

Trabajo Final de Grado

**Sistema automático de bloqueo de caballete  
para motos sharing**

**MEMORIA**

**Autor:** José Fariña Alonso  
**Director:** Emilio Hernández  
**Convocatoria:** Primavera 2020



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona





## Resumen

Este proyecto nace de una necesidad observada de reforzar la seguridad del sistema actual de aparcamiento de las motocicletas eléctricas ofrecidas por los servicios de sharing que operan en el área metropolitana de Barcelona, que permiten quitar el caballete de la moto sin ser usuario del servicio.

Para poner precedentes se ha un estudio de dichos servicios que operan, de los caballetes que tienen en sus modelos y de las problemáticas que derivan de esta carencia.

De esta forma, se ha buscado solucionar de forma conjunta con un método común o adaptable a distintos modelos, mediante un dispositivo que bloquee la posición de la pata de cabra siempre que la motocicleta se encuentre aparcada, o lo que es decir hasta que un usuario quiera hacer uso de ella.

En el presente informe se presentan las distintas posibles soluciones que se han planteado y un estudio sobre la idoneidad de cada una de ellas.

Para ampliar más la información, se ha hecho también un estudio de la movilidad sharing para poder analizar mejor el alcance que podría tener el proyecto, así como un estudio del presupuesto necesario y la viabilidad ambiental y logística del proyecto, pensando en una implantación real del sistema.

## Sumario

<b>1. PREFACIO</b>	<b>6</b>
1.1. Origen de la problemática .....	6
1.2. Motivación .....	6
1.3. Requerimientos previos .....	6
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
2.1. Objetivos del proyecto .....	7
2.2. Alcance del proyecto .....	7
<b>3. LA PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD</b>	<b>8</b>
3.1. El sharing como solución global .....	8
3.2. Sharing de motocicletas en Barcelona .....	9
<b>4. EL CABALLETE</b>	<b>11</b>
4.1. Tipos de caballete .....	11
4.1.1. Según la posición en la moto .....	12
4.1.2. Según el modo de accionamiento .....	13
<b>5. OFERTA DE MOTOSHARING EN BARCELONA</b>	<b>14</b>
<b>6. MECANISMO DE UN CABALLETE</b>	<b>18</b>
6.1. El mecanismo de la Torrot Muvi .....	18
<b>7. OPCIONES DE BLOQUEO</b>	<b>20</b>
7.1. Desarrollo de alternativas .....	20
7.1.1. Mecanismo electrohidráulico .....	20
7.1.2. Electroimán .....	21
7.1.3. Mecanismo articulación bloqueable .....	24
7.1.4. Agujero en la pata y pestillo simple .....	26
7.1.5. Bloqueo en la articulación de funcionamiento .....	26
7.2. Elección de la alternativa .....	28
<b>8. MEJOR SOLUCIÓN, DESCRIPCIÓN TÉCNICA</b>	<b>30</b>
8.1. Funcionamiento .....	30
8.2. Componentes .....	30
8.3. Material .....	31
<b>9. USUARIOS Y ERGONOMÍA</b>	<b>35</b>
<b>10. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>37</b>
10.1. Proyecto propuesta de dispositivo automático de bloqueo para caballete .....	37
10.2. Proyecto construcción de prototipo para ensayo de bloqueo de caballete .....	38
<b>11. IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>40</b>

<b>12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>46</b>

# 1. Prefacio

## 1.1. Origen de la problemática

El proyecto nace de la necesidad por parte de las empresas de sharing del área metropolitana de Barcelona de poner solución a un problema de seguridad en el sistema de aparcamiento con caballete de sus flotas de motocicletas, que puede ser desbloqueado por cualquiera sin necesidad de hacer uso del servicio.

Dicha problemática fue trasladada al Departamento de Proyectos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Barcelona (ETSEIB). El propósito del proyecto es realizar un estudio acerca de las distintas soluciones que podría tener, elegir la más adecuada y estudiar la viabilidad de una posible implantación.

## 1.2. Motivación

Los servicios de sharing son una buena solución a la gran congestión de vehículos que se puede observar en el centro de las grandes ciudades de todo el mundo, con la concentración de emisiones nocivas para el medio ambiente que ello supone. Este dispositivo podría mejorar el servicio, protegiéndolo ante el mal uso y mejorando la experiencia de usuario.

Se buscará, por tanto, fomentar de forma implícita el transporte eléctrico y de vehículo compartido.

## 1.3. Requerimientos previos

Antes de comenzar el estudio de posibles alternativas deberemos conocer más profundamente la situación actual en cuanto a transporte compartido en el área metropolitana de Barcelona, las distintas ofertas que existen y los modelos con los que trabajan.

Una vez conocidos los distintos modelos podremos estudiar los caballetes que utilizan y sus mecanismos para analizar posteriormente como podrían ser bloqueados de forma automática.

## **2. Introducción**

### **2.1. Objetivos del proyecto**

El objetivo del proyecto es desarrollar un dispositivo que bloquee de forma eficiente la posición del caballete de una moto en posición de aparcamiento. De esta forma se evita la posibilidad de desplazar la moto haciéndola rodar si no se activa su uso mediante la aplicación en cuestión. La construcción de este dispositivo busca mejorar el servicio de sharing y fomentar su uso, de manera que se reduzca el tráfico y sus problemas derivados en la ciudad.

El proyecto irá enfocado a las empresas que operan en el área de estudio, ofreciendo los servicios de sharing de motocicletas ya señalados. Se buscará que estas empresas incorporen el dispositivo con el objetivo de evitar el uso indebido de las motos que están a disposición del usuario. De esta manera se pretende que puedan mejorar su servicio, abaratar costes y ampliar sus márgenes de beneficio. Todo con el objetivo de hacer que las empresas de sharing sean más competentes en el ámbito del transporte urbano.

### **2.2. Alcance del proyecto**

El área de estudio del proyecto se limitará en un principio al área metropolitana de Barcelona, dado que es una muestra cercana y más sencilla de estudiar por cercanía, con suficiente oferta de empresas sharing para comparar y valorar alternativas.

Además, se considera que el estudio en esta ciudad es fácilmente extrapolable a otras grandes capitales, con características parecidas en cuanto a infraestructuras, población y servicios.

Cabe destacar que Barcelona es un ejemplo mundial en cuanto a oferta de servicios de vehículos eléctricos compartidos, por lo que es un perfecto ejemplo para contextualizar el desarrollo de este dispositivo.

### **3. La problemática del transporte en la ciudad**

Las grandes capitales presentan en la actualidad una excesiva concentración de tráfico que les ocasiona numerosos problemas. Estos pueden ser la contaminación generada, el ruido o las dificultades para la movilidad de las personas por el centro.

Esto se debe a que, como ciudadanos de un mundo globalizado, cada vez tenemos más necesidad de desplazarnos. El hecho de recorrer distancias grandes varias veces al día se ha convertido en la tónica habitual de la población y esto significa una mayor demanda de servicios de transporte.

Esta cuestión se intensifica en el centro de las grandes ciudades, que son los entornos con mayor densidad de población. En ellos, además de residentes, se concentran numerosos puestos de trabajo de gente que se desplaza desde la periferia para realizar su actividad laboral.

Queda por tanto puesto en evidencia en la sociedad actual que es necesaria la existencia de métodos de transporte eficientes, que no generen aglomeraciones y que sean responsables con el medio ambiente.

Cada vez es mayor el crecimiento demográfico, lo cual hace que el problema vaya a ir en aumento en los años venideros. “El incremento de la movilidad constituye un fenómeno cada vez más presente en las sociedades avanzadas del siglo XXI, erigiéndose como un aspecto cada vez más central para interpretar el cambio social y las transformaciones que acontecen en las sociedades modernas”. [1]

#### **3.1. El sharing como solución global**

Según un estudio realizado en 2016 por una empresa de coches compartidos en Estados Unidos [2], en la que se reunieron los datos de casi 9500 usuarios, la aparición de la empresa de sharing mejoró notablemente los datos del transporte de personas en las ciudades en las que se implantó.

Se estimó que hasta un 5% de la población vendió su vehículo debido a la aparición del nuevo servicio, mientras un 10% de los encuestados dejó de adquirir un nuevo vehículo. En total la empresa retiró en sus tres años en activo en cinco grandes ciudades estadounidenses un total estimado de 28 000 vehículos de la carretera, reduciendo la demanda de estacionamiento.



El lanzamiento al mercado de la empresa de sharing derivó según el estudio en una reducción del 4 al 18 por ciento de gases de efecto invernadero en toda la población de estudio.

Queda por tanto en evidencia que las empresas de sharing fomentan un modelo de transporte más sostenible frente al uso del vehículo privado, ya sea de turismos o motocicletas.

### **3.2. Sharing de motocicletas en Barcelona**

Buscando concretar el contexto de análisis al uso de scooters compartidas en Barcelona nos encontramos con un estudio que realizó la empresa de seguros y asistencia en carretera RACC [3]. Este análisis de los datos recogidos tras varias encuestas a los usuarios de sharing en la capital catalana ofrece una visión más clara de la situación de este modelo de transporte en la ciudad.

En base a la encuesta citada, se han visto unos datos ligeramente menos esperanzadores en cuanto al sharing como solución para la movilidad en la ciudad, en comparación al estudio realizado en América.

El 77% de los usuarios que utilizan moto compartida en Barcelona han sustituido viajes caminando o en bicicleta (30%) y en transporte público (47%). Los primeros han hecho un cambio modal que disminuye una movilidad saludable y los segundos han hecho un cambio que puede ayudar a descongestionar el transporte público en función de si se realiza en hora punta o no.

Sin embargo, un 21% de la gente que ahora se desplaza con servicios de moto compartida antes hacía estos viajes con vehículo motorizado, sea moto (12%) o turismo (9%) incluyendo taxi. Esta migración en el modo de transporte supone una ganancia en cuanto a la eficiencia del espacio y a la reducción de emisiones por el salto a vehículo eléctrico.

Se refleja asimismo que 9 de cada 10 usuarios de moto compartida hace menos de 2 años que utiliza este servicio, debido a la progresiva implantación en el uso cotidiano para los usuarios. Además, sólo la mitad de los usuarios de moto compartida declara tener experiencia previa en conducir moto antes de probar por primera vez este servicio. Esto se debe en parte a que un 56% de usuarios de motosharing sólo posee el permiso de conducción de la clase B y, por lo tanto, no tiene licencia ni formación específica para conducir motos.

