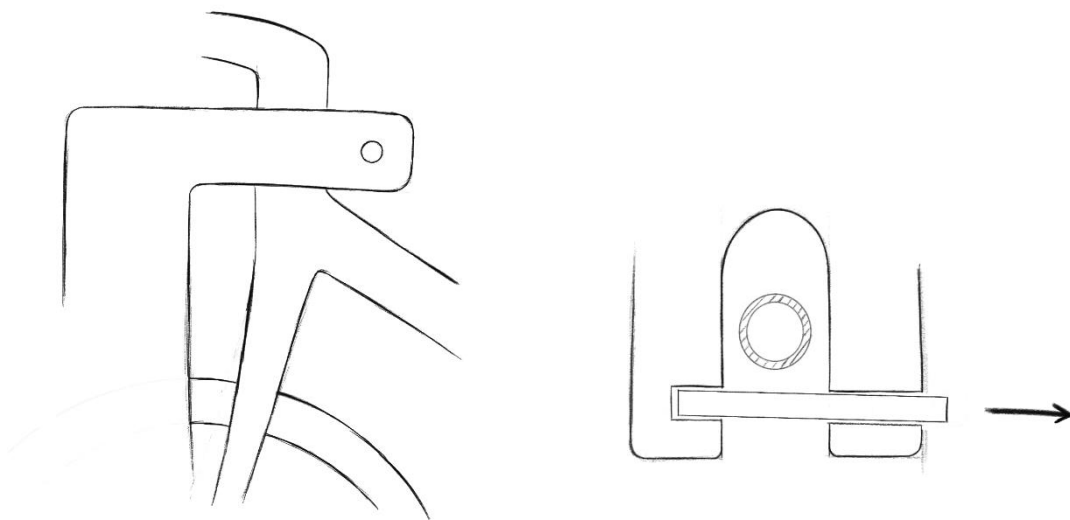


Ilustración 35: Boceto de sistema de anclaje externo a la bicicleta

## SCAMPER

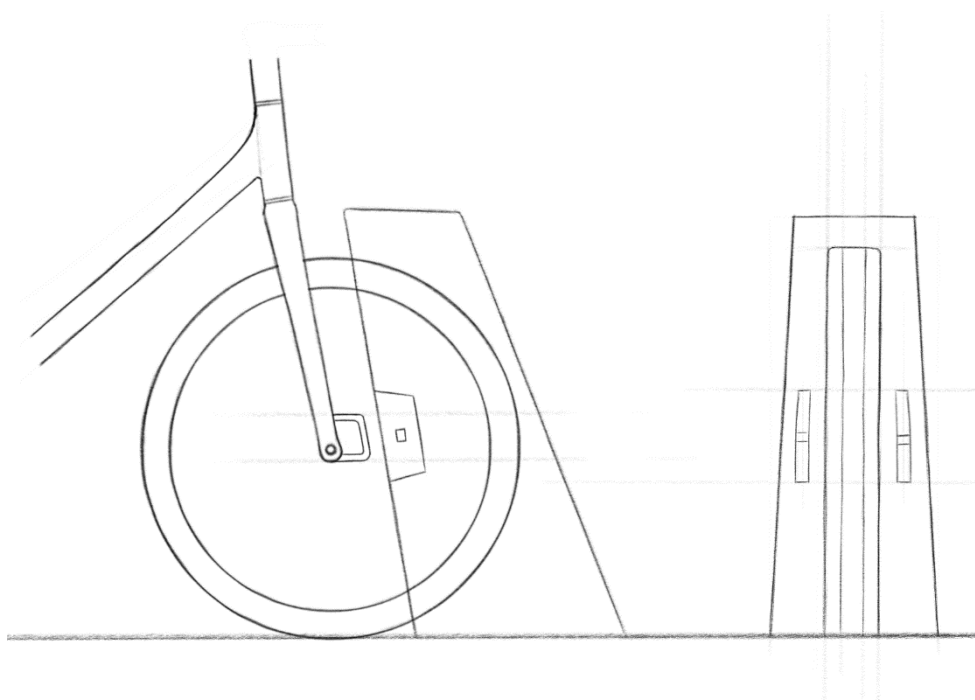
- R (Reordenar)

Puesto que la mayoría de propuestas y modelos actuales incluyen el elemento de anclaje en la parte superior del frontal de la bicicleta, y basado en algunos conceptos extraídos de los antecedentes, se propone incluir el anclaje en la horquilla de la bicicleta.

De esta forma, por un lado se puede instalar una estación menos voluminosa e invasiva, y por otro lado hace muy cómoda la extracción y devolución, ya que se trata de guiar la bicicleta como si se caminase al lado de la forma habitual.

La rueda actúa como guía para alinear los elementos, entrando en una ranura con forma de cuña que centra la bicicleta, además al formar parte del elemento móvil de la dirección, permite una fácil alineación en referencia al ángulo de entrada, pues la bicicleta puede estar torcida y el manillar puede alinearse sin problema.

La diferencia fundamental reside en la posición del elemento de anclaje, puesto que la bicicleta cuenta con dos partes diferenciadas desde el punto de vista de la orientación. Por un lado la rueda trasera, cuadro principal y sillín, que definen la dirección actual de la bicicleta, y por otro el manillar horquilla y rueda delantera, que definen la dirección futura. Si el anclaje se ubica en la primera parte, como es habitual, su dirección y por tanto ángulo de entrada no son alterados de inmediato por el manillar, sino que requiere de un avance para modificarse, por el contrario los elementos en la segunda parte se mueven al unísono con el manillar incluso sin movimiento de avance. Esto facilita en gran medida la alineación



*Ilustración 36: Boceto de sistema de anclaje con argolla vertical en la horquilla*



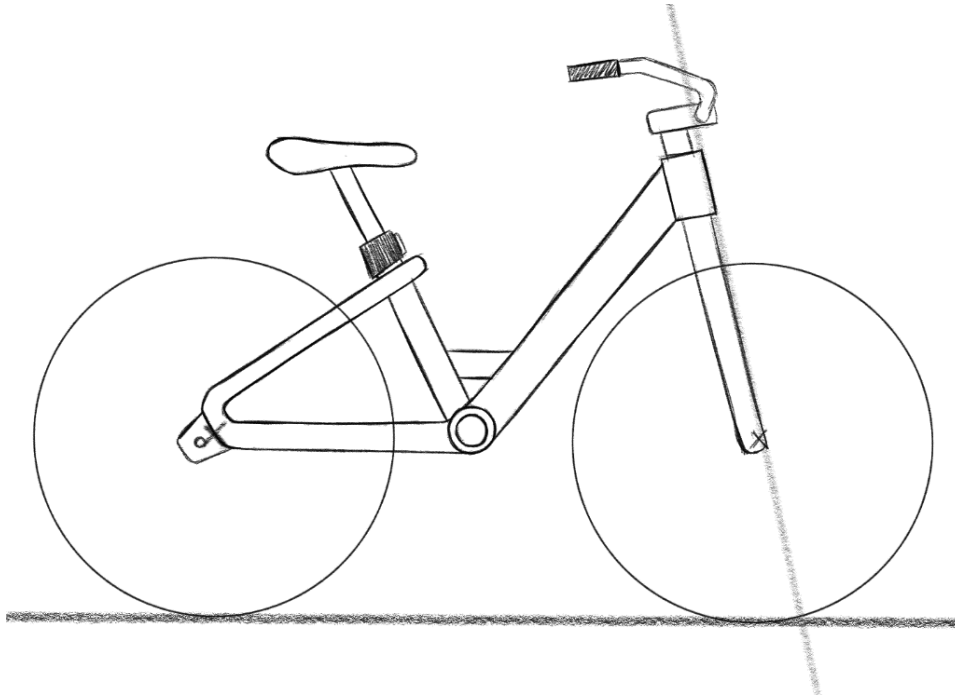
### 5.2.3 Cuadro de la bicicleta

Los principales objetivos que debe cumplir el cuadro son, la resistencia al entorno y esfuerzos, y la diferenciación de los modelos convencionales para disuadir el robo.

La intención es que el cuadro sea reconocible aún sin los elementos como cesta, guardabarros y anclaje, y pintada de otro color con el fin de disuadir a los ladrones.

A continuación se plantean algunas propuestas formales de las líneas básicas de la bicicleta.

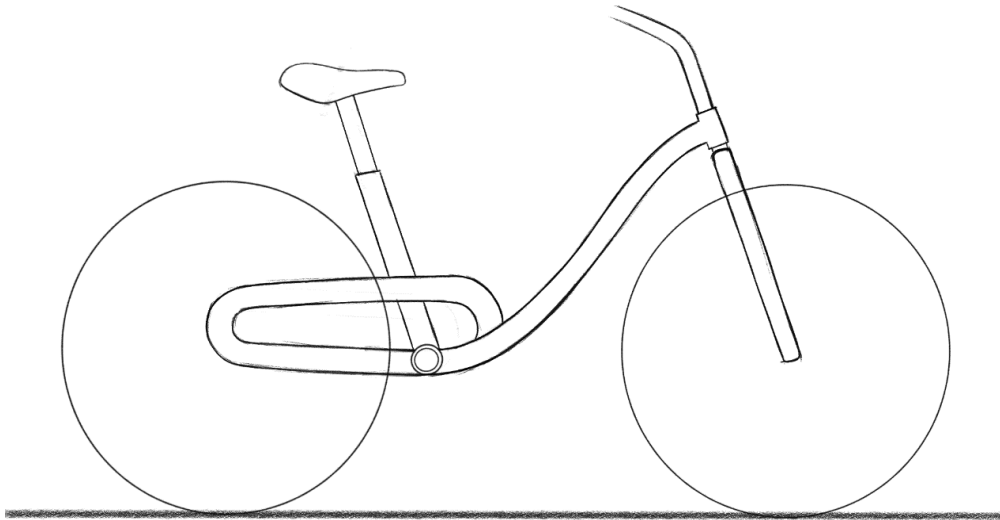
La propuesta final debería poder fabricarse a partir de tubos cilíndricos, rectangulares o elípticos con el fin de simplificar la fabricación.



*Ilustración 37: Boceto de cuadro de bicicleta 1*

Este primero modelo, está basado en el aspecto de los modelos de PBSC, con un tubo central de gran tamaño muy distintivo, y una apariencia general muy compacta y de aspecto muy resistente con ángulos bastante agresivos.

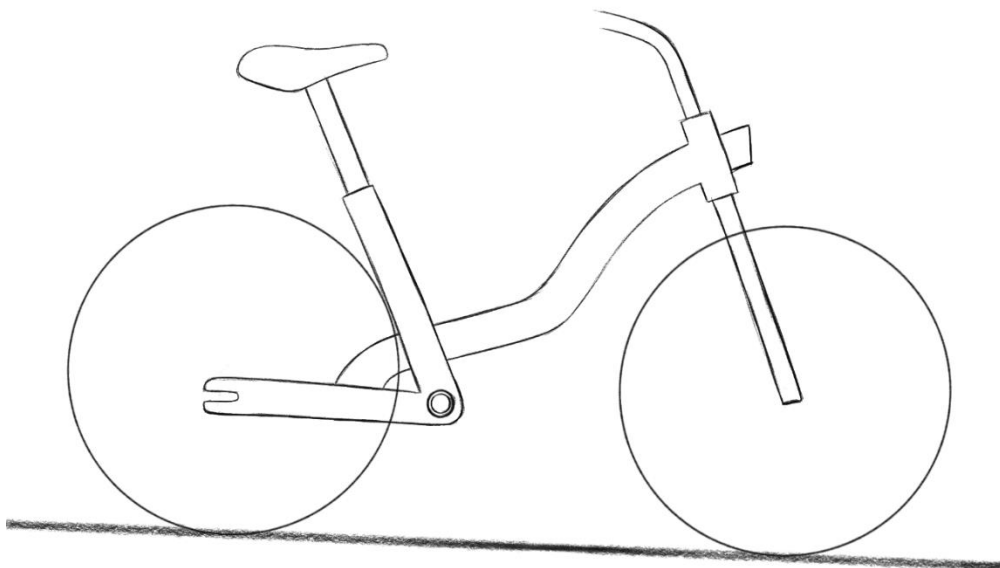
El tubo que actúa como refuerzo trasero, desde el eje hasta la parte superior de la barra del sillín, abrazaría por encima esta última barra, rodeándola y actuando, en primer lugar como protección adicional para la carcasa del sistema de regulación, y en segundo lugar como elemento diferenciador inalterable por un ladrón.



*Ilustración 38: Boceto de cuadro de bicicleta 2*

Esta segunda versión es mucho más estilizada, con curvas suaves, inspirada en las formas más clásicas de las bicicletas antiguas. La barra central necesitaría de un estudio detallado de dimensiones mínimas, ya que de necesitar ser demasiado gruesa rompería la estética general.

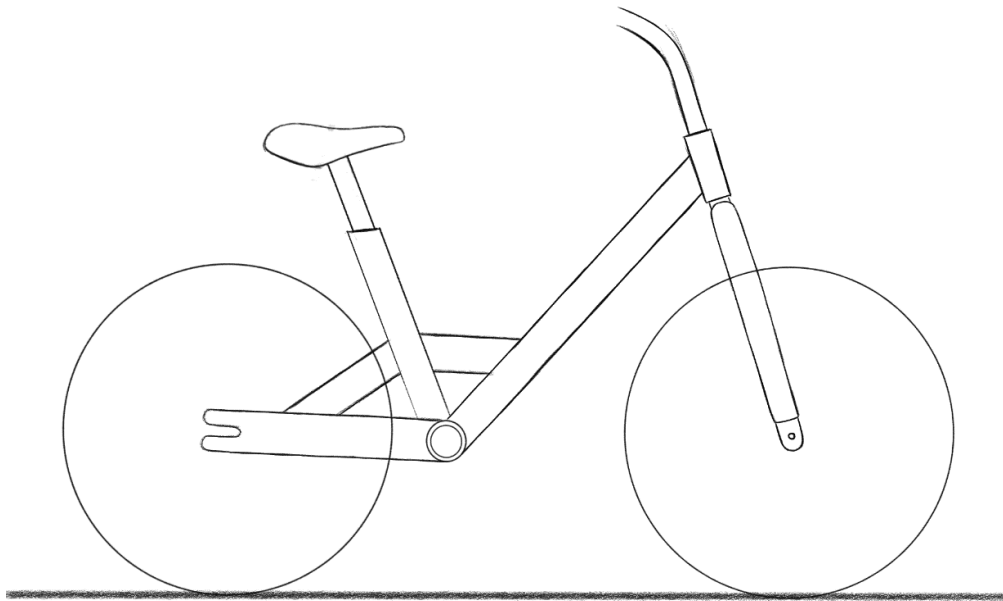
El elemento más diferencial es el balancín trasero que se une con la barra de refuerzo central formando un circuito cerrado, que rompe con el triángulo tradicional, y resultaría igualmente imposible de camuflar para un posible robo.



*Ilustración 39: Boceto de cuadro de bicicleta 3*

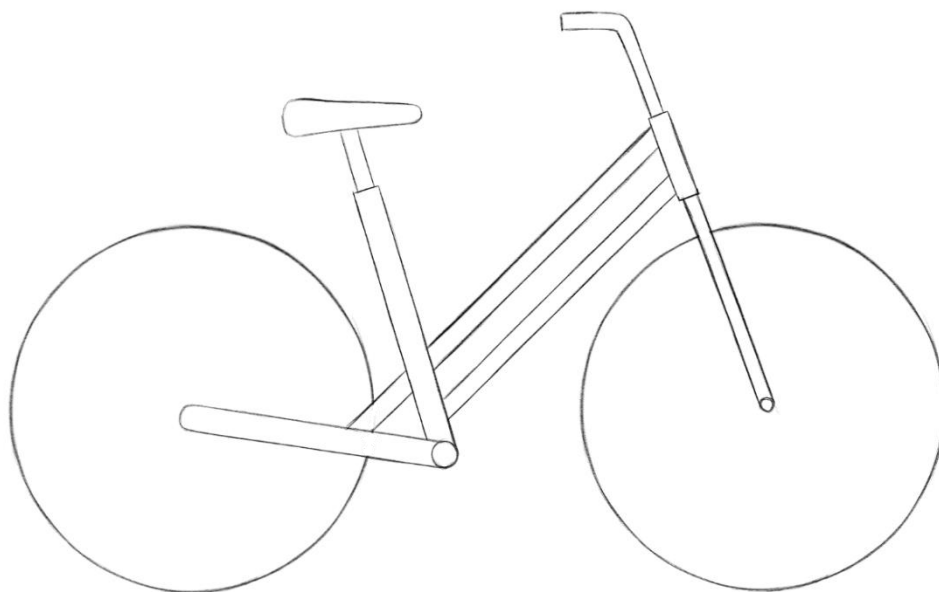
El tercer modelo junta conceptos de los dos anteriores, por un lado la gran barra central, esta vez con una forma más distintiva, que emerge recta del tubo del sillín, para luego tomar la curva del neumático, por otro elimina el triángulo trasero, añadiendo un balancín más grueso y un pequeño refuerzo que sigue la línea de la barra central. Introduce además un nuevo distintivo como es el desplazamiento de la barra central del eje pedalier, a una posición más elevada.

Todos estos elementos le dan una estética inconfundible muy adecuada.



*Ilustración 40: Boceto de cuadro de bicicleta 4*

Esta versión es una variante menos ostentosa que la anterior, que quizás podría resultar más agradable estéticamente, con líneas rectas, y en general más acorde a los gustos habituales, sin renunciar a los elementos distintivos de la barra central o el balancín trasero, aunque esta vez sí recuperando la posición tradicional de la barra en el eje pedalier.



*Ilustración 41: Boceto de cuadro de bicicleta 5*

Por último, haciendo una selección de las características anteriores más interesantes, esta versión adopta el balancín flotante trasero, la desviación de la barra central del eje pedalier, pero utilizando líneas rectas y añadiendo una doble barra principal que aparente mayor estilización y ligereza que la gran barra propuesta anteriormente, y además genera una línea interesante con el refuerzo trasero muy atractiva.

Está será por tanto las silueta final del cuadro.

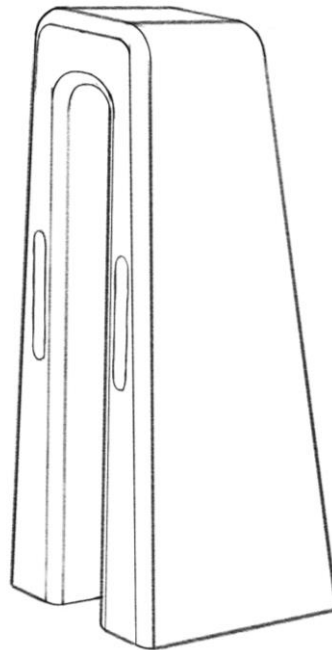
## 6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Definidas las posibles soluciones, se procede con el análisis y evaluación de cada una de ellas para decidir cuál será la que se desarrolle finalmente. Una vez definidos los sistemas que se utilizarán, se procederá a la selección de los elementos comerciales que conformarán el conjunto de la bicicleta para poder así definir formalmente el cuadro principal.

Cada uno de los elementos (cuadro, sistema de regulación y sistema de anclaje), será evaluado por dos métodos, DATUM y objetivos ponderados, teniendo en cuenta que objetivos de la lista general son aplicables a cada uno de los tres elementos concretos.

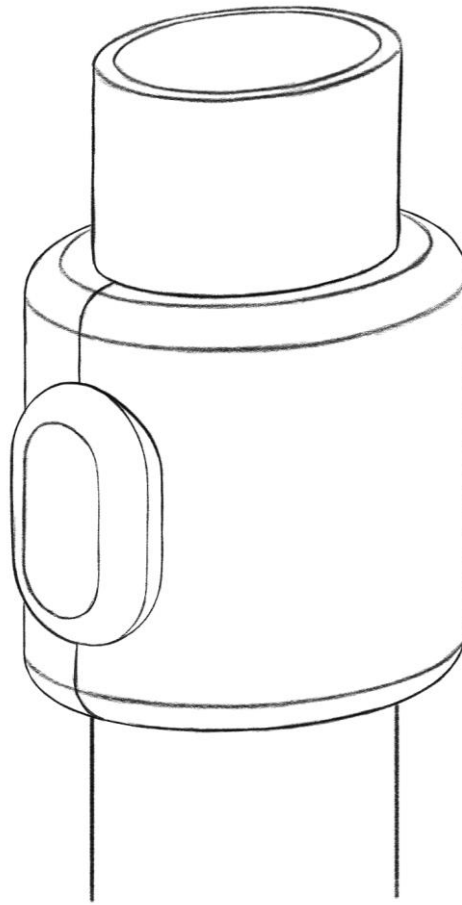
*El proceso de evaluación y los cálculos realizados en ambos métodos están detallados en "Volumen 2 – Anexos, 2. Análisis de soluciones"*

De la aplicación de los métodos de evaluación, se concluye que las mejores alternativas son, El botón para regular la altura, y el anclaje mediante argollas verticales en la horquilla.



*Ilustración 42: Primera aproximación al sistema de anclaje tras evaluación*

La ventaja de esta opción es que ocupa poco espacio, y sobretodo es muy fácil de utilizar, aprovecha de forma muy natural la acción habitual de caminar al lado de la bicicleta dirigiendo con el manillar. Además al utilizar la rueda como centrador y teniendo en cuenta el juego que permite es muy sencillo de utilizar.



*Ilustración 43: Primera aproximación al sistema de regulación tras evaluación*

Al final, el botón es el mejor valorado por su excelente desempeño en todos los campos evaluados, pero especialmente destaca por lo intuitivo que resulta. Difícilmente un usuario va a dudar del funcionamiento ya que por un lado un botón es un elemento muy habitual, y su posición facilita la comprensión, además de resultar muy visible.

La intención de diseño es fabricar las piezas exteriores, botón y carcasa, de plástico por inyección, haciendo que la carcasa sean dos elementos desmontables.

## 6.1 Elementos comerciales

Una vez finalizada la selección de las propuestas propias, se procede al estudio y evaluación de diferentes componentes comerciales que compondrán la bicicleta.

Cabe destacar que son propuestas de elementos ya existentes que mejorarían considerablemente, desde el punto de vista de este trabajo, la experiencia de los usuarios, pero se aleja un poco de los objetivos e intención del proyecto. Por tanto aunque se incluirán más adelante en el apartado de costes, no se sumarán al coste global, quedando como información adicional.

En primer lugar, se enumeran todos los posibles elementos que podrían llegar a incluirse en una bicicleta para que posteriormente se seleccionen aquellos que se consideran necesarios atendiendo a los objetivos generales.

- Ruedas
- Sistema de freno
- Sistema de propulsión (cadena, pedales, platos...)
- Dirección
- Iluminación (delantera, trasera, adicionales)
- Guardabarros
- Timbre
- Cesta (delantera y trasera)
- Sillín
- Caballete
- Puños
- Cubrecadenas
- Cambio de marcha
- Dinamo
- Reflectantes

### **ELEMENTOS BÁSICOS**

Los siguientes elementos son imprescindibles para el correcto funcionamiento de la bicicleta.

- Ruedas

Para la selección de ruedas hay que tener en cuenta multitud de factores, principalmente referidos al tipo, tamaño y grosor de neumático y llanta y si se quiere o no incluir dinamo en el buje.

El tamaño de rueda estándar para este tipo de bicicletas es de 26" o 28" si se busca mayor capacidad de absorber los baches y las irregularidades del terreno.

En cuanto al el ancho de neumático, entre 35 y 44 mm sería lo más recomendable, teniendo en cuenta que a mayor anchura mejor agarre, mayor resistencia pero mayor rozamiento.

Para evitar cualquier tipo de pinchazo, existen neumáticos macizos, aunque absorben peor las irregularidades y pueden presentar algunos problemas de agarre en pavimento mojado. Otra opción, es instalas neumáticos "tubeless" que eliminan la cámara de aire de forma similar a los coches, que proporcionan cierta capacidad de auto reparación a pequeños pinchazos, pero la reparación es más costosa.

Puesto que la iluminación forma parte de las restricciones impuestas al producto, la inclusión de una dinamo de buje se presenta como la mejor opción, ya que queda mejor integrada y protegida y no requiere de recargar baterías ni mantenimiento. Otra opción es incorporar una dinamo externa, o instalar una batería para alimentar la iluminación.

Teniendo en cuenta todas las variantes mencionadas antes, la solución adoptada será la siguiente.

Se utilizarán neumáticos macizos, ya que las desventajas vienen principalmente en condiciones de lluvia, poco frecuentes en las zonas objetivo del proyecto, y donde el uso de la bicicleta no es habitual.

Para mejorar las posibles molestias de incorporar un neumático más duro, se optará por la opción de neumáticos más grandes, de 28" y 40 mm de grosor, que mejorarán la respuesta frente a subidas de bordillos, pequeños baches y obstáculos urbanos similares.

Para obtener la energía, la mejor opción como se ha comentado antes, es la dinamo de buje.

El buje trasero será de tipo libre, permitiendo el libre movimiento en un la dirección contraria al pedaleo y permitir así una mayor comodidad.

ELEMENTO	REFERENCIA COMERCIAL
Rueda delantera con dinamo	Llanta aluminio Mach 1 810 700*25*37 Buje dinamo Sturmey HS12 (100mm width)
Rueda trasera	Llanta aluminio Mach 1 810 700*25*37
Neumáticos	Tannus Shield 700x40C

#### - Sistema de propulsión

Se engloban en este apartado los pedales, bielas, platos, eje pedalier, cadena y cambio de velocidades. Las posibles variantes son las siguientes:

En primer lugar, entre los diferentes tipos de pedales existentes, se descartan todos aquellos que requieran de un calzado especial, por lo que la elección obvia son los pedales clásicos de plataforma, que ofrecen mayor versatilidad y comodidad para trayectos urbanos. Estos pueden ser de plástico, metal o mixtos, siendo los de plástico más baratos y frágiles aunque con mejor agarre, falta que suplen los metálicos con protuberancias que en ocasiones pueden causar daños en el usuario.

Existen multitud de variedades de eje pedalier, diferenciando principalmente entre roscados y a presión, siendo estos últimos más específicos y con requerimientos de herramientas especiales para su mantenimiento. Además existen variantes según el diámetro del eje y el tipo de unión con la biela; en primer lugar, el modelo más antiguo y más barato son los de cuadradillo, tienen menos rigidez que sus versiones modernas. Posterior a este sistema aparecieron los ejes Octalink, de mayor diámetro y rigidez. Por último aparece el sistema Hollowtech, que aumenta más el diámetro y la distancia entre puntos de apoyo, además una de las bielas esta fija al eje. Por todo esto el sistema Hollowtech aporta mayor rigidez y por tanto eficiencia en la trasmisión.

El tipo de biela a seleccionar depende de multitud de elementos, principalmente del eje pedalier y su sistema de unión, su longitud y cantidad de platos que se alojan.

La elección de platos y piñones dependen principalmente de si se quiere o no cambio de velocidades, y el número de dientes que determinaran la relación de transmisión y en definitiva la fuerza y avance necesario para cada vuelta.

La cadena es un elemento bastante estandarizado, el paso siempre es de  $\frac{1}{2}$ " , y el ancho interno puede variar dependiendo si cuenta con desviador para cambio de marchas,  $\frac{3}{32}$ " o si no,  $\frac{1}{8}$ ". El ancho exterior solo influye si hay cambio de marchas, son los piños los que indican la compatibilidad de tamaños.

El cambio de velocidades puede presentar infinidad de combinaciones de cantidad y tamaño de platos y piños. Para el caso de ciudades planas, la primera opción sería no incluir un cambio de velocidades evitando toda la mecánica que fácilmente puede romperse y alargando la vida útil de platos y cadena. Si finalmente se opta por incluir el cambio, lo recomendable sería minimizar el número de platos y piños, tanto por resistencia, economía como por facilitar la usabilidad; un único plato con entre 2 y 4 piños sería una buena opción. En cuanto al tamaño y consecuente número de dientes de estos, determinarán el desarrollo (relación entre las vueltas de los pedales y de la rueda) que para uso urbano lo recomendable es entre 2 y 3, siendo 2 la relación más lenta (menor fuerza necesaria pero menor avance por vuelta).

Teniendo todo en cuenta, la solución adoptada será la siguiente.

En primer lugar, considerando el perfil de ciudades objetivo, las ventajas que ofrece un cambio de velocidades no merecen la pena ni económicamente ni sobre todo desde el punto de vista del mantenimiento y la durabilidad, puesto que es un elemento mecánico que requiere de un movimiento preciso y de ajustes regulares. Se instalara por tanto una transmisión fija de una velocidad con una relación cercana a 2.3 con 46 dientes en el plato y 20 en el piñón que permitirán arrancadas suficientemente ágiles y mantener una velocidad aceptable sin necesidad de un pedaleo frenético.

Para los pedales, atendiendo nuevamente a la necesidad de durabilidad, la mejor opción son los de aluminio, con pequeñas bandas plásticas que eviten el deslizamiento.

En el caso de la cadena, puesto que se ha elegido una transmisión de velocidad única, será estándar de acero 1 velocidad.

Para el pedalier se optara por la versión más clásica, tipo cuadradillo de rosca inglesa, pues no es una bicicleta de competición y la diferencia de rendimiento no será perceptible por lo que no merece la pena el sobre coste. En este caso la versión de 110mm con rodamientos sellados y cazoleta de aluminio.

El tipo de biela depende totalmente del pedalier, en referencia al tipo de unión, en este caso de cuadradillo, y debe ser compatible con el plato. En cuanto a la longitud, la medida más estandarizada son 170 mm, sin embargo se optará por un tallaje inferior, de 165 mm ya que se considera más problemático un exceso de tamaño para los usuarios más pequeños que una falta para los usuarios más grandes, principalmente por la variación de altura que genera durante el pedaleo.



ELEMENTO	REFERENCIA COMERCIAL
Pedales	Ciudad 500 Grip
Bielas y plato	Bielas mighty negro 165mm 46D
Piñón	Piñón libre 20D
Pedalier	Eje de pedalier First f-2001e rosca inglesa BSA 110mm
Cadena	Cadena single-speed KMC

- Elementos de dirección y control

Se engloban en este apartado la dirección, frenos, sillín, manillar y puños.

Existen dos opciones principalmente en relación al sistema de freno, tipo zapata, donde un elemento ejerce fricción directamente sobre la rueda para detenerla, y de disco, donde la fricción ocurre en un disco metálico fijo a la rueda. Además este sistema puede estar implementado en una o ambas ruedas.

Por lo general, los frenos de zapata se incluyen en bicicletas que no requieren un gran control sobre la frenada como requieren las bicicletas de montaña y todo lo relacionado con el mundo competitivo. El mecanismo es más simple fácil de reparar y requiere de menos cuidados. Los frenos de disco por el contrario ofrecen mayor capacidad de frenado, siendo capaces de bloquear por completo la rueda sin aplicar una gran fuerza en la maneta. Son más pesados porque incluyen elementos adicionales como el propio disco.

En el caso de la dirección, principalmente hay dos tipologías diferenciadas en función del tipo de unión con la pipa de dirección (cilindro del cuadro que aloja la dirección), roscadas o a presión. En este caso la ventaja principal de las de presión es que requieren de menos mantenimiento y por lo general son las más utilizadas, pero son significativamente más caras.

El puño de la bicicleta es un elemento muy importante para transitar con seguridad y no perder el control por falta de agarre, pero es también un elemento que habitualmente se descuida, siendo común ver bicicletas circulando incluso sin puños. Existen distintos materiales con los que se suelen fabricar, principalmente espuma, ofrecen mejor agarre y amortiguación, y polímeros elastómeros, que son mucho más duraderos y evitan la absorción de agua y facilitan su limpieza. Existen además infinidad de variantes en las formas, diferenciando entre simétricos, aquellos que no tienen una orientación fija, generalmente cilíndricos, y asimétricos, que tienen una posición determinada para ofrecer una postura concreta con mayor superficie de apoyo y consecuente menor presión sobre los nervios de la mano. Además, según la fijación al manillar se pueden distinguir entre aquellos que simplemente se mantienen por el propio ajuste entre ambos elementos, y los que cuentan con una abrazadera.

El sillín es un elemento complejo del cual depende no solo la comodidad del usuario sino también la eficacia en la transmisión de la fuerza a la bicicleta. Existen infinidad de tipologías, materiales y formas, sin embargo en el ámbito que se está trabajando de movilidad urbana, donde la postura de pedaleo es erguida, los trayectos son cortos y la comodidad se antepone a la ligereza y eficiencia, los sillines más utilizados cuentan con un cierto acolchado y son más anchos para permitir un mejor apoyo y aliviar presiones. Existen además accesorios como suspensión, o materiales como el gel que pueden aportar ciertas características interesantes.

Los manillares están bastante estandarizados dentro de las bicicletas urbanas, así que simplemente se escogerá uno simple con las empuñaduras curvadas hacia el usuario como se indicaba en apartados anteriores.

Las dimensiones principales son las siguientes.

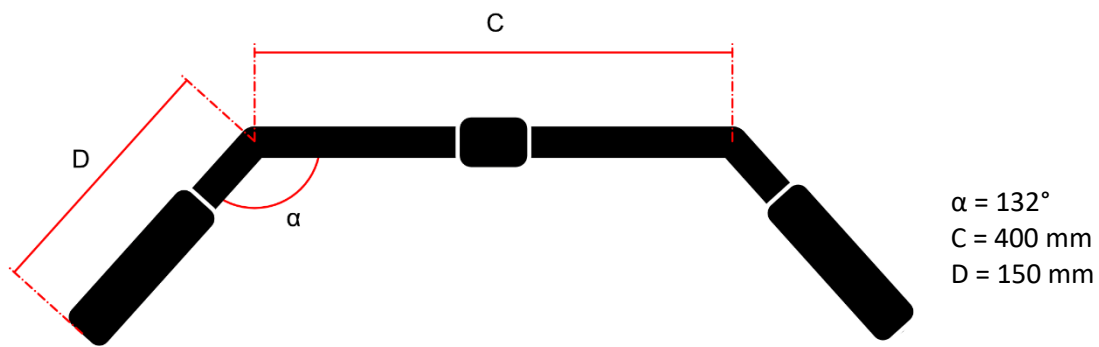


Ilustración 44: Dimensiones relevantes del manillar

La solución adoptada finalmente será la siguiente.

Teniendo en cuenta que las exigencias de una ciudad no son elevadas, y atendiendo a la necesidad de garantizar la durabilidad, los frenos de zapata son la mejor opción, ya que evitarán situaciones de platos partidos o doblados que inutilizarían las bicicletas. Por seguridad además, este sistema se incluirá en ambas ruedas para minimizar el riesgo de fallo. Además también es la opción a la que el público general está más acostumbrado ya que los frenos de disco pueden ser muy bruscos y pueden provocar situaciones de peligro.

Para la dirección, la mejor opción es una unión a roscada, principalmente por la necesidad de altura del manillar, además no se requieren prestaciones elevadas y resulta más económica.

En cuanto al sillín, se optará por un tamaño intermedio dentro de la tipología de asientos anchos de paseo, con el fin de evitar roces en los usuarios más pequeños con anchuras excesivas, sin sacrificar la comodidad. Se evitará también cualquier posible regulación en la inclinación debido a las experiencias negativas de ese sistema en el modelo BiciCas, donde es muy habitual encontrar sillines que se balancean imposibilitando sentarse en la bicicleta. Además esta regulación no está justificada para trayectos cortos. También se prescindirá de la amortiguación adicional pues no se considera necesaria ni especialmente efectiva y puede ser un foco de roturas y oxidación.

Por último, lo más recomendable para los puños sería un modelo polimérico, por higiene, seguridad y durabilidad, y con abrazadera, para evitar al máximo los robos, ya que es un elemento muy susceptible de ello. Para maximizar el agarre se optará por un modelo con algún dibujo que dificulte el deslizamiento. Además se evitarán modelos asimétricos por los problemas que pueden tener con la gran variabilidad de usuarios, y la posibilidad de una desalineación involuntaria que resultaría contraproducente.

ELEMENTO	REFERENCIA COMERCIAL
Freno	V-Brake CLARCKS CLK-370-960
Potencia	Potencia 1" 60 mm ELOPS
Dirección	RITCHEY rosca 1" LOGIC
Puño	MSC 130
Sillín	Btwin Trekking 500
Manillar	Humpert cruiser steel

## ELEMENTOS OPCIONALES

Estos elementos no forman parte de la estructura básica de una bicicleta y no están directamente relacionados con la función principal de transporte, sin embargo algunos de ellos no pueden ser eliminados por restricciones del diseño.

### - Iluminación

Se engloban en este apartado todos los elementos relacionados con la visibilidad tanto activa como pasiva, elementos de iluminación y reflectantes.

Generalmente una bicicleta urbana cuenta con iluminación delantera en forma de luz blanca/cálida, para permitir la visión del propio usuario, y una iluminación trasera generalmente de color rojo para facilitar que otras personas estén advertidas de la presencia del usuario. En ocasiones la luz delantera cuenta con dos focos generadores con el fin de alumbrar por un lado el frente inmediato de la bicicleta y otro para alumbrar el horizonte cercano de forma general, sin embargo esta configuración es más propia de bicicletas de travesía.

Elementos reflectantes comunes se suelen encontrar en los radios de la rueda, para generar destellos fácilmente perceptibles con el movimiento y en los pedales.

Teniendo esto en cuenta, para este proyecto se prescindirá de cualquier elemento reflectante en las ruedas, ya que se romperían fácilmente.

En cuanto a la iluminación, se incluirá la configuración clásica de luz roja trasera y foco frontal. Todos estos elementos estarán alimentados con la dinamo.

ELEMENTO	REFERENCIA COMERCIAL
Luz delantera	CORDO LED
Luz trasera	CORDO LED

### - Protección de elementos móviles

Esta protecciones son el cubre cadenas y los guardabarros, elementos que protegen a la vez a los elementos móviles en sí mismos como proteger al usuario y evitar manchas principalmente de grasa.

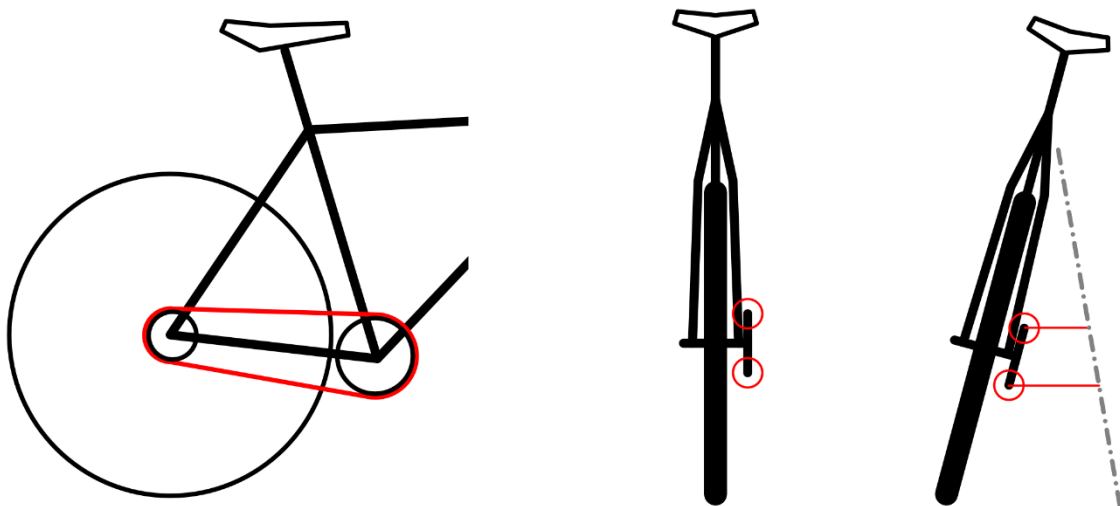
Para el guardabarros, hay diversas opciones disponibles, diferenciadas en la cantidad de rueda que cubren. Podemos diferenciar en guardabarros superior, aquellos que constan de una protección únicamente en la parte superior del neumático, y guardabarros integral, que son aquellos que envuelven completamente desde el eje de la rueda. Generalmente pueden estas fabricados en plástico o con chapa metálica.

Similar es el caso de los cubrecadenas, podemos diferenciar según la parte que cubren, en primer lugar están aquellos que únicamente cubren el plato evitando únicamente el contacto durante el pedaleo, también existen los superiores, que cubren plato y recorrido superior de la cadena, e integrales, que cubren todo el recorrido. Se trata de encontrar el equilibrio entre aumentar la vida de los elementos móviles y evitar añadir más peso y elementos adicionales que pueden romperse en sí mismos.

Teniendo en cuenta la climatología de las ciudades objetivo, estos elementos no serán de utilidad la mayor parte del tiempo, por lo que hay que minimizar su impacto negativo y valorar si realmente merecen la pena. En el caso de los guardabarros, tienen principalmente dos

utilidades, en primer lugar evitar las salpicaduras de agua y barro, que solo ocurre durante la lluvia o en los días posteriores a grandes tormentas, situación poco común como hemos comentado anteriormente, y como espacio publicitario para financiar el servicio. Esta última función implica que al menos uno de los guardabarros debe ser integral, para poder aprovechar la superficie lateral. Mientras que la climatología indica que lo más razonable es tratar de minimizar estos elementos, para evitar que puedan bloquear las ruedas en caso de rotura. Por tanto, la propuesta es, incluir el guardabarros integral en la parte trasera, donde la estructura del cuadro permite más agarres y es menos probable que ocurran roturas, mientras en la parte delantera se incluye un pequeño guardabarros tipo superior que reduzca las proyecciones en situaciones límite pero que tenga el menor impacto negativo el resto del tiempo. Estos elementos serán de plástico grueso para evitar corrosión y deformaciones que puedan bloquear el avance.

El cubrecadenas, será de tipo plato recorrido superior, ya que la parte inferior de la cadena es más difícil de alcanzar, debido a que durante una parada, la bicicleta se inclina para apoyar el pie escondiendo la parte inferior.



*Ilustración 45: Vista trasera de una bicicleta en parada*

La imagen representa la posición de la cadena respecto la pierna (línea gris discontinua) en parado, evidenciando la mayor cercanía de la parte superior.

Esto ofrecerá por tanto, la suficiente protección sin impedir el acceso a la cadena para el mantenimiento.

- Transporte de objetos

Tradicionalmente han existido multitud de elementos para transportar objetos en una bicicleta, desde alforjas y cestas a pequeños compartimentos bajo el sillín, pero para una bicicleta de uso compartido hay dos posibilidades que puedan soportar bien las condiciones de uso. En primer lugar la típica cesta frontal en el manillar, que ofrece buena capacidad de carga de forma muy accesible, por otro lado la zona de carga trasera en forma de plataforma donde atar elementos. Este último tiene el inconveniente de que puedes perder la carga sin darte cuenta, y además fomenta su uso como asiento para dos personas, situación que se quiere evitar a toda costa pues supone un peligro para los usuarios y para la integridad de la estructura.

Teniendo esto en cuenta, la mejor opción es la cesta delantera. Su principal inconveniente según las bicicletas actuales es que es muy propensa a romperse, por lo que se optará por una versión de tamaño comedido y de tubos gruesos en vez de rejilla, sacrificando la posibilidad de transportar objetos pequeños pero aumentando mucho la vida útil. La mayoría de usuarios colocan aquí sus mochilas o bolsas, elementos que no necesitan de rejilla.

- Caballete

El principal problema con los caballetes es que no están preparados para soportar bicicletas tan pesadas, mucho menos si llevan carga adicional en la cesta, debido a que son patas de longitud muy reducida que necesitan de una ligera inclinación de la bicicleta para el apoyo. Esta inclinación con el elevado peso de los elementos genera demasiada carga y vuelca. Por lo general es un elemento poco utilizado por lo que, realizado un pequeño estudio sobre su posible eliminación, finalmente se prescindirá de este elemento.

Estudio basado en una encuesta a 25 usuarios del servicio BiciCas de diferentes edades:

¿En el último año de servicio, cuantas veces has utilizado el caballete?				
A diario	Habitualmente	Esporádicamente	Casi nunca	Nunca
0%	0%	4%	40%	56%

¿Cómo valoras la presencia del caballete en una bicicleta?				
Excelente	Bien	Indiferente	Mal	Muy negativa
4%	20%	56%	20%	0%

¿Alguna vez tu bicicleta se ha caído al suelo después de dejarla apoyada en el caballete?	
Si	No
28%	72%

¿Cuál es tu posición frente a una posible eliminación del caballete?				
Completamente a favor	Preferiblemente si	Indiferente	Preferiblemente no	Completamente en contra
0%	16%	76%	8%	0%

¿Y si se redujese la tarifa de alquiler al retirar este elemento?				
Completamente a favor	Preferiblemente si	Indiferente	Preferiblemente no	Completamente en contra
80%	4%	0%	12%	4%

De este breve estudio se puede extraer la generalizada indiferencia de los usuarios frente este elemento, pero revela que aunque a la mayoría no le molesta su presencia, tampoco estarían dispuestos a pagar por ella. Además vemos que es bastante frecuente el mal funcionamiento.

#### - Timbre

El último elemento que se estudiará es el timbre. En las ciudades contar con un elemento capaz de emitir una señal sonora que advierta a peatones supone un aumento de la seguridad en la circulación. Existen diferentes mecanismos para generar este sonido, diferenciados en dos categorías, percusión y viento. Los timbres de viento se suelen conocer como bocinas, y su funcionamiento se basa en la circulación de aire a través de una lengüeta que genera el sonido como en cualquier instrumento de aire. Suelen ser muy voluminosos y de fuerte sonido. Los timbres de percusión son aquellos que cuentan con un elemento goleador que genera el sonido. Son los más utilizados por su reducido tamaño. Podemos diferenciar entre tipo campana tipo rotatorio, siendo los primeros aquellos en los que el usuario acciona el percutor que golpea una única vez generando un sonido tipo campana, en los rotatorios el usuario acciona una palanca que hace rotar el percutor que golpea repetidamente generando un sonido similar a un teléfono.

Para una bicicleta de estas características la mejor opción son los timbres tipo campana, pues son mucho más sencillos mecánicamente y resistentes, y ocupan menos espacio.

ELEMENTO	REFERENCIA COMERCIAL
Timbre	HASAGEI

## 7. DISEÑO DE DETALLE

A continuación se definirán aspectos concretos del diseño que servirán de base para la materialización contrata del producto final. Se tratarán aspectos como el material utilizado, o aspectos dimensionales relevantes, y su justificación.

### 7.1 Material

En este apartado se tratarán las diferentes opciones que existen para la fabricación de bicicletas en cuanto al material utilizado, haciendo referencia en todo momento al material del cuadro.

Esta decisión tendrá muchas implicaciones en el desempeño de la bicicleta, ya que afectará en gran medida a diversos factores, principalmente al peso, la rigidez y la resistencia.

El peso es un factor muy relevante, que afecta directamente al esfuerzo que debe realizar el usuario para desplazarse, y el cuadro, como el elemento más voluminoso representa una parte muy considerable del peso total. Por tanto la elección del material de este componente determinara en gran medida el peso final de la bicicleta.

Por otro lado la rigidez afectará a la capacidad de transmisión de los esfuerzos, si el elemento es excesivamente flexible, se perderá mucha energía en la deformación del material, y pueden apareces desajustes importantes en el conjunto.

La resistencia como se ha comentado en apartados anteriores es primordial en esta tipología de bicicletas de uso público, y resulta evidente que el material de fabricación juega un papel fundamental en este parámetro.

Existen diferentes alternativas para la fabricación de cuadro, a continuación se expondrán en grandes familias las opciones y sus características principales.

- Acero:

El acero fue el material que monopolizaba el sector de la bicicleta hasta los años 70, sin embargo surgieron las bicicletas de montaña con nuevas necesidades. Esta nueva modalidad fue ganando popularidad, y acentuó la principal debilidad del acero, el peso. La búsqueda de materiales más ligeros fue relegando al acero a un segundo plano y en la actualidad únicamente se utiliza para bicicletas de niños y gamas de bajo coste donde el rendimiento no es importante.

Las principales características de este material son, en primer lugar el coste, son los más baratos, además tienen una gran durabilidad y resistencia y son fáciles de reparar. En general su única desventaja es el peso.

- Aluminio:

Es el material más utilizado en la actualidad, no solo para los cuadros sino para la mayoría de componentes. Se introdujo en el ciclismo en los 70 como sustituto del acero y se convirtió en el estándar. Su principal ventaja es su baja densidad en comparación con el acero, pero también ofrece mejor resistencia a corrosión. Sin embargo sufre más la fatiga, es más caro y difícil de reparar y las soldaduras en este material son complicadas.

