

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática  
y de Telecomunicación

# Adaptación de motores eléctricos a silla de ruedas con autonomía



Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico

Trabajo Fin de Grado

Autor: Sergio Cruz Hernández

Director: José Ramón Alfaro

Pamplona, 14 de Enero de 2022

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **INDICE**

<b>1.- Resumen y palabras clave .....</b>	<b>3</b>
<b>2.- Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>3.- Tipos de sillas de ruedas.....</b>	<b>5</b>
<b>4.- Objetivos del trabajo .....</b>	<b>11</b>
<b>5.- Normativa .....</b>	<b>11</b>
<b>6.- Investigación del mercado .....</b>	<b>13</b>
<b>7.- Especificaciones .....</b>	<b>13</b>
<b>8.- Desarrollo del diseño .....</b>	<b>13</b>
<b>9.- Problemas surgidos .....</b>	<b>33</b>
<b>10.- Montaje del kit y herramientas necesarias .....</b>	<b>33</b>
<b>11.- Presupuesto y estudio de viabilidad.....</b>	<b>39</b>
<b>12.- Cumplimiento de especificaciones.....</b>	<b>41</b>
<b>13.- Conclusiones y mejoras .....</b>	<b>42</b>
<b>14.- Bibliografía .....</b>	<b>42</b>
<b>15.- Anexo I: Planos .....</b>	<b>44</b>

# **1.- Resumen y palabras clave**

## **1.1.- Resumen**

Este trabajo trata sobre la adaptación de dos motores eléctricos a una silla de ruedas, para obtener ayuda por parte del motor a la hora de impulsar manualmente la silla por la persona que la ocupa, o bien cuando es empujada por otra persona acompañante. El presente trabajo se desarrollará para la ayuda de la instalación de los componentes a la silla, como son, dos motores, dos controladores, dos pulsadores, dos platos engranados con las cadenas y dos baterías. A parte de adquirir los kits de los motores y la silla, habrá que fabricar dos piezas para colocar los pulsadores y otras piezas de plástico para sujetar los controladores y las baterías, aunque se puede sujetar de maneras diferentes sin necesidad de fabricar piezas.

## **1.2.- Palabras clave**

Silla de ruedas, motor, eléctrica, instalación, SolidWorks, movilidad reducida.

## **1.3.- Abstract**

This work deals with the adaptation of two electric motors to a wheelchair, to obtain help from the motor when manually propelling the chair by the person who occupies it, or when it is pushed by another accompanying person.

The present work Will be developed to help the installation of the components to the chair, such as, two motors, two controllers, two push buttons, two plates Meshed with the chains and two batteries. Apart from acquiring the kits for the motors and the chair, it Will be necessary to manufacture two pieces to place the pushbuttons and other plastic pieces to hold the controllers and batteries, although it can be attached in different way without the need to manufacture parts.

## **1.4.- Keywords**

Wheelchair, engine, electric, installation, SolidWorks, reduced movility.

# **2.- Introducción**

Este documento recoge la memoria correspondiente del Trabajo de Fin de Grado del alumno Sergio Cruz Hernández, estudiante de Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico en la Universidad Pública de Navarra.

Este trabajo ha sido realizado con el fin de mejorar o facilitar el día a día de personas con movilidad reducida. Durante el desarrollo de la presente memoria se hablará más en concreto de todos los aspectos, pero para comenzar se debe conocer que este proyecto tratará sobre la instalación de un kit de bicicletas eléctricas a una silla de ruedas para minimizar el esfuerzo del usuario.

## **2.1.- Datos sobre movilidad reducida en España**

Numerosas personas en el mundo tienen la movilidad reducida por diferentes motivos como pueden ser de nacimiento, accidentes, etc. En España hay 2,5 millones de personas con movilidad reducida, es decir el 5,3% de la población. (1)

## **2.2.- Discapacidad física y tipos**

Se define como discapacidad al fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive. Esta definición engloba los problemas que afectan a una estructura o función corporal, a las limitaciones en la actividad y a las restricciones en la participación que conlleva.

La discapacidad física motórica se da cuando una persona presenta un estado físico que le impide de forma permanente e irreversible moverse con la plena funcionalidad de su sistema motriz. Afecta al aparato locomotor e incide especialmente a las extremidades, aunque también puede aparecer como una deficiencia en la movilidad de la musculatura esquelética.

La mayor parte de la discapacidad física (más del 80%) es sobrevenida después de nacer, debido a condiciones comunes y accidentes. También una pequeña minoría pueden surgir durante el embarazo, durante el parto o por problemas genéticos.

### **2.2.1.- Tipos de discapacidad física**

Se dice de discapacidades físicas orgánicas a aquellas que afectan a la cabeza, la columna vertebral y las extremidades inferiores y superiores. Se llama afectación de órganos y vísceras a las que afectan a los aparatos respiratorios, cardiovascular, digestivo y urinario y a los sistemas metabólico e inmunológico. Y déficits de las estructuras musculares a las relacionadas con el movimiento de las extremidades. Estas últimas se califican según la gravedad, la naturaleza de los cambios que produce en el movimiento y su localización.

Las deficiencias se denominan según el número de extremidades y las partes del cuerpo que afectan: la monoplejía es la parálisis de una única extremidad, la paraplejía es la parálisis de la mitad inferior del cuerpo, la tetraplejía es la pérdida de movilidad en todas las extremidades y la hemiplejía es la parálisis de un lado del cuerpo.

La discapacidad motora puede darse por una condición genética, como en el caso de la fibrosis quística, o debido a causas externas como accidentes y amputaciones. Sin embargo, otras veces puede aparecer como síntoma de algunas condiciones que afectan al cerebro, a la médula espinal o la propia musculatura. Algunas de las más comunes son las siguientes:

#### **Daños cerebrales:**

Daño Cerebral Adquirido (DCA): es una lesión repentina en el cerebro. Aparece de forma abrupta y puede presentar una gran variedad de secuelas, entre ellas alteraciones físicas.

## ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

Parálisis cerebral: se trata de una afectación crónica originada durante el desarrollo cerebral del feto. Produce graves efectos en la motricidad, tales como la rigidez, agitación, convulsiones o incluso una parálisis completa de la musculatura.

### Daños en la médula espinal:

Lesión en la médula espinal: una lesión en la médula espinal se produce cuando recibe demasiada presión y/o se le corta el riego sanguíneo y oxígeno.

Espina bífida: la espina bífida es una formación incompleta de la espina dorsal en el útero. En los casos graves puede conllevar discapacidades físicas como parálisis en las piernas.

Esclerosis múltiple: el daño de la capa de mielina que recubre la médula espinal puede ocasionar una gran diversidad de síntomas, entre ellos, la pérdida de control motriz y la disfunción del sistema locomotor.

### Daños en la musculatura:

Distrofia muscular: se trata de un conjunto de trastornos que conducen a la debilitación y la pérdida de masa muscular. Los síntomas pueden incluir dificultad para caminar, para respirar o tragar, y problemas en el corazón y otros órganos. (2)

## **3.- Tipos de sillas de ruedas**

Existe una amplia variedad de sillas de ruedas en el mercado. Existen para todo tipo de usuarios y de situaciones dependiendo de su diseño.

Los tipos de sillas que se pueden encontrar son:

### **3.1.- Silla de ruedas manuales**

Las sillas de ruedas manuales son las más habituales y se pueden utilizar en interior como en exterior. Se pueden fabricar en aluminio, acero o fibra de carbono, y también pueden ser personalizadas por un amplio tipo de accesorios.



*Ilustración 1. Silla de ruedas manual. (3)*

## ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

Existen numerosas medidas estándar, tanto para personas adultas como para niños, y también pueden hacerse a medida. Dentro de las sillas de ruedas manuales podemos encontrar autopropulsadas o no autopropulsadas:

### **3.1.1.- Silla de ruedas autopropulsadas**

Las sillas autopropulsadas son las que disponen de unos aros paralelos a las ruedas que permiten al usuario impulsarse de forma cómoda y ágil por sí solo.

Estas sillas están fabricadas para la independencia de las personas con problemas de movilidad en el tren inferior y con fuerza en los brazos.

Cuanto más grandes sea el diámetro de los aros, más sencillo resultará subir pendientes, resaltos y bordillos.



*Ilustración 2. Silla de ruedas autopropulsada. (4)*

### **3.1.2.- Silla de ruedas no autopropulsadas**

Se trata de las sillas que carecen de aros en las ruedas (y habitualmente tienen las ruedas traseras más pequeñas que las autopropulsadas). Estas están diseñadas para ser impulsadas por otra persona.



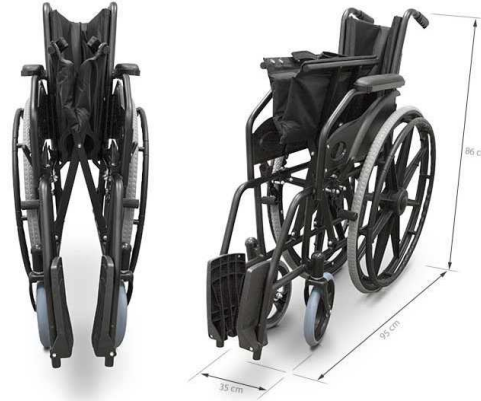
*Ilustración 3. Silla de ruedas no autopropulsada. (5)*

### **3.1.3.- Otros tipos de silla de ruedas manuales**

Dentro de las sillas de ruedas manuales encontramos distintas subcategorías:

- Silla de ruedas plegable:

Son ligeras, fáciles de llevar y transportar.



*Ilustración 4. Silla de ruedas plegable. (4)*

- Silla de ruedas de transferencia:

Especiales para hacer pequeños traslados de personas con problemas de movilidad.



*Ilustración 5. Silla de ruedas de transferencia. (6)*

- Silla de ruedas reclinables:

Cuentan con el respaldo reclinable para ofrecer la máxima comodidad al usuario en todo momento.



*Ilustración 6. Silla de ruedas reclinable. (7)*

ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

- Silla de ruedas basculantes:

Permiten realizar numerosos cambios de posturas (reclinación, basculación, elevación de piernas...) para ayudar al cuidador a ejecutar todo tipo de movilizaciones con el mínimo esfuerzo posible.



*Ilustración 7. Silla de ruedas basculante. (8)*

- Silla de ruedas bariátricas:

Están diseñadas para mejorar la movilidad de personas con sobrepeso u obesidad.



*Ilustración 8. Silla de ruedas bariátrica. (9)*

- Silla de ruedas de posicionamiento:

Se trata de dispositivos que ofrecen una amplia variedad de posiciones y que hacen la inmovilización forzosa más segura y agradable.



*Ilustración 9. Silla de ruedas de posicionamiento. (10)*



### **3.2.- Silla de ruedas eléctrica**

Las sillas de ruedas eléctricas cuentan con un motor, una batería y un cuadro de mando para facilitar los desplazamientos con el mínimo esfuerzo.

Estas también suelen llevar un freno manual y un freno motor para incrementar la seguridad durante los desplazamientos.

Además, permiten incorporar una gran variedad de extras para mejorar la seguridad, la comodidad y el confort de sus usuarios, así como luces, bocinas, cestas, mesas reclinables, etc.

Al igual que sucedía con las sillas de ruedas manuales, aunque se fabrican en numerosas medidas estándar tanto para personas adultas como para niños, también las hay para hacerlas a medida.



*Ilustración 10. Silla de ruedas eléctrica. (3)*

#### **3.2.1.- Silla de ruedas eléctrica de interior**

Las sillas de ruedas eléctricas de interior ofrecen un acceso total a cualquier parte del hogar a las personas con movilidad reducida.

Gracias a sus reducidas dimensiones y al menor radio de giro permiten a los usuarios moverse de forma cómoda y sencilla en pequeños espacios.

La autonomía de las sillas de ruedas eléctricas de interiores suele ser de hasta 28 km, siendo la velocidad media de unos 6 km/h.



*Ilustración 11. Silla de ruedas eléctrica de interior. (11)*

### **3.2.2.- Silla de ruedas eléctrica de exterior**

Las sillas de ruedas eléctricas de exterior son dispositivos que cuentan con una estructura robusta y unas grandes suspensiones para ofrecer a sus usuarios la mayor autonomía y el máximo confort durante sus desplazamientos exteriores.

Al contar con unas dimensiones algo superiores a las de las sillas eléctricas de interior, es posible que presenten algún problema a la hora de adentrarse en ascensores, puertas o pasillos estrechos.

La autonomía media de las sillas de ruedas eléctricas de exteriores es de hasta 35 km, siendo la velocidad máxima alcanzable de 10 km/h.



*Ilustración 12. Silla de ruedas eléctrica de exterior. (12)*

### **3.2.3.- Silla de ruedas eléctrica plegable**

Las sillas de ruedas eléctricas plegables son dispositivos ligeros, fáciles de llevar y de transportar. La mayoría de los modelos pueden plegarse y desplegarse en menos de 1 minuto.



*Ilustración 13. Silla de ruedas eléctrica plegable. (13)*

### **3.2.4.- Silla de ruedas eléctrica ligera**

Las sillas de ruedas eléctricas ligeras están fabricadas en aluminio, lo que reduce considerablemente el peso de la silla a una media de 24 kg dependiendo del modelo que sea.

Además de estos tipos de sillas de ruedas también es posible encontrar sillas de ruedas de bipedestación, sillas de ruedas salvaescaleras, sillas de ruedas deportivas y hasta sillas de ruedas para la playa. (3)



*Ilustración 14. Silla de ruedas eléctrica ligera. (14)*

## **4.- Objetivos del trabajo**

Este trabajo se ha desarrollado con el objetivo de crear una silla de ruedas eléctrica partiendo de una silla de ruedas normal, al igual que se puede hacer en las bicicletas, con mucho menor coste que comprarla nueva, y es un montaje que todo el mundo puede hacer, no es necesario tener ningún conocimiento de mecánica. Es un conjunto que puede ser utilizado por todo tipo de público (que disponga de algo de fuerza en los brazos), ya pueden ser usuarios jóvenes para circular más rápido que con una silla de ruedas convencional, o personas de edad más avanzada para que sean ayudadas al subir pendientes que solo con la fuerza de sus brazos no pueden subir. Después de mucho buscar solo se encontró un ejemplo de este tipo de sillas, y es cambiar las ruedas por unas nuevas e instalando los complementos, pero tiene un coste de hasta mucho más elevado que este modelo.

## **5.- Normativa**

Existen numerosas normativas para sillas de ruedas, y en este trabajo solo se tendrá en cuenta las más importantes a la hora de circular con una silla de ruedas, como es la normativa sobre rampas, y sobre todo las que hay que conocer a la hora de circular con una silla de ruedas eléctrica, como es por dónde circular y la velocidad, ya que con una silla de ruedas eléctrica se puede alcanzar velocidades más altas que circulando con una silla de ruedas manual autopropulsada.

## **5.1.- Rampas**

Entre los principales puntos que debe cumplir una rampa para sillas de ruedas destacan:

- La pendiente máxima de la rampa no puede superar el 10 % de desnivel cuando esta sea inferior de tres metros, 8 % para rampas de entre 3 y 6 metros y 6 % para rampas de mayor longitud.
- La longitud de la rampa no podrá ser superior a 9 metros, por lo que para recorridos superiores se deberá construir descansillos intermedios con una longitud mínima de 1,5 metros y con el mismo ancho de la rampa.
- Las rampas accesibles para sillas de ruedas deben estar construidas con un ancho mínimo de 1,2 metros.
- Es importante tener una zona tanto en el embarque como en el desembarque libre de obstáculos, siendo posible disponer de un espacio de cómo mínimo de 1,5 metros de diámetro con el objetivo de que los usuarios en silla de ruedas puedan maniobrar sin dificultad.
- En las rampas se deben instalar doble pasamanos junto con un zócalo y un bordillo que evite posibles accidentes, así como tener la superficie antideslizante. (15)

## **5.2.- ¿Por dónde circular?**

Esta es una de esas grandes preguntas que muchas personas se hacen cuando llega el momento de llevar una silla de ruedas con motor.

Al tener un motor eléctrico, lo lógico es tratar a estas sillas de ruedas como un vehículo, tal y como se hace con patinetes o scooters eléctricos, pero este caso es una excepción. Según el Anexo I de la Ley sobre tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y seguridad Vial, la persona que circule en una silla de ruedas, sea con motor o sin motor eléctrico, está considerado un peatón y no un conductor.

Según el artículo comentado anteriormente las sillas de ruedas con motor eléctrico si pueden circular por la acera. De hechos, es obligatorio circular por zonas peatonales, y solo en el caso de que la acera o la zona peatonal no esté habilitada para el uso de sillas de ruedas, se podrá hacer uso de la calzada o carretera, circulando por el arcén y sin entorpecer los vehículos.

Si se tiene la necesidad de usar la calzada o carretera, se debe hacer siempre por la derecha, obedeciendo en todo caso a las señales de tráfico como si se tratara de un vehículo motorizado más. Estará prohibido el uso de autovías y autopistas con sillas de ruedas.

Esta normativa de silla de ruedas a motor tiene una excepción, si la persona que utiliza la silla de ruedas no está incapacitada, se le considerará como un conductor y no como un peatón, por lo que, en ningún caso podrá circular por aceras y zonas peatonales.

(16)

### **5.3.- Velocidad**

Hay sillas de ruedas con motor que pueden alcanzar velocidades altas, pero se deben adaptar al tipo de calzada o zona peatonal por la que se circula en ese momento. El artículo 121 y siguientes el Capítulo IV de Reglamento General de Circulación se indica que, todo aquel que circula en una silla de ruedas con o sin motor, deberá hacerlo a velocidad de paso humano en zonas peatonales. En el caso de circular por el arcén, se deberán de adoptar las medidas de seguridad y precaución pendientes a tal efecto, circulando a una velocidad inferior a la mitad de la genérica indicada para cada categoría de vehículos.

Por motivos de seguridad, como se comentó anteriormente, queda prohibida la circulación de sillas de ruedas y scooters eléctricos en autovías y autopistas, aunque estos vehículos superen la velocidad de 60 km/h. (16)

## **6.- Investigación del mercado**

Después de mucho buscar en internet solo se ha encontrado un modelo que se pueda parecer a la idea de este trabajo, y el precio sería seis veces más que el de esta silla de ruedas, además no deja muy claro que sea una silla que ayude al impulsar las ruedas, sino, como las más comunes que hay que son de conducir con el mando que dispone el usuario en la parte delantera como si fuera un joystick.

## **7.- Especificaciones**

Una vez que se eligió la idea que se creía que era la mejor para este proyecto, se pasó a elegir las especificaciones que requiere este trabajo. Las especificaciones han sido las siguientes:

- Fácil de instalar y desinstalar.
- Debe ser lo más económico posible.
- Tener suficiente autonomía y potencia suficiente entre cargas de la batería.
- Ser posible adaptarse en la mayoría de las sillas de ruedas existentes en el mercado.
- Ser lo más seguro posible.

## **8.- Desarrollo del diseño**

El objetivo de este trabajo es adaptar dos motores eléctricos a una silla de ruedas convencional para obtener así una silla de ruedas eléctrica con un coste reducido. Durante el desarrollo del modelo surgieron numerosos problemas, y se han intentado solventar lo mejor posible para hacer que sea lo más real posible, ya que se trata de comprar un kit completo del motor eléctrico de una bicicleta y adaptarlo a la silla. Como modelo inicial de silla puede valer cualquiera, pero en este caso fue la silla de ruedas autopropulsable AIESI AGILA BASIC escogida para compra directa en la página Amazon, aunque se modificaron algunas cosas para darle un toque más personal.

## ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA



*Ilustración 15. Silla de ruedas de ejemplo. (17)*



*Ilustración 16. Silla de ruedas inicial.*

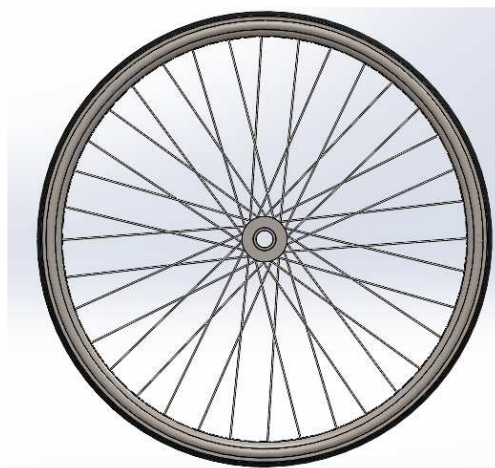
A continuación, se expondrá las piezas que se crearon en SolidWorks para simular la silla de ruedas que se compra al inicio, en otro apartado el kit que se obtiene en la compra del motor, y otro apartado final en el que se indique las piezas que se fabricaron para el montaje correcto de la silla.