En lo que respecta al motivo de uso, se refleja que el 47% de los usuarios encuestados utiliza el servicio de moto compartida para ir al trabajo, y un 15% para ir a estudiar. El 40% lo utiliza para desplazamientos de ocio diurno dentro de Barcelona y el 24% para ocio nocturno.

En cuanto a la distancia recorrida con las motos compartidas, el 91% asegura que hace trayectos cortos, hasta 10 kilómetros, una cifra similar a la de las bicicletas compartidas, dado que estos servicios están limitados al perímetro municipal.

La frecuencia de utilización también sugiere una débil implementación del servicio como alternativa de transporte: el 63% hace un uso poco habitual del servicio, del cual un 36% lo utiliza de vez en cuando y un 27% de usuarios entre 1 y 2 veces por semana. El 33% de los encuestados declara utilizar este sistema de movilidad entre 3 y 5 veces por semana y sólo el 4% de los encuestados afirma que utiliza el servicio cada día.

Por parámetros, el mejor valorado es la flexibilidad de recoger y dejar la moto en un lugar diferente de la ciudad, concretamente el 45% valora este aspecto con un excelente. En cambio, los parámetros peor valorados, aunque son aprobados por los usuarios, son el coste del servicio, los accesorios de seguridad y el mantenimiento de los vehículos.

De los parámetros peor valorados, este proyecto pretende generar un impacto real en el mantenimiento de los vehículos, al dificultar los actos de vandalismo, y por tanto también en el coste del servicio.

La variación en el coste del servicio vendrá dictada por supuesto por la dirección operativa de la empresa en base al mercado, pero se presupone que con una disminución de los gastos en mantenimiento sería más sencillo ajustar los precios para intentar atraer a más usuarios mientras el servicio siga siendo viable económicamente.

## 4. El caballete

El caballete es un elemento que sirve para aguantar la motocicleta de pie mientras no haya nadie subido. Funciona como sustento para el peso de la moto, manteniéndola vertical sin necesidad de apoyarla contra otro objeto o la ayuda de una persona.

Se trata normalmente de una pieza de metal que sale de debajo del chasis y hace contacto con el suelo. Generalmente se encuentra en el medio o hacia la parte trasera, aunque algunos modelos pueden llegar a contar con otro también en la parte delantera.

El primer caballete conocido fue diseñado por Albert Berruyer en 1869. Fue montado inicialmente debajo del manillar, por lo que era mucho más largo que los diseños más recientes. Un modelo más corto fue patentado por Eldon Henderson en 1926. Desde entonces, los soportes laterales se han reinventado muchas veces hasta llegar a las distintas formas que estamos acostumbrados a ver. [4]

El desarrollo de los soportes laterales de motos y bicicletas fue de la mano hasta que en la década de 1970 los caballetes para bicis pasaron de moda, cuando éstas se volvieron más ligeras, y el usuario comenzó a preocuparse por el peso extra.

Uno de los problemas más comunes que se encuentran en el uso del soporte lateral es la negligencia o descuido a la hora de retirar el caballete e iniciar la marcha. Esto puede deberse a falta de atención o una urgencia, pero en cualquier caso es una de las grandes causas de accidente de motocicleta en el mundo.

### 4.1. Tipos de caballete

Para comenzar a desarrollar como bloquear el caballete de una motocicleta es procedente conocer antes los distintos dispositivos con la función de dejar la moto aparcada que existen en el mercado. No se mencionan algunas alternativas utilizadas casi exclusivamente en motos de competición, ya que no se ajustan al objeto del estudio.

Comenzaremos a distinguir a los caballetes por la posición del mecanismo en la moto y posteriormente por su modo de accionamiento.

#### 4.1.1. Según la posición en la moto

Según la posición del caballete en la moto dividiremos los caballetes en dos tipos diferentes:

##### **Caballete lateral:**



*Fig.1. Vista caballete lateral*

Como su nombre indica va colocado en uno de los laterales de la moto. Este caballete tiene un muelle que lo mantiene plegado en todo momento, menos cuando se acciona y se pone en posición de aparcamiento. Normalmente tiene un sensor de posición para que cuando el conductor se suba a la moto, detecte si el caballete se ha plegado y no deje iniciar la marcha. Este sensor puede ser relevante para el estudio ya que es una forma de transformar a información digital la posición del caballete, lo cual facilita la instalación de un actuador que solo trabaje en la posición de bloqueo.

##### **Caballete Central:**



*Fig.2. Vista caballete central*

Este tipo de caballete se sitúa centrado debajo de la moto y suele estar constituido de dos patas de apoyo. Se utiliza sobretodo en pequeñas scooters. Se suele accionar manualmente, sujetándolo y tirando la motocicleta hacia detrás dejando la rueda trasera en el aire.

#### **4.1.2. Según el modo de accionamiento**

Según el modo de accionamiento del caballete distinguiremos entre:

##### **Accionamiento eléctrico:**

Existen algunos modelos de motocicleta en el mercado que incorporan un caballete central, el cual tiene acoplado un dispositivo hidráulico accionado mediante un motor eléctrico. Este sistema ofrece una mejora a la hora de colocar el caballete permitiendo al usuario realizar la acción de una forma más cómoda y sin apenas esfuerzo, salvo en la sujeción de la moto durante el proceso.

Este sistema electro-hidráulico es exclusivo para cada uno de los modelos de motocicleta que lo incorporan por lo que no se pueden instalar en otros modelos de motocicleta, incluso dentro de la misma marca. Este aspecto hace que se encarezca el producto y puesto que además no existe una adaptabilidad, resulta una solución costosa. Ejemplos de modelos que actualmente incorporan este mecanismo electro-hidráulico son la BMW K 1200 LT o la Piaggio X9 500.

##### **Accionamiento con el pie:**

Prácticamente la totalidad de las motocicletas del mercado poseen un caballete de acero soldado cuyo accionamiento se basa en la fuerza humana y habilidad del usuario. Su colocación en posición de aparcamiento se lleva a cabo aportando una cantidad de fuerza suficiente con el pie, que permita levantar la moto, mientras se apalanca esta con los brazos, requiriéndose cierta destreza del usuario. En los modelos de scooter que nos implican, este procedimiento no es excesivamente complicado debido al bajo peso de las scooters eléctricas.

## 5. Oferta de motosharing en Barcelona

Centrándonos en Barcelona, que es el área de estudio, vemos que las opciones para adquirir un servicio de motos sharing son variadas. En la ciudad trabajan cinco empresas que ofrecen servicios muy similares en cuanto a condiciones, pero que se diferencian en los modelos de motocicleta eléctrica que ofrecen. Estudiaremos cada caso por separado y veremos las características de cada modelo para intentar buscar una solución común.

Veremos que las prestaciones que ofrecen las distintas motos son bastante parecidas, no obstante, el caballete que tienen para ser estacionadas es distinto en cada uno de ellas, por lo que se estudiará de que tipo son en cada caso para tenerlo en cuenta más adelante. Todos ellos se accionan con el pie, pero su forma y posición difiere lo suficiente para que surjan complicaciones a la hora de diseñar un aparato que dé una solución común.

### COOLTRA

#### ***Modelo Govecs S1.5***



*Fig.3. Vista lateral Govecs S1.5*

Este ciclomotor eléctrico tiene una velocidad máxima de 45 km/h y con una autonomía de 60 km es una moto eléctrica económica en su gama, el motor cuenta con el equivalente a 4 CV de potencia máxima. La Govecs GO! S1.5 ofrece una flexibilidad total, sus dos baterías de litio extraíbles, con un peso de 18 kg, pueden ser cargadas en cualquier parte en 2 o 3 horas. La batería tiene aproximadamente 2.1 kW/h de capacidad y discos de freno delanteros y traseros.

Se trata de un modelo que Cooltra ha dejado obsoleto a favor del siguiente descrito. No se incorporarán nuevas unidades a la circulación, por lo que no tendremos en cuenta el estudio de su caballete.

### ***Modelo ASKOLL eS2***



*Fig.4. Vista lateral Askoll eS2*

Cooltra introdujo recientemente este nuevo modelo por los problemas que daba el anterior de Govecs en la manejabilidad y a la hora de subir cuestas. Se trata de una motocicleta con 3.6 CV de potencia máxima y 84,6 kg de peso. Tiene una autonomía de 80 km, ya que está equipada con 2 baterías de iones de litio. La Askoll eS2 se recarga fácilmente en cualquier enchufe eléctrico. Basta recargarla directamente desde el scooter o extraer las baterías de su compartimiento bajo asiento (pesa unos 8 kg cada una) y conectarla a su cargador. Para pasar de 0 a su carga completa tarda aproximadamente 3 horas. Es un modelo equivalente a un ciclomotor, con velocidad limitada a 45 km/h. Su caballete es de tipo central y accionado con el pie.

### **MUVING**

#### ***Modelo Torrot Muvi***



*Fig.5. Vista lateral Torrot Muvi*

A pesar de haber salido al mercado en la ciudad condal, la empresa Muving dejó de operar en Barcelona en junio de 2019. No obstante, en los dos años que estuvo presente en la capital catalana pudo expandirse antes por otras varias ciudades de la geografía española.

Según la compañía, la actividad en Barcelona cesó por no estar cumpliendo las expectativas, probablemente debido a la gran oferta existente. Sin embargo, también desde la compañía aseguran que está planeado poder volver a operar en la ciudad, por lo que se tendrá en cuenta en el estudio.

Muvi, la moto con que opera la empresa Muving, es un scooter eléctrico ligero. Es de fabricación española en la planta de Torrot, de los mismos propietarios que la empresa de sharing. Existe en su versión *city*, equivalente a un ciclomotor de combustión (3,6 CV), y en su versión *executive*, con un motor equivalente a un motor de explosión de 125 cc (4,1 CV). La utilizada para el servicio de sharing es la segunda, con una velocidad que llega a los 70 km/h. Con una carga completa de 4 horas nos ofrece una autonomía de hasta 70 kilómetros. Su peso a punto es de 85 kg.