- Fibra de carbono:

La fibra de carbono apareció revolucionando el sector competitivo y de alta gama del ciclismo, reduciendo aún más el peso de las bicicletas y permitiendo formas y geometrías imposibles hasta el momento. Su gran ventaja es la relación peso-rigidez que ofrece, pero también evita problemas de corrosión, y no sufre de fatiga por lo que tiene una gran durabilidad. En contra tiene su precio, mucho mayor que el aluminio, aunque con los años se han abaratado significativamente los costes sigue siendo un producto de lujo. Además presenta una debilidad notable frente a los impactos directos, siendo propenso a fracturar y en muchos casos resultando imposible la reparación. Otro inconveniente es la fabricación, ya que la colocación de las fibras durante este proceso determinará en gran medida las cualidades del producto final.

- Titanio:

El titanio ofrece unas cualidades excelentes en todos los ámbitos, es tan resistente como el acero, notablemente más ligero, ofrece resistencia a la corrosión y es en definitiva muy duradero. Sin embargo es un material relegado a modelos exclusivos, debido a sus elevadísimos costes. El material en bruto es caro, pero el proceso de fabricación es muy complejo, principalmente por la dificultad de soldadura, esto dispara los precios y pocas marcas tienen modelos en este material.

Con primera comparativa, podemos extraer que la elección se encuentra realmente entre dos materiales, el acero y el aluminio, ya que las otras opciones tienen un carácter lujoso y de alto rendimiento, propio de la competición que no tiene cabida en un modelo público para desplazamientos llanos en ciudad.

Entre estos dos materiales, las primeras conclusiones que se pueden sacar son, el acero pesa en torno a tres veces más que el aluminio, pero el coste es menor, tanto del material en sí, como las uniones soldadas. Además el aluminio tienen mejores propiedades de resistencia a oxidación. Este puede ser un factor decisivo ya que la exposición al exterior va a ser muy relevante en la vida útil de estas bicicletas.

Para poder tomar una decisión será por tanto necesaria una comparativa mas detallada sobre las diferentes variantes disponibles de cada material.

- Aluminio:

En el mundo del ciclismo encontramos diferentes aleaciones de aluminio utilizadas según los requerimientos, y su clasificación hace referencia al aleante mayoritario, según el cual se pueden agrupar las distintas aleaciones en 8 series identificadas por 4 cifras.

Esta primera cifra indica el aleante mayoritario y tienen las siguientes características:

Serie	Aleante mayoritario	Consideraciones
1000	Al alta pureza >99%	Uso específico de aplicaciones donde propiedades mecánicas no son importantes, pero sí conductividad o la resistencia a corrosión, entre otras.
2000	Cobre	Alta resistencia mecánica y a corrosión, pero peor conformado.
3000	Manganeso	Buena resistencia mecánica y alta resistencia a corrosión.
4000	Silicio	Alta resistencia térmica
5000	Magnesio	Buena resistencia mecánica, alta resistencia a corrosión especialmente ambientes marinos. Buena soldabilidad.
6000	Magnesio y silicio	Buena resistencia mecánica, fácil conformado y buena soldabilidad (TIG, MIG).
7000	Zinc	Excelentes propiedades mecánicas, peor conformado que los 6000 y peor resistencia a corrosión.
8000	Incluye el resto de aleantes	Propiedades muy dispares.

Todas estas series por supuesto no tienen aplicación en el ámbito del ciclismo. En general podemos hablar que los aluminios para bicicletas corresponden a las series 6000 y 7000, incluso algunas de la 2000 (uso no muy habitual por la dificultad de hacer formas complejas).

Concretamente los aluminios más utilizados son el 6061 y el 7005, que cubren la mayor parte del mercado.

**6061:** En una aleación de aluminio endurecida por precipitación, y sus propiedades dependen en gran medida del tratamiento térmico que se le haya aplicado.

Modulo de Young	69 GPa
Elongación ( $\epsilon$ ) a rotura	10-16%
Coefficiente de Poisson	0.33
Resistencia a cizalladura	207 MPa
Densidad	2.7 g/cm <sup>3</sup>

- 6061-T4: Se trata de aluminio templado envejecido naturalmente. Sus propiedades mecánicas son las siguientes:

Resistencia a tracción máxima	180-210 MPa
Tensión de rotura	110 MPa



- 6061-T6: Se trata de aluminio templado envejecido artificialmente, es el utilizado comunmente en los cuadros de bicicletas. Sus propiedades mecánicas son las siguientes:

Resistencia a tracción máxima	320 MPa
Tensión de rotura	270 MPa

*El precio estimado de un cuadro básico de este material oscila entre 180/250€*

**7005:** es una aleación de aluminio que a diferencia del 6061 no necesita endurecimiento por precipitación. Sus propiedades mecánicas son:

Densidad	2.78 g/cm <sup>3</sup>
Modulo de Young	72 GPa
Coefficiente de Poisson	0.33
Resistencia a cizalladura	215 MPa
Elongación ( $\epsilon$ ) a rotura	13%
Resistencia a tracción máxima	340 MPa
Tensión de rotura	270 MPa

*El precio estimado de un cuadro básico de este material oscila entre 180/250€*

Como las diferencias son mínimas, el aluminio 7005 y 6061-T6 son ambos una buena solución, así que con los datos presentados actualmente, en caso de elegir aluminio para la fabricación final, el 6061-T6 es un poco más ligero y más fácil de conformar, aunque la diferencia real estaría en el tratamiento que ofrezca el proveedor específico, por lo que ambas opciones son igual de válidas.

- Acero:

En el caso del acero hay tambien diversas opciones, principalmente los conocidos como "Chromoly" que son aleaciones de acero con cromo y molibdeno. Existen multitud de variantes, que afectan a las propiedades, pero de forma general, los aceros utilizados y sus características son las siguientes.

**4130:** aleación de cromo y molibdeno utilizada típicamente en los cuadros de bicicletas. En base a este tipo de acero el fabricante Reynolds tiene diferentes opciones entre las que destacan:

- 520 Cold worked

Densidad	7.78 g/cm <sup>3</sup>
Modulo de Young	207 GPa
Tensión de rotura	850 MPa
Límite elástico	540 MPa

*El precio estimado de un cuadro básico de este material oscila entre 120/150€*

- 725 heat-treated

Densidad	7.78 g/cm <sup>3</sup>
Modulo de Young	207 GPa
Tensión de rotura	1080 MPa

*El precio estimado de un cuadro básico de este material oscila entre 190/230€*

Las otras variantes del fabricante están enfocadas a bicicletas de alto rendimiento o productos de gama superior, poco adecuadas para este proyecto.

Entre ambas opciones, en este caso la diferencia de precio sí es destacable, y la diferencia de propiedades no es tan acentuada, por lo que en caso de elegir acero como material final sería el 520.

En conclusión, se puede apreciar que las diferencias reales finalmente son el peso y la resistencia, y por tanto para tomar la decisión más óptima se realizarán los cálculos estructurales necesarios para determinar las dimensiones de los elementos que conformarán el cuadro comparando las propiedades del Al 6061-T6 y en acero 520.

Para las piezas de plástico, al ser fabricadas por inyección es recomendable seleccionar un termoplástico, en este caso el ABS presenta unas excelentes propiedades mecánicas y resistencia a la exposición solar, por lo que resistirá los posibles impactos y el paso del tiempo.

Por último la estación estará fabricada íntegramente en acero galvanizado, que aporta unas muy buenas propiedades mecánicas y de protección, y no requiere ningún tipo de mantenimiento.

## 7.2 Calculo dimensional

Con el fin de dimensionar el producto adecuadamente se trabajará en dos campos, por un lado la ergonomía que definirá el tamaño de los elementos en relación con el usuario y por otro lado los cálculos mecánicos que asegurarán el correcto funcionamiento y durabilidad.

### 7.2.1 Ergonomía

Para realizar un correcto estudio ergonómico es necesario definir qué tipología de bicicleta se está buscando y cuál será la postura correcta de uso, pues será en base a estos elementos que se dimensionarán algunos elementos para conseguir ciertas características generales. En este caso, la bicicleta es de tipo urbana, concretamente enfocada en trayectos con un desnivel bajo, donde la postura deberá permitir una buena transmisión de fuerza, a la vez que garantizar comodidad.

Algunas dimensiones de las bicicletas, se encuentran bastante estandarizadas o existe un consenso sobre sus medidas aproximadas, basadas en la experiencia y estudios complejos de la mecánica humana que escapan al alcance de este trabajo. Se seguirán por tanto las recomendaciones, justificando la elección sin cálculos específicos. Estas serán las dimensiones generales.

## DIMENSIONES GENERALES

- Inclinación torso:

Tradicionalmente podemos hablar de 4 tipos de bicicletas en función de la posición del usuario, de menor a mayor inclinación de la espalda.

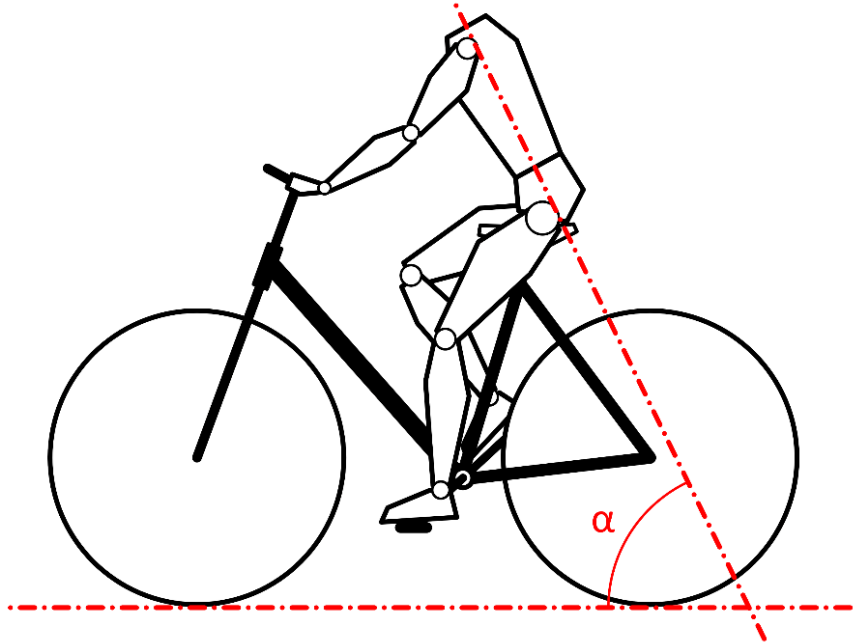


Ilustración 46: Inclinación del torso

Bicicleta clásica holandesa, se busca una posición completamente erguida con un ángulo entre la espalda y el suelo de  $90^\circ$ . Esta posición garantiza una tensión en brazos y muñeca muy relajada, y todo el peso recae sobre las nalgas, por lo que generalmente equipan un sillín amplio y mullido que reparte la presión. Esta posición si bien es muy descansada no permite una transmisión de potencia adecuada, está pensada únicamente para trayectos cortos a baja velocidad en plano. El manillar está muy cerca del torso lo que resta un poco de estabilidad y agilidad de manejo.

Bicicleta urbana, busca una posición ligeramente inclinada entre  $60$  y  $70^\circ$  que permite mayor fuerza de pedaleo y mayor estabilidad a velocidades superiores. El manillar está ligeramente más separado del torso por lo que el peso se distribuye más hacia los brazos. En general permite mayor velocidad y control sobre la bicicleta sacrificando un poco de comodidad.

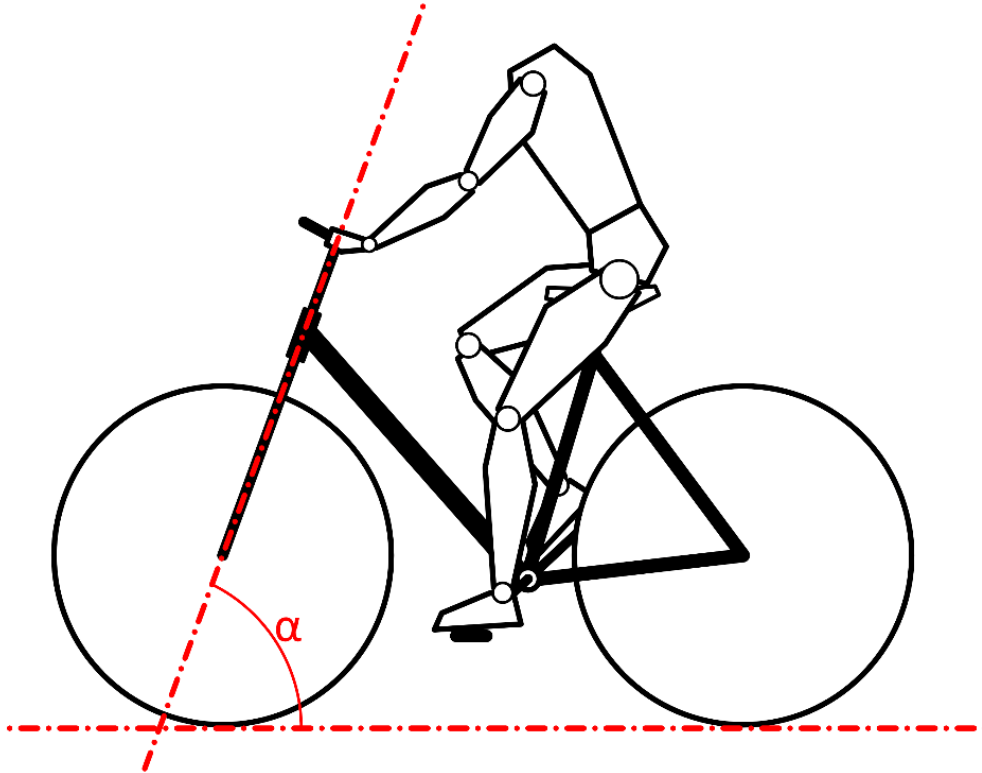
Bicicleta de ciclo turismo, busca mayor inclinación, para recorrer distancias más largas, entre  $30$  y  $60^\circ$  y aumentando la distancia entre el manillar y el sillín. Prioriza la transmisión de la fuerza y alivia la presión en las nalgas repartiendo el peso.

En última instancia se encuentran las bicicletas deportivas que buscan maximizar la capacidad de transmitir la fuerza con inclinaciones cercanas a  $15^\circ$ . Puesto que este no es el objetivo de una bicicleta de ciudad esta tipología carece de interés para el proyecto.

Teniendo en cuenta los objetivos, podemos hablar que la tipología de bicicleta que se busca es de tipo urbana relajada, esto correspondería con una inclinación de  $70^\circ$  que permita cierta fuerza y velocidad pero priorizando la comodidad.

- Ángulo de dirección:

El ángulo de dirección hace referencia a la inclinación del tubo donde se alojan los rodamientos de la dirección en el cuadro respecto al suelo. Esta inclinación determina el comportamiento de la bicicleta mientras se maniobra, siendo más ágil y nerviosa cuanto mayor es este ángulo, ya que la distancia entre ejes se reduce, y cuanto menor es el ángulo mayor estabilidad especialmente en bajadas por lo que se suele preferir en bicicletas de montaña. En las bicicletas de ciudad este valor oscila entre 68 y 72°.



*Ilustración 47: Ángulo de dirección*

Teniendo en cuenta que se busca cierta agilidad para el manejo por ciudad, una inclinación de 70° es una opción muy razonable que además permitirá una postura erguida sin excesiva carga en los brazos.

- Ángulo sillín:

De igual forma, esta inclinación hace referencia al ángulo que forma el tubo del sillín con el suelo, e influye en la posición del cuerpo sobre la bicicleta, especialmente a la posición de la rodilla durante el pedaleo y por tanto influye en la transmisión de la fuerza. Un ángulo mayor adelanta el centro de gravedad de la bicicleta y permite ejercer mayor fuerza a los pedales, por el contrario, una posición más retrasada con menor ángulo retrasa el centro de gravedad siendo indicado para descenso.

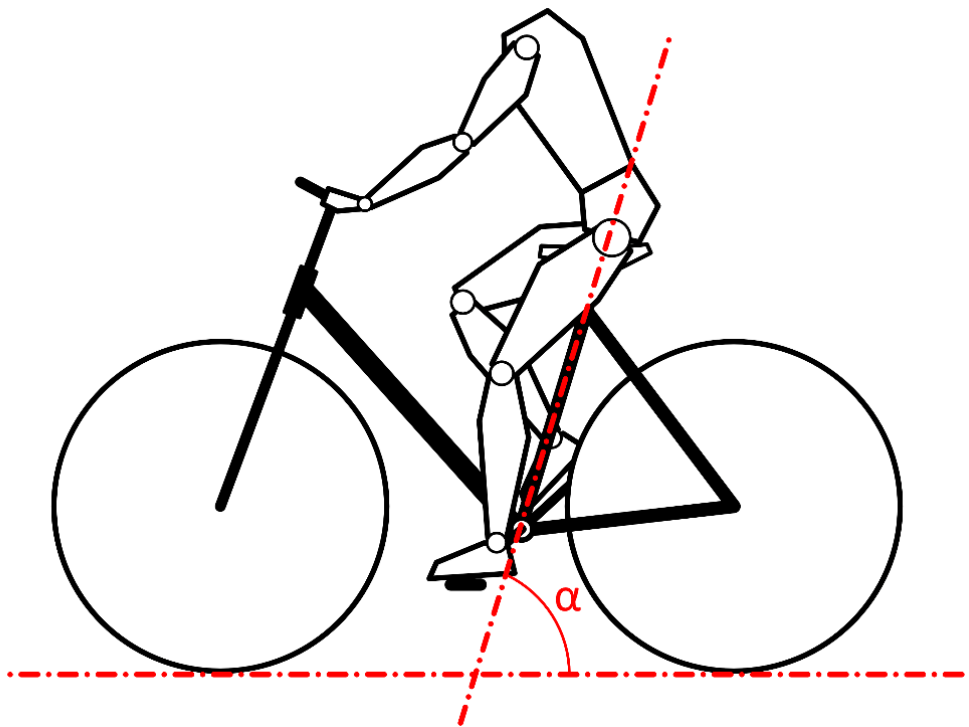
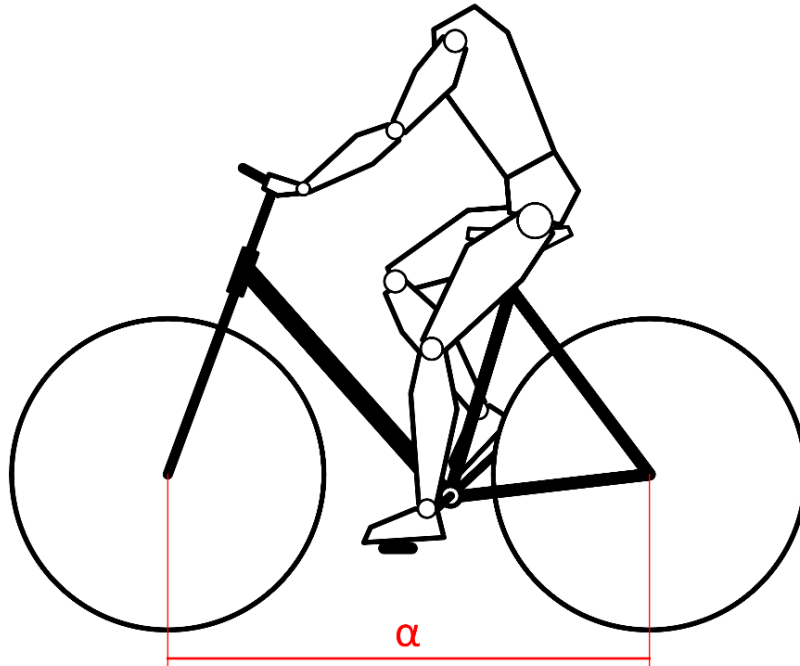


Ilustración 48: Ángulo de sillín

En el caso de bicicletas urbanas una inclinación recomendable oscila entre 72 y 74°. Puesto que los trayectos van a ser en llano, no va a influir la posición adelantada o atrasada del centro de gravedad, por lo que un ángulo de 74° va a facilitar la aplicación de fuerza a los pedales sin contrapartida.

- Distancia entre ejes:

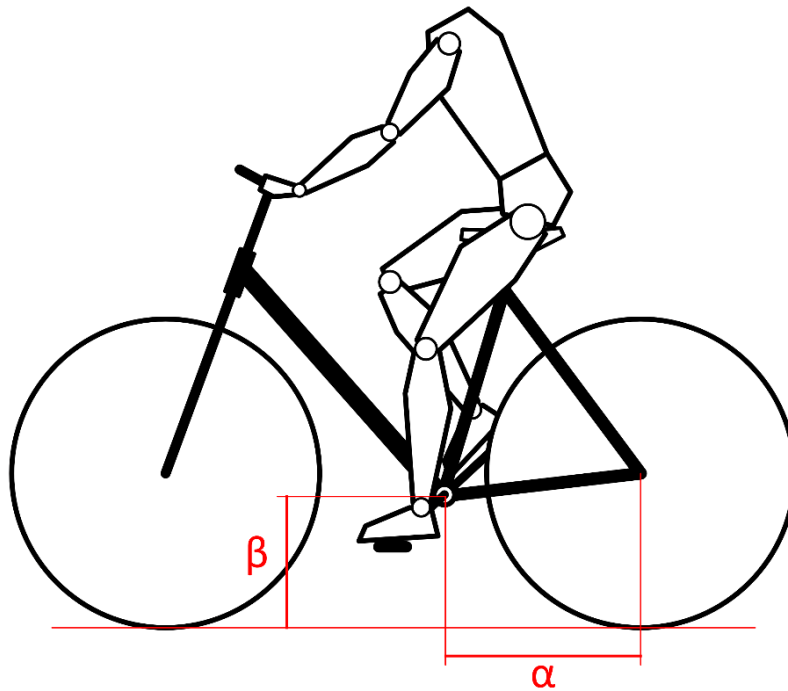
Se mide de centro a centro de cada uno de los ejes de las ruedas. Una mayor distancia implica estabilidad, sobre todo a altas velocidades, mientras una distancia menor facilita reacciones más rápidas. En bicicletas de ciudad oscila los 100 cm con ruedas de 26", que es una distancia que permite buena maniobrabilidad y control. Sin embargo para ruedas de 28" hay que aumentar esta distancia ligeramente, para compensar las 2" extras de cada rueda. Una buena solución son 113 cm.



*Ilustración 49: Distancia entre ejes*

- Posición del eje pedalier:

Está definida por dos medidas, la distancia al eje trasero y la altura desde el suelo. La distancia al eje trasero afecta a la estabilidad y la transmisión, cuanto menor sea la distancia menor estabilidad y viceversa. De igual forma la altura determina la estabilidad y la maniobrabilidad, a menor altura mayor estabilidad y menor maniobrabilidad. Es muy dependiente del tamaño de rueda, pero los valores oscilan sobre 25 cm de altura y 45 de distancia con el eje trasero, si bien es una medida correspondiente al estándar de rueda de 26". En base a otros modelos con ruedas de 28", la medida óptima será de 28 cm de altura y 50 cm respecto al eje trasero.



*Ilustración 50: Posición del eje pedalier*

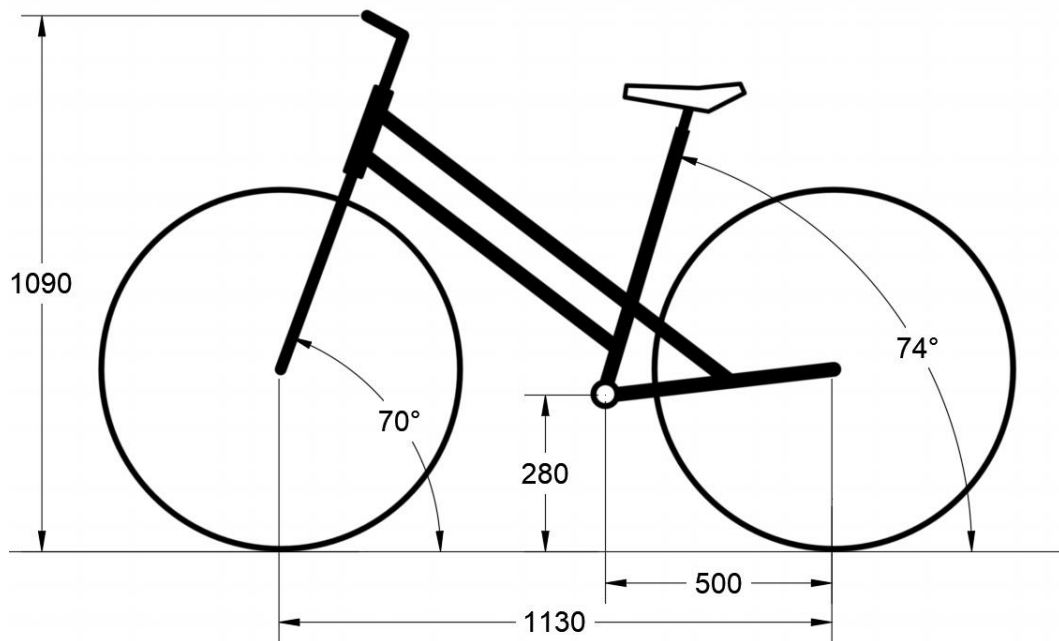
### **DIMENSIONES ESPECÍFICAS**

En este apartado se hace referencia a las medidas referentes a las características concretas del modelo, en este caso la altura del sillín y la posición del manillar, ya que aunque no sea elementos propios del cuadro, sí que van a definir los límites máximos de altura de ciertos elementos, para dejar espacio a el sillín en su posición más baja y al manillar.

En este caso la altura del sillín va a oscilar entre los 814 y los 1114 mm con posiciones intermedias cada 50 mm. Esto implica que la barra del sillín del cuadro debe acabar antes de la cota de los 814, dejando un espacio para la altura del sillín. Por otro lado en su posición máxima se generarán los mayores momentos, por lo que a continuación será un dato importante para el cálculo mecánico.

El manillar por su parte debe quedar a una altura de 1090 mm, por tanto, teniendo en cuenta la propia altura del manillar sumada a la potencia, la pipa de dirección debe quedar por debajo de esa cota. En este caso al montar una dirección roscada, la potencia deja cierto margen de regulación que se puede aprovechar.

Las medidas generales de la bicicleta quedarían de la siguiente forma:



*Ilustración 51: Medidas generales basadas en la ergonomía*

*El proceso de cálculo está detallados en "Volumen 2 – Anexos, 3. Ergonomía"*

#### 7.2.2 Mecánica

En este apartado se dimensionarán aquellos elementos considerados críticos por los esfuerzos que deben soportar.

*El proceso de cálculo está detallado en "Volumen 2 – Anexos, 4. Mecánica"*

#### **CUADRO**

Está compuesto íntegramente por barras de distintas secciones, y por tanto será necesario conocer el espesor de dicha barras en función de una serie de hipótesis, en las zonas más críticas.

Los cálculos se harán para ese supuesto de un usuario de 120 kg que lleva una carga adicional de 15 kg, y que baja un escalón de 30 cm. Será admisible una deformación de 3 mm. Esto supone una fuerza de 11025N.

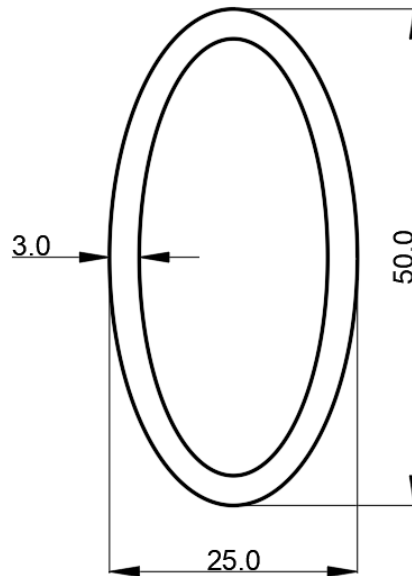


Los elementos que se han considerado críticos son:

- Barra rueda trasera-pedalier

Se corresponde con la parte del balancín trasero desde el eje de la rueda hasta el punto donde soporta el refuerzo trasero.

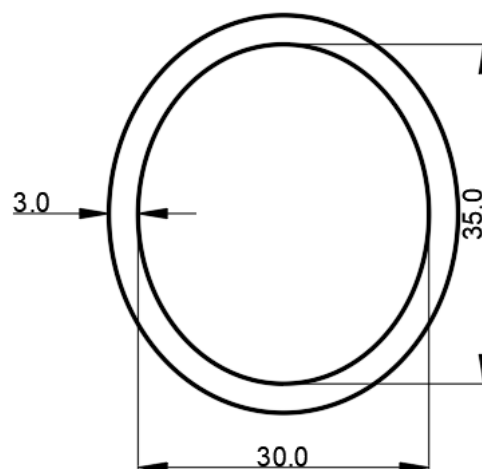
Estas barras estarán sometidas a un gran esfuerzo de flexión, por lo que partiendo de unas medidas externas iniciales, se calcula que el espesor necesario con un factor de seguridad de 2, es de 3 mm.



*Ilustración 52: Sección final del balancín trasero*

- Barra sillín

Tomando el mismo comentado antes, pero suponiendo que la carga la lleva en la espalda y con el sillín en la máxima altura, generando el momento más crítico, y considerando un factor de seguridad de 2, el espesor final será de 3 mm.

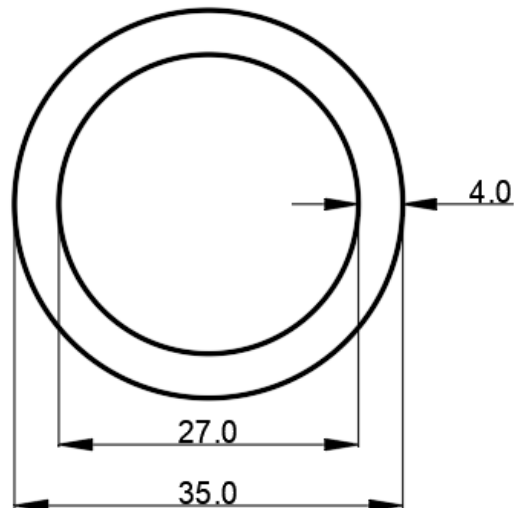


*Ilustración 53: Sección final de la barra sillín*

- Barras principales

Para este último caso, al tratarse de dos barras en paralelo, se puede descartar problemas de rigidez, pues el momento de inercia de ambas barras combinadas es muy elevado. Suponiendo que el impacto esta vez es en la rueda delantera íntegramente, se generarán esfuerzos de tracción que podría romper la barra.

Debido a las grandes simplificaciones de este cálculo, se estimara un mayor coeficiente de seguridad de 3, por lo que el espesor final será de 4 mm.



*Ilustración 54: Sección final de las barras principales*

### SISTEMA DE REGULACIÓN

El sistema de regulación, consta de un mecanismo de bloqueo mecánico, que por medio de un pasador que se introduce en unos orificios que determinan las diferentes posiciones de forma que interrumpe el movimiento de deslizamiento entre las barras.

Se realizará el estudio en base a la misma suposición de 11025 N de fuerza.

El elemento clave a dimensionar es el pasador, cuyo diámetro determinara dos posibles fallos:

- Cizalladura del roblón de fijación

Donde el diámetro mínimo admisible sería de 3 mm.

- Aplastamiento de las barras

Donde el diámetro mínimo admisible sería de 8 mm.

Debido al espesor reducido de las barras es necesario aumentar el área de contacto por medio del diámetro para absorber las tensiones producidas. Por tanto al ser más restrictivo el aplastamiento, el diámetro final será de 8 mm.

- Muelle

Por otro lado en base a la fuerza que es capaz de ejercer una persona en un botón, se ha estimado en 7 N como la resistencia óptima del muelle.

## SISTEMA DE ANCLAJE

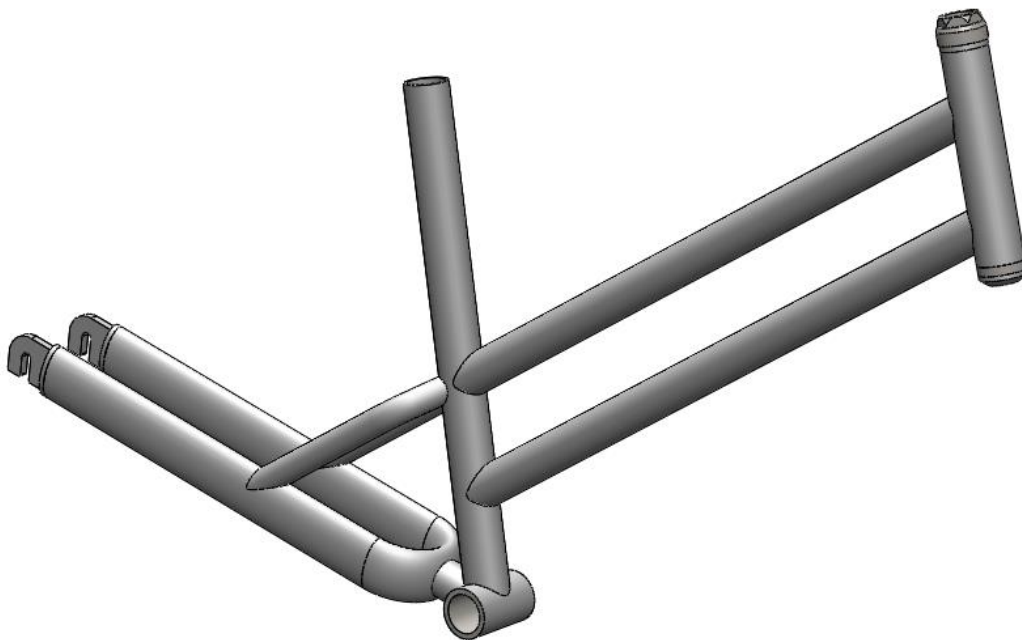
En este elemento no está sometido a esfuerzos constantes de ningún tipo, ni durante el uso, pues la bicicleta está completamente apoyada en el suelo sin cargar peso sobre la estructura, como parte del objetivo de evitar levantar la bicicleta, por lo que únicamente la estructura debe soportarse a sí misma y posibles golpes o actos vandálicos.

Por tanto la realización de cálculos, mecánicos que determinen las dimensiones no resultaría justificables por la imprevisibilidad de los aspectos a considerar. Por tanto se tiene en cuenta un cierto sobredimensionamiento, con barras de gran diámetro y espesor para la estructura que aseguran su resistencia a impactos puntuales y al desgaste general.

## 8. RESULTADOS FINALES

Una vez definidos todos los aspectos necesarios para resolver las problemáticas concretas de las piezas, en este apartado se expondrán las decisiones tomadas y los resultados finales.

### 8.1 Cuadro de la bicicleta



*Ilustración 55: Cuadro final de la bicicleta*

La intención de este trabajo no es desarrollar una bicicleta desde cero con todos sus elementos funcionales y justificaciones, que se alejan mucho del alcance del proyecto. La intención con el desarrollo de un cuadro es principalmente estético, porque en el caso concreto de esta tipología de bicicletas, la estética cumple un papel funcional muy importante a destacar.

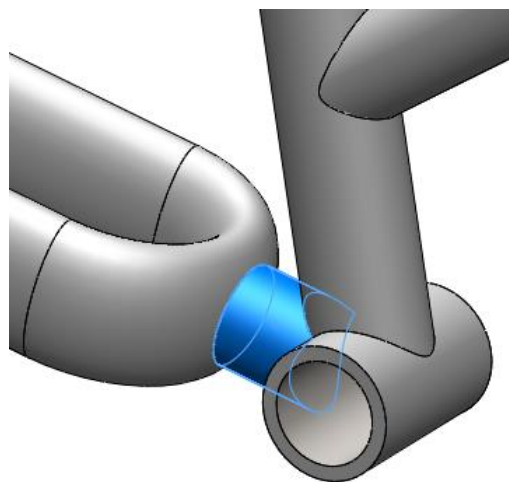
Por tanto la profundidad teórica de las decisiones tomadas en este elemento no pretende resultar en el modelo más eficiente, con mejores prestaciones ni ninguna otra característica similar, sino cumplir una función formal. Esto es así porque se ha considerado que la diferenciación visual es un factor que afecta en primer lugar a la seguridad, entendiendo que

una bicicleta muy diferenciada y con marcados rasgos no puede ser camuflada por ejemplo con un cambio de color, y por tanto es la primera línea de defensa frente a los robos. Además, le otorga una identidad propia al servicio, que los ciudadanos de una localidad pueden reconocer y que actúa como propaganda y cara visible de un producto.

Por otro lado se han tratado de minimizar el número de operaciones necesarias para su fabricación, especialmente utilizando un número reducido de barras, en su mayoría rectas y siempre de espesor constante.

Teniendo todo esto en cuenta, los dos aspectos diferenciadores que se han buscado potenciar son, en primer lugar en el eje trasero, se ha sustituido la típica estructura triangular formada por la barra del sillín, la barra horizontal que va desde el pedalier al eje y la barra oblicua que actúa como refuerzo para evitar la flexión, por una única barra flotante. Esta barra soportará grandes momentos flectores como se ha indicado en el apartado de cálculos estructurales, por lo que para aumentar el momento de inercia se ha escogido una sección elíptica que confiere además cierta esbeltez para el diámetro de barra que se requería. Igualmente cuenta con la estructura triangular por la gran resistencia de este tipo de configuraciones pero mucho más discreta. Por otro lado, las barras principales están desplazadas de forma que no conectan con el eje pedalier como se acostumbra a hacer. Estos cambios le dan un aspecto único al conjunto independientemente de los accesorios o colores que posteriormente pueda incluir.

Otro aspecto relevante a comentar en el proceso de toma de decisiones de este elemento son las soldaduras, especialmente en el pedalier, donde a priori confluyen muchas barras a unir. Para facilitar la tarea y evitar cordones intrincados, en primer lugar la decisión de desplazar las barras principales facilita la tarea, y en segundo lugar, las barras que soportan el eje trasero, en vez de confluir de ambos lados en el pedalier, especialmente en el caso de barras de gran tamaño como estas, se ha elegido incluir una barra intermedia que agrupe las barras de ambos lados en una sola. El resultado es que únicamente confluyen en el eje pedalier la barra del sillín y esta barra nexa que agrupa las de los ejes.



*Ilustración 56: Barra nexa*

## 8.2 Sistema de anclaje

Entrando ya en los elementos que componen el grueso del proyecto, en primer lugar se encuentra el sistema de anclaje, compuesto por dos elementos, la propia horquilla de la bicicleta y la estación donde las bicicletas se estacionan.

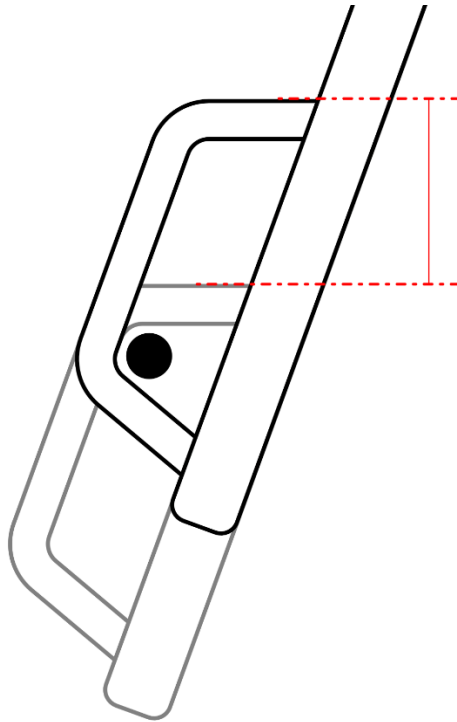
Es importante remarcar que el mecanismo de cierre, entendido como el conjunto de los elementos del cerrojo, movimiento del pasador etc. No entra dentro del estudio, pues se considera que incorpora conocimientos y técnicas del sector de la seguridad alejada de la intención del proyecto. Por tanto el sistema de bloqueo estrictamente hablando no será objeto de desarrollo, sino el contenedor y la interacción del usuario con la estación, reduciendo el mecanismo de cerrojo únicamente a un pasador.



*Ilustración 57: Conjunto final*

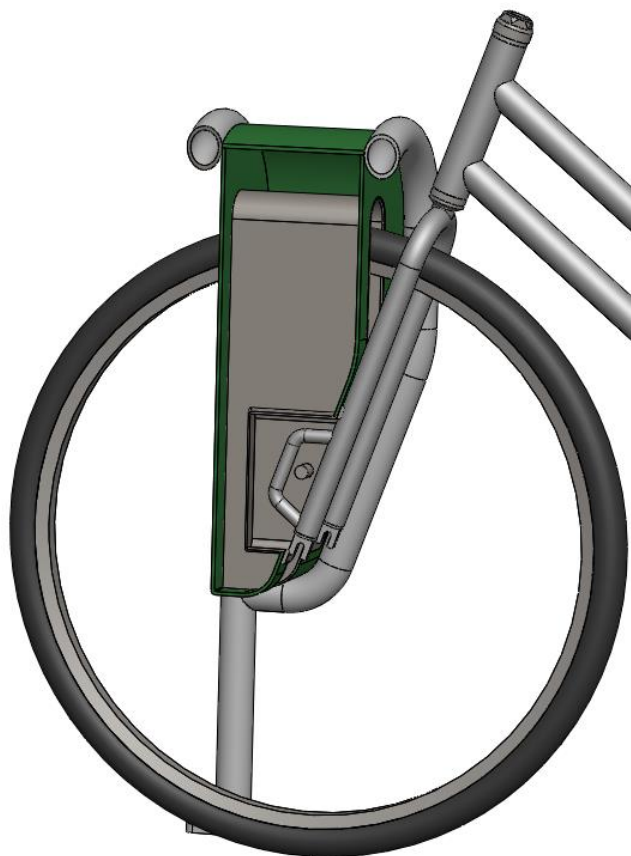
La parte de la horquilla trata de ser lo más simple y robusta posible, ya que es un elemento muy susceptible de ser golpeado. Su función es la de alojar el elemento bloqueante de la estación, pero lo interesante del concepto es, la adaptabilidad y capacidad de asumir cierto juego y desalineación, aun tratándose de un elemento totalmente rígido sin articulación facilitando enormemente la tarea del anclaje.

En primer lugar, al encontrarse en la horquilla, la argolla puede aprovechar el movimiento de giro propio de la rueda, que además actúa como guía introduciéndose primero en la ranura. De esta forma no importa que la parte trasera de la bicicleta no esté perpendicular a la estación, el manillar siempre es fácil de orientar sin grandes esfuerzos. Por otro lado, las posibles variaciones en la altura del anclaje por deformaciones de la rueda u otros factores externos, que podrían resultar problemáticos debido a que la bicicleta permanece con ambas ruedas en el suelo, son absorbidas por el juego entre el diámetro del pasador y el hueco de la argolla.



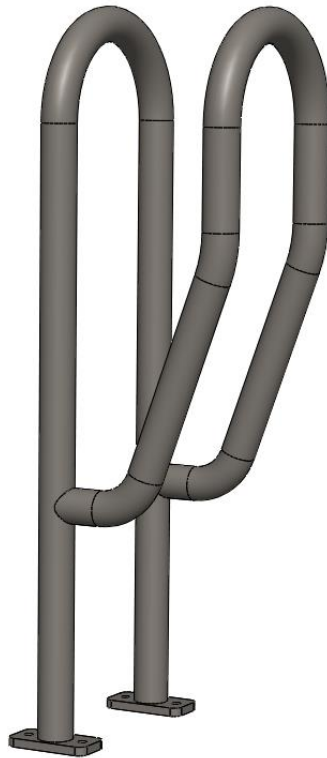
*Ilustración 58: Variación de altura admisible por el anclaje*

Desde la parte inferior de la argolla hasta la parte superior, teniendo en cuenta el diámetro del pasador deja un espacio libre para absorber variaciones verticales de 50 mm



*Ilustración 59: Corte estación de anclaje*

La estación en sí, tiene como objetivo principal ser resistente y evitar cierto tipo de ataques vandálicos. Tanto los tubos como las planchas son de acero galvanizado para resistir la corrosión. Para lograr una buena integridad estructural, el conjunto se encuentra integrado en una estructura simple compuesta por dos tubos soldados de acero de gran diámetro, que soportarán sin problema golpes y otros imprevistos, atornillados al suelo.



*Ilustración 60: Estructura principal*

Sobre esta estructura principal se monta el sistema de anclaje, protegido por una carcasa de chapa metálica también de un espesor considerable, 4 mm, para proteger el mecanismo interno.

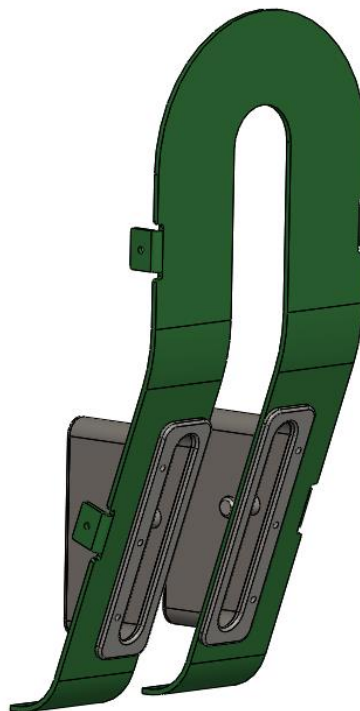
Esta carcasa consta de dos piezas, más el canal que actúa como guía de la rueda, de forma que la pieza denominada “carcasa frontal” está soldada a las barras estructurales y conforman el frontal, trasero y suelo de la carcasa, y cuenta con una serie de solapas donde se atornilla la “carcasa superior” para que sea desmontable y permita la accesibilidad al interior en caso de reparaciones. El canal de la rueda igualmente está soldado a la carcasa frontal.



*Ilustración 61: Carcasa superior, frontal y canal de la rueda*

La intención de estas piezas es poder fabricarlas a partir de láminas de acero recortadas y posteriormente dobladas de la forma más sencilla posible.

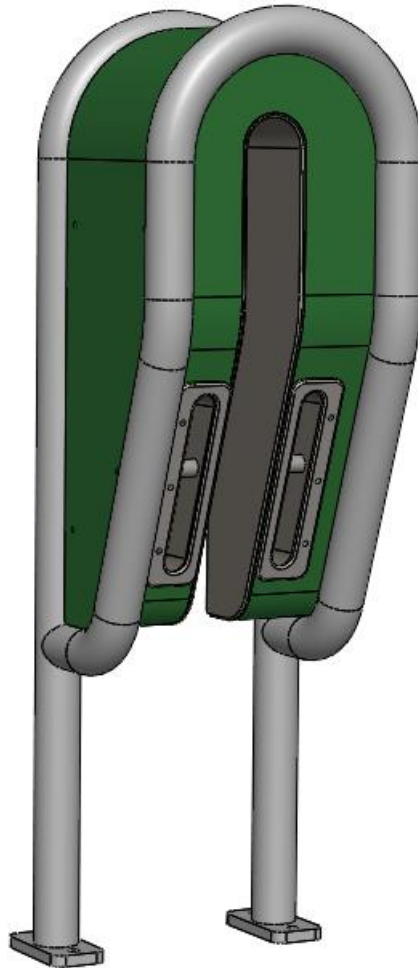
Finalmente, sobre la carcasa frontal, en los orificios se alojan ambos sistemas de bloqueo, uno a cada lado.



*Ilustración 62: Frontal del anclaje*



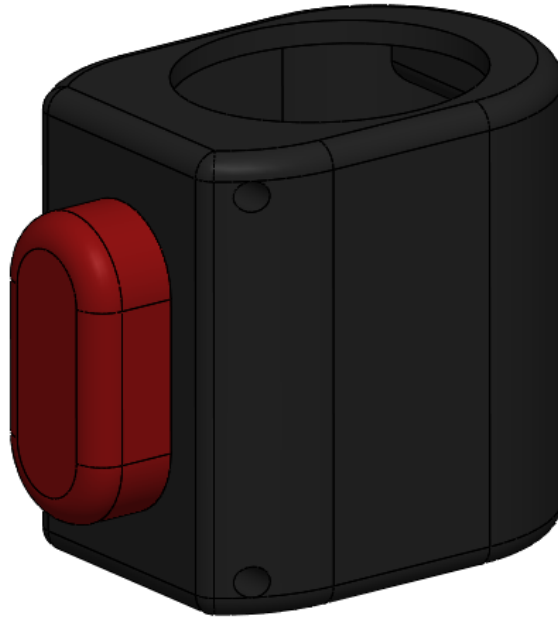
Los orificios actúan en primer lugar como protección para no causar arañazos en la carcasa al golpear el frontal con las argollas de la horquilla, y a su vez tapan completamente el acceso al interior de la estación, para evitar alteraciones indebidas o la presencia de pequeños animales. Además la propia bicicleta imposibilita el desmontaje, por lo que no se puede acceder a menos que se retire la bicicleta como medida de seguridad. De igual forma, como las barras estructurales sobresalen actúan como pantalla contra posibles herramientas de corte que pretendan atacar a las argollas de la horquilla.



