

# DISEÑO DE UN SISTEMA ELEVADOR PARA PERSONAS QUE HAYAN SUFRIDO UNA CAIDA

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



Autor: Héctor Zaldívar Pont

Tutor: María Jesús Máñez Pitarch



# ÍNDICE GENERAL

I MEMORIA	6
1 Objeto	8
2 Alcance	8
3 Antecedentes	9
3.1 Búsqueda de información	9
3.2 Productos en el mercado	9
4 Normas y referencias	11
4.1 Soporte informático	11
4.2 Apuntes de asignaturas	11
4.3 Páginas web consultadas	11
5 Requisitos de diseño	12
5.1 Planteamiento de los objetivos	12
5.2 Análisis de los objetivos	13
5.3 Especificaciones de los objetivos	14
6 Análisis de soluciones	16
6.1 Descripción de las soluciones	16
6.2 Análisis de conceptos: DATUM	18
7 Resultados finales	20
7.1 Descripción general del producto	20
7.2 Gama de colores	23
7.3 Medidas principales del producto	24
7.4 Componentes del producto	25
7.5 Descripción de los componentes del producto	27
7.6 Ensamblaje del producto durante su uso	30
Anexo 1. Búsqueda de información.	35
1.1 Necesidades	36
1.2 Grúas	36
1.3 Elevadores desde el suelo	38
Anexo 2. Ergonomía.	41
2.1 Introducción	42
2.2 Medidas antropométricas	42
Anexo 3. Materiales	45
3.1 Aluminio	46
3.2 Polipropileno	46
3.3 Espuma EVA (Etilvinilacetato).	47
3.4 Tela de poliéster	48

Anexo 4. Piezas de plástico obtenidas por inyección.	50	
4.1 Introducción	51	
4.2 Mango de caucho de espuma EVA	53	
4.3 Remate para el mango	54	
4.4 Remate para las patas traseras	55	
4.5 Asiento	56	
Anexo 5. Fabricación del producto.	59	
Operaciones para obtener las piezas y su ensamblaje.		
5.1 Productos de partida	60	
5.2 Aluminio	60	
5.3 Polímero	62	
5.4 Tela de poliéster	63	
II PLANOS	65	
Plano 1: Plano de conjunto	66	
Plano 2: Pata lateral	67	
Plano 3: Pieza frontal - Reposapiernas	68	
Plano 4: Asiento	69	
Plano 5: Pata trasera	70	
Plano 6: Barra respaldo con mango	71	
Plano 7: Tela respaldo	72	
Plano 8: Guía respaldo	73	
Plano 9: Mango blando	74	
Plano 10: Remate para el mango	75	
Plano 11: Remate para la pata trasera	76	
Plano 12: Bisagra	77	
III PLIEGO DE CONDICIONES		
1. Introducción	79	
2. Especificaciones técnicas	80	
3. Ensayos y pruebas	85	
IV. PRESUPUESTO Y VIABILIDAD.		87
6.1 Estado de mediciones	88	
6.2 Coste de los materiales	90	
6.3 Coste total del producto	91	
6.4 Precio venta al público	95	
6.5 Viabilidad del producto	96	
V. CONCLUSIONES	98	
VI. BIBLIOGRAFÍA	101	





# I. MEMORIA



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



# 1 OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de un sistema elevador para personas que hayan sufrido una caída. El proyecto surge de la necesidad de ofrecer una ayuda a gente que tiene movilidad reducida y que tiene cierta propensión a sufrir caídas.

Hoy en día la esperanza de vida es alta y cada vez existe un mayor número de personas con diversos problemas derivados de la edad. Uno de ellos es la reducción de la movilidad y la necesidad de un mayor esfuerzo para realizar movimientos, como puede ser el levantarse del suelo tras una caída, o simplemente el levantarse incluso de una silla o una cama. Mucha de esta gente vive en su casa con su pareja o con familiares y no tiene asistencia de personas profesionales, como podría ser cuidadores o personal de una residencia. La gran mayoría de estas caídas no tienen una excesiva gravedad, pero una ayuda incorrecta a la hora de incorporarse puede ocasionar lesiones, por lo que se requiere de atención médica.

La propuesta que se realiza con este trabajo es el desarrollo de un sistema que sea económico para poder llegar al mayor número de personas con problemas de movilidad. Su ensamblaje y funcionamiento será sencillo para que cualquier persona que conviva con la persona a auxiliar pueda ayudarla a incorporarse de una forma cómoda, eliminando el riesgo de sufrir lesión (como puede ser sufrir un tirón en el brazo,) y dándole seguridad al auxiliado eliminándose una posible sensación de que sus piernas van a fallar y se va a volver a caer o posibles vértigos y mareos.

Muchos de los objetos ya existentes tienen una estética poco cuidada y el tenerlos en casa provoca que los usuarios tengan una sensación de rechazo hacia estos, puesto que necesitar de estas ayudas significa que ya no pueden valerse por si mismos, lo que ocasiona inseguridad y miedo a la hora de moverse y hace que la gente con movilidad reducida deje de hacer muchas cosas que antes formaban parte de su rutina. Por ello la creación de este proyecto también atenderá a un cuidado de la estética que haga que el sistema sea más agradable a la vista y no genere una sensación de rechazo como el material geriátrico u ortopédico. Con ello se tratará que mejore la aceptación de este tipo de ayuda, mejorando la calidad de vida de los usuarios.

# 2 ALCANCE

El alcance del proyecto va a tener un carácter conceptual, que comprende la búsqueda de información para conocer las necesidades de los usuarios, la búsqueda de antecedentes que tratan de solucionar este problema. Una vez conocido esto se realizará un análisis de los objetivos que se requieren.

Con ellos se realizará un diseño conceptual, un estudio ergonómico, se seleccionarán los materiales y los procesos de fabricación más adecuados. Se realizarán cálculos mecánicos para corroborar que el diseño es viable desde el punto de vista técnico

En último lugar se realizarán los planos para una correcta comprensión del proyecto, así como un cálculo del coste del producto final para conocer la viabilidad del producto a la hora de materializarlo.

## 3 ANTECEDENTES.

### 3.1 Búsqueda de la información

Para poder establecer el punto de partida del proyecto y conocer las soluciones ya existentes al problema que se trata de solucionar a través de este proyecto, se realiza una búsqueda de antecedentes en el mercado.

Se buscará fundamentalmente los mecanismos utilizados para realizar la acción de levantamiento, los materiales empleados para la fabricación y la ergonomía que presentan dichos productos.

Por último, se buscará las patentes existentes.

### 3.2 Productos en el mercado.

A continuación, se analizarán los productos más relevantes por sus características, el resto de productos encontrados se pueden encontrar en el Anexo I.

Silla elevadora RAIZER



Descripción: se trata de una silla móvil para transferencias del suelo a una posición sentada o de pie. Es idónea para espacios reducidos, donde no es posible el paso de una grúa. Además, permite que solo un cuidador con poca fuerza o habilidad pueda realizar la tarea.

Ventajas: sensación de seguridad durante el proceso. Es fácil de montar y desmontar y tiene un peso reducido (13kg). Funciona con baterías recargables. El esfuerzo físico de la persona asistente es mínimo.

*Imagen 1. Silla Raizer*

Cojín levantapersonas CAMEL



Descripción: es un cojín elevador que funciona mediante un compresor. Permite una elevación de manera sencilla y rápida, pasando de una posición de tumbado hasta una de sentado.

Ventajas: es fácil de transportar y tiene un peso de 9,6 kg (cojín y compresor). La persona caída necesita ser movida al mínimo y el cuidador no tiene que hacer esfuerzo.

*Imagen 2. Cojín CAMEL*

### Silla levantapersonas HEBIX



*Imagen 3. Silla HEBIX*

Descripción: se trata de un sistema ligero y plegable que permite una ayuda móvil de elevación. El montaje es sencillo y se realiza en pocos pasos. La desventaja que tiene es que la fuerza necesaria para levantar la tiene que realizar la persona que esta asistiendo y no se realiza mediante un motor eléctrico.

Ventajas: es más ligera que los ejemplos vistos anteriormente y al no incluir ningún mecanismo eléctrico su precio es más asequible. La fuerza necesaria para levantar a la persona es de una cuarta parte del peso de esta.

## 4. NORMAS Y REFERENCIAS.

Para la elaboración de este proyecto se deberá cumplir la norma UNE:157001:2014, que establece los criterios para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

Por otra parte, se empleará la norma europea EN ISO 10535:2006 que rige los requisitos y métodos de ensayo para grúas para el traslado de personas.

Para la realización de soldaduras se seguirá la norma UNE-En ISO 13920 *“Tolerancias en construcciones soldadas. Dimensiones de longitudes y ángulos. Forma y posición”*.

### 4.1 Soporte informático.

SOLIDWORKS	INDESIGN
EXCEL	PHOTOSHOP
KEYSHOT	ILLUSTRATOR

### 4.2 Apuntes de asignaturas.

- DI 1020 Diseño para fabricación: Procesos y tecnologías I.
- DI 1015 Materiales II.
- DI 1014 Diseño conceptual.
- DI 1036 Tecnologías del plástico y diseño de productos.

### 4.3 Páginas web consultadas.

<https://aacurat.de/>

<http://www.adaptado.es/hebix-sistema-levanta-personas/>

<https://handicare-test.azurewebsites.net/es/>

<https://www.liftup.dk/en/>

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

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

# 5 REQUISITOS DE DISEÑO.

## 5.1 Planteamiento de los objetivos.

En un primer momento se realiza una lista de objetivos, pensando que estos afectan a 5 grupos distintos que están relacionados con el producto. Por ello dividiremos los objetivos en: objetivos del diseñador, objetivos del diseño, objetivos de fabricación y desarrollo, objetivos de seguridad del producto y objetivos de los usuarios.

### 5.1.1 Objetivos del diseñador.

El diseñador se plantea todas las etapas que sigue el producto, desde el planteamiento inicial hasta el final de su vida útil.

1. Conseguir un producto de calidad.
2. Conseguir un producto duradero.
3. Tener el menor impacto ambiental posible.
4. Llegar al mercado más amplio posible.
5. Que el precio permita el acceso al mayor número de personas.
6. Poder ser manipulado por cualquier persona.
7. Que el producto sea sencillo.

### 5.1.2 Objetivos del diseño.

La funcionalidad y la estética del producto son dos aspectos importantes que hay que trabajar. La funcionalidad proporciona al producto el valor de realizar correctamente la función para la que ha sido diseñado. La estética le proporciona un atractivo que hace que se desee más obtener dicho producto.

8. Ser funcional.
9. Resultar estéticamente atractivo.
10. Tener una estética atemporal.
11. Ser ergonómico
12. Ser lo más ligero posible.
13. Ser sencillo en cuanto a las uniones y el ensamblaje.
14. Tener el menor número de piezas.
15. Ser resistente a golpes y rallados.
16. Ser resistente al peso que ha de elevar

### 5.1.3. Objetivos de fabricación y desarrollo.

El producto debe ser viable y ha de tener una serie de objetivos desde el punto de vista de la fabricación y la producción.

17. Ser técnicamente viable.
18. Utilizar el menor número de herramientas y utillaje.
19. Que las herramientas y utillajes estén normalizados.
20. Que los materiales sean fáciles de mecanizar.
21. Tener piezas sencillas.
22. Ser responsable con el medio ambiente durante el proceso de fabricación.
23. Optimizar el embalaje para el transporte.



#### 5.1.4. Objetivos de seguridad del producto.

Objetivos de seguridad para que el producto sea seguro para el usuario.

24. Soportar con un margen de seguridad el peso que ha de levantar.
25. Ser seguro para el usuario.
26. Ser seguro su uso en espacios húmedos.
27. No presentar partes puntiagudas o en ángulo recto.
28. Cumplir con la normativa de seguridad pertinente.

#### 5.1.5. Objetivos de los usuarios.

A continuación, se nombrarán los objetivos que los usuarios demandan para el producto en cuestión.

29. Poder montar y desmontar el producto con facilidad.
30. Tener unas instrucciones de uso claras y fáciles de comprender.
31. Poder utilizar el producto en espacios estrechos o pequeños.
32. Ser seguro.
33. Resultar fácil de transportar.
34. Poder ensamblar en poco tiempo.
35. Resultar cómodo para el usuario.
36. Poder limpiar el producto con facilidad.
37. Tener una estética agradable.

### 5.2. Análisis de los objetivos.

Para sintetizar los objetivos anteriores se hace una revisión de la primera lista, reformulando o agrupando algunos de los objetivos. Los objetivos que se repitan se eliminan y se agrupan aquellos que estén relacionados entre sí para reducir la cantidad de objetivos. Con ello obtendremos una lista de objetivos generales y de objetivos secundarios. Para que esta lista sea más fácil de comprender se dividen los objetivos en grupos referidos al diseño del producto.

#### 1.RESISTENCIA

- 1.A. (2, 15) Ser resistente y duradero.
- 1.B. (12) Ser lo más ligero posible.
- 1.C. (16) Soportar un peso mínimo de 100 kg durante la elevación.
- 1.D.(36) Ser resistente a los productos de limpieza.

#### 2.FUNCIONALIDAD

- 2.A. (6, 7, 33) Ser sencillo y fácil de transportar.
- 2.B. (8) Ser funcional.
- 2.C. (11, 35) Ser ergonómico.

#### 3.ESTÉTICA.

- 3.A. (9, 10, 37) Tener una estética atractiva lo más atemporal posible.

#### 4.MONTAJE.

- 4.A. (13, 29, 34) Uniones que faciliten el ensamblaje del producto y permita realizarlo en el menor tiempo posible.
- 4.B (31) Tener unas dimensiones y una forma de ensamblar para poder realizarlo en espacios reducidos.
- 4.C (30) Poseer unas instrucciones de uso.

## 5.FABRICACIÓN.

- 5.A. (17) Ser técnicamente viable.
- 5.B. (14, 21) Emplear el menor número de piezas y lo más sencillas posibles.
- 5.C. (18, 19) Emplear la menor cantidad de herramientas y utillaje normalizado.
- 5.D. (20) Emplear materiales de fácil mecanizado.
- 5.E. (23) Optimizar el embalaje para el transporte.