### **8.1.- Piezas de la silla inicial**

Las siguientes piezas que se agrupan en este apartado son las que componen la silla de ruedas convencional que tenemos al principio.

#### **8.1.1.- Rueda grande**

Esta silla dispone de dos ruedas grandes con radios y con aros en el exterior para impulsarse con las manos.



*Ilustración 17. Alzado de la rueda.*

ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA



*Ilustración 18. Perfil de la rueda.*



*Ilustración 19. Rueda de la silla.*

### **8.1.2.- Asiento**

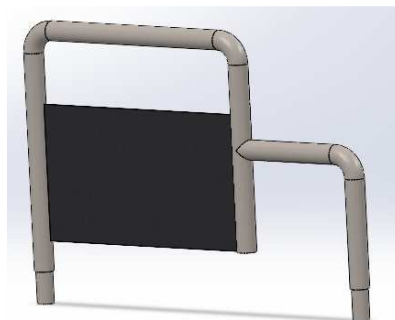
El asiento es una base de tela que va metida en el esqueleto de la silla para que se pueda sentar el usuario.



*Ilustración 20. Asiento.*

### **8.1.3.- Laterales**

Los laterales están formados de acero y plástico, y sirven para apoyar los brazos.



*Ilustración 21. Lateral.*

ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

### **8.1.4.- Rueda pequeña**

La silla tiene dos ruedas pequeñas en la parte delantera.



*Ilustración 22. Rueda pequeña.*

### **8.1.5.- Apoya pies**

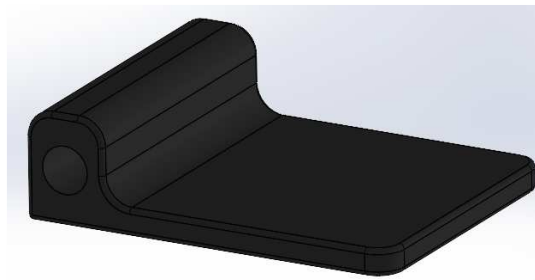
Las piezas de los apoyos de los pies son de plástico.

- Apoya pies derecho:



*Ilustración 23. Apoya pies derecho.*

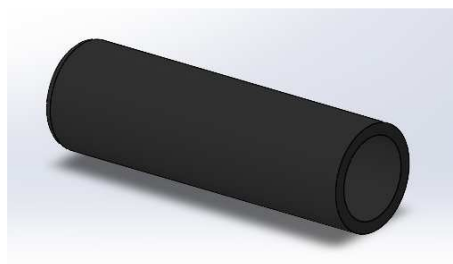
- Apoya pies izquierdo:



*Ilustración 24. Apoya pies izquierdo.*

### **8.1.6.- Manguitos**

Los manguitos son de goma blanda para que, a la hora de empujar el acompañante al usuario, sea cómodo y tenga buen agarre.



*Ilustración 25. Manguito.*



### **8.1.7.- Reposabrazos**

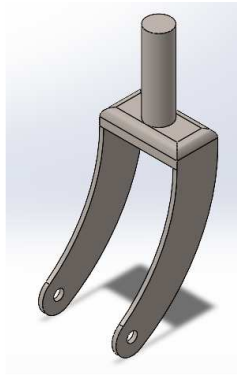
El reposabrazos también será de una goma blanda para que el usuario esté cómodo a la hora de apoyarse en los laterales.



*Ilustración 26. Reposabrazos.*

### **8.1.8.- Soporte de la rueda pequeña**

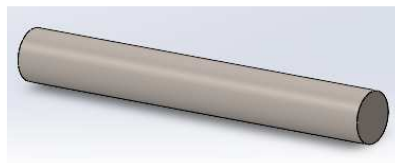
El soporte de la rueda pequeña es una pieza de acero que va en la parte delantera que une la rueda con el esqueleto de la silla.



*Ilustración 27. Soporte de la rueda pequeña.*

### **8.1.9.- Pasador de la rueda pequeña**

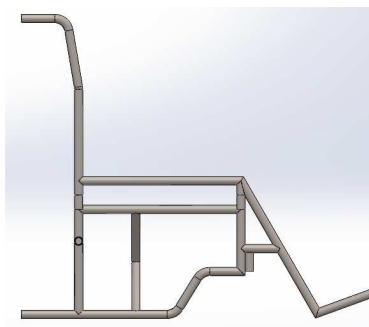
El pasador de la rueda pequeña sirve para unir la rueda pequeña al soporte comentado en el apartado anterior.



*Ilustración 28. Pasador de la rueda pequeña.*

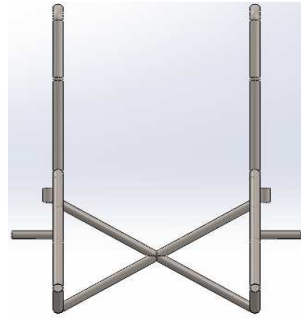
### **8.1.10.- Esqueleto de la silla**

El esqueleto de la silla es la pieza más grande y es dónde se sustentan todas las piezas. Está hecho de acero.



*Ilustración 29. Perfil del esqueleto de la silla.*

## ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA



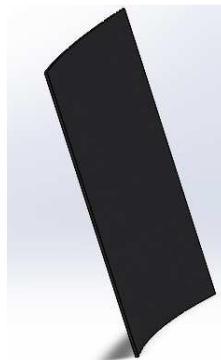
*Ilustración 30. Alzado del esqueleto de la silla.*



*Ilustración 31. Esqueleto de la silla.*

### **8.1.11.- Respaldo**

El respaldo al igual que el asiento es de tela, y sirve para que el usuario apoye la espalda.

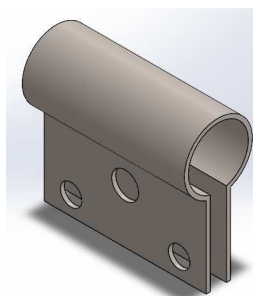


*Ilustración 32. Respaldo.*

### **8.1.12.- Freno**

El freno está compuesto por cuatro piezas de acero, dos de goma y cinco tornillos, cinco arandelas y cinco tuercas.

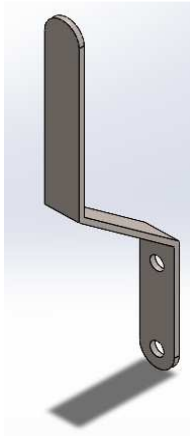
La primera pieza que sirve para sujetar el freno al esqueleto de la silla:



*Ilustración 33. Pieza para sujetar el freno al esqueleto.*

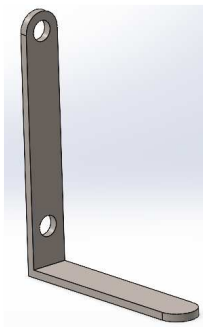
ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

La segunda pieza:



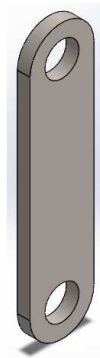
*Ilustración 34. Pieza del freno.*

La tercera pieza:



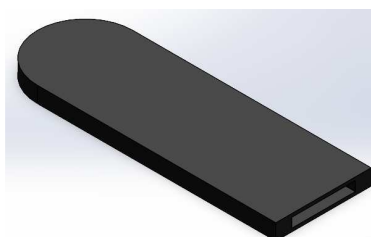
*Ilustración 35. Pieza del freno.*

La cuarta pieza:



*Ilustración 36. Pieza del freno.*

La quinta y sexta pieza son de plástico, la primera es para no hacerse daño al agarrar con la mano, y la segunda es para que haga contacto con la rueda y no dañarla directamente con el acero.



*Ilustración 37. Pieza de plástico del freno.*

ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

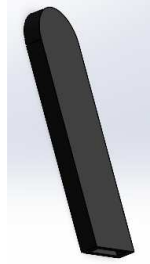


Ilustración 38. Pieza de plástico del freno.

El ensamblaje final del freno es la siguiente imagen:

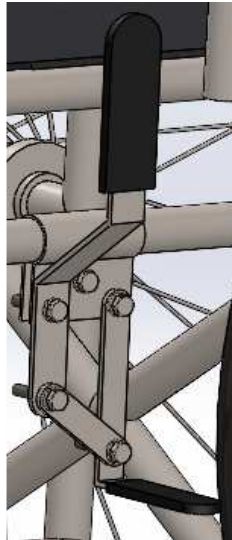


Ilustración 39. Ensamblaje final del freno.

### **8.1.13.- Tornillos, tuercas y arandelas del freno**

- Tornillos: son 5 tornillos ISO 4014 – M6 x 30 x 18 – C



Ilustración 40. Tornillo ISO 4014-M6-30x18-C.

- Tuercas: son 5 tuercas ISO – 4032 – M6 – W – C

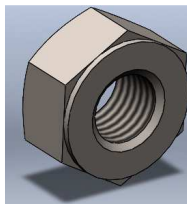


Ilustración 41. Tuerca ISO 4032-M6-W-C.

- Arandelas: son 5 arandelas Washer ISO 7090 - 6

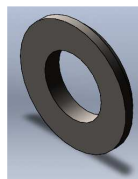


Ilustración 42. Arandela ISO 7090-6.

## **8.2.- Piezas del kit del motor**

El kit del motor eléctrico solo se encontró uno para comprar en la página de AliExpress, ya que no se encontró ninguno más de este tipo, porque lo que más aparece y más se vende son para sustituir la rueda entera por otra, no instalar el motor en la rueda que se tiene inicialmente de la silla como es este caso. Se puede comprar todo el kit completo incluyendo la batería, o sin batería, y si se tiene en cuenta el precio, comprando la batería en otra página disminuye el precio considerablemente.



Ilustración 43. Kit del motor. (18)

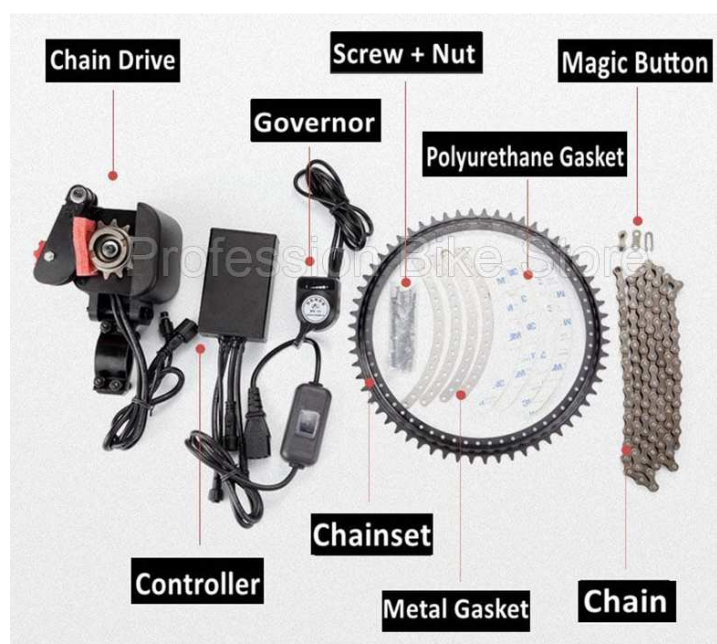
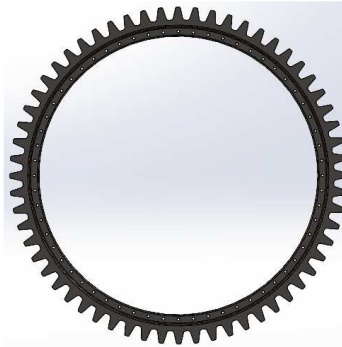


Ilustración 44. Piezas del kit del motor. (18)

### **8.2.1.- Plato grande**

El plato grande es un plato en el que engranará la cadena, y tiene 60 dientes y agujeros en los que se alojan los tornillos que hacen sujetar el plato a los radios.



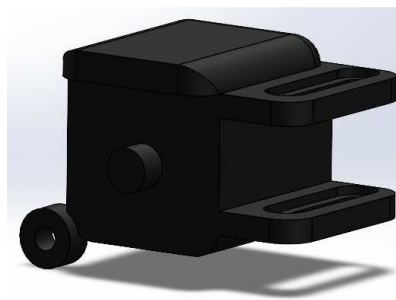
*Ilustración 45. Alzado del plato grande.*



*Ilustración 46. Plato grande.*

### **8.2.2.- Motor**

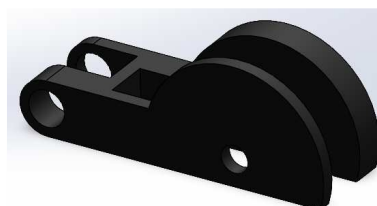
La pieza del motor la forman todas las combinaciones eléctricas, y la carcasa de plástico que es lo que se ve.



*Ilustración 47. Motor.*

### **8.2.3.- Pieza de unión de motor y piñón**

Esta pieza es la que se sujeta en el motor y sujeta al piñón pequeño.



*Ilustración 48. Pieza de unión del motor y piñón.*

### **8.2.4.- Piñón pequeño**

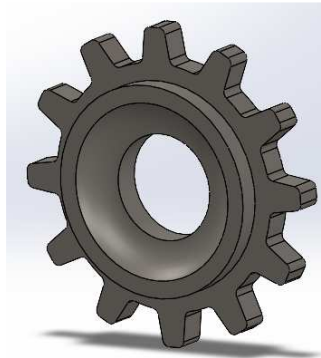
Este piñón es el que va alojado en la pieza anterior, y engrana con la cadena.



*Ilustración 49. Piñón pequeño.*

### **8.2.5.- Piñón**

Este piñón es el que va engranado con la cadena y alojado en el motor, al eje que sale de la pieza del motor.

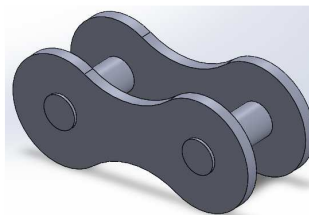


*Ilustración 50. Piñón.*

### **8.2.6.- Cadena**

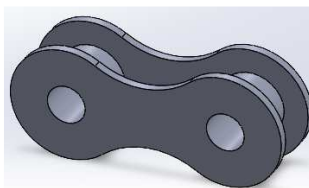
La cadena se compone de dos eslabones para poder completarla entera, y son las siguientes piezas.

- Eslabón interno:



*Ilustración 51. Eslabón interno.*

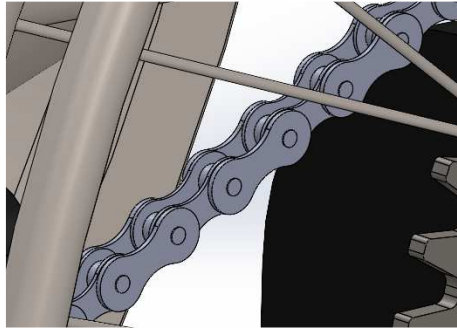
- Eslabón externo:



*Ilustración 52. Eslabón externo.*

## ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

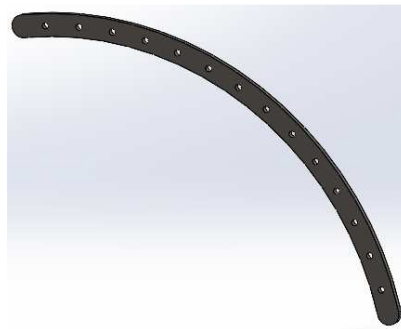
El conjunto de la cadena se verá de la siguiente forma:



*Ilustración 53. Conjunto de la cadena.*

### **8.2.7.- Junta de metal**

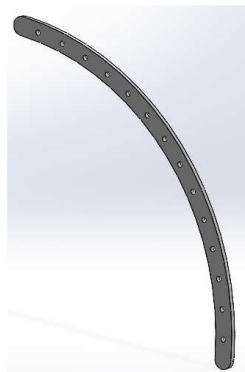
La junta de metal sirve para sujetar el plato a los radios de la rueda.



*Ilustración 54. Junta de metal.*

### **8.2.8.- Junta de poliuretano**

Es del mismo tamaño que la junta de metal, y se pega al plato, para ayudar al agarre de los radios y no deslice. En la imagen no se aprecia, pero es de poliuretano de color blanco.



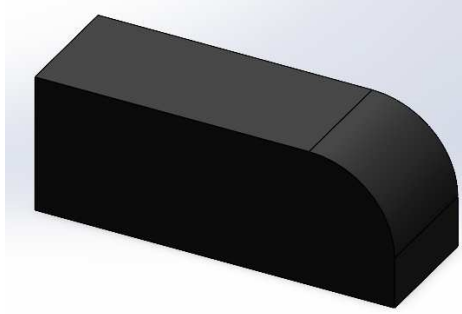
*Ilustración 55. Junta de poliuretano.*

### **8.2.9.- Batería**

Suponiendo que se ponen las dos baterías que vienen en el kit de la página de AliExpress, es una batería de litio de 48V 7,8 Ah y 18650mAh. Tiene unas dimensiones de 210 x 80 x 70 y un peso de aproximadamente 2 kg. Tiene una autonomía de unos 50 Km por lo que es más que suficiente para este tipo de uso. Hay más variantes del trabajo, se podían comprar dos kits con las dos baterías, o comprar dos kits sin baterías y comprar las baterías en otra página externa ya que sale más barato.



ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA



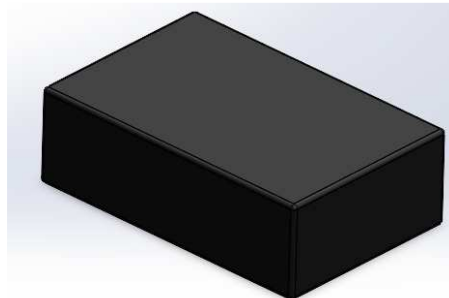
*Ilustración 56. Batería en SolidWorks.*



*Ilustración 57. Batería tomada como ejemplo.(18)*

### **8.2.10.- Controlador**

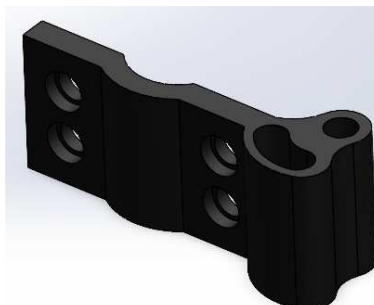
El controlador es la pieza que controla el movimiento de la silla, tomando energía de la batería.



*Ilustración 58. Controlador.*

### **8.2.11.- Abrazadera motor a la silla**

La abrazadera es la pieza que sirve para sujetar el motor al esqueleto de la silla, y está compuesta por dos partes. La primera pieza tiene los agujeros para poder desplazar el motor y así colocar los dos piñones pequeños con el plato alineados.



*Ilustración 59. Pieza de la abrazadera del motor a la silla.*

ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

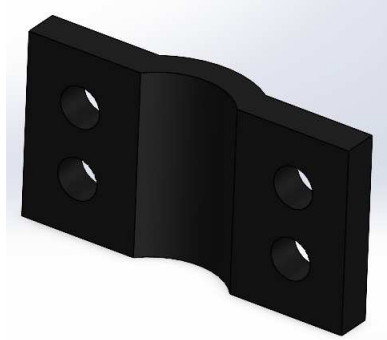


Ilustración 60. Pieza de la abrazadera del motor a la silla.

### **8.2.12.- Pulsador**

El pulsador se encuentra en la parte delantera de la silla, cerca de las manos del usuario, para poder cambiar fácil y rápido el punto de ayuda que se necesita. Este tendrá cinco posiciones de ayuda al usuario, desde cero hasta cuatro, siendo cero la ayuda nula y cuatro el máximo de ayuda que recibirá.

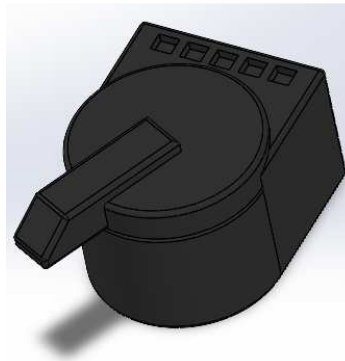


Ilustración 61. Pulsador.

### **8.2.13.- Cables**

Los cables no se han dibujado en este trabajo, ya que se pueden agarrar a cualquier parte del esqueleto de la silla, y dependerá de lo curiosa que sea cada persona a la hora de montarlo, lo único que se indicará será las conexiones que hay que hacer entre los elementos eléctricos. A continuación, se ve una primera imagen de las conexiones reales y después un esquema muy simple de los cables que hay que conectar a la hora del montaje.