*Ilustración 63: Sistema de anclaje completo*

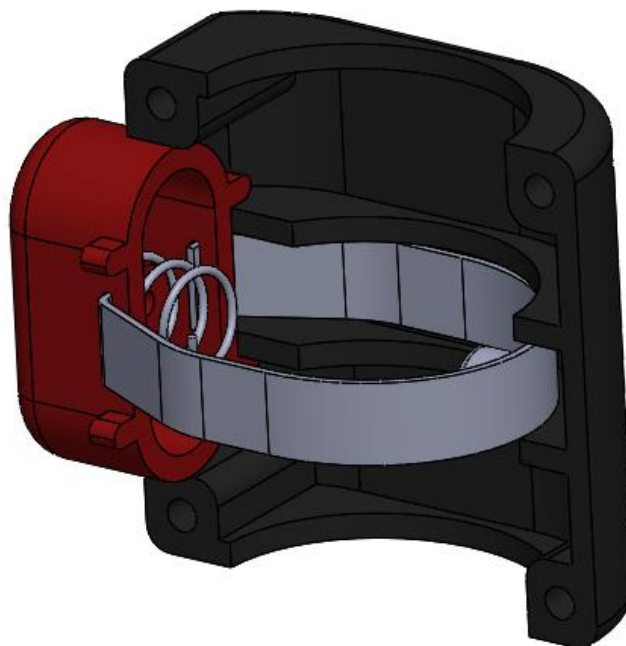
### 8.3 Sistema de regulación

El último de los elementos objeto de este proyecto es el sistema de regulación, que como se ha definido en apartados anteriores consta de un botón que libera mecánicamente el movimiento de deslizamiento entre las dos barras del sillín.



*Ilustración 64: Sistema de regulación completo*

El conjunto consta principalmente de 4 elementos, la carcasa y el botón, de plástico inyectado, el muelle y el elemento de bloqueo. La carcasa y el botón son los elementos visibles de interacción, y en el caso del botón, con un color rojo vivo que claramente indica que es un pulsador, y que por su localización resulta bastante evidente para el usuario cuál es su función, en este sentido la usabilidad está muy bien cubierta.



*Ilustración 65: Vista interior del sistema de regulación*

En cuanto a las formas y decisión es tomadas durante el desarrollo, la carcasa consta de dos piezas simétricas que se atornillan por las esquinas, ejerciendo presión sobre el tubo del sillín y fijando la posición. Para dotar de más rigidez y resistencia a la carcasa se han incluido dos nervios que conforman dos puntos de apoyo adicional en el centro de la carcasa y que además sirven de deslizadera para apoyar el movimiento del botón.

El botón por su parte cuenta con pequeños topes que impiden su extracción sin desmontar la carcasa, y en su interior hueco alberga el muelle, que mantiene estático el sistema si no se ejerce una fuerza externa.

El material seleccionado para estas piezas es ABS, por su elevada tenacidad, y por ser un termoplástico de uso bastante común, que resistirá sin problemas los impactos y la abrasión de posibles caídas.

Por último, una plancha doblada metálica con un roblón ejerce la función de transmisión del movimiento de forma que al pulsar el botón, el roblón sale del interior de la barra del sillín interna, liberando el movimiento.

En las piezas plásticas en todo momento se he tenido en cuenta mantener un espesor constante y prever la extracción del molde.

## 9. PLANIFICACIÓN

Para poder realizar un estudio sobre la planificación primero es necesario delimitar unas previsiones de venta.

En este caso se aproximará las posibles ventas del producto contabilizando las ciudades españolas de la costa mediterránea, que cuentan actualmente con un servicio de bicicletas similar para poder cuantificar un número razonable de unidades que podrían venderse. Aunque la venta no está limitada al territorio nacional, por el clima y las condiciones geográficas, sí que resulta el mercado potencial más atractivo.

Barcelona	7000
Benidorm	300
Castellón	550
Elche	345
Gandía	600
Málaga	450
Murcia	600
Sevilla	2500
Valencia	2750
TOTAL	15000 uds.

Se planteará el supuesto de que estas ciudades necesitan remodelar el servicio.

### 9.1 Procesos de fabricación

Uno de los objetivos que se ha tenido en cuenta a la hora de diseñar las piezas ha sido la fabricación, tratando de reducir el número de operaciones diferentes para poder aprovechar al máximo la maquinaria. Por lo que principalmente las piezas parten de barras o planchas de acero, y únicamente algunas piezas son de polímero inyectado.

#### **BARRAS**

Las diferentes barras que se utilizan en durante la fabricación, se compran directamente a los proveedores, y únicamente se les da la forma final.

En este caso los tubos miden 6 m por lo que el primer paso es cortarlas a las distintas medidas que se necesitan.

Una vez las barras tienen las dimensiones finales, la mayoría de ellas necesitan un doblado y, finalmente, para poder realizar las soldaduras y unir las barras entre ellas se necesita una preparación en sus extremos, de forma que contacte con la superficie cilíndrica o elíptica exterior al completo. Esta preparación se puede llevar a cabo mediante un trepanado en el caso de las uniones con barras de sección circular, pero las de sección elíptica necesitan de procesos más sofisticados como corte láser, y por tanto se subcontratará el corte de este tipo de uniones.

Una vez las barras tienen su forma definitiva, se realizarán las uniones mediante soldadura TIG que permite buenos acabados. En el caso de la estructura de acero galvanizado de la estación el proceso finalizaría aquí, pero para el cuadro de la bicicleta se necesita un acabado final que ofrezca protección a la corrosión en este caso pintura en polvo electrostática, y posterior curado en horno.

#### **PLANCHAS DE ACERO**

Se fabrican a partir de planchas de acero la carcasa y ciertos elementos de la estación Y la transmisión del botón.

Nuevamente se parte de planchas adquiridas que necesitan recortarse, en este caso mediante láser, obteniéndose la forma definitiva plana que posteriormente se dobla para obtener las piezas acabadas. Se unen por soldadura MAG y nuevamente para proteger se le aplica un recubrimiento de pintura en polvo y posterior curado.

Algunas piezas necesitarán taladrado y roscado para los tornillos.

#### **INYECCIÓN**

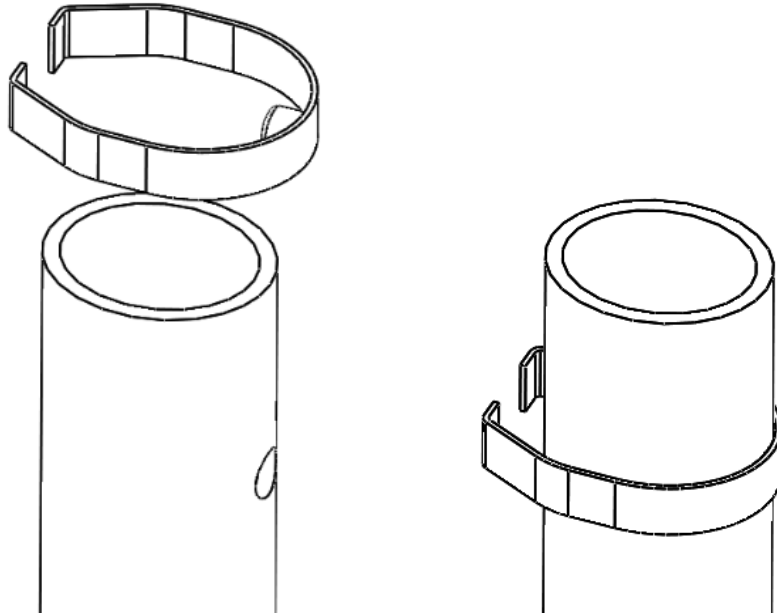
Tanto el botón como la carcasa plástica del sistema de regulación se fabricarán por inyección de plástico. Se utilizará un molde multicavidad para las dos mitades de la carcasa, y otro molde para el botón. No se necesitará ningún proceso posterior. Inyección de termoplástico ABS.

*Para conocer más detalladamente el proceso de fabricación de cada elemento, los materiales y los procesos de fabricación consultar "Volumen 3 – Pliego de condiciones"*

## 9.2 Ensamblaje

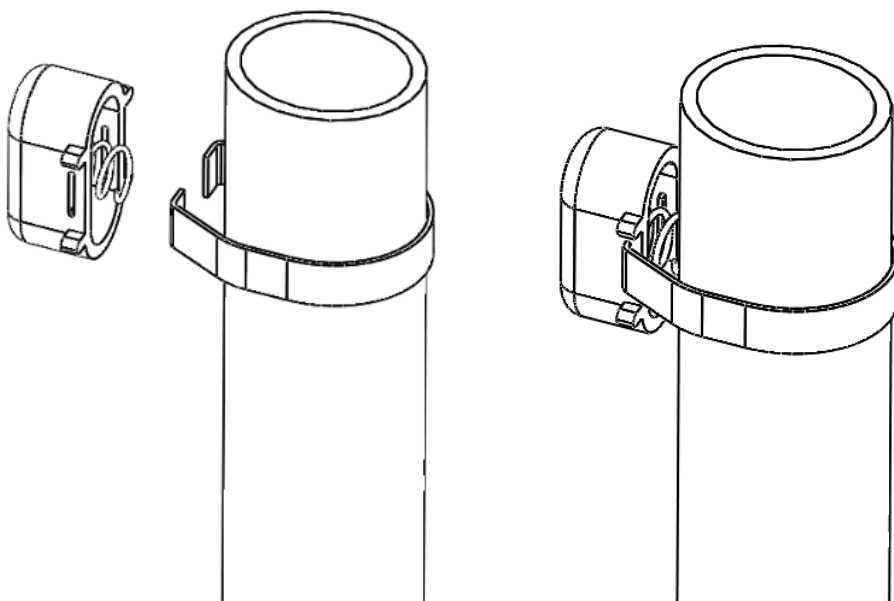
El ensamblaje de los elementos es bastante sencillo, en primer lugar el cuadro una vez fabricado es una única unidad por lo que no requiere de ningún montaje. El sistema de regulación por su parte se acopla a la bicicleta siguiendo los siguientes pasos:

1. Se coloca el conjunto roblón transmisión en el orificio de bloqueo y alrededor de la barra de sillín.



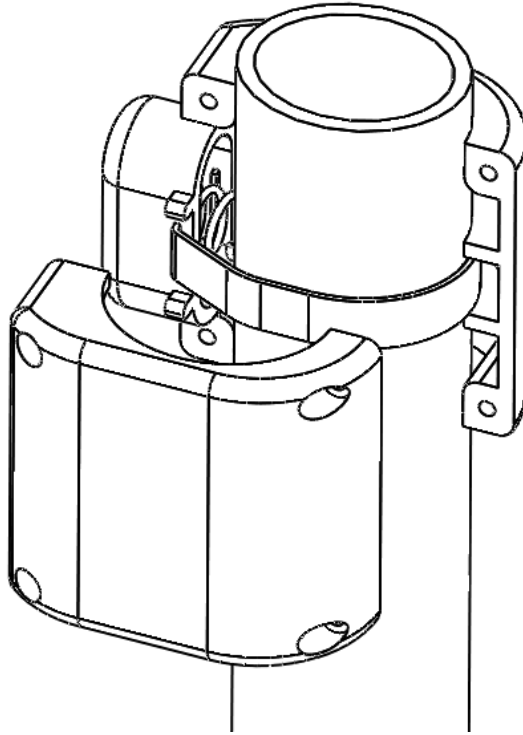
*Ilustración 66: Primer paso montaje sistema regulación*

2. A continuación, se inserta el botón con el muelle en su interior, enganchando con la transmisión.



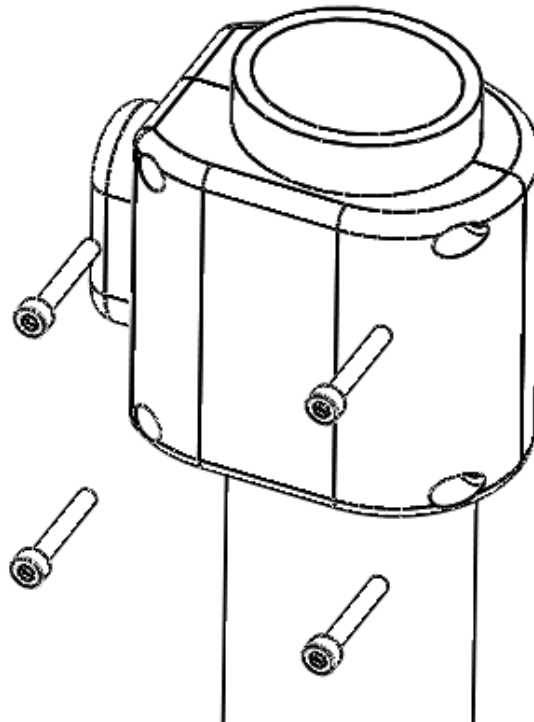
*Ilustración 67: Segundo paso montaje sistema regulación*

3. Se protege el conjunto dentro de la carcasa.



*Ilustración 68: Tercer paso montaje sistema regulación*

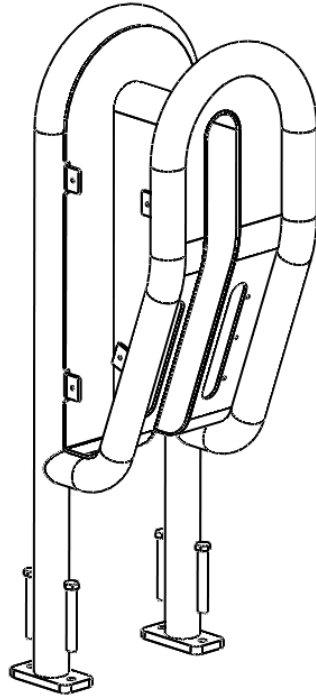
4. Se fija la unión con los tornillos.



*Ilustración 69: Cuarto paso montaje sistema regulación*

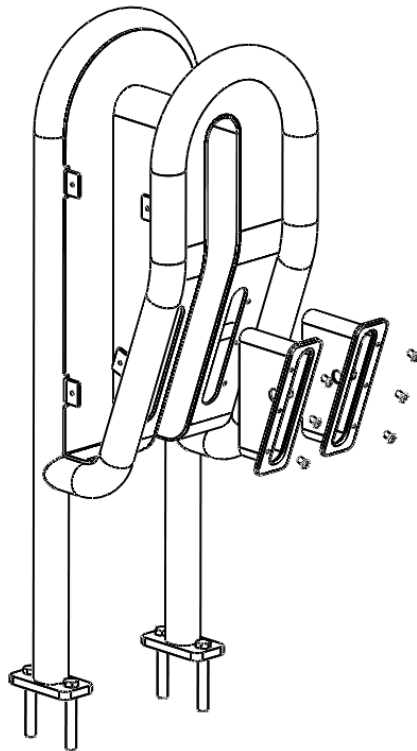
La estación por su parte si requiere:

1. En primer lugar se preparan los orificios en el suelo.
2. El conjunto de las barras estructurales, la carcasa frontal y el canal de la rueda ya están pre soldado en la fábrica, y únicamente se atornillan al suelo.



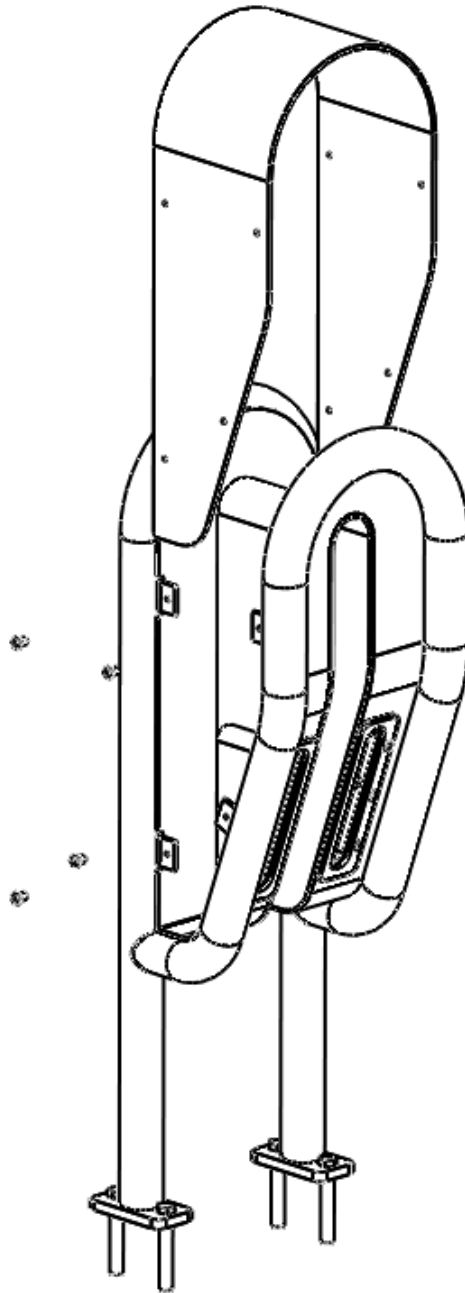
*Ilustración 70: Primer paso montaje sistema de anclaje*

3. Se introducen los cajones de bloqueo donde se introduce la bicicleta y se atornillan.



*Ilustración 71: Segundo paso montaje sistema de anclaje*

4. Finalmente se atornilla la carcasa superior.



*Ilustración 72: Tercer paso montaje sistema de anclaje*



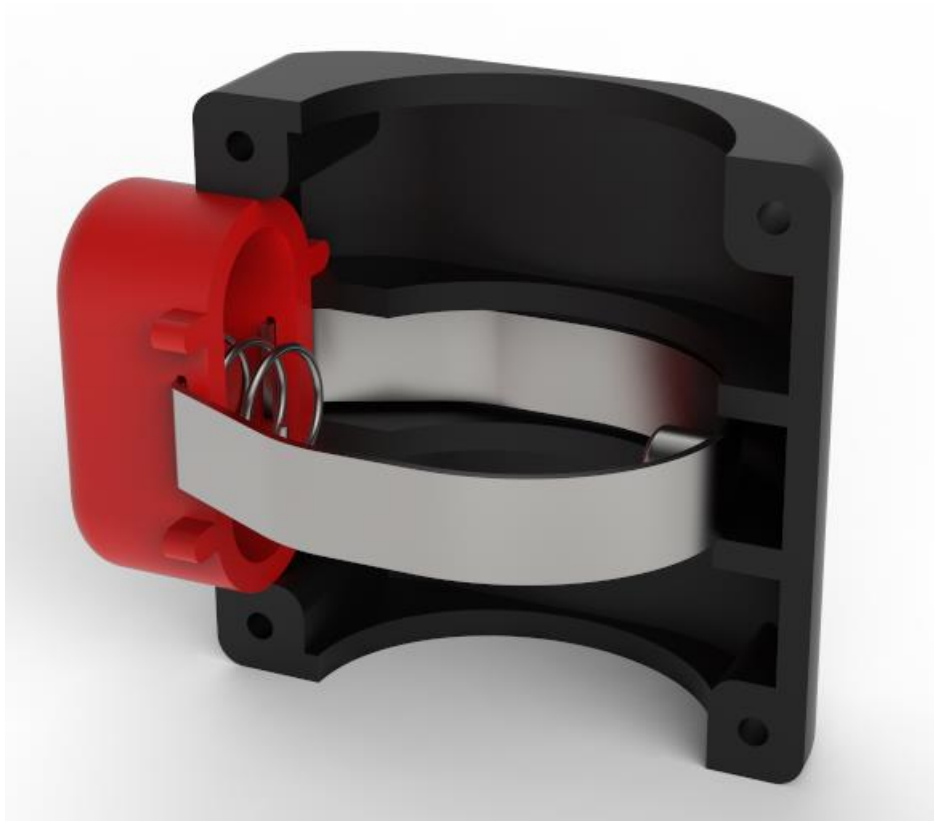
## 10. IMÁGENES FINALES



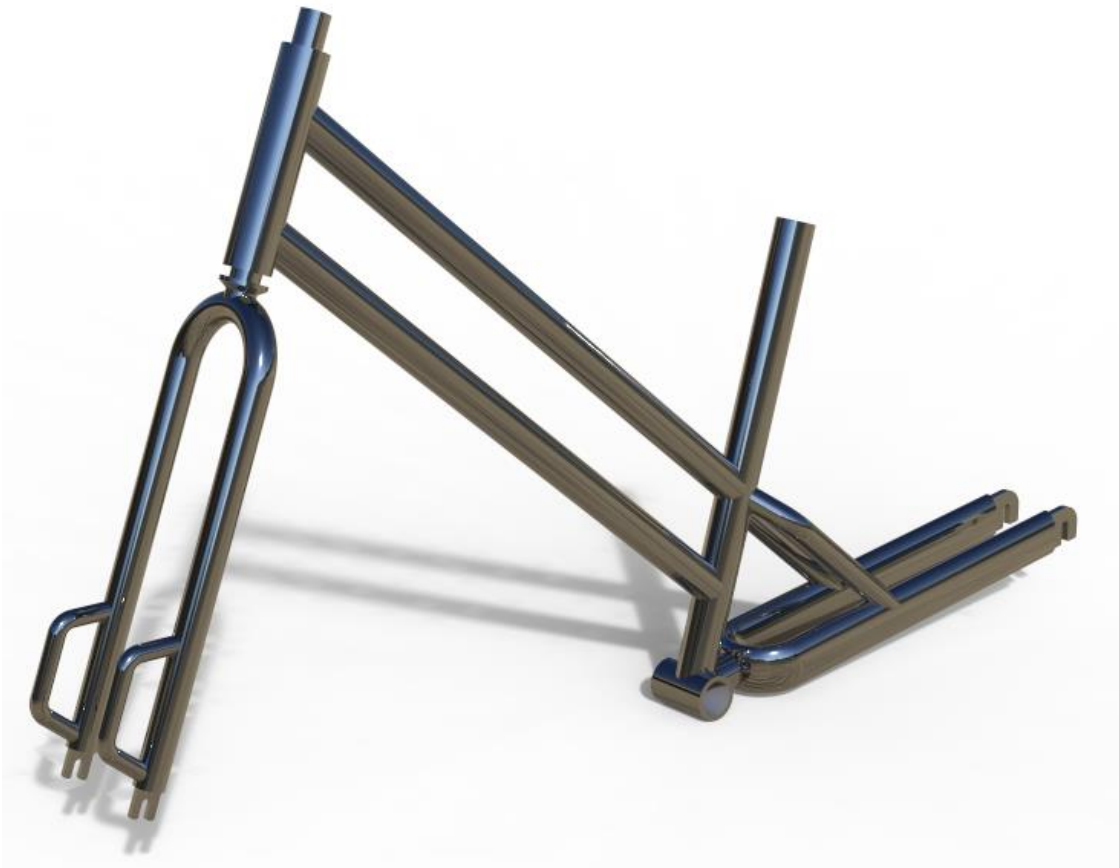
*Ilustración 73: Renderizado sistema de anclaje*



*Ilustración 74: Renderizado sistema de regulación*



*Ilustración 75: Renderizado interior sistema de regulación*



*Ilustración 76: Renderizado cuadro*



**ANEXOS**

**VOLUMEN II**



## ÍNDICE ANEXOS

1.	DISEÑO CONCEPTUAL .....	88
1.1	Análisis del problema .....	88
1.2	Análisis de objetivos .....	89
1.3	Establecimiento de las especificaciones .....	95
2.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	96
2.1	DATUM .....	96
2.2	Objetivos ponderados .....	98
3.	ERGONOMÍA.....	104
3.1	Altura del sillín:.....	104
3.2	Altura del manillar:.....	110
4.	MECÁNICA.....	115
4.1	Cuadro .....	115
4.2	Sistema de regulación .....	121
4.3	Sistema de anclaje.....	122

## 1. DISEÑO CONCEPTUAL

### 1.1 Análisis del problema

Para poder definir correctamente los objetivos y especificaciones, primero hay que definir correctamente el problema.

#### **NIVEL DE GENERALIDAD:**

Puesto que el objeto del proyecto es el rediseño de algunas partes de una bicicleta para su adaptación a un sistema de alquiler público, podemos hablar de un nivel medio-bajo. Sin embargo los elementos que se van a rediseñar son muy significativos para el conjunto del producto (cuadro, anclaje y asiento) por lo que el producto resultante puede considerarse como nuevo. Se trata por tanto de un nivel de generalidad medio.

#### **EXPECTATIVAS Y RAZONES DEL PROMOTOR**

Mediante el desarrollo de este producto se pretenden solventar ciertos problemas detectados en el servicio de bicicletas público. Estos problemas son:

- La posibilidad de una correcta regulación de la altura del sillín a través de un mecanismo fácil de utilizar, que no requiera aplicar mucha fuerza y que sea duradero.
- La posibilidad de anclar la bicicleta sin necesidad de grandes esfuerzos.
- La integración de todos los elementos en el cuadro para mejorar la resistencia, usabilidad y apariencia general.
- La selección del resto de elementos para que cumplan de la mejor manera sus respectivas funciones sin entorpecer las cualidades generales del producto.

#### **ESTUDIO DE LAS CIRCUNSTANCIAS QUE RODEAN EL DISEÑO**

- Climatológicas y geográficas

El producto va dirigido a ciudades como Castellón de la Plana, esto es, ciudades con notable escasez de precipitaciones y temperaturas cálidas durante la mayor parte del año.

Las bicicletas quedarán expuestas las 24 horas del día, por lo que deberán resistir cualquier tipo de corrosión y posibles efectos de la exposición directa a la luz solar. Si se deberá tener en cuenta la posible cercanía a entornos marítimos.

Del mismo modo, estas ciudades no presentan desniveles del terreno destacables, están totalmente asfaltadas y cuentan con buenos servicios de iluminación pública.

- Sociales

Actualmente la concienciación medioambiental y el estilo de vida activo tienen una influencia importante en las costumbres sociales, a lo que se añade los problemas de congestión en el tráfico. Por tanto el marco social es propicio para la movilidad alternativa.

Existen además subvenciones por parte de los ayuntamientos que incentivan el uso de este tipo de transportes por lo que los precios que se fijan son muy asequibles.

Los niveles de delincuencia y vandalismo de las posibles ciudades objetivo no son remarcablemente elevados (en España el 80% de los usuarios reportan no haber sufrido nunca un robo de bicicleta).



- Culturales

En España, casi un 90% de la población sabe montar en bicicleta y un 22,4% la utilizan semanalmente (usuarios potenciales de un sistema público) pese a que un 70% de la población afirma tener una bicicleta en casa.

Los usuarios piensan que las principales ventajas de la bicicleta son, en primer lugar, el beneficio en la salud, seguido del impacto medioambiental, la libertad de movimiento y el reducido coste económico.

Por el contrario, los principales inconvenientes según los usuarios son, el peligro de circular junto a otros vehículos motorizados (el 54% opina que los vehículos a motor no respetan a los ciclistas), falta de vías para bicicletas y otras infraestructuras. Además, el 51% de la población opina que los ciclistas no son respetuosos con los peatones, existe una visión negativa sobre los ciclistas probablemente por la invasión de las vías peatonales causada por la falta de carril bici.

- Políticas

Muchos ayuntamientos están invirtiendo en infraestructura para mejorar la seguridad tanto con vías acondicionadas como con aparcamiento, y muchos están implementando servicios de préstamo a muy bajo coste.

## **RECURSOS DISPONIBLES**

Puesto que el proyecto tiene un enfoque teórico y no está limitado al marco operativo de ninguna entidad, los recursos disponibles no están limitados. Por supuesto se tratará de optimizar cualquier aspecto para reducir al máximo cualquier recurso necesario.

### 1.2 Análisis de objetivos

## **ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS**

Objetivos del diseñador:

- Debe ser lo más simple posible, tanto estructural como visualmente.
- Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible.
- Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento.
- Debe soportar cargas y golpes muy superiores a los teóricos. (un servicio público va a estar expuesto a situaciones muy variables, elevado coeficiente de seguridad).
- Que sea reconocible y geométricamente inconfundible.
- Disponer de iluminación.
- Permitir regulación suficiente como para englobar a los percentiles 1 y 99.
- Evitar levantar la bicicleta durante el anclaje.
- Evitar que el sillín pierda la orientación frontal.

Objetivos del fabricante:

- Menor número posible de piezas.
- Materiales de uso común.
- Materiales fácilmente mecanizables.
- Minimizar la complejidad de las piezas.
- Fácil ensamblaje

**Objetivos del usuario:**

- Permitir la máxima regulación posible.
- Evitar manchas de grasa y similares.
- Capacidad de carga de una mochila de 40l.
- Minimizar el peso.
- Evitar las partes potencialmente ruidosas (referido a elementos que traquetean).
- Maximizar la visibilidad frente a los vehículos y peatones.
- Evitar pinchazos.
- Anclaje sin levantar la bicicleta.
- Evitar elementos que puedan ocasionar daños graves en caso de accidente (elementos con ángulos pronunciados en la parte frontal o similar).
- La regulación debe poder efectuarse con una mano.

**Objetivos del distribuidor:**

- Mínimo peso posible.
- Que ocupe el menor volumen posible desmontado.
- Que sea apilable.
- Evitar elementos frágiles expuestos.

**Objetivos del vendedor:**

- Minimizar costes.
- Estética llamativa diferenciadora.

**Objetivos del cliente (servicio técnico y personal encargado de la redistribución de bicicletas):**

- Ligereza.
- Resistencia (mecánica y a corrosión).
- Fácilmente identificables.
- Evitar pinchazos.
- Evitar robos.

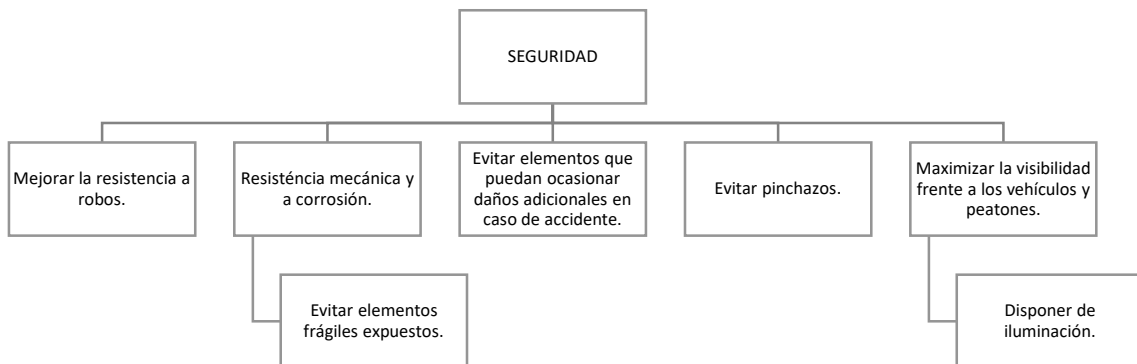
Conocidos los objetivos de los diferentes grupos partícipes del producto, se procede a su análisis, con el fin de eliminar duplicidades, contradicciones, jerarquizar y lograr en última instancia el mínimo listado de objetivos que defina completamente el problema.

## ARBOL DE OBJETIVOS

En base a los objetivos recogidos en el apartado anterior, se pueden establecer las siguientes categorías en las que clasificar los objetivos:

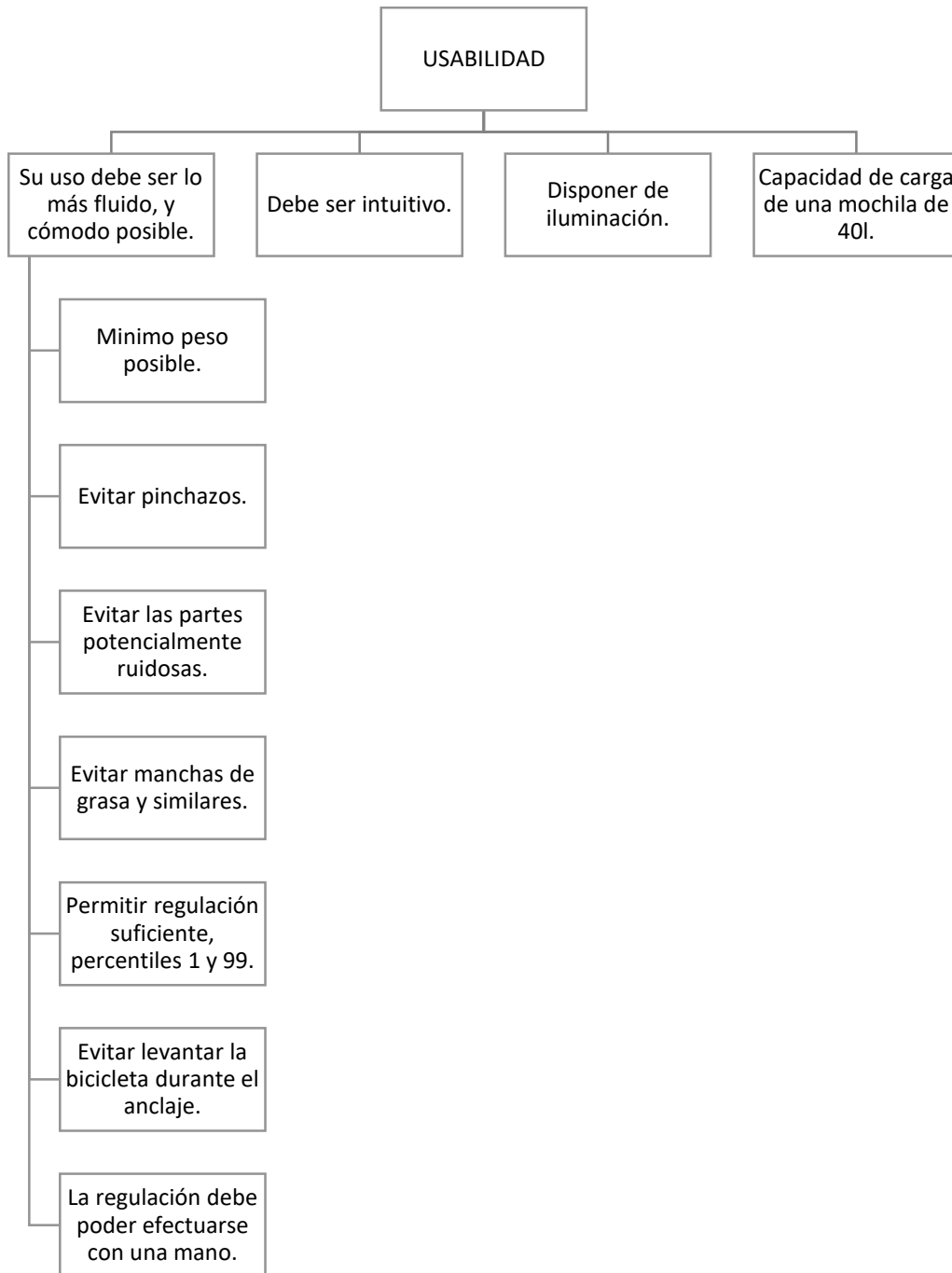
### SEGURIDAD

- Disponer de iluminación. (*restricción*)
- Maximizar la visibilidad frente a los vehículos y peatones. (*optimizable*)
- Evitar pinchazos. (*restricción*)
- Evitar elementos frágiles expuestos. (*restricción*)
- Resistencia (mecánica y a corrosión). (*optimizable*)
- Evitar elementos que puedan ocasionar daños adicionales en caso de accidente (elementos con ángulos pronunciados en la parte frontal o similar). (*restricción*)
- Mejorar la resistencia a robos. (*optimizable*)



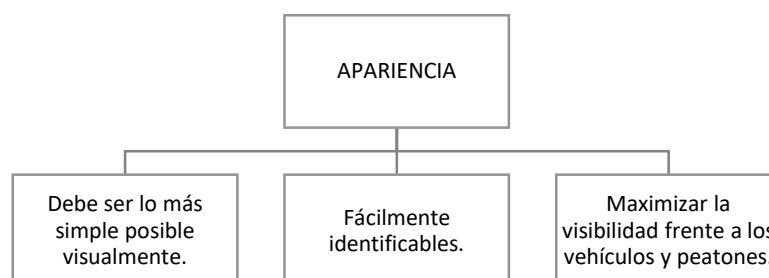
### USABILIDAD

- Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible. (*optimizable*)
- Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento. (*optimizable*)
- Disponer de iluminación. (*restricción*)
- Permitir regulación suficiente como para englobar a los percentiles 1 y 99. (*restricción*)
- Evitar levantar la bicicleta durante el anclaje. (*restricción*)
- Evitar manchas de grasa y similares. (*restricción*)
- Capacidad de carga de una mochila de 40l. (*restricción*)
- Evitar las partes potencialmente ruidosas (referido a elementos que traquetean). (*restricción*)
- Evitar pinchazos. (*restricción*)
- Mínimo peso posible. (*optimizable*)
- La regulación debe poder efectuarse con una mano. (*restricción*)
- Evitar que el sillín pierda la orientación frontal. (*restricción*)



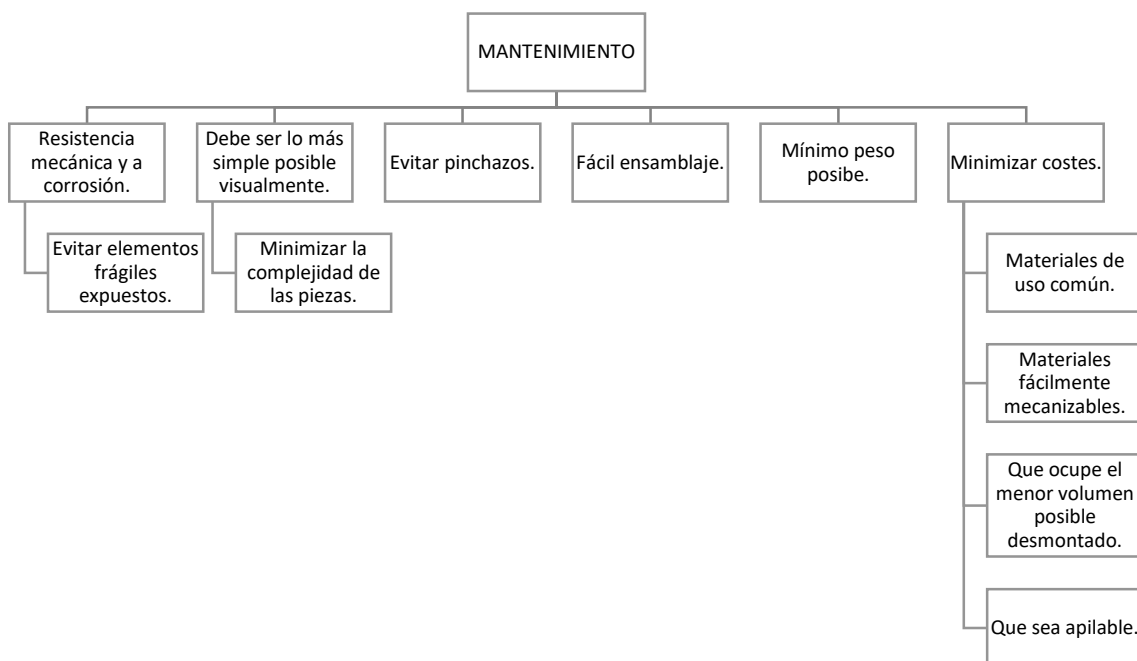
**APARIENCIA**

- Debe ser lo más simple posible visualmente. *(optimizable)*
- Maximizar la visibilidad frente a los vehículos y peatones. *(optimizable)*
- Fácilmente identificables. *(optimizable)*



**MANTENIMIENTO**

- Debe ser lo más simple posible visualmente. *(optimizable)*
- Materiales de uso común. *(restricción)*
- Materiales fácilmente mecanizables. *(restricción)*
- Minimizar la complejidad de las piezas. *(optimizable)*
- Fácil ensamblaje. *(optimizable)*
- Evitar pinchazos. *(restricción)*
- Mínimo peso posible. *(optimizable)*
- Que ocupe el menor volumen posible desmontado. *(optimizable)*
- Que sea apilable. *(restricción)*
- Evitar elementos frágiles expuestos. *(restricción)*
- Minimizar costes. *(optimizable)*
- Resistencia (mecánica y a corrosión). *(optimizable)*



**LISTADO FINAL DE OBJETIVOS Y RESTRICCIONES**

28. Disponer de iluminación. (*restricción*)
29. Maximizar la visibilidad frente a los vehículos y peatones. (*optimizable*)
30. Evitar pinchazos. (*restricción*)
31. Evitar elementos frágiles expuestos. (*restricción*)
32. Máxima resistencia mecánica. (*optimizable*)
33. Máxima resistencia a corrosión. (*optimizable*)
34. Evitar elementos que puedan ocasionar daños adicionales en caso de accidente (elementos con ángulos pronunciados en la parte frontal o similar). (*restricción*)
35. Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible. (*optimizable*)
36. Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento. (*optimizable*)
37. Permitir regulación suficiente como para englobar a los percentiles 1 y 99. (*restricción*)
38. Evitar levantar la bicicleta durante el anclaje. (*restricción*)
39. Evitar manchas de grasa y similares. (*restricción*)
40. Capacidad de carga de una mochila de 40l. (*restricción*)
41. Evitar las partes potencialmente ruidosas (referido a elementos que traquetean). (*restricción*)
42. Mínimo peso posible. (*optimizable*)
43. Debe ser lo más simple posible visualmente. (*optimizable*)
44. Fácilmente identificables. (*optimizable*)
45. Materiales de uso común. (*restricción*)
46. Materiales fácilmente mecanizables. (*restricción*)
47. Minimizar la complejidad de las piezas. (*optimizable*)
48. Fácil ensamblaje. (*optimizable*)
49. Que ocupe el menor volumen posible desmontado. (*optimizable*)
50. Que sea apilable. (*restricción*)
51. Minimizar costes. (*optimizable*)
52. La regulación debe poder efectuarse con una mano (una para accionar el sistema y otra para colocar el sillín a la altura deseada, pero nunca dos para liberar el sistema). (*restricción*)
53. Evitar que el sillín pierda la orientación frontal. (*restricción*)
54. Mejorar la resistencia a robos. (*optimizable*)

## 1.3 Establecimiento de las especificaciones

A cada uno de los objetivos que se han considerado finamente, se le asigna una variable y su escala de medición, y un criterio para su evaluación.

Nº DE OBJETIVO	ESPECIFICACIÓN	VARIABLE	ESCALA	CRITERIO
2	Tiene que ser lo más visible posible	Nivel de visibilidad	-Muy visible -Visible -Poco visible -Nada visible	El más visible
5	Tiene que soportar las mayores tensiones posibles	Resistencia mecánica	Pascales	El que aguante mayor tensión
6	Tiene que tener la mayor resistencia a corrosión posible	Resistencia a corrosión	-Alta -Media -Baja	El que tenga mayor resistencia
8	Su uso debe ser lo más cómodo posible.	Nivel de comodidad	-Muy cómodo -Cómodo -Poco cómodo -Nada cómodo	El que sea más cómodo
9	Su uso de ser lo más intuitivo posible	Facilidad de uso	-Muy intuitivo -Intuitivo -Poco intuitivo -Nada intuitivo	El que sea más intuitivo
15	Debe pesar lo mínimo posible	Peso	Kg	El que menos pese
16	Debe ser lo más simple posible visualmente	Nº piezas	Nº piezas	El que tenga menos piezas
17	Debe ser lo más identificable posible	Nivel de identificable	-Muy identificable -Identificable -Poco identificable -Nada identificable	El que sea más identificable
20	Las piezas deben ser lo menos complejas posibles	Nivel de complejidad	-Muy compleja -Compleja -Poco compleja -Nada compleja	El que sea menos complejo
21	Debe poder ensamblarse en el menor tiempo posible	Tiempo de ensamblaje	segundos	El que menos tiempo tarde
22	Debe ocupar el menor volumen desensamblado	Volumen	cm <sup>3</sup>	El que menos volumen ocupe
24	Debe costar lo mínimo posible.	€	€	El que menos dinero cueste
27	Mejorar la resistencia a robos.	Seguridad frente a robos	-Muy alta -Alta -Baja -Muy baja	El que mejor seguridad ofrezca

## 2. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

### 2.1 DATUM

El primer método de evaluación que se va a utilizar es el DATUM, y se realizará uno para los sistemas de anclaje y otro para los sistemas de regulación.

#### SISTEMAS DE REGULACIÓN

Puesto que no todos los objetivos hacen referencia a este elemento a continuación se especifica la lista de objetivos que van a evaluarse.

1. Máxima resistencia mecánica.
2. Máxima resistencia a corrosión.
3. Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible.
4. Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento.
5. Debe ser lo más simple posible visualmente.
6. Fácilmente identificables.
7. Minimizar la complejidad de las piezas.
8. Fácil ensamblaje.
9. Minimizar costes.

Las soluciones a evaluar serán las siguientes:

- A. Botón - DATUM
- B. S (Sustituir)
- C. C (Combinar)
- D. A (Adaptar)
- E. M (Modificar)
- F. P (Proponer otros usos)
- G. E (Eliminar)
- H. R (Reordenar)

OBJETIVOS	SOLUCIONES							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1		S	S	-	S	-	+	-
2		-	-	-	S	S	S	S
3		-	-	-	S	-	-	S
4		S	S	-	-	-	-	S
5		-	+	-	+	S	+	-
6		+	-	+	S	S	-	+
7		+	+	-	+	+	+	-
8	DATUM	+	+	S	S	+	+	-
9		S	+	-	S	S	+	-
$\Sigma (+)$		3	4	1	2	2	5	1
$\Sigma (-)$		3	3	7	1	3	3	5
$\Sigma (s)$		3	2	1	4	4	1	3
$\Sigma \text{ TOTAL}$		0	1	-6	1	-1	2	-4



**SISTEMAS DE ANCLAJE**

1. Máxima resistencia mecánica.
2. Máxima resistencia a corrosión.
3. Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible.
4. Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento.
5. Debe ser lo más simple posible visualmente.
6. Fácilmente identificables.
7. Minimizar la complejidad de las piezas.
8. Fácil ensamblaje.
9. Minimizar costes.
10. Mejor resistencia a robos.

Las soluciones a evaluar serán las siguientes:

- A. Anclaje tradicional - DATUM
- B. Argolla vertical
- C. Argolla horizontal
- D. Anclaje sin modificación en la bicicleta
- E. R (Reordenar)

OBJETIVOS	SOLUCIONES				
	A	B	C	D	E
1		S	-	+	S
2		S	S	S	S
3		S	S	S	+
4		S	S	S	S
5		+	+	+	+
6		S	S	-	S
7		+	+	+	+
8	DATUM	+	+	+	S
9		+	+	+	S
10		+	-	S	+
$\Sigma (+)$		5	4	5	4
$\Sigma (-)$		0	2	1	0
$\Sigma (s)$		5	4	4	6
$\Sigma \text{ TOTAL}$		5	2	4	4

Según la comparación los sistemas que cumplen mejor un mayor número de objetivos son, para la regulación la propuesta SCAMPER de combinar, y para el anclaje la argolla vertical. Esto sirve como primera aproximación sin embargo no todos los objetivos tienen la misma importancia, por lo que a continuación se contrastarán los resultados con el método de ponderación.

## 2.2 Objetivos ponderados

Al igual que en el DATUM, las comparaciones se dividirán según sean sistemas de anclaje o de regulación, y de igual forma se le otorgaran importancias distintas a los objetivos según unas tablas comparativas.

### SISTEMAS DE REGULACIÓN

Puesto que no todos los objetivos hacen referencia a este elemento a continuación se especifica la lista de objetivos que van a evaluarse.