## 6.EMPRESA.

- 6.A. (1) Conseguir un producto de calidad.
- 6B. (4,5) Tener un precio que permita abrirse al mayor mercado posible.

## 7. SEGURIDAD.

- 7.A. (24, 25, 28, 32) Cumplir con las normativas de seguridad pertinentes, para optimizar la seguridad
- 7.B. (26) Resultar seguro emplearlo en espacios húmedos.
- 7.C. (27) No presentar partes puntiagudas o en ángulo recto.

## 5.3 Especificaciones de los objetivos.

Se realiza una tabla explicativa de los objetivos finales, para poder evaluar los diferentes diseños conceptuales que se ideen y seleccionar el que mejor cumpla los objetivos propuestos. Los objetivos se clasificarán en **Restricción (R)**, **Optimizable (O)** o **Deseo (D)**.

Las Restricciones serán objetivos obligatorios que se deben cumplir en todos los diseños conceptuales. Por tanto, aquel diseño que no lo cumpla quedará automáticamente descartado como opción final.

Los objetivos optimizables son aquellos que escogemos para comparar las propuestas. Estos objetivos nos facilitaran el proceso de evaluación y selección de la idea final, ya que se puede seleccionar que diseño cumple el objetivo de forma más satisfactoria.

Los Deseos nos servirán como guía para optar por un diseño u otro en caso de que no sea clara la decisión de un diseño u otro a partir de los objetivos optimizables. Los deseos no tienen por qué estar en el producto final.

Objetivo	Especificación	Tipo	Variable	Criterio	Escala	
1. Resistencia	1.A	Que sea resistente y duradero	R			
	1.B	Que sea lo más ligero posible	O	Peso (kg)	Menor peso posible	Proporcional
	1.C	Que soporte al menos 100kg durante su uso	O	Peso (kg)	Mayor peso posible	Proporcional
	1.D	Que se pueda limpiar sin que los productos de limpieza afecten al producto	R			
2. Funcionalidad	2.A	Que sea lo más fácil de transportar	O	Facilidad de transporte (0-5)	Mejor puntuación entre 0 y 5	Proporcional
	2.B	Que sea funcional	R			
	2.C	Que sus medidas sean ergonómicas en un percentil entre 5 y 95	R			
3. Estética	3.A	Que el producto sea lo más estético y atemporal posible	O	Puntuación (0-5)	Mejor puntuación entre 0 y 5	Proporcional
4. Montaje	4.A	Que tenga unas uniones que permitan el ensamblaje en el menor tiempo posible	O	Tiempo (min)	Menor tiempo posible de ensamblaje	Proporcional
	4.B	Que pueda ser montado en espacios reducidos	R			
	4.C	Sería óptimo que para su uso no se necesite consultar las instrucciones de uso	D			
5. Fabricación	5.A	Que sea técnicamente viable	R			
	5.B	Utilizar el menor número de piezas y que estas sean lo más sencillas posibles	O	Número de piezas	Menor número de piezas	Proporcional
	5.C	Que las herramientas y utillaje sean normalizados	R			
	5.D	Que los materiales empleados sean fáciles de mecanizar para utilizar el menor número de herramientas	R			
	5.E	Que el embalaje para su transporte ocupe el menor volumen posible	O	Volúmen de embalaje (m3)	Menor volúmen	Proporcional
6. Empresa	6.A	Que el producto sea de calidad	R			
	6.B	Que el producto tenga el menor coste posible para llegar a más mercado	D			
7. Seguridad	7.A	Que cumpla la normativa vigente de resistencia de materiales	R			
	7.B	Que cumpla la normativa vigente de aparatos eléctricos en locales húmedos	R			
	7.C	Que tenga las esquinas redondeadas	R			

Tabla 1 Definición de objetivos

## 6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.

### 6.1 Descripción de las soluciones.

A continuación, se plasmarán una serie de ideas iniciales que cumplieran con las restricciones mencionadas en el apartado anterior. Estas ideas conceptuales se analizarán para valorar de forma cuantitativa los diseños. Una vez valorados se seleccionará el diseño mejor valorado para su posterior análisis y modificación, para obtener el diseño final.

Para las distintas propuestas me he centrado básicamente en el sistema de elevación. Para extraerlas hice un Brainstorming para obtener distintos mecanismos con los que realizar el movimiento. A continuación, se describen las propuestas, acompañadas por bocetos para ayudar a la comprensión de la forma de las sillas.

#### Propuesta 1:

La primera propuesta consiste en una silla que se eleve mediante un mecanismo de barras con un hidráulico, similar al empleado en los canapés para las camas. Se colocan dos sistemas de barras, uno a cada lado de la persona. La barra que se levanta tiene unas guías en la parte superior, en las que se engancha el respaldo, hecho de tela y que va unido a unas guías a ambos lados. El asiento se engancha también a la barra principal. Para colocar el respaldo el asistente tiene que pasarlo por debajo de la espalda de la persona caída con una serie de movimientos sencillos y que requieren de poco esfuerzo y movimiento por parte de la persona a auxiliar.

Una vez montado todo el sistema el ayudante levanta la silla cogiendo la barra principal por unas asas y con ayuda del sistema hidráulico levanta al paciente sin necesidad de tanto esfuerzo.

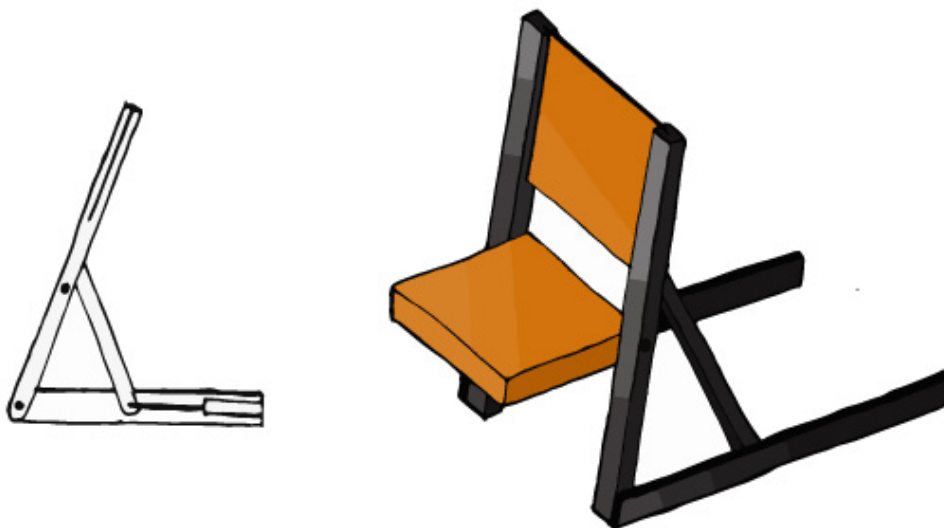


Imagen 4. Concepto 1

## Propuesta 2:

La segunda propuesta consiste en una silla ya el esfuerzo de elevación lo realiza un motor. Este se sitúa en la parte inferior del asiento y mueve un eje que a su vez hace girar una de las patas, realizando el movimiento de elevar y bajar la silla. Para accionar el motor se emplea una batería que va situada junto a este en la parte inferior del asiento. La ventaja que tiene respecto al resto de propuestas es que el ayudante no tiene que realizar ningún esfuerzo, por lo que lo pueden usar personas mayores con poca fuerza. Además, en el asiento se ubican también dos botones para levantar y bajar la silla.

Al funcionar con baterías no se requieren enchufarlo a ninguna toma de corriente, además cumpliría los requisitos para emplearlo en lugares húmedos.

Para colocar el respaldo se sigue un sistema igual que en la propuesta anterior.

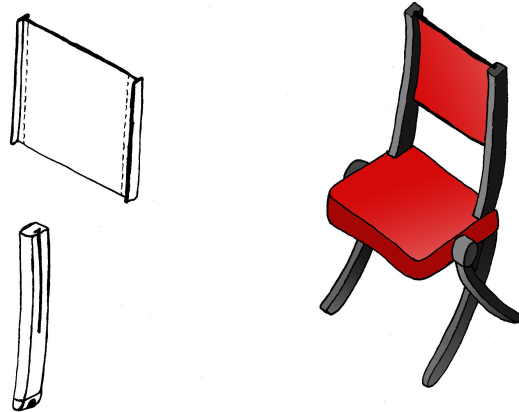


Imagen 5. Concepto 2

## Propuesta 3:

La última propuesta consiste en una silla de accionamiento manual, pero en este caso el método que facilita elevar a la persona caída se trata de una pata con forma de balancín. Este sistema es manual, y al igual que en el primer caso, el esfuerzo que realiza el ayudante al elevar la silla, mediante unas asas ubicadas en el respaldo, se ve reducido por el efecto del balancín.

El respaldo lo forman dos barras metálicas que se acoplan a ambos lados del asiento. Estas barras llevan enganchadas un respaldo de plástico, que se divide en dos placas. Para colocarlo el asistente tiene que mover ligeramente al paciente y colocarle cada una de las dos mitades del respaldo a cada lado de la espalda.

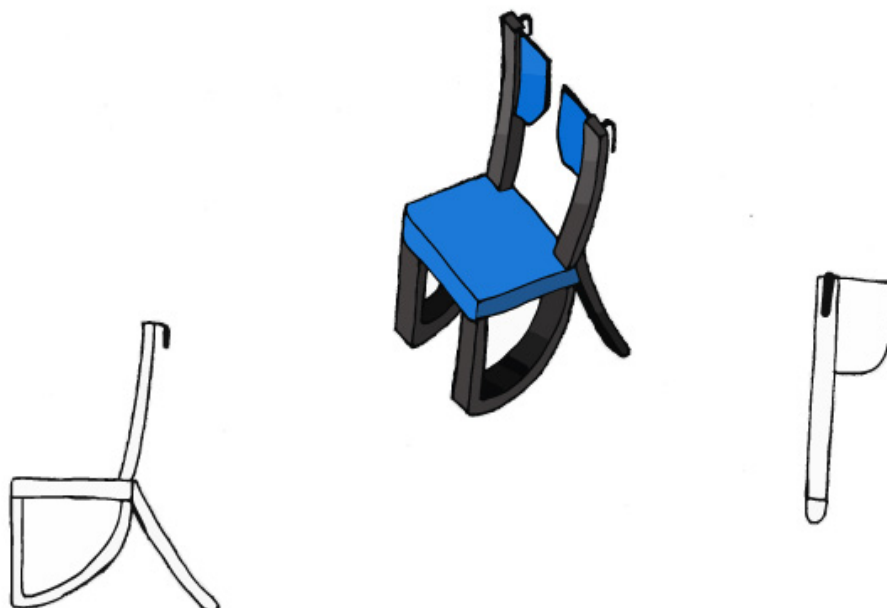


Imagen 6. Concepto 3

## 6.2 Análisis de conceptos: DATUM.

Se ha realizado el análisis de las 3 propuestas mediante el método DATUM. Con este método podemos comparar simultáneamente las 3 propuestas en base a una serie de objetivos establecidos. Para realizar el análisis se han seleccionado una serie de objetivos principales, extraídos de la *Tabla 1 Definición de objetivos*, mostrada anteriormente.

	Objetivo	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
1.A	Resistente y duradero	=	*	=
1.B	Ligero	-	*	+
1.C	Que soporte al menos 100kg durante la elevación	=	D	=
2.A	Que sea sencillo y fácil de manipular	-	A	+
3.A	Estéticamente atemporal	=	T	+
4.A	Ensamblaje facil y realizable en poco tiempo	=	U	+
5.B	Menor número de piezas y que sean sencillas	+	M	+
6.B	Precio asequible	=	*	+
	Total	1+ 5= 2- 1(+) 5(=) 2(-) = -1		6+ 2= 6(+) 2(=) 0(-) = 6

Tabla 2. 1ª Comparación DATUM

Segunda comparación.

	Objetivo	Propuesta 2	Propuesta 3
1.A	Resistente y duradero	=	*
1.B	Ligero	-	*
1.C	Que soporte al menos 100kg durante la elevación	=	D
2.A	Que sea sencillo y fácil de manipular	-	A
3.A	Estéticamente atemporal	=	T
4.A	Ensamblaje facil y realizable en poco tiempo	-	U
5.B	Menor número de piezas y que sean sencillas	-	M
6.B	Precio asequible	-	*
	Total	3= 5- 3(=) 5(-) = -5	

Tabla 3. 2ª Comparación DATUM

Realizando la segunda comparación entre la propuesta 2 y 3 observamos que la propuesta 3 sigue siendo con diferencia la mejor opción.

Esta propuesta se trata de un método de elevación manual, al contrario que las otras dos que el esfuerzo lo realiza un motor, pero gracias a su forma el esfuerzo realizado por el ayudante es poco. Por lo demás es la propuesta más ligera que cumple con las restricciones requeridas, y gracias a su sencillez y su bajo número de piezas resulta el más asequible económicamente, por lo que podrá llegar a un mercado más amplio.

## 7. RESULTADOS FINALES.

Tras las propuestas iniciales y los análisis realizados en los apartados anteriores se ha llegado al resultado final del presente proyecto.

### 7.1 Descripción general del producto.

Con el fin de cumplir los objetivos más importantes requeridos en este diseño, es decir que sea ligero, fácil de ensamblar y se pueda usar en espacios de dimensiones reducidas; se ha diseñado una silla desmontable que nos permite levantar a una persona caída hasta una posición sentada de una forma sencilla y sin tener que realizar un gran esfuerzo, siendo segura tanto para la persona caída como para la persona que auxilia a esta.

La silla está pensada para que pueda ser plegada y almacenada ocupando poco espacio. Su configuración, además, facilita el transporte. Realizando unos sencillos pasos se puede ensamblar alrededor de la persona a auxiliar y podemos incorporarla en un corto periodo de tiempo.