Ilustración 62. Cableado. (18)

### **8.2.14.- Tornillos, tuercas y arandelas.**

En el kit vienen tornillos, tuercas y arandelas de diferentes medidas, y a continuación, se separarán en diferentes apartados todos los tipos de tornillos, tuercas y arandelas que se tiene en el kit dependiendo de medidas y tipo.

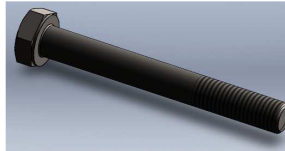
#### **Tornillos:**

- **ISO 4014 – M6 x 35 x 18 - C: 8 tornillos.**



*Ilustración 63. Tornillo ISO 4014-M6x35x18-C.*

- **ISO 4014 – M6 x 50 x 18 - C: 4 tornillos.**



*Ilustración 64. Tornillo ISO 4014-M6x50x18-C.*

- **ISO 4014 – M5 x 30 x 16 - C: 2 tornillos.**



*Ilustración 65. Tornillo ISO 4014-M5x30x16-C.*

- **ISO 4014 – M6 x 30 x 18 - C: 2 tornillos.**



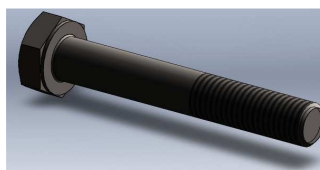
*Ilustración 66. Tornillo ISO 4014-M6x30x18-C.*

- **ISO 4014 – M1.6 x 16 x 9 - C: 32 tornillos.**



*Ilustración 67. Tornillo ISO 4014-M1.6x16x9-C.*

- **ISO 4014 – M6 x 40 x 18 - C: 4 tornillos.**

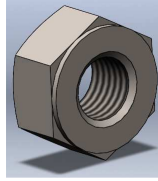


*Ilustración 68. Tornillo ISO 4014-M6x40x18-C.*

ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

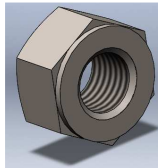
Tuercas:

- ISO 4032 – M6 - W - C: 18 tuercas.



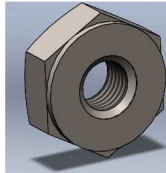
*Ilustración 69. Tuerca ISO 4032-M6-W-C.*

- ISO 4032 – M5 - W - C: 2 tuercas.



*Ilustración 70. Tuerca ISO 4032-M5-W-C.*

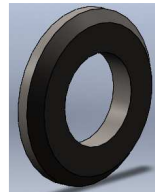
- ISO 4032 – M1.6 - W - C: 32 tuercas.



*Ilustración 71. Tuerca ISO 4032-M1.6-W-C.*

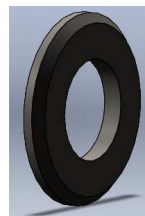
Arandelas:

- Washer ISO 7090 - 6: 18 arandelas.



*Ilustración 72. Arandelas ISO 7090-6.*

- Washer ISO 7090 - 5: 2 arandelas.



*Ilustración 73. Arandelas ISO 7090-5.*

- ISO 10673 – 1.75 - 5: 32 arandelas.



*Ilustración 74. Arandelas ISO 10673-1.75-5.*

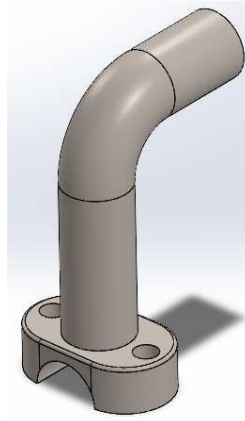
### **8.3.- Piezas fabricadas**

Se pueden poner de diferentes formas, pero en este proyecto se pensó que fabricar las piezas era lo más correcto, por lo que hay que fabricar dos piezas de acero para sujetar los pulsadores al esqueleto, y otras dos piezas que sirven para sujetar los pulsadores en la parte superior, y en la parte inferior para sujetar los dos controladores y las baterías a la silla.

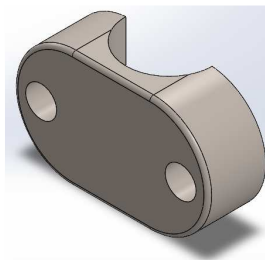
Dichas piezas se fabrican para el montaje que se cree que es el mejor y más adecuado, aunque también se pueden omitir y sujetar las piezas con cintas de velcro como se indica en la página donde se adquiere el kit del motor eléctrico.

#### **8.3.1.- Piezas de acero para sujetar pulsador a esqueleto.**

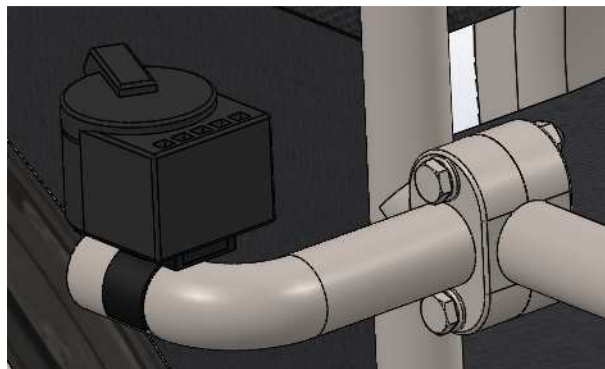
Estas dos piezas de acero van unidas entre sí por dos tornillos, y van colocadas en la parte delantera de la silla para colocar los dos pulsadores cerca de la mano del usuario para poder cambiar de forma rápida y sencilla.



*Ilustración 75. Pieza de acero para sujetar el pulsador al esqueleto.*



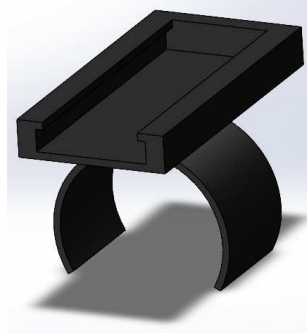
*Ilustración 76. Pieza de acero para sujetar el pulsador al esqueleto.*



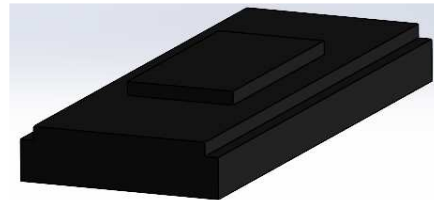
*Ilustración 77. Conjunto de piezas de acero para sujetar el pulsador al esqueleto.*

### **8.3.2.- Piezas de plástico para sujetar pulsador, controladores y batería.**

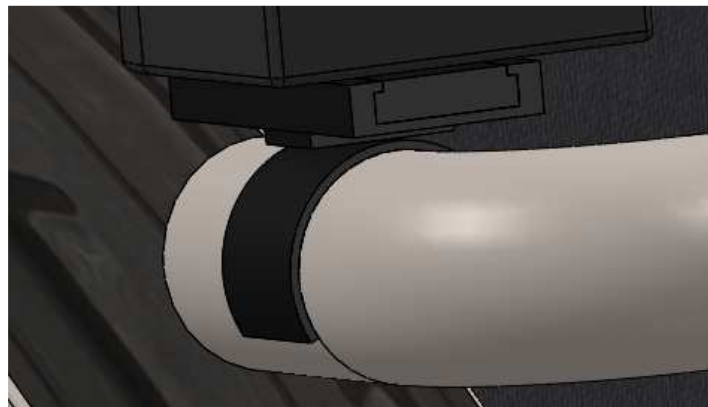
Estas dos piezas son de plástico y tienen la forma pensada para que encajen y no se salgan fácilmente, pero si se desea quitar, con un poco de presión sale, ya que están diseñadas para poder desmontarla, sobre todo para la batería para poder quitarla y ponerla para cargar.



*Ilustración 78. Pieza de plástico para sujetar el pulsador, controlador y batería.*



*Ilustración 79. Pieza de plástico para sujetar el pulsador, controlador y batería.*



*Ilustración 80. Conjunto de piezas de plástico para sujetar el pulsador, controlador y batería.*

### **8.4.- Conjunto final**

A continuación, se mostrará el resultado final del kit montado en la silla de ruedas, hay infinitas maneras de montarlo y de poner los aparatos en diferentes sitios, pero este resultado es el que se piensa que es el más ordenado y fácil de acceder a los aparatos para montar y desmontar, como por ejemplo las baterías que hay que poner y quitar numerosas veces ya que hay que retirarlas para ponerlas a cargar. El cableado no se dibujó ya que puede ir agarrado en cualquier parte, incluso ir suelto sin sujetar en ninguna parte, si no estorba a las ruedas o al usuario para el correcto funcionamiento de la silla de ruedas.

ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA



*Ilustración 81. Vista lateral derecho del conjunto final.*



*Ilustración 82. Vista lateral izquierdo del conjunto final.*



*Ilustración 83. Vista frontal del conjunto final.*

ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA



*Ilustración 84. Vista trasera del conjunto final.*



*Ilustración 85. Vista del conjunto final.*



*Ilustración 86. Vista del conjunto final.*



## **9.- Problemas surgidos**

Durante la instalación del kit en SolidWorks surgieron numerosos problemas como por ejemplo a la hora de instalar los motores, uno tiene que ir anclado a la parte de abajo del esqueleto y el del otro lado tiene que ir anclado a la parte de arriba, ya que si se ponía de manera simétrica había una pestaña del motor que molestaba en el paso de la cadena, por lo que se solucionó de esta manera.

Un problema fue la instalación de la cadena, ya que al estar un motor colocado diferente al otro no tiene los mismos eslabones una cadena que la otra, pero como en el kit vienen eslabones de sobra no es un problema en la situación real.

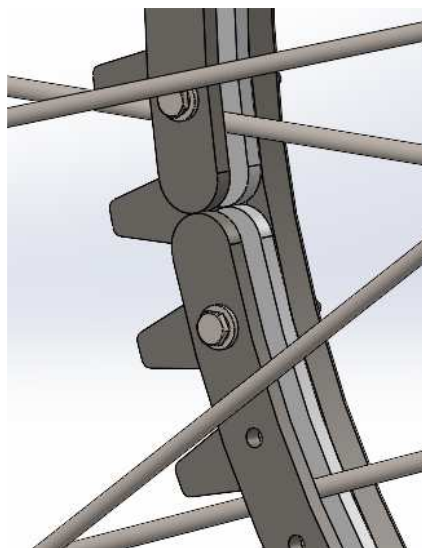
Otro problema con la cadena fue que al ser todas las medidas tomadas de la pantalla y escalando como se podía (lo que si se sabía era el número de dientes de los piñones y del plato grande) hubo que modificar el tamaño de los dientes de los piñones y del plato grande ya que no coincidían muy bien con el tamaño de los eslabones de la cadena.

## **10.- Montaje del kit y herramientas necesarias**

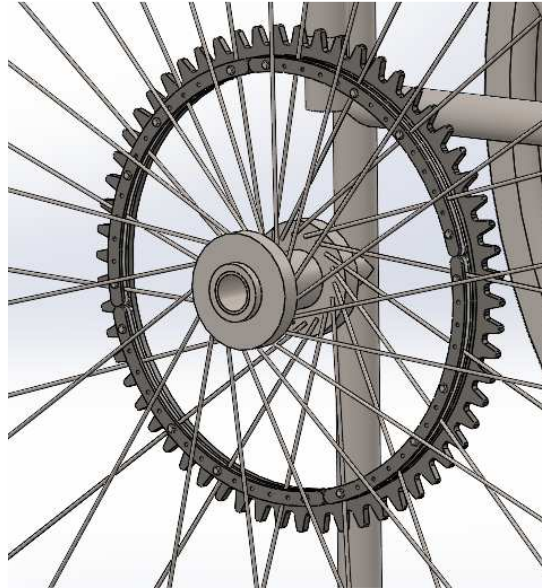
En este apartado del trabajo se va a explicar el montaje del kit de los motores a una silla de ruedas, que o bien tenemos en casa comprada anteriormente porque necesitábamos o que se quiere comprar para hacer el montaje entero y sea más económico que comprar una silla de ruedas eléctrica.

### **10.1.- Montaje del plato a los radios**

El primer paso del montaje es pegar las juntas de polietileno al plato para que agarre y no deslice en los radios. Después se colocará el plato por el interior de la rueda y la junta de metal se pondrá por la parte de fuera de la rueda, y se unirá con tornillos, tuercas y arandelas de métrica 1.6 que vienen en el kit.



*Ilustración 87. Detalle montaje plato a los radios.*

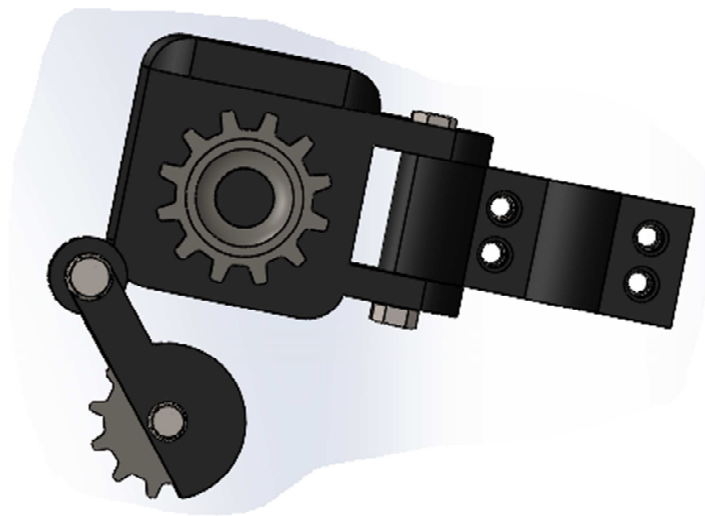


*Ilustración 88. Montaje plato a los radios.*

## **10.2.- Montaje de los motores**

El segundo paso en el montaje es la colocación de los dos motores, y como se indicó anteriormente van colocados en diferente posición el motor derecho que el motor izquierdo, por lo que se comentará por separado.

Antes de colocarlos en la silla, sí que es común de los dos motores el montaje de la pieza que sujeta el piñón pequeño al motor, unido con un tornillo, y también se colocan las abrazaderas al motor con dos tornillos sin apretarlos mucho ya que luego habrá que modificarlo para alinear correctamente los dos piñones pequeños y el plato de la rueda.



*Ilustración 89. Conjunto del motor.*

### **10.2.1.- Montaje motor derecho**

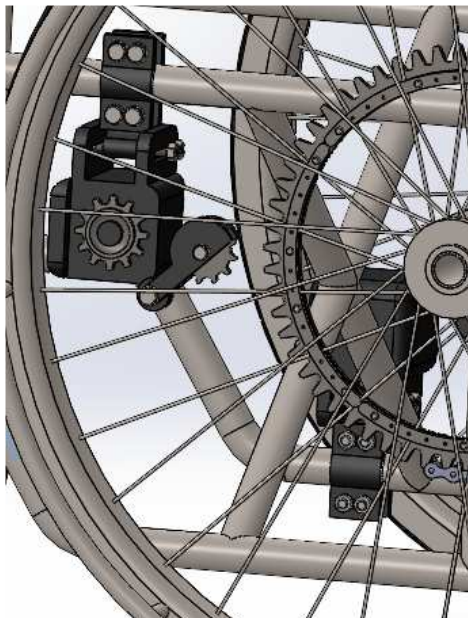
El motor derecho se sujeta con cuatro tornillos a la parte baja del esqueleto, y se alinea perfectamente los tres platos, para que funcione correctamente y se aprietan todos los tornillos para que quede fijado.



*Ilustración 90. Montaje motor derecho.*

### **10.2.1.- Montaje motor izquierdo**

El motor izquierdo se sujeta con cuatro tornillos a la parte alta del esqueleto ya que no se puede colocar de manera simétrica los dos motores, y se alinean los tres platos.

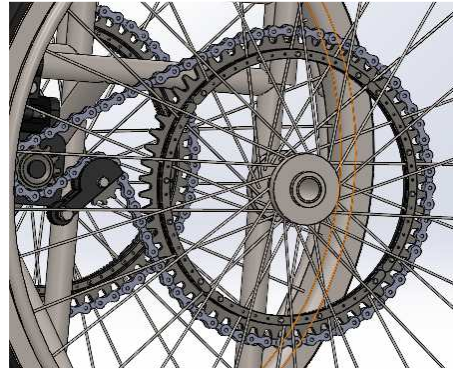


*Ilustración 91. Montaje motor izquierdo.*

### **10.3.- Montaje de la cadena**

La cadena pasa al igual que con los motores que al estar colocados de diferente manera, uno necesitará más eslabones que el otro, pero como vienen suficientes eslabones en el kit, no es problema. Al estar alineados los platos, tan solo hay que colocar los eslabones que se necesitan y unir los dos extremos.

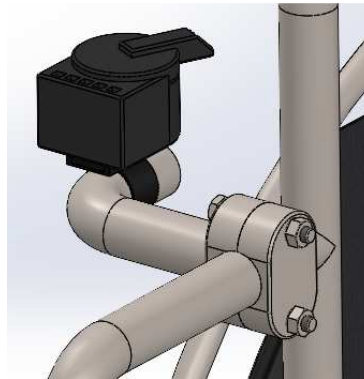
ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA



*Ilustración 92. Montaje de la cadena.*

### **10.4.- Montaje de los pulsadores**

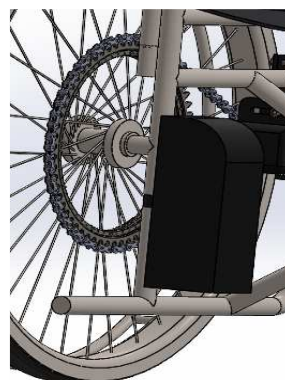
Para poder montar los pulsadores, primero hay que colocar el soporte que hay que fabricar ya que no tiene la silla ni vienen en el kit. El montaje de los pulsadores es sencillo, ya que solo hay que pegar la pieza que sirve de anclaje a los pulsadores y meterlos a presión en la pieza que hemos colocado anteriormente.



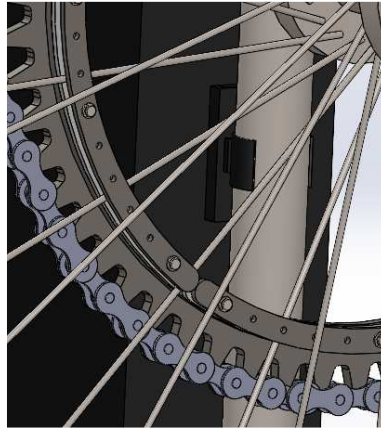
*Ilustración 93. Montaje de los pulsadores.*

### **10.5.- Montaje de las baterías**

El montaje de las baterías al igual que los controladores y los cables pueden ser instalados como quiera cada uno, ya que no van en ninguna posición fija. Las baterías en este caso se colocaron en la parte trasera de la silla para que sea de fácil acceso ya que habrá que quitarlas y ponerlas para cargarlas. Para su montaje solo hay que pegarles las piezas que se han fabricado para anclar estos aparatos al esqueleto, y con eso unirlos por presión a la silla.



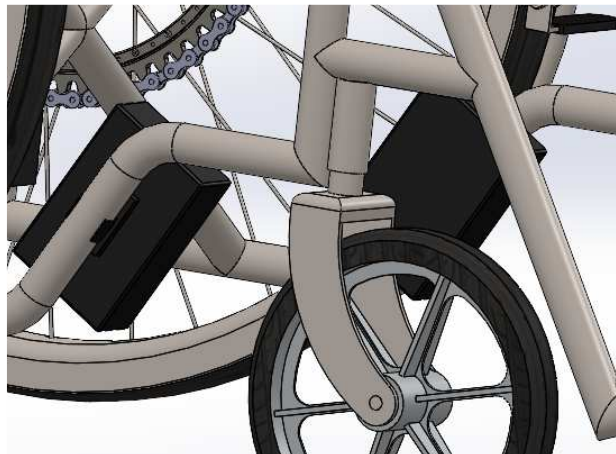
*Ilustración 94. Montaje de las baterías.*



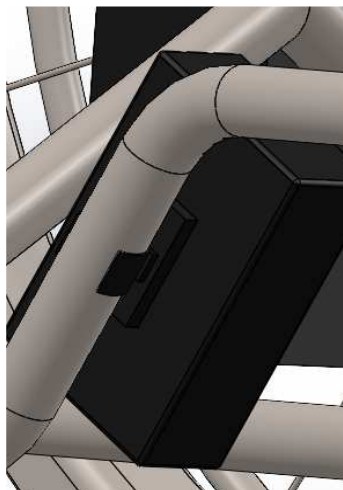
*Ilustración 95. Detalle del montaje de las baterías.*

### **10.6.- Montaje de los controladores**

Los controladores al igual que ha ocurrido con las baterías se pueden colocar donde se quiera, pero en este caso se colocaron en la mitad de la silla de manera simétrica, aunque se puedan montar y desmontar, no es necesario hacerlo si no se desea repararlos o limpiarlos, por lo que no se necesita que estén en un punto de fácil acceso. Por lo que lo único que hay que hacer es pegar la pieza que anclará el controlador al esqueleto y por presión colocarlo donde se desea.