1. Máxima resistencia mecánica. (resistencia)
2. Máxima resistencia a corrosión. (corrosión)
3. Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible. (comodidad)
4. Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento. (intuitivo)
5. Debe ser lo más simple posible visualmente. (simplicidad)
6. Fácilmente identificables. (diferenciación)
7. Minimizar la complejidad de las piezas. (complejidad)
8. Fácil ensamblaje. (ensamblaje)
9. Minimizar costes. (coste)

Las soluciones a evaluar serán las siguientes:

- A. Botón
- B. S (Sustituir)
- C. C (Combinar)
- D. A (Adaptar)
- E. M (Modificar)
- F. P (Proponer otros usos)
- G. E (Eliminar)
- H. R (Reordenar)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
1	-	1	0	0	1	1	1	1	1	6
2	0	-	0	0	1	1	1	1	1	5
3	1	1	-	1	1	1	1	1	1	8
4	1	1	0	-	1	1	1	1	1	7
5	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	-	0	0	0	1
7	0	0	0	0	1	1	-	0	0	2
8	0	0	0	0	1	1	1	-	0	3
9	0	0	0	0	1	1	1	1	-	4

Esta tabla indica la importancia de un objetivo respecto otro, siendo 1 si la fila es más importante que la columna, y 0 si la columna es más importante que la fila. Los objetivos más importantes son los que tienen mayor puntuación.

Indicado en porcentaje, la importancia de los objetivos es la siguiente:

3. Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible	20
4. Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento	15
1. Máxima resistencia mecánica	13
2. Máxima resistencia a corrosión	13
9. Minimizar costes	10
8. Fácil ensamblaje	10
7. Minimizar la complejidad de las piezas	8
6. Fácilmente identificables	5
5. Debe ser lo más simple posible visualmente	5

Aunque algunos objetivos se hayan indicado como más importantes que otros, la diferencia es en ocasiones mínima por lo que los porcentajes son iguales.

A continuación se establece la escala para evaluar el cumplimiento de cada objetivo:

Muy bien (MB)	100%
Bien (B)	75%
Regular (R)	50%
Mal (M)	25%
Muy mal (MM)	0%

Teniendo en cuenta dichos parámetros, la evaluación es la siguiente.

OBJETIVOS	SOLUCIONES							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	B	B	MB	B	B	MB	MB	R
2	MB	B	B	B	MB	B	MB	MB
3	MB	B	R	R	MB	R	B	MB
4	B	B	B	B	B	R	R	B
5	MB	R	MB	R	MB	B	MB	B
6	B	B	M	B	R	B	M	MB
7	B	MB	MB	B	B	B	MB	R
8	B	MB	MB	B	B	MB	MB	R
9	B	MB	MB	B	B	B	B	B

Ponderación de los resultados:

- Botón:

$$13 \times 0.75 + 13 \times 1 + 20 \times 1 + 15 \times 0.75 + 5 \times 1 + 5 \times 0.75 + 8 \times 0.75 + 10 \times 0.75 + 10 \times 0.75 = \mathbf{83.75}$$

- S (Sustituir):

$$13 \times 0.75 + 13 \times 0.75 + 20 \times 0.75 + 15 \times 0.75 + 5 \times 0.5 + 5 \times 0.75 + 8 \times 1 + 10 \times 1 + 10 \times 1 = \mathbf{80}$$

- C (Combinar):

$$13 \times 1 + 13 \times 0.75 + 20 \times 0.5 + 15 \times 0.75 + 5 \times 1 + 5 \times 0.25 + 8 \times 1 + 10 \times 1 + 10 \times 1 = \mathbf{78.25}$$

- A (Adaptar):

$$13 \times 0.75 + 13 \times 0.75 + 20 \times 0.5 + 15 \times 0.75 + 5 \times 0.5 + 5 \times 0.75 + 8 \times 0.75 + 10 \times 0.75 + 10 \times 0.75 = \mathbf{68}$$

- M (Modificar):

$$13 \times 0.75 + 13 \times 1 + 20 \times 1 + 15 \times 0.75 + 5 \times 1 + 5 \times 0.5 + 8 \times 0.75 + 10 \times 0.75 + 10 \times 0.75 = \mathbf{82.5}$$

- P (Proponer otros usos):

$$13 \times 1 + 13 \times 0.75 + 20 \times 0.5 + 15 \times 0.5 + 5 \times 0.75 + 5 \times 0.75 + 8 \times 0.75 + 10 \times 1 + 10 \times 0.75 = \mathbf{71.25}$$

- E (Eliminar):

$$13 \times 1 + 13 \times 1 + 20 \times 0.75 + 15 \times 0.5 + 5 \times 1 + 5 \times 0.25 + 8 \times 1 + 10 \times 1 + 10 \times 0.75 = \mathbf{80.25}$$

- R (Reordenar):

$$13 \times 0.5 + 13 \times 1 + 20 \times 1 + 15 \times 0.75 + 5 \times 0.75 + 5 \times 1 + 8 \times 0.5 + 10 \times 0.5 + 10 \times 0.75 = \mathbf{76}$$

Al otorgar una importancia relativa a los objetivos hay una variación significativa de resultados respecto al DATUM, aunque estos son suficientemente buenos y parejos en algunos de los modelos como para que resulten en soluciones finales.

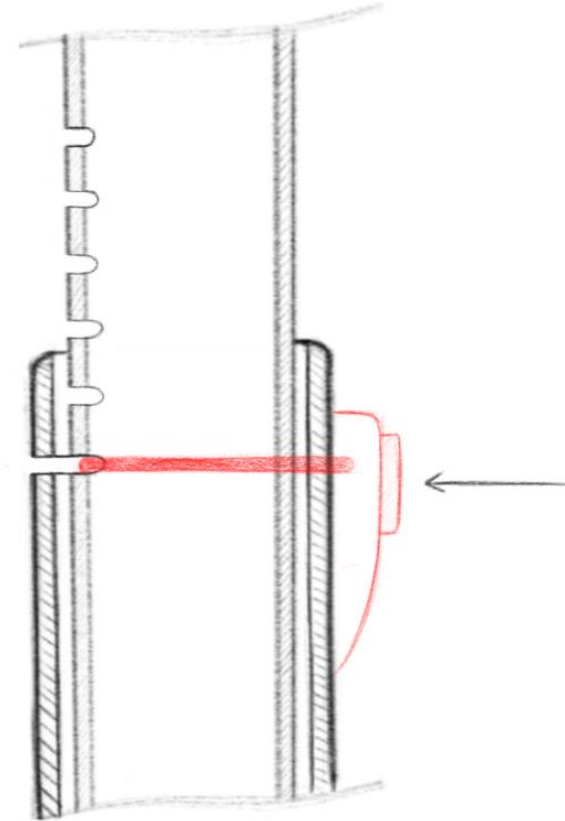
Para decidir cuál será finalmente la propuesta desarrollada a continuación se comparan los resultados entre los dos métodos de evaluación.

	OBJETIVOS PONDERADOS	DATUM
1º	Botón	E (Eliminar)
2º	M (Modificar)	M (Modificar)
3º	E (Eliminar)	C (Combinar)
4º	S (Sustituir)	Botón
5º	C (Combinar)	S (Sustituir)
6º	R (Reordenar)	P (Proponer otros usos)
7º	P (Proponer otros usos)	R (Reordenar)
8º	A (Adaptar)	A (Adaptar)

Con estos resultados realmente se pueden descartar completamente las tres opciones que comparten los últimos puestos en ambas evaluaciones, y de igual forma se puede argumentar que la opción S (Sustituir) no aporta ninguna ventaja respecto a la opción Botón, por lo que se puede descartar también.

La opción C (Combinar), aunque por su simplicidad tiene puntos muy favorables, es en esencia muy similar a la solución actual y no mejora significativamente la experiencia de uso, por tanto queda descartada.

De las opciones restantes, se seguirá el criterio del método de objetivos ponderados por ser más exacto y valorar la importancia relativa de cada objetivo. Por la solución final será el Botón.



*Ilustración 77: Boceto de la solución más óptima*

**SISTEMAS DE ANCLAJE**

1. Máxima resistencia mecánica.
2. Máxima resistencia a corrosión.
3. Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible.
4. Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento.
5. Debe ser lo más simple posible visualmente.
6. Fácilmente identificables.
7. Minimizar la complejidad de las piezas.
8. Fácil ensamblaje.
9. Minimizar costes.
10. Mejor resistencia a robos.

Las soluciones a evaluar serán las siguientes:

- A. Anclaje tradicional
- B. Argolla vertical
- C. Argolla horizontal
- D. Anclaje sin modificación en la bicicleta
- E. R (Reordenar)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
1	-	1	0	0	1	1	1	1	1	0	6
2	0	-	0	0	1	1	1	1	1	0	5
3	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	9
4	1	1	0	-	1	1	1	1	1	1	8
5	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	-	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	1	1	-	0	0	0	2
8	0	0	0	0	1	1	1	-	0	0	3
9	0	0	0	0	1	1	1	1	-	0	4
10	1	1	0	0	1	1	1	1	1	-	7

Esta tabla indica la importancia de un objetivo respecto otro, siendo 1 si la fila es más importante que la columna, y 0 si la columna es más importante que la fila. Los objetivos más importantes son los que tienen mayor puntuación.

Indicado en porcentaje, la importancia de los objetivos es la siguiente:

3. Su uso debe ser lo más fluido, y cómodo posible	18
4. Debe ser intuitivo, es decir, que su forma explique su funcionamiento	13
10. mejor resistencia a robos	12
1. Máxima resistencia mecánica	11
2. Máxima resistencia a corrosión	11
9. Minimizar costes	9
8. Fácil ensamblaje	9
7. Minimizar la complejidad de las piezas	7
6. Fácilmente identificables	5
5. Debe ser lo más simple posible visualmente	5

Aunque algunos objetivos se hayan indicado como más importantes que otros, la diferencia es en ocasiones mínima por lo que los porcentajes son iguales.

A continuación se establece la escala para evaluar el cumplimiento de cada objetivo:

Muy bien (MB)	100%
Bien (B)	75%
Regular (R)	50%
Mal (M)	25%
Muy mal (MM)	0%

Teniendo en cuenta dichos parámetros, la evaluación es la siguiente.

OBJETIVOS	SOLUCIONES				
	A	B	C	D	E
1	MB	MB	B	MB	MB
2	B	B	B	B	B
3	B	B	B	B	MB
4	MB	MB	MB	B	MB
5	R	MB	B	MB	B
6	B	B	B	MM	B
7	R	MB	MB	MB	MB
8	B	B	B	MB	B
9	B	MB	MB	MB	MB
10	B	MB	B	R	MB

Ponderación de los resultados:

- Anclaje tradicional

$$11 \times 1 + 11 \times 0.75 + 18 \times 0.75 + 13 \times 1 + 5 \times 0.5 + 5 \times 0.75 + 7 \times 0.5 + 9 \times 0.75 + 9 \times 0.75 + 12 \times 0.75 = \mathbf{78}$$

- Argolla vertical

$$11 \times 1 + 11 \times 0.75 + 18 \times 0.75 + 13 \times 1 + 5 \times 1 + 5 \times 0.75 + 7 \times 1 + 9 \times 0.75 + 9 \times 1 + 12 \times 1 = \mathbf{93.25}$$

- Argolla horizontal

$$11 \times 0.75 + 11 \times 0.75 + 18 \times 0.75 + 13 \times 1 + 5 \times 0.75 + 5 \times 0.75 + 7 \times 1 + 9 \times 0.75 + 9 \times 1 + 12 \times 0.75 = \mathbf{82.25}$$

- Anclaje sin modificación en la bicicleta

$$11 \times 1 + 11 \times 0.75 + 18 \times 0.75 + 13 \times 0.75 + 5 \times 1 + 5 \times 0 + 7 \times 1 + 9 \times 1 + 9 \times 1 + 12 \times 0.5 = \mathbf{78.5}$$

- R (Reordenar)

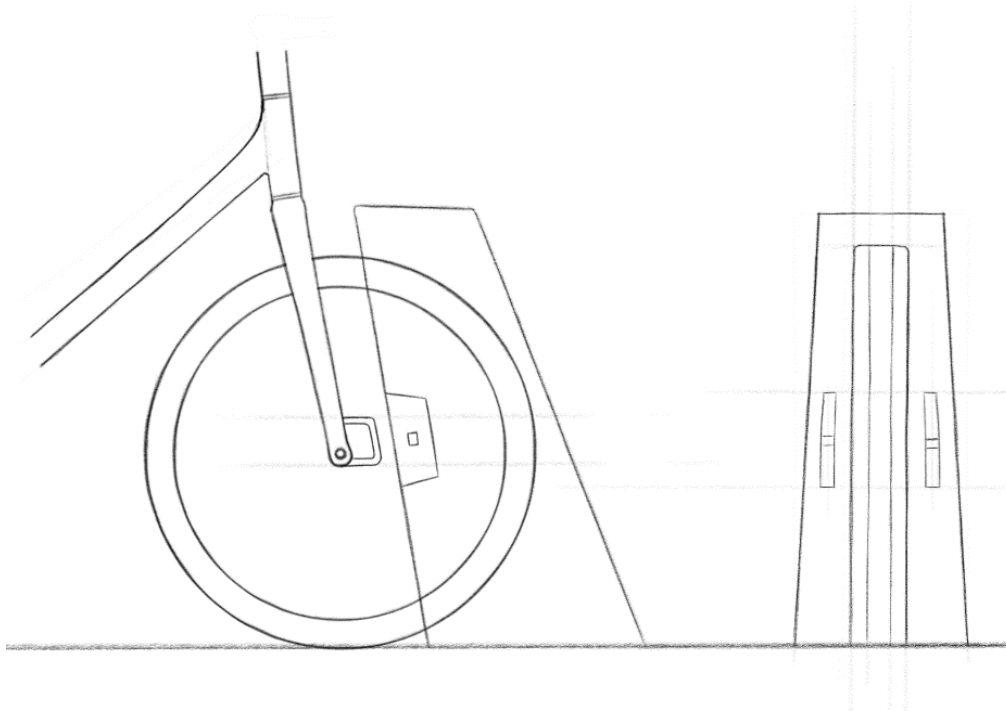
$$11 \times 1 + 11 \times 0.75 + 18 \times 1 + 13 \times 1 + 5 \times 0.75 + 5 \times 0.75 + 7 \times 1 + 9 \times 0.75 + 9 \times 1 + 12 \times 1 = \mathbf{92.5}$$

Al otorgar una importancia relativa a los objetivos hay nuevamente una variación de resultados, aunque esta vez no tan significativa respecto al DATUM.

Para decidir cuál será finalmente la propuesta desarrollada a continuación se comparan los resultados entre los dos métodos de evaluación.

	OBJETIVOS PONDERADOS	DATUM
1º	Argolla vertical	Argolla vertical
2º	R (Reordenar)	R (Reordenar)
3º	Argolla horizontal	Anclaje sin modificación en la bicicleta
4º	Anclaje sin modificación en la bicicleta	Argolla horizontal
5º	Anclaje tradicional	Anclaje tradicional

En este caso la solución es clara, la argolla vertical será la opción a desarrollar.



*Ilustración 78: Boceto de la solución más óptima*

### 3. ERGONOMÍA

#### **DIMENSIONES ESPECÍFICAS**

A continuación se detallarán aquellas medidas referentes a las características concretas del modelo a desarrollar, indicando los cálculos y justificando la solución adoptada.

##### 3.1 Altura del sillín:

Determinar la altura óptima para el sillín es una de las claves para una experiencia de uso en una bicicleta. Es de hecho una de las dimensiones más relevantes por su influencia en múltiples parámetros, principalmente la inclinación del torso y la capacidad de transmitir la fuerza de manera eficiente a los pedales.

El cálculo de esta dimensión depende de muchas otras dimensiones, por lo que resulta complejo obtener un resultado óptimo y, generalmente, se opta por una solución en forma de rango de alturas aceptables que se pueden controlar mediante un sistema de regulación continuo. Sin embargo como se ha indicado en apartados anteriores, se ha determinado que para la tipología de servicio de este modelo, es más conveniente un sistema de regulación discreto en intervalos.



Para el cálculo de las diferentes posiciones, se utilizarán medidas de referencia establecidas en el apartado anterior como la posición del eje pedalier, y medidas de elementos comerciales como la longitud de las bielas de los pedales. A continuación se indican que medidas influyen en la altura del sillín:

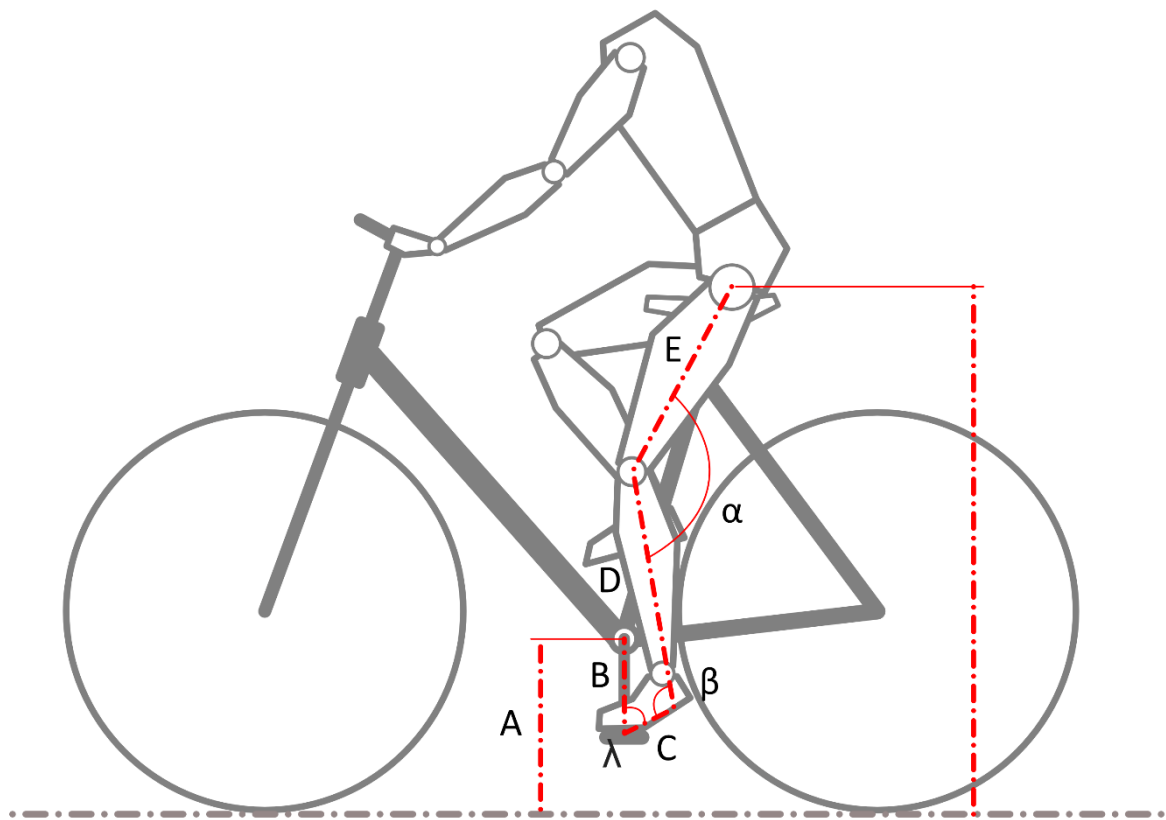


Ilustración 79: Esquema de las distancias necesarias para los cálculos

A: Altura eje pedalier, como se ha definido en el apartado anterior la altura respecto al suelo del eje pedalier es de 280 mm y servirá de referencia como valor de partida para calcular la posición del sillín.

B: Longitud biela, esta dimensión está definida por el modelo comercial seleccionado en su corriente apartado, y se corresponde con una distancia de 165 mm, teniendo en cuenta su posicionamiento más bajo como se ilustra en la imagen perpendicular al suelo. En el cálculo será necesario tener en cuenta un factor de corrección correspondiente al espesor del pedal (15 mm) y la suela del calzado (25 mm).

C: Distancia punto apoyo, como no hay datos antropométricos sobre esta medida se estimará a partir de la longitud del pie, suponiendo que la distancia corresponde aproximadamente a la mitad de su longitud total.

D: Altura de la tibia.

E: Distancia rodilla-sillín, se calculará a partir de la dimensión “altura entrepierna” restando la longitud de la tibia.

$\lambda$ : Ángulo pie-pedal, se estima que en la posición más baja del ciclo se corresponde a  $65^\circ$ .

$\alpha$ : Ángulo rodilla, se estima que en la posición más baja del ciclo, mostrada en la imagen, el ángulo que debe formar la rodilla es de  $150^\circ$  para una correcta postura.

$\beta$ : Ángulo tobillo, atendiendo a las gráficas mostradas a continuación sobre la flexión de los tobillos en un estudio biomecánico del ciclo completo de pedaleo, observamos que en la posición de  $180^\circ$  para la biela (punto más bajo del ciclo), la flexión del tobillo se aproxima a  $-15^\circ$  respecto la posición de reposo de  $90^\circ$  en relación a la pierna, es decir, que para la posición de estudio, el ángulo del tobillo respecto a la pierna será ligeramente superior a  $90^\circ$ , concretamente  $105^\circ$ .

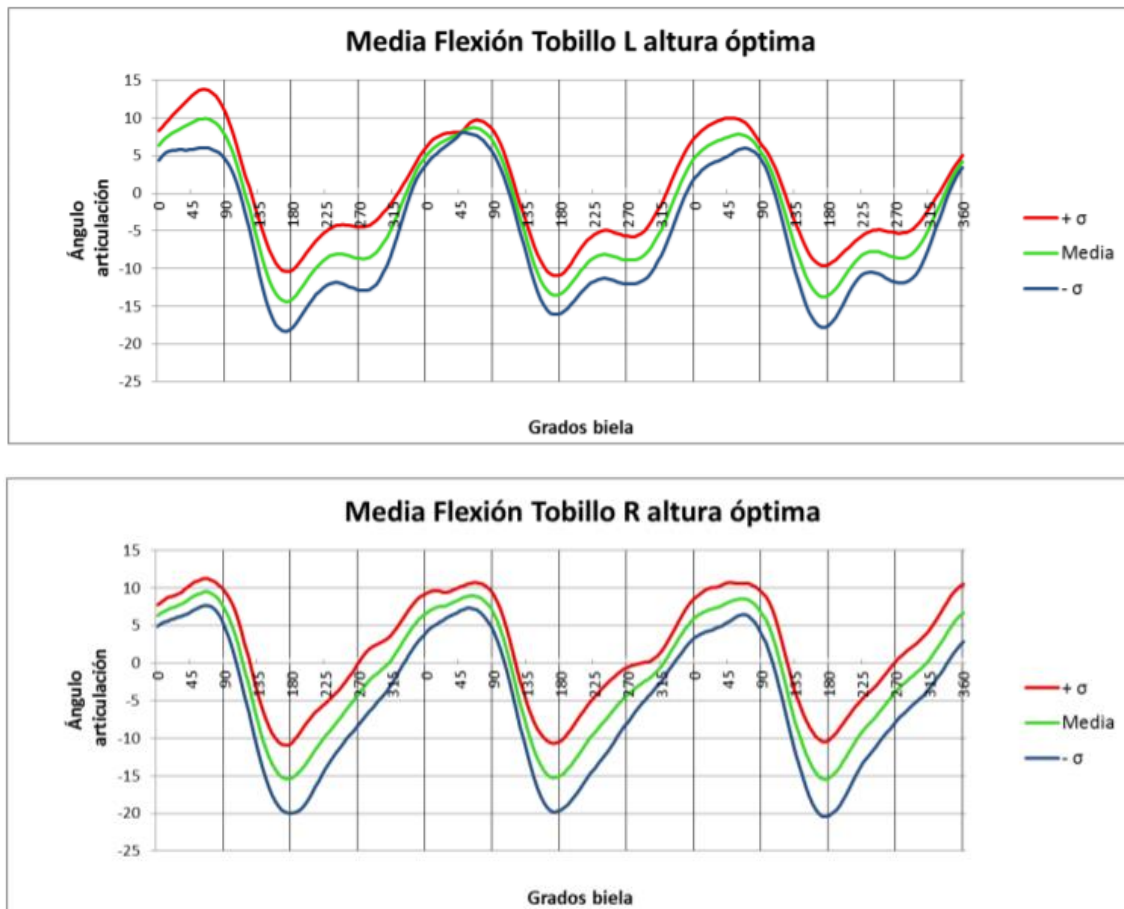


Ilustración 80: Gráficas articulación de los tobillos en el pedaleo

Definidas las diferentes dimensiones que se tendrán en cuenta, es importante seguir una metodología adecuada que tenga en cuenta a toda la población, concretamente según se ha definido en los objetivos, la regulación debe permitir el uso a hombres y mujeres entre el percentil 1 y 99. Para ello se utilizarán datos de población española, de hombres y mujeres entre 19 y 65 años, que incluye a los usuarios habituales de un servicio de préstamos de bicicletas.

Teniendo en cuenta las diferencias antropométricas entre hombres y mujeres, y con el objetivo de incluir a los percentiles de la población completa, se calcularán las medidas mínimas para una mujer del percentil 1 y las medidas máximas para un hombre del percentil 99.

Los datos antropométricos son los siguientes:

	HOMBRES		MUJERES	
	m	s	m	s
Altura entrepierna	807	52.2	738	43.1
Altura tibia	462	29	430	26.6
Longitud pie	264	14.3	241	12.9

“Tabla de datos antropométricos en mm”

Percentil	z
1	-2.33
99	2.33

“Tabla factores de conversión para poblaciones normales”

- Cálculos  $x_{99}$

C (Distancia punto apoyo):

$$x_{99} = m + z \times s = 264 + 2.33 \times 14.3 = 297.3 \text{ mm}$$

$$C_{99} = \frac{x_{99}}{2} = \frac{297.3}{2} = 149.6 \text{ mm}$$

D (Altura de la tibia):

$$D_{99} = m + z \times s = 462 + 2.33 \times 29 = 529.6 \text{ mm}$$

E (Distancia rodilla-sillín):

$$x_{99} = m + z \times s = 807 + 2.33 \times 52.2 = 928.6 \text{ mm}$$

$$E_{99} = x_{99} - D_{99} = 928.6 - 529.6 = 399 \text{ mm}$$

- Cálculos  $x_1$

C (Distancia punto apoyo):

$$x_1 = m + z \times s = 241 - 2.33 \times 12.9 = 210.9 \text{ mm}$$

$$C_1 = \frac{x_1}{2} = \frac{210.9}{2} = 105.4 \text{ mm}$$

D (Altura de la tibia):

$$D_1 = m + z \times s = 430 - 2.33 \times 26.6 = 368 \text{ mm}$$

E (Distancia rodilla-sillín):

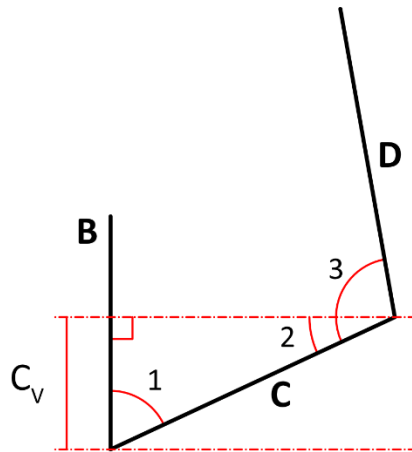
$$x_1 = m + z \times s = 738 - 2.33 \times 43.1 = 637.6 \text{ mm}$$

$$E_1 = x_1 - D_1 = 637.6 - 368 = 269.6 \text{ mm}$$

- Cálculos trigonométricos

Para conocer la altura del sillín se requieren ciertos cálculos trigonométricos que permitan obtener las componentes verticales de cada distancia.

$C_v$  (Componente vertical de la distancia punto apoyo)



$$1 = \lambda = 65^\circ$$

$$2 = 180^\circ - 65^\circ - 90^\circ = 25^\circ$$

$$3 = \beta = 105^\circ$$

$$C_{99} = 149.6 \text{ mm}$$

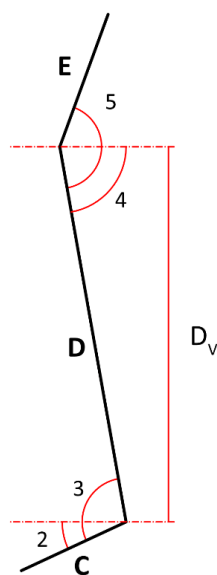
$$C_1 = 105.4 \text{ mm}$$

Ilustración 81: Distancia vertical del pedal a la proyección de la tibia

$$C_{v99} = \sin 2 \times C_{99} = \sin 25 \times 149.6 = 63.2 \text{ mm}$$

$$C_{v1} = \sin 2 \times C_1 = \sin 25 \times 105.4 = 44.5 \text{ mm}$$

$D_v$  (Componente vertical de la altura de la tibia)



$$2 = 180^\circ - 65^\circ - 90^\circ = 25^\circ$$

$$3 = \beta = 105^\circ$$

$$4 = 105^\circ - 25^\circ = 80^\circ$$

$$5 = \alpha = 150^\circ$$

$$D_{99} = 529.6 \text{ mm}$$

$$D_1 = 368 \text{ mm}$$

Ilustración 82: Distancia vertical de la tibia

$$D_{v99} = \sin 4 \times D_{99} = \sin 80 \times 529.6 = 521.5 \text{ mm}$$

$$D_{v1} = \sin 4 \times D_1 = \sin 80 \times 368 = 362.4 \text{ mm}$$

$E_v$  (Componente vertical de la distancia rodilla-sillín)

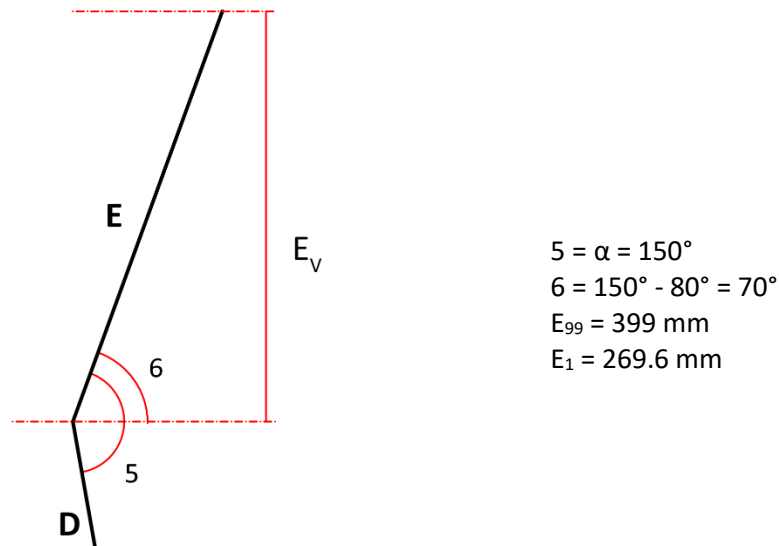


Ilustración 83: Distancia vertical de la rodilla al sillín

$$E_{v99} = \sin 6 \times E_{99} = \sin 70 \times 399 = 374.9 \text{ mm}$$

$$E_{v1} = \sin 6 \times E_1 = \sin 70 \times 269.6 = 253.3 \text{ mm}$$

- Solución

Con todas las dimensiones calculadas, la posición más alta del sillín se corresponderá con el percentil 99 de hombres y la más baja con el percentil 1 de mujeres, según la siguiente fórmula.

$$\text{Altura sillín} = A - B + 15 + 25 + C_v + D_v + E_v$$

$$\text{Altura sillín}_{max} = 280 - 165 + 15 + 25 + 63.2 + 521.5 + 374.9 = 1115 \text{ mm}$$

$$\text{Altura sillín}_{min} = 280 - 165 + 15 + 25 + 44.5 + 362.4 + 253.3 = 812 \text{ mm}$$

El rango de regulación será por tanto de 303 mm, pero para simplificar se puede redondear a 300 mm con 7 intervalos de regulación cada 50 mm, de 814 mm a 1114.

### 3.2 Altura del manillar:

La otra altura relevante en la postura del usuario es la altura del manillar, cuyo posicionamiento es complejo, ya que es un elemento fijo directamente dependiente de la altura del sillín, que es regulable. Por tanto hay que encontrar una solución de compromiso, que cumpla un rango aceptable de inclinaciones del torso para los diferentes usuarios.

Para los cálculos se tendrán en cuenta algunas simplificaciones y generalidades en cuanto a la postura de los brazos, principalmente, la longitud hombro-agarre se tomará de datos con el brazo estirado, aplicando una reducción por el ángulo del codo que se supone igual y constante para todos los usuarios independientemente de su tamaño ( $130^\circ$ ). Se tomará el agarre desde el centro del puño del manillar, y se asumirá que coincide con la anchura de los hombros para utilizar el plano lateral como referencia trigonométrica.

Las medidas que influirán en la altura del manillar serán las siguientes:

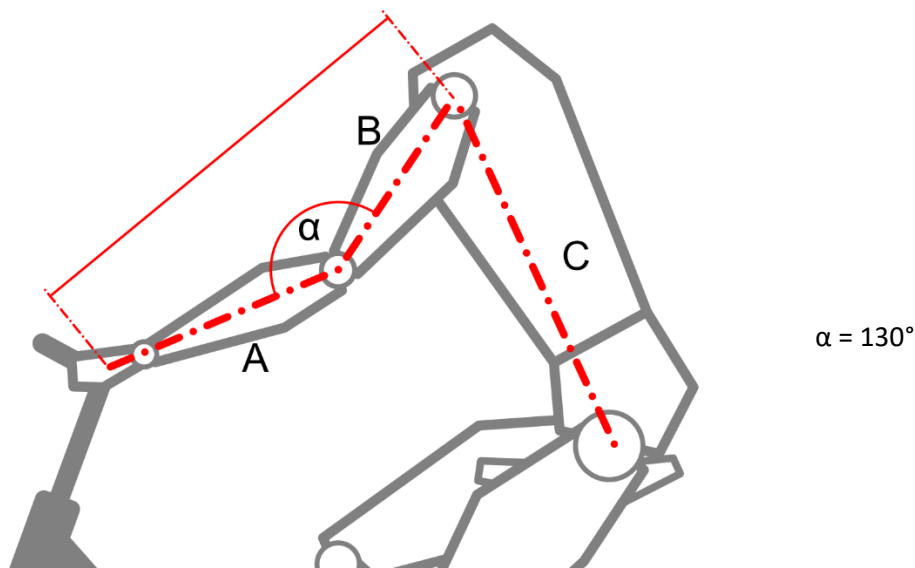


Ilustración 84: Dimensiones para el cálculo de la altura del manillar

Para obtener la distancia hombro-agarre, se utilizarán:

- A: Longitud codo-agarre
- B: Longitud hombro-codo
- C: Altura hombros sentado

Además se utilizarán las dimensiones calculadas anteriormente de altura y ángulo de sillín y ángulo de dirección.

Los datos antropométricos son los siguientes:

	HOMBRES		MUJERES	
	m	s	m	s
Altura hombros sentado	603	34.2	572	30.6
Longitud hombro-codo	372	20	341	17.8
Longitud codo-agarre	361	21.8	325	21.1

“Tabla de datos antropométricos en mm”

Percentil	z
1	-2.33
99	2.33

“Tabla factores de conversión para poblaciones normales”

- Cálculos  $x_{99}$

A (longitud codo-agarre)

$$A_{99} = 361 + 21.8 \times 2.33 = 411.8 \text{ mm}$$

B (Longitud hombro-codo)

$$B_{99} = 372 + 20 \times 2.33 = 418.6 \text{ mm}$$

C (Altura hombros sentado)

$$C_{99} = 603 + 34.2 \times 2.33 = 682.7 \text{ mm}$$

- Cálculos  $x_1$

A (longitud codo-agarre)

$$A_1 = 325 - 21.1 \times 2.33 = 275.8 \text{ mm}$$

B (Longitud hombro-codo)

$$B_1 = 341 - 17.8 \times 2.33 = 299.5 \text{ mm}$$

C (Altura hombros sentado)

$$C_1 = 572 - 30.6 \times 2.33 = 500.7 \text{ mm}$$

- Cálculos trigonométricos

D ha (distancia hombro-agarre)

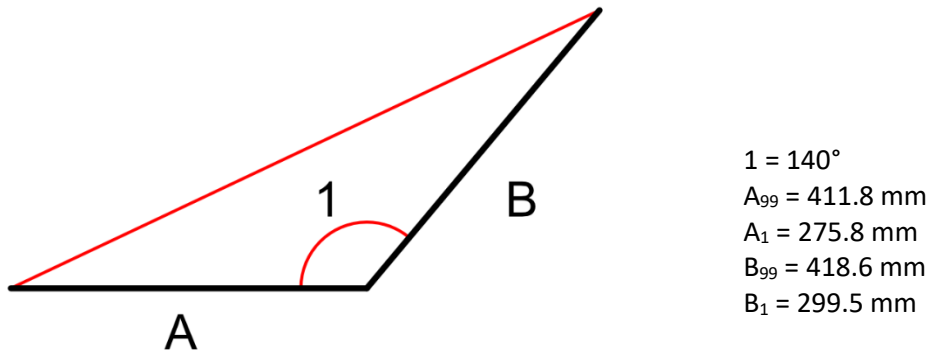


Ilustración 85: Distancia hombro agarre

$$D ha_{99} = \sqrt{(A_{99}^2 + B_{99}^2 - 2 \times A_{99} \times B_{99} \times \cos 120)} = 719.2 \text{ mm}$$

$$D ha_1 = \sqrt{(A_1^2 + B_1^2 - 2 \times A_1 \times B_1 \times \cos 120)} = 498.4 \text{ mm}$$

Para poder establecer las posiciones, se tomará como referencia un punto fijo común, en este caso el eje pedaliar.

En primer lugar, se establecerá cual es la posición horizontal relativa del sillín, ya que por la inclinación de su movimiento, varia con la altura. Una vez se tenga la distancia horizontal relativa en las posiciones máximas y mínimas, suponiendo un ángulo de torso de  $70^\circ$ , se podrá fijar la posición relativa en horizontal del manillar y calcular la altura.



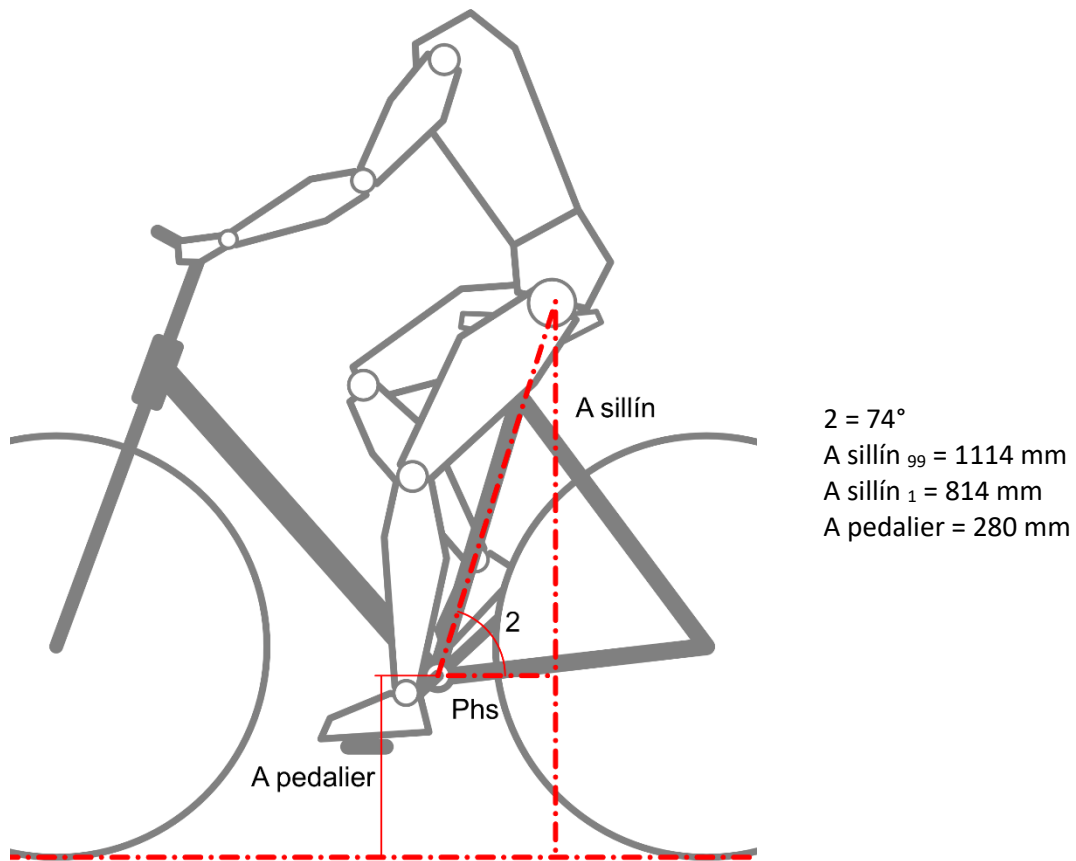


Ilustración 86: Dimensiones de la posición del cuerpo

$$A_{\text{sillín} - \text{pedalier}}_{99} = A_{\text{sillín } 99} - A_{\text{pedalier}} = 834 \text{ mm}$$

$$A_{\text{sillín} - \text{pedalier}}_1 = A_{\text{sillín } 1} - A_{\text{pedalier}} = 534 \text{ mm}$$

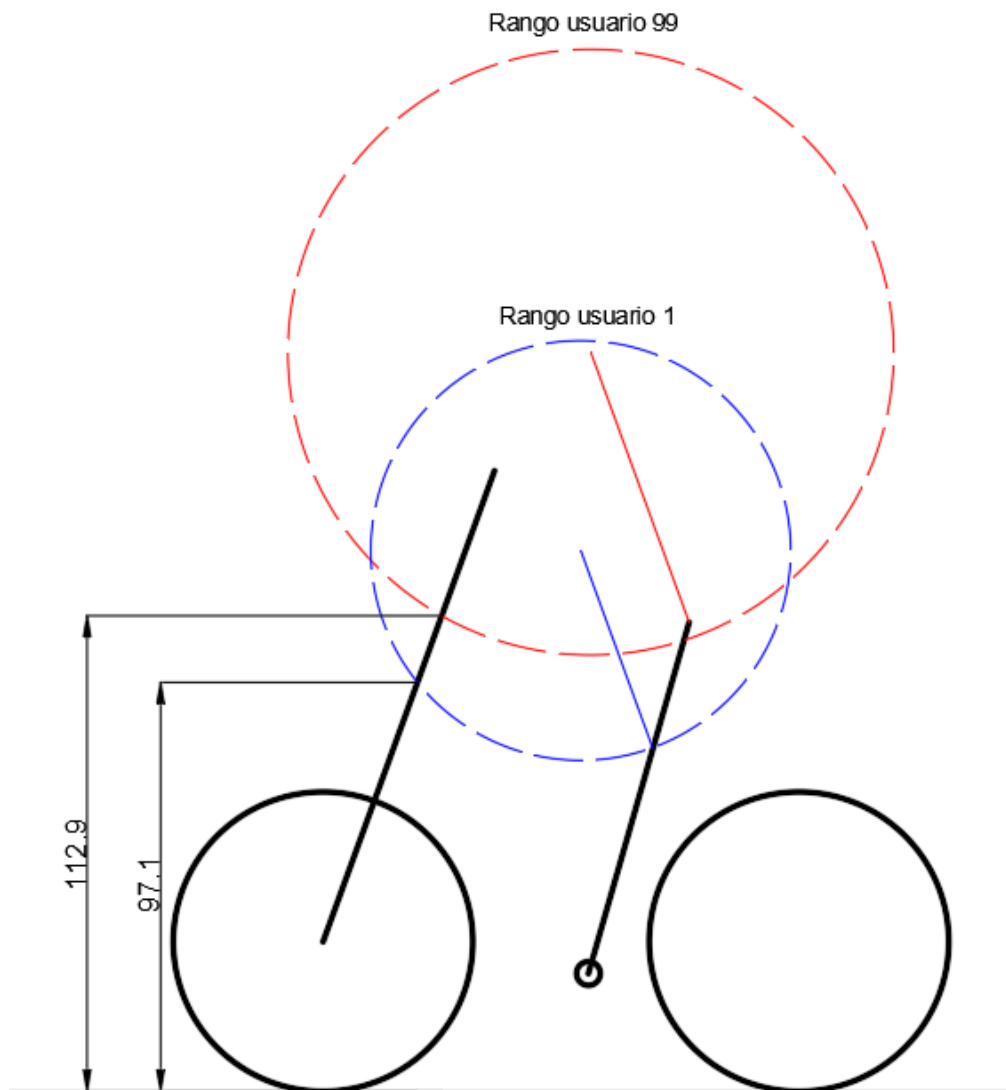
Phs (Posición horizontal del sillín respecto al pedalier)

$$Phs_{99} = \sin(90 - 74) \times \frac{A_{\text{sillín} - \text{pedalier}}_{99}}{\sin 74} = 239.1 \text{ mm}$$

$$Phs_1 = \sin(90 - 74) \times \frac{A_{\text{sillín} - \text{pedalier}}_1}{\sin 74} = 153.1 \text{ mm}$$

Phm (posición horizontal del manillar respecto al pedalier)

Debido a la cantidad de variables de este cálculo, se realizará de forma gráfica.



*Ilustración 87: Solución gráfica de la altura del manillar*

En la representación gráfica se muestra en azul el torso y el rango de alcance de los brazos del usuario  $x_1$  y en rojo el del usuario  $x_{99}$ , mostrando la intersección con la dirección en diferentes alturas. Para definir el punto intermedio, se tendrá en cuenta que por lo general en esta tipología de bicicletas es más cómodo que el manillar esté por encima de la altura del sillín, y que la postura es peor por falta de altura que por exceso.

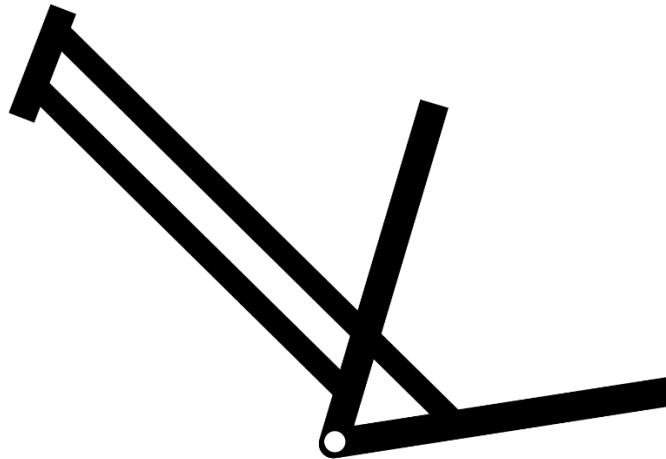
Teniendo esto en cuenta la altura final será de 1090 mm, de forma que solo los usuarios con la posición de sillín máxima estén sentados por encima del manillar.

## 4. MECÁNICA

El objetivo de este apartado es dimensionar los elementos principales, cuyas capacidades definen las cualidades de la bicicleta.

### 4.1 Cuadro

El cuadro final está compuesto por tubos huecos en la disposición mostrada a continuación.



*Ilustración 88: Esquema formal del cuadro*

Esta estructura debe ser capaz de soportar las cargas correspondientes a el usuario y su mochila o similar, en situaciones de impacto correspondientes a bajar un bordillo o escaleras garantizando la integridad y durabilidad de la bicicleta.

El supuesto que se va a estudiar es el de una persona de 120 kg con una mochila de 15 kg + 15 kg de la bicicleta saltando un escalón de 30 cm teniendo en cuenta la amortiguación de 4 cm de los neumáticos.

$$F = \frac{m \times g \times h}{0.04} = \frac{150 \times 9.8 \times 0.3}{0.04} = 11025 \text{ N}$$

- Barra rueda trasera-pedalier

Por la geometría escogida está sea probablemente la barra sometida a mayores esfuerzos, y especialmente, será la flexión el más limitante y el que por tanto determinará las dimensiones mínimas requeridas.