*Imagen 7. Resultado final*

El producto consta de una base formada por el asiento, una zona para apoyar las piernas y dos patas con forma de balancín que facilitan el movimiento de elevación. Por otra parte, para formar el respaldo se tienen dos barras laterales que se acoplan a la base de forma sencilla. Estas barras tienen un mango para poder realizar el movimiento de elevación.

El respaldo es de tela de poliéster y lleva dos guías laterales de aluminio que sirven tanto para facilitar la colocación del respaldo bajo la persona a auxiliar como para enganchar el respaldo a las barras laterales de la silla.

Además, como complemento, lleva incorporado dos cinturones para sujetar al paciente a la silla para evitar movimientos durante el alzado. Estos cinturones se enganchan a la silla en la parte posterior del respaldo mediante velcro, de forma que sea fácil ponerlos y quitarlos.







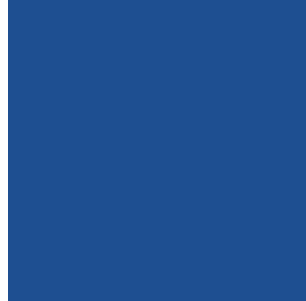
## 7.2 Gama de colores

### Gama de colores asiento y respaldo.

A continuación, se muestra la gama de colores Pantone seleccionada para la parte del asiento de plástico y el tejido de poliéster del respaldo.



PANTONE 7459 C



PANTONE 7686 C



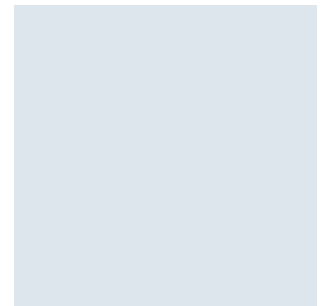
PANTONE Cool Gray 9C



PANTONE 7571 C



PANTONE 7620 C

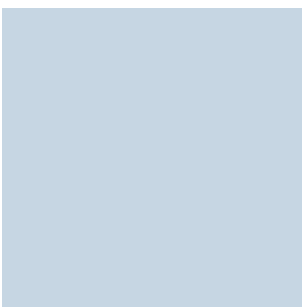


PANTONE 656 C

*Imagen 8. Conjunto de colores para asiento y respaldo.*

### Gama de colores para las partes de aluminio.

A continuación, se muestra los acabados seleccionados para las partes de aluminio. Estas partes pueden ser o bien con el acabado del aluminio pulidos o bien con un recubrimiento de pintura. Para la pintura se han seleccionado 2 colores básicos, un blanco grisáceo y el negro, colores habituales en la estructura metálica pintada de mobiliario.



PANTONE 643 C



Aluminio Pulido



PANTONE Black 6 C

*Imagen 9. Conjunto de colores para la estructura de aluminio.*

### 7.3 Medidas principales del producto.

A continuación, se muestran las medidas básicas del diseño para conocer el tamaño de este una vez realizado el ensamblaje. Para ver con más detalle todas las medidas tanto del producto ensamblado como de cada una de sus piezas, estas se encuentran en el apartado *II Planos*.

Para determinar algunas medidas se ha realizado un estudio ergonómico, con el fin de obtener las medidas óptimas para el diseño de la silla. Estas medidas se relacionan con dos aspectos fundamentalmente. En primer lugar, las relacionadas con la altura, la profundidad y el ancho del asiento. En segundo lugar, las medidas relacionadas con los mangos para levantar la silla; estas medidas se han estudiado para que el agarre con las manos sea óptimo. El estudio ergonómico se puede ver más detallado en el *Anexo 2 Ergonomía*.

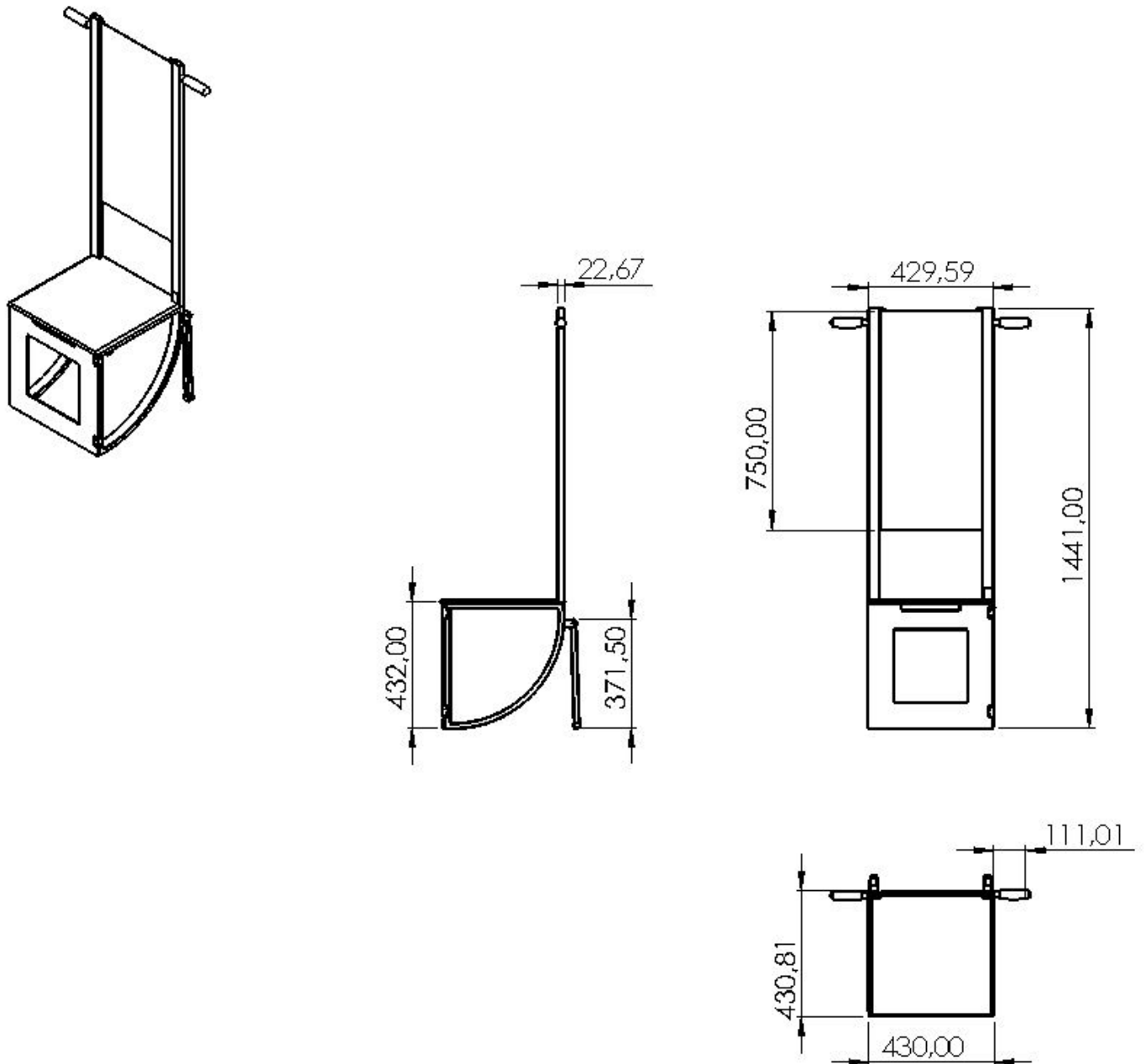
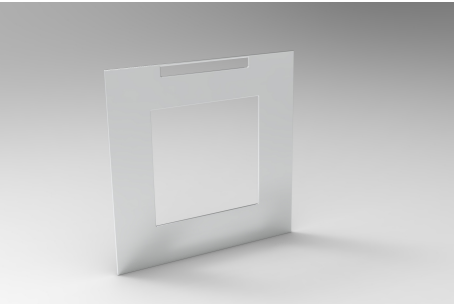
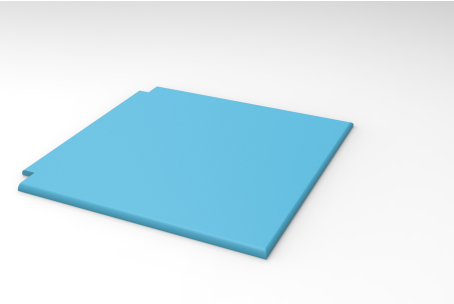

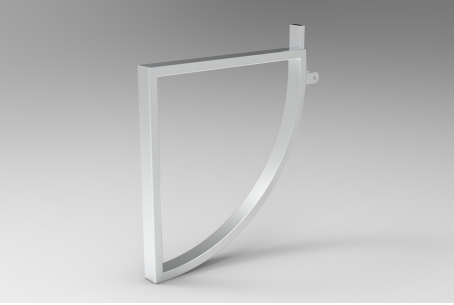
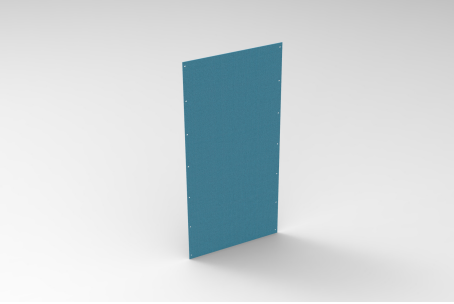
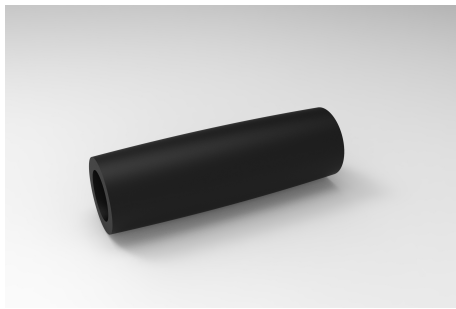


Imagen 10. Medidas básicas.

## 7.4 Componentes del producto

COMPONENTE	NOMBRE	CANTIDAD
	1. Pieza frontal- reposa piernas	1
	2. Asiento	1
	3. Barra respaldo	2
	4. Pata lateral	2
	5. Tela respaldo	1



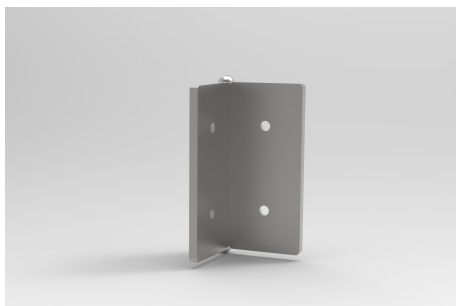
6. Mango de goma

2



7. Remate para el mango

2



8. Bisagra

4



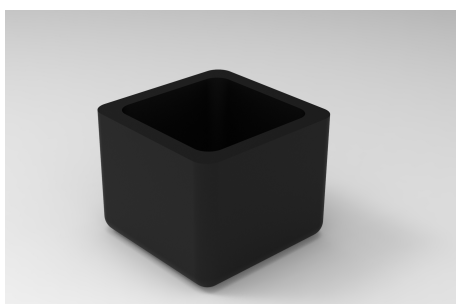
9. Guía tela respaldo

2



10. Pata trasera

2



11. Remate pata trasera

2

Tabla 4. Componentes del producto

## 7.5 Descripción de los componentes del producto.

A continuación se exponen los aspectos generales de los diversos componentes de la silla. Para ver con más detalles los procesos de fabricación y las consideraciones de los componentes, consultese el apartado *III Pliego de condiciones*.

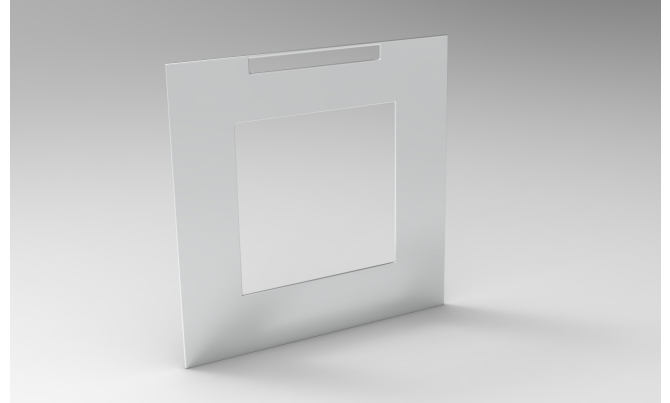
### 1. Pieza frontal- reposapiernas

**Uso:** forman parte de la estructura del asiento junto a las patas laterales, el asiento y las patas traseras. Va unida mediante bisagras a las patas laterales. Sirve para apoyar las piernas de la persona caída.

**Material:** aluminio 3003.

**Fabricación:** inyección en molde permanente.

**Referencia de plano:** Plano 3.



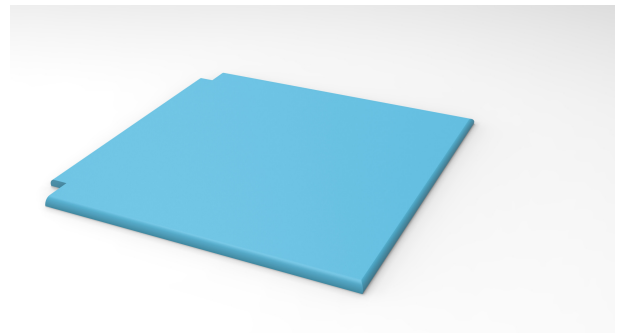
### 2. Asiento

**Uso:** asiento de la silla. Va enganchado a la pieza frontal mediante dos enganches a presión, separándose para el almacenamiento.