*Ilustración 96. Montaje de los controladores.*



*Ilustración 97. Detalle del montaje de los controladores.*

### **10.7.- Montaje de los cables**

El montaje de los cables dependerá de cómo se quieran colocar en cada caso, por eso, como se comentó anteriormente no se han dibujado en este trabajo, ya que se pueden llevar por donde se quiera y anclar al esqueleto como se quiera, simplemente hay que unir los elementos eléctricos como se requiere y nada más. Por eso se ha realizado un simple esquema indicando los cables que se necesita unir.



Ilustración 98. Cableado. (18)

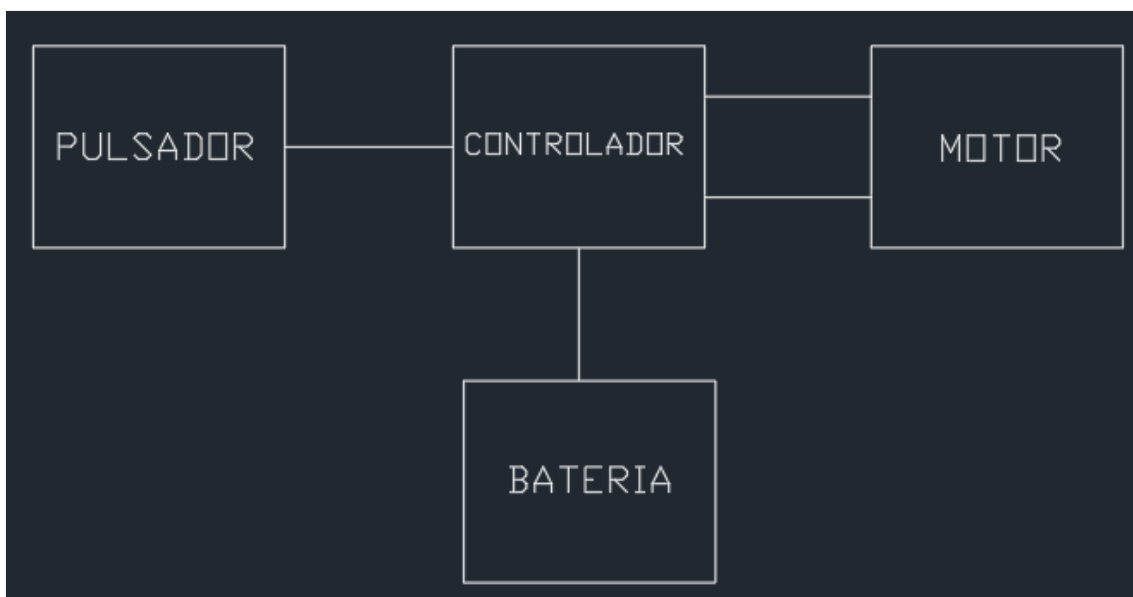


Ilustración 99. Conexiones del cableado.

## **10.8.- Herramientas necesarias**

Para montar este kit a la silla no es necesario tener muchas herramientas, ya que se puede montar con herramientas que todo el mundo tiene en casa. Es necesario una llave inglesa para sujetar las tuercas al girar, y llaves fijas de métrica 1.6, 5 y 6, aunque también puede valer con dos llaves inglesas.



*Ilustración 100. Llave fija. (19)*



*Ilustración 101. Llave inglesa. (20)*

## **11.- Presupuesto y estudio de viabilidad**

En este apartado del trabajo se va a estudiar si es viable la realización del proyecto, y la elaboración de una pequeña tabla indicando el precio de los componentes.

Se hará tres presupuestos diferentes, el primero se hará una tabla con todos los componentes incluidas las piezas de acero para colocar los pulsadores, y las piezas de plástico para colocar los demás componentes eléctricos del kit. El segundo presupuesto será el elegido, ya que incluye las piezas comentadas anteriormente, pero los kit comprados no incluyen las baterías, que son compradas en otra página exterior, ya que es mucho más barato. Y finalmente la tercera tabla es el presupuesto suponiendo que se compra el kit sin baterías, y las baterías se compran a parte y sin las piezas para anclar los complementos, pero este presupuesto se

ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

En la siguiente tabla se presenta el presupuesto de la silla de ruedas comprando el kit completo, las piezas para sujetar los componentes eléctricos a la silla, y las llaves para el montaje.

PIEZA	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Silla de ruedas AIESI AGILA BASIC	1	145 €	145 €
Kit motor con batería	2	450 €	900 €
Llave inglesa	1	5,5 €	5,5 €
Llaves fijas	3	5 €	15 €
Piezas para sujetar pulsador	2	20 €	40 €
Piezas de plástico para sujetar componentes eléctricos	12	3 €	36 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>1141,5 €</b>

Tabla 1. Presupuesto silla de ruedas con dos baterías y con las piezas a fabricar.

En la siguiente tabla se presenta el presupuesto de la silla de ruedas comprando el kit sin baterías, y se comprarán las baterías en una página más barata, las piezas para sujetar los componentes eléctricos a la silla, y las llaves para el montaje.

PIEZA	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Silla de ruedas AIESI AGILA BASIC	1	145 €	145 €
Kit motor sin batería	2	250 €	500 €
Batería	2	100 €	200 €
Llave inglesa	1	5,5 €	5,5 €
Llaves fijas	3	5 €	15 €
Piezas para sujetar pulsador	2	20 €	40 €
Piezas de plástico para sujetar componentes eléctricos	12	3 €	36 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>941,5 €</b>

Tabla 2. Presupuesto silla de ruedas con las piezas a fabricar, pero comprando baterías en otra página.



ADAPTACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS A SILLA DE RUEDAS CON AUTONOMÍA

En la siguiente tabla se presenta el presupuesto de la silla de ruedas comprando el kit sin baterías, y se comprarán las baterías en una página más barata, y sin las piezas para anclar los componentes eléctricos, pero si las llaves.

PIEZA	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Silla de ruedas AIESI AGILA BASIC	1	145 €	145 €
Kit motor sin batería	2	250 €	500 €
Batería	2	100 €	200 €
Llave inglesa	1	5,5 €	5,5 €
Llaves fijas	3	5 €	15 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>865,5 €</b>

*Tabla 3. Presupuesto silla de ruedas sin las piezas a fabricar, pero comprando batería en otra página.*

Se puede elegir cualquiera de los tres casos, pero mi opinión es que el segundo presupuesto es el más correcto para que quede la silla perfectamente, pero buscar las baterías en otra página ya que en esa página son muy caras en comparación con otras que se han buscado.

Tomando el segundo presupuesto que su total son unos 940 €, parece caro para cualquier bolsillo, pero comparando con el único ejemplo que se ha encontrado algo parecido en internet que vale unos 5000 € se ve que es un gran ahorro de una a otra así que sería un trabajo muy viable.

## **12.- Cumplimiento de especificaciones**

En cuanto a las especificaciones que se comentaron en el apartado número 7 de este trabajo, se comentarán a continuación si cumple con todas ellas o con la mayoría.

- Fácil de instalar y desinstalar: como ya se ha comentado anteriormente es muy fácil de instalar y desinstalar, además con los pasos a seguir que se han comentado anteriormente lo hace todavía más fácil.
- Debe ser lo más económico posible: en el anterior apartado se ha visto que no es una instalación cara, ya que la silla que se encontró en el mercado con una función parecida a esta vale hasta seis veces más que esta.
- Tener suficiente autonomía: también se comentó en el apartado de la batería que tiene una autonomía de unos 50 km, lo que le hace ser una autonomía más que suficiente en estos casos.
- Ser posible adaptarse en la mayoría de las sillas de ruedas: anteriormente se comentó que este kit es posible de adaptar en todas las sillas de ruedas autopropulsadas que tengan radios semejantes a los de bicicletas, ya que si tiene una rueda con pocos radios y grandes no es posible instalar el plato

grande en la rueda porque va enganchado en los radios.

- Ser lo más seguro posible: este apartado es el que no se deja claro ya que no se conoce cuál puede ser la velocidad máxima de la silla, pero también dependerá de la velocidad a la que se impulse cada persona.

## **13.- Conclusiones y mejoras**

Para concluir este trabajo se tiene que decir que es un proyecto muy viable y en mi opinión con futuro ya que no existen muchos ejemplos de sillas de ruedas de este tipo, porque solo se encontró un ejemplo y no indica seguro que sea del mismo tipo que la nuestra, y de serlo así se rebaja el precio muchísimo.

Como mejoras se puede indicar que al ir la cadena y el plato visto no puede dar buena imagen y se puede tratar de ocultar de alguna manera, aunque suba el precio, y también se puede mejorar la forma que se sujetan y dónde se localizan los aparatos electrónicos y los pulsadores, pero en mi caso yo pienso que están bien donde se han colocado.

## **14.- Bibliografía**

(1). El Diario.es. [En línea] El Diario, 12 de Junio de 2019. [Citado el: 2 de Diciembre de 2021.] [https://www.eldiario.es/sociedad/personas-espana-salen-tener-ascensor\\_1\\_1509106.html](https://www.eldiario.es/sociedad/personas-espana-salen-tener-ascensor_1_1509106.html).

(2). Observatorio discapacidad física. [En línea] [Citado el: 3 de Diciembre de 2021.] <https://www.observatoridiscapacitat.org/es/la-discapacidad-fisica-que-es-y-que-tipos-hay>.

(3). Ortoprono. [En línea] 25 de Junio de 2021. [Citado el: 8 de Diciembre de 2021.] <https://ortoprono.es/blog/tipos-de-sillas-de-rueda/>.

(4). Quirumed. [En línea] [Citado el: 12 de Diciembre de 2021.] [https://www.quirumed.com/es/silla-de-ruedas-plegable-de-acero-easy-style.html?gclid=CjwKCAiAtouOBhA6EiwA2nLKH9Q0otFLDUE11iTmJPv9DTnInIZ-9IPH6FI6NFkhiS58hyKaOt8NdxoCETQQA\\_vD\\_BwE](https://www.quirumed.com/es/silla-de-ruedas-plegable-de-acero-easy-style.html?gclid=CjwKCAiAtouOBhA6EiwA2nLKH9Q0otFLDUE11iTmJPv9DTnInIZ-9IPH6FI6NFkhiS58hyKaOt8NdxoCETQQA_vD_BwE).

(5). Ortoplanet. [En línea] [Citado el: 5 de Diciembre de 2021.] <https://www.ortoplanet.com/comprar/silla-de-ruedas-plegable-de-acero-no-autopropulsable/>.

(6). Quirumed. [En línea] [Citado el: 12 de Diciembre de 2021.] [https://www.quirumed.com/es/silla-de-ruedas-plegable-de-aluminio-especial-para-domicilio.html?gclid=CjwKCAiAtouOBhA6EiwA2nLKH6ZUT0Q5n0K15oFgf05vm59bTh4GwKwyVtWmE70Cel\\_Ga7sTpKB0FhoCTHQQA\\_vD\\_BwE](https://www.quirumed.com/es/silla-de-ruedas-plegable-de-aluminio-especial-para-domicilio.html?gclid=CjwKCAiAtouOBhA6EiwA2nLKH6ZUT0Q5n0K15oFgf05vm59bTh4GwKwyVtWmE70Cel_Ga7sTpKB0FhoCTHQQA_vD_BwE).

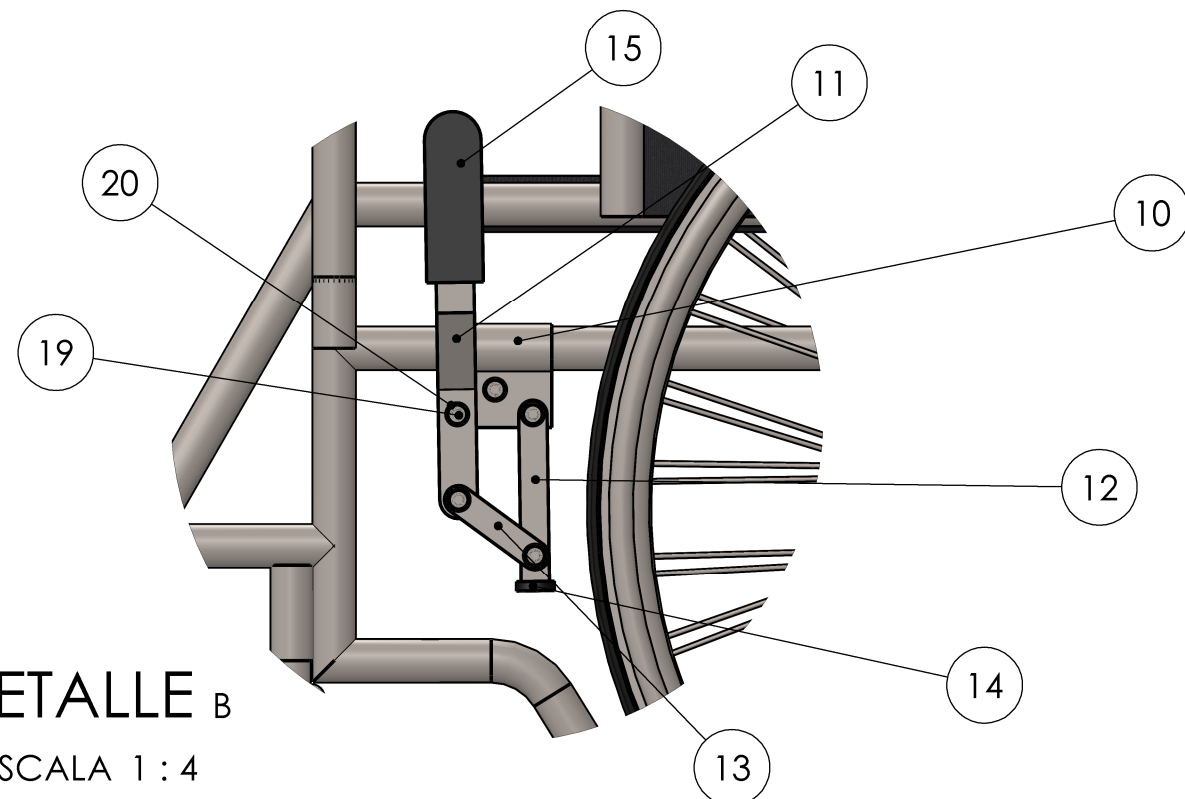
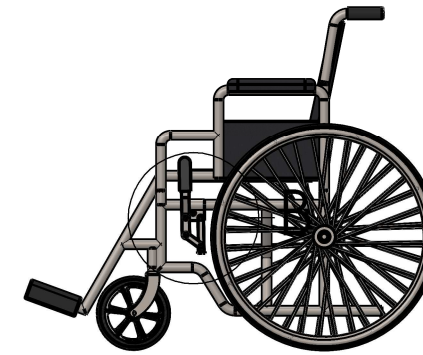
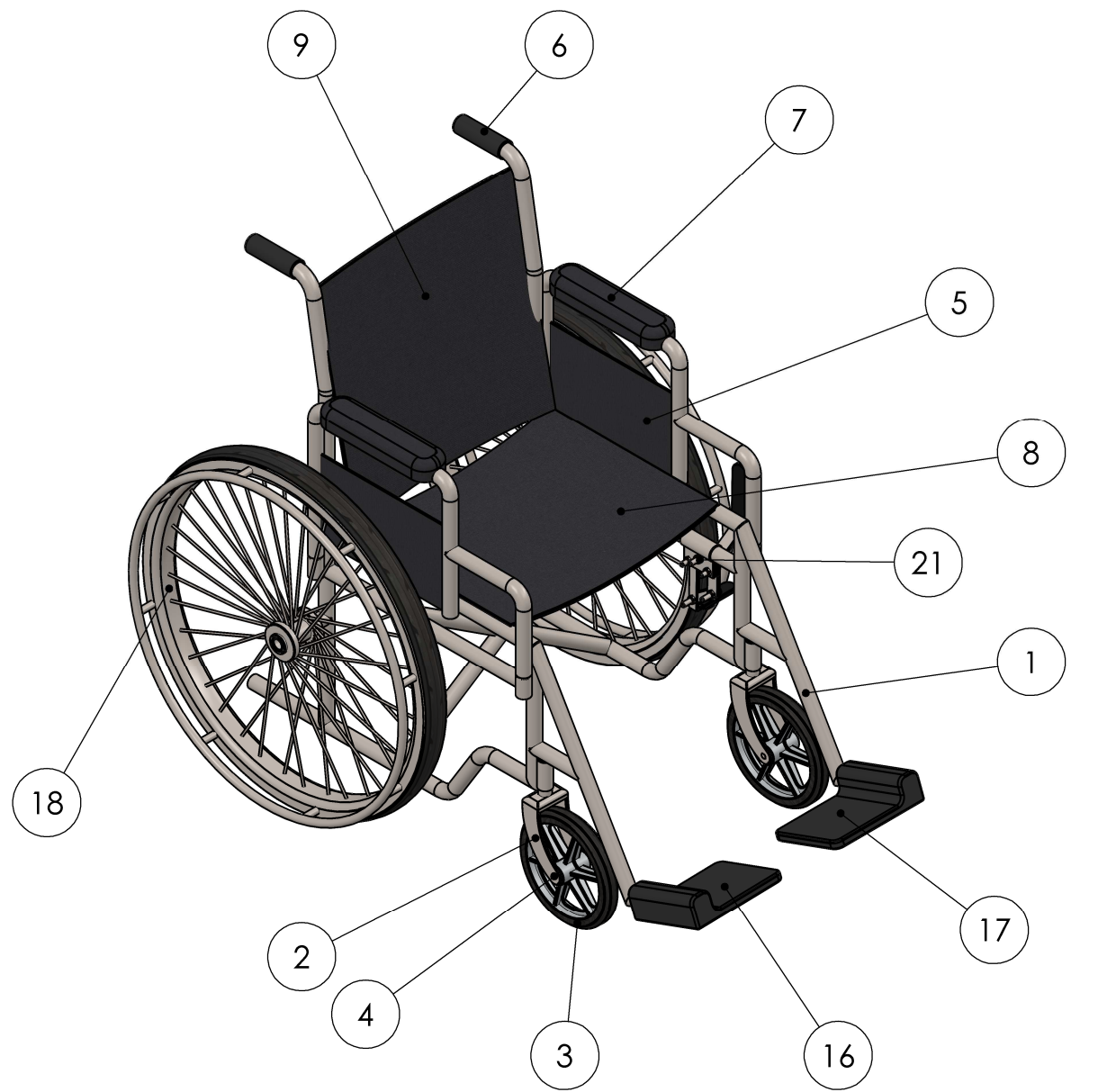
- (7). Fernández, Paula. Ortopedia y +. [En línea] [Citado el: 22 de Diciembre de 2021.] <https://www.ortopediaymas.com/movilidad/sillas-de-ruedas-electricas/respaldo-reclinable/>.
- (8). Ortopedia y rehabilitación. [En línea] [Citado el: 22 de Diciembre de 2021.] <https://www.ortopediayrehabilitacion.com/silla-basculante-balance-completa-be69/>.
- (9). Ortopedia Mimas. [En línea] [Citado el: 22 de Diciembre de 2021.] <https://www.ortopediamimas.com/movilidad/sillas-de-ruedas-manuales/3853-silla-de-ruedas-bariatrica-topaz.html>.
- (10). Ortopedia Mimas. [En línea] [Citado el: 22 de Diciembre de 2021.] [https://www.ortopediamimas.com/ortopedia-infantil/sillas-de-ruedas-manuales-infantiles/6049-silla-de-ruedas-de-posicionamiento-vario-plus.html?product\\_rewrite=silla-de-ruedas-de-posicionamiento-dory](https://www.ortopediamimas.com/ortopedia-infantil/sillas-de-ruedas-manuales-infantiles/6049-silla-de-ruedas-de-posicionamiento-vario-plus.html?product_rewrite=silla-de-ruedas-de-posicionamiento-dory).
- (11). Cuiddo. [En línea] [Citado el: 22 de Diciembre de 2021.] <https://www.cuiddo.es/silla-de-ruedas-electrica-r120/>.
- (12). Ortoplanet. [En línea] [Citado el: 22 de Diciembre de 2021.] <https://www.ortoplanet.com/comprar/silla-de-ruedas-electrica-taiga/>.
- (13). Epiniones. [En línea] [Citado el: 22 de Diciembre de 2021.] <https://www.epiniones.com/las-10-sillas-de-ruedas-electricas-mas-vendidas/>.
- (14). TecMoving. [En línea] [Citado el: 22 de Diciembre de 2021.] <https://www.tecmoving.com/producto/silla-de-ruedas-electrica-joytec/>.
- (15). Ascensoresymás.com. [En línea] 30 de Abril de 2020. [Citado el: 29 de Diciembre de 2021.] <https://ascensoresymas.com/normativa-rampas-sillas-de-ruedas/>.
- (16). MejoresVehículosEléctricos.com. [En línea] [Citado el: 29 de Diciembre de 2021.] <https://www.mejoresvehiculoselctricos.com/normativa-de-sillas-de-ruedas-electricas/>.
- (17). Amazon. [En línea] [Citado el: 29 de Diciembre de 2021.] [https://www.amazon.es/Cochecito-autospinta-discapacitados-seguridad-exclusivo/dp/B075J4QJMJ/ref=sr\\_1\\_2\\_sspa?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=19ZFW4F9692TU&keywords=silla+de+ruedas&qid=1640264298&s=hpc&srefix=silla+de+rueda%2Chpc%2C270&sr=1](https://www.amazon.es/Cochecito-autospinta-discapacitados-seguridad-exclusivo/dp/B075J4QJMJ/ref=sr_1_2_sspa?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=19ZFW4F9692TU&keywords=silla+de+ruedas&qid=1640264298&s=hpc&srefix=silla+de+rueda%2Chpc%2C270&sr=1).
- (18). AliExpress. [En línea] [Citado el: 30 de Diciembre de 2021.] [https://es.aliexpress.com/item/1005001810849083.html?srcSns=sns\\_WhatsApp&spreadType=socialShare&bizType=ProductDetail&social\\_params=20384361022&aff\\_fcid=1b9bf4a3077d4fbbb367c0d58ceb6e4e-1637013180851-07091-\\_mtc2lLc&tt=MG&aff\\_fsk=\\_mtc2lLc&aff\\_platform=defa](https://es.aliexpress.com/item/1005001810849083.html?srcSns=sns_WhatsApp&spreadType=socialShare&bizType=ProductDetail&social_params=20384361022&aff_fcid=1b9bf4a3077d4fbbb367c0d58ceb6e4e-1637013180851-07091-_mtc2lLc&tt=MG&aff_fsk=_mtc2lLc&aff_platform=defa).