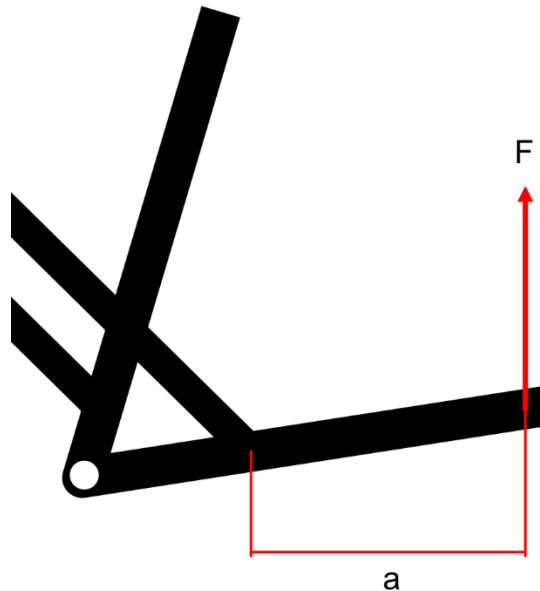


Ilustración 89: Fuerzas soportadas en el balancín trasero

En primer lugar, debe ser capaz de soportar la carga sin deformarse demasiado, en este caso el límite será de  $\delta = 3$  mm, teniendo en cuenta que hay una barra a cada lado de la rueda, por lo que los esfuerzos serán compartidos, y se considerará un factor de seguridad de 2.

$$I = \frac{F \times L^3}{\delta \times E \times 3} ; I_{anillo} = \frac{\pi \times (R^4 - r^4)}{4} ; I_{elipse} = \frac{\pi}{4} \times a^3 \times t \times \left(1 + \frac{3 \times b}{a}\right)$$

Igualando las anteriores formulas dependiendo de la geometría de la barra y partiendo de algunas suposiciones, se despeja el espesor (t).

La fuerza del impacto se distribuirá entre ambas ruedas, pero no de forma equitativa, ya que el peso del usuario está retrasado. Para simplificar se supondrá que la rueda trasera soportará el 70% de la carga.

Suponiendo un factor de seguridad 2 y la presencia de dos barras, la fuerza por barra será:

$$F = \frac{11025 \times 0.7 \times 2}{2} = 7717 \text{ N}$$

Como los esfuerzos son grandes, se partirá de una barra elíptica de dimensiones:

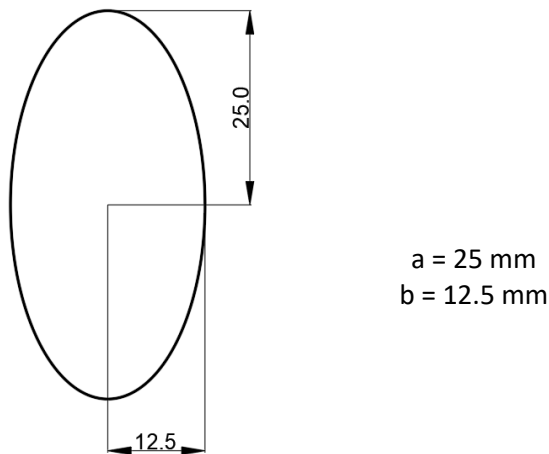


Ilustración 90: Dimensiones exteriores de la barra del balancín trasero

La distancia a se corresponde con 266 mm.

Si la barra es de acero 520, E = 207 GPa

$$t = \frac{I}{\frac{\pi}{4} \times a^3 \times (1 + 3b/a)} = \frac{7.197 \times 10^{-8}}{\frac{\pi}{4} \times 0.025^3 \times (1 + 3 \times 0.0125/0.025)} = 2.35 \text{ mm}$$

Si la barra es de aluminio 6061-T6, E = 69 GPa

$$t = \frac{I}{\frac{\pi}{4} \times a^3 \times (1 + 3b/a)} = \frac{7.197 \times 10^{-8}}{\frac{\pi}{4} \times 0.025^3 \times (1 + 3 \times 0.0125/0.025)} = 7 \text{ mm}$$

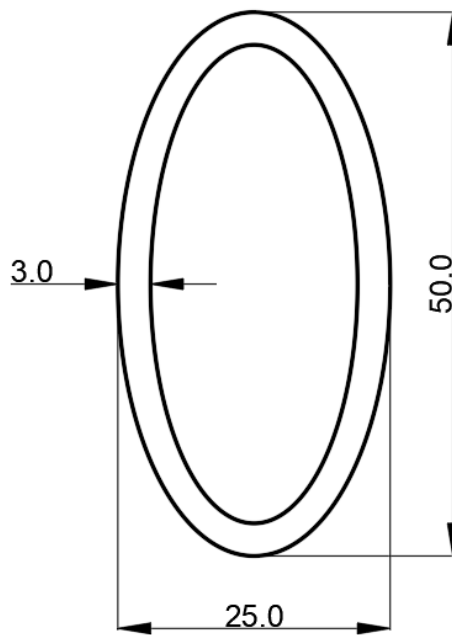
Únicamente con este elemento ya se puede descartar el aluminio, pues el espesor necesario es demasiado elevado. Por tanto el material que finalmente se utilizará es el acero 520, y el espesor de estos tubos será de 3 mm para garantizar la durabilidad.

En este elemento, por ser el más crítico, se calculará también los esfuerzos a tracción que sufre durante la flexión.

$$\sigma = \frac{M \times a}{I} = \frac{1998.83 \times 0.025}{9.2 \times 10^{-8}} = 543.2 \text{ MPa} < 850 \text{ MPa}$$

Resiste sin problemas los esfuerzos a tracción con la resistencia a tracción máxima de 850 MPa.

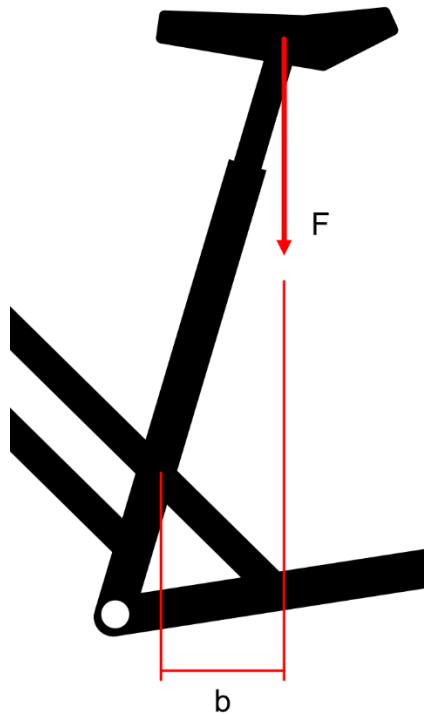
Las dimensiones de la barra final serán por tanto:



*Ilustración 91: Sección final de la barra del balancín trasero*

- Barra sillín

La siguiente barra que resulta crítica en el cuadro de la bicicleta es la barra del sillín, tomando la suposición de la misma carga comentada en el apartado anterior, suponiendo que el usuario lleva la mochila en su espalda y no en la cesta, y en el peor caso, con el sillín subido a su máxima altura.



*Ilustración 92: Fuerzas soportadas en la barra del sillín*

La deformación máxima admisible será nuevamente  $\delta = 3 \text{ mm}$ , y el diámetro interno del tubo debe coincidir con el diámetro del tubo del sillín, en este caso al tratarse de un tubo nuevamente elíptico para evitar la rotación del sillín, las medidas son las siguientes:

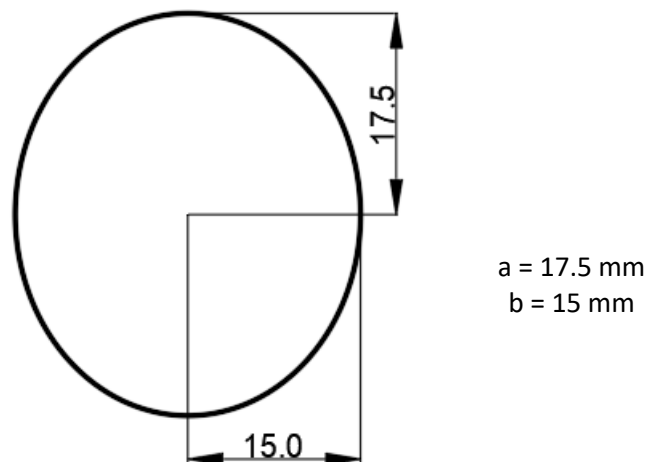


Ilustración 93: Dimensiones interiores del tubo del sillín

En este caso la fuerza de 11025 N es soportada íntegramente por el tubo, y la distancia de aplicación  $b = 168 \text{ mm}$ , considerando un factor de seguridad de 2 el espesor necesario será en siguiente:

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{I}{\frac{\pi}{4} \times a^3 \times (1 + \frac{3b}{a})} \\
 &= \frac{5.612 \times 10^{-8}}{\frac{\pi}{4} \times (0.0175 + 0.004)^3 \times (1 + \frac{3 \times (0.015 + 0.003)}{(0.0175 + 0.003)})} \\
 &= 2.23 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Presuponiendo un espesor de 3 mm, se confirma que sería suficiente con 2.23 mm, pero para garantizar la durabilidad se dejará en 3 mm. En este caso debido a la inclinación de las cargas, la mayor parte de los esfuerzos serían a compresión por lo que no resultan necesarios cálculos adicionales. La barra tendrá unas dimensiones finales de:

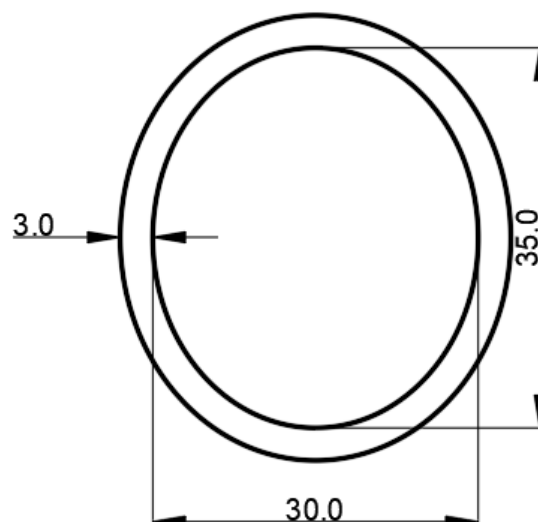


Ilustración 94: Sección final de la barra del sillín

- Barras principales paralelas

En el caso de las barras principales, al tratarse de dos barras en paralelo, se puede descartar problemas de rigidez, pues el momento de inercia de ambas barras combinadas es muy elevado. Por lo que se dimensionarán teniendo en cuenta una situación similar a la comentada anteriormente de un impacto de 11025 N, pero suponiendo que cae primero la rueda delantera y recibe todos los esfuerzos. En este supuesto, la barra inferior quedaría sometida a tracción y la superior a compresión.

Sabiendo que los esfuerzos a tracción son más críticos:

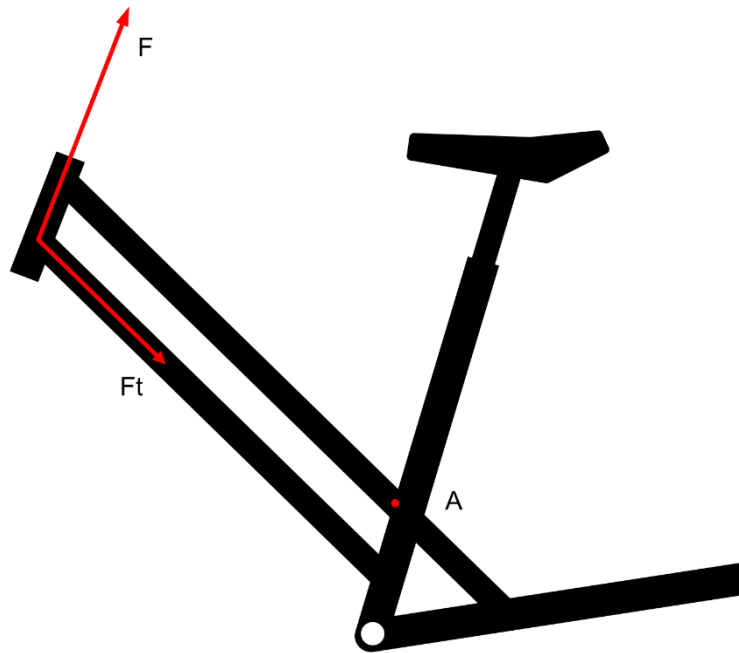


Ilustración 95: Fuerzas soportadas en el frontal del cuadro

Igualando los momentos en el punto A, se despeja la fuerza de tracción  $F_t$  sobre la barra inferior:

$$\Sigma M_A = 0 = -F \cdot 0.585 + F_t \cdot 0.09$$

$$F_t = \frac{11025 \cdot 0.585}{0.09} = 71662.5 \text{ N}$$

El área de sección, en este caso circular, permite despejar el espesor mínimo para no sobrepasar el límite elástico de 540 MPa, partiendo en este caso de un diámetro de barra exterior de 35mm. Teniendo en cuenta las enormes simplificaciones de esta suposición se tendrá en cuenta un factor de seguridad de 3, según la siguiente expresión:

$$3 \cdot \sigma_{tracción} < 540 \text{ MPa}$$

$$A_{anillo} = \pi \cdot (R^2 - r^2)$$

$$\sigma_{tracción} = \frac{F_t}{\pi \cdot (R^2 - r^2)} = \frac{71662.5}{\pi \cdot (0.0175^2 - r^2)}$$

$$r = 13.5 \text{ mm} \rightarrow \phi = 27 \text{ mm} \rightarrow e = \frac{35 - 27}{2} = 4 \text{ mm}$$



El espesor final será 4 mm.

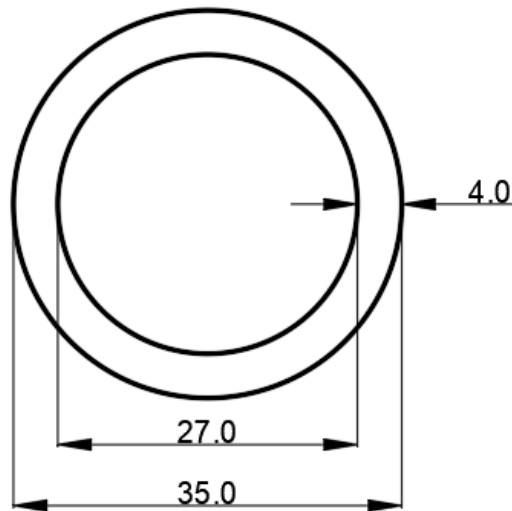


Ilustración 96: Sección final de las barras principales

#### 4.2 Sistema de regulación

El sistema de regulación, consta de un mecanismo de bloqueo mecánico, que por medio de un pasador que se introduce en unos orificios que determinan las diferentes posiciones de forma que interrumpe el movimiento de deslizamiento entre las barras.

El elemento clave a dimensionar es el pasador, cuyo diámetro determinara dos posibles fallos:

- Cizalladura del roblón de fijación

Se partirá nuevamente del supuesto de una fuerza de 11025 N, y un coeficiente de seguridad de 2, y conociendo el límite elástico del pasador de 600 MPa se puede determinar que el esfuerzo cortante será de:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{11025}{\pi \times d^2 / 4}$$

$$\tau_{admisible} = \frac{600}{2 \times C_{seguridad}} = 150 \text{ MPa}$$

Sabiendo que:

$$\tau_{admisible} \geq \tau$$

Se puede despejar la d mínima necesaria para soportar la carga.

$$d = 3 \text{ mm}$$

- Aplastamiento de las barras

Aunque el pasador sea capaz de soportar la carga con un diámetro de 3 mm, es posible que este diámetro tan pequeño provoque una deformación sobre las barras, por lo que es necesario

comprobar el aplastamiento de estas en el mismo escenario pero conociendo el espesor de la barra de  $e = 3 \text{ mm}$  de apartados anteriores.

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{F}{e \times d}$$

Se debe cumplir que:

$$\sigma_{\text{admisible}} \geq \sigma_{\text{aplastamiento}}$$

$$\sigma_{\text{admisible}} = \frac{1.6 \times 540 \times 10^6}{C_{\text{seguridad}}} = 432 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$d = 8 \text{ mm}$$

Como podemos ver debido al espesor reducido de las barras es necesario aumentar el área por medio del diámetro para absorber las tensiones producidas. Por tanto al ser más restrictivo el aplastamiento, el diámetro final será de 8 mm.

- Fuerza muelle

Para un uso cómodo del sistema, el usuario debe ser capaz de accionar el mecanismo con una sola mano sin grandes esfuerzos. Está estipulado que para este tipo de botones la oposición al accionamiento debe ser de 7 N, y por tanto esta debe ser la fuerza que ejerce el muelle del mecanismo.

#### 4.3 Sistema de anclaje

En este elemento no está sometido a esfuerzos constantes de ningún tipo, ni durante el uso, pues la bicicleta está completamente apoyada en el suelo sin cargar peso sobre la estructura, como parte del objetivo de evitar levantar la bicicleta, por lo que únicamente la estructura debe soportarse a sí misma y posibles golpes o actos vandálicos.

Por tanto la realización de cálculos, mecánicos que determinen las dimensiones no resultaría justificables por la imprevisibilidad de los aspectos a considerar. Por tanto se tiene en cuenta un cierto sobredimensionamiento, con barras de gran diámetro y espesor para la estructura que aseguran su resistencia a impactos puntuales y al desgaste general.

**VOLUMEN III**

**PLIEGO DE  
CONDICIONES**



## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1.	ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO .....	126
2.	MATERIALES .....	126
2.1	Acero .....	126
2.2	Polímero .....	128
3.	COMPONENTES .....	128
3.1	Sistema de regulación .....	128
3.2	Cuadro .....	131
3.3	Sistema de anclaje.....	137
4.	ESPECIFICACIONES DE LOS PROCESOS .....	141
4.1	Inyección .....	141
4.2	Tronzado.....	142
4.3	Soldadura .....	142
4.4	Corte láser .....	142
4.5	Doblado .....	142
4.6	Pintado .....	142
5.	ENSAMBLAJE DETALLADO .....	142
5.1	Cuadro .....	143
5.2	Sistema de anclaje.....	143
5.3	Sistema de regulación .....	146

## 1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Este documento recoge las diferentes especificaciones técnicas y requisitos que deben cumplir los materiales y elementos que constituyen el proyecto.

Peso sistema de regulación	64.7 g
Peso cuadro + horquilla	9.839 kg
Peso sistema de anclaje	27.192 kg
Peso máximo recomendado con carga (cuadro)	135 kg

### COMPATIBILIDADES

Ruedas	28" hasta 40 mm de espesor
Frenos	V-brake

## 2. MATERIALES

Los materiales principales con acero Reynolds y acero galvanizado para el cuadro y el sistema de anclaje, y polímero ABS para el sistema de regulación.

### 2.1 Acero

#### REYNOLDS 520 COLD WORKED

##### ANÁLISIS QUÍMICO

Carbono	0.3	Silicio	0.25
Manganeso	0.5	Cromo	0.95
Fósforo	0.035 máx.	Molibdeno	0.2
Azufre	0.04 máx.		

##### PROPIEDADES FUNDAMENTALES

Densidad	7.78 g/cm <sup>3</sup>
Modulo de Young	207 GPa
Tensión de rotura	850 MPa
Límite elástico	540 MPa

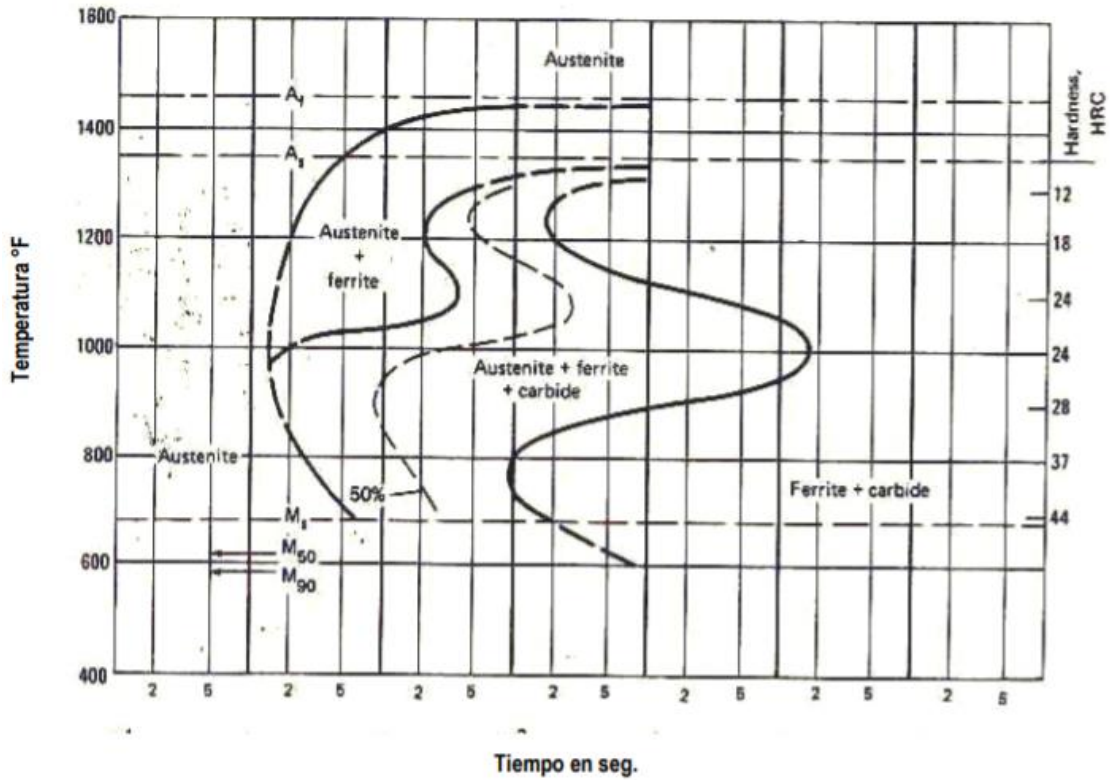


Ilustración 97: Diagrama de transformación isotérmica

**ACERO GALVANIZADO**

El recubrimiento de zinc que se desea obtener es de tipo bajo, entre 30-40 micras según la norma UNE EN ISO 10346.

Se deben cumplir todos los estándares de preparación para evitar imperfecciones en la deposición que causen posteriores problemas de corrosión.

- Eliminación de contaminantes orgánicos.
- Decapado
- Fluxado
- Correspondientes limpiezas entre fases

El proceso se realizará con un baño de zinc puro >98% a una temperatura de entre 435 y 455°C.

La durabilidad esperada en ambiente urbano es de al menos 25 años

ANÁLISIS QUÍMICO			
Carbono	0.2	Silicio	0.6
Manganeso	1.7	Azufre	0.045
Fósforo	0.1		

Las uniones soldadas se realizarán con MAG y aportación de ER-70S6

## 2.2 Polímero

Melt flow index (220°C, 10 Kg)	6.8 g/10 min
Densidad	1.07 g/cm <sup>3</sup>
Rango de temperaturas mínimas aceptable	-15°C
Alargamiento en rotura	45%
Coefficiente de fricción	0.654
Resistencia a tracción	45 MPa
Absorción de humedad	0.3/0.7%

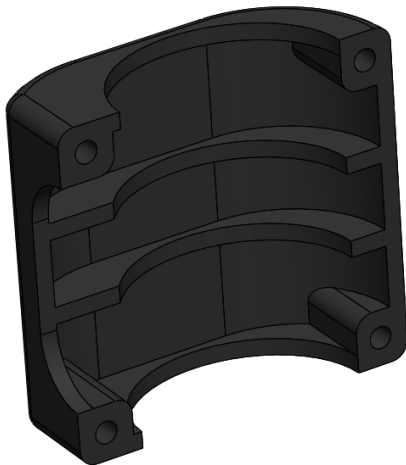
### PARAMETROS DE LA INYECCIÓN

Temperatura de inyección	260°C
Temperatura del molde	54°C
Temperatura de extracción	82°C
Presión de inyección	1000 bar

## 3. COMPONENTES

### 3.1 Sistema de regulación

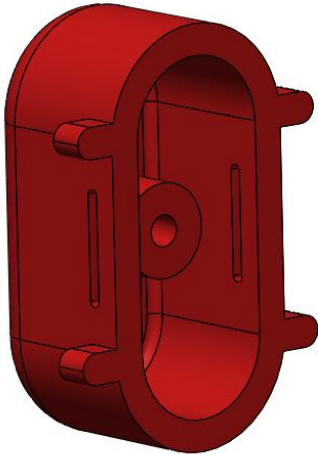
#### CARCASA



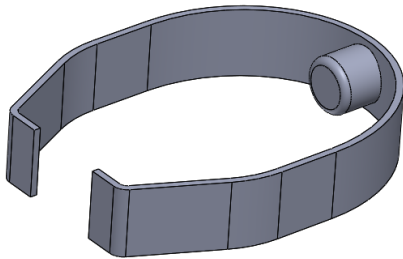
Material	-	ABS Negro
Espesor de pared	-	3 mm
Fabricación	-	Inyección de termoplástico

Ilustración 98: Carcasa



**BOTÓN***Ilustración 99: Botón*

Material	-	ABS Rojo
Espesor de pared	-	3 mm
Fabricación	-	Inyección de termoplástico

**ELEMENTO DE BLOQUEO***Ilustración 100: Elemento de bloqueo*

Material	-	Acero
Espesor de pared	-	1 mm
Diámetro roblón	-	Ø 8 mm
Fabricación	-	Doblado de chapa y soldadura

Este elemento consta de dos partes unidas mediante soldadura MAG, el roblón, que actúa como elemento de bloqueo, y la transmisión, que es la chapa metálica que transmite el movimiento del botón al roblón.

De una plancha de 1 mm de espesor se corta con láser un rectángulo alargado de 10 x 137, que posteriormente se dobla con la forma final.

Para el roblón se parte de una varilla de 8 mm de diámetro a la que se le hace un chaflán en un extremo y posteriormente se corta con una altura de 6.54 mm.

**MUELLE***Ilustración 101: Muelle*

Material	-	Acero
Diámetro alambre	-	Ø 1 mm
Fuerza	-	7 N
Longitud	-	25 mm

**TORNILLOS***Ilustración 102: Tornillos*

Material	-	Acero inoxidable
Tamaño	-	M3 20 mm
Denominación	-	ISO 4762

**TUERCAS***Ilustración 103: Tuercas*

Material	-	Acero inoxidable
Tamaño	-	M3
Denominación	-	ISO 4032

## 3.2 Cuadro

**BARRA PRINCIPAL SUPERIOR**

Ilustración 104: Barra principal superior

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro	-	Ø 35 mm
Longitud	-	0.64 m
Espesor	-	4 mm
Fabricación	-	Tronzado y corte láser

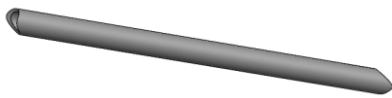
**BARRA PRINCIPAL INFERIOR**

Ilustración 105: Barra principal inferior

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro	-	Ø 35 mm
Longitud	-	0.65 m
Espesor	-	4 mm
Fabricación	-	Tronzado y corte láser

Las dos barras principales del cuadro se fabrican de la misma forma, primero las barras se cortan a las dimensiones especificadas y a continuación se realizan mediante corte láser los rebajes en forma de “boca de pez”. Para hacer estos rebajes sin embargo hay que mantener las barras en un ángulo determinado por la pipa de dirección y la barra del sillín. Esto atiende a la necesidad del láser de cortar perpendicularmente al suelo.

Estos ángulos se corresponden a  $70.84^\circ$  en el caso de los cortes delanteros y a  $70.84^\circ$  en los cortes traseros.

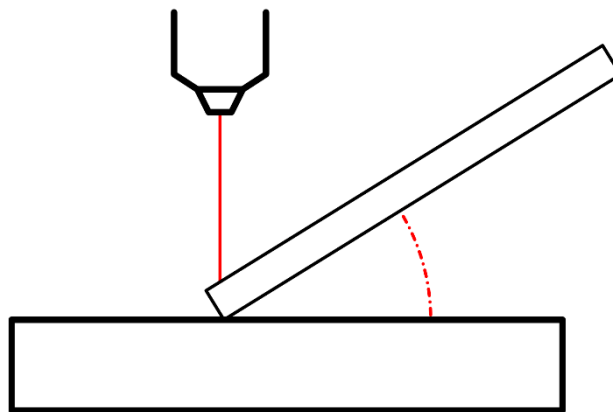
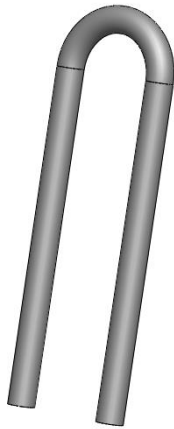
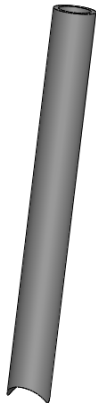


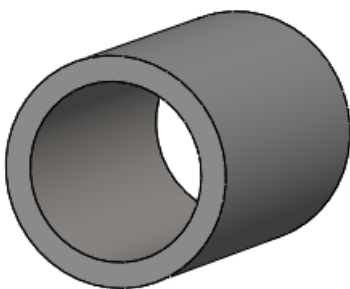
Ilustración 106: Inclinación necesaria en el corte láser

**HORQUILLA***Ilustración 107: Horquilla*

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro	-	Ø 26 mm
Longitud	-	0.81 m
Espesor	-	3 mm
Fabricación	-	Tronzado, doblado y corte láser

**TUBO ROSCADO HORQUILLA***Ilustración 108: Tubo roscado horquilla*

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro	-	Ø 1"
Longitud	-	0.24 m
Espesor	-	3 mm
Fabricación	-	Tronzado y corte láser

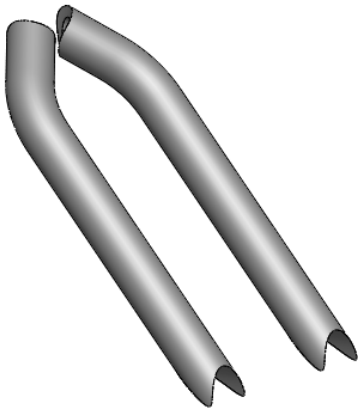
**PEDALIER***Ilustración 109: Pedalier*

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro interior	-	Ø 34.8 mm
Longitud	-	68 mm
Espesor	-	5 mm
Fabricación	-	Tronzado

**PIPA DE DIRECCIÓN**

*Ilustración 110: Pipa de dirección*

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro interior	-	Ø 40 mm
Longitud	-	0.181 m
Espesor	-	4 mm
Fabricación	-	Tronzado

**REFUERZO DERECHO E IZQUIERDO**

*Ilustración 111: Refuerzo derecho e izquierdo*

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro	-	Ø 24 mm
Longitud	-	0.24 m
Espesor	-	5 mm
Fabricación	-	Tronzado, doblado y corte láser

Para la realización de los cortes láser, nuevamente se requerirá de cierta inclinación como en la barras principales, siendo esta vez los ángulos de 68.84° en la parte delantera, y 47, 76° en la trasera.

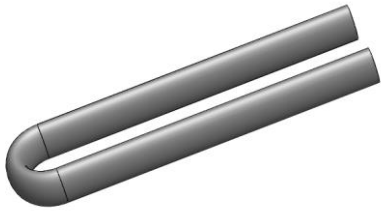
**BALANCÍN TRASERO**

Ilustración 112: Balancín trasero

Material	-	Acero Reynolds 520
Elipse	-	25 x 50 mm
Longitud	-	0.878 m
Espesor	-	3 mm
Fabricación	-	Tronzado y doblado

**BARRA INFERIOR SILLÍN**

Ilustración 113: Barra inferior sillín

Material	-	Acero Reynolds 520
Elipse	-	35 x 30 mm
Longitud	-	0.457 m
Espesor	-	3 mm
Fabricación	-	Tronzado y corte láser

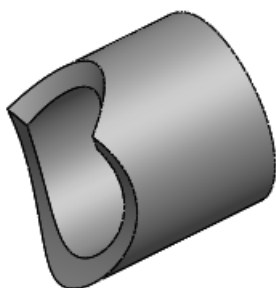
**UNIÓN PEDALIER BALANCÍN**

Ilustración 114: Unión pedalier balancín

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro	-	Ø 35 mm
Longitud	-	41 mm
Espesor	-	4 mm
Fabricación	-	Tronzado y corte láser

Para la realización de los cortes láser, en primer lugar se debe realizar el corte horizontal correspondiente al pedalier, y a continuación inclinar la pieza 74° para realizar el corte vertical correspondiente a la barra del sillín.

#### CAZOLETA INFERIOR HORQUILLA

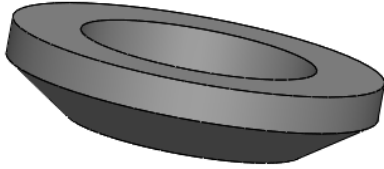


Ilustración 115: Cazoleta inferior horquilla

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro interior	-	Ø 1"
Diámetro exterior	-	Ø 40 mm
Longitud	-	91 mm
Fabricación	-	Tronzado y torneado

#### TAPA HORQUILLA

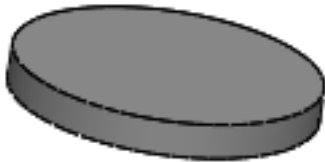


Ilustración 116: Tapa horquilla

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro	-	Ø 26 mm
Espesor	-	3 mm
Fabricación	-	Corte láser

#### TAPA BALANCÍN TRASERO

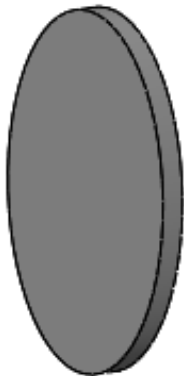
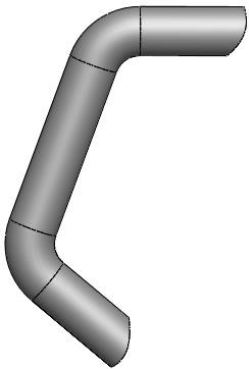
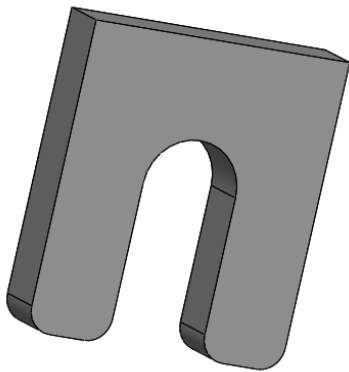


Ilustración 117: Tapa balancín trasero

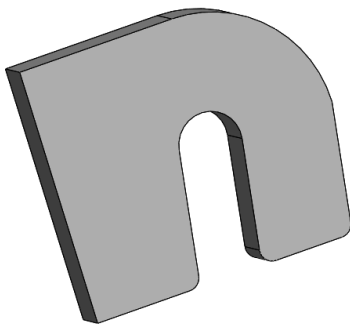
Material	-	Acero Reynolds 520
Elipse	-	25 x 50 mm
Espesor	-	5 mm
Fabricación	-	Corte láser

**ANILLA ANCLAJE***Ilustración 118: Anilla anclaje*

Material	-	Acero Reynolds 520
Diámetro	-	Ø 15 mm
Longitud	-	0.18 m
Fabricación	-	Tronzado y doblado

**ANCLAJE EJE DELANTERO***Ilustración 119: Anclaje eje delantero*

Material	-	Acero Reynolds 520
Dimensión	-	25 x 22 mm
Espesor	-	5 mm
Fabricación	-	Corte láser

**ANCLAJE EJE TRASERO***Ilustración 120: Anclaje eje trasero*

Material	-	Acero Reynolds 520
Dimensión	-	40 x 45 mm
Espesor	-	8 mm
Fabricación	-	Corte láser



### 3.3 Sistema de anclaje

#### CARCASA FRONTAL

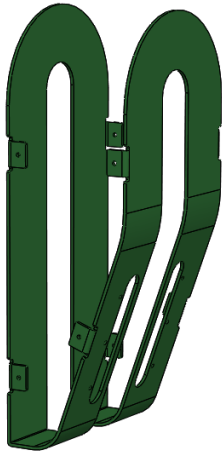


Ilustración 121: Carcasa frontal

Material	-	Acero galvanizado
Espesor de pared	-	4 mm
Fabricación	-	Corte láser y doblado

El orden del doblado debe ser, primero las solapas, y después los dobles inferiores, de otro modo no se podrá acceder a las solapas.

#### CANAL DE LA RUEDA

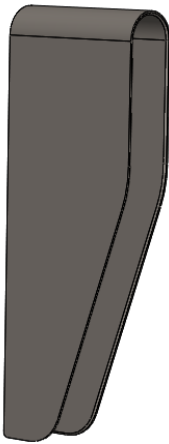


Ilustración 122: Canal de la rueda

Material	-	Acero galvanizado
Espesor de pared	-	4 mm
Fabricación	-	Corte láser y doblado

### CARCASA SUPERIOR

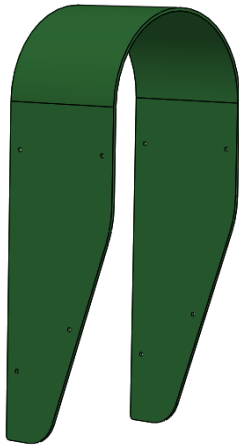


Ilustración 123: Carcasa superior

- Material - Acero galvanizado
- Espesor de pared - 4 mm
- Fabricación - Corte láser y doblado

### ELEMENTO DE FIJACIÓN AL SUELO

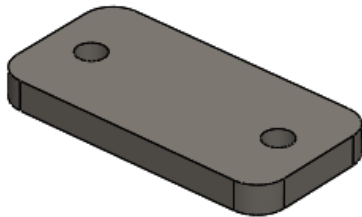


Ilustración 124: Elemento de fijación al suelo

- Material - Acero galvanizado
- Dimensión - 50 x 100 mm
- Espesor - 10 mm
- Fabricación - Corte láser

### FRONTAL DEL ANCLAJE

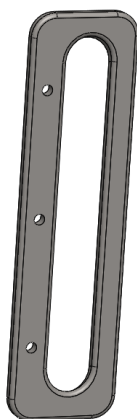


Ilustración 125: Frontal del anclaje

- Material - Acero galvanizado
- Dimensión - 51 x 190 mm
- Espesor - 5 mm
- Fabricación - Corte láser

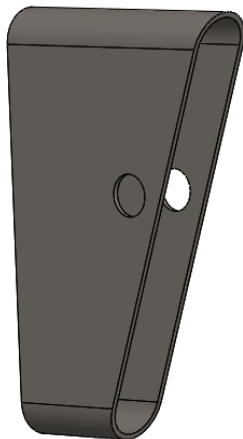
**TAPA TRASERA ANCLAJE**



- Material - Acero galvanizado
- Dimensión - 26 x 160 mm
- Espesor - 2 mm
- Fabricación - Corte láser

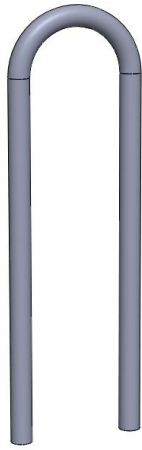
*Ilustración 126: Tapa trasera anclaje*

**CARCASA ANCLAJE**



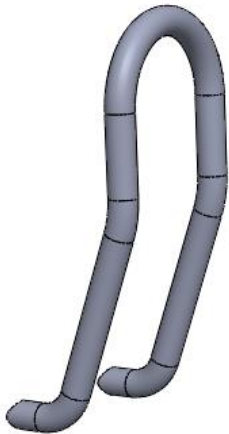
- Material - Acero galvanizado
- Espesor de pared - 2 mm
- Fabricación - Corte láser y doblado

*Ilustración 127: Carcasa anclaje*

**BARRA ESTRUCTURAL PRINCIPAL**

*Ilustración 128: Barra estructural principal*

Material	-	Acero galvanizado
Diámetro	-	Ø 40 mm
Longitud	-	2.095 m
Espesor	-	4 mm
Fabricación	-	Tronzado y doblado

**BARRA ESTRUCTURAL FRONTAL**

*Ilustración 129: Barra estructural frontal*

Material	-	Acero galvanizado
Diámetro	-	Ø 40 mm
Longitud	-	1.4 m
Espesor	-	4 mm
Fabricación	-	Tronzado, doblado y corte láser

Los cortes se realizarán después del doblado para evitar la pérdida de paralelismo durante las deformaciones del doblado.

**TORNILLOS SUELO**



- Material - Acero inoxidable
- Tamaño - M10 80 mm
- Denominación - ISO 4016

*Ilustración 130: Tornillos suelo*

**TORNILLOS CARCASA**



- Material - Acero inoxidable
- Tamaño - M5 10 mm
- Denominación - ISO 7045

*Ilustración 131: Tornillos carcasa*

**4. ESPECIFICACIONES DE LOS PROCESOS**

**4.1 Inyección**

Se necesita una inyectora de termoplásticos, para trabajar con ABS, y que cumpla los siguientes requisitos mínimos:

Fuerza de cierre	Volumen de inyección	Recorrido máximo
370 KN	55 cm <sup>3</sup>	9.5 cm

Los parámetros del proceso serán los siguientes:

PARAMETROS DE LA INYECCIÓN	
Temperatura de inyección	260°C
Temperatura del molde	54°C
Temperatura de extracción	82°C
Presión de inyección	1000 bar

#### 4.2 Tronzado

Debe permitir cortes de secciones de hasta 50 mm de diámetro con refrigeración.

#### 4.3 Soldadura

Las soldaduras del cuadro se realizarán mediante TIG para lograr mejores acabados. Se utilizará varilla 4130 como material de aporte.

En el caso del acero galvanizado, deberán tomarse las medidas pertinentes adicionales de seguridad para evitar respirar los gases de zinc y evitar quemaduras. Se deberá trabajar en un habiente ventilado con extracción de humos sobre el punto de soldadura, con guantes de protección, pantalla de soldadura con ventilación y ropa de protección incluyendo botas. Se utilizará soldadura MAG con aportación ER-70S6.

#### 4.4 Corte láser

Este proceso se subcontratará y se dejará a criterio de los operarios cuales sean las mejores decisiones y parámetros.

Únicamente se necesita un acabado limpio para poder soldar sin necesidad de mecanizado posterior.

#### 4.5 Doblado

Se necesitan dos tipos de doblado, en primer lugar el curvado de tubos de diferentes diámetros, que se realizarán las correspondientes pasadas progresivas según el diámetro para no afectar a la integridad del material.

Para el doblado de chapas, únicamente evitar la aparición de grietas o deformaciones visibles en las superficies dobladas.

#### 4.6 Pintado

La preparación previa corresponderá con las exigencias de la norma UNE-EN12206-1:2005.

Se utilizará pintura en polvo y el curado tendrá lugar en un horno durante 60 min a 190°C.

La aplicación de la pintura se hará en una cabina habilitada con extracción de las partículas en suspensión y con temperatura y humedad controladas.

Los colores se adaptarán a las distintas ciudades según el esquema habitual del ayuntamiento.

### 5. ENSAMBLAJE DETALLADO

El ensamblaje hace referencia a la unión de las piezas durante los diferentes periodos de la fabricación incluyendo uniones permanentes y desmontables, desde las piezas individuales al conjunto final. El objetivo es describir de forma ordenada los pasos a seguir para optimizar el proceso y lograr un buen acabado

### 5.1 Cuadro

En primer lugar el ensamblaje del cuadro, consta de lo que se podrían denominar dos elementos con movimiento relativo, que son el cuadro en sí y la horquilla, unidos mediante un sistema eje-agujero con cierto juego, y que están constituidos a su vez por componentes soldados entre sí.

Ya que las soldaduras deben formar una estructura entrelazada, se necesita de una estructura guía que permita colocar las piezas en posición para poder soldarlas sin juegos inesperados.

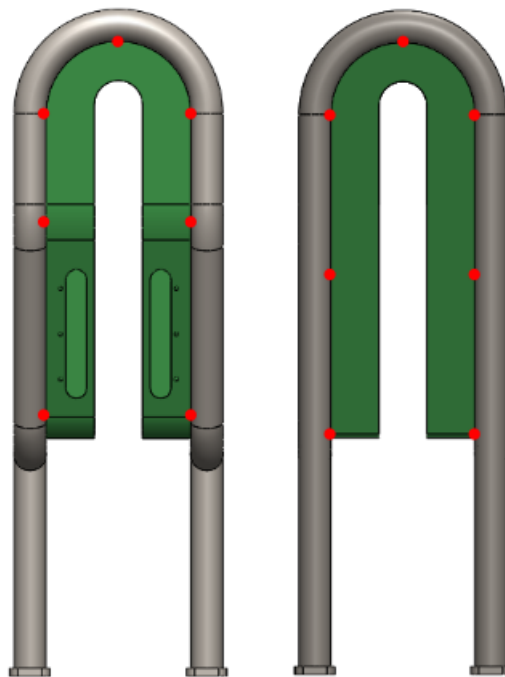
Para ello el procedimiento a seguir es, en primero lugar colocar aquellas barras que no sobresalgan del plano medio, es decir, la pipa de dirección, las barras principales, la barra del sillín y el eje pedalier. Una vez soldadas se procede con aquellas piezas que sobresalen de este plano central mencionado antes, primero un lado y posteriormente el otro. Estas piezas son las que conforman toda la parte trasera del cuadro y que están duplicadas en simetría.

De igual forma se monta la horquilla.

### 5.2 Sistema de anclaje

El ensamblaje de este elemento puede diferenciarse en dos partes, el ensamblaje en fábrica y el ensamblaje en la instalación.

En la fábrica, el primer paso es soldar la estructura principal junto a los anclajes del suelo, que servirá como soporte del resto de elementos, una vez estos unidos, se suelda la carcasa frontal mediante puntos de soldadura según el siguiente esquema.



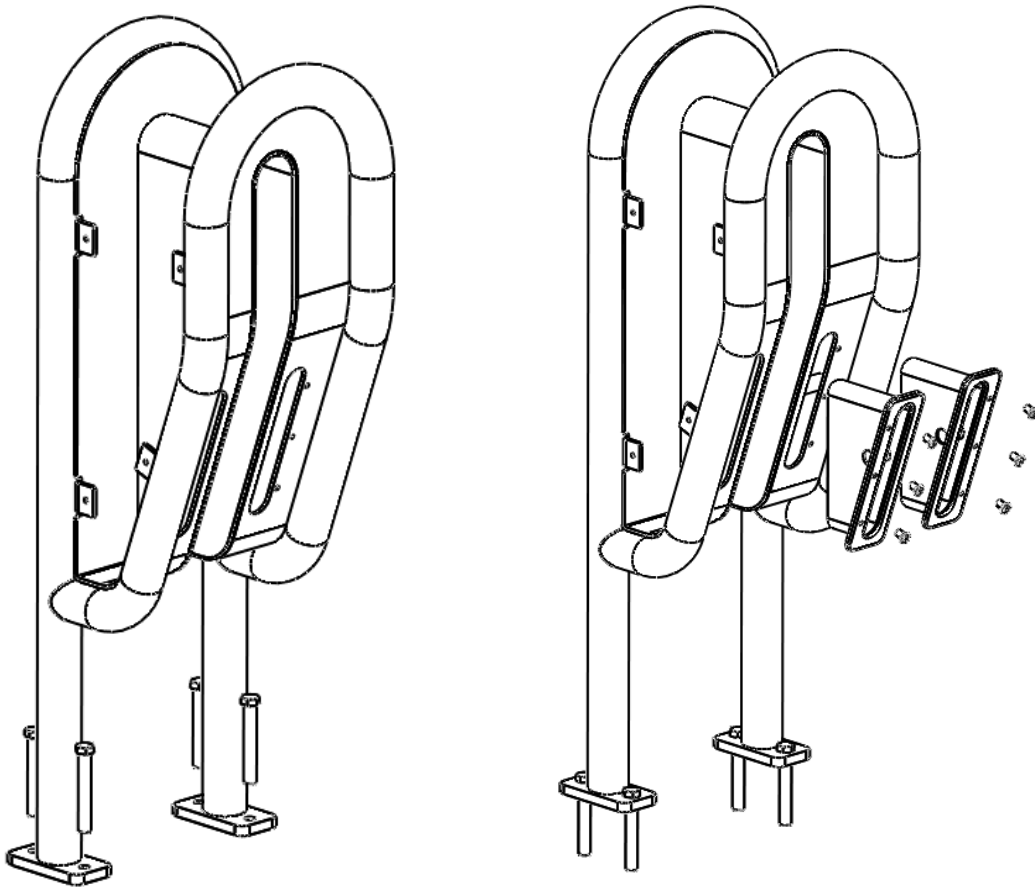
*Ilustración 132: Puntos de soldadura de la carcasa frontal*

En total 14 puntos de soldadura.

A continuación el canal de la rueda se suelda a la carcasa frontal con un cordón continuo.