**Material:** Polipropileno.

**Fabricación:** moldeo por inyección.

**Referencia de plano:** Plano 4.



### 3. Barras respaldo.

**Uso:** forman la estructura del respaldo, mediante una guía se introduce la tela del respaldo en estas barras. Van unidas a presión a las patas laterales. En su parte superior tiene un mango para coger la silla y levantarla

**Material:** Aluminio 3003

**Fabricación:** Extrusión y corte.

**Referencia de plano:** Plano 6



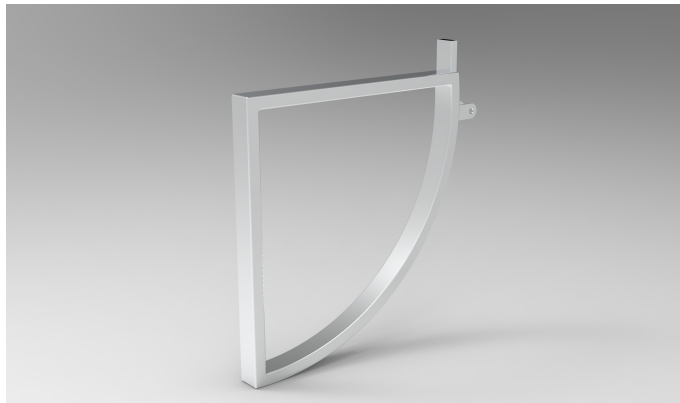
#### 4. Pata lateral

**Uso:** forma parte de la estructura principal junto con el asiento, la pieza frontal y las patas traseras. Las dos patas van unidas a la pieza frontal mediante cuatro bisagras. Gracias a su forma de balancín se facilita el movimiento de elevación.

**Material:** aluminio 3003

**Fabricación:** Extrusión y soldadura.

**Referencia de plano:** Plano 2.



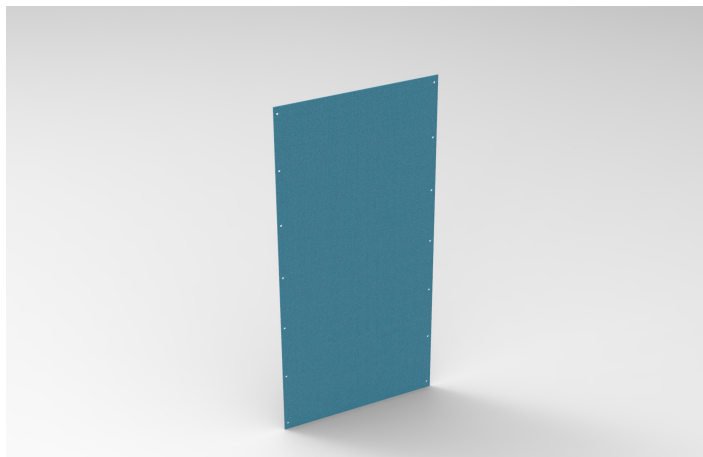
#### 5. Tela respaldo.

**Uso:** conforma el respaldo de la silla. Al ser de tela se adapta a la espalda del paciente y se puede colocar de forma cómoda cuando esta tumbado en el suelo. Lleva una serie de agujeros para enganchar la tela a las guías

**Material:** poliéster

**Fabricación:** corte de tela y punzonado

**Referencia de plano:** Plano 7



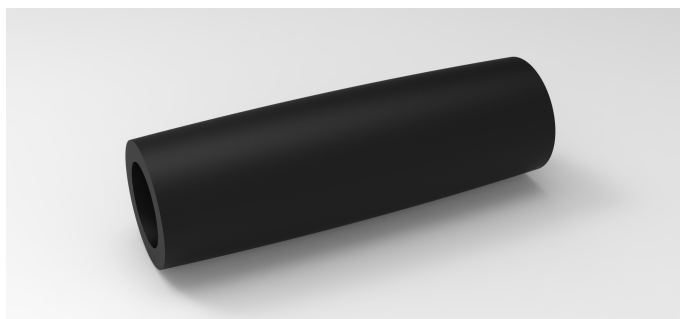
#### 6. Mango de goma.

**Uso:** cubre el mango de aluminio de las barras del respaldo. Mejora el agarre y proporciona un tacto más cómodo.

**Material:** espuma EVA

**Fabricación:** moldeo por inyección.

**Referencia de plano:** Plano 9.



#### 7. Remate para el mango.

**Uso:** evita que se salga el mango de goma. Además, tapa el tubo de aluminio de la estructura.

**Material:** espuma EVA

**Fabricación:** inyección.

**Referencia de plano:** Plano 10





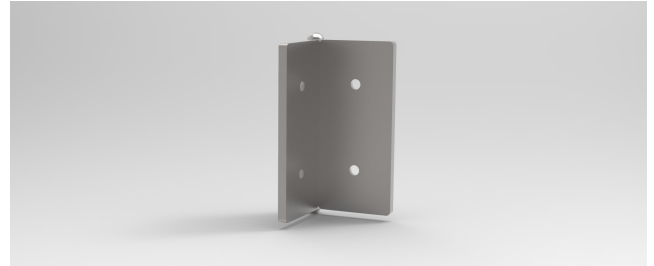
## 8. Bisagra.

**Uso:** permitir el plegado de las patas laterales sobre la pieza frontal.

**Material:** acero inoxidable AISI 316 LC.

**Fabricación:** modelado.

**Referencia de plano:** Plano 12.



## 9. Guía tela del respaldo.

**Uso:** Lleva enganchada la tela del respaldo. Sirve para enganchar el respaldo a las barras laterales y para facilitar la colocación de este en la espalda de la persona cuando está en posición tumbada.

**Material:** aluminio 3003

**Fabricación:** extrusión y taladrado.

**Referencia de plano:** Plano 8.



## 10. Pata trasera.

**Uso:** se queda en posición vertical cuando se levanta la silla. Da estabilidad a esta, evitando movimientos de las patas en forma de balancín.

**Material:** aluminio 3003.

**Fabricación:** extrusión.

**Referencia de plano:** Plano 5.



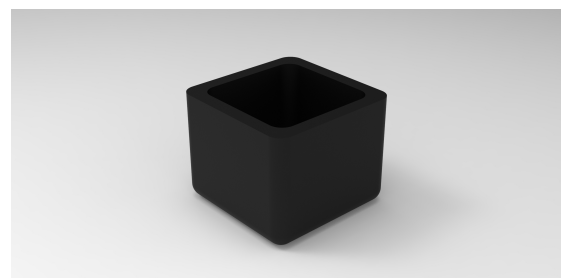
## 11. Remate para las patas traseras.

**Uso:** se acopla a la pata trasera para evitar que esta raye el suelo y para evitar deslizamiento.

**Material:** polipropileno

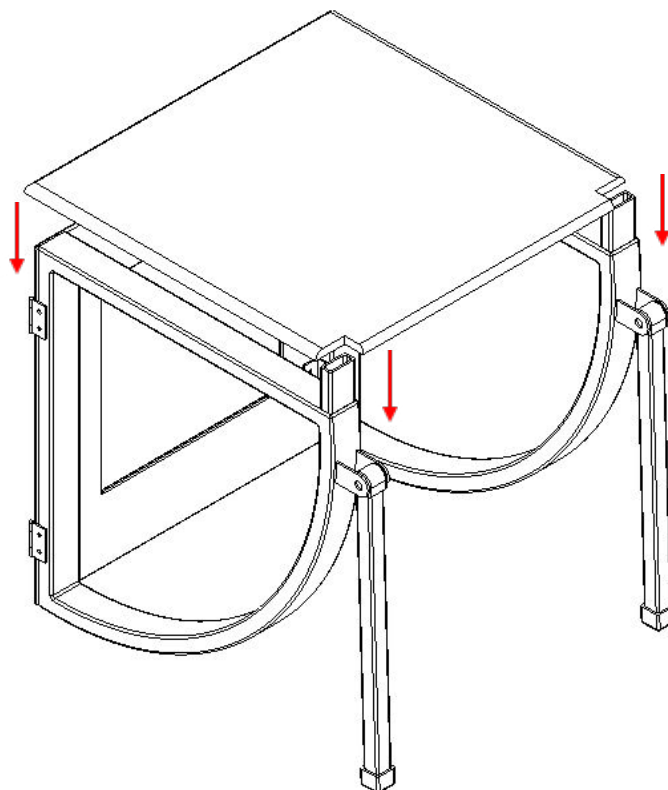
**Fabricación:** moldeo por inyección.

**Referencia de plano:** Plano 11.



## 7.6 Ensamblaje del producto durante su uso

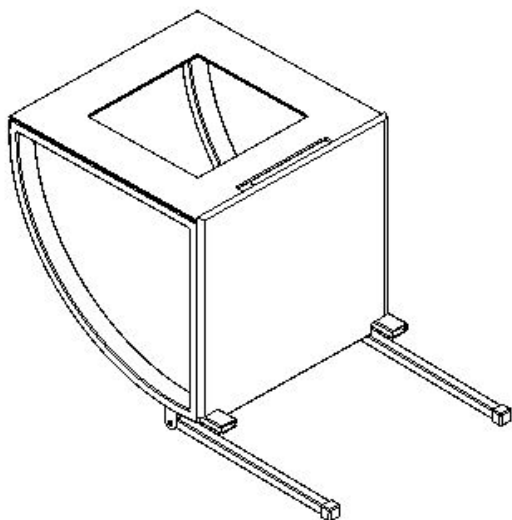
A continuación, se detallan los pasos a seguir durante el uso del producto a la hora de auxiliar a una persona caída. Los pasos a realizar son sencillos y el ensamblaje del producto se puede realizar sin mover apenas al paciente.



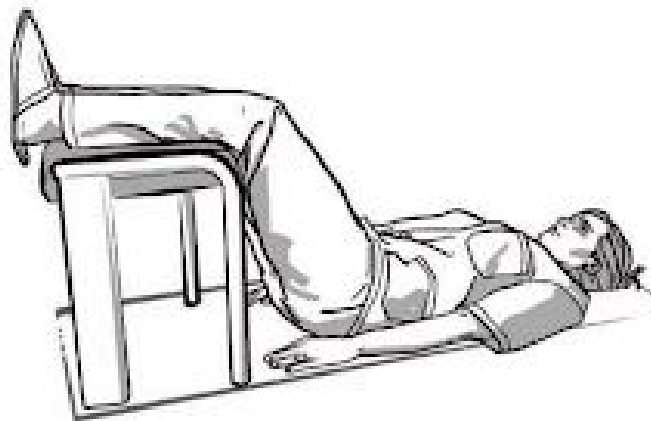
*Imagen 11. Ensamblaje del asiento*

En primer lugar, se extienden las patas laterales (Pieza 4), que van plegadas sobre la pieza frontal (Pieza 1), hasta formar un ángulo de 90°. A continuación, se coloca el asiento (Pieza 2), que va enganchado mediante dos clics a la parte superior de la pieza frontal.

A continuación, se levantan las patas traseras y se tumba el conjunto como se muestra en la imagen. Colocamos las piernas del usuario sobre la pieza frontal 1, formando un ángulo de alrededor de 90° y colocamos el asiento correctamente ajustado en el culo.