La batería de la Torrot Muvi tiene una capacidad de 2,4 kWh. En cuanto a su caballete, es de tipo central y accionado por un mecanismo que será analizado con detalle más adelante.

## YUGO

### **Modelo EMCO Retro Nova R3000**



*Fig.6. Vista perspectiva EMCO Retro Nova R3000*

El modelo que ofrece la empresa Yugo inspira su diseño en la clásica Vespa italiana, siendo fácilmente reconocibles por la ciudad. Tiene una autonomía de 130 km, una potencia máxima de 2,7 CV, un peso de 83 kg y su batería puede cargarse en tan solo 2 horas. Su manejo es sencillo debido a su bajo centro de gravedad.

El caballete que la sujeta cuando está estacionada en la ciudad es de tipo central, como el del modelo de Torrot Muvi anterior.



## SCOOT y ACCIONA

### *Modelo Silence S02*



*Fig.7. Vista lateral Silence S02*

El modelo Silence S02 se puede utilizar bajo las tarifas de dos empresas distintas: Scoot y Acciona componen su flota con este modelo. Se alimenta, igual que sus competidoras, con baterías de litio de carga rápida.

Se trata de una moto eléctrica diseñada y fabricada en España por profesionales que han desarrollado su propio Drive System y Plataforma eléctrica.

Su peso sin la batería es de 105 kg, y permite una masa máxima autorizada de 330 kg, por lo que su motor tiene una potencia de 9,4 CV; equivalente a la de un motor de combustión de 125 cc. Su velocidad está limitada a un máximo de 90 km/h y su autonomía homologada en su modalidad sharing es de 127 kilómetros.

El caballete utilizado en este modelo es de tipo central y accionamiento manual, al igual que los anteriormente citados. Sin embargo, en este modelo el mecanismo se encuentra situado más hacia la parte trasera de la moto.

Ha sido imposible conseguir un modelo del mecanismo que se utiliza, lo cual dificulta el estudio del mismo. Sin embargo, estudiando la estructura directamente de las motos disponibles actualmente para su uso en la ciudad, se ha visto que las similitudes con los caballetes de otros modelos son enormes, lo cual no genera ninguna dificultad para que posteriormente la solución se pueda adaptar a este modelo.

## 6. Mecanismo de un caballete

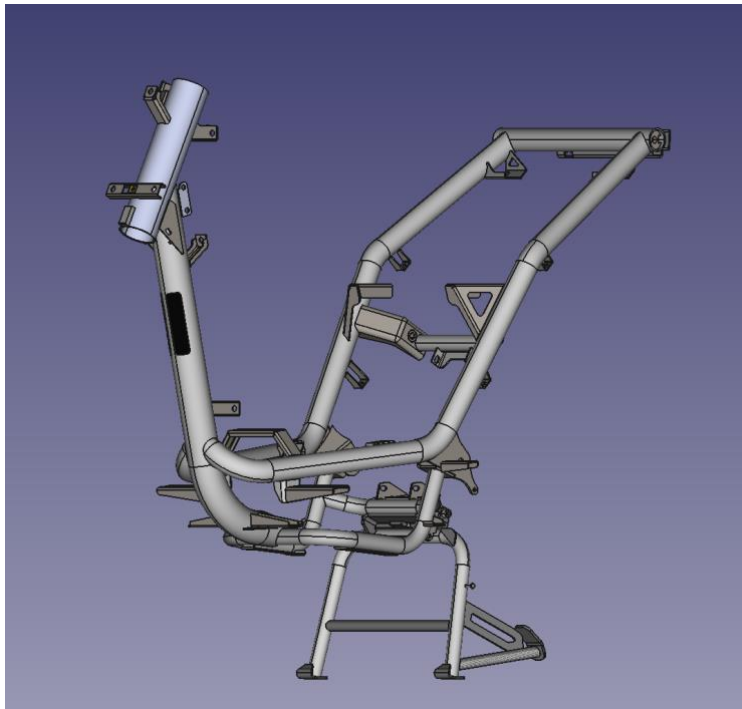
Se ha visto en el análisis de las opciones de sharing disponibles que el tipo que utilizan los modelos es mayoritariamente de tipo central de accionamiento con el pie. Este será por tanto el mecanismo en el que nos centraremos para que sea adaptable a las distintas scooters ofrecidas en Barcelona.

Consiste simplemente en una articulación que une el chasis de la moto con la estructura en forma de U invertida que funciona a modo de pie para la moto. Cuenta además con un muelle que mantiene su posición y hace que sea más sencillo de cambiar de la posición de estacionamiento a la de puesta en marcha.

Este tipo de mecanismos incorporan hoy en día un sensor de posición que indica si el caballete está subido o bajado y que puede ser útil para facilitar la labor de bloqueo.

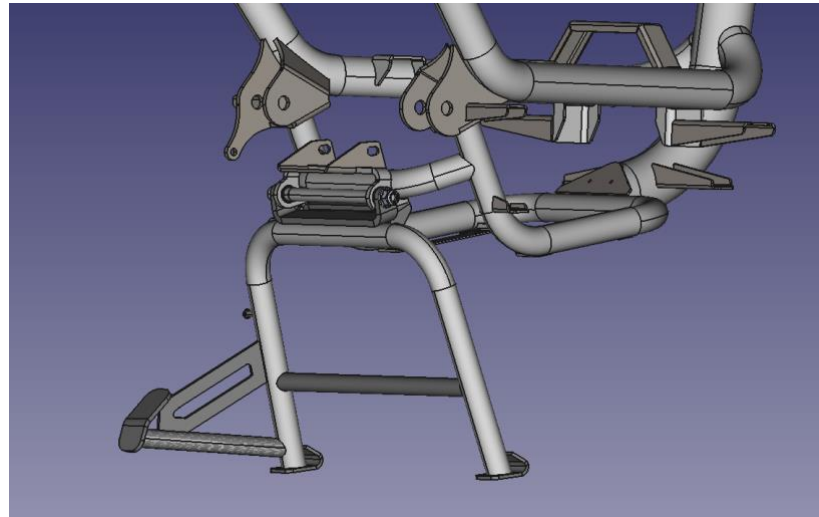
### 6.1. El mecanismo de la Torrot Muvi

Se ha podido acceder con detalle a la estructura interna de uno de los modelos de scooter expuestos, el de la Torrot Muvi, cuyo caballete es del tipo que queremos analizar.



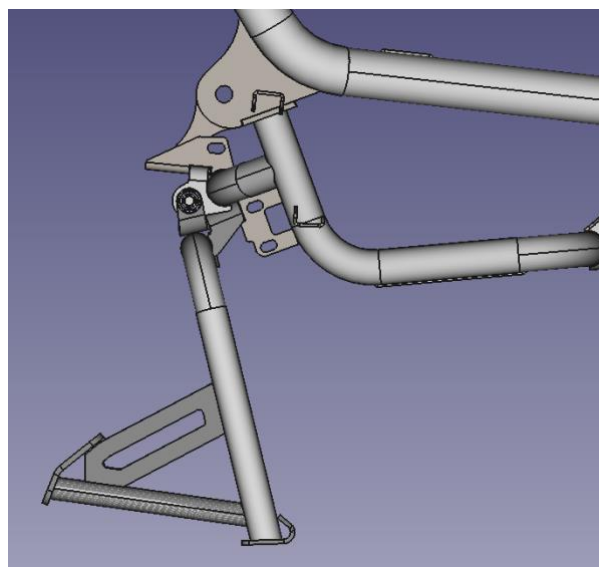
*Fig.8. Estructura Torrot Muvi fuente: Torrot S.L.*

Dentro de la estructura interna de la Torrot Muvi, nos centraremos en el estudio de la estructura del caballete central que permite el estacionamiento de la moto. Analizando con detalle el mecanismo del caballete se puede observar que su funcionamiento es simple y se basa en una articulación que une el caballete en sí con el chasis de la moto.



*Fig.9. Detalle articulación mecanismo Torrot Muvi*

Presenta además un pie que sobresale de la forma de U invertida que reparte el peso de la moto y la estabiliza en su posición de estacionamiento. Se puede observar que el plano del pie en la posición de desplegado no es paralelo al eje longitudinal de la moto con el objetivo de que quede levantada la rueda delantera al aparcar, quedando la moto siempre estacionada sobre el pie y la rueda trasera.



*Fig.10. Vista lateral caballete y pie*

## 7. Opciones de bloqueo

Para bloquear el mecanismo que se acaba de detallar es evidente que se deberá bloquear el único grado de libertad que tiene y que permite su funcionamiento, que es la rotación en el eje transversal de la moto.

Existen muchas formas diferentes de no permitir esta rotación, aunque no todas son viables para el resultado y funcionamiento final que se esperan del dispositivo a desarrollar. Se presentarán cinco de las opciones consideradas para poder posteriormente valorarlas y elegir la más idónea.

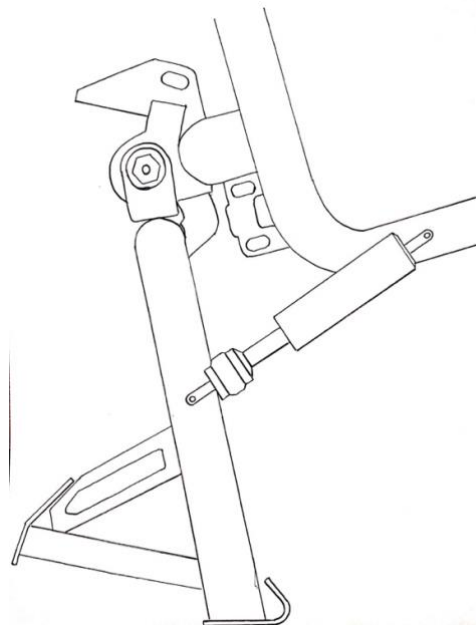
### 7.1. Desarrollo de alternativas

#### 7.1.1. Mecanismo electrohidráulico

Se ha planteado la posibilidad de incluir un pequeño sistema hidráulico entre el chasis de la moto y el caballete en sí.

Esto permitiría, además de bloquear la posición del caballete, ayudar a la hora de quitar el caballete por parte del usuario, de manera que este proceso no requeriría realizar tanto esfuerzo.