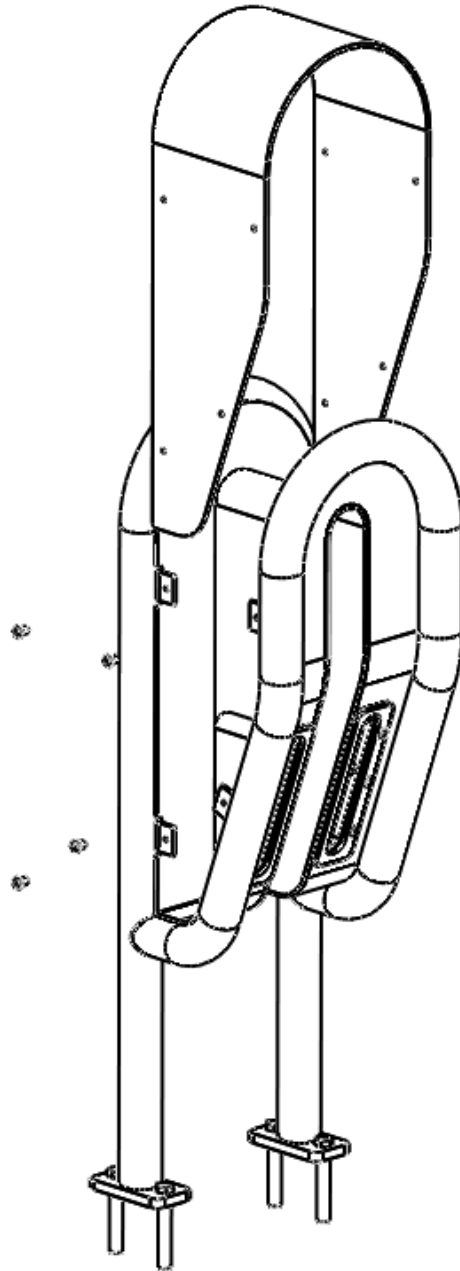
Por otro lado, los cajones de anclaje también se pre ensamblan en la fábrica. Primero se sueldan las tabas traseras a las carcasas de los anclajes, y a continuación al frontal del anclaje.

La siguiente fase del ensamblaje se sitúa en el lugar de la instalación, donde primero se realizan los orificios en el suelo, y se atornilla el conjunto de la estructura. No se realiza en ensamblaje completo en la fábrica para realizar la instalación eléctrica que permita el funcionamiento por lo que se facilita el acceso al interior. Una vez finalizada, se atornilla la carcasa superior y los dos anclajes en su posición.



*Ilustración 133: Ensamblaje en el punto de instalación*

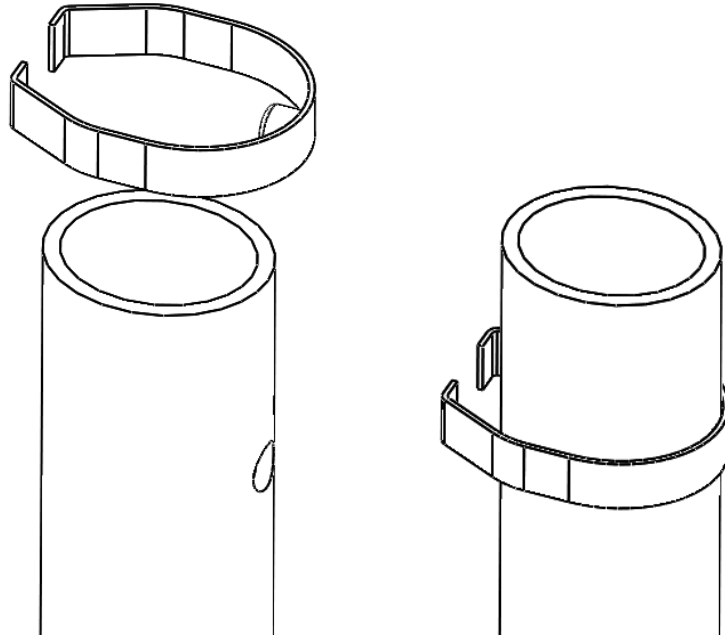




*Ilustración 134: Ensamblaje en el punto de instalación*

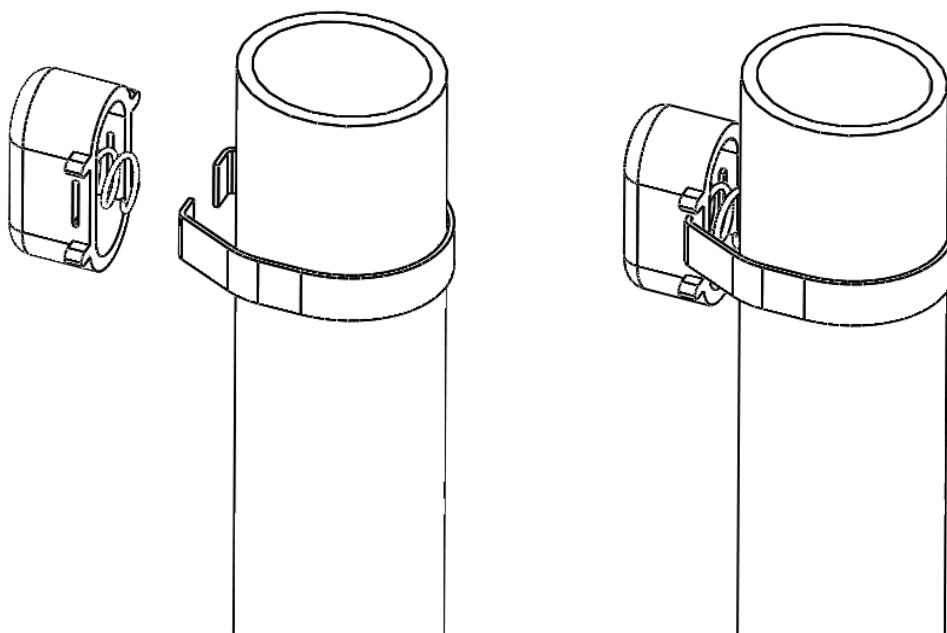
### 5.3 Sistema de regulación

El ensamblaje del sistema de regulación se lleva a cabo, en primer lugar, se coloca el conjunto roblón-transmisión, previamente soldado alrededor de la barra del sillín, introduciendo el roblón en el orificio de la barra.



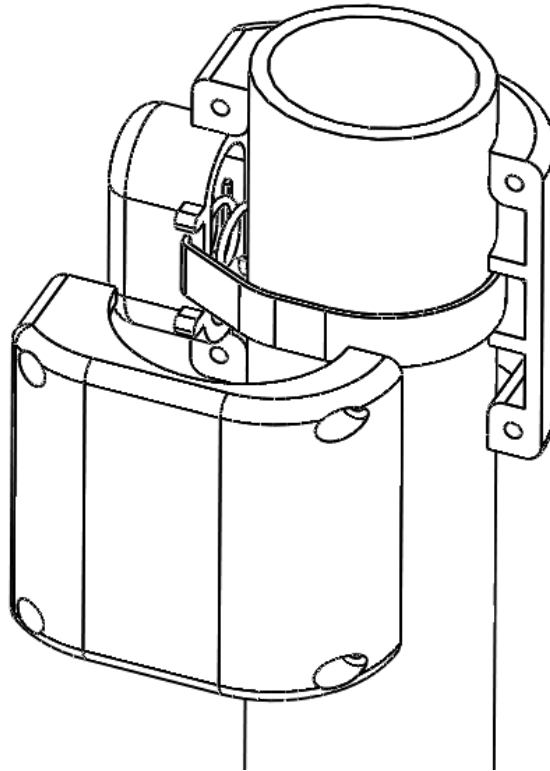
*Ilustración 135: Primer paso del montaje del sistema de regulación*

A continuación, se introduce el muelle en el hueco del botón, utilizando el cilindro interior como sujeción, y colocando la plancha de la transmisión en sus correspondientes orificios del botón para que todo quede sujeto como se muestra en la siguiente imagen.

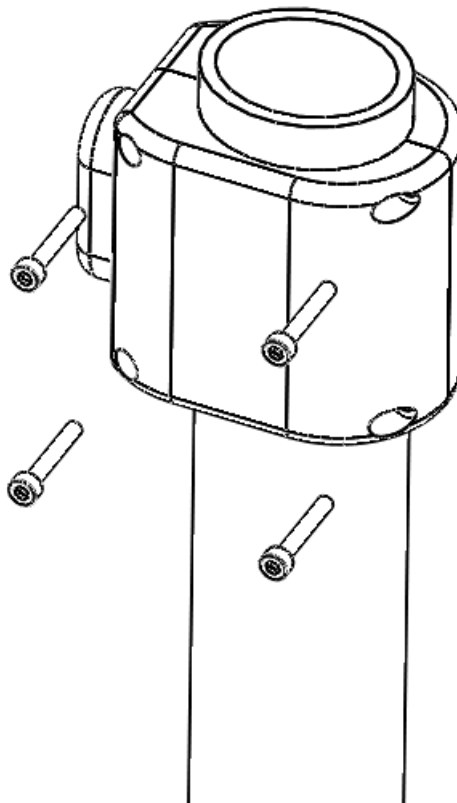


*Ilustración 136: Segundo paso del montaje del sistema de regulación*

Para finalizar se envuelve el conjunto con las dos partes de la carcasa y se atornillan fijando el conjunto al tubo.



*Ilustración 137: Tercer paso del montaje del sistema de regulación*



*Ilustración 138: Cuarto paso del montaje del sistema de regulación*

**PRESUPUESTO**

**VOLUMEN IV**



## ÍNDICE PRESUPUESTO

1.	EXPLOTACIÓN Y VENTA.....	151
1.1	Coste materiales.....	152
1.2	Coste procesado.....	153
1.3	Elementos comerciales .....	160
2.	VIABILIDAD .....	161

## 1. EXPLOTACIÓN Y VENTA

En este apartado se indicaran los costes y viabilidad económica del proyecto, partiendo de una empresa nueva que no posee ningún tipo de maquinaria de proyectos anteriores.

COSTES DIRECTOS		
MATERIALES		
Sistema de regulación		0.084
Cuadro		21.869
Sistema de anclaje		26.321
PROCESADO		
Sistema de regulación		3.91
Cuadro		226.95
Sistema de anclaje		102.85
UTILLAJE		
Sistema de regulación		0.6
Cuadro		0.053
Sistema de anclaje		0.013
ELEMENTOS COMERCIALES		
Sistema de regulación		0.15
Sistema de anclaje		0.44
COSTES INDIRECTOS (10%)		
Sistema de regulación	0.474	5.214
Cuadro	24.887	273.757
Sistema de anclaje	12.962	142.582
COSTES INDUSTRIALES, DISTRIBUCIÓN Y MARKETING (20%)		
Sistema de regulación	1.043	6.257
Cuadro	54.751	328.508
Sistema de anclaje	28.516	171.098
BENEFICIO INDUSTRIAL (30%)		
Sistema de regulación	1.877	8.134
Cuadro	98.552	427.06
Sistema de anclaje	51.329	222.427
PRECIO VENTA DISTRIBUCIÓN		
Sistema de regulación		8.134
Cuadro		427.06
Sistema de anclaje		222.427
<b>TOTAL</b>		<b>657.621</b>

## 1.1 Coste materiales

ELEMENTO	MATERIAL	DIMENSIONES	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTE (€)
<b>SISTEMA DE REGULACIÓN</b>					
Carcasa	ABS	-	0.85 €/Kg	0.04366 Kg	0.037
Botón	ABS	-	0.85 €/Kg	0.00714 Kg	0.0061
Roblón	Acero inox	Ø 8 mm	2.34 €/m	0.01 m	0.0234
Transmisión	Acero galvanizado	1 mm espesor	7 €/m <sup>2</sup>	0.0024 m <sup>2</sup>	0.017
<b>CUADRO</b>					
Barra principal superior	Acero 520	Ø 34 x 4 mm	4.65 €/m	0.64 m	2.976
Barra principal inferior	Acero 520	Ø 34 x 4 mm	4.65 €/m	0.647 m	3.008
Horquilla	Acero 520	Ø 26 x 3 mm	2.8 €/m	0.81 m	2.268
Pedalier	Acero 520	Ø <sub>interior</sub> 34.8 x 5	7.3 €/m	0.068 m	0.4964
Pipa de dirección	Acero 520	Ø 40 x 4 mm	4.9 €/m	0.181 m	0.8869
Refuerzo x2	Acero 520	Ø 24 x 5 mm	5.2 €/m	0.24 x 2 m	2.496
Balancín trasero	Acero 520	Elipse (25 x 50) x 3 mm	6.1 €/m	0.878 m	5.3558
Barra inferior sillín	Acero 520	Elipse <sub>interior</sub> (35 x 30) x 3 mm	5.84 €/m	0.457 m	2.6689
Tubo roscado horquilla	Acero 520	Ø 1" x 3 mm	2.19 €/m	0.24 m	0.5256
Unión pedalier balancín	Acero 520	Ø 35 x 4 mm	4.8 €/m	0.041 m	0.1968
Cazoleta inferior horquilla	Acero 520	Ø <sub>interior</sub> 1" Ø <sub>exterior</sub> 40 mm	3.52 €/m	0.091 m	0.3203
Tapa horquilla x2	Acero 520	Ø 26 x 3 mm	9.87 €/m <sup>2</sup>	0.000531 x2 m <sup>2</sup>	0.0194
Tapa balancín trasero x2	Acero 520	Elipse (25 x 50) x 5 mm	11.3 €/m <sup>2</sup>	0.000982 x2 m <sup>2</sup>	0.0222
Anilla anclaje x2	Acero 520	Ø 15 mm	1.54 €/m	0.18 x2 m	0.5544
Anclaje eje delantero x2	Acero 520	25 x 22 x 5 mm	11.3 €/m <sup>2</sup>	0.00055 x2 m <sup>2</sup>	0.0124
Anclaje eje trasero x2	Acero 520	45 x 40 x 8 mm	17.1 €/m <sup>2</sup>	0.0018 x2 m <sup>2</sup>	0.0616
<b>SISTÉMA DE ANCLAJE</b>					
Carcasa frontal	Acero galvanizado	-	6.59 €/m <sup>2</sup>	0.2891 m <sup>2</sup>	1.905
Canal de la rueda	Acero galvanizado	-	6.59 €/m <sup>2</sup>	0.1234 m <sup>2</sup>	0.8132
Carcasa superior	Acero galvanizado	-	6.59 €/m <sup>2</sup>	0.1624 m <sup>2</sup>	1.0702
Elemento de fijación al suelo x2	Acero galvanizado	50 x 100 x 10 mm	8.26 €/m <sup>2</sup>	0.005 x2 m <sup>2</sup>	0.0826
Frontal del anclaje x2	Acero galvanizado	51 x 190 x 5 mm	7.1 €/m <sup>2</sup>	0.0097 x2 m <sup>2</sup>	0.1377
Tapa trasera anclaje x2	Acero galvanizado	160 x 26 x 2	3.89 €/m <sup>2</sup>	0.00416 x2 m <sup>2</sup>	0.0324
Carcasa anclaje x2	Acero galvanizado	-	3.89 €/m <sup>2</sup>	0.02468 x2 m <sup>2</sup>	0.192
Barra estructural principal	Acero galvanizado	Ø 40 x 4 mm	6.32 €/m	2.095 m	13.2404



Barra estructural frontal	Acero galvanizado	Ø 40 x 4 mm	6.32 €/m	1.4 m	8.848
<b>TOTAL SISTEMA DE REGULACIÓN</b>					<b>0.084</b>
<b>TOTAL CUADRO</b>					<b>21.869</b>
<b>TOTAL SISTEMA DE ANCLAJE</b>					<b>26.321</b>
<b>TOTAL</b>					<b>48.274</b>

## 1.2 Coste procesado

ELEMENTO	PROCESO	MAQUINA	COSTE HORARIO	TIEMPO (min)	Nº PIEZAS	COSTE (€)	OP
<b>SISTEMA DE REGULACIÓN</b>							
Carcasa	Inyección	Inyectora	27.05 €/h	0.27	2	0.243	-
Botón	Inyección	Inyectora	27.05 €/h	0.035	1	0.016	-
Roblón	Chaflán	Limadora de banda	12 €/h	1	1	0.2	C
	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1		0.25	C
	Soldadura	MAG	20 €/h	2		0.667	A
Transmisión	Corte	Laser	40 €/h	0.4	1	0.267	-
	Doblado	Dobladora	18 €/h	2		0.6	C
<b>TOTAL SISTEMA DE REGULACIÓN</b>						<b>2.243</b>	
<b>CUADRO</b>							
Barra principal superior	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1.2	1	0.3	C
	Corte "boca de pez"	Laser	40 €/h	2		1.333	-
	Soldadura	TIG	25 €/h	20		8.333	A
Barra principal inferior	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1.2	1	0.3	C
	Corte "boca de pez"	Laser	40 €/h	2		1.333	-
	Soldadura	TIG	25 €/h	20		8.333	A
Horquilla	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1	1	0.25	C
	Doblado	Dobladora	18 €/h	2		0.6	C
Pedalier	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1.6	1	0.4	C
	Roscado	Torno	30 €/h	4		2	C
Pipa de dirección	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1.2	1	0.3	C
	Roscado	Torno	30 €/h	2		0.1	C
Refuerzo	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1	2	0.25	C
	Corte "boca de pez"	Laser	40 €/h	2		2.667	-
	Doblado	Dobladora	18 €/h	1.2		0.72	C
	Soldadura	TIG	25 €/h	20		16.667	A
Balancín trasero	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1.6	1	0.4	C
	Doblado	Dobladora	18 €/h	2		0.6	C
	Soldadura	TIG	25 €/h	12		5	A
Barra inferior sillín	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1.8	1	0.45	C
	Taladrado	Taladro	10 €/h	0.4		0.067	C
	Corte "boca de pez"	Laser	40 €/h	1		0.667	-
	Soldadura	TIG	25 €/h	12		5	A
	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1	1	0.25	C

Tubo roscado horquilla	Corte "boca de pez"	Laser	40 €/h	0.8		0.533	-
	Roscado	Torno	30 €/h	4		2	C
	Soldadura	TIG	25 €/h	12		5	A
Unión pedalier balancín	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1.2	1	0.3	C
	Corte "boca de pez"	Laser	40 €/h	2.4		1.6	-
	Soldadura	TIG	25 €/h	18		7.5	A
Cazoleta inferior horquilla	Torneado	Torno	30 €/h	4	1	2	C
	Soldadura	TIG	25 €/h	10		4.167	A
Tapa horquilla	Corte	Láser	40 €/h	0.6	2	0.8	-
	Soldadura	TIG	25 €/h	10		8.333	A
Tapa balancín trasero	Corte	Láser	40 €/h	0.6	2	0.8	-
	Soldadura	TIG	25 €/h	10		8.333	A
Anilla anclaje	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	1.6	2	0.8	C
	Rebaje "boca de pez"	Limadora de banda	12 €/h	2		0.8	C
	Doblado	Dobladora	18 €/h	2.8		1.68	C
	Soldadura	TIG	25 €/h	20		16.667	A
Anclaje eje delantero	Corte	Láser	40 €/h	2.4	2	3.2	-
	Soldadura	TIG	25 €/h	10		8.333	A
Anclaje eje trasero	Corte	Láser	40 €/h	3	2	4	-
	Soldadura	TIG	25 €/h	10		8.333	A
<b>TOTAL CUADRO</b>						<b>142.4</b>	
<b>SISTEMA DE ANCLAJE</b>							
Carcasa frontal	Corte	Láser	40 €/h	6	1	4	-
	Doblado	Dobladora	18 €/h	4		1.2	C
	Soldadura	MAG	20 €/h	30		10	A
	Pintado	Pulverizadora	28 €/h	8		3.733	B
	Curado	Horno	19 €/h*	90		1.425	-
Canal de la rueda	Corte	Láser	40 €/h	3	1	2	-
	Doblado	Dobladora	18 €/h	2		0.6	C
Carcasa superior	Corte	Láser	40 €/h	3.6	1	2.4	-
	Doblado	Dobladora	18 €/h	2		0.6	C
	Pintado	Pulverizadora	28 €/h	6		2.8	B
	Curado	Horno	19 €/h*	90		1.425	-
Elemento de fijación al suelo x2	Corte	Láser	40 €/h	1	2	1.333	-
	Soldadura	MAG	20 €/h	10		6.667	A
Frontal del anclaje x2	Corte	Laser	40 €/h	1.2	2	1.6	-
	Chañón	Limadora de banda	12 €/h	4		1.6	C
Tapa trasera anclaje x2	Corte	Láser	40 €/h	0.6	2	0.8	-
	Soldadura	MAG	20 €/h	4		2.667	A
Carcasa anclaje x2	Corte	Láser	40 €/h	1.2	2	1.6	-
	Doblado	Dobladora	18 €/h	4		2.4	C
	Soldadura	MAG	20 €/h	10		6.667	A
	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	2	1	0.5	C

Barra estructural principal	Doblado	Dobladora	18 €/h	4		1.2	C
Barra estructural frontal	Tronzado	Tronzadora	15 €/h	2	1	0.5	C
	Doblado	Dobladora	18 €/h	10		3	C
	Soldadura	MAG	20 €/h	20		6.667	A
<b>TOTAL SISTEMA DE ANCLAJE</b>						<b>67.383</b>	
<b>PINTURA CUADRO ENSAMBLADO</b>							
Cuadro	Pintado	Pulverizadora	28 €/h	16	1	7.467	B
	Curado	Horno	19 €/h*	90		2.85	-
<b>TOTAL PINTURA CUADRO ENSAMBLADO</b>						<b>10.317</b>	
<b>OPERARIO</b>		<b>COSTE HORARIO €/h</b>		<b>TIEMPO (min)</b>		<b>COSTE (€)</b>	
A	Soldador	20 €/h	Regulación	2	0.667		
			Cuadro	184	61.333		
			Anclaje	74	24.667		
B	Pintor	12 €/h	Cuadro	16	3.2		
			Anclaje	14	2.8		
C	Operario maquinas	15 €/h	Regulación	4	1		
			Cuadro	38.8	9.7		
			Anclaje	32	8		
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>111.367</b>	
<b>TOTAL PROCESO SISTEMA DE REGULACIÓN</b>						<b>3.91</b>	
<b>TOTAL PROCESO CUADRO</b>						<b>226.95</b>	
<b>TOTAL PROCESO SISTEMA DE ANCLAJE</b>						<b>102.85</b>	
<b>TOTAL</b>						<b>333.71</b>	

\*el coste horario se corresponde al uso del horno completo, donde caben 20 piezas o 10 cuadros simultáneamente. Se repartirá el coste total entre el número de piezas, siendo el coste horario por pieza 0.95 y 1.9 €/h respectivamente.

No se consideran operarios para las máquinas completamente automatizadas como la inyectora, el cortador láser o el horno, el operario que pueda requerirse está incluido en el coste horario de la máquina.

Justificación de los costes de inyección:

- Coste horario: selección de la maquina

### CARCASA

Molde multicavidad, las dos piezas a la vez.

- Fuerza de cierre:

$$F_{cierre} = P_{inyección} \times 2 \times A_{proyectada} = 366.2 \text{ KN}$$

$$P_{inyección} \text{ ABS} = 500 \text{ bar} = 5 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

$$A_{proyectada} = 3662 \text{ mm}^2 = 0.003662 \text{ m}^2$$

- Volumen de inyección:

$$V_{inyección} = V_{pieza} + \text{Canales de alimentación} = 50.896 \text{ cm}^3$$

$$V_{pieza} = 40.782 \text{ cm}^3$$

$$\text{Canales de alimentación} = 24.8 \% \text{ de } V_{pieza}$$

- Recorrido:

$$L = 2D + 5 = 2 \times 2.25 + 5 = 9.5 \text{ cm}$$

Para la carcasa el parámetro limitante resulta la fuerza de cierre, según la cual, la máquina necesaria para poder fabricar la pieza tiene un coste horario de 27.05 €/h

### BOTÓN

- Fuerza de cierre:

$$F_{cierre} = P_{inyección} \times A_{proyectada} = 37.94 \text{ KN}$$

$$P_{inyección} \text{ ABS} = 500 \text{ bar} = 5 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

$$A_{proyectada} = 758.83 \text{ mm}^2 = 0.00075883 \text{ m}^2$$

- Volumen de inyección:

$$V_{inyección} = V_{pieza} + \text{Canales de alimentación} = 9.6768 \text{ cm}^3$$

$$V_{pieza} = 6.67364 \text{ cm}^3$$

$$\text{Canales de alimentación} \approx 45 \% \text{ de } V_{pieza}$$

- Recorrido:

$$L = 2D + 5 = 2 \times 1.8 + 5 = 8.6 \text{ cm}$$

Los parámetros resultantes son extremadamente bajos, debido a que la pieza es muy pequeña, y cualquier maquina va a ser capaz de fabricar este tipo de pieza. Esto puede ser un indicador de que sería mucho más eficiente utilizar moldes multicavidad.

Para reducir costes se utilizara la misma máquina para ambas piezas, de forma que atendiendo a las capacidades de la máquina necesaria para fabricar la carcasa, el número de cavidades del molde para el botón es:

- Fuerza de cierre: la máquina tiene una capacidad de 500 KN

$$F_{cierre} = P_{inyección} \times A_{proyectada\ max} = 500\ KN$$

$$A_{proyectada\ max} = \frac{5 \times 10^5}{5 \times 10^7} = 0.01\ m^2$$

$$P_{inyección\ ABS} = 500\ bar = 5 \cdot 10^7\ Pa$$

$$A_{proyectada}\ (una\ pieza) = 758.83\ mm^2 = 0.00075883\ m^2$$

$$n^{\circ}\ máximo\ cavidades = \frac{A_{proyectada\ max}}{A_{proyectada}} = 13\ cavidades$$

- Volumen de inyección: la maquina tiene una capacidad de 85 cm<sup>3</sup>

$$V_{inyección} = V_{pieza} + Canales\ de\ alimentación$$

Según las tablas de estimación de tamaño de los canales de alimentación, el volumen máximo de pieza es de: 72.228 cm<sup>3</sup>

$$n^{\circ}\ máximo\ cavidades = \frac{V_{max}}{V_{pieza}} = 10\ cavidades$$

$$V_{pieza} = 6.67364\ cm^3$$

$$V_{INYECCIÓN} = 79.2736\ cm^3\ (10\ piezas)$$

- Recorrido: no varía al aumentar cavidades

Lo más óptimo por tanto sería fabricar los botones con un molde de 10 cavidades utilizando la misma máquina.

- Tiempo:

### CARCASA

- Tiempo de llenado:

$$t_{llenado} = \frac{2 \times V_{inyección} \times 2 \times P_{inyección}}{Potencia\ inyectora} = 1.357\ s$$

$$Potencia\ inyectora = 7.5\ KW$$

- Tiempo de enfriamiento:

$$t_{enfriamiento} = \frac{h^2_{max}}{\pi^2 \times \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)} = 27.899\ s$$

$$h_{max} = 4\ mm$$

$$\alpha = 0.13\ mm^2/s$$

$$T_i = 260\ ^{\circ}C$$

$$T_m = 54\ ^{\circ}C$$

$$T_x = 82\ ^{\circ}C$$

- Tiempo de recuperación:

$$t_{recuperación} = 1 + 1.75 \times t_s \sqrt{\frac{2D + 5}{L}} = 3.137 \text{ s}$$

$$t_s = 1.9 \text{ s}$$

$$D = 2.25 \text{ cm}$$

$$L = 23 \text{ cm}$$

El tiempo total del ciclo es, 32.393 s por dos piezas, pero por una pieza, 16.197 s o 0.27 min

### **BOTÓN**

- Tiempo de llenado:

$$t_{llenado} = \frac{2 \times V_{inyección} \times 2 \times P_{inyección}}{Potencia inyectora} = 2.114 \text{ s}$$

Potencia inyectora = 7.5 KW

- Tiempo de enfriamiento:

$$t_{enfriamiento} = \frac{h^2_{max}}{\pi^2 \times \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_x - T_m)} = 15.693 \text{ s}$$

$$h_{max} = 3 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0.13 \text{ mm}^2/\text{s}$$

$$T_i = 260 \text{ °C}$$

$$T_m = 54 \text{ °C}$$

$$T_x = 82 \text{ °C}$$

- Tiempo de recuperación:

$$t_{recuperación} = 1 + 1.75 \times t_s \sqrt{\frac{2D + 5}{L}} = 3.033 \text{ s}$$

$$t_s = 1.9 \text{ s}$$

$$D = 1.8 \text{ cm}$$

$$L = 23 \text{ cm}$$

El tiempo total del ciclo es, 20.84 s por 10 piezas, pero por una pieza, 2.084 s o 0.035 min

### **UTILLAJE**

Elementos específicos para el proyecto se necesitan principalmente los moldes de inyección y un soporte para realizar las soldaduras.

Los moldes de inyección se realizarán con técnicas de prototipado rápido, ya que la serie de producción es corta, especialmente en los botones que se fabrican en moldes de 10 cavidades.

Se planea fabricar 15000 unidades, en el caso de los botones se corresponde a 1500 ciclos, imposible amortizar los elevados costes de fabricación de moldes tradicionales.

Para el molde del botón, 1500 ciclos, se estima un coste aproximado de 1500 €, y con un único molde se podrán fabricar todas las piezas.

Para el molde de la carcasa, 15000 ciclos, se estima un coste de 2500 € por molde y se utilizarán 3 moldes de 5000 ciclos.

Los soportes para las soldaduras se fabricarán en madera, y se estima un coste de 80 € para el cuadro y 40 para la estación, teniendo en cuenta el tiempo necesario en soldaduras, se necesitarán 15 operarios trabajando simultáneamente, 10 en cuadros y 5 en estaciones y por tanto 10 estructuras para cuadro y 5 para estación.

ELEMENTO	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	COSTE (€)
Molde botón	1	1500	1500
Molde carcasa	3	2500	7500
Soporte cuadro	10	80	800
Soporte estación	5	40	200
<b>UTILLAJE SISTEMA DE REGULACIÓN POR UNIDAD*</b>			<b>0.6</b>
<b>UTILLAJE CUADRO POR UNIDAD</b>			<b>0.053</b>
<b>UTILLAJE SISTEMA DE ANCLAJE POR UNIDAD</b>			<b>0.013</b>

\*se considera una unidad la unión de las dos partes de la carcasa, es decir, todos los elementos necesarios para un producto completo.

## 1.3 Elementos comerciales

Se distinguirá entre los elementos comerciales utilizados en los elementos objeto del proyecto y los elementos para completar la bicicleta.

COMPONENTE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTE (€)
Muelle 25 mm 5 espiras	0.07	1	0.07
Tornillos carcasa sistema regulación	0.02	4	0.08
Tornillos suelo anclaje	0.05	4	0.2
Tornillos frontales anclaje	0.03	6	0.18
Tornillos exteriores anclaje	0.03	8	0.24
<b>TOTAL SISTEMA DE REGULACIÓN</b>			<b>0.15</b>
<b>TOTAL SISTEMA DE ANCLAJE</b>			<b>0.44</b>

COMPONENTE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTE (€)
Neumáticos Tannus Shield 700x40C	26	2	52
Llanta aluminio Mach 1 810 700*25*37	11.5	2	23
Buje dinamo Sturmey HS12 (100mm width)	22	1	22
Pedales Ciudad 500 Grip	2.3	2	4.6
Bielas y plato mighty negro 165 mm 46D	12.45	1	12.45
Piñón libre STURMEY 20D	8	1	8
Pedalier First f-2001e rosca inglesa BSA 110mm	11.3	1	11.3
Cadena single-speed KMC	2.98	1	2.98
Frenos V-Brake CLARCKS CLK-370-960	7.5	2	15
Potencia 1" 60 mm ELOPS	5.25	1	5.25
Dirección RITCHEY rosca 1" LOGIC	9.6	1	9.6
Puño MSC 130	3.26	2	6.52
Sillín Btwin Trekking 500	9.85	1	9.85
Manillar Humpert Cruisier steel	6.2	1	6.2
Luz delantera Cordo LED	4	1	4
Luz trasera Cordo LED	1,3	1	1,3
Guardabarros trasero integral	15	1	15
Guardabarros delantero	6	1	6
Cubrecadenas superior Luso-Bikes up carter	5.8	1	5.8
Cesta	9	1	9
Timbre HASAGEI	1.6	1	1.6
<b>TOTAL</b>			<b>231.45</b>



## 2. VIABILIDAD

Para el estudio de viabilidad se partirá de ciertas suposiciones, en el contexto de una empresa sin la infraestructura necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Por tanto será necesaria una inversión inicial en una nave industrial, y en maquinaria, aunque algunos de los procesos ya se han tenido en cuenta en el coste horario que se trata de una subcontratación por lo que no se incluye en la inversión inicial. También se incluirá una inversión anual para imprevistos y costes extra.

El estudio se hará a 5 años.

La previsión de ventas se estima en base a las ciudades objetivo de la siguiente forma, el primer año se incorporarán los servicios en Castellón y Valencia, a modo de toma de contacto, para el segundo año llegar a Barcelona, siendo este el año más importante, el tercer año a Sevilla, y los dos últimos años a las localidades más pequeñas, primero Gandía y Murcia, y luego Málaga Elche y Benidorm.

AÑO	PREVISIÓN DE VENTAS	INGRESOS	COSTES	BENEFICIO NETO
1	3300	2170149.3	1669347.9	500801.4
2	7000	4603347	3541041	1062306
3	2500	1644052.5	1264657.5	379395
4	1200	789145.2	266912.4	522232.8
5	1000	657621	505863	151758
TOTAL				2616493,2 €

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSIÓN	200000	10000	10000	10000	10000	10000
VENTAS uds.	0	3300	70000	2500	1200	1000
GASTOS	-	1669347.9	3541041	1264657.5	266912.4	505863
INGRESOS	-	2170149.3	4603347	1644052.5	789145.2	657621
BENEFICIOS	-	500801.4	1062306	379395	522232.8	151758
CASH FLOW	-200000	490801.4	1052306	369395	512232.8	141758
VAN	-	276506.2	1268405.5	1606454.3	2061566.5	2183848.2

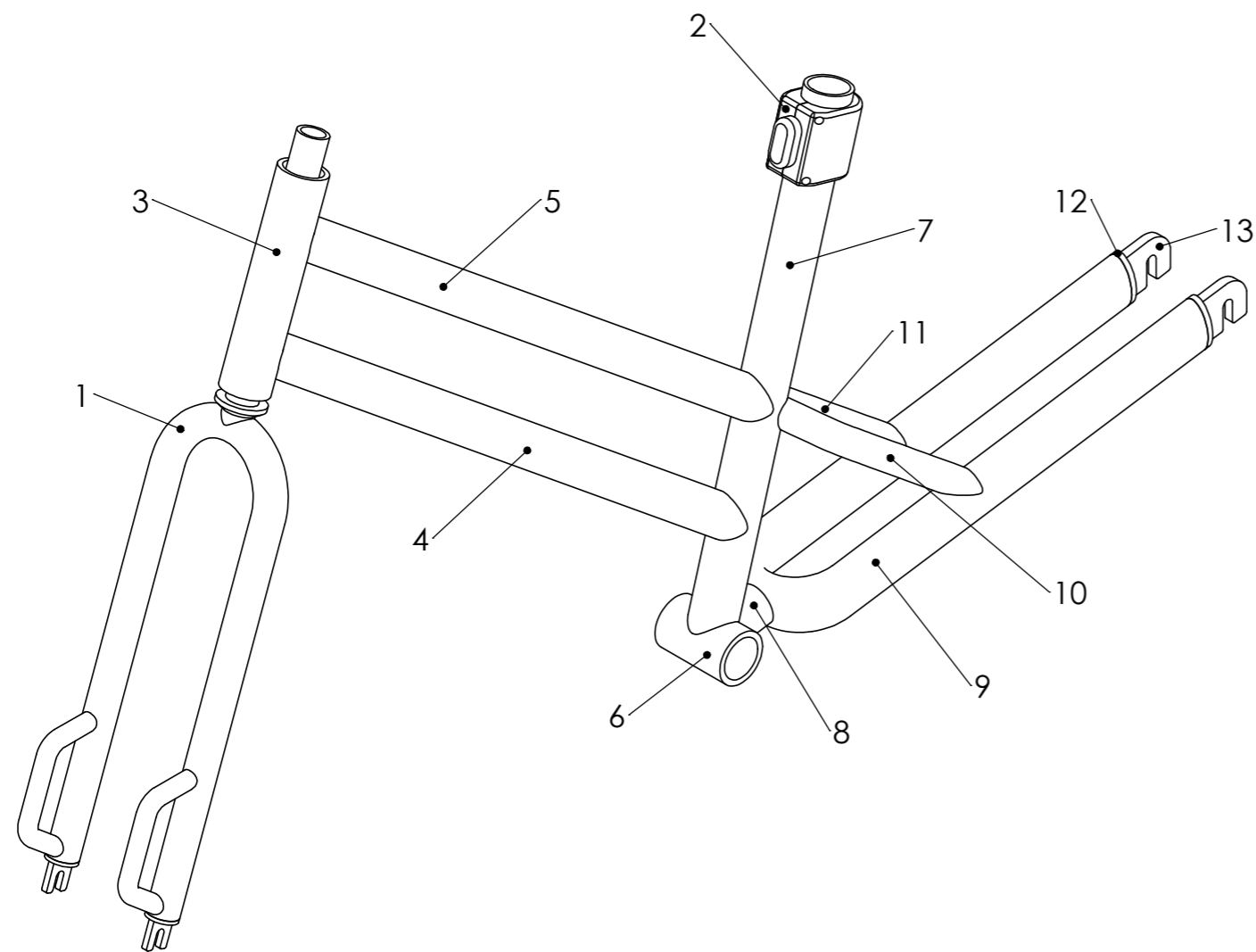
\*Inflación 3%

Como se ve en las tablas las expectativas son excelentes, desde el primer año se recupera la inversión incluso con beneficios y hay ganancias interesantes en 5 años.

PLANOS

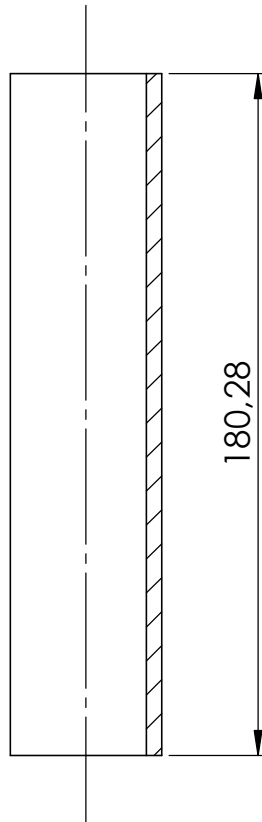
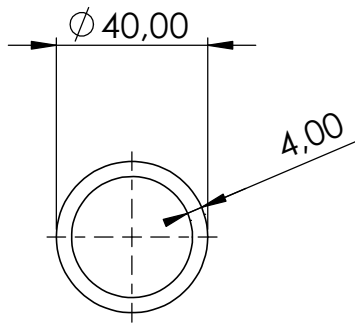
VOLUMEN V


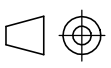




13	Anclaje eje trasero	Acero Reynolds 520	2
12	Tapa balancín trasero	Acero Reynolds 520	2
11	Refuerzo derecho	Acero Reynolds 520	1
10	Reduerzo izquierdo	Acero Reynolds 520	1
9	Balancín trasero	Acero Reynolds 520	1
8	Unión pedalier-balancín	Acero Reynolds 520	1
7	Barra inferior del sillín	Acero Reynolds 520	1
6	Pedalier	Acero Reynolds 520	1
5	Barra principal superior	Acero Reynolds 520	1
4	Barra principal inferior	Acero Reynolds 520	1
3	Pipa de dirección	Acero Reynolds 520	1
2	Subconjunto sistema de regulación	Acero Reynolds 520	1
1	Subconjunto horquilla	Acero Reynolds 520	1
Nº Elemento	Componente	Material	Cantidad

Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:5</b>	Título <b>Conjunto Bicicleta</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>1</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

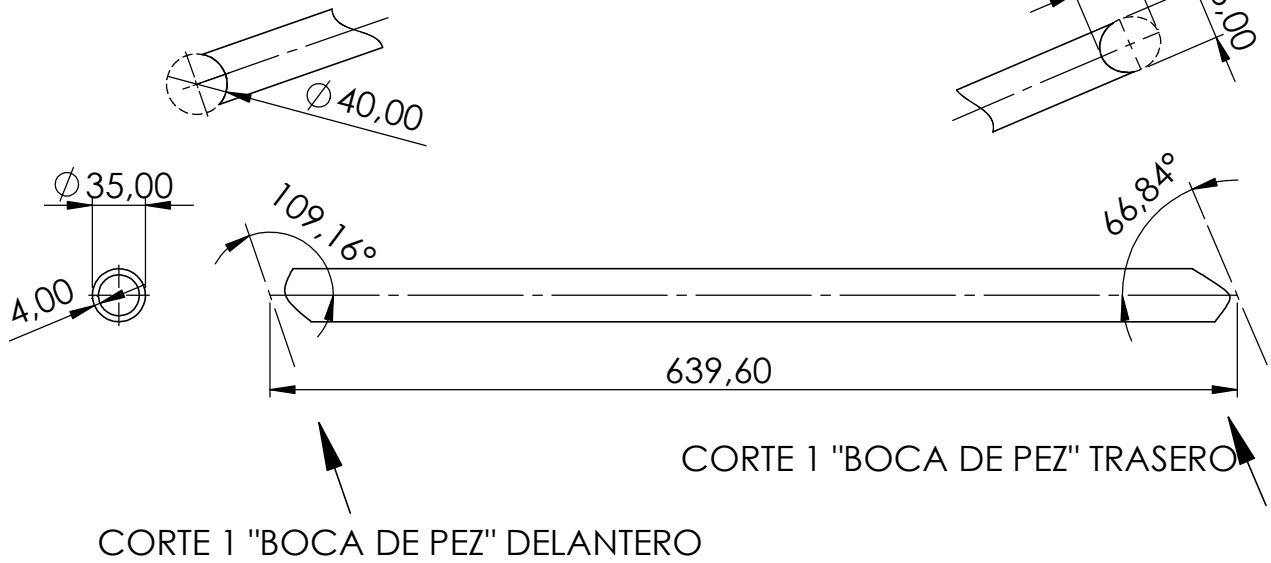


Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:2</b>	Título <b>Pipa de dirección</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>2</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

Barra principal superior

CORTE 1 "BOCA DE PEZ" DELANTERO

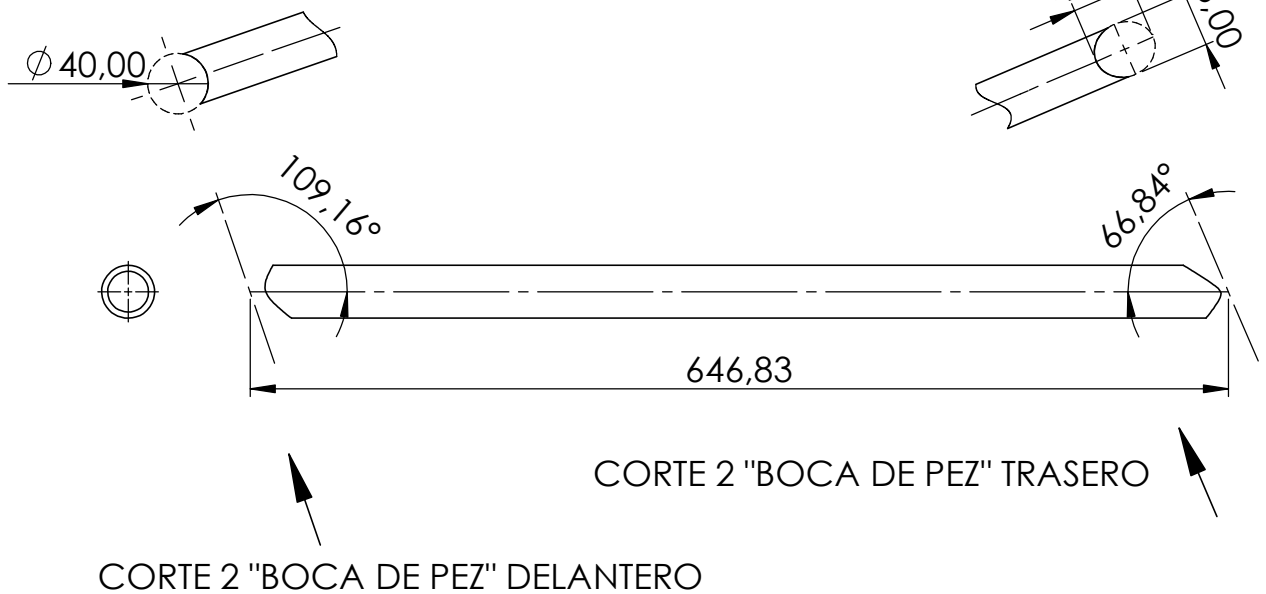
CORTE 1 "BOCA DE PEZ" TRASERO


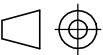


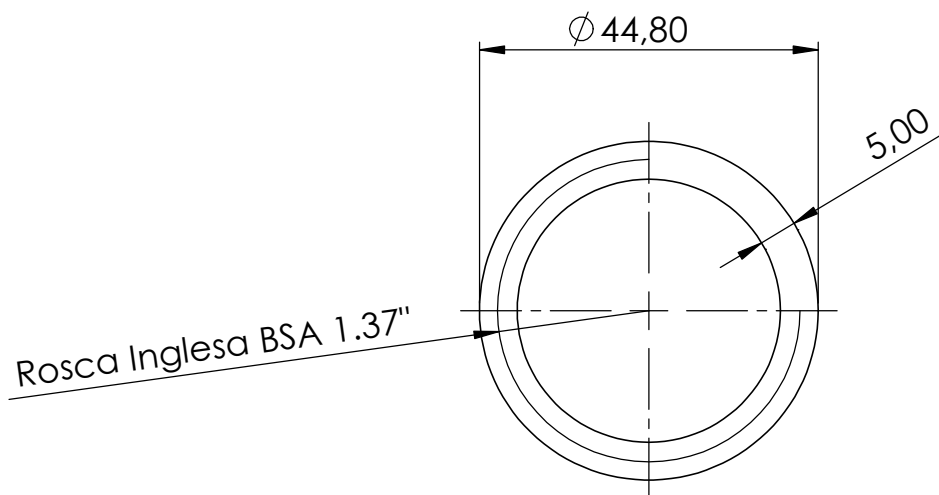
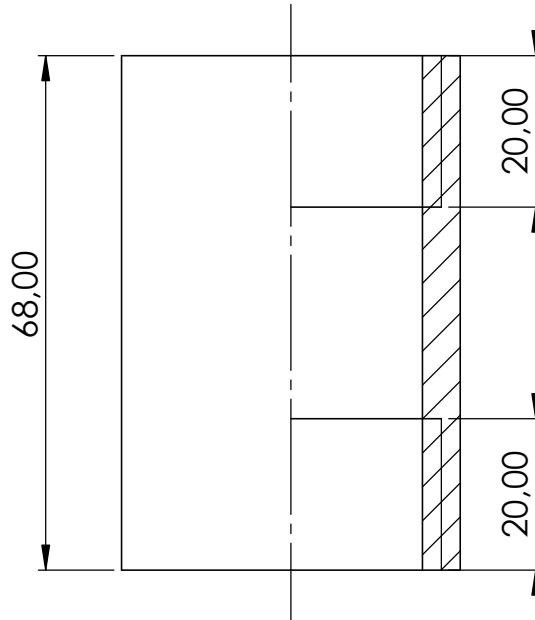
Barra principal inferior