(19). Amazon. [En línea] [Citado el: 30 de Diciembre de 2021.]  
[https://www.amazon.es/Alyco-170016-Resistance-cromado-brillante/dp/B00JF8QXRC/ref=asc\\_df\\_B00JF8QXRC/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=309017299168&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=16036441959465378665&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmidl=&hvlocint=&hvlocphy](https://www.amazon.es/Alyco-170016-Resistance-cromado-brillante/dp/B00JF8QXRC/ref=asc_df_B00JF8QXRC/?tag=googshopes-21&linkCode=df0&hvadid=309017299168&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=16036441959465378665&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmidl=&hvlocint=&hvlocphy).

(20). Bauhaus. [En línea] [Citado el: 30 de Diciembre de 2021.]  
<https://www.bauhaus.es/llaves-inglesas/llave-inglesa-ajustable/p/26602439>.

## **15.- Anexo I: Planos**

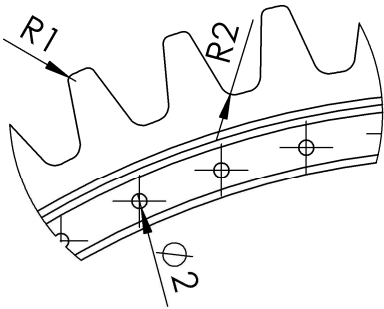
En este apartado de planos se expondrá un plano del conjunto de la silla inicial ya que es la que se compra directamente y no varía demasiado, pero después se mostrarán planos de todas las piezas del kit del motor, de las piezas a fabricar y del diseño final.



**DETALLE B**  
ESCALA 1 : 4

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	10_Esqueleto			1
2	8_Soporte_rueda_pequeña			2
3	4_Rueda_pequeña			2
4	9_Pasador			2
5	3_Lateral			2
6	6_Manguito			2
7	7_Reposa_brazos			2
8	2_Asiento			1
9	11_Respaldo			1
10	12_Freno_Pieza1			1
11	12_Freno_Pieza2			1
12	12_Freno_Pieza3			1
13	12_Freno_Pieza4			1
14	12_Freno_Pieza6			1
15	12_Freno_Pieza5			1
16	5_Apoyo_pies_drch			1
17	5_Apoyo_pies_izq			1
18	1_Rueda_radios			2
19	ISO 4014 - M6 x 30 x 18-C			5
20	Washer ISO 7090 - 6			5
21	ISO - 4032 - M6 - W - C			5

FECHA	NOMBRE	PROYECTO	ESPECIFICACIONES GENERALES	
DIBUJADO 14/01/2022	S.CRUIZ	DENOMINACION	TOLERANCIAS	ISO 2768mK
APROBADO		MATERIAL	ACABADOS SUPERFICIALES	N9
TRABAJO FINAL DE GRADO		TRATAMIENTO	MATAR ARISTAS	0.5X45º
E.T.S.I.I.T		PESO (Kg)	UNIDADES	mm
<b>upna</b>		PLANO Nº	<b>SILLA DE RUEDAS</b>	ESCALA 1:10



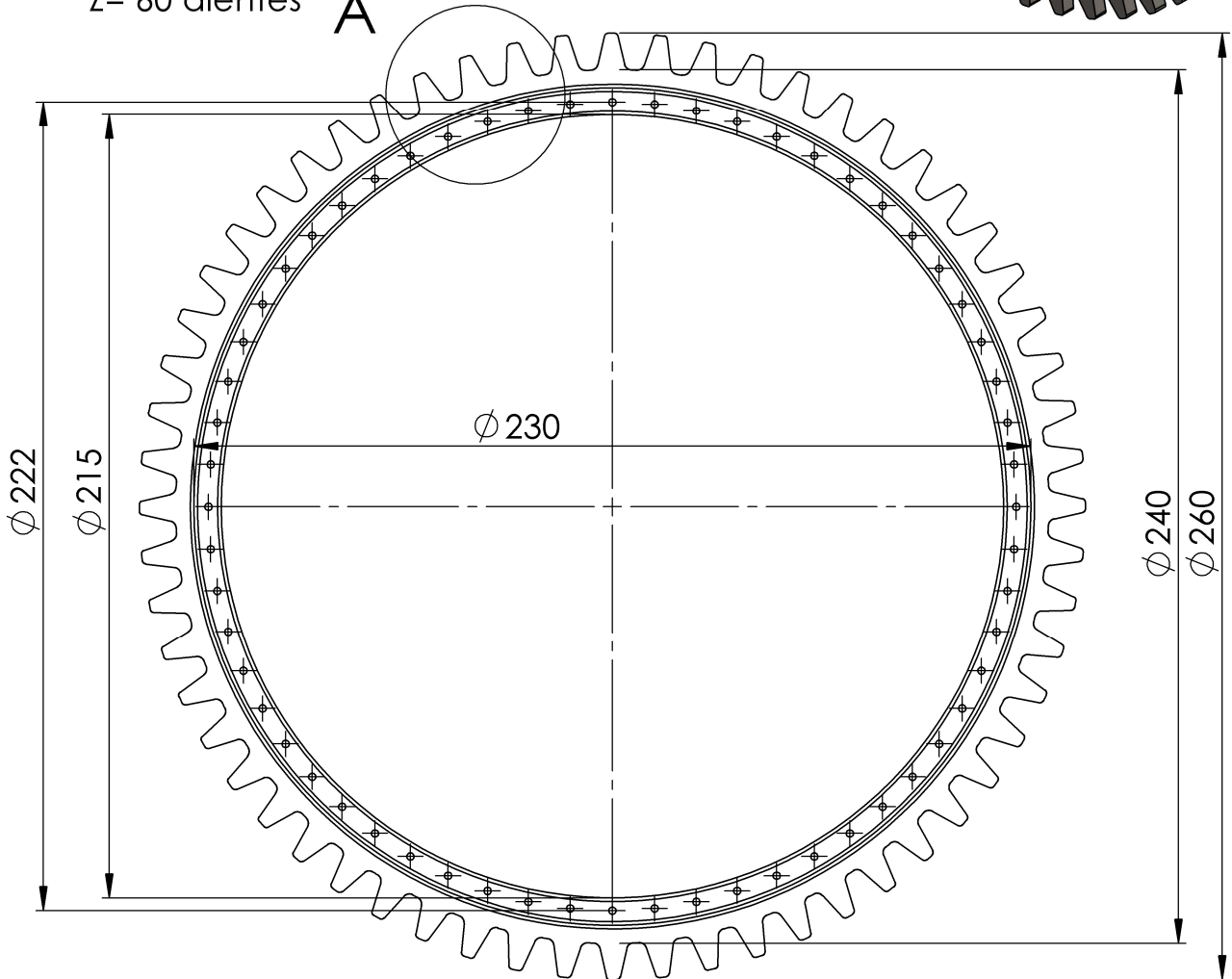
# DETALLE A

ESCALA 1 : 1

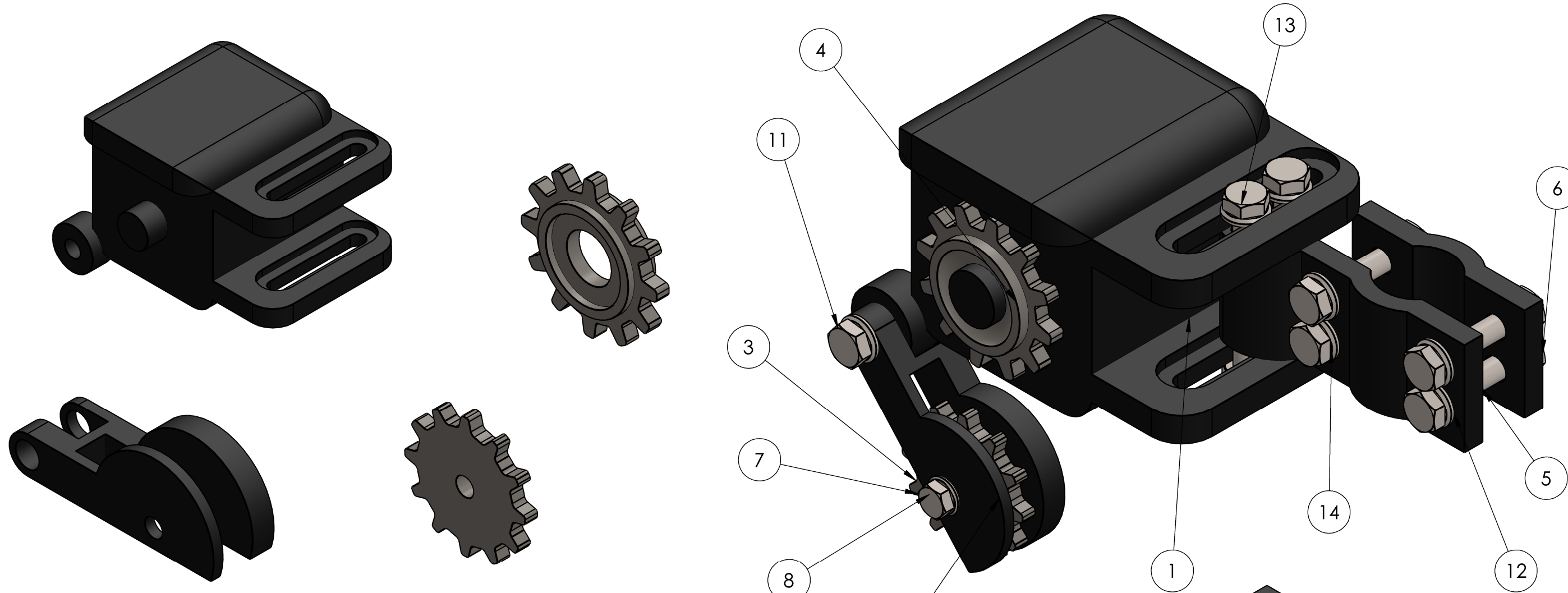


Z= 60 dientes

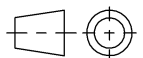
A

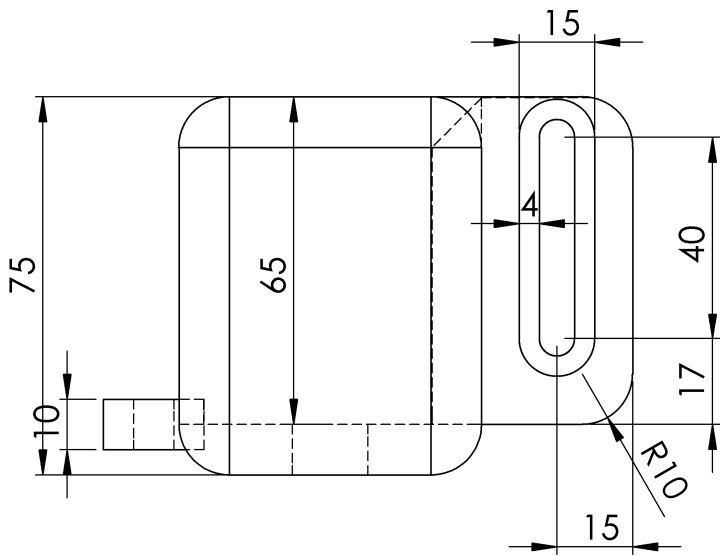
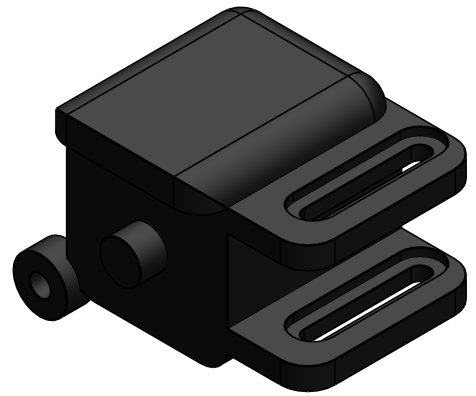


<p>NOMBRE: S.CRUIZ</p>	<p>TÍTULO: PLATO GRANDE</p>	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa
<p>ESCALA:1:2</p>	<p>Nº DE PLANO:</p>	

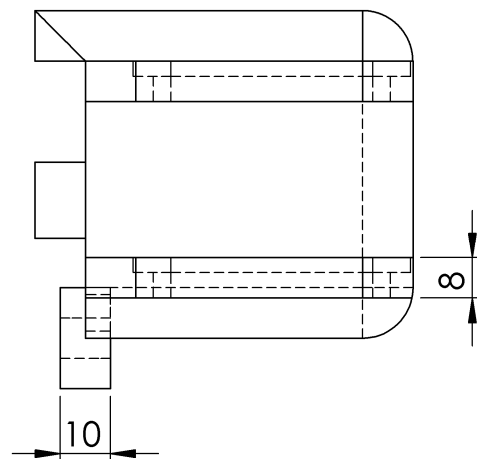
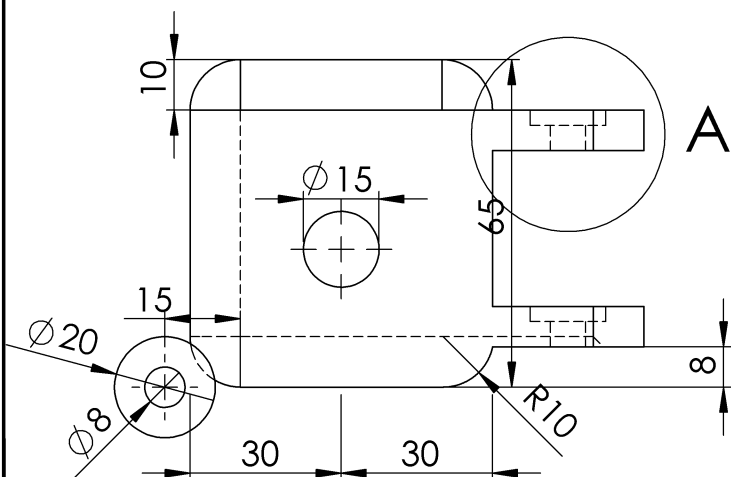
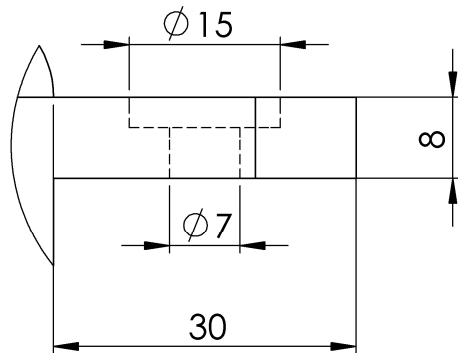



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	15_Motor			1
2	15_Pieza_motor			1
3	15_Piñon_pequeño			1
4	16_Piñon			1
5	22_Abrazadera_motor			1
6	22_Abrazadera_motor2			1
7	ISO 4014 - M5 x 30 x 16-C			1
8	Washer ISO 7090 - 5			1
9	ISO - 4032 - M5 - W - C			1
10	ISO - 4032 - M6 - W - C			7
11	ISO 4014 - M6 x 30 x 18-C			1
12	Washer ISO 7090 - 6			7
13	ISO 4014 - M6 x 50 x 18-C			2
14	ISO 4014 - M6 x 35 x 18-C			4

FECHA			NOMBRE		PROYECTO		ESPECIFICACIONES GENERALES	
DIBUJADO	14/01/2022	S.GRUZ	DENOMINACION		TOLERANCIAS		ISO 2768mK	
APROBADO			MATERIAL		ACABADOS SUPERFICIALES		N9	
TRABAJO FINAL DE GRADO			TRATAMIENTO		MATAR ARISTAS		0.5X45º	
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg)		UNIDADES		mm	
upna			PLANO Nº		ENSAMBLAJE MOTOR		 <b>A3</b> ESCALA <b>1:1</b>	

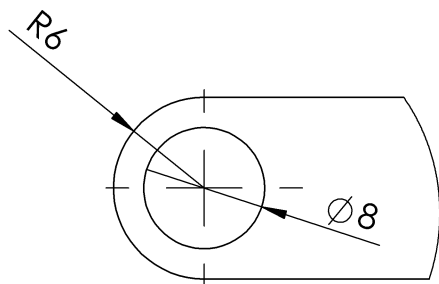
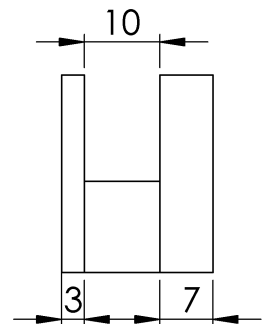
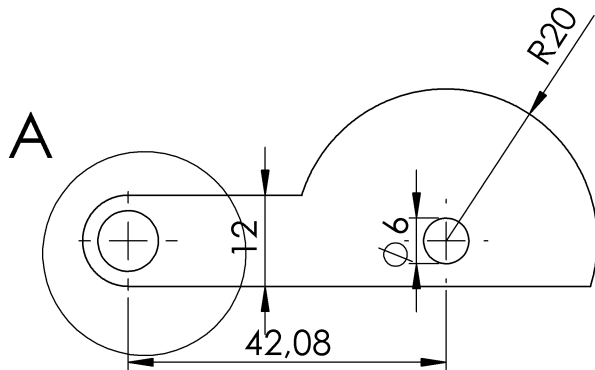
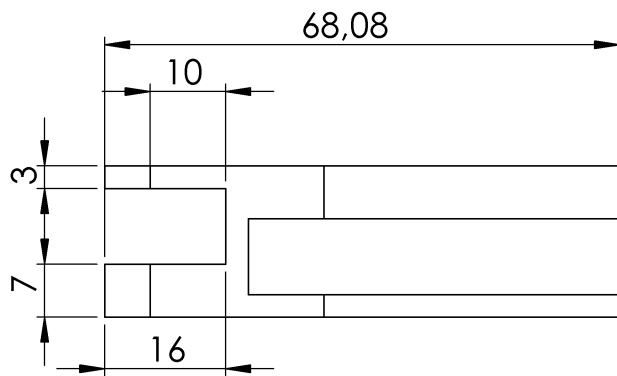
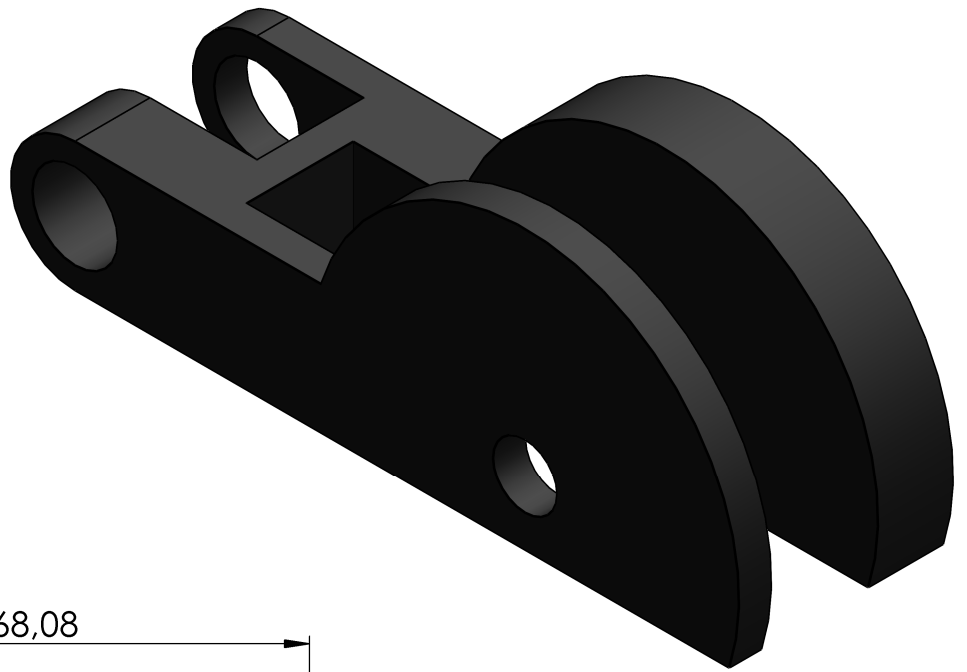