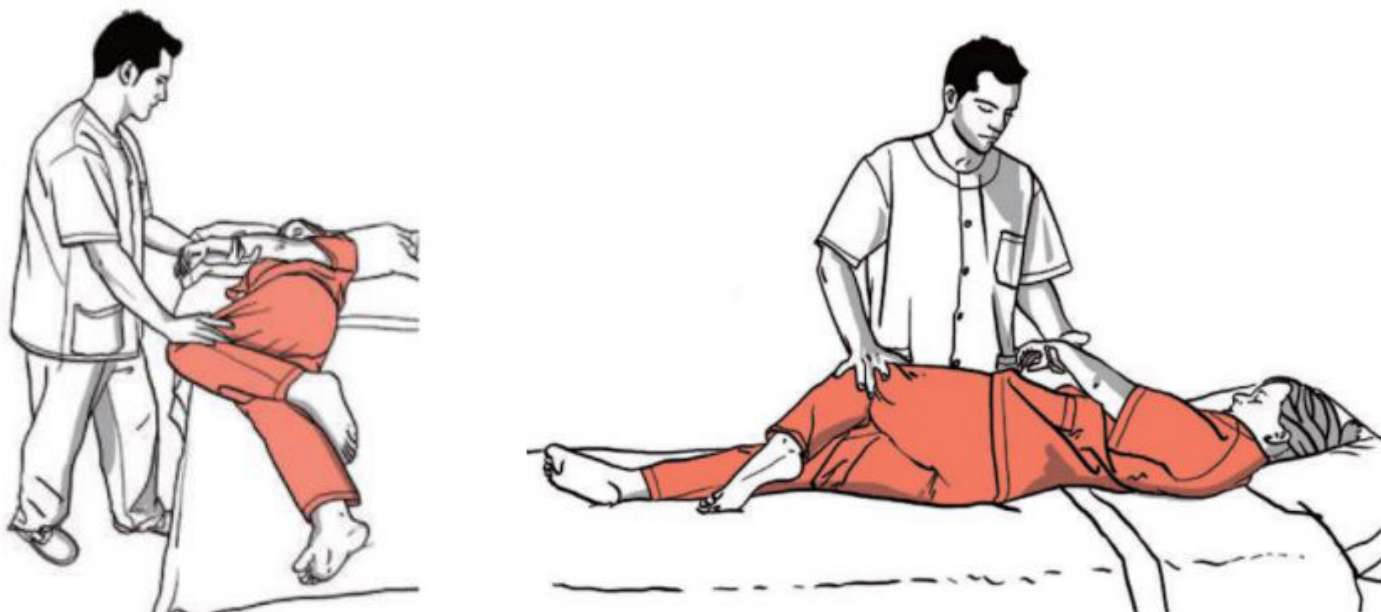


*Imagen 12. Posicionamiento del asiento*



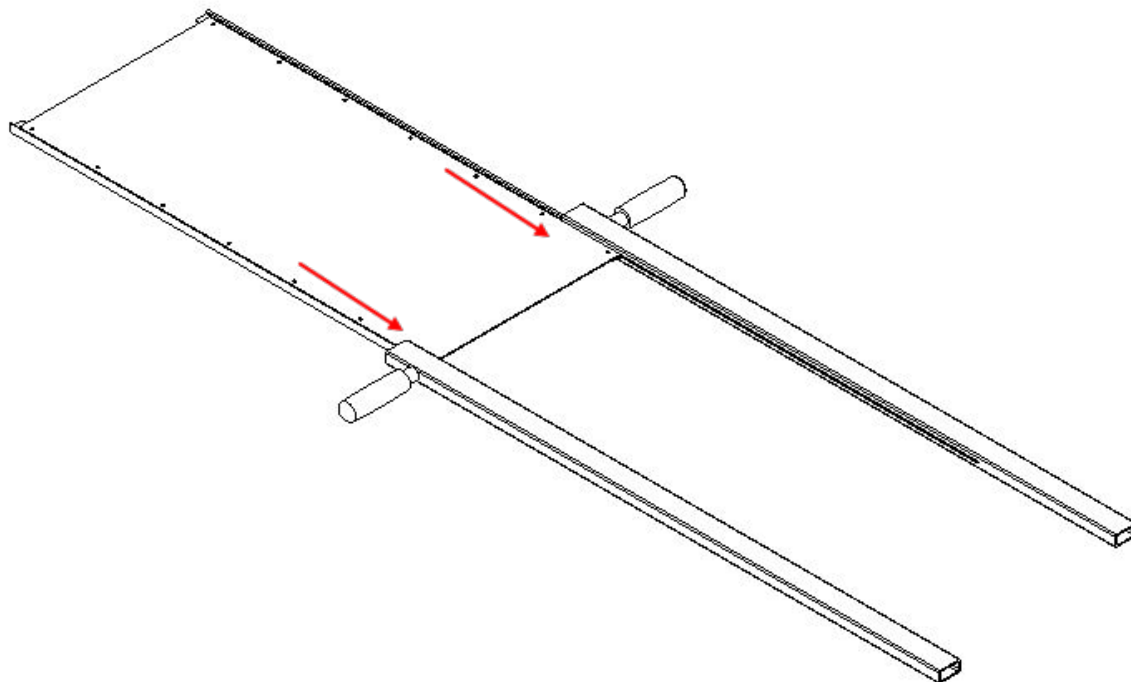
*Imagen 13. Posición de las piernas*

Una vez hecho esto se coloca la tela del respaldo en la espalda de la persona caída. Para realizar este paso hay que girar con cuidado la espalda de la persona, a fin de poder deslizar la tela sin que esta quede arrugada. Para facilitar este paso se ha colocado una guía a cada lado de la tela, de forma que se evita bastante la formación de arrugas en la tela y se mejora la tarea de colocación.



*Imagen 14. Forma de girar la espalda*

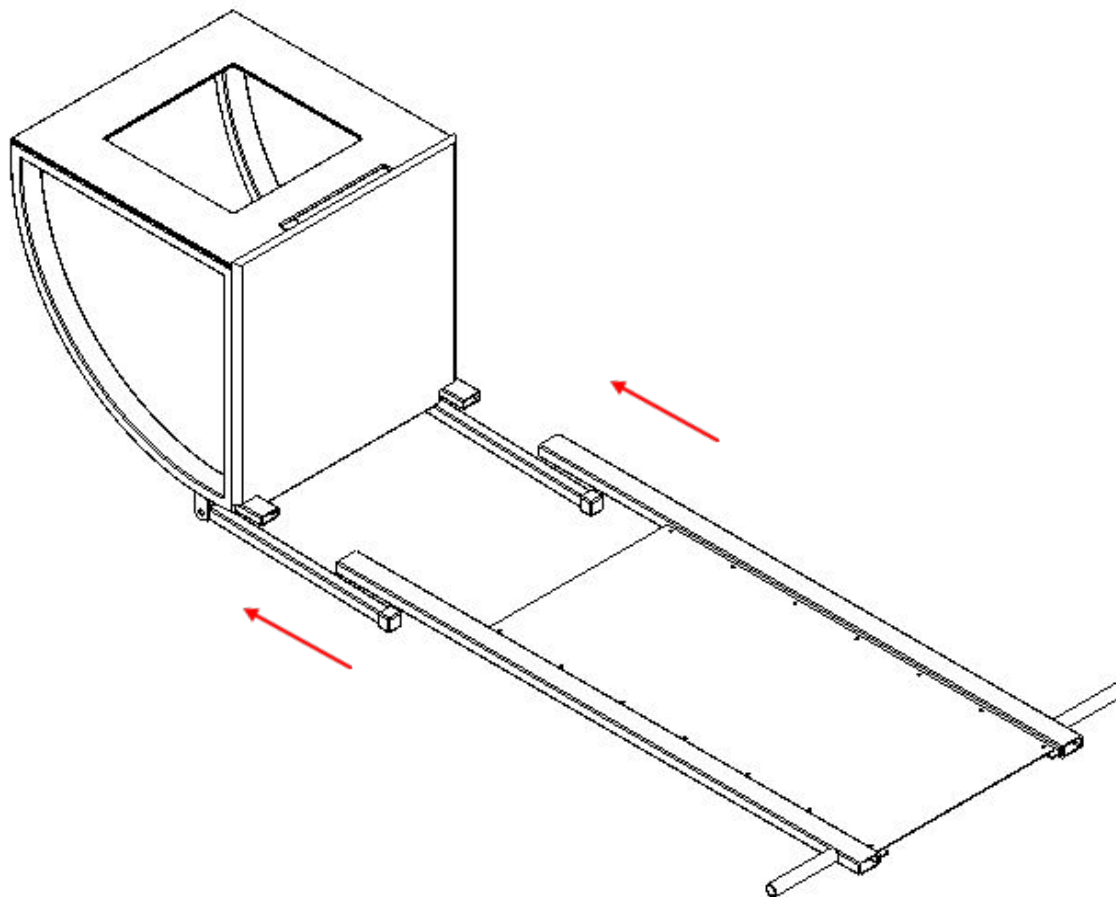
Una vez colocada la tela en la espalda del paciente, se insertan las guías en las barras del respaldo, formando así la estructura completa del respaldo, que estará preparada para acoplarse a la estructura del asiento y poder realizar el movimiento de alzado.



*Imagen 15. Ensamblaje del respaldo mediante guías*

Las barras tienen un corte realizado para que entren las guías fácilmente hasta la profundidad requerida por el diseño. De esta forma tenemos un respaldo que se ajusta a la espalda del paciente y que además le coge la cabeza.

El último paso que hay que realizar, antes de proceder a la elevación de la silla, es encajar las barras del respaldo en las barras ubicadas a cada lado del asiento. Estas se encajan a presión, sin necesidad de hacer un esfuerzo excesivo, pero asegurándose de que no se soltarán durante el uso de la silla.



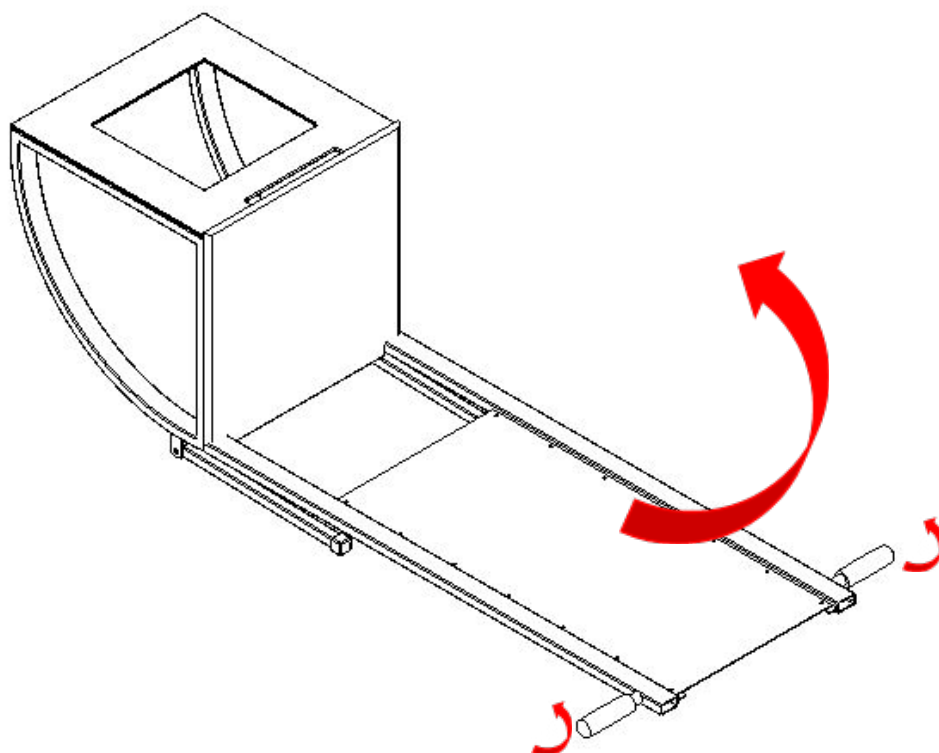
*Imagen 16. Ensamblaje respaldo - asiento*

Una vez realizado este paso tendremos completamente ensamblado el producto, con el paciente colocado sobre él, y estará listo para realizar la operación de levantamiento.

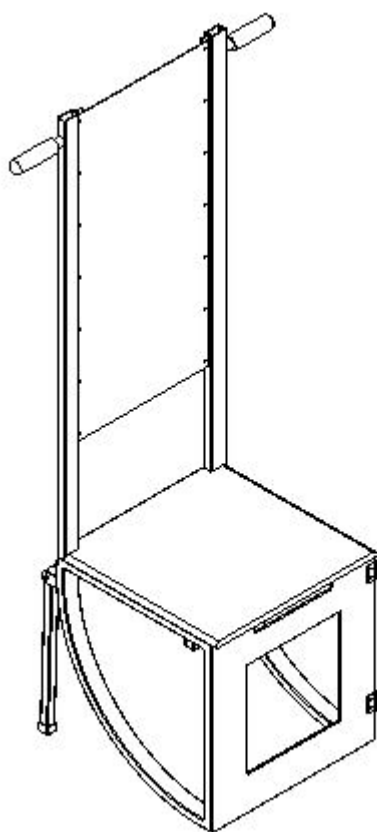
Antes de levantar a la persona caída es necesario asegurarse de que la persona no se encuentra mareada y se siente segura y estable en la posición que se encuentra. De lo contrario podría sufrir algún movimiento brusco debido a una mala posición o por desequilibrarse debido a un mareo o a una sensación de inseguridad al sentir que se mueve. En el caso de que la persona sea propensa a sufrir vértigos o mareos, o se sienta inestable para realizar el movimiento, se le puede sujetar mediante unas correas que vayan sujetas al respaldo mediante velcro.

Una vez realizadas todas las comprobaciones necesarias al paciente se puede proceder a levantarlo cogiendo la silla por los mangos situados a ambos lados del respaldo. Estos mangos son de goma de espuma EVA para mejorar el agarre y evitar que se nos resbale durante el proceso.

Al realizar el movimiento de alzado, que se ve facilitado por la forma de balancín que tienen las patas laterales, las patas traseras se irán moviendo hasta la posición final. Así, una vez puesta la silla en vertical, esta quedará apoyada sobre las patas traseras, impidiéndose cualquier tipo de movimiento por parte de los balancines. Una vez el paciente este en esta posición y se encuentre en condiciones, se procederá a levantarlo, bien para que pueda desplazarse por sí mismo, bien para desplazarlo a un sitio más cómodo, como podría ser un sofá, un sillón más acolchado o una cama.



*Imagen 17. Silla montada en horizontal*



*Imagen 18. Silla montada en vertical, posición final del paciente*



# ANEXO 1

# BUSQUEDA DE INFORMACIÓN.



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

## 1.1 NECESIDADES.

Para los usuarios de elementos de transferencia de pacientes existen una serie de necesidades básicas. Uno de los aspectos fundamentales es que, a la hora de realizar el montaje del sistema de transferencia, este sea fácil y no requiera de movimientos excesivos del paciente. Por otra parte, se busca que el sistema de transferencia de sensación de seguridad al paciente con el fin de que no se desequilibren o sufran mareos. También se quiere que el producto resulte fácil de limpiar.

Mayoritariamente, los productos relacionados con la transferencia y la ayuda para incorporarse, se tratan de grúas para pasar a una persona sentada de una silla a otra, o para levantarlas y poder acostarlas en la cama, o viceversa, levantar a una persona acostada.

Sin embargo, no hay tanta oferta de productos que ayuden a una persona que ha sufrido una caída para ser levantada.

## 1.2 GRÚAS.

La búsqueda de grúas a través de diversas páginas de ortopedias nos muestra tres tipos básicos. Por una parte, las grúas de bipedestación, en las que el paciente mantiene los dos pies apoyados en el suelo y se emplean para el aseo y la limpieza de pacientes con movilidad reducida o sin movilidad. Por otro lado, encontramos las grúas de elevación y traslado, que se emplean cuando el paciente no tiene movilidad, para transferirlo de la cama a la silla de ruedas y viceversa. Por último, encontramos las sillas eléctricas de techo, estas no ocupan espacio, ya que están enganchadas al techo y se pueden mover por el recorrido de un carril guía colocado en el techo.

### Grúas de bipedestación.



Imagen 19. Grúa de bipedestación de Forta



Imagen 20. Grúa de bipedestación de Sunrise Medical



Este tipo de grúas está diseñado especialmente para facilitar la incorporación desde cualquier tipo de asiento o silla de ruedas. Es un tipo de grúa muy útil para el aseo, y para vestir y desvestir al usuario. Este tipo de grúas no es apto para todo tipo de pacientes, ya que requiere que tengan algo de fuerza en la musculatura de las piernas, para poder mantenerse en pie y aguantar su peso.

### Gruas de elevación.



Imagen 21. Grúa Profesional Oxford Presence - Sunrise Medical



Imagen 22. Elevador de pacientes MICRO - Sunrise Medical

Las grúas de elevación o traslado se utilizan cuando el paciente no tiene capacidad para realizar los movimientos y se necesita una grúa para levantar a la persona y poder trasladarla. Estas grúas emplean arneses de traslado, a los cuales se sujeta el paciente. Una vez sujeto, se engancha el arnés a las perchas de la grúa y se realizan las maniobras de transferencia. Son muy útiles a la hora de realizar la transferencia desde la cama a la silla de ruedas, o a la hora de acostar al paciente en la cama.