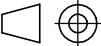
CORTE 2 "BOCA DE PEZ" DELANTERO

CORTE 2 "BOCA DE PEZ" TRASERO



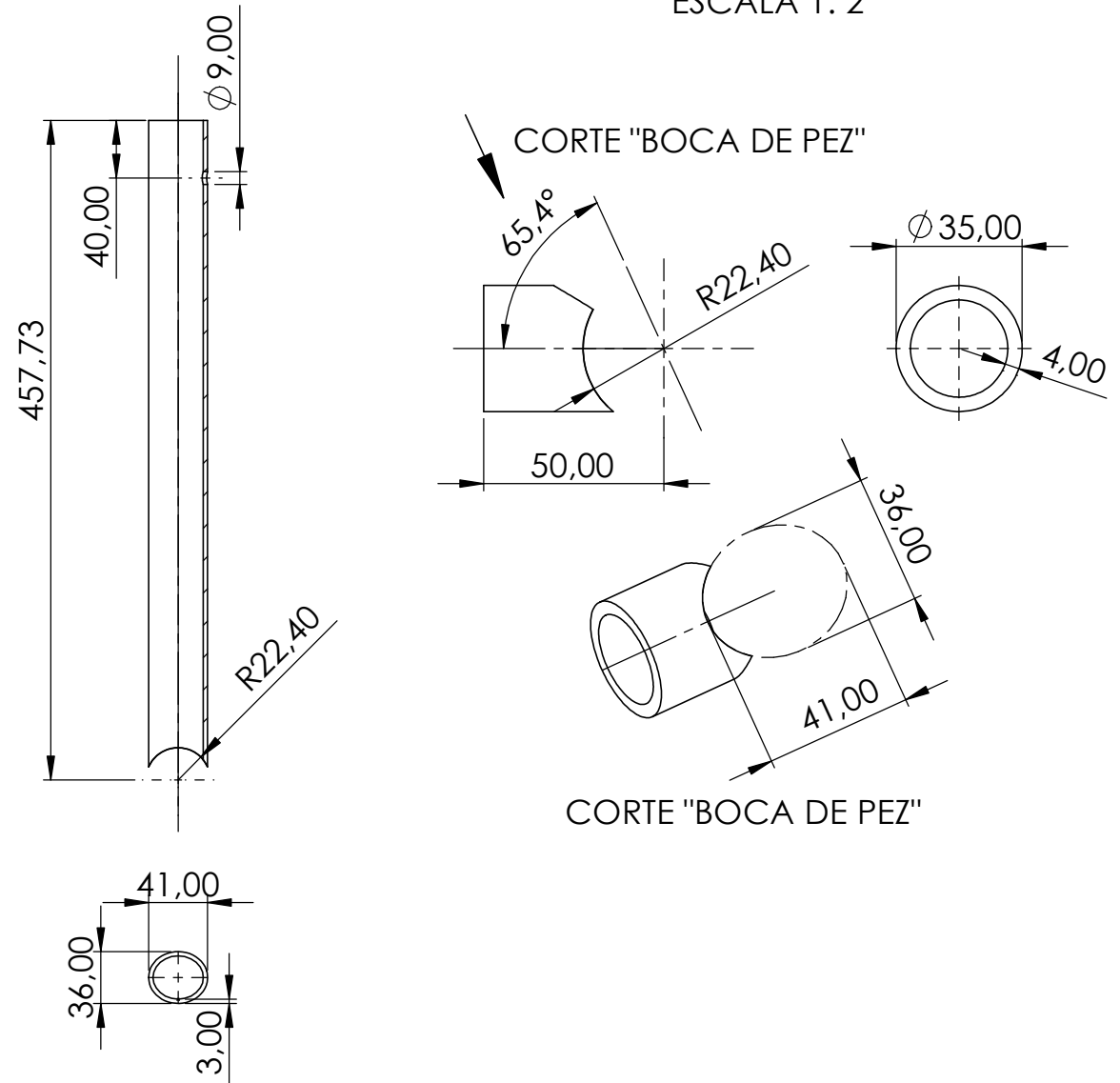
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:5</b>	Título <b>Barras principales superior e inferior</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>3</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		




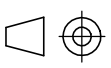
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:1</b>	Título <b>Pedaliar</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>4</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

Unión pedalier-balancín

ESCALA 1: 2



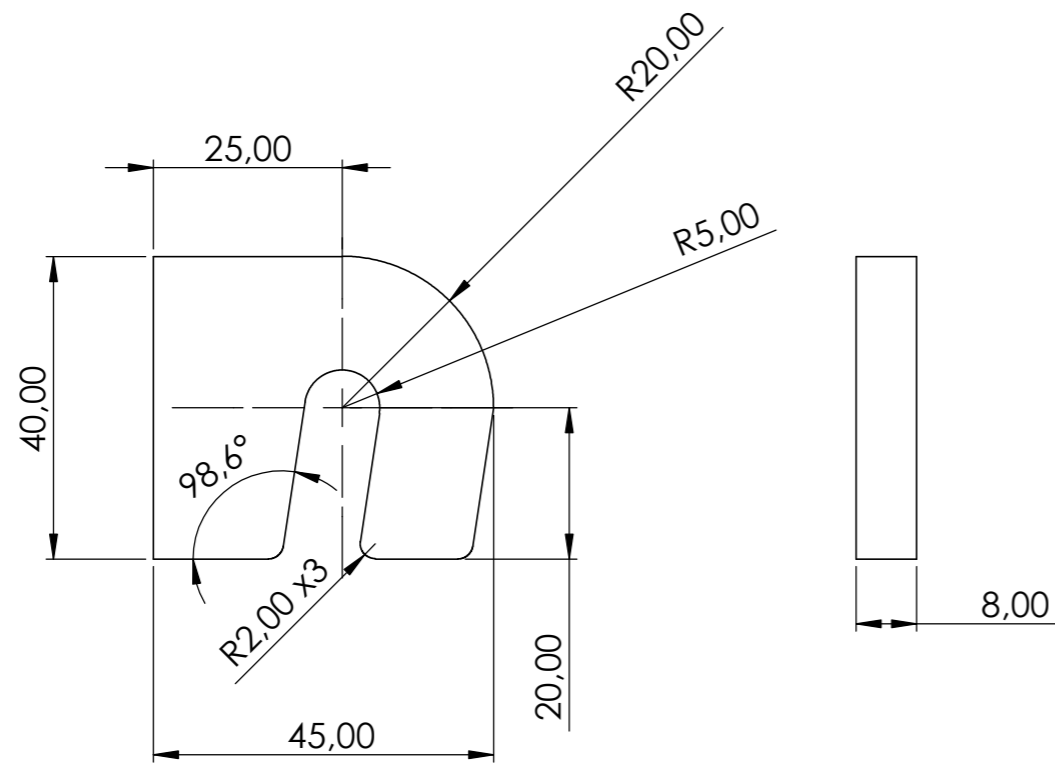
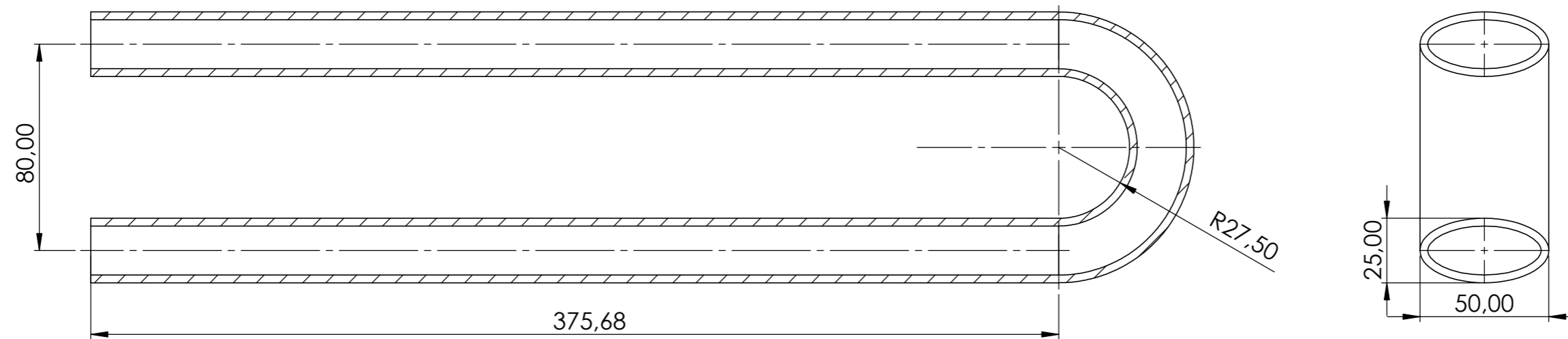
Barra inferior del sillín

Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:5</b>	Título <b>Barra inferior del sillín Unión pedalier-balancín</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>5</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

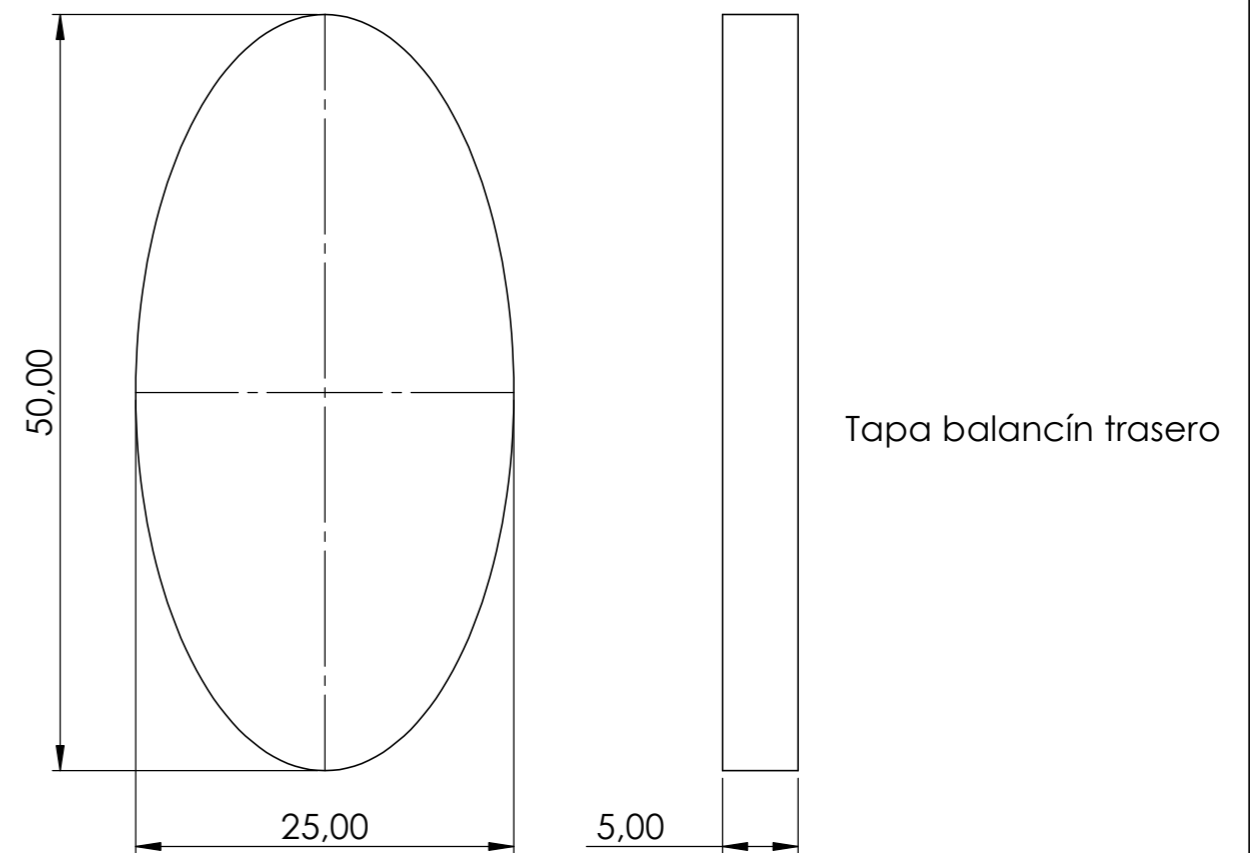


Balancín trasero


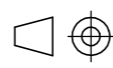
ESCALA 1:2

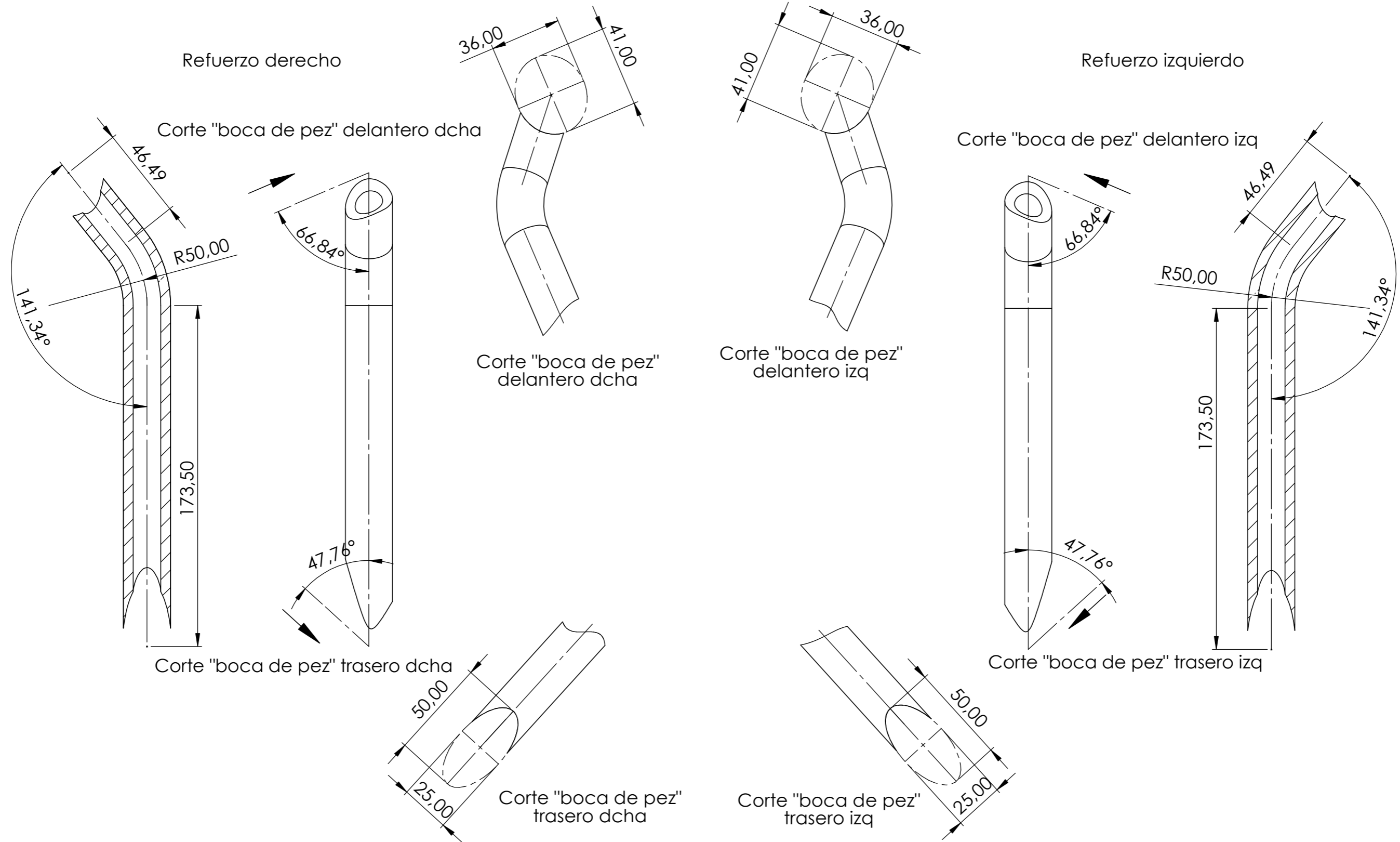



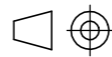
Anclaje eje trasero

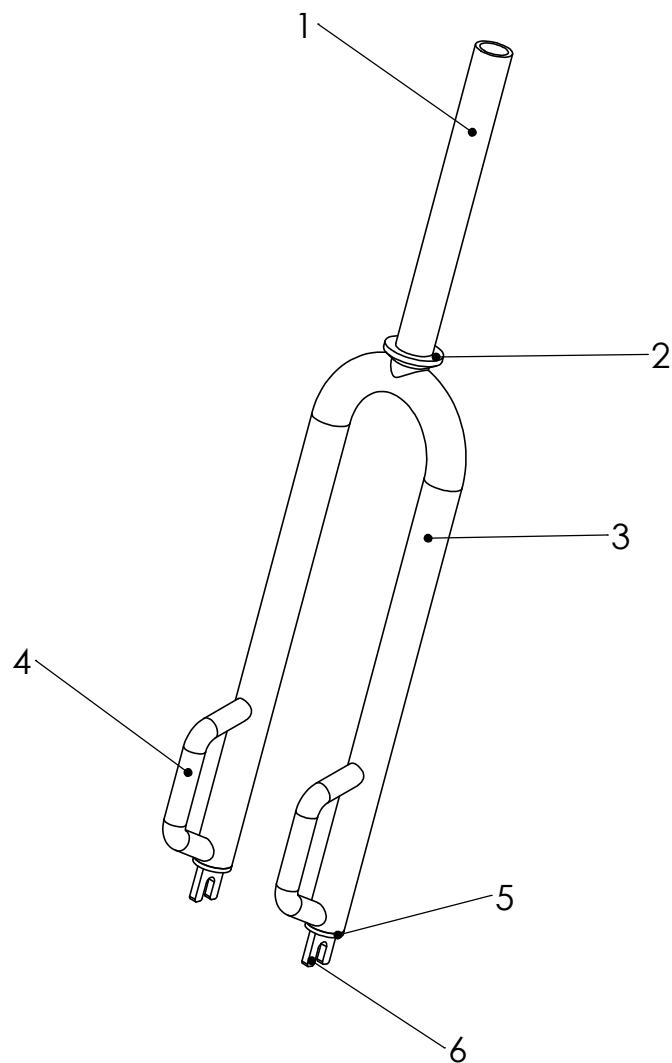


Tapa balancín trasero


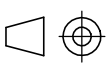
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:1</b>	Título <b>Balancín trasero Tapa balancín trasero Anclaje eje trasero</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>6</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

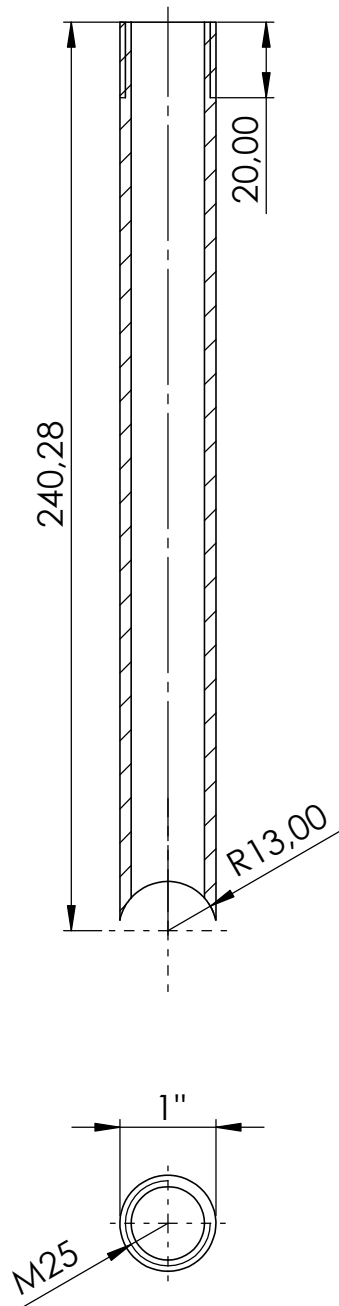



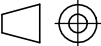
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:2</b>	Título <b>Refuerzo izquierdo Refuerzo derecho</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>7</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

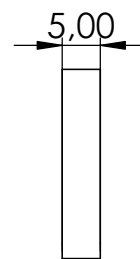
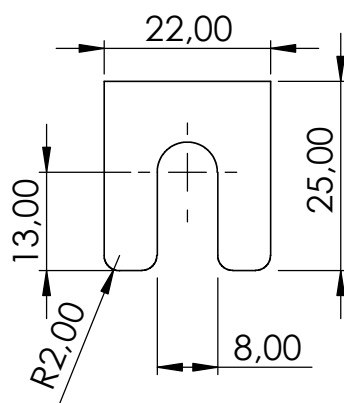
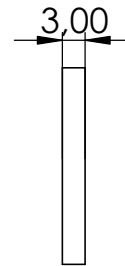
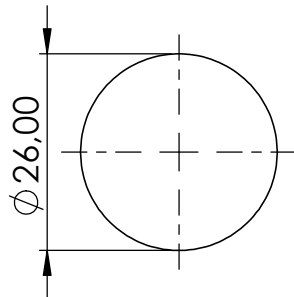
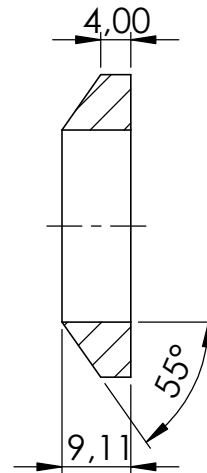
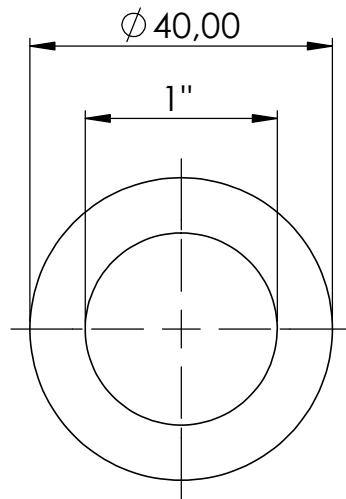



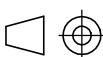
6	Anclaje eje delantero	Acero Reynolds 520	2
5	Tapa horquilla	Acero Reynolds 520	2
4	Anilla anclaje	Acero Reynolds 520	2
3	Horquilla	Acero Reynolds 520	1
2	Cazoleta inferior horquilla	Acero Reynolds 520	1
1	Tubo roscado horquilla	Acero Reynolds 520	1
Nº Elemento	Componente	Material	Cantidad

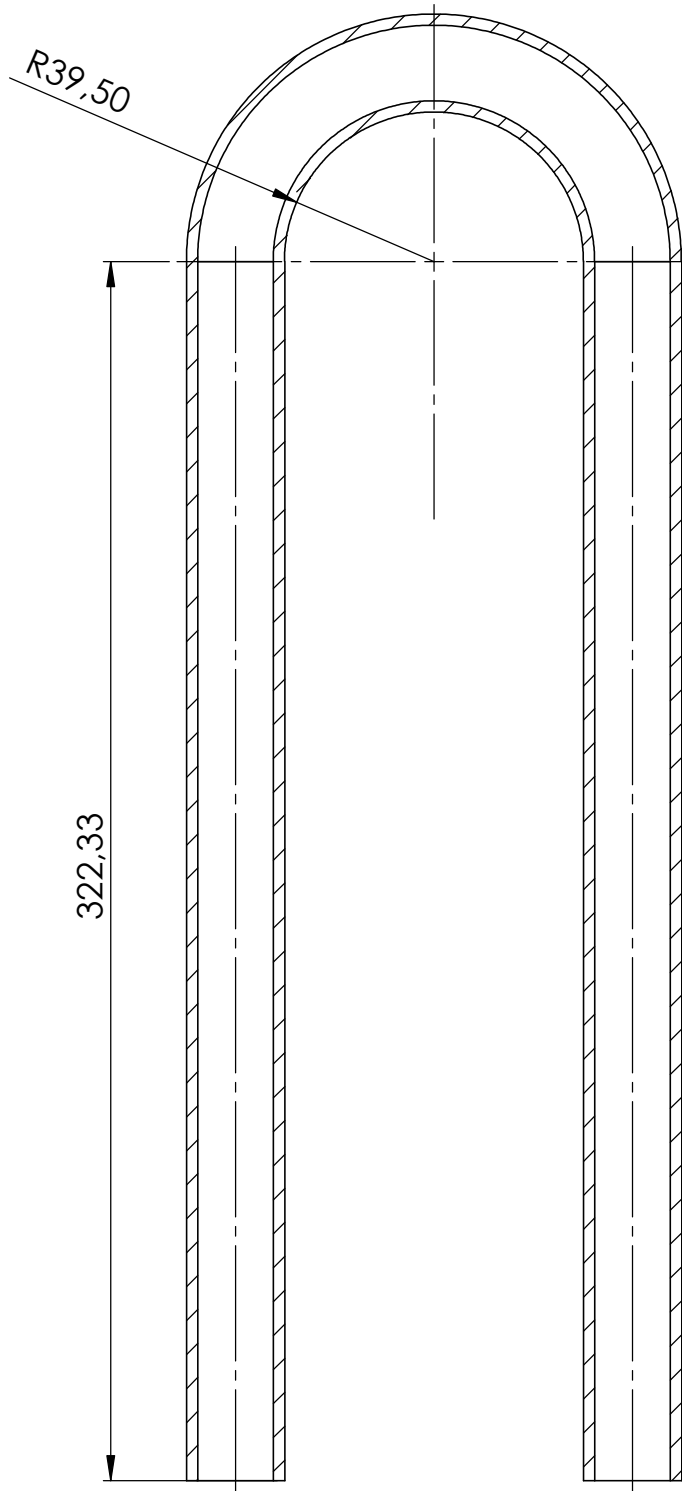
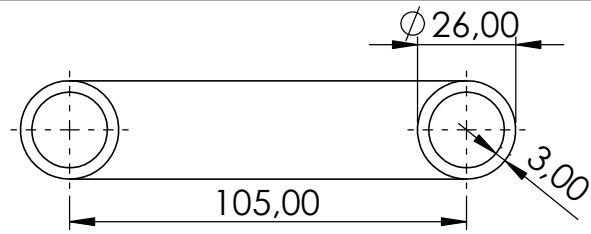
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:5</b>	Título <b>Subconjunto horquilla</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>8</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

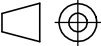


Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:2</b>	Título <b>Tubo roscado horquilla</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>9</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

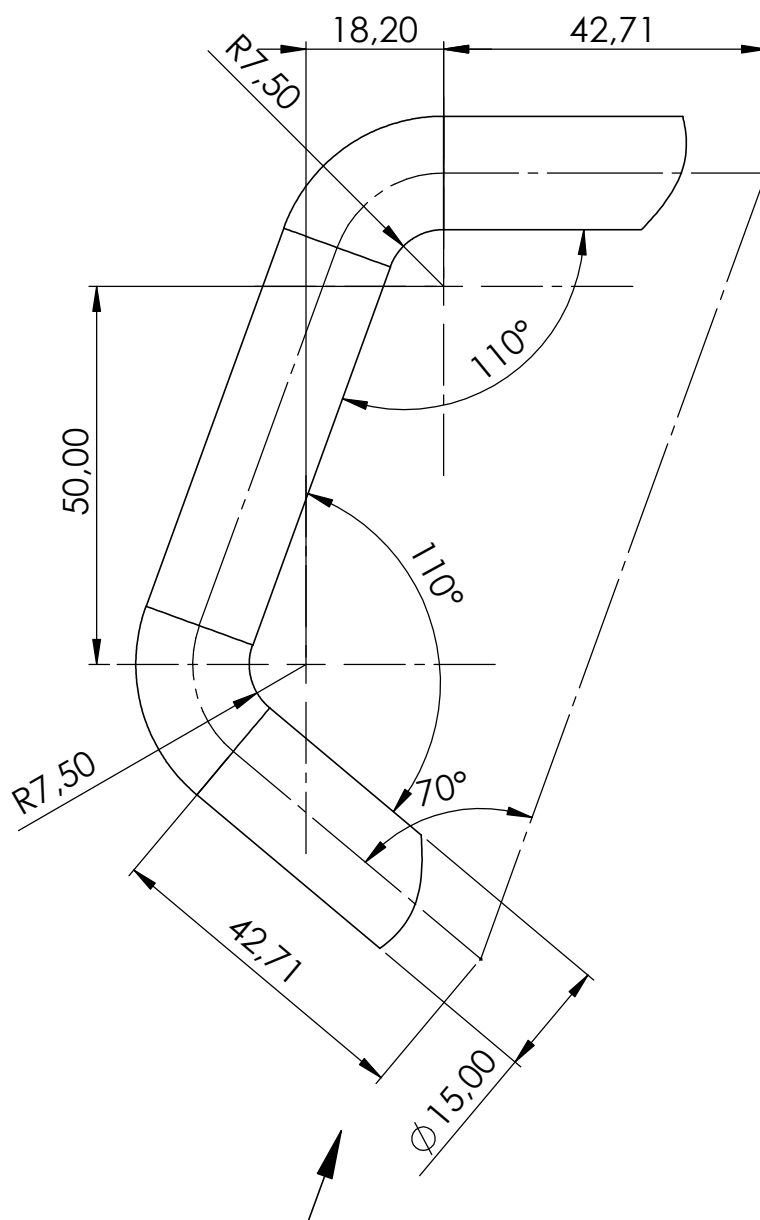
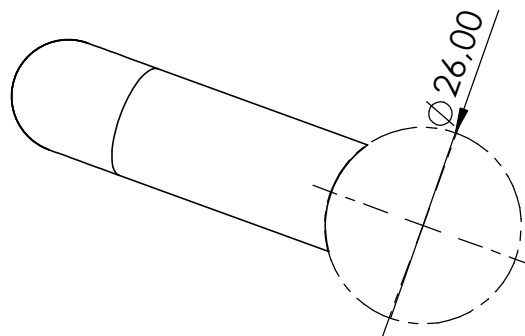


Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:1</b>	Título <b>Cazoleta inferior horquilla Tapa horquilla Anclaje eje delantero</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>10</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		


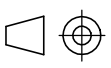


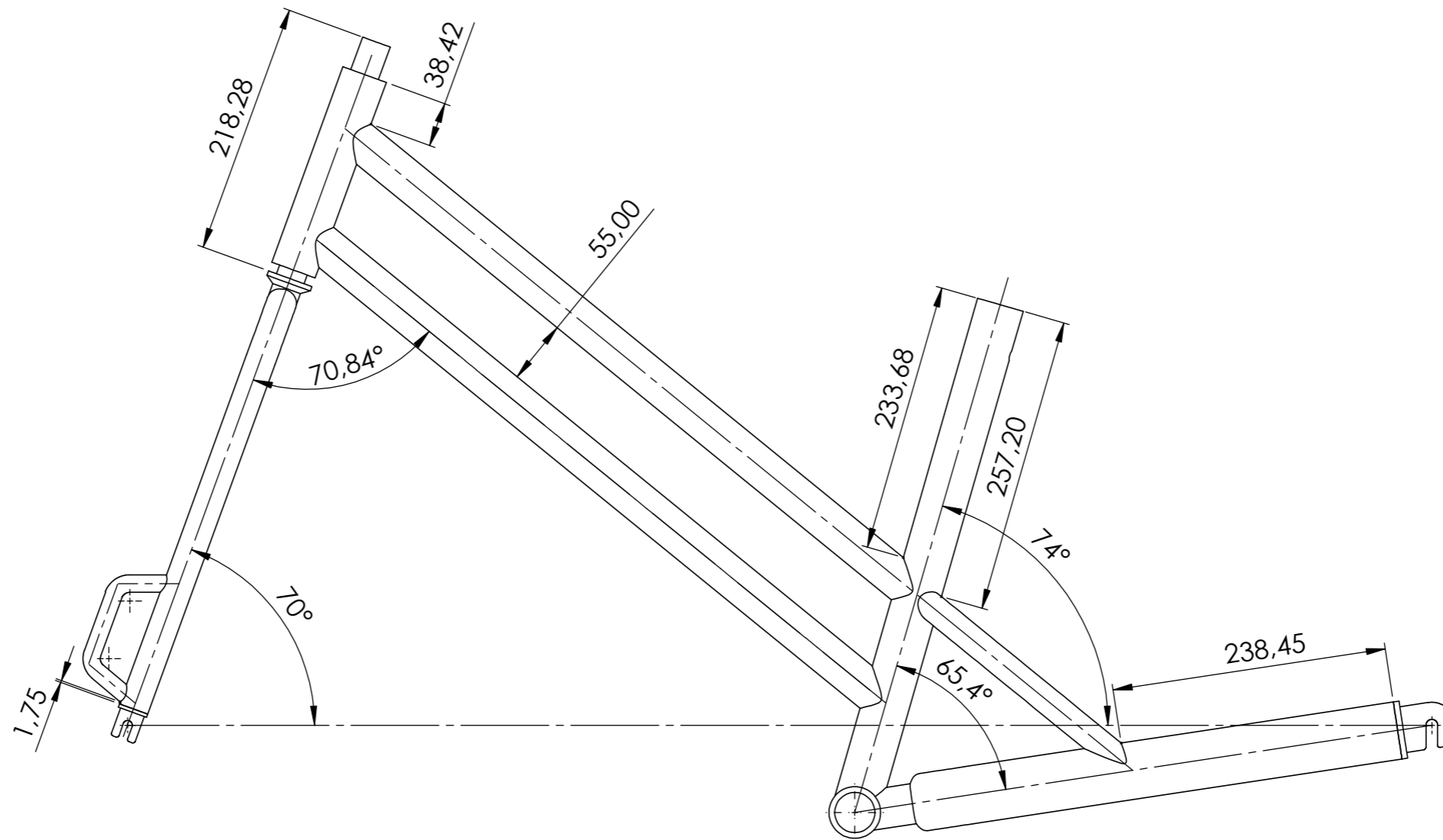
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:2</b>	Título <b>Horquilla</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>11</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		


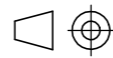
Corte "boca de pez" horquilla



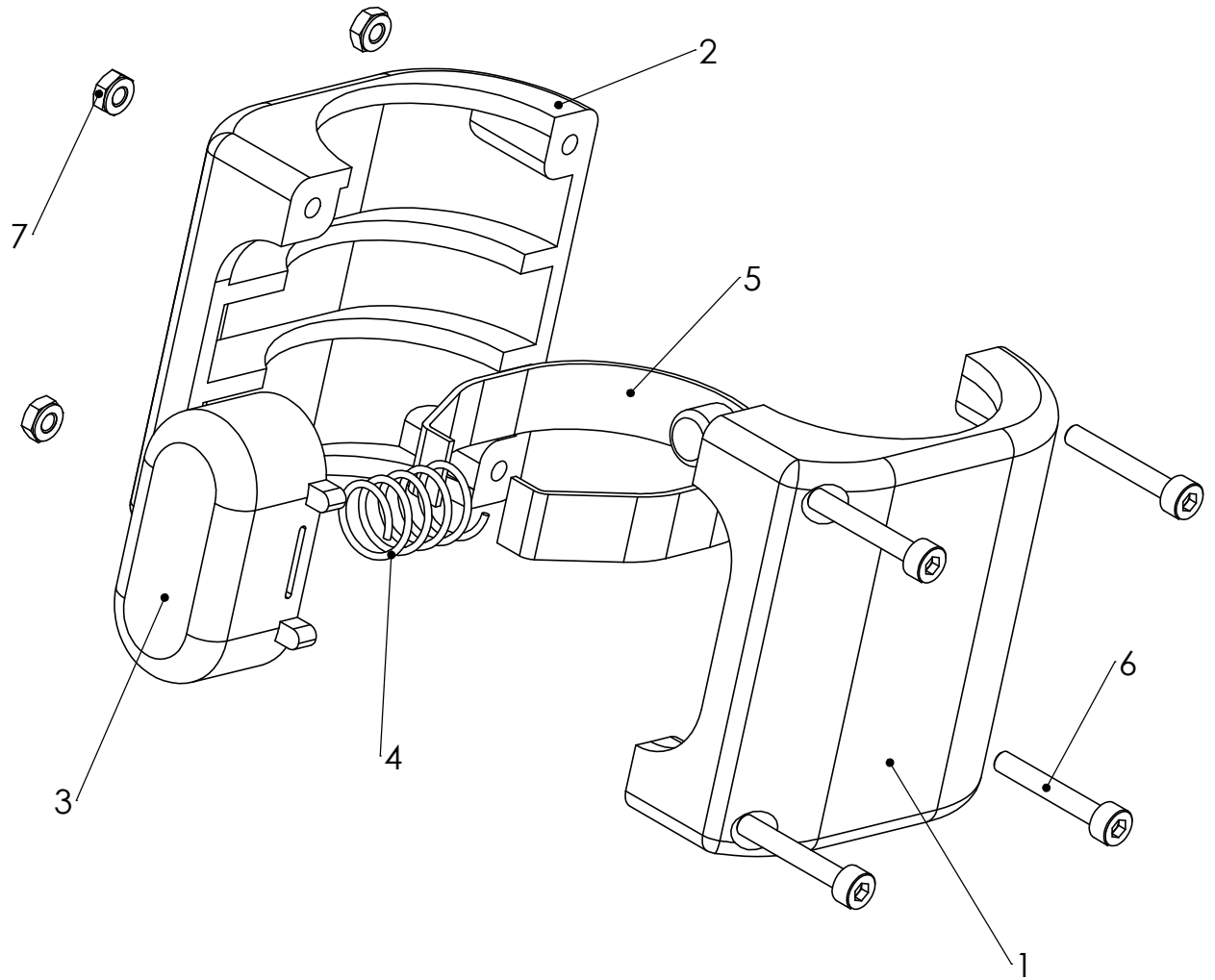
Corte "boca de pez" horquilla

Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:1</b>	Título <b>Anilla anclaje</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>12</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		


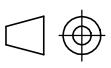


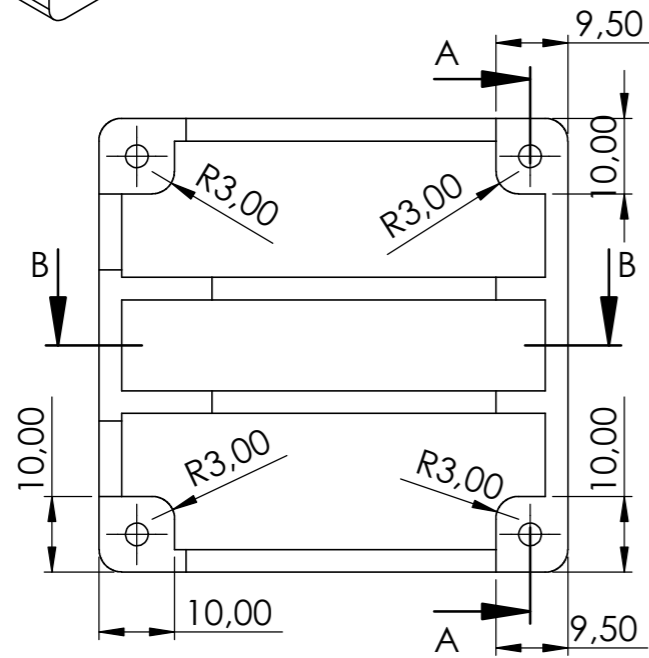
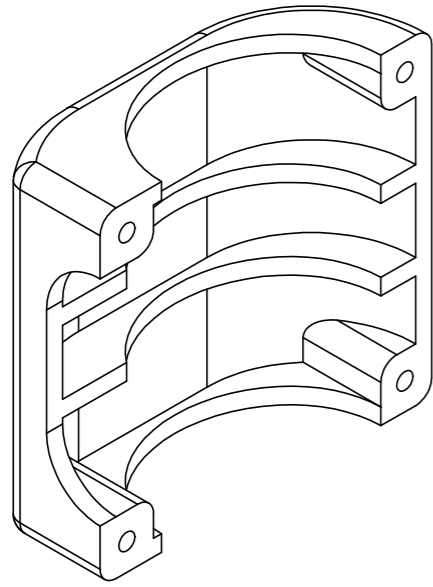
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:5</b>	Título <b>Conjunto bicicleta, uniones</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>13</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		



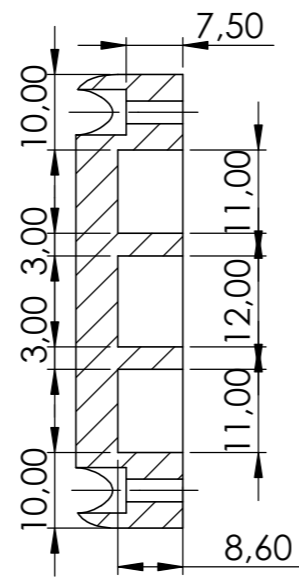
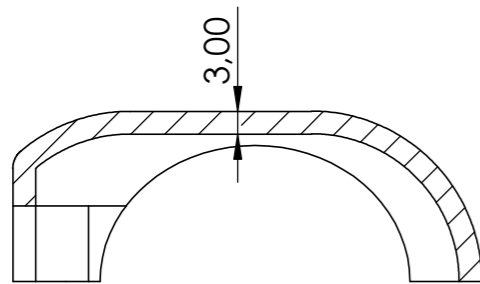


7	Hex nut gradeab ISO 4032 M3	Acero	4
6	Socket head cap screw ISO 4762 M3 x 20	Acero	4
5	Subconjunto transmisión y roblón	Acero	1
4	Muelle	Acero	1
3	Botón	ABS Rojo	1
2	Carcasa derecha	ABS	1
1	Carcasa izquierda	ABS	1
Nº Elemento	Componente	Material	Cantidad

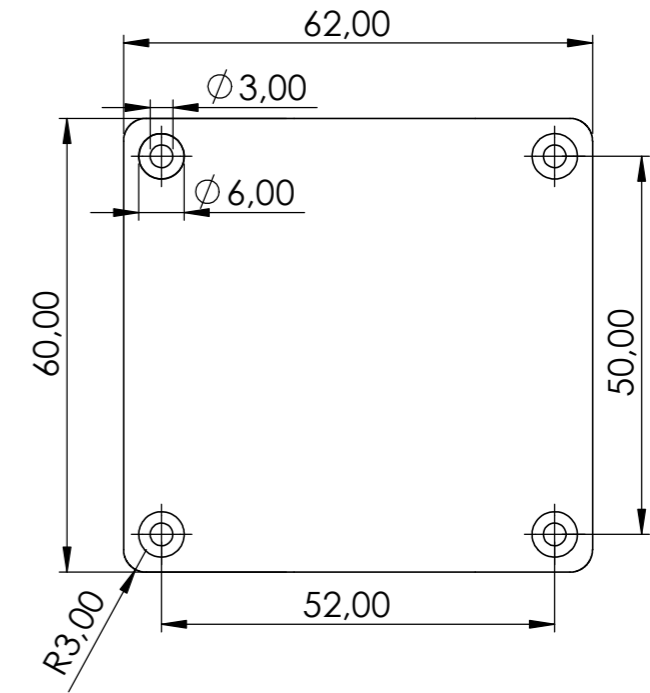
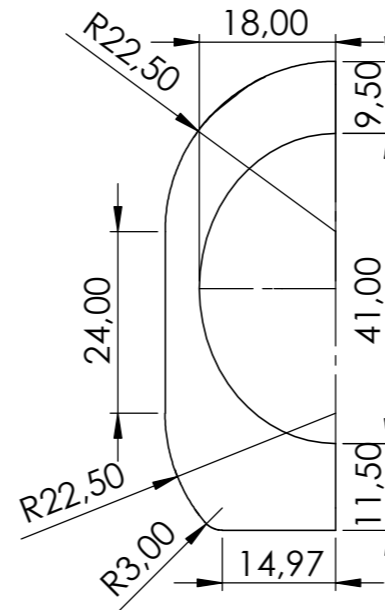
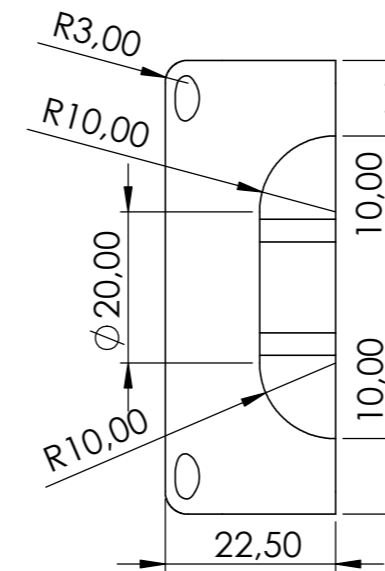
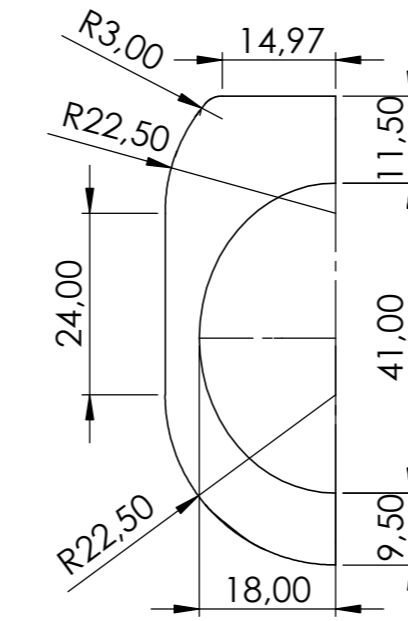
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:1</b>	Título <b>Subconjunto sistema de regulación</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>14</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		


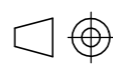


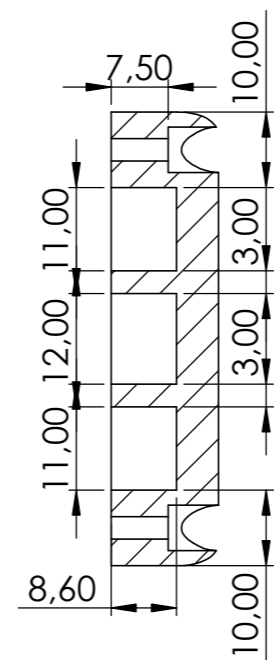
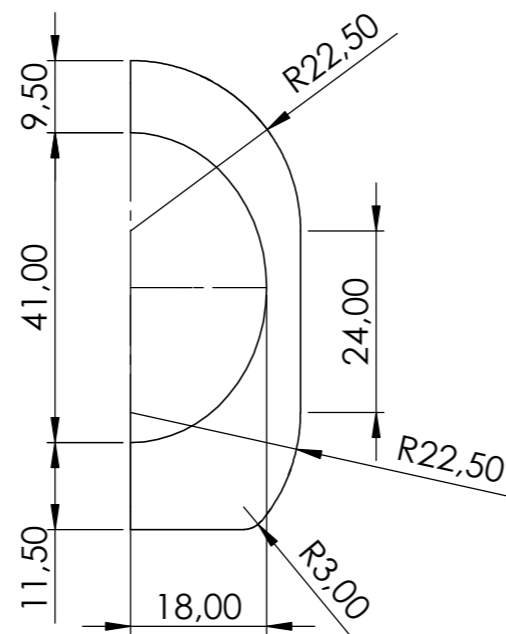
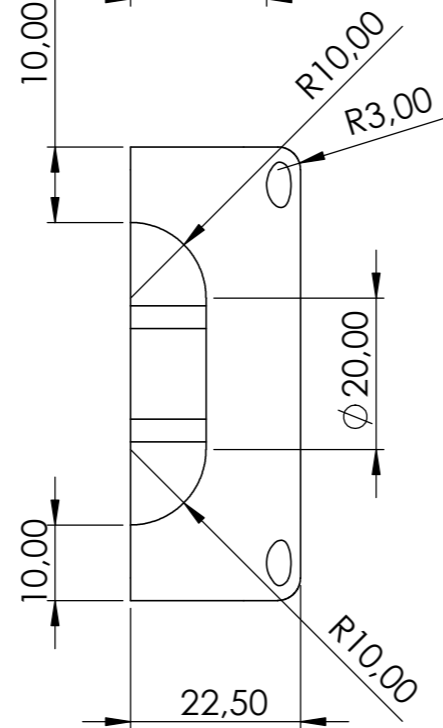
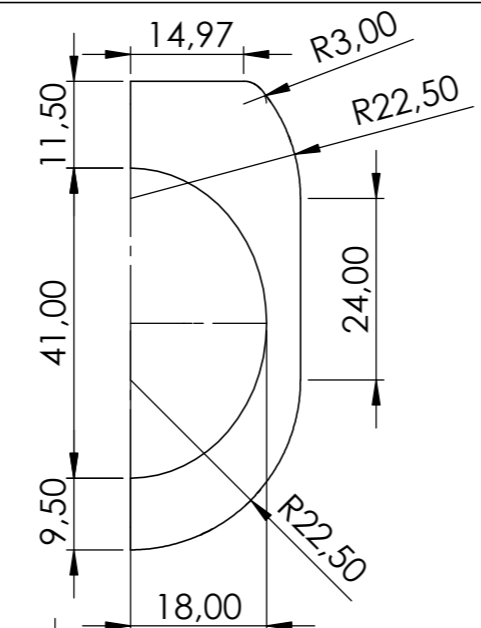
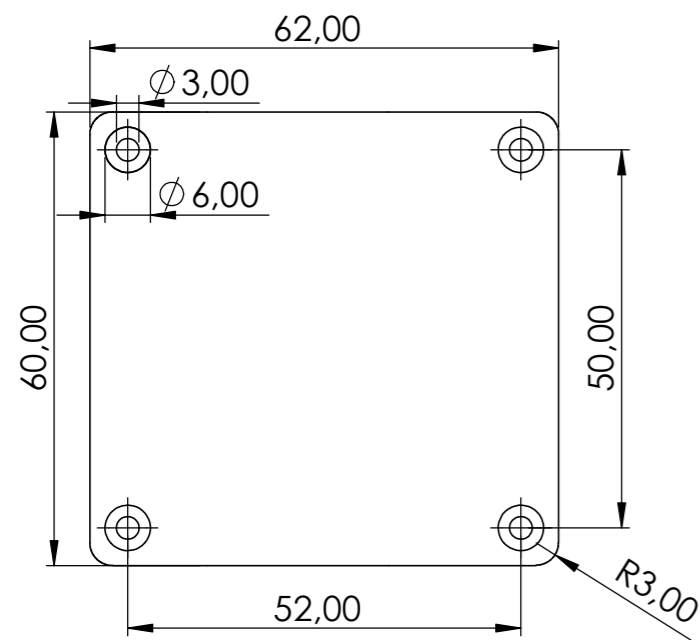
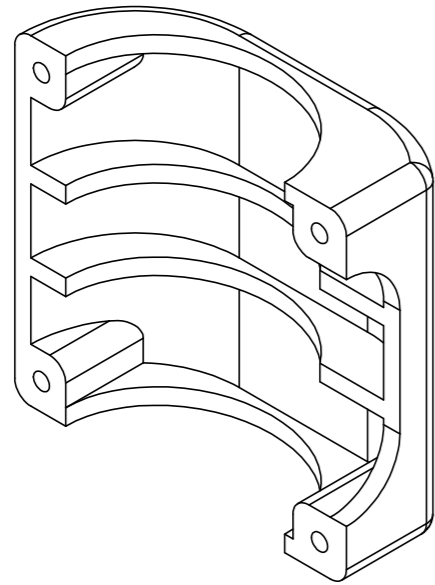
SECCIÓN B-B