La idea consistiría en colocar un cilindro hidráulico de forma que con un movimiento rectilíneo generase en el caballete el momento necesario para mover la moto hasta cambiar a la posición de replegado.



*Fig.11. Boceto vista lateral caballete con cilindro hidráulico*

Tras el estudio sobre sistemas hidráulicos se ha visto que es un sistema voluminoso, pesado y caro. Estos son tres inconvenientes principales para nuestro caso de estudio, que es el de motos ligeras, con la potencia necesaria para asegurar la autonomía necesaria de su batería y un margen de beneficio reducido en su servicio de sharing.

El alto coste de este sistema aumentaría en exceso la inversión del proyecto y su elevado peso podría afectar de forma significativa a las prestaciones de la moto.

Además, se ha comprobado que los cilindros hidráulicos comerciales son demasiado voluminosos para el espacio disponible, por lo que se necesitaría un cilindro exclusivamente fabricado, lo cual encarecería en exceso el producto final.

Se toma esta idea como un probable descarte y se decide por tanto diseñar un mecanismo compacto y que sea movido exclusivamente por un sistema eléctrico.

### 7.1.2. Electroimán

Otra opción planteada es la de utilizar un electroimán que atraiga el caballete en su posición de desplegado. Para ello será necesario calcular la corriente que se debe comunicar al imán para que éste bloquee el caballete correctamente, de forma que aguante el esfuerzo de una persona intentando desbloquearlo. Emplearemos para ello las leyes y conceptos básicos de electromagnetismo.

Para hacer una estimación aproximada de la intensidad necesaria para atraer el caballete con un electroimán se deberá antes de todo establecer algunos de los parámetros necesarios para el cálculo. No se tendrán en cuenta en un principio las permeabilidades magnéticas relativas de algunos materiales. Los parámetros que se han establecido en base a suposiciones por falta de datos se detallan antes del cálculo.

Para comenzar hacemos la hipótesis de que la fuerza máxima que puede realizar una persona para empujar lateralmente la moto para plegar el caballete y que por tanto que debe resistir el imán frente a un intento de plegar el caballete es de 1000 N.

El cilindro que se quiere atraer es la parte vertical del tubo en forma de U que realiza el apoyo en el suelo. El radio de este cilindro es de 11 mm y la idea consistiría en atraerlo con un imán permanente de igual forma cilíndrica que lo envolviese la mitad de su superficie lateral, por lo que la superficie de contacto entre imán y cilindro, que corresponde a la mitad de la superficie lateral, para un imán de 10 cm de altura sería de  $S = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot h = 0,003455719 \text{ m}^2$ .

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$$

A partir de la fórmula de la energí del campo magnético por unidad de volumen

$$W = \frac{1}{2} \cdot B \cdot H$$

y la relación entre intensidad de campo magnético e inducción magnética en el vacío, donde  $\mu_0$  es la permeabilidad magnética de vacío

$$\mu_0 = \frac{B}{H}$$

si sustituimos por la superficie de contacto obtenemos la fórmula que describe la fuerza generada por el electroimán.

$$F = \frac{1}{2 \cdot \mu_0} \cdot B^2 \cdot S$$

Conocida la fuerza que queremos que genere el imán podemos despejar el campo magnético necesario para que esto suceda.

$$B = \sqrt{\frac{F \cdot 2 \cdot \mu_0}{S}}$$

Obtenemos de esta forma una inducción magnética necesaria de  $B=0,852803$  T.

A partir del valor calculado de inducción magnética B obtenemos la intensidad de campo H por tablas, en este caso usamos la correspondencia del acero fundido.  $H= 550$  Av. [5]

La fuerza magnetomotriz total que se ejerce la calculamos por separado a partir de la que se ejerce en la chapa del cilindro y la que se ejerce en el aire.

$$F_{\text{tot}} = F_{\text{chapa}} + F_{\text{aire}}$$

Calculamos primeramente la fuerza que se ejerce en la chapa de acero a partir de los resultados obtenidos.

$$F_{\text{chapa}} = H_{\text{chapa}} \cdot L_{\text{chapa}}$$

Donde  $L_{\text{chapa}}$  es la longitud media de las líneas de campo que atraviesan la chapa y  $H_{\text{chapa}}=550$  Av. Resulta una  $F_{\text{chapa}}=37,699$  N. Se ha tomado un diámetro para  $L_{\text{chapa}}$  de 15 mm.

$$F_{\text{aire}} = H_{\text{aire}} \cdot L_{\text{aire}}$$

Donde  $L_{aire}$  es la separación en el contacto entre cilindro e imán, que suponemos de 0,5 mm y  $H_{aire}$  lo calculamos a partir de la fórmula de la permeabilidad magnética del vacío, que suponemos igual a la del aire.

$$\mu_0 = \frac{B_{aire}}{H_{aire}}$$

Sabemos que el campo magnético  $B$  que debe atravesar el aire es el que genere el electroimán para conseguir la fuerza deseada, por lo que obtenemos que  $H_{aire}=678639,065$  Av.

Con estos datos calculamos una  $F_{aire}= 339,3195$  N y por tanto una  $F_{tot}=377,0195$  N, que es la fuerza que deberá generar el bobinado del imán. Sabemos por la fórmula de esta fuerza magnetomotriz que será igual al producto del número de espiras del bobinado y la intensidad que circula por él.

$$F_{tot}=N \cdot I$$

Obtenemos de esta última fórmula la intensidad necesaria para que funcione, que para un bobinado de  $N=1000$  espiras es de  $I=0,37702$  A.

Se ha visto que, aunque es una opción viable para un momento puntual, la intensidad necesaria para su funcionamiento no es negligible respecto el consumo habitual de la batería. El consumo eléctrico derivado es insostenible para una solución a largo plazo, ya que conllevaría que el dispositivo consumiese continuamente energía de la batería de la moto siempre que ésta estuviese estacionada.

Inconvenientes principales de la solución:

1. Las superficies de contacto del electroimán y la carga deben estar limpias y pulidas para una atracción óptima.
- 2.- Los aceros con bajo contenido de carbono son buenos conductores del flujo magnético. Sin embargo, los aceros con altos porcentajes de carbono o aleados con otros materiales pierden propiedades magnéticas que reducen la fuerza del electroimán. Los tratamientos térmicos que afectan a la estructura del acero también reducen la fuerza de atracción. Al aumentar la dureza de los aceros, se comportan peor magnéticamente y tienen tendencia a conservar un magnetismo remanente. Al no conocer exactamente la composición de la aleación utilizada para el caballete no podemos asegurar el rendimiento de un electroimán [6].

<b>Disminución fuerza según material</b>	
<b>Material de la carga</b>	<b>Fuerza de elevación</b>
Acero no aleado 0,1-0,3 % C	100 %
Acero no aleado 0,4-0,5 % C	90 %
Acero aleado F-522	80-90 %
Fundición gris	50-60 %
Acero F-522 templado a 55-60 HRC	40-50 %
Acero inoxidable autentico	0%
Latón, Aluminio, Cobre	0%

*Tabla 1. Fuente: manual electroimán Selter SA*

3.- Es necesario rectificar periódicamente la superficie del electroimán, a fin de evitar una pérdida de la fuerza de sujeción.

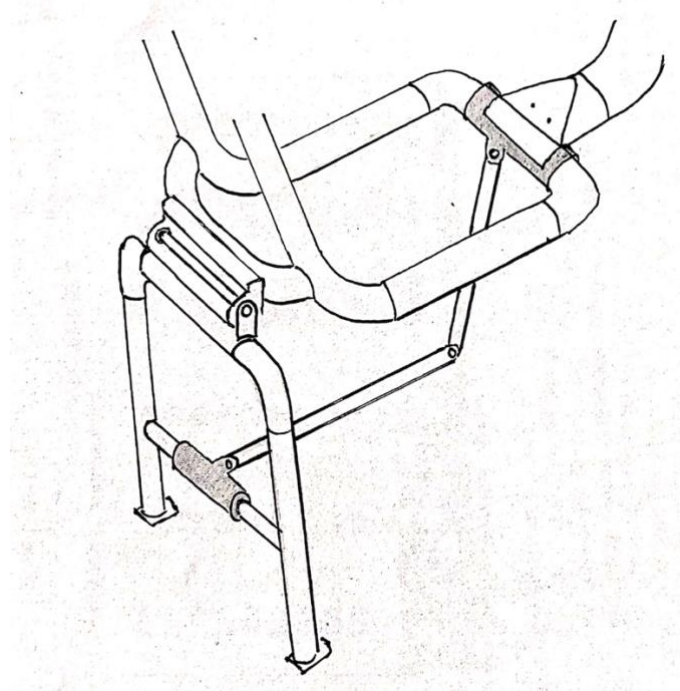
4.- La capacidad de la batería es limitada, se reduciría la distancia de autonomía de la moto.

### **7.1.3. Mecanismo articulación bloqueable**

Una de las primeras alternativas considerada fue la de incluir un mecanismo de brazo con una articulación bloqueable que una el chasis de la moto con el caballete. Esta solución consistiría en añadir una articulación extra al mecanismo, pero permitiría no tener que tocar la original. La articulación extra debería ser bloqueable electrónicamente.

Esta idea tiene su explicación en el objetivo de crear un dispositivo común a todos los modelos. El hecho de no tener que modificar el mecanismo existente podría ser una ventaja ya que se presupone que sería más sencilla su implementación y su adaptación a otros modelos de caballete central.





*Fig.12. Boceto perspectiva brazo bloqueable*

El funcionamiento consistiría en incluir, en alguna de las tres articulaciones que conforman el mecanismo introducido que se muestra en el boceto, un sistema de bloqueo de accionamiento eléctrico. Este sistema de bloqueo se presupone más sencillo de implementar en el dispositivo incorporado ya que éste sería construido desde cero con esta finalidad, y por tanto no sería necesario rediseñar ningún elemento existente en el sistema de estacionamiento.

Esta solución requiere sin embargo disponer de un espacio entre el caballete y la estructura interna de la moto que actualmente ocupa el carenado inferior del scooter, que es el conjunto de tapas exteriores que protegen los componentes internos. Habría por tanto un problema añadido que sería el rediseño de la estructura externa inferior.

Además, la solución planteada expondría en exceso el mecanismo desarrollado, que sería demasiado vulnerable frente a golpes y malos cuidados derivados del uso de la moto como vehículo compartido.