DETALLE  
A  
ESCALA 2 : 1.5



NOMBRE: S.CRUZ	TÍTULO: MOTOR	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa
ESCALA: 1:2	Nº DE PLANO:	

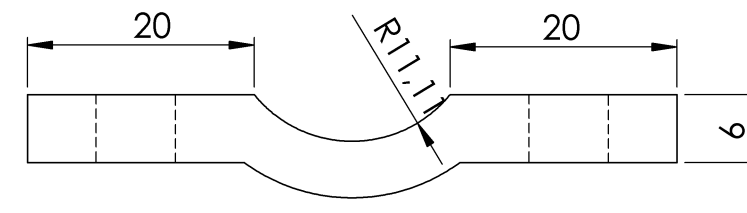
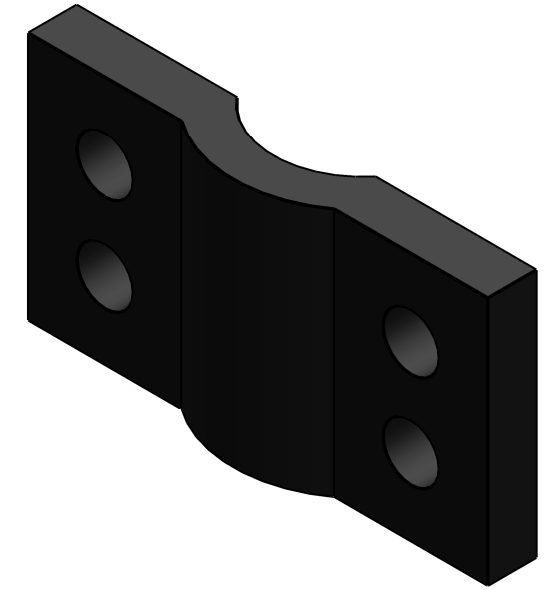
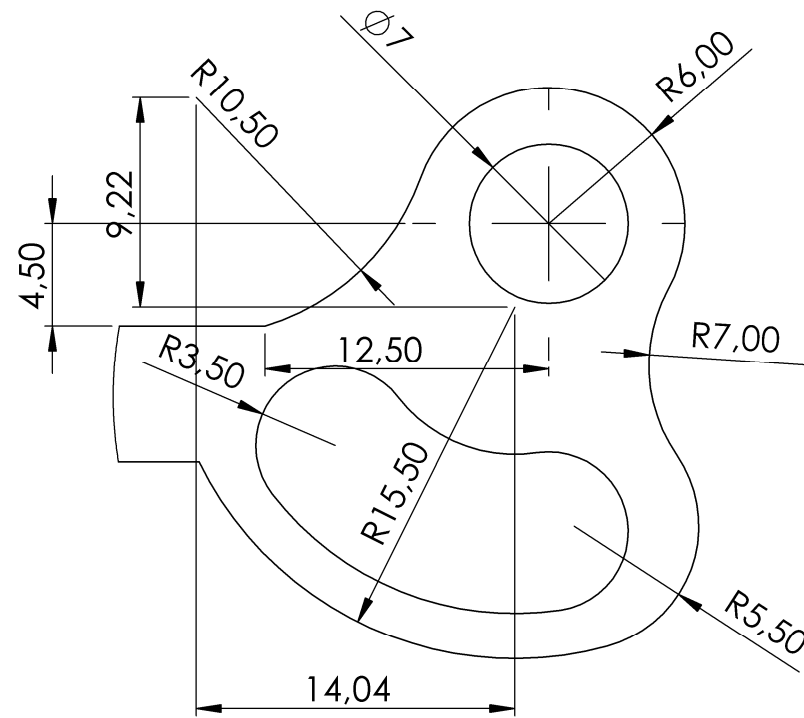
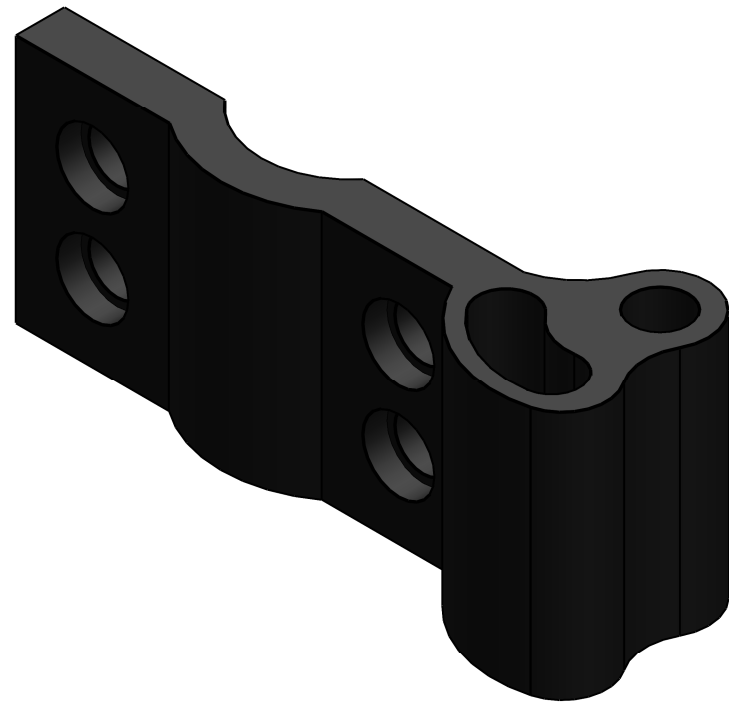




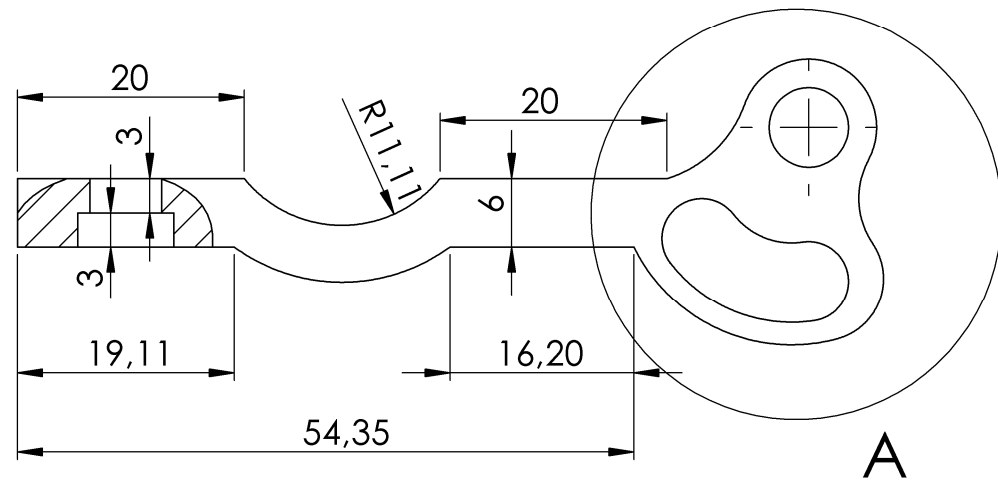
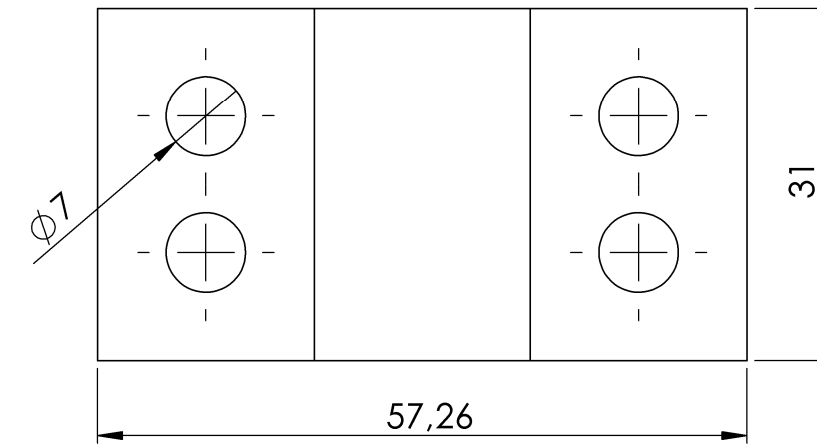
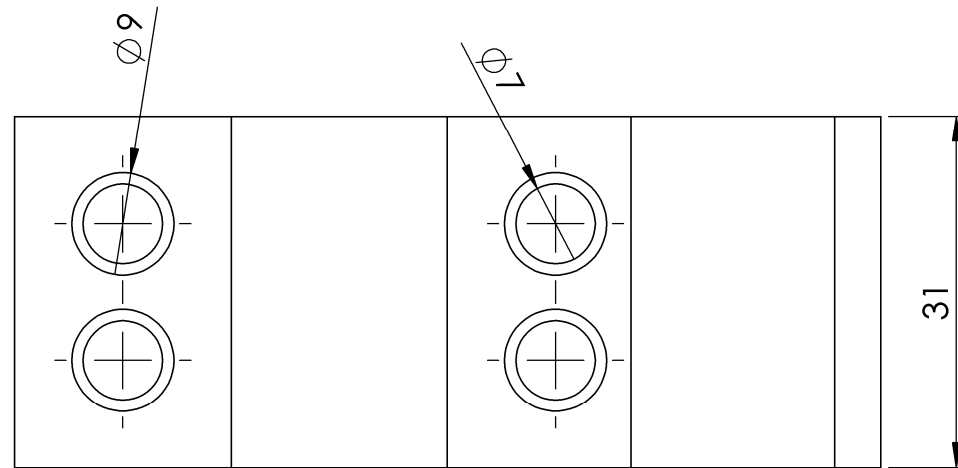
### DETALLE A

ESCALA 2 : 1

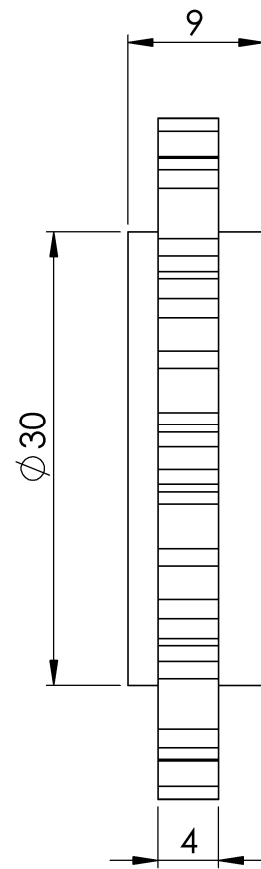
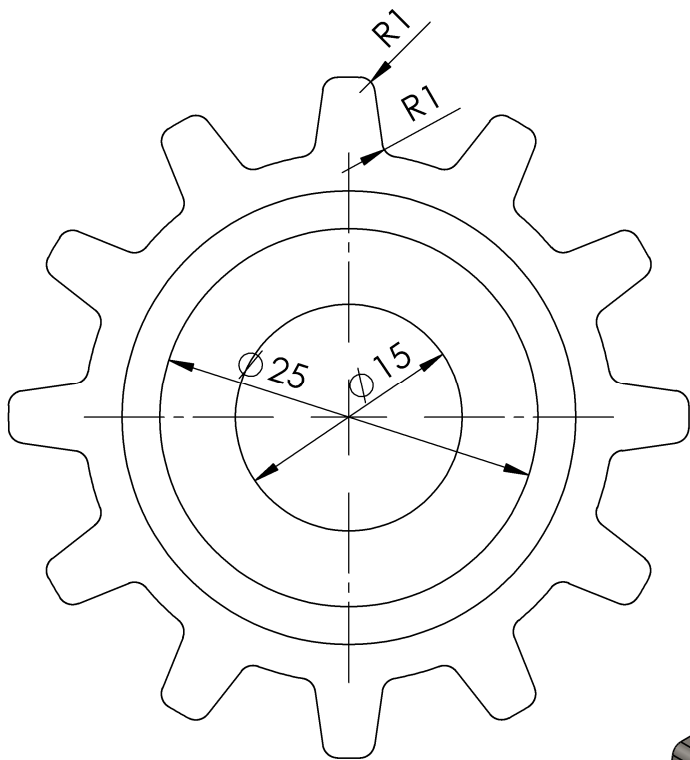
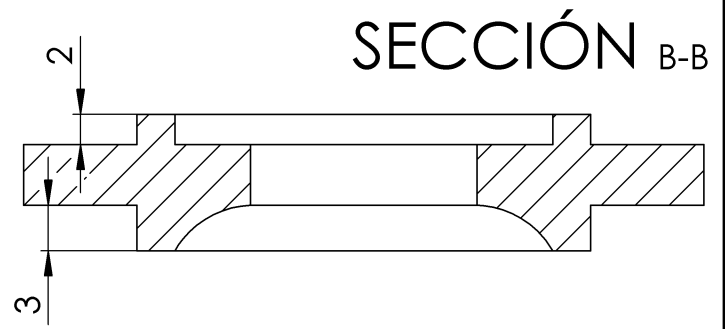
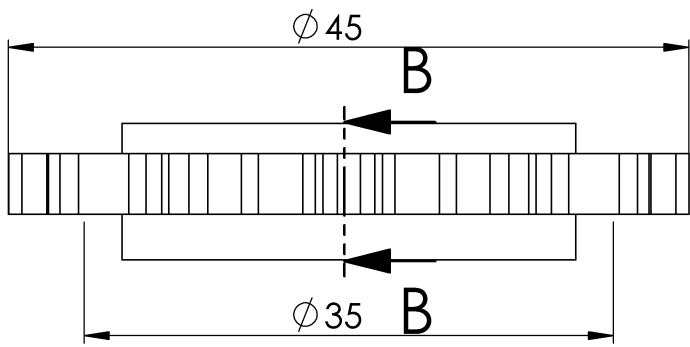
NOMBRE: S.CRUZ	TÍTULO: PIEZA MOTOR	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa
ESCALA: 1:2	Nº DE PLANO:	



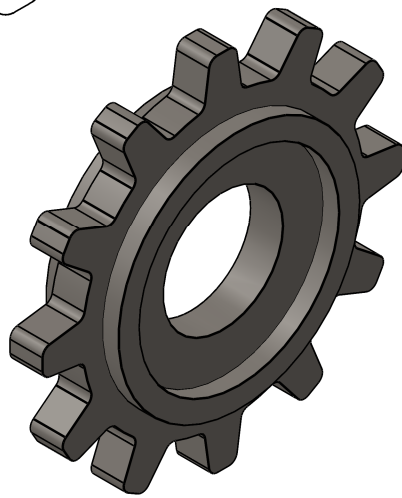
DETALLE A  
ESCALA 3 : 1




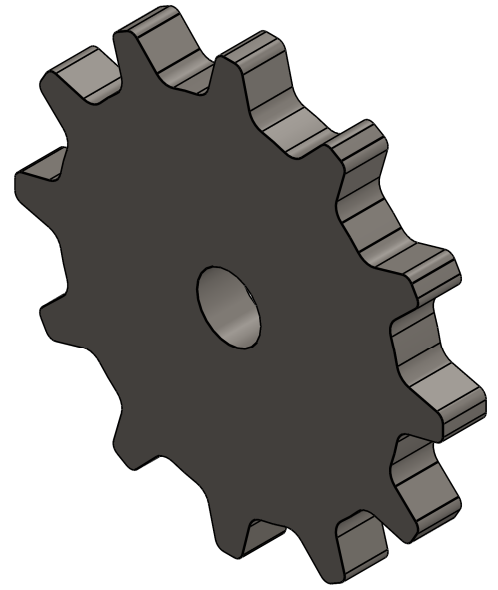
	FECHA	NOMBRE	PROYECTO	ESPECIFICACIONES GENERALES	
DIBUJADO	14/01/2022	S. CRUZ	DENOMINACION	TOLERANCIAS	ISO 2768mK
APROBADO			MATERIAL	ACABADOS SUPERFICIALES	N9
TRABAJO FINAL DE GRADO			TRATAMIENTO	MATAR ARISTAS	0.5X45°
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg)	UNIDADES	mm
upna			PLANO Nº	ABRAZADERA MOTOR	A3 ESCALA 1.5:1



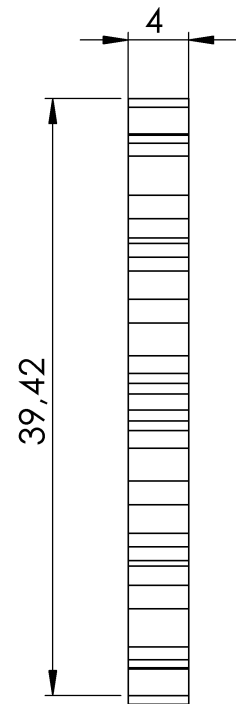
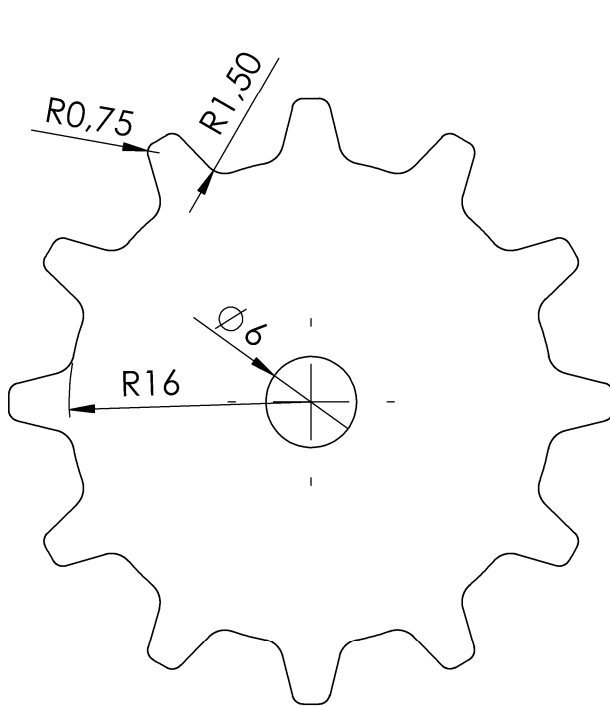
$Z = 16$  dientes



NOMBRE: S.CRUIZ	TÍTULO: PIÑÓN	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa
ESCALA: 2:1	Nº DE PLANO:	



Z = 12 dientes



NOMBRE: S.CRUZ

TÍTULO:

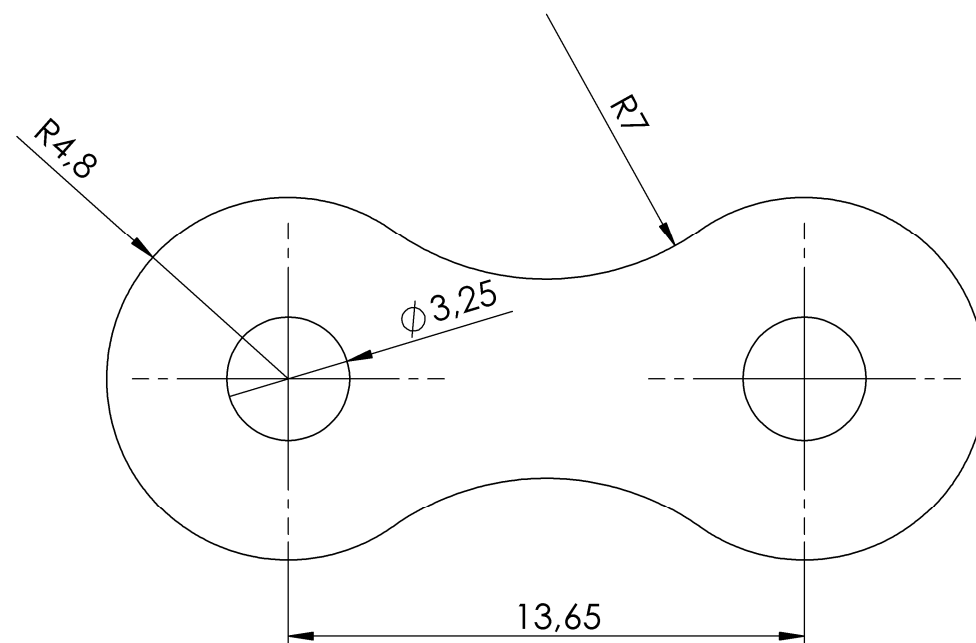
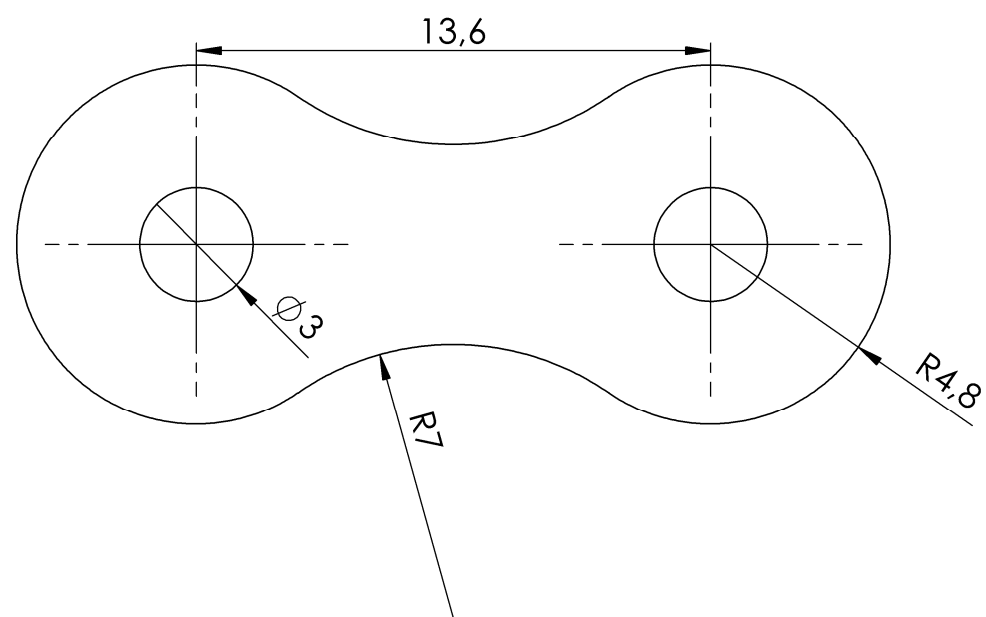
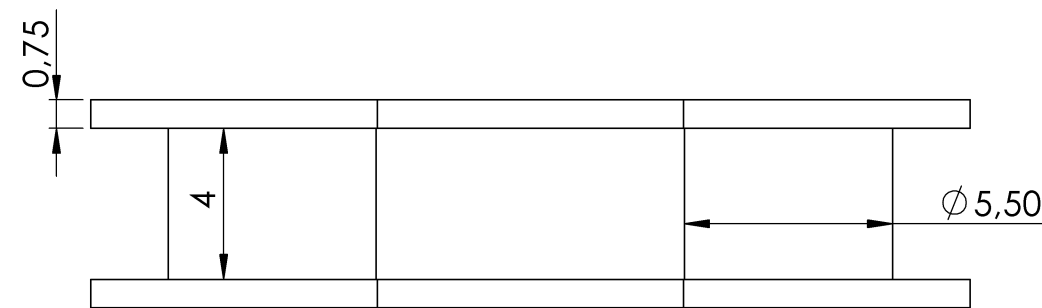
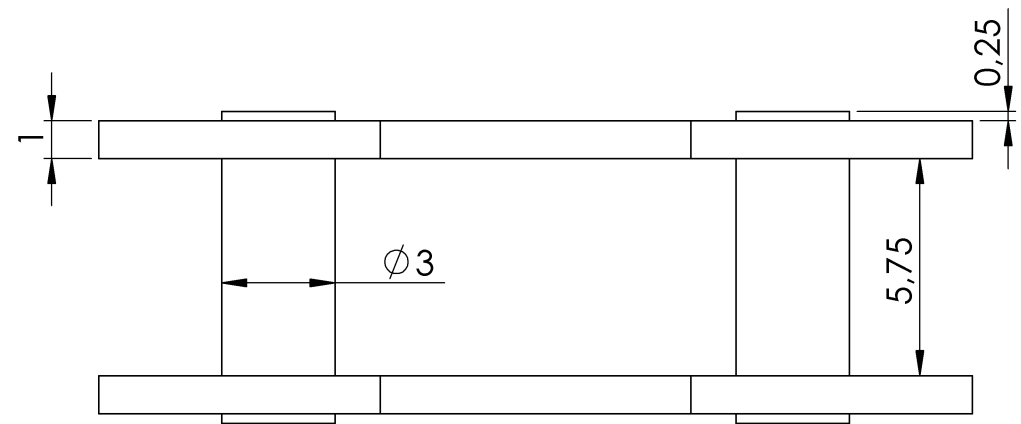
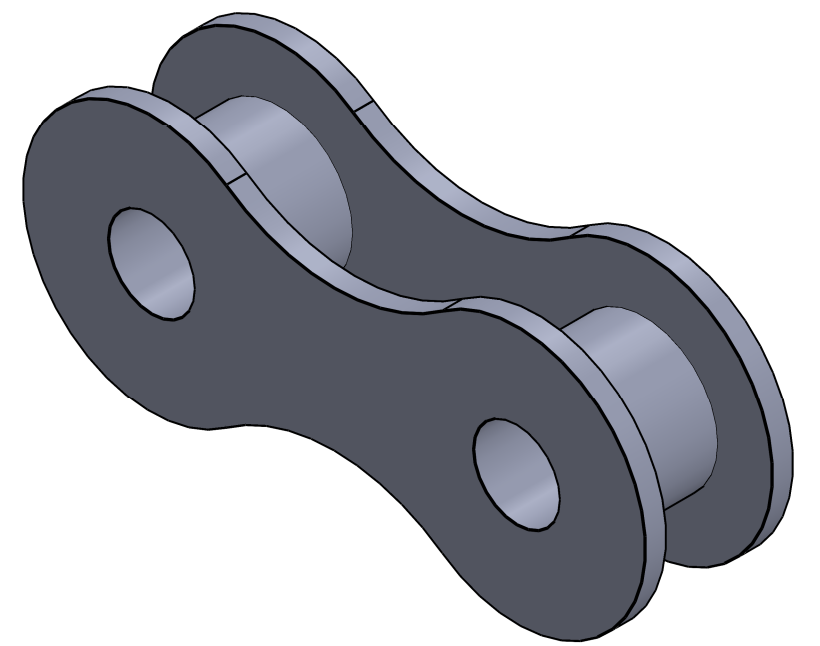
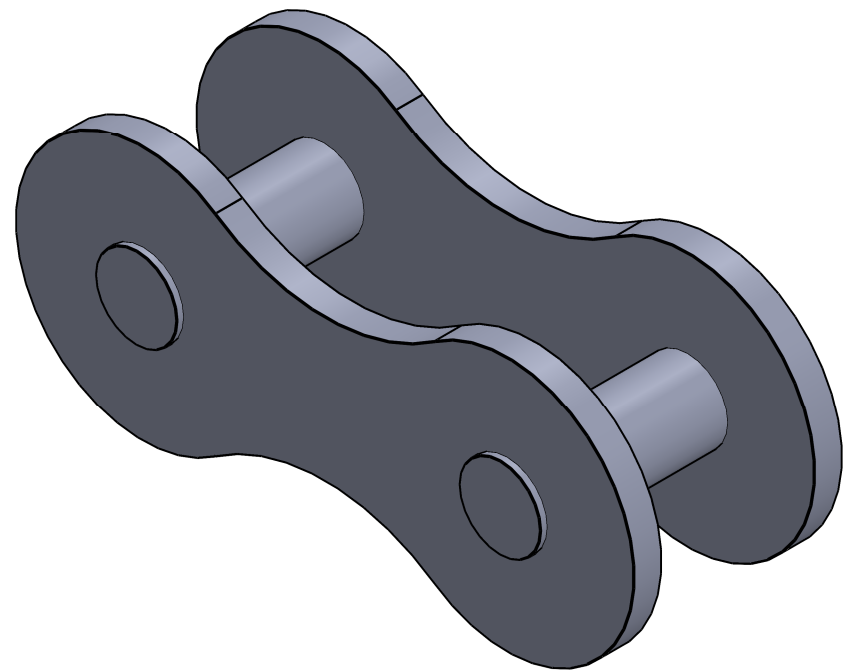
PIÑÓN PEQUEÑO

ESCALA: 2:1

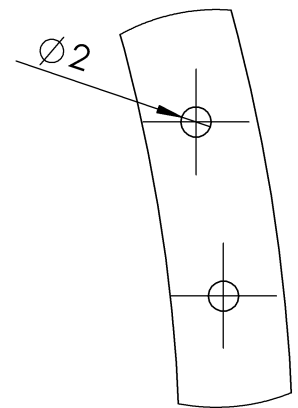
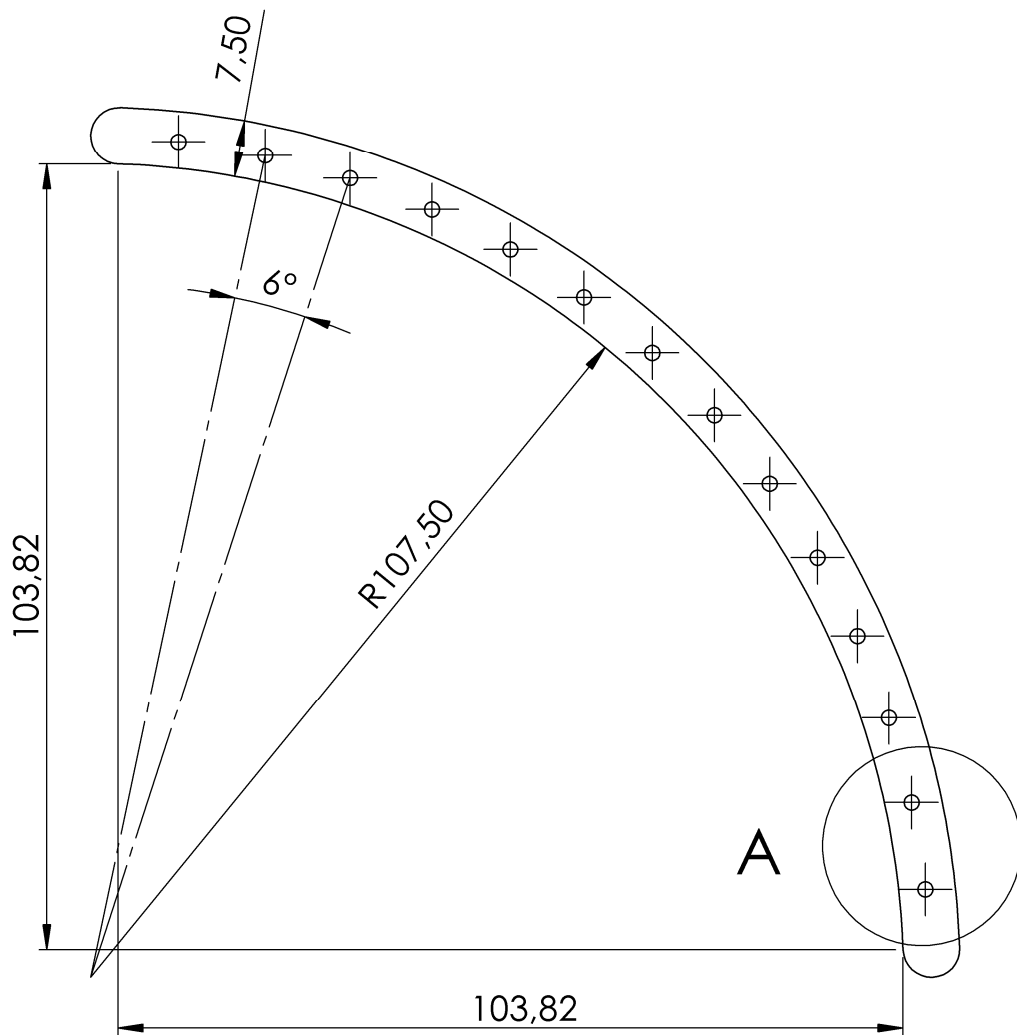
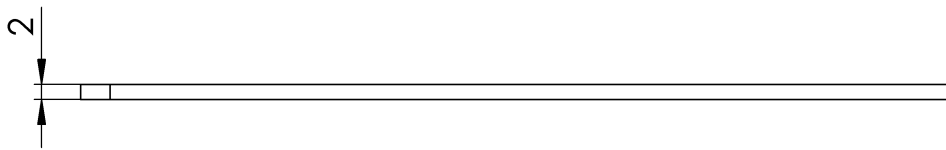
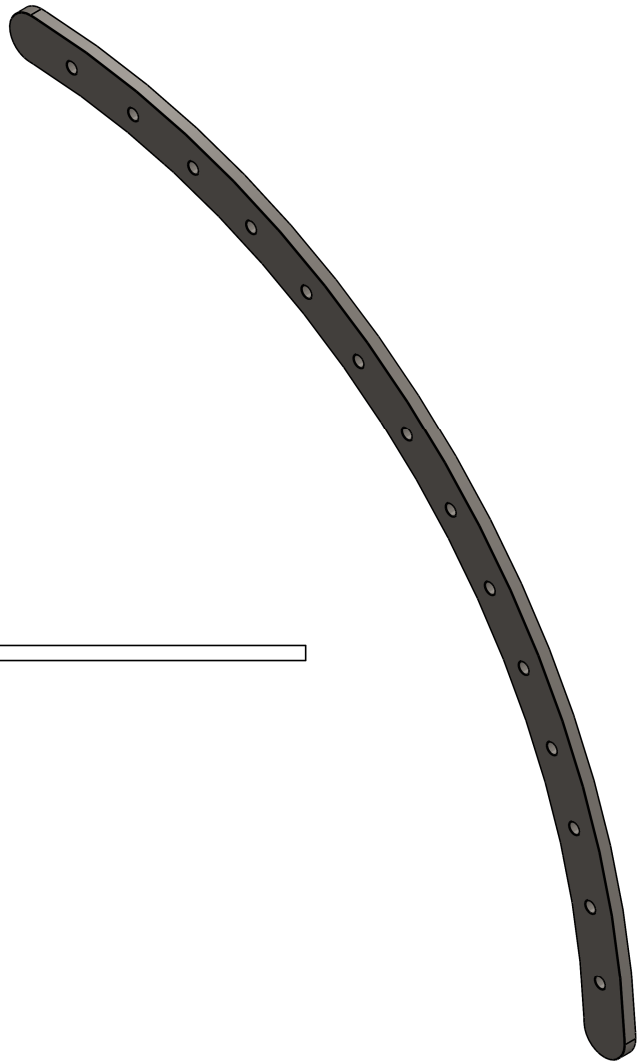
Nº DE PLANO:

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



			ESPECIFICACIONES GENERALES	
DIBUJADO	14/01/2022	S. CRUZ	DENOMINACION	TOLERANCIAS ISO 2768mK
APROBADO			MATERIAL	ACABADOS SUPERFICIALES N9
TRABAJO FINAL DE GRADO			TRATAMIENTO	MATAR ARISTAS 0.5X45°
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg)	UNIDADES mm
upna			PLANO N° CADENA	ESCALA 5:1



DETALLE A

ESCALA 2 : 1

NOMBRE: S.CRUZ

TÍTULO:

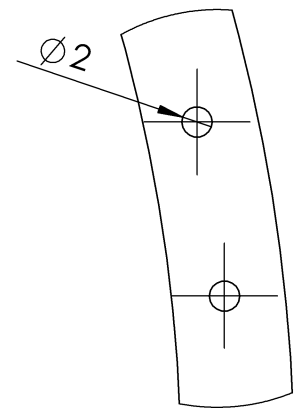
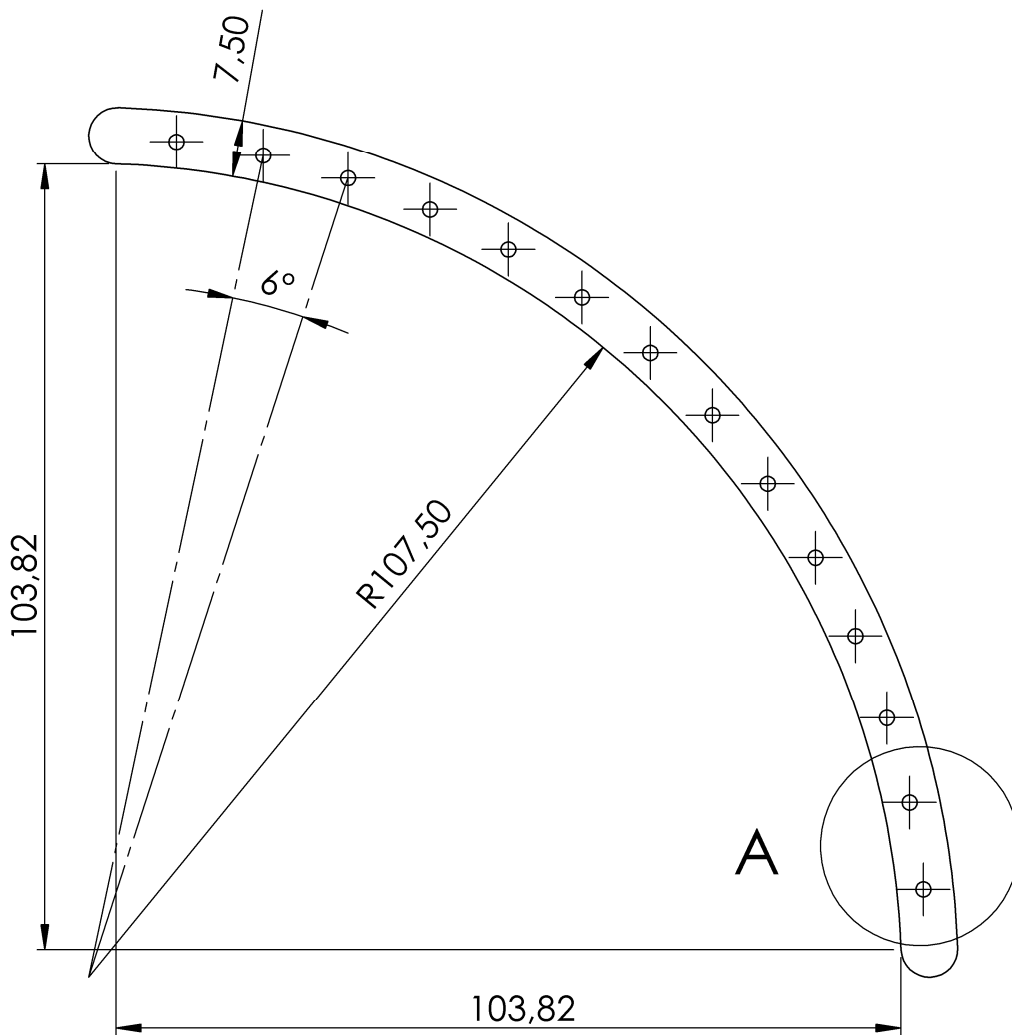
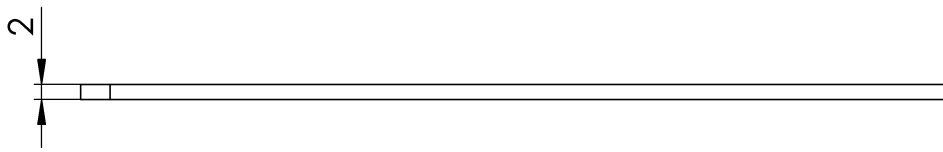
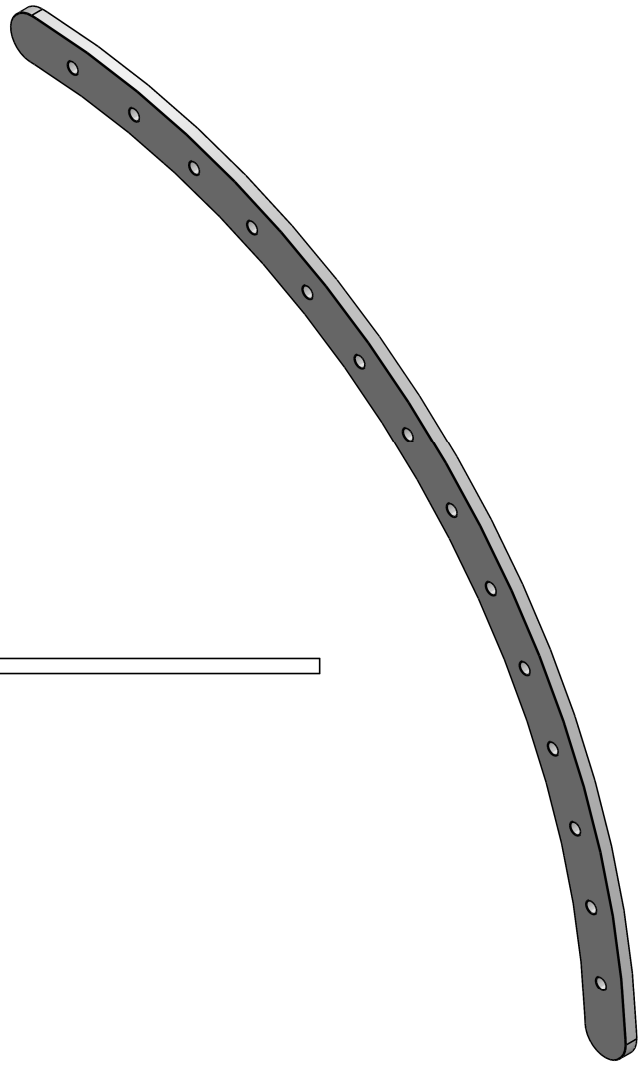
JUNTA DE METAL