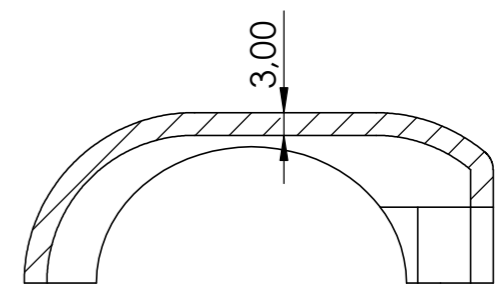
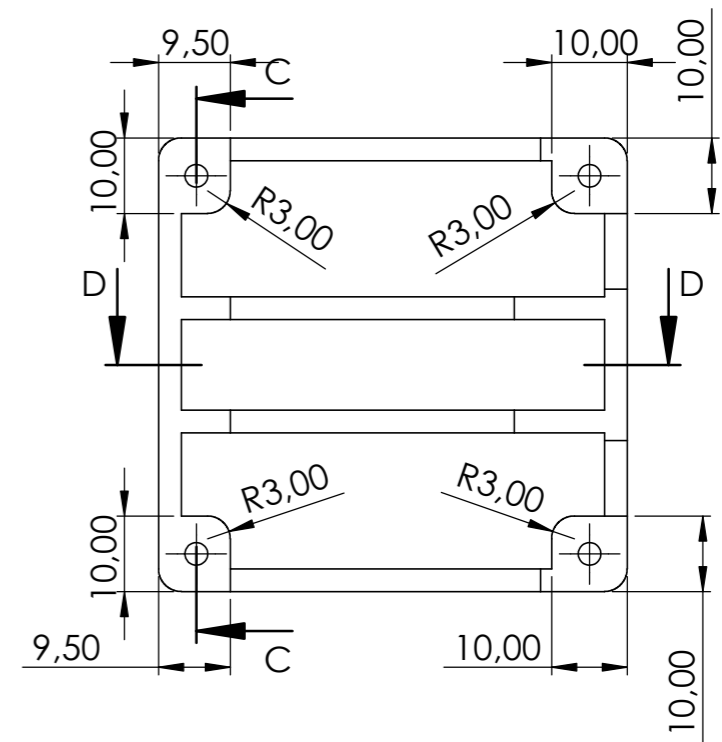
SECCIÓN A-A



Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:1</b>	Título <b>Carcasa derecha</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>15</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

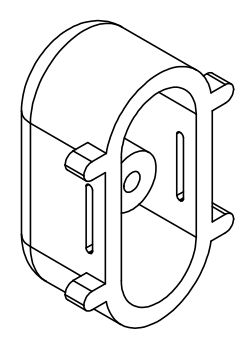
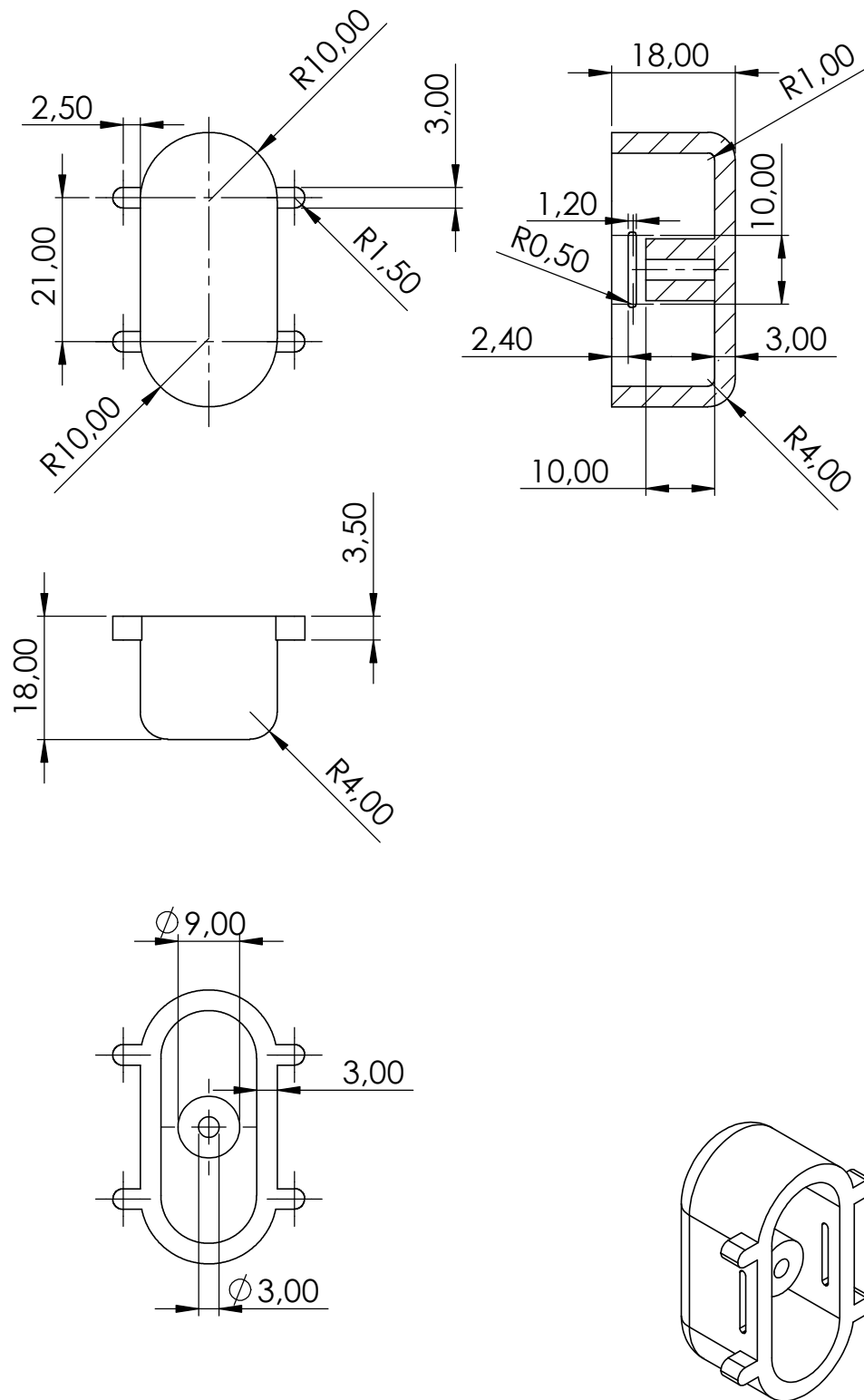



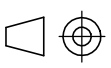
SECCIÓN C-C

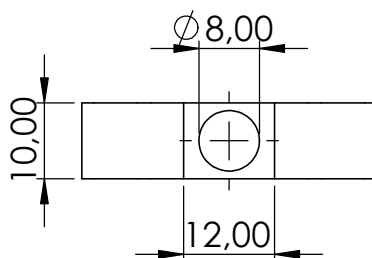
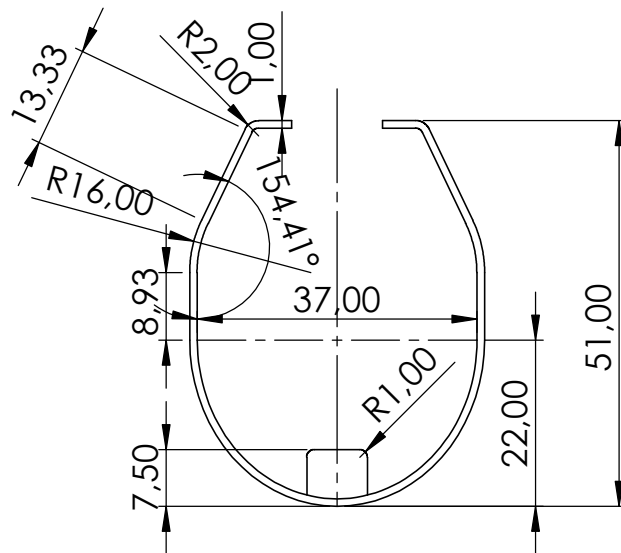



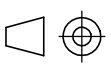
SECCIÓN D-D

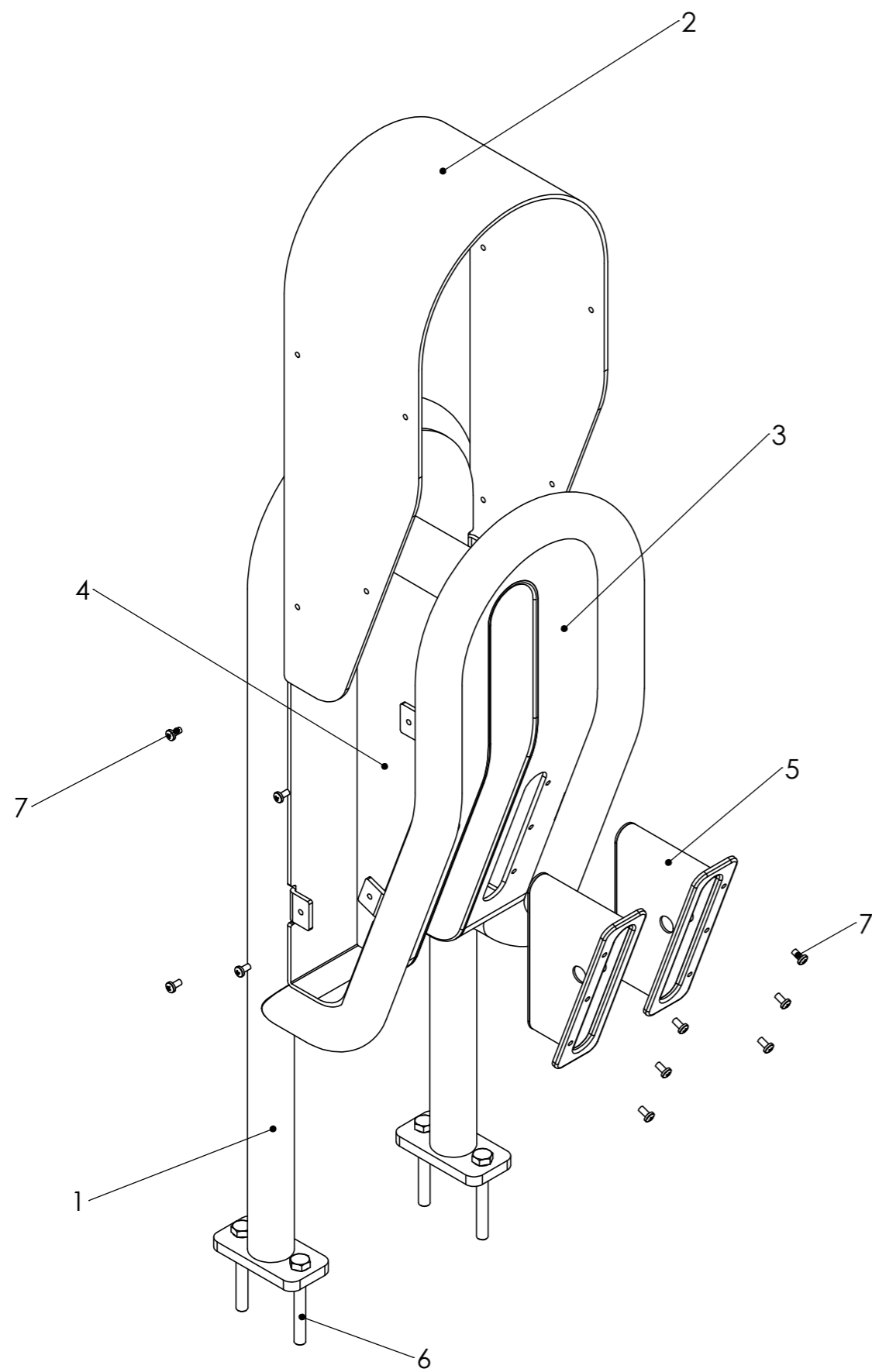
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:1</b>	Título <b>Carcasa izquierda</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>16</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		



Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:1</b>	Título <b>Botón</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>17</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		



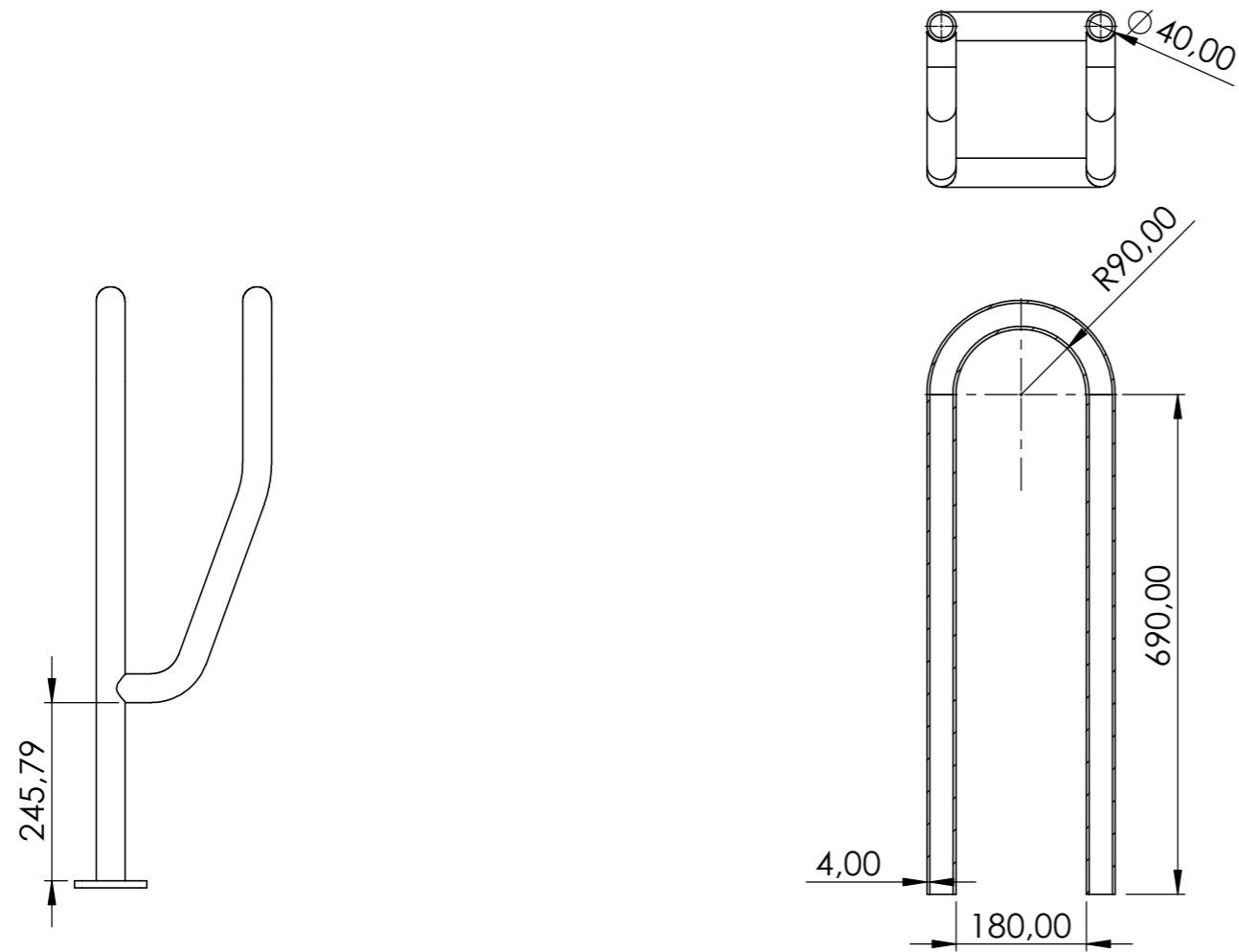
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:1</b>	Título <b>Transmisión y roblón</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>18</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		



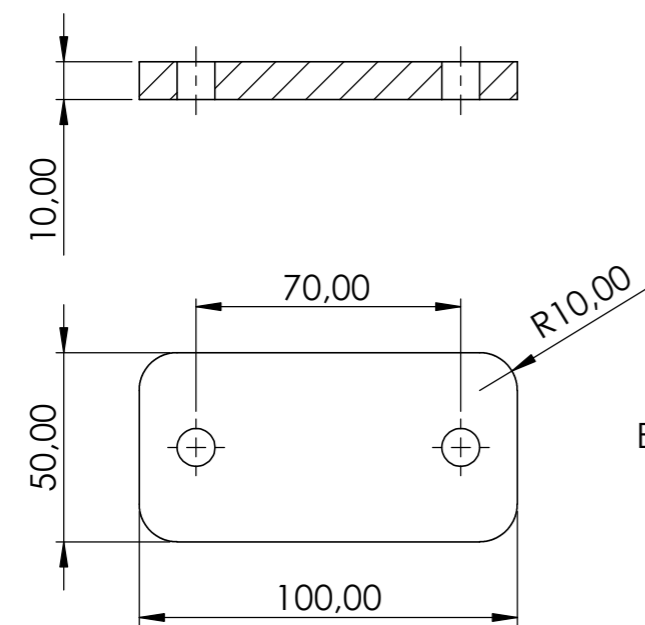
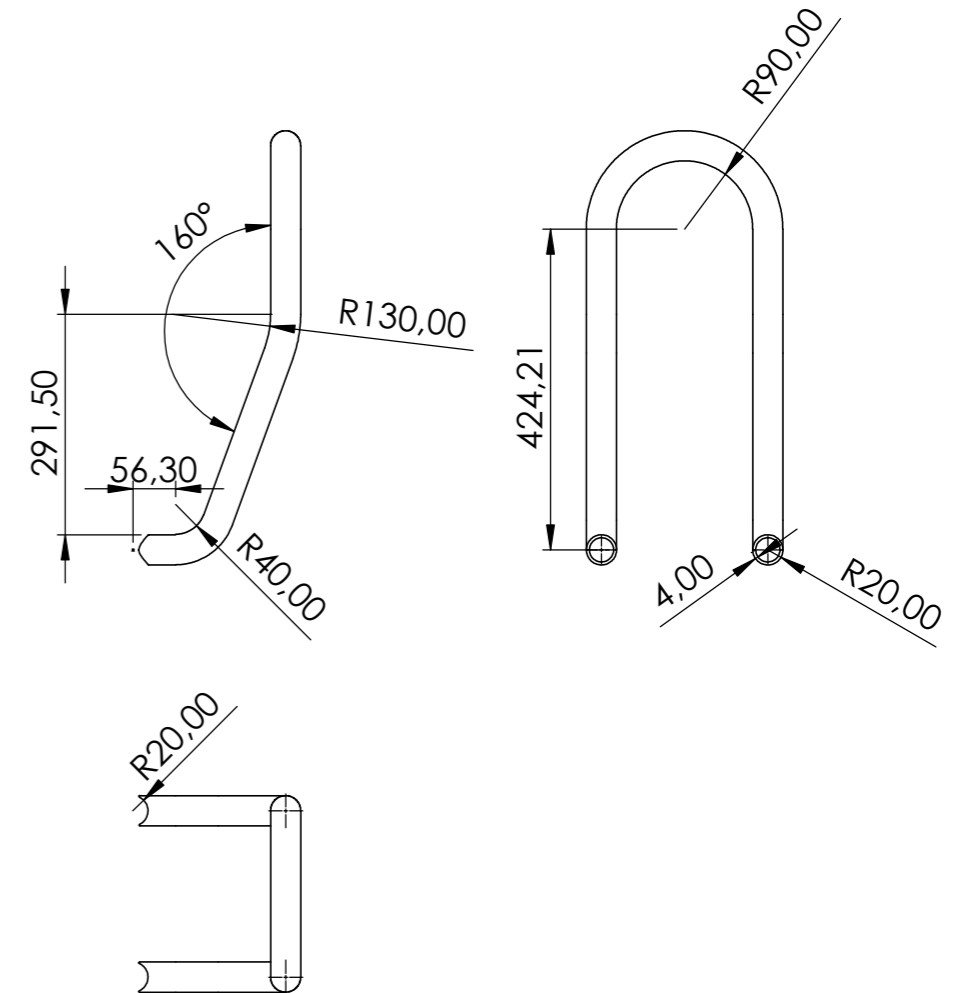
7	Pan head cross screw ISO 7045 M5 x 10	Acero	14
6	Hex bolt gradec ISO 4016 M10 x 80	Acero	4
5	Subensamblaje anclaje	Acero galvanizado	2
4	Canal de la rueda	Acero galvanizado	1
3	Carcasa frontal	Acero galvanizado	1
2	Carcasa superior	Acero galvanizado	1
1	Estructura principal	Acero galvanizado	1
Nº Elemento	Componente	Material	Cantidad

Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:5</b>	Título <b>Conjunto sistema de anclaje</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>19</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		


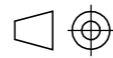
Barra estructural principal

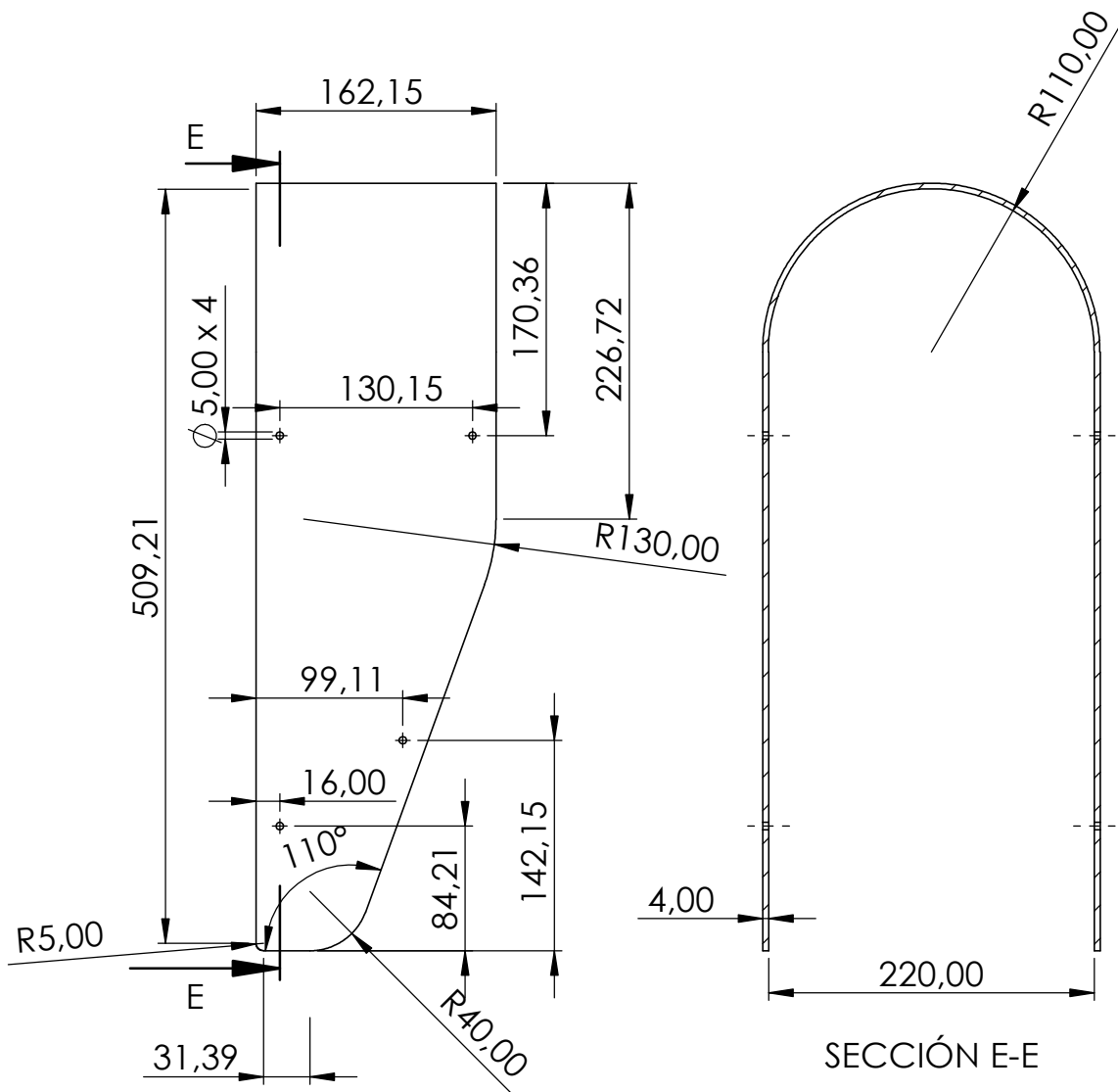



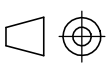
Barra estructural frontal



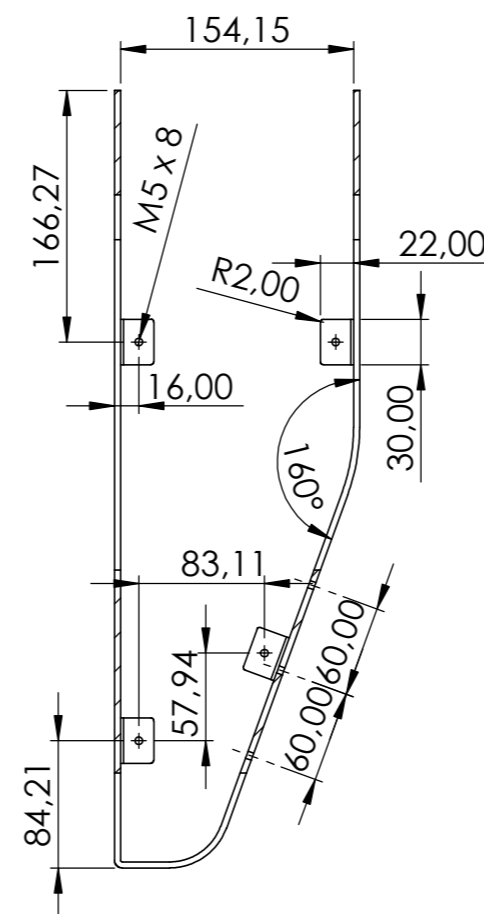
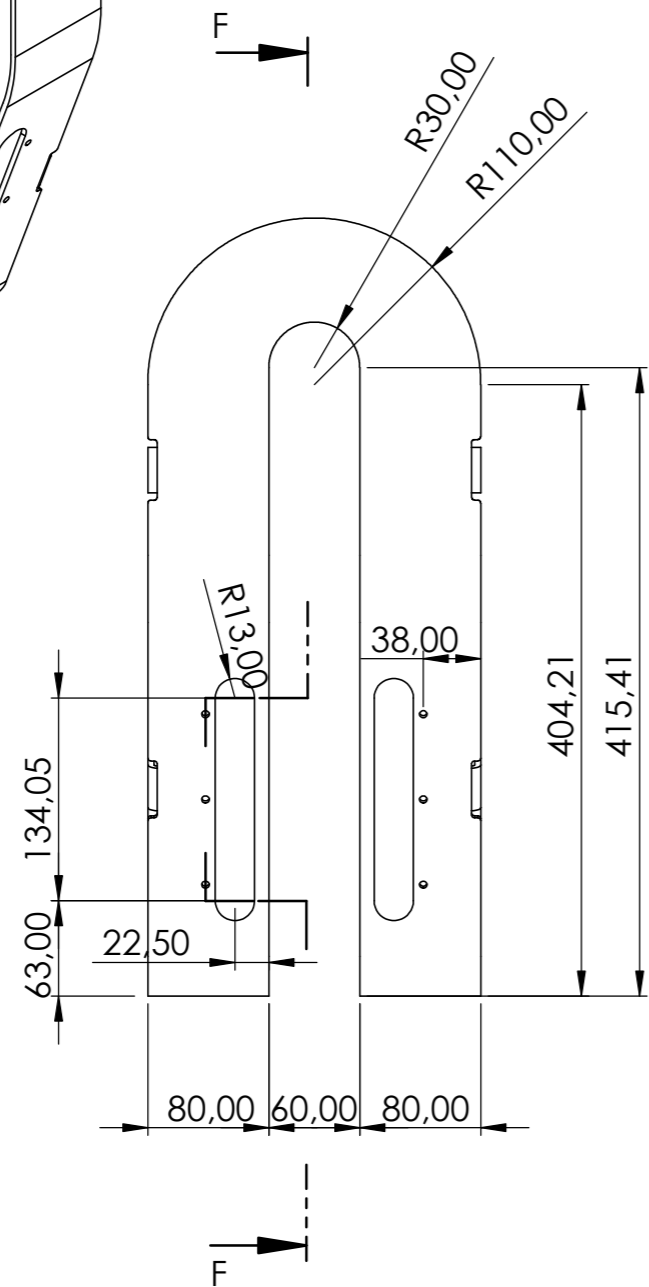
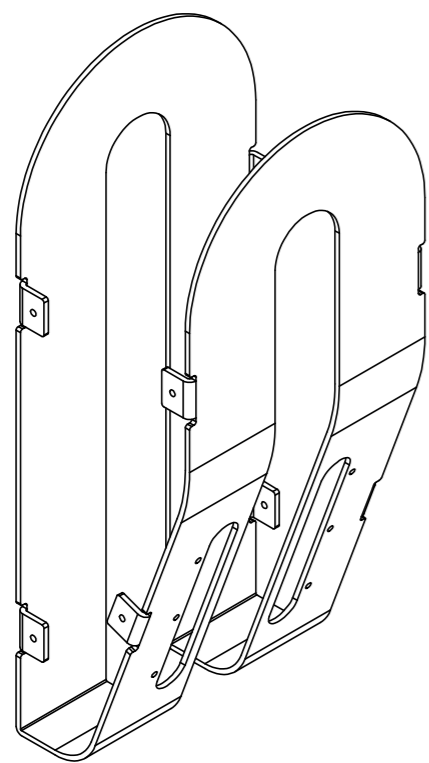
Elemento de fijación al suelo

Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:10</b>	Título <b>Estructura principal</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>20</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

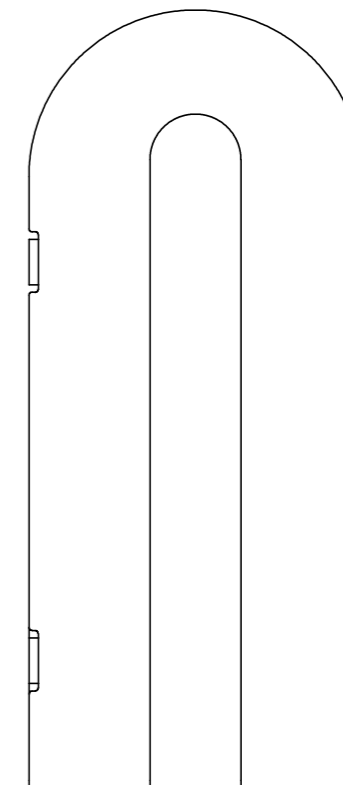



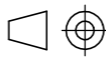
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:5</b>	Título <b>Carcasa superior</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>21</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

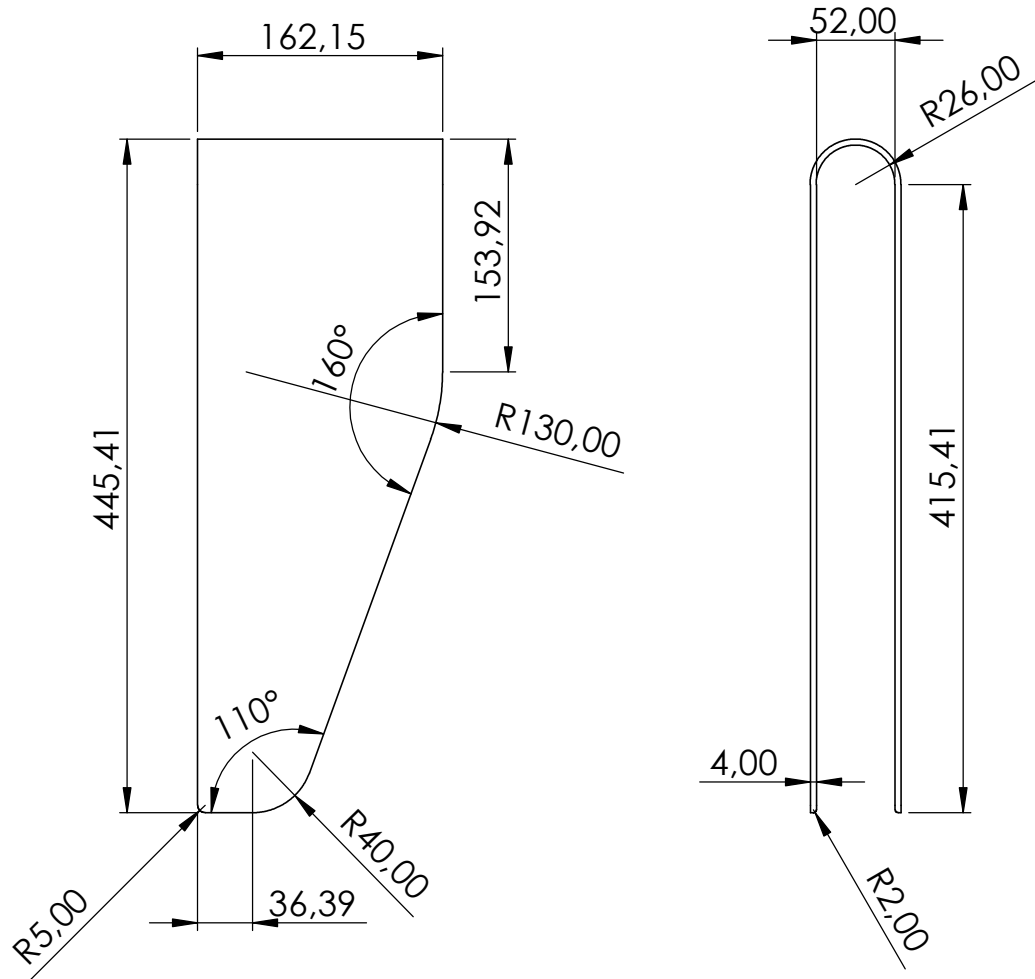



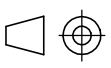


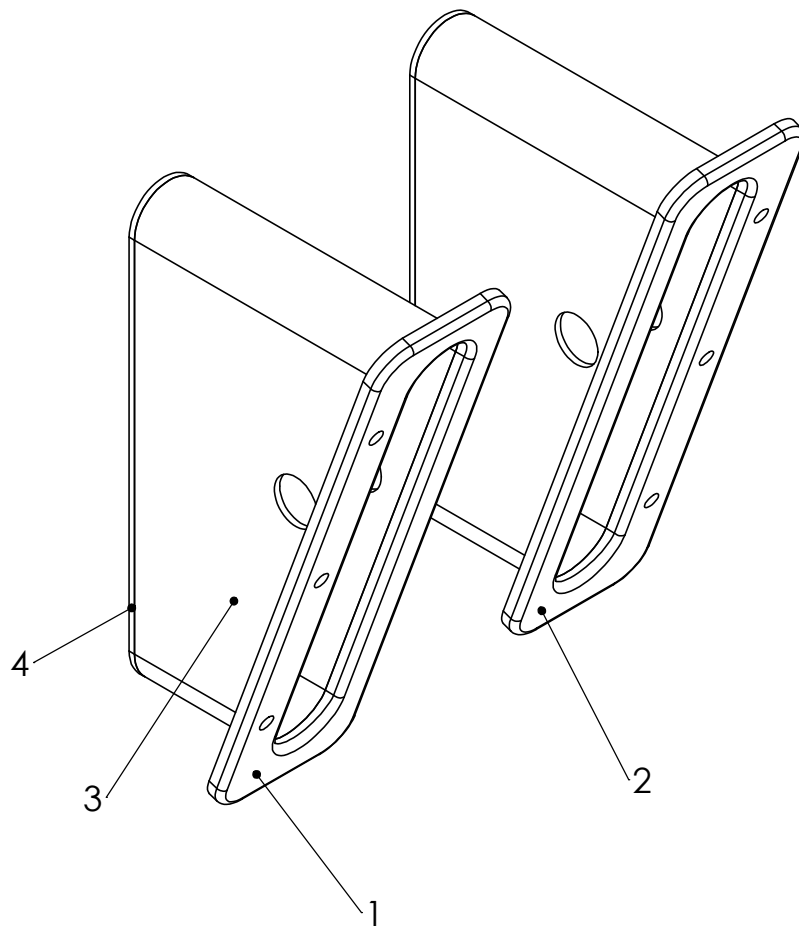
SECCIÓN F-F


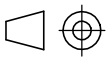


Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:5</b>	Título <b>Carcasa frontal</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>22</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

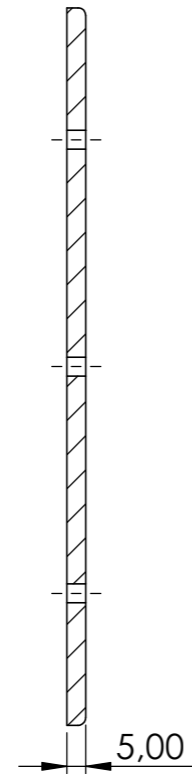
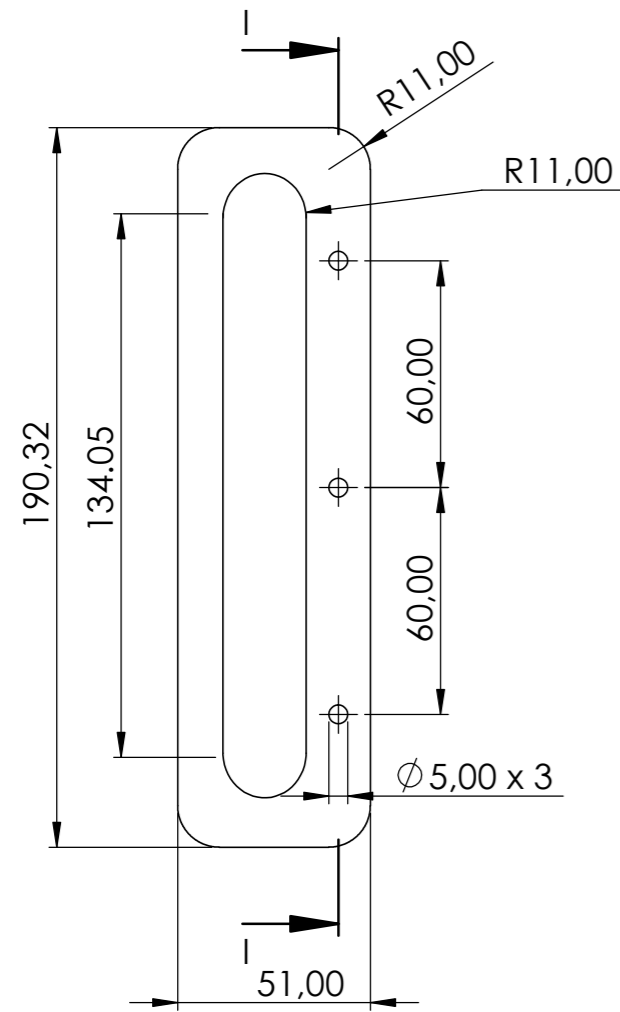


Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:5</b>	Título <b>Canal de la rueda</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>23</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

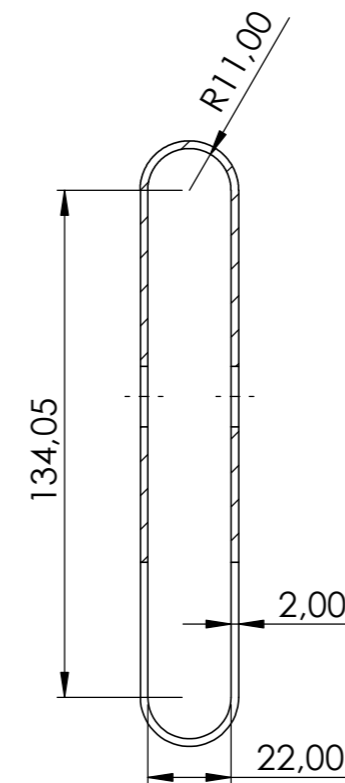


4	Tapa trasera anclaje	Acero galvanizado	2	
3	Carcasa anclaje	Acero galvanizado	2	
2	Frontal del anclaje derecho	Acero galvanizado	1	
1	Frontal del anclaje izquierdo	Acero galvanizado	1	
Nº Elemento	Componente	Material	Cantidad	
Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:2</b>	Título <b>Subensamblaje anclaje</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A4</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>24</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

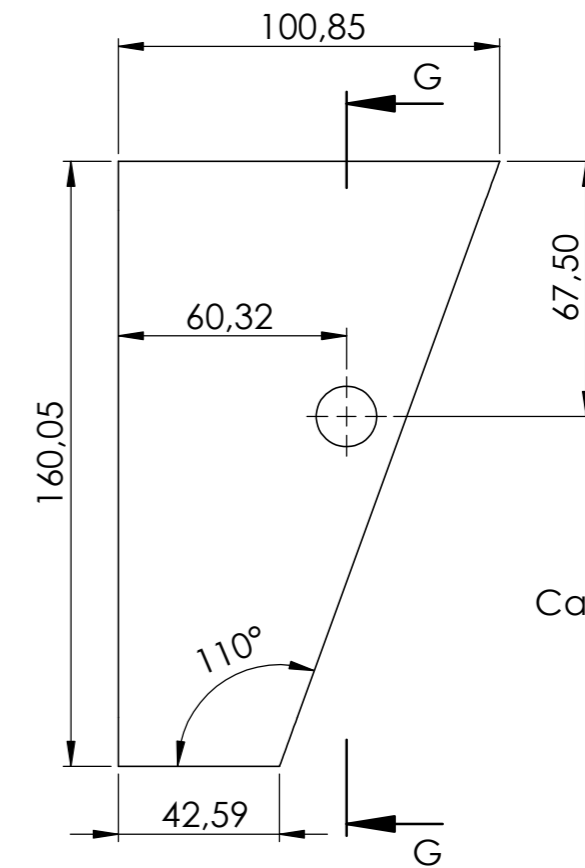
Frontal del anclaje derecho



SECCIÓN I-I

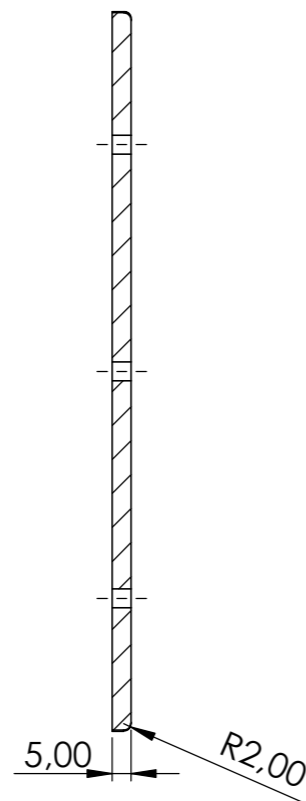
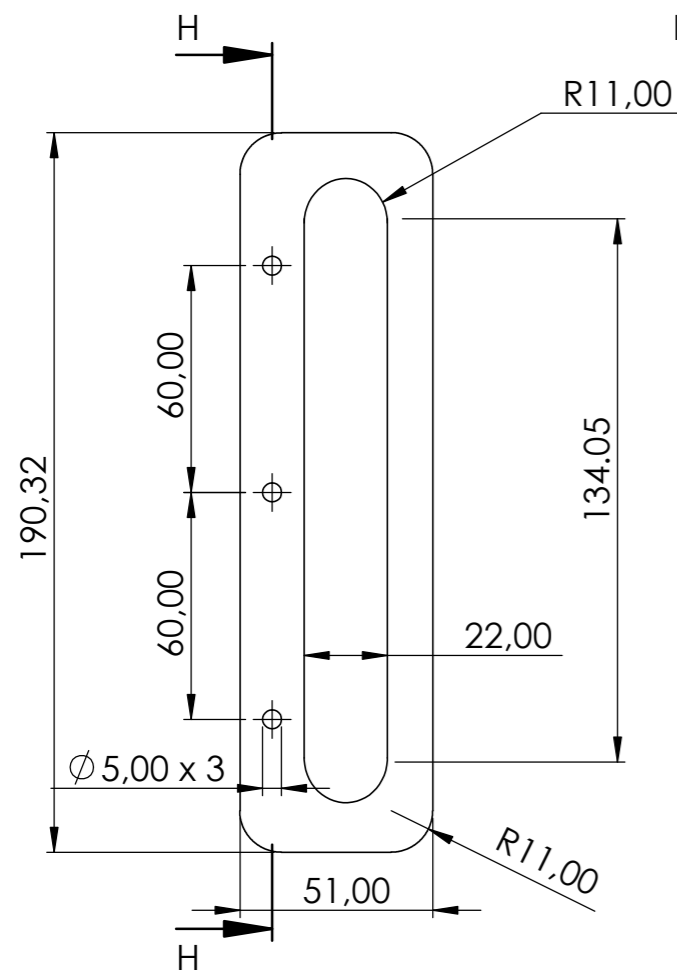


SECCIÓN G-G

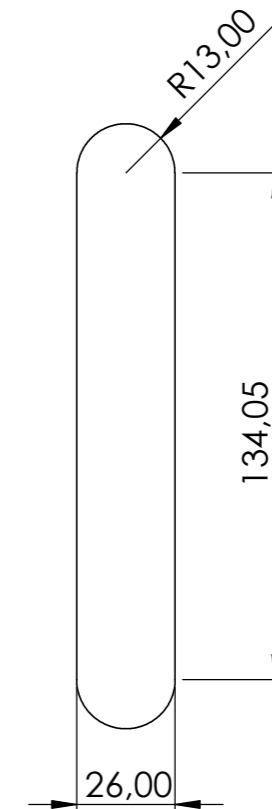
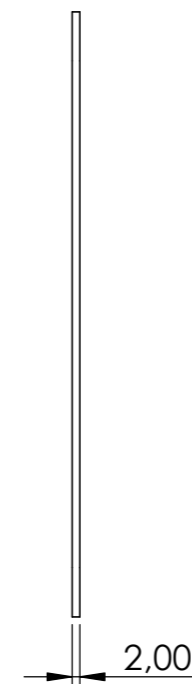


Carcasa anclaje


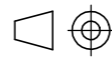
Frontal del anclaje izquierdo



SECCIÓN H-H



Tapa trasera anclaje

Dep. <b>ESID</b>	Escala <b>1:2</b>	Título <b>Anclaje</b>	Unid. Dim. <b>mm</b>	Formato <b>A3</b>
		Autor <b>Raúl Badía Escrihuela</b>	Fecha <b>Julio 2020</b>	Plano nº <b>25</b>
		Tutor <b>Julia Galán Serrano</b>		