La solución debe tener en cuenta que las scooters destinadas al servicio sharing están permanentemente en espacios exteriores y por tanto expuestas al vandalismo y a usuarios que no siempre darán el mejor trato a los componentes que manipulan.

Queda de manifiesto que la solución deberá ser por tanto más robusta que este mecanismo exterior y por tanto no se ha considerado en un principio esta última como una solución óptima.

#### **7.1.4. Agujero en la pata y pestillo simple**

Se ha considerado como otra opción viable la de perforar una hendidura en la forma de U del caballete de forma que se pudiese introducir en ella algún elemento solidario al chasis de la moto quedando de esta forma la articulación bloqueada.

El elemento introducido y solidario al chasis podría ser una barra accionada según convenga mediante un actuador lineal, que se activaría con ayuda del sensor de posición, siempre que el vehículo se encontrase estacionado y el servicio de sharing finalizado.

Sería oportuno en este caso que la hendidura no comprometiese los requerimientos mecánicos del caballete, que debe soportar el peso del scooter cuando está estacionado.

Para estudiar la viabilidad de esta solución se requeriría realizar de nuevo el estudio de tensiones en la estructura de la moto para asegurarnos de que cumple con las restricciones de peso que debe soportar.

#### **7.1.5. Bloqueo en la articulación de funcionamiento**

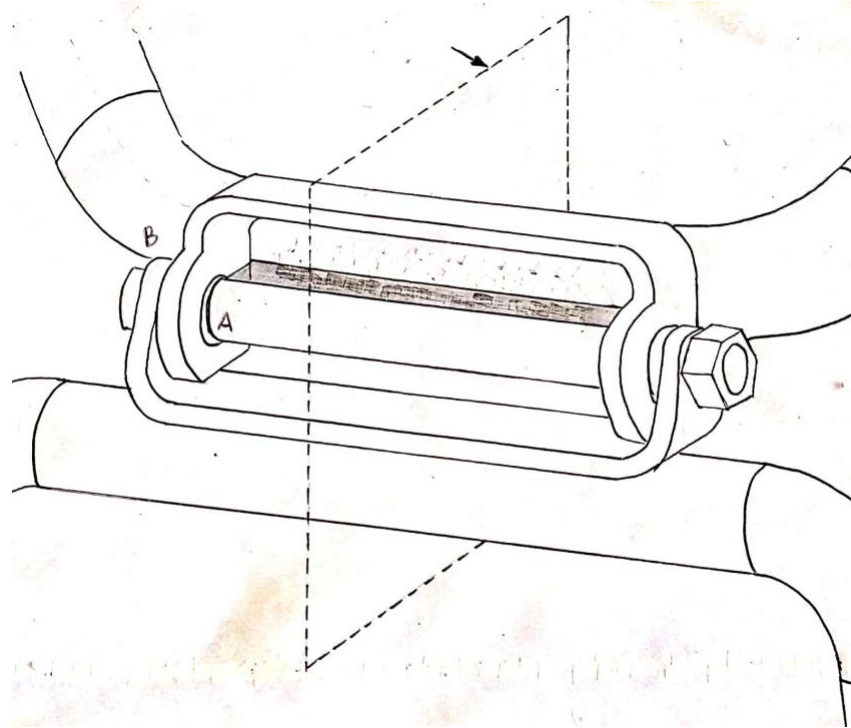
La última opción considerada es la de sustituir directamente la articulación que controla la rotación del caballete por otra versión que incluya, por ejemplo, una rueda dentada u otro elemento que le permita bloquearse según convenga.

Esta opción no requiere necesariamente sustituir la articulación, sino que basta con incluir en la articulación existente un mecanismo que actúe de manera que cuando se active no permita que rote desde su posición de desplegado.

Se han barajado diversas opciones para esta solución, como se ha mencionado en un principio se estudió la posibilidad de incluir una rueda dentada en la articulación. Sin embargo, esto conllevaría una concentración de tensiones en la rueda dentada al ser reducida la superficie de ésta que aguantaría el esfuerzo generado al intentarse plegar el caballete.

Es por esto que se ha reconsiderado la idea para encontrar una opción que con mayor seguridad dé lugar a una solución viable. Se ha buscado para esto repartir mejor las tensiones que aparecen en la estructura que recibe la fuerza al intentar plegar el caballete cuando a éste se le restringe la rotación.

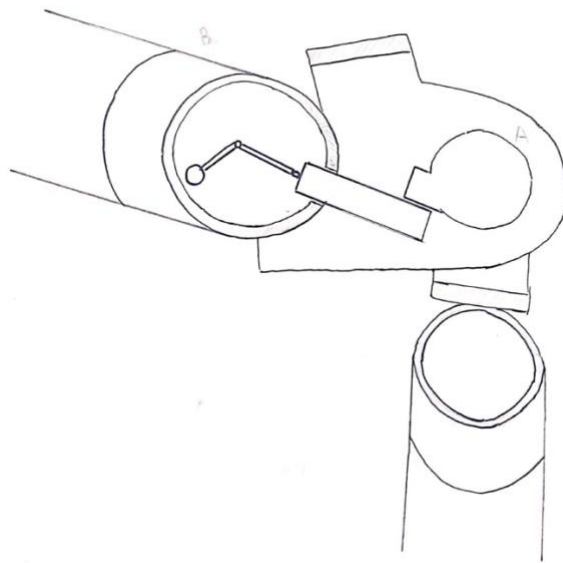
Esta segunda opción considerada como más válida consistiría en soldar un saliente de acero en la barra que actúa como articulación para que sirva de apoyo bloquearla. Se ilustrará la explicación para que sea más esclarecedora.



*Fig.13. Boceto emplazamiento de la solución*

La nueva solución consistiría en situar el saliente en el espacio existente entre el cilindro articulación A y el cilindro que forma parte del chasis B. En la ilustración en perspectiva se muestra sombreado el emplazamiento del saliente. Se detalla además un plano de sección cuya vista se muestra a continuación para facilitar la explicación.

La alternativa consistiría en incluir dentro del tubo B una placa que al ser accionada electrónicamente se situase justo debajo del saliente soldado, de manera que la bloquease cuando el scooter se encontrase aparcado y sin utilizar por parte de ningún usuario.



*Fig.14. Boceto vista sección de figura 13*

Esta opción parece a priori la más idónea, pero conlleva una modificación en la fabricación del scooter y no supondría por tanto un dispositivo instalado posteriormente.

## **7.2. Elección de la alternativa**

Para realizar la elección de la alternativa más viable para el conjunto de restricciones que se quieren cumplir se ha realizado una valoración en cuanto a estimaciones del posible precio, peso, fallo mecánico y facilidad de fabricación de la solución.

Para ello se ha realizado una tabla multicriterio en la que se han asignado, para cada alternativa, ponderaciones para las distintas características que definirán en base a un simple sistema de puntuación sobre 5 lo idónea que es cada solución. Cuanto más elevado es el valor de la ponderación, mejor será esa alternativa en relación al criterio que se está analizando.

Es importante mencionar que este es un sistema con enfoque subjetivo ya que se basa en estimaciones y no hay una base totalmente exacta para evaluar algunos criterios. Sin embargo, resultará de ayuda para tomar una decisión.

Se ha considerado que los cuatro criterios que definen la idoneidad de la solución son igual de importantes y por tanto ponderan en igual medida a la puntuación final.

Solución	Precio	Peso	Fallo	Fabricación	TOTAL
Mecanismo hidráulico	0	0	4	0	1
Electroimán	4	4	1	2	2,75
Brazo exterior	2	2	3	1	2
Pestillo simple	4	5	1	4	3,5
Bloqueo en articulación	3	4	4	4	3,75

*Tabla 2. Tabla multicriterio de alternativas, elaboración propia*

En base a la tabla multicriterio realizada, se procederá a escoger la alternativa más idónea para desarrollar. Cabe decir que la alternativa mecanismo hidráulico ofrecería un servicio adicional que facilitaría al usuario el plegado del caballete, sin embargo sus prestaciones en cuanto al resto de criterios es tan bajo que es el primero en ser descartado.

En cuanto a la posibilidad de construir un brazo externo donde incluir el sistema de bloqueo, la calificación obtenida ha sido igualmente desfavorable. Esta calificación se ha asignado sin tener en cuenta las problemáticas de falta de espacio y fragilidad frente al mal uso, por lo que la idea ha sido igualmente descartada.

Similar es la ponderación total que resulta para la opción de incluir un electroimán para generar el bloqueo. Esto ha sido de nuevo sin considerar el inconveniente que se ha visto a raíz del cálculo de la intensidad que sería necesario suministrarle desde la batería de la moto. Por lo tanto, no se ha considerado tampoco esta alternativa como la más adecuada.

Las dos opciones restantes han recibido una puntuación parecida, éstas son por un lado la posibilidad de utilizar un pestillo que atraviese la estructura del caballete y por otro la de incluir en la propia articulación un mecanismo que la bloquee.

Como ya se ha mencionado, para desarrollar la opción consistente en el pestillo sería necesario hacer un estudio de tensiones para comprobar que el orificio creado en la estructura no compromete su función básica, para lo que serían necesarios datos propios de la empresa fabricante de los que no se dispone para realizar el estudio. Además, cuanto mayor fuese el diámetro de este orificio más se vería comprometida la pata frente a la fuerza que debe soportar. Esto va en contraposición al pestillo que se introduciría para el bloqueo, que soportaría una fuerza mayor ante un intento de plegar el caballete cuanto mayor fuese su diámetro.

En base a los criterios planteados se ha decidido que la más adecuada es la última presentada, consistente en soldar un saliente alargado de acero en el tubo de la articulación e incluir un mecanismo en el tubo adyacente que al activarse entrase en contacto dicho saliente, quedando el caballete bloqueado en su posición.

## 8. Mejor solución, descripción técnica

### 8.1. Funcionamiento

El funcionamiento del dispositivo planteado es muy simple y comienza cuando un usuario del servicio sharing termina su viaje y se dispone a estacionar. En el momento en el que el conductor da por finalizado el viaje en su aplicación móvil, el sistema se activa y sale la placa de bloqueo para realizar su función.