### Gruas de techo.

Las grúas de techo son una opción para la movilidad dentro del hogar de personas con discapacidad. Estas grúas se mueven siguiendo el recorrido de un carril en el techo, no ocupando espacio. Por ello son ideales para domicilios pequeños que tienen poco espacio y además la distribución del mobiliario no afecta al manejo de estas grúas. El inconveniente es que requieren una instalación más costosa y generan un recorrido fijo y limitado.



Imagen 23. Grúa de techo RiseAtlas 450.

Imagen 24. Grúa de techo Luna IPX4

### 1.3 ELEVADORES DESDE EL SUELO.

Otro concepto analizado para realizar este proyecto es el de elevar a una persona desde el suelo hasta una posición de sentado. Para ello se ha realizado una búsqueda de los diversos sistemas elevadores existentes en el mercado.



Imagen 25. Elevador de caidas ELK.

Imagen 26. Elevador de pacientes manual FloJac.



Imagen 27. Verticalizador manual StandUp.



Imagen 28. Raizer II - Liftup.

Los ejemplos mostrados complementan a los tres ejemplos que aparecen en el apartado 3.2 *Productos en el mercado* de la Memoria.

Estos sistemas son muy interesantes, puesto que ofrecen una ayuda significativa para elevar a una persona desde el suelo de forma que la persona que atiende al paciente tiene que realizar poco esfuerzo. Estos sistemas, además, requieren que el paciente realice pocos movimientos, con un esfuerzo mínimo.

Como podemos observar en este tipo de productos existen pocos modelos, pero todos ellos son innovadores y bastante distintos entre ellos. Así pues, podemos encontrar modelos accionados por un cilindro hidráulico, otros accionados mediante un motor y un sistema de engranajes (Raizer de Liftup), o consistentes en un sistema similar a una colchoneta, que se hincha mediante un compresor.

La ventaja que presentan estos sistemas es que al paciente no hay que moverlo prácticamente, siendo casi todos los movimientos en la zona de la espalda. Además, el paciente no tiene que realizar prácticamente nada de esfuerzo con las piernas, que suele ser la parte del cuerpo que más problemas da a la hora de incorporar a una persona, sobre todo mayor, que ha sufrido una caída, ya que estas suelen estar provocadas por un fallo en las piernas.

El inconveniente que presentan todos estos productos es que, al incluir elementos eléctricos como pueden ser motores, compresores... aumentan bastante el precio, haciéndolos inaccesibles para el uso doméstico.



# ANEXO 2

# ERGONOMÍA



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

## 2.1 INTRODUCCIÓN.

A la hora de realizar el diseño de una silla las dimensiones que más van a influir son las relacionadas con el asiento, tanto las dimensiones de este como la altura a la que se ha de situar para que resulte cómodo para los usuarios. Para calcular dichas dimensiones se van a tomar los datos estadísticos de las medidas antropométricas de la población. Para que las medidas se ajusten a un mayor rango de personas se tendrá en cuenta tanto los valores de la población más alta como de la más baja, así como los valores tanto para mujeres como hombres.

## 2.2 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

### 2.2.1 Dimensiones del asiento.

Para el asiento se ha elegido una altura de 400 mm, esta altura corresponde con la altura del poplíteo en el percentil 50 de mujeres. Podría tratarse de una silla alta para cierto rango de usuario. Pero al tratarse de una silla que facilita el levantarse y en la que no se va a estar sentado durante un periodo de tiempo largo esta altura se considera adecuada.

La profundidad del asiento es de 430 mm, que es apropiada incluso para el percentil 5 tanto en hombres como en mujeres. Debido a la forma de ensamblaje se a elegido esta medida, para facilitar la colocación de esta parte cuando la persona esta tumbada en el suelo, de forma que las piernas queden en un ángulo algo menor a 90°.

La anchura del asiento también es de 430 mm, siendo apta hasta cerca del percentil 95 de mujeres (la medida más grande para anchura de caderas). Gracias a esta anchura se tendrá una sensación de estabilidad en un abanico muy grande de usuarios.

### 2.2.2 Dimensiones del agarre.

Para los dos mangos empleados para elevar la silla se ha tomado una longitud de 120 mm, mayor que el percentil 95 de hombres para el ancho de la mano (93 mm). Así se asegura un mango lo suficientemente largo para que pueda ser cogido con comodidad por todo el mundo.

En cuanto al grosor del agarre, este va a tener una forma ligeramente convexa siendo más grueso en la parte central para mejorar el reparto de presión en la mano. Por tanto, tendrá un diámetro de 30 mm en su parte más estrecha, mientras que en la parte más gruesa tendrá un diámetro de 32 mm. Además, es de un material blando para mejorar el agarre.



19-65 años	HOMBRES				MUJERES			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
1. Estatura.	1605	1725	1845	72,9	1490	1599	1708	68,4
2. Altura de los ojos.	1498	1616	1734	71,9	1388	1495	1602	65,3
3. Altura de los hombros.	1300	1413	1525	68,7	1199	1301	1403	62,1
4. Altura de los codos.	992	1081	1169	54,2	917	998	1079	49,3
5. Altura de la cadera.	827	912	997	52,1	729	804	880	46,1
6. Altura de los nudillos.	678	748	819	42,7	652	715	778	38,6
7. Altura de la yema de los dedos.	584	649	714	39,6	554	621	687	40,7
8. Altura desde el asiento.	841	902	964	37,5	783	844	906	37,5
9. Altura ojos-asiento.	723	783	843	36,5	677	735	793	35,3
10. Altura hombros-asiento.	535	590	645	33,3	497	551	606	33,2
11. Altura codos-asiento.	190	243	296	32,3	182	233	284	31,1
12. Espesor del muslo.	133	159	184	15,6	124	154	184	18,2
13. Longitud nalga-rodilla.	537	590	643	32,3	513	566	619	32,1
14. Longitud nalga-popliteo.	436	491	545	33,3	424	477	529	32,1
15. Altura de la rodilla.	486	540	595	33,3	449	497	544	28,9
16. Altura poplitea.	387	436	486	30,2	350	397	445	28,9
17. Anchura de hombros.	413	461	509	29,2	350	392	434	25,7
18. Anchura hombros biacromica.	362	397	431	20,8	321	353	384	19,3
19. Anchura de caderas.	307	357	406	30,2	301	367	434	40,7
20. Espesor del pecho.	210	248	285	22,9	201	248	296	28,9
21. Espesor del abdomen.	213	268	322	33,3	201	253	306	32,1
22. Longitud hombro-codo.	328	362	396	20,8	298	328	358	18,2
23. Longitud codo-yema dedos.	435	471	507	21,9	394	427	460	20,3
24. Longitud hombro-yema dedos.	712	773	835	37,5	644	700	756	34,3
25. Longitud hombro-agarre	605	659	714	33,3	545	596	647	31,1
26. Longitud de la cabeza.	180	193	207	8,3	166	179	191	7,5
27. Anchura de la cabeza.	143	154	164	6,2	133	144	155	6,4
28. Longitud de la mano.	171	188	205	10,4	158	174	190	9,6
29. Anchura de la mano.	76	84	93	5,2	67	74	82	4,3
30. Longitud del pie.	239	263	287	14,6	212	233	254	12,9
31. Anchura del pie.	84	94	104	6,2	79	89	100	6,4
32. Envergadura.	1633	1775	1916	86,4	1469	1594	1719	76,0
33. Envergadura de codos.	857	937	1017	48,9	769	844	920	46,1
34. Alcance de pie hacia arriba.	1906	2042	2179	83,3	1767	1882	2017	76,0
35. Alcance sentado hacia arriba.	1132	1234	1337	62,5	1049	1142	1235	56,8
36. Alcance hacia adelante.	715	773	831	35,4	646	700	755	33,2

Tabla 5. Medidas antropométricas

Para realizar el estudio ergonómico se han tenido en cuenta los números: 8 - *Altura desde el asiento*, 14 - *Longitud nalga-popliteo*, 16 - *Altura poplitea*, 19 - *Anchura de caderas*, 29 - *Anchura de la mano*.





# ANEXO 3

# MATERIALES



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

## 3.1 ALUMINIO.

Para conformar la estructura metálica se miran básicamente dos parámetros. El primero es que sea capaz de soportar un peso de 125 kg. El otro parámetro principal es que sea un material ligero, cuanto menos pese la estructura de la silla mejor cumplirá con los objetivos marcados en el diseño.

Por supuesto se van a barajar materiales que sean baratos, puesto que lo que se pretende es conseguir un producto que sea económico. Por lo tanto, materiales como podría ser la fibra de vidrio o fibra de carbono quedan descartados.

Teniendo en cuenta que la dimensión del asiento de la silla es de 43 x 43 cm, la presión que soporta silla es:  $P = F/A = (m \cdot g) / A = (125 \cdot 9,8) / (0,43 \cdot 0,43) = 6625,20 \text{ N/m}^2 = 0,0066 \text{ MPa}$ . Esta presión es muy baja, y tanto el acero como el aluminio la soportan de lejos.

Por tanto, se escogerá el material que sea más ligero, que es el aluminio (densidad= 2,7 g/cm<sup>3</sup>). Este material es muy ligero en comparación con el acero, que tiene una densidad de 7,8 g/cm<sup>3</sup>.

Por lo tanto el material que se va a seleccionar para realizar la estructura metálica es el aluminio.

<b>Módulo elástico</b>	69,5	MPa
<b>Densidad</b>	2,73	g/cm <sup>3</sup>
<b>Resistencia a tracción</b>	145	MPa
<b>Resistencia a rotura</b>	152	MPa
<b>Elongación</b>	8	%
<b>Intervalo de fusión</b>	640-655	°C
<b>Conductividad térmica</b>	0-190	W/m·K
<b>Coefficiente de dilatación lineal</b>	23,1	1/10 <sup>6</sup> K

Tabla 6. Tabla propiedades del aluminio 3003

## 3.2 POLIPROPILENO

Para el asiento se ha elegido realizarlo de polipropileno (PP). Esta parte del diseño no requiere soportar grandes esfuerzos, ni movimientos de pandeo o flexión, solo va a soportar una carga distribuida de alrededor de 1225 N como máximo. Teniendo en cuenta que el tamaño del asiento es de 0,43 x 0,43 m, la presión que ejercerá la carga de 1225 N es de 0,0066 MPa.

Se ha seleccionado el polipropileno puesto que es un material que cumple con las exigencias de diseño en cuanto a resistencia y tiene un buen comportamiento al stress cracking, además tiene una densidad muy baja, lo que nos beneficia al conseguir un producto de bajo peso.

Por otra parte, también se empleará para la fabricación de los remates de las patas traseras.

<b>Módulo elástico</b>	890-1550	MPa
<b>Densidad</b>	0,89-0,91	g/cm <sup>3</sup>
<b>Resistencia a tracción</b>	27,6-41,4	MPa
<b>Límite elástico</b>	20,7-37,2	MPa
<b>Elongación</b>	100-600	%
<b>Intervalo de fusión</b>	150-175	°C
<b>Temperatura máxima de servicio</b>	100-115	°C

Tabla 7. Tabla propiedades del polipropileno.

El precio del polipropileno es muy económico, siendo de 0,92 €/Kg.

### 3.3 ESPUMA EVA (ETILENO ACETATO DE VINILO).

Para el mango y el remate para el mango se va a emplear la espuma EVA (etilvinilacetato). Se ha seleccionado este termoplástico por sus características que lo hacen suave y flexible, apropiado para el recubrimiento de un mango. Además, tiene buena resistencia a los rayos ultravioletas, por lo que no se verá afectado su aspecto al entrar en contacto con estos.

Presenta una baja densidad (0,937 g/cm<sup>3</sup>), lo que hace que sea apropiado para nuestro proyecto, ya que se busca materiales que cumplan los requisitos mecánicos y que sean lo más ligero posible.

El precio de la espuma EVA para inyectar es de 1,91 €/kg, por lo que resulta rentable para el proyecto.

## 3.5 TELA DE POLIÉSTER.

Para el respaldo se ha elegido la tela de poliéster para su confección. Se ha seleccionado este material por distintos motivos. En primer lugar, es un polímero muy empleado en la fabricación de fibras textiles para tejidos y es uno de los principales materiales en la fabricación de telas para asientos y respaldos en sillas de camping y plegables.

Presenta una alta elasticidad, por lo que tiene una forma consistente y presenta un tejido estable. Es resistente al estirado, por lo que soporta correctamente el peso de una persona sin desgarrarse. Las fibras de poliéster son extremadamente fuertes y tienen una alta resistencia a la tracción y a la abrasión.

El punto de fusión de este material es de 225°C, y se puede limpiar y planchar a temperaturas de hasta 135°C sin que se vea afectado por el calor.

Tiene un índice de absorción del agua bajo, entre el 0,4 y el 0,6 %, por lo que se seca rápido. Esto permite que se pueda limpiar tras cada uso y se pueda almacenar en un periodo de tiempo corto.

El precio del material es de 0,97 €/m y viene en una bobina de 170cm de ancho, por lo que es un material económico.

Entre las desventajas que presenta este material cabe destacar:

- Tendencia al pilling.
- Dificultad en su tinte, al no poder ser teñido con colorantes normales al agua.
- Tiene una fuerte carga electrostática.



# ANEXO 4

# PIEZAS DE PLÁSTICO OBTENIDAS POR INYECCIÓN



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

## 4.1 INTRODUCCIÓN.

Para la realización de las piezas de plástico mediante moldeo por inyección se va a realizar un estudio para obtener los costes de producir los moldes que se van a requerir para su fabricación. Estas piezas son de una geometría sencilla y se tratan del mango de goma (Pieza 6), el remate para el mango de goma (Pieza 7) y el remate para la pata trasera (Pieza 11).

Realizar estos moldes requieren de una inversión económica considerable, pero son moldes de larga duración, que nos permitirá obtener series muy grandes del producto.