ESCALA: 1:1

Nº DE PLANO:

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



DETALLE A

ESCALA 2 : 1

NOMBRE: S.CRUIZ

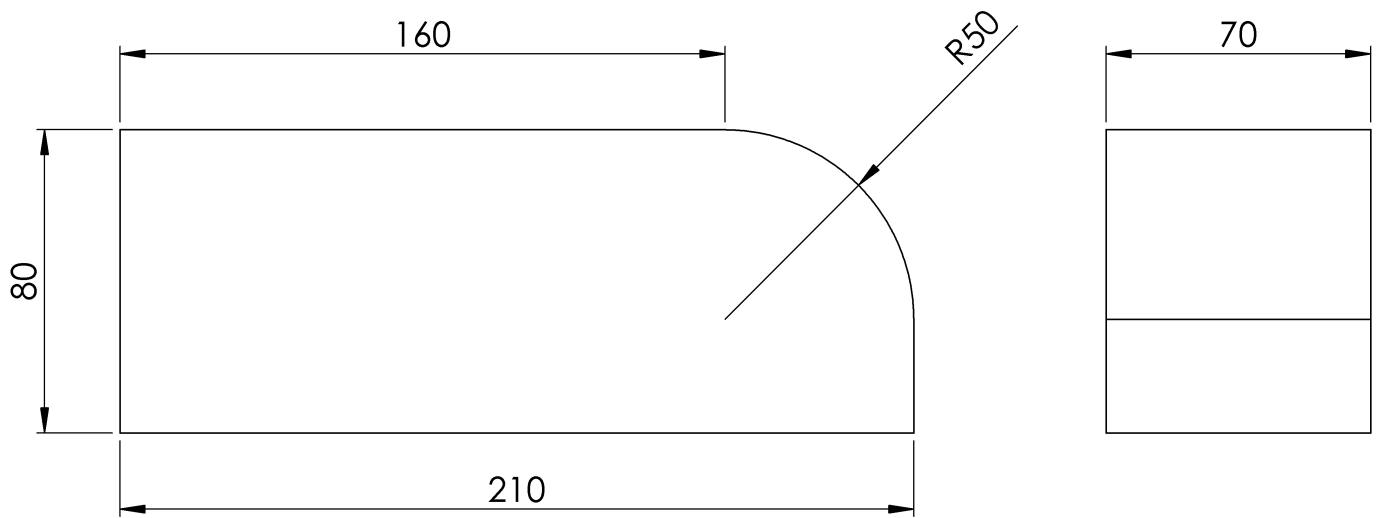
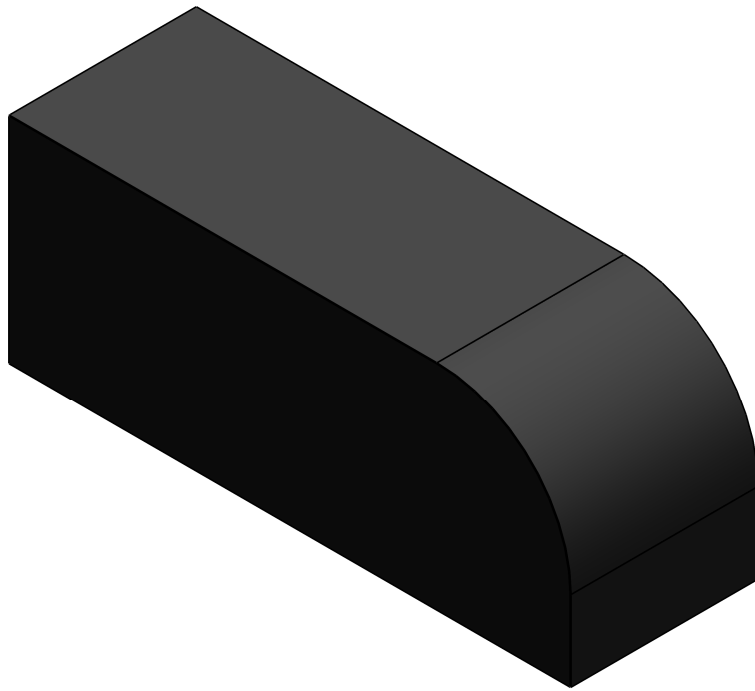
TÍTULO: JUNTA DE POLIURETANO


ESCALA: 1:1

Nº DE PLANO:

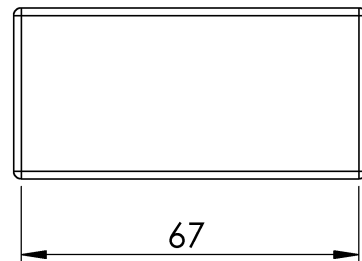
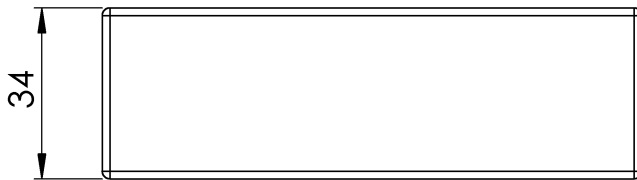
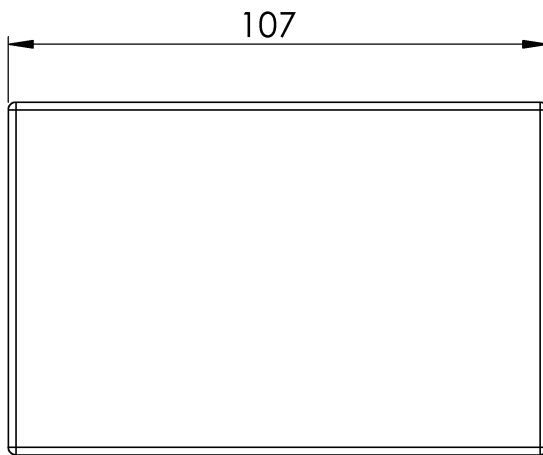
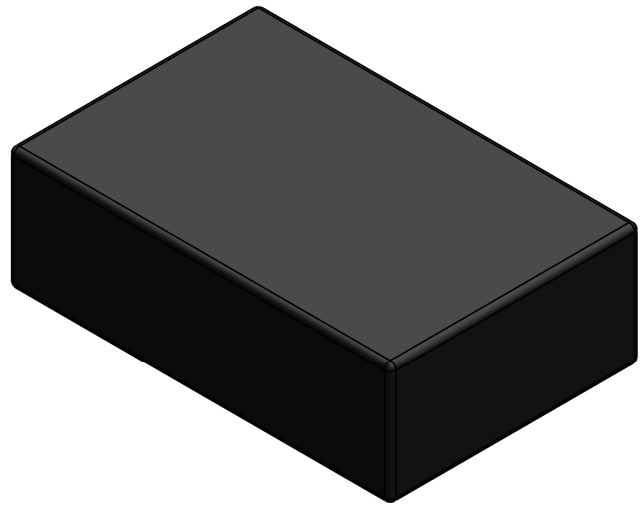
upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

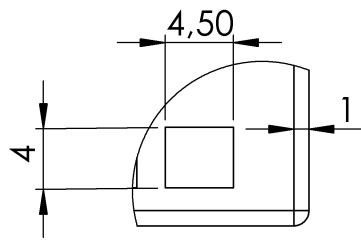
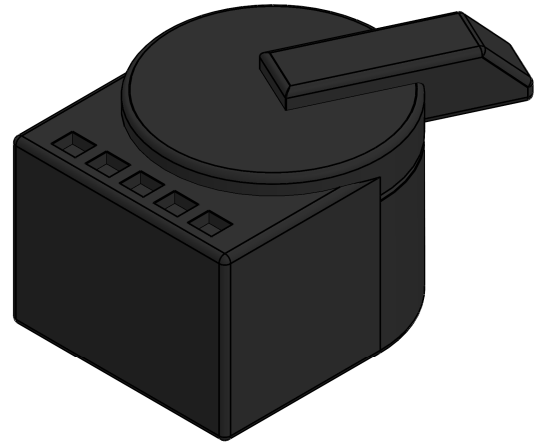
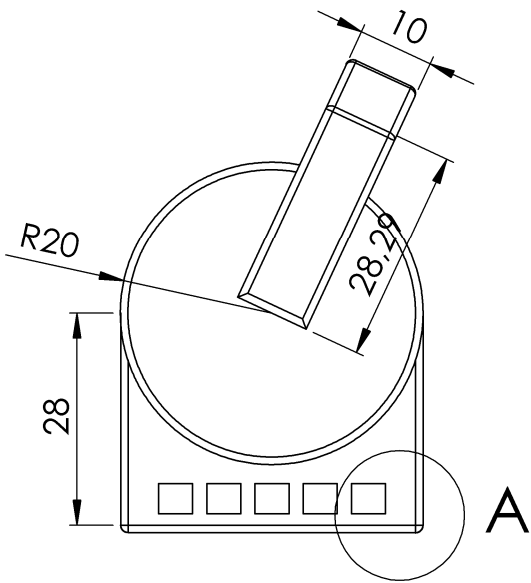


NOMBRE: S.CRUZ	TÍTULO: BATERIA	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa
ESCALA: 1:2	Nº DE PLANO:	



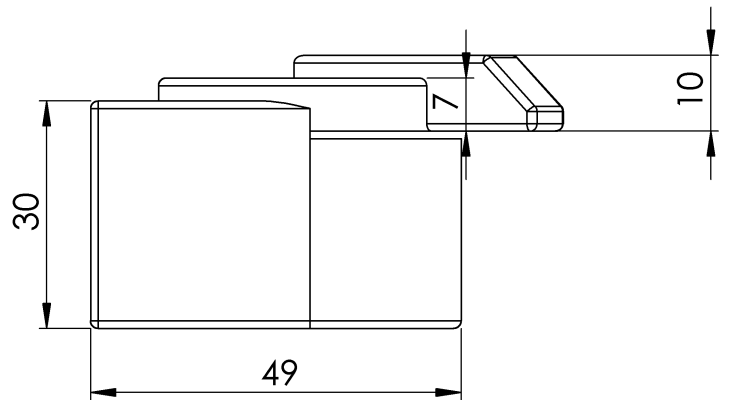
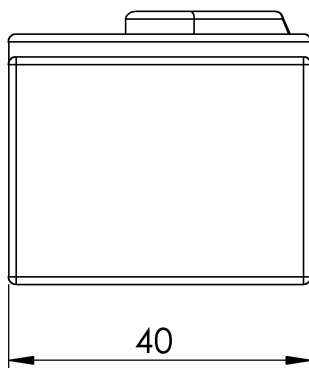


NOMBRE: S.CRUIZ	TÍTULO: CONTROLADOR	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa
ESCALA: 1:1.5	Nº DE PLANO:	



DETALLE A

ESCALA 2 : 1



NOMBRE: S.CRUIZ

TÍTULO:

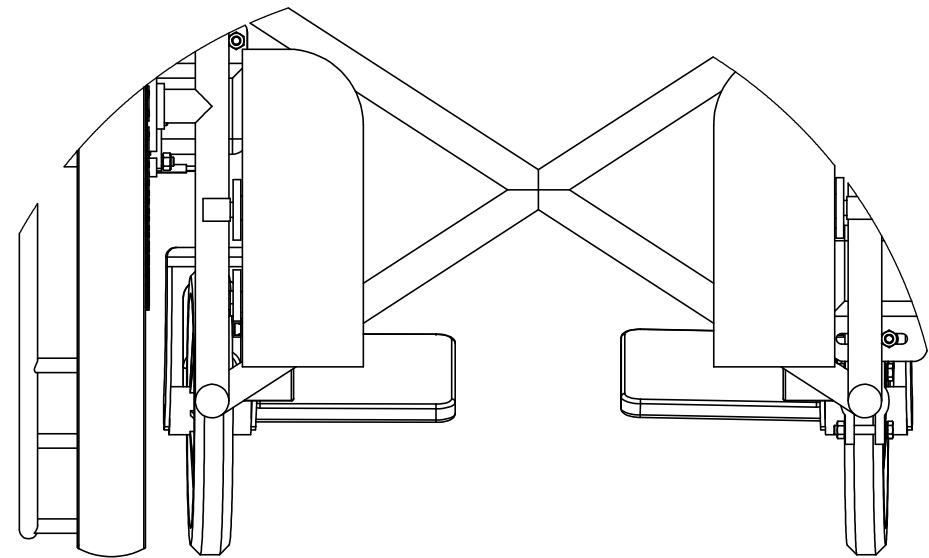
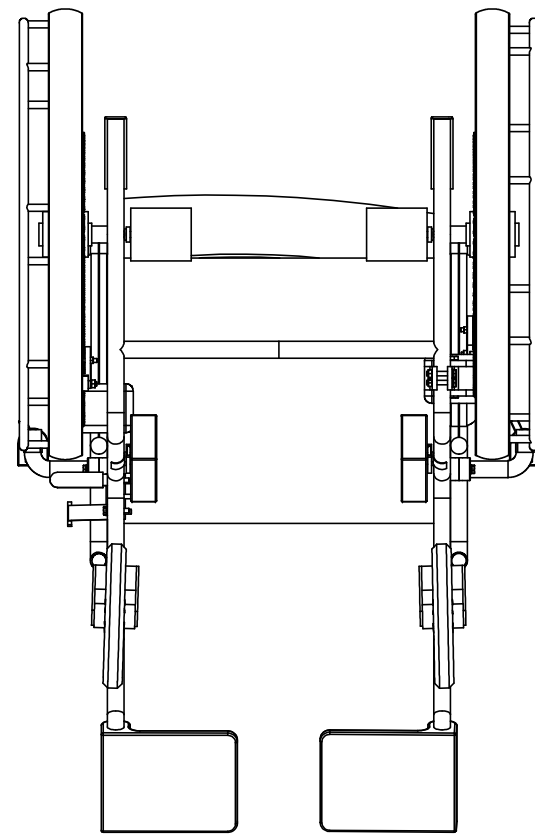
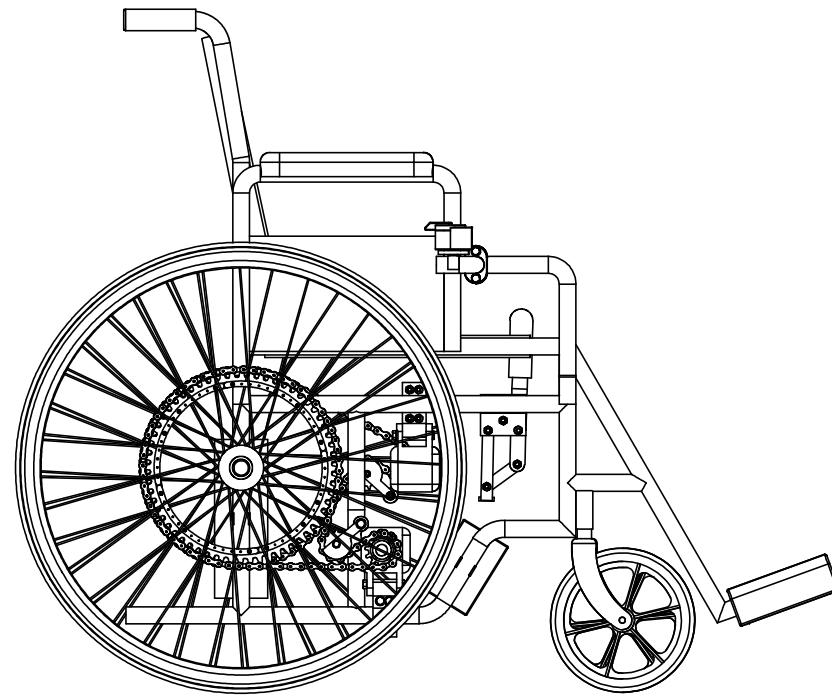
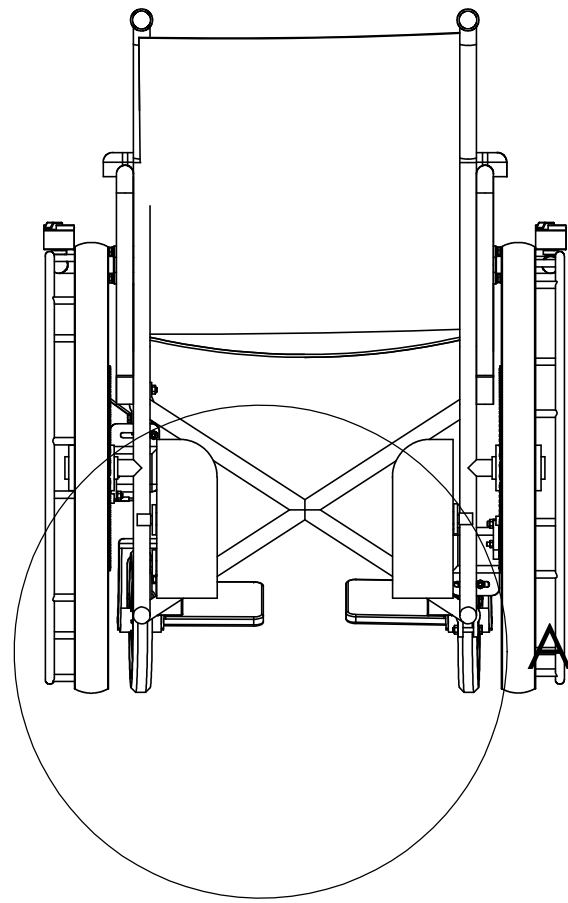
PULSADOR

ESCALA: 1:1

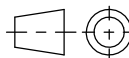
Nº DE PLANO:

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO	ESPECIFICACIONES GENERALES	
DIBUJADO	14/01/2022	S.CRUIZ	DENOMINACION	TOLERANCIAS	ISO 2768mK
APROBADO			MATERIAL	ACABADOS SUPERFICIALES	N9
TRABAJO FINAL DE GRADO			TRATAMIENTO	MATAR ARISTAS	0.5X45º
E.T.S.I.I.T			PESO (Kg)	UNIDADES	mm
upna			PLANO Nº	DISEÑO FINAL	 A3 ESCALA 1:10