Lógicamente para que esto ocurra el usuario deberá haber desplegado el caballete para apoyar la moto, lo cual es detectado por un sensor de posición. Este sensor de posición viene instalado de serie en muchos modelos del mercado, sobretodo en caballetes de tipo lateral, para no permitir iniciar la marcha si el caballete está extendido. Esta es una medida de seguridad para prevenir accidentes de tráfico, pero al referirse este estudio a scooters con caballete de tipo central habrá que comprobar para cada modelo la presencia de este sensor.

El dispositivo consiste en, por un lado, el saliente soldado en la barra de la articulación y, por otro lado, el mecanismo interior a la barra perteneciente al chasis. Este segundo mecanismo es el que activaría el bloqueo al extraer una placa de acero que entrase en contacto con la soldadura para no permitir la rotación del conjunto.

Para ello dentro del tubo del chasis debería instalarse un motor que controlase el movimiento de la placa que se extrae. Bastaría con unir el motor a un mecanismo simple de biela manivela para transformar la rotación del motor a un movimiento rectilíneo.

El motor se uniría al sistema eléctrico del vehículo, por lo que deberá ir conectado a la batería de la moto, que le proporciona una tensión máxima de 12V.

### 8.2. Componentes

Como se ha descrito en el punto anterior, la solución presentada no cuenta con un gran número de componentes. Se dividen los necesarios entre piezas específicamente diseñadas y elementos comerciales que se deberán adquirir.

En cuanto a los elementos comerciales, será necesario un motor con tensión de trabajo de 12 V y una serie de rodamientos que formarán las articulaciones del mecanismo interior que activa el mecanismo.

En el mercado existen infinidad de modelos de motores que cumplen con las especificaciones de trabajo, como ejemplo se han visto varios de la marca Robokits India que cumplen ampliamente con todas las características.

En lo que respecta a las piezas específicamente diseñadas, se deberá hacer un estudio más exhaustivo del espacio disponible para instalar el mecanismo para poder dimensionarlas con exactitud.

A pesar de no conocerse las medidas es procedente especificar los componentes imprescindibles para el funcionamiento del sistema. Para comenzar, la base del bloqueo es la pieza de acero soldada a la barra de la articulación, que tendrá aproximadamente la longitud de la misma.

La otra pieza responsable del bloqueo es la placa de acero que tendrá la misma longitud que la pieza soldada y deberá tener las dimensiones adecuadas para caber en el tubo que forma parte del chasis y a su vez entrar en contacto una vez desplegada con el apéndice soldado para generar el bloqueo.

Por otro lado, será necesario diseñar el mecanismo interior que controlará el movimiento. En un principio este posible mecanismo se presenta como un sistema biela manivela que una el motor con la placa de acero, por lo que será imprescindible diseñar el sistema biela manivela también en función del espacio disponible dentro del tubo y de las tensiones generadas por la acción de fuerzas en el movimiento.

Por último sería necesario diseñar una forma de conectar el motor a la fuente de alimentación de la moto eléctrica, lo cual se realizaría con del mismo modo que el resto de componentes del scooter según convenga al fabricante.

Se pretende elegir un diseño para las piezas que sea ergonómico para el usuario de la motocicleta y para la persona encargada de la instalación y mantenimiento. Al mismo tiempo se intentará que vaya acorde con las características de la moto de manera que no afecte negativamente a la apariencia de la moto una vez instalado.

### **8.3. Material**

Como se ha mencionado el dispositivo diseñado constará de piezas comerciales como el motor, rodamientos, etc. Además, incluirá una serie de piezas que forman el mecanismo que deberán ser diseñadas específicamente en este proyecto. Se ha pensado buscar un material común para todas estas piezas de diseño propio pensando en que el hecho de que sean todas de un mismo material facilitaría su fabricación y abarataría costes.

Se seleccionará el material en función de las características y limitaciones que deberá cumplir para que el dispositivo funcione correctamente. La más importante será, a priori, que aguante a compresión la carga que ejercerá el peso de la moto sobre él al estar aparcada, con un margen de seguridad. De la misma forma deberá cumplir unas resistencias mínimas a tracción, torsión y flexión. También deberá ser resistente a agentes externos, tener un peso relativamente ligero para no afectar a las prestaciones de la moto y se pretenderá que sea lo más económico posible.

Desde un principio se ha considerado que el material más adecuado para esta cuestión es el acero, que se ajusta a la perfección a las necesidades descritas.

Se seleccionará un material que además de cumplir una serie de requisitos a nivel de características mecánicas y físicas, sea fácil de trabajar mediante fundición, mecanizado y soldadura. Con esto se ha estipulado finalmente que es necesario que el material empleado cumpla las siguientes características:

- Elevadas propiedades mecánicas: Resistencia a la tensión elevada, alto límite elástico, dureza elevada.
- Gran resistencia a la corrosión ya que va a estar expuesto a condiciones atmosféricas puesto que está en contacto con el medio ambiente.
- Buena confortabilidad y buen mecanizado.
- Buena soldabilidad.

Para cumplir con estas características y pensando en materiales que cuenten una buena relación calidad-precio se ha visto que emplear acero inoxidable para conformar todas las piezas diseñadas es lo más recomendable.

De entre los aceros se ha seleccionado la gama de aceros austeníticos debido a que sus propiedades coinciden en buena medida con las requeridas para el material a emplear. Dentro de los aceros austeníticos se barajó emplear el AISI 301 pero finalmente se optó por el AISI 304 debido a su mayor resistencia a la corrosión que el anterior.

El acero AISI 304 tiene propiedades adecuadas para gran cantidad de aplicaciones. Se recomienda para construcciones ligeras soldadas que requieran buena resistencia a la corrosión. Tiene buen desempeño en temperaturas elevadas (800 a 900° C) y buenas propiedades mecánicas. Es recomendable cuando se requiera soldar altos espesores de material.



Posee excelentes características de embutido y conformado, las cuales permiten una buena profundidad de embutido sin necesidad de ningún tratamiento térmico intermedio. Tiene un nivel más bajo de carbono que el tipo 302, lo cual que permite minimizar la cantidad de precipitación del carburo de cromo y la tendencia de corrosión intergranular en un rango de temperatura de 426 a 900 °C. Ya que este gradiente de temperatura ocurre en el área adyacente a la zona afectada térmicamente por la soldadura, el tipo 304 es recomendado para la construcción de soldaduras bajo algunas condiciones corrosivas cuando no es posible un recocido después de la soldadura. Además, permite soldar calibres gruesos.

Ventajas del acero AISI 304:

- Alta resistencia a la corrosión
- Excelente formabilidad
- Facilidad de fabricación
- Facilidad de limpieza
- Buena soldabilidad
- Amplio rango de propiedades mecánicas en condiciones de recocido y trabajado en frío.
- Buena apariencia
- Alta resistencia con bajo peso
- Buena resistencia a temperaturas criogénicas

El acero AISI 304 tiene una excelente resistencia a la corrosión en muchos ambientes. Esta aleación sirve para un amplio rango de ambientes moderadamente oxidantes y moderadamente reductores. Soporta oxidación ordinaria en la arquitectura y otra clase de piezas. Resiste químicos orgánicos y una amplia variedad de químicos inorgánicos. Este tipo de acero también es resistente al ácido nítrico.

El acero inoxidable de tipo AISI 304 puede ser soldado por técnicas convencionales de soldadura por fusión y resistencia (GTAW, TIG, GMAW, MIG, SAW).

Como ocurre en otros aceros inoxidables austeníticos, donde el contenido de carbón es mayor a 0,03%, la aleación 304 es susceptible a la corrosión intergranular en la zona afectada térmicamente por la soldadura, cuando la aleación es enfriada lentamente o recalentada dentro de un rango de temperatura de 425 a 815 °C

El AISI 304 tiene buenas propiedades de embutido, que es el procedimiento más común para la deformación de láminas metálicas. La combinación de su bajo límite elástico y un alto alargamiento son factores importantes en la optimización de operaciones de embutido.

Este tipo de acero tiene buenas propiedades también para ser conformado mediante

fundición. Además, sus propiedades físicas permiten que sea trabajado fácilmente mediante mecanizado.

En cuanto al precio, el acero inoxidable tiene un valor en el mercado variado que depende de cómo se compre dicho acero (tochos, laminas, ...) del tratamiento que tenga (laminado en frío o caliente) y de la zona donde se compre.

## 9. Usuarios y ergonomía

El dispositivo creado contará con numerosos usuarios, ya sea de forma directa o indirecta, que deberán tener una relación satisfactoria con él. Con esto se pretende indicar que todas las partes relacionadas con el proyecto deberán ser contentadas en la medida de lo posible para que la implantación del sistema sea viable.

Primeramente, definimos el usuario razón de ser de nuestros sistemas, que en este caso son las empresas de sharing. La problemática del trabajo tiene su origen en una necesidad de proteger del vandalismo el patrimonio de aquellas empresas que ofrecen servicios de motocicletas compartidas, por lo que son en quien se centran los objetivos. Por la tanto la dedicación se dirigirá sobre todo a cumplir sus requisitos.

Otros usuarios esenciales del proyecto pueden ser los usuarios del servicio, el fabricante de las piezas, los encargados del montaje, la persona que realiza un uso indebido del servicio o vándalo, el ayuntamiento de Barcelona y los peatones de la vía en que están las scooters.

Una vez conocidos los principales usuarios y su participación en el entorno del sistema, también se han tenido en cuenta sus necesidades. Se procederá a desglosar brevemente los distintos requerimientos que cada usuario que se ha tomado en consideración requiere.

### Empresa de sharing:

Para el usuario principal, sus preocupaciones más destacables residen en la efectividad del diseño. La empresa de sharing que quiera incorporar el dispositivo a su modelo busca fundamentalmente encontrar una solución al problema. Otra prioridad lógica reside en la rentabilidad económica. Sin embargo, el coste a pagar por la inversión inicial en el sistema es secundario, ya que la incorporación del dispositivo permitiría ahorrar en gastos de logística y mantenimiento al asegurar que cada scooter de la flota se encontrará donde fue estacionada por el último usuario hasta la siguiente utilización.

La empresa de sharing también tendrá la necesidad de que el dispositivo sea fácil de instalar e implementar su mecanismo al funcionamiento normal del scooter eléctrico.