El realizar estas piezas mediante moldeo por inyección nos va a permitir obtener un producto acabado, con buenas tolerancias dimensionales y un buen acabado superficial.

Para sacar el coste estimado del molde se tienen en cuenta dos aspectos:

El coste de los materiales del molde, que se obtienen mediante la **ecuación del coste de la base del molde**:

$$C_b = 1200 + 0,41 \cdot A_c \cdot h_p^{0,4}$$

Donde:  $C_b$  = coste de la base del molde (€)  
 $A_c$  = área proyectada de los platos (cm<sup>2</sup>)  
 $h_p$  = espesor combinado de los platos (cm)

El coste de preparación del molde, que se basa en la ecuación  $C_{\text{fabricación}} = M \cdot C_r$  donde M es el tiempo estimado de fabricación del molde (h), y  $C_r$  es el coste de fabricación por hora (€/h), que es de 36 €/h.

Para calcular M se ha de tener en cuenta una serie de parámetros, que vienen definidos por la ecuación:

$$M = M_e + M_{po} + M_x + M_{sp,rm,um} + M_{ap} + M_{tol} + M_s + M_{text}$$

Donde:  $M_e$  = el tiempo en fabricar los expulsores, estimándose que cada expulsor tarda 2,5 h.  
 $M_{po}$  = el tiempo para terminar la fabricación del molde de la pieza.  
 $M_x$  = incremento de horas de fabricación por la complejidad geométrica de la pieza.  
 $M_{sp,rm,um}$  = el tiempo de realizar los machos, mecanismos retráctiles o roscas.  
 $M_{ap}$  = la apariencia de la pieza.  
 $M_{tol}$  = las tolerancias de la pieza.  
 $M_s$  = la superficie de partición del molde.  
 $M_{text}$  = la textura de la pieza.

Una vez calculadas ambas ecuaciones, el coste del molde se calcula mediante la ecuación:

$$C_{\text{molde}} = C_b + C_{\text{fabricación}} \text{ (€)}.$$

<b>Apariencia</b>	<b><math>\Delta a</math> %</b>
No crítica	10
Opaca, estándar	15
Transparente estándar	20
Opaca de alto brillo	25
Transparente, alta calidad	30
Transparente, calidad óptica	40

Tabla 8. Incremento por apariencia

<b>Tipo de superficie de partición</b>	<b>Factor (<math>f_p</math>)</b>
Plano de separación plano	0
Una de las partes con un escalón simple	1,25
2 a 4 escalones simples o superficie curva	2
Más de 4 escalones simples	2,5
Superficie curva compleja	3
Superficie curva compleja con escalones	4

Tabla 9 Incremento por tipo de superficie de partición

<b>Nivel de tolerancia</b>	<b>Descripción (mm)</b>	<b>Incremento %</b>
0	Todo mayor que $\pm 0,5$	0
1	Más aproximado, $\pm 0,35$	2
2	Bastante aproximado, $\pm 0,25$	5
3	Lo más aproximado, $\pm 0,25$	10
4	Bastante aproximado, $\pm 0,05$	20
5	Lo más aproximado, $\pm 0,05$	30

Tabla 10 Incremento por calidad de tolerancia



## 4.2 MANGO DE ESPUMA EVA.

A continuación, se va a mostrar el molde para la fabricación del mango. También se calcula el coste que tendrá realizar el molde.

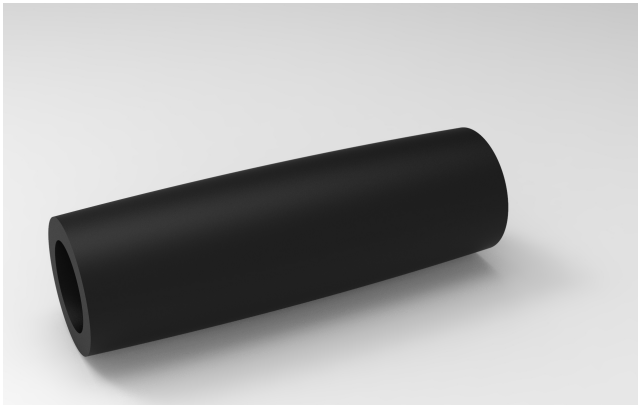


Imagen 29. Mango de espuma

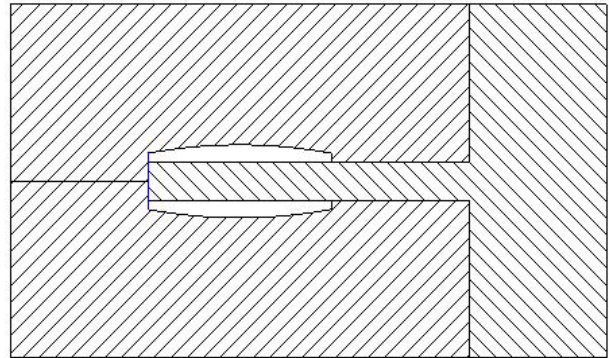


Imagen 30. Boceto del molde para el mango

Coste de los materiales del molde:

$$C_b = 1200 + 0,41 \cdot A_c \cdot h_p^{0,4} = 1200 + 0,41 \cdot 790,5 \cdot 18,216^{0,4} = 2234'825 \text{ €}$$

Coste de preparación del molde

$$C_{\text{fabricación}} = M \cdot C_r = 99,286(\text{h}) \cdot 36(\text{€/h}) = 3574,296 \text{ €}$$

$$M = M_e + M_{po} + M_x + M_{sp,rm,um} + M_{ap} + M_{tol} + M_s + M_{text} = 14,0174 + 10,326 + 4,39 + 3,6765 + 65 + 0,439 + 1,43667 = 99,286 \text{ h}$$

Donde:

$$M_e = 2,5 \cdot A_p^{0,5} = 2,5 \cdot 31,4383^{0,5} = 14,0174 \text{ h}$$

$$M_{po} = 5 + 0,085 \cdot A_p^{1,2} = 5 + 0,085 \cdot 31,4383^{1,2} = 10,3266 \text{ h}$$

$$M_x = 45 \cdot (X_i + X_o)^{1,27} = 45 \cdot (0,06 + 0,1)^{1,27} = 4,39 \text{ h}$$

$M_{sp,rm,um} = 65 \text{ h}$  Esto es porque tenemos un macho en el molde, lo que supone 65 h de fabricación.

$$M_{ap} = (M_{po} + M_x) \cdot \Delta_{ap} = (4'38 + 10'326) \cdot 0,25 = 3,6765 \text{ h}$$

$$M_{tol} = M_x \cdot \Delta_{tol} = 4,39 \cdot 0,1 = 0,439 \text{ h}$$

$$M_{text} = (M_e + M_x + M_{po}) \cdot \Delta_{text} = (14,0174 + 4,39 + 10,326) \cdot 0,05 = 1,43667 \text{ h}$$

Para esta pieza se ha elegido:

- Apariencia: opaca, con brillo alto ( $\Delta_{ap} = 25\%$ ).
- Tolerancias: nivel de tolerancia 3,  $\pm 0,25\text{mm}$  ( $\Delta_{tol} = 10\%$ ).
- Textura uniforme:  $\Delta_{tex} = 5\%$
- La línea de partición es un plano liso, por lo que no se calcula ningún incremento de coste.

Una vez conocidos todos estos datos, se procede al cálculo total del precio del molde mediante la ecuación

$$C_{\text{molde}} = C_b + C_{\text{fabricación}} \text{ (€)}.$$

$$C_{\text{molde}} = C_b + C_{\text{fabricación}} = 2234,825 + 3574,296 = 5809,121 \text{ €}.$$

Este será el precio estimado de obtener el molde para inyección para la pieza del mango de EVA.

### 4.3 REMATE PARA EL MANGO.

A continuación, se va a realizar el cálculo del coste para el molde del remate de plástico para el mango. Al ser una pieza de pequeñas dimensiones que carece de machos o mecanismos retráctiles, se ha decidido crear un molde multicavidad, con cuatro cavidades.



Imagen 31. Remate para el mango

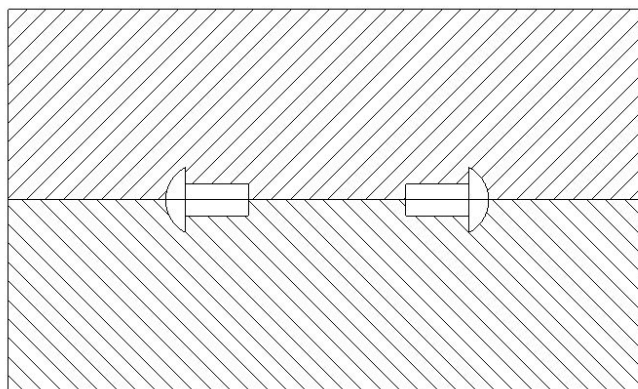


Imagen 30. Boceto del molde para el remate del mango

Coste de los materiales del molde:

$$C_b = 1200 + 0,41 \cdot A_c \cdot h_p^{0,4} = 1200 + 0,41 \cdot 852,15 \cdot 18^{0,4} = 2310,22 \text{ €}$$

Coste de preparación del molde

$$C_{\text{fabricación}} = M \cdot C_r = 70,476(\text{h}) \cdot 36(\text{€/h}) = 2537,136 \text{ €}$$

$$M = M_e + M_{po} + M_x + M_{sp,rm,um} + M_{ap} + M_{tol} + M_s + M_{text} = 6,278 + 5,775 + 8,132 + 3,28 + 0,7346 + 0,969 = 25,17 \text{ h}$$

Al ser multicavidad y tener cuatro cavidades:

$$M_{\text{total}} = M_{1cav} \cdot [1 + 0,6 \cdot (n-1)] = 25,17 \cdot [1 + 0,6 \cdot (4 - 1)] = 70,476 \text{ h}.$$

Donde:

$$M_e = 2,5 \cdot A_p^{0,5} = 2,5 \cdot 6,306^{0,5} = 6,278 \text{ h}$$

$$M_{po} = 5 + 0,085 \cdot A_p^{1,2} = 5 + 0,085 \cdot 6,306^{1,2} = 5,775 \text{ h}$$

$$M_x = 45 \cdot (X_i + X_o)^{1,27} = 45 \cdot (0,14 + 0,1)^{1,27} = 7,346 \text{ h}$$

$$M_{ap} = (M_{po} + M_x) \cdot \Delta_{ap} = (4'38 + 10'326) \cdot 0,25 = 3,28 \text{ h}$$

$$M_{\text{tol}} = M_x \cdot \Delta_{\text{tol}} = 4,39 \cdot 0,1 = 0,7346 \text{ h}$$

$$M_{\text{text}} = (M_e + M_x + M_{\text{po}}) \cdot \Delta_{\text{text}} = (14,0174 + 4,39 + 10,326) \cdot 0,05 = 0,969 \text{ h}$$

Para esta pieza se ha elegido:

- Apariencia: opaca, con brillo alto ( $\Delta_{\text{ap}} = 25\%$ ).
- Tolerancias: nivel de tolerancia 3,  $\pm 0,25\text{mm}$  ( $\Delta_{\text{tol}} = 10\%$ ).
- Textura uniforme:  $\Delta_{\text{tex}} = 5\%$
- La línea de partición es un plano liso, por lo que no se calcula ningún incremento de coste.

Una vez conocidos todos estos datos, se procede al cálculo total del precio del molde mediante la ecuación

$$C_{\text{molde}} = C_b + C_{\text{fabricación}} \text{ (€)}.$$

$$C_{\text{molde}} = C_b + C_{\text{fabricación}} = 2310,22 + 2537,136 = 4847,356 \text{ €}.$$

Este será el precio estimado de obtener el molde para inyección para la pieza del tope para rematar el mango.

## 4.4 REMATE PARA LAS PATAS TRASERAS.

A continuación, se va a realizar el cálculo del coste para obtener el molde de inyección para los remates de las patas traseras de la silla.

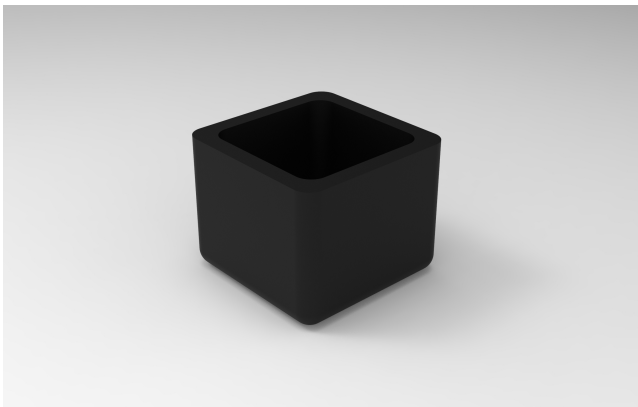


Imagen 33. Remate para la pata trasera

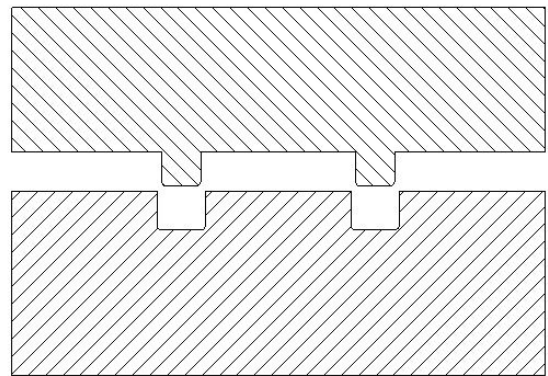


Imagen 34. Boceto del molde para el remate para la pata trasera

Coste de los materiales del molde:

$$C_b = 1200 + 0,41 \cdot A_c \cdot h_p^{0,4} = 1200 + 0,41 \cdot 481,25 \cdot 17^{0,4} = 1812,822 \text{ €}$$

Coste de preparación del molde

$$C_{\text{fabricación}} = M \cdot C_r = 54,196(\text{h}) \cdot 36(\text{€/h}) = 1951,056 \text{ €}$$

$$M = M_e + M_{\text{po}} + M_x + M_{\text{sp,rm,um}} + M_{\text{ap}} + M_{\text{tol}} + M_s + M_{\text{text}} = 6,25 + 5,766 + 12,73 + 4,624 + 1,273 + 1,24 = 31,88 \text{ h}$$

Al ser multicavidad y tener dos cavidades:

$$M_{\text{total}} = M_{1\text{cav}} \cdot 1,7 = 31,88 \cdot 1,7 = 54,196 \text{ h}.$$

Donde:

$$M_e = 2,5 \cdot A_p^{0,5} = 2,5 \cdot 6,25^{0,5} = 6,25 \text{ h}$$

$$M_{po} = 5 + 0,085 \cdot A_p^{1,2} = 5 + 0,085 \cdot 6,25^{1,2} = 5,766 \text{ h}$$

$$M_x = 45 \cdot (X_i + X_o)^{1,27} = 45 \cdot (0,27 + 0,1)^{1,27} = 12,73 \text{ h}$$

$$M_{ap} = (M_{po} + M_x) \cdot \Delta_{ap} = (5,766 + 12,73) \cdot 0,25 = 4,624 \text{ h}$$

$$M_{tol} = M_x \cdot \Delta_{tol} = 12,73 \cdot 0,1 = 1,273 \text{ h}$$

$$M_{text} = (M_e + M_x + M_{po}) \cdot \Delta_{text} = (6,25 + 12,73 + 5,766) \cdot 0,05 = 1,24 \text{ h}$$

Para esta pieza se ha elegido:

- Apariencia: opaca, con brillo alto ( $\Delta_{ap} = 25\%$ ).
- Tolerancias: nivel de tolerancia 3,  $\pm 0,25\text{mm}$  ( $\Delta_{tol} = 10\%$ ).
- Textura uniforme:  $\Delta_{tex} = 5\%$
- La línea de partición es un plano liso, por lo que no se calcula ningún incremento de coste.