### Cliente de sharing:

Para el cliente de sharing el sistema de bloqueo del caballete no debe alterar el servicio que recibe, en el sentido de que no debe suponer para él un problema añadido a la hora de utilizar un scooter.

Debe ser por tanto un sistema totalmente automático y que no añada pasos al proceso de utilización de una motocicleta. Para ello el sistema debe estar totalmente integrado en el

funcionamiento del proceso de reserva, de manera que al identificarse éste como usuario registrado y proceder a utilizar la moto el caballete debe quedar desbloqueado.

#### Fabricante y montaje:

Para los usuarios encargados de realizar el mecanismo desde la fabricación de las piezas las necesidades residen en que el diseño sea simple y que las piezas que lo compongan no tengan una forma complicada de conformar.

El objetivo será que se pueda producir la mayor cantidad de mecanismos al menor coste posible cumpliendo con las especificaciones requeridas, manteniendo la calidad.

#### Vándalo y usuario de la vía:

A pesar de ser el causante de la problemática a resolver, la persona que hace un uso inadecuado del servicio de sharing también tiene unas necesidades al relacionarse con el mecanismo que se quiere crear.

Estas necesidades coinciden con las de los usuarios de la vía en que esté la motocicleta aparcada, que no pueden ver alterada su seguridad por estar cerca del mecanismo.

Éstos requerimientos pueden ser que el mecanismo sea seguro y que el bloqueo de la pata no comporte un riesgo para la integridad física, no deben sobresalir del modelo aristas vivas que sean supongan un peligro para quien se acerque a la moto. Además, los mecanismos de cierre y bloqueo no pueden permitir que los objetos pequeños como prendas de ropa, accesorios o incluso los dedos de los más pequeños se queden enganchados.

#### Ayuntamiento:

El ayuntamiento es un usuario ya que la actividad de las empresas de sharing se realiza bajo su supervisión. Tendrá por tanto unas necesidades asociadas que vienen relacionadas con el impacto que tienen las empresas de vehículos compartidos en la ciudad. Sus necesidades vienen dadas por la problemática de movilidad en la ciudad mencionada y por tanto consisten en que el dispositivo incentive el uso de esta modalidad de transporte de personas.

## 10. Planificación del proyecto

Se realizará un estudio de las distintas fases que se deberán completar para llevar a cabo el proyecto y finalmente introducir el dispositivo en el mercado del sharing. Se considerará como proyectos diferenciados este estudio de valoración posibilidades y desarrollo de un sistema viable, y el proyecto de construcción de un prototipo con el que ensayar que pudiera ser más visual para saber en qué medida se ha ofrecido una solución al problema.

### 10.1. Proyecto propuesta de dispositivo automático de bloqueo para caballete

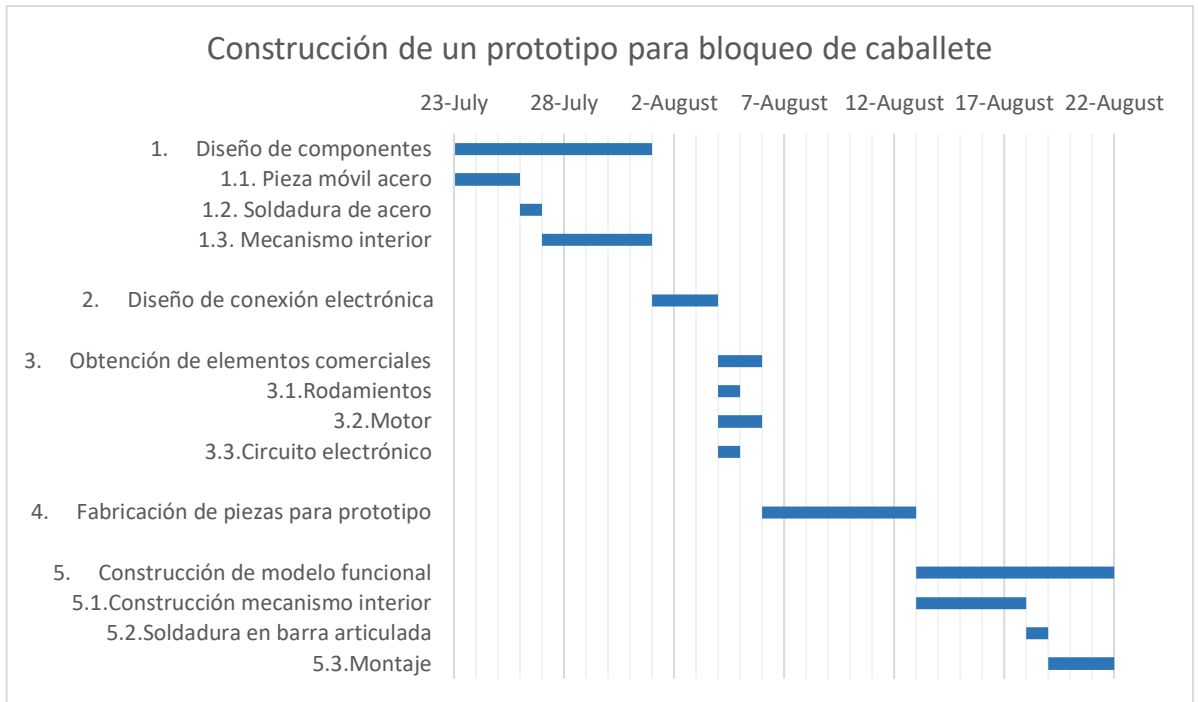
En cuanto al proyecto realizado, se considera oportuno realizar un desglose en forma de organigrama de las tareas ya realizadas y para completar el estudio.

1. Estudio preliminar
  - 1.1. Análisis de problemática
  - 1.2. Definición de objetivos
  - 1.3. Estudio de mercado
  - 1.4. Análisis de usuarios
  - 1.5. Variables y condicionantes del sistema
  - 1.6. Restricciones y limitaciones
  - 1.7. Establecer criterios de valoración
2. Resolución del problema
  - 2.1. Presentación posibles soluciones
  - 2.2. Valoración viabilidad alternativas
  - 2.3. Tabla multicriterio
  - 2.4. Elección de alternativa
  - 2.5. Análisis profundo mejor solución
  - 2.6. Ergonomía
3. Análisis de impacto ambiental
4. Estudio económico
  - 4.1. Diseño conceptual
  - 4.2. Obtención del material
  - 4.3. Obtención de componentes comerciales
  - 4.4. Diseño y fabricación de piezas
  - 4.5. Montaje e instalación

## **10.2. Proyecto construcción de prototipo para ensayo de bloqueo de caballete**

Por otro lado, crearemos un diagrama de Gantt de las tareas a realizar para conseguir diseñar un prototipo funcional con el que comprobar el grado de resolución de la problemática al que se ha llegado.

1. Diseño de componentes
  - 1.1. Pieza móvil acero
  - 1.2. Soldadura de acero
  - 1.3. Mecanismo interior
2. Diseño de conexión electrónica
3. Obtención de elementos comerciales
  - 3.1. Rodamientos
  - 3.2. Motor
  - 3.3. Circuito electrónico
4. Fabricación de piezas para prototipo
5. Construcción de modelo funcional
  - 5.1. Construcción mecanismo interior
  - 5.2. Soldadura en barra articulada
  - 5.3. Montaje



*Fig.15. Diagrama de Gantt para la construcción de un prototipo, elaboración propia*

## 11. Impacto ambiental

Este proyecto nace con una clara implicación con el medio ambiente. Se busca mejorar los servicios de vehículos compartidos, de manera que se fomente su uso con el objetivo de dar solución a la problemática del tráfico en la ciudad.

Por esta razón es ineludible realizar un estudio de impacto ambiental para asegurarnos de que en ninguna fase se realizan acciones o se generan residuos que puedan ser perjudiciales para el medio ambiente.

En todo momento durante el proyecto se ha intentado tener en cuenta la huella que generan los distintos procesos necesarios para la realización del proyecto. La elección de materiales por ejemplo estuvo determinada por que éste pudiera ser reciclable o lo que es lo mismo proveniente de materiales reciclados.

Aunque es cierto que la solución desarrollada estará compuesta de diferentes materiales, ya que se han agregado artículos al margen de las piezas que es necesario fabricar, podemos afirmar que la mayor parte del volumen del sistema estará compuesta de acero inoxidable.

Se tendrá en cuenta en el análisis el impacto causado por la materia prima utilizada, la fabricación y las posibilidades que se ofrecen para no desperdiciar el material al final de su vida útil.

El acero es de los materiales más utilizados en la fabricación de estructuras, su presencia en el mundo de la ingeniería está ampliamente extendida desde hace siglos. No se requiere por tanto la creación de un sistema de obtención ni fabricación específico que pueda suponer un impacto ambiental destacable. Es además uno de los materiales más amigables con el medio ambiente, ya que es además de ser sencilla su reciclabilidad, si se selecciona correctamente el tipo de acero y el acabado que se le da a las piezas, éstas permanecerán atractivas además de funcionales durante el tiempo que dure la vida del mecanismo.

En los sistemas de puntuación internacionales como LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), que es un sistema de certificación voluntario desarrollado por el US Green Building Council, los revestimientos y techos exteriores de acero inoxidable tienen un papel importante en la buena calificación que reciben las estructuras que los contienen, debido a su resistencia a la corrosión y, por lo tanto, mayor vida útil y bajo mantenimiento. Otra ventaja importante del uso de acero inoxidable es su alto contenido de material reciclado y la posibilidad de reutilizar el material en caso de renovación [8].

Hay dos tipos de chatarra en la producción de acero inoxidable, que son la chatarra recuperada y la chatarra industrial. La chatarra industrial incluye devoluciones industriales



o restos derivados de la producción, mientras que la chatarra recuperada es la que nos incumbe en mayor medida, ya que corresponde a equipos industriales y productos de construcción que han llegado al final de su vida útil.

El valor intrínseco de sus elementos constituyentes es la razón por la cual el reciclaje de acero inoxidable es una práctica común. Hoy en día, el acero inoxidable está compuesto por aproximadamente un 60% de contenido reciclado, que incluye alrededor del 25% de chatarra recuperada, 35% de chatarra industrial y 40% de nuevas materias primas.

Se necesitan tecnologías sofisticadas para separar y preparar cada tipo de aleación durante el proceso de reciclaje. La chatarra se analiza químicamente y se almacena por tipo. Después se funde en función de los requisitos específicos del cliente y se transporta a las fábricas. La chatarra junto con otras materias primas se mezcla en el horno eléctrico. Dentro del horno, se utilizan electrodos de carbono para aumentar la temperatura y fundir varios restos de acero, aleación de cromo y otras adiciones. El material líquido se transfiere luego a un recipiente donde se reducen los niveles de carbono y se agregan los elementos de aleación finales. El acero inoxidable crudo líquido se solidifica en lingotes o por colada continua. Finalmente, un proceso de conformado adicional permite dar la forma definitiva deseada.

Como conclusión, podemos afirmar que, aunque la producción de energía necesaria para la fabricación y montaje no tendrá un impacto nulo, el sistema de bloqueo para caballete de motosharing no afectará negativamente al medio ambiente.

## 12. Presupuesto del proyecto

Para calcular del coste total de la realización del proyecto se separarán los gastos entre diferentes categorías, ya que de esta forma será más sencillo evaluar como evolucionaría el coste del sistema en función del volumen de producción final para un caso de producción en serie. De esta forma se podrán diferenciar los gastos propios del estudio y diseño de los propios de la construcción del dispositivo.

Sin entrar en detalle, se pueden hacer las siguientes suposiciones para los principales grupos de gastos que se contemplan en un principio:

### Diseño conceptual:

Se recoge en esta categoría el coste del estudio ya realizado y recogido en este informe. Se estima que se han empleado un total de 300 horas para su realización, lo cual multiplicado por el salario aproximado de un ingeniero, de 20 €/h, da un coste total de 6000 € para este apartado del proyecto.

### Obtención de materiales:

El precio del acero AISI 304 que se ha seleccionado para la fabricación de las piezas del mecanismo varía en función de muchos factores como pueden ser la cantidad adquirida, la forma con que se adquieren o si presentan ya un acabado. Sin embargo, para realizar una estimación se utilizará el precio actualizado del mercado [9]. Sabemos tras las pertinentes conversiones de unidades que este precio es de 2,14 €/kg.

El conjunto de piezas que será necesario formar a partir del acero tiene unas dimensiones reducidas, del orden de no más de 100 cm<sup>3</sup>. Para la construcción de un único dispositivo se estima por tanto que sería suficiente con disponer de en torno a 1 kg de acero, lo cual equivale a un coste de materias primas de 2,14 €.

### Obtención de componentes comerciales:

Como se ha detallado en el desglose de componentes del dispositivo, su funcionamiento estará accionado por un motor de 12 V que será necesario comprar a una empresa externa. Se ha seleccionado un modelo de la marca Robokits India que cumple con las especificaciones de diseño y que tiene un precio de 21,72 € la unidad.

Por otro lado, según el modelo en que se instale el dispositivo, puede que sea necesario incorporar el sensor de posición del caballete que controla cuándo se debe activar el

funcionamiento de bloqueo. En caso de que esto fuera necesario se podría adquirir un sensor comercial por un precio que rondaría los 20 euros por la compra de una única unidad.

También sería necesario tener el cableado y los elementos electrónicos necesarios para realizar la conexión eléctrica de todo el sistema, pero se considera que este coste es negligible frente a las cifras con que se trabaja en el proyecto.

#### Diseño y construcción de piezas:

Antes de comenzar la construcción del mecanismo será necesario diseñar algunos componentes como las barras y el mecanismo interior de forma detallada. Para esto se necesitan una aproximación de 8 horas de trabajo de un ingeniero. Esto, considerando un sueldo a pagar de 20 €/h constituiría un gasto de 160 €.

Tras la obtención de las planchas de acero y conociendo las medidas finales que deberán cumplir, será necesario darles la forma deseada. Por un lado, deberemos conformar la barra para soldar a la articulación y la plancha móvil que entraría en contacto con este tope, mientras que por otro lado sería necesario construir los elementos que actuarán como biela y manivela en el mecanismo exterior.

Se estima que una sola persona cualificada y con el equipo necesario, digamos una máquina de conformado por control numérico, podría realizar esta tarea en unas 4 horas, lo cual multiplicado por el salario de 20 €/h de la persona cualificada resulta en 80 €.

#### Montaje e instalación:

Una vez obtenidas las piezas sería necesario realizar el montaje e instalación de las mismas. Primeramente, sería necesario soldar la barra a la articulación. También se incluye en este apartado el ensamblaje del mecanismo y de la conexión eléctrica entre el motor y la batería del scooter.

Para realizar todos estos procesos se estima que sería necesaria una dedicación de 8 horas de trabajo de un técnico, lo que multiplicado por un salario supuesto para el técnico de 15 €/h resulta en un coste de 120 €.

### Tabla de presupuestos para primera unidad

Concepto	Coste (€)
Diseño Conceptual	6000
Obtención de materiales	2,14
Motor	21,72
Sensor de posición	20
Diseño final de piezas	160
Construcción de piezas	80
Montaje	120
<b>TOTAL</b>	<b>6403,86</b>

Al margen de los 6000 € que se han asignado al estudio de posibles soluciones, el coste total de realización para una primera unidad sería por tanto de 403,86 €, pero como se ha mencionado este coste se reduciría enormemente para el caso de una partida de producción de más unidades. Para comenzar los gastos del diseño conceptual se repartirían entre las unidades producidas. De la misma forma toda la obtención de materiales y componentes se abarataría enormemente para el caso de un volumen de compra mayor.

Asimismo, el precio del conformado de las piezas y el montaje final se reduciría radicalmente para el caso de una producción en serie, por lo que el proyecto parece totalmente viable a la vista de los gastos de logística y mantenimiento que ahorraría a la empresa de sharing que decidiese incorporarlo.

Resumiendo, para una producción en serie ya no serán necesarios para cada unidad los gastos de diseño conceptual y diseño final de piezas. Por esta razón el gasto unitario sería, sin tener en cuenta la reducción de precios por la producción automatizada y por volúmenes de compra mayores, de 243,86 €.

## Conclusiones

El objetivo principal del proyecto era encontrar una solución real y viable para el problema que supone el hecho de poder desbloquear el caballete de las scooters de sharing sin ser usuario del servicio.

Se ha reflejado en el presente documento que las empresas de vehículos compartidos tienen un impacto positivo en la movilidad de personas en la ciudad. Esto siempre ha estado presente en el estudio, pretendiéndose fomentar el crecimiento de estas empresas al buscar una solución para este problema que les genera gastos innecesarios.

Para ello se ha realizado un análisis de las distintas opciones que existen en Barcelona para contratar un servicio de este tipo, centrándose el estudio en el scooter Torrot Muvi, del que se ha analizado con más detalle el mecanismo interno.

Tras un proceso de estudio de alternativas se ha conseguido llegar a una solución totalmente viable y sencilla de implementar. Desgraciadamente no se ha podido realizar un análisis más profundo por falta de datos propiedad del fabricante a los que no se ha podido acceder.

Aunque no se ha podido desarrollar la idea con un grado alto de detalle, se considera como muy satisfactoria la solución a la que se ha llegado ya que cumple con los requisitos que se le han impuesto a lo largo del transcurso del trabajo. Éstos han sido principalmente que el dispositivo fuese sencillo, automático, compacto, robusto y que no generase complicaciones a largo plazo en el caso de una posible implementación.

## Bibliografia

- [1] Landwerlin, Gerardo Meil; Sánchez, Luis Ayuso. *MOVILIDAD LABORAL GEOGRÁFICA Y VIDA FAMILIAR*.
- [2] Elliot Martin, Ph.D; Susan Shaheen, Ph.D. , *Impacts of car2go on Vehicle Ownership, Modal Shift, Vehicle Miles Traveled, and Greenhouse Gas Emissions*.
- [3] RACC, *Uso de los vehículos compartidos en Barcelona*
- [4] Kennedy, Pagan "Who Made That Kickstand?". New York Times (2013-06-27).
- [5] Hilzinger, Rainer ; Rodewald, Werner; *Magnetic materials : fundamentals, products, properties, applications*, Hanau : Vacuumschmelze, 2013. - 608 p.
- [6] Ficha técnica electroimán comercial Selter S.A.
- [7] EN 10088-2. Stainless steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes. Brussels: European Committee for Standardization (CEN); 2005.
- [8] Rossi, B. (2014). Discussion on the use of stainless steel in constructions in view of sustainability. *Thin-Walled Structures*, 83, 182-189.

## Bibliografía complementaria

### Oferta de sharing en Barcelona

<https://www.electromotos.net/>

<https://www.emco-e-scooter.com/es/sharing/>

<https://www.silence.eco/s02/>

<https://www.muving.com/>

<https://torrot.com/>

<http://www.govecs.es/>

### Despiece de la Torrot Muvi

<https://torrot.com/es/motocicletas/6/68/muvi-busines>

## **Mecánica de la motocicleta y patentes consultadas**

William H. Crouse, *Mecánica de la motocicleta: 1*, Abril 1992

Günter Baron, *KICKSTAND FOR A MOTORCYCLE*, Nov.29,1983 United States Patent

Official Gazette of the United States Patent Office: *Patents, Volumen 906*. Páginas 1356 y 1505.

*Official Gazette of the United States Patent, Volumen 1185, Número 3, Página 1612.*

SILVA, Leroy F.; FISHER, Darwayne. *Motorcycle kick stand*. U.S. Patent No 5,388,848, 14 Feb. 1995.

## **Estimación de la fuerza de una persona**

Rod Cross, *Standing, walking, running, and jumping on a force plate* Physics Department, University of Sydney, Sydney, New South Wales 2006, Australia Received 4 June 1998; accepted 18 August 1998□

Garg A, Waters T, Kapellusch J, Karwowski W. *Psychophysical basis for maximum pushing and pulling forces: A review and recommendations*. Int J Ind Ergon. 2014;44(2):281-291. doi:10.1016/j.ergon.2012.09.005

## **Materiales**

CALLISTER, William D.; RETHWISCH, David G. *Materials science and engineering*. NY: John wiley & sons, 2011.

## **Precio acero inoxidable**

<https://agmetalmine.com/metal-prices/stainless-steel/>