Una vez conocidos todos estos datos, se procede al cálculo total del precio del molde mediante la ecuación

$$C_{molde} = C_b + C_{fabricación} \text{ (€)}.$$

$$C_{molde} = C_b + C_{fabricación} = 1812,822 + 1951,056 = 3763,878 \text{ €}.$$

Este será el precio estimado de obtener el molde para inyección para la pieza del tope para las patas traseras.

## 4.5. ASIENTO DE POLIPROPILENO.

El asiento de polipropileno requiere de un molde de mayores dimensiones, pero muy sencillo en su forma geométrica.

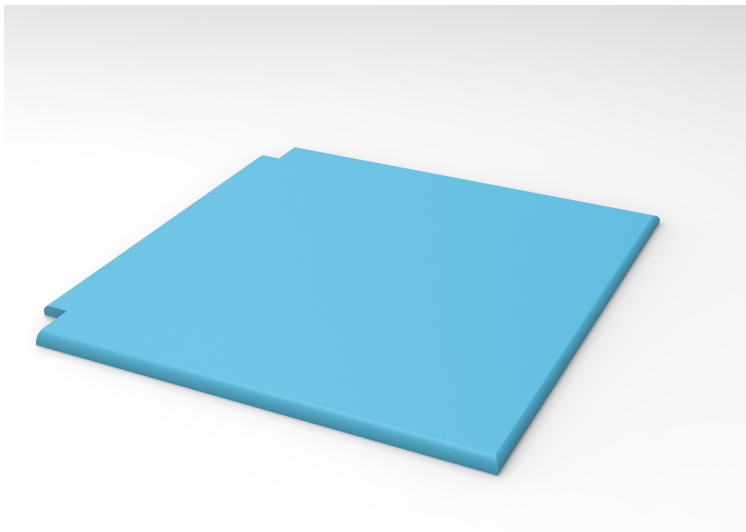


Imagen 35. Asiento de polipropileno

Coste de los materiales del molde:

$$C_b = 1200 + 0,41 \cdot A_c \cdot h_p^{0,4} = 1200 + 0,41 \cdot 3369,8 \cdot 16^{0,4} = 5388,28 \text{ €}$$

Coste de preparación del molde

$$C_{\text{fabricación}} = M \cdot C_r = 1042,91(\text{h}) \cdot 36(\text{€/h}) = 37544,8 \text{ €}$$

$$M = M_e + M_{po} + M_x + M_{sp,rm,um} + M_{ap} + M_{tol} + M_s + M_{text} = 107,29 + 709,31 + 5,828 + 178,78 + 0,5828 + 41,12 = 99,286 \text{ h}$$

Donde:

$$M_e = 2,5 \cdot A_p^{0,5} = 2,5 \cdot 1842^{0,5} = 107,29 \text{ h}$$

$$M_{po} = 5 + 0,085 \cdot A_p^{1,2} = 5 + 0,085 \cdot 1842^{1,2} = 709,31 \text{ h}$$

$$M_x = 45 \cdot (X_i + X_o)^{1,27} = 45 \cdot (0,1 + 0,1)^{1,27} = 5,828 \text{ h}$$

$$M_{ap} = (M_{po} + M_x) \cdot \Delta_{ap} = (5,828 + 709,31) \cdot 0,25 = 178,78 \text{ h}$$

$$M_{tol} = M_x \cdot \Delta_{tol} = 5,828 \cdot 0,1 = 0,5828 \text{ h}$$

$$M_{text} = (M_e + M_x + M_{po}) \cdot \Delta_{text} = (107,29 + 5,828 + 709,31) \cdot 0,05 = 1,43667 \text{ h}$$

Para esta pieza se ha elegido:

- Apariencia: opaca, con brillo alto ( $\Delta_{ap} = 25\%$ ).
- Tolerancias: nivel de tolerancia 3,  $\pm 0,25\text{mm}$  ( $\Delta_{tol} = 10\%$ ).
- Textura uniforme:  $\Delta_{tex} = 5\%$
- La línea de partición es un plano liso, por lo que no se calcula ningún incremento de coste.

Una vez conocidos todos estos datos, se procede al cálculo total del precio del molde mediante la ecuación

$$C_{\text{molde}} = C_b + C_{\text{fabricación}} \text{ (€)}.$$

$$C_{\text{molde}} = C_b + C_{\text{fabricación}} = 5388,28 + 37544,8 = 42933 \text{ €}.$$

Este será el precio estimado de obtener el molde de inyección para la pieza del asiento de polipropileno.



## ANEXO 5

# FABRICACIÓN DEL PRODUCTO. OPERACIONES PARA OBTENER LAS PIEZAS Y SU ENSAMBLAJE.



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

## 5.1 PRODUCTOS DE PARTIDA.

Los productos que van a ser suministrados por terceros llegarán a la planta de fabricación para ser adaptados o transformados a las necesidades de nuestro producto. Dependiendo el material que sea, habrá que realizar una mayor o menor transformación del producto de partida.

Los productos de partida que se van a adquirir son los distintos tubos y perfiles de metal mencionados en el apartado 2.1 Componentes comprados a terceros, del Pliego de condiciones; así como la granza de polipropileno para la fabricación de los asientos mediante moldeo por inyección; y la granza de espuma de EVA para el proceso de moldeo por inyección con el que se obtendrán las piezas de goma.

Además, se adquirirán ya fabricados los enganches en forma de abrazadera para la unión del asiento al reposapiernas, y las bisagras empleadas para unir las patas laterales al reposapiernas.

A continuación, se detallan los distintos procesos de fabricación a los que se verán sometidos los materiales, dividiendo los bloques por el material usado.

## 5.2 ALUMINIO.

A continuación, se detallarán los procesos de fabricación para obtener las distintas partes fabricadas en aluminio. Estas partes son la estructura del asiento, las barras del respaldo y las guías de este.

### 5.2.1 Estructura del asiento.

Para la parte frontal (Pieza 1) no se requerirá ningún proceso de conformado. Tan solo se necesitará hacer 8 agujeros de 2mm de diámetro para coger mediante tornillos las 4 bisagras, 2 a cada lado de la pieza, que sirven para unir esta pieza a las patas laterales.

#### Patatas laterales:

Para las patas laterales se emplea tubo cuadrado de aluminio de 40x20 mm y un espesor de 2,5mm. Se tienen que cortar dos partes con una longitud de 432 y 408 mm respectivamente. Además, las esquinas tienen que ser cortadas en ángulo para la preparación de los bordes para el proceso de soldadura.

Por otra parte, la pieza del balancín se necesita cortar una longitud 572mm, con los bordes cortados en ángulo para la soldadura. Esta pieza además es doblada para conseguir el diseño final, que tendrá un radio de 364mm.

La pieza superior de las patas que sirve para realizar el ajuste con las barras del respaldo es un tubo de aluminio cuadrado de 36x16 mm con un espesor de 2,5mm. Estas piezas tienen que ser cortadas con una longitud de 50mm.

Una vez realizados los cortes y preparaciones de borde se procede a la soldadura mediante arco eléctrico MIG. La soldadura se realizará a tope y se tendrá especial cuidado para que tenga un aspecto visual óptimo.

Por otra parte, se realizarán los agujeros para fijar las bisagras. Para ello se realizarán 4 taladros en la pieza recta vertical.



En la zona superior del balancín además hay que soldar dos perfiles en paralelo, en los que irán colocadas las patas traseras mediante un pasador. Estos perfiles también estarán soldados a tope.

La forma de los perfiles se obtendrá por punzonado y troquelado. Se realizará un punzonado para obtener el círculo interior, en el cual tiene que ir alojado el pasador. Por otra parte, se realizará un troquelado para obtener la forma de semicírculo final.

### Patatas traseras.

Para las patas traseras se va a emplear un tubo cuadrado de 20x20 mm. Para esta pieza solo hay que realizar el tronzado 382,5 mm y realizar un taladrado para introducir el pasador.

## 5.2.1 Estructura del respaldo

### Guías:

Para el respaldo se tiene que realizar el corte de las guías, que son un perfil en T con una sección de 22x14 mm y un espesor de 2mm. Para estas guías hay que realizar el tronzado con una longitud de 750 mm. Sobre la parte ancha del perfil se realizará una serie de punzonados de 5mm de diámetro dejando una distancia entre ellos de 120 mm, tal como se indica en el Plano nº8.

En los agujeros realizados se va a realizar el remachado de una de las partes de los botones que se emplearán para fijar la tela a estas guías.

### Barras laterales con mango:

Para las barras laterales del respaldo se emplea un tubo cuadrado de 40x20 mm. Tiene una longitud de 1010 mm. Además, en una de las caras de 20mm de ancho se va a realizar un corte desde una esquina hasta una profundidad de 750mm con un ancho de 2,5mm para poder insertar las guías del respaldo. En la cara opuesta a este corte y a una distancia de 50 mm respecto al mismo borde en el que se ha realizado el corte, se realiza la soldadura de los mangos, esta es circular y envuelve todo el perímetro del mango.

Para los mangos se tiene un tubo circular de 20 mm de diámetro. Se requiere una longitud de 100 mm. Una vez realizado el corte se suelda a la barra lateral como se indica en el párrafo anterior.

En el tramo de barra que se va a insertar en el asiento para realizar el ensamblaje mediante ajuste se tendrá especial cuidado para corregir posibles rebabas y defectos producidos por la operación de tronzado. Por ello si se requiriese se realizará una operación de rectificado en la zona interior del tubo.

## 5.3 POLÍMERO.

A continuación, se detallarán los procesos para obtener las piezas de plástico. Por una parte, encontramos las planchas de polipropileno que se van a emplear para el asiento. Por otra parte, tenemos la grana de EVA para el moldeo por inyección.

### 5.3.2 Asiento.

Para el asiento se va a emplear la técnica de moldeo por inyección. El material a inyectar será polipropileno. Una vez realizada la inyección y extraída la pieza del molde se dejará enfriar completamente y se procederá a la eliminación de rebabas si las hubiese.

Una vez terminado el asiento se le unirá mediante pegado dos abrazaderas a presión de plástico, que servirán para unir el asiento a la pieza frontal (Pieza 1). Con estas abrazaderas y la geometría del asiento y las patas laterales nos aseguramos que este no tenga grandes movimientos de desplazamiento durante su uso.

### 5.3.3. Partes de espuma.

Para las partes de espuma, es decir los remates para el mango (Pieza 11) y el mango (Pieza 6) se va a utilizar también el moldeo por inyección. En este caso el material empleado será espuma de EVA. Una vez extraídas las piezas del molde se dejará que enfríen completamente y se realizará la eliminación de rebabas.

Además, puesto que estas piezas tienen que ir acopladas a presión, se comprobará que se ajusten correctamente en los lugares de destino. En caso contrario, las piezas defectuosas se tendrán que retirar. La ventaja es que, al ser de espuma de EVA, estas piezas presentarán unas buenas características de flexibilidad para poder ser ajustadas en los lugares en los que se han de colocar.

### 5.3.4 Topes para las patas traseras.

Para la realización de los topes para las patas traseras, estos se harán mediante moldeo por inyección de polipropileno, al igual que el asiento.

Para las piezas de polímero se han realizado los cálculos de costes en el *Anexo 4 Piezas de plástico obtenidas por inyección*, donde se detalla el coste de obtención de los moldes, así como los tiempos de fabricación de las piezas.

La ventaja que presenta fabricar estas piezas mediante inyección es que podemos obtener las piezas acabadas en un solo paso, sin necesidad de realizar procesos de acabado. Además, estas piezas son de gran calidad, tanto dimensional como superficial.

La desventaja que presenta es el coste de los moldes, por lo que la viabilidad de este proceso de fabricación estará determinada por la realización de una gran serie de productos, a fin de amortizar los moldes.

## 5.4 TELA DE POLIÉSTER.

La tela de poliéster se emplea para la fabricación del respaldo de la silla. Esta tela se adquiere en forma de bobinas, por lo que habrá que cortarlas a las medidas necesarias para formar el respaldo. Una vez realizado el recortado se procederá a coser los bordes del respaldo, a fin de que estos queden reforzados y la tela no se deshilache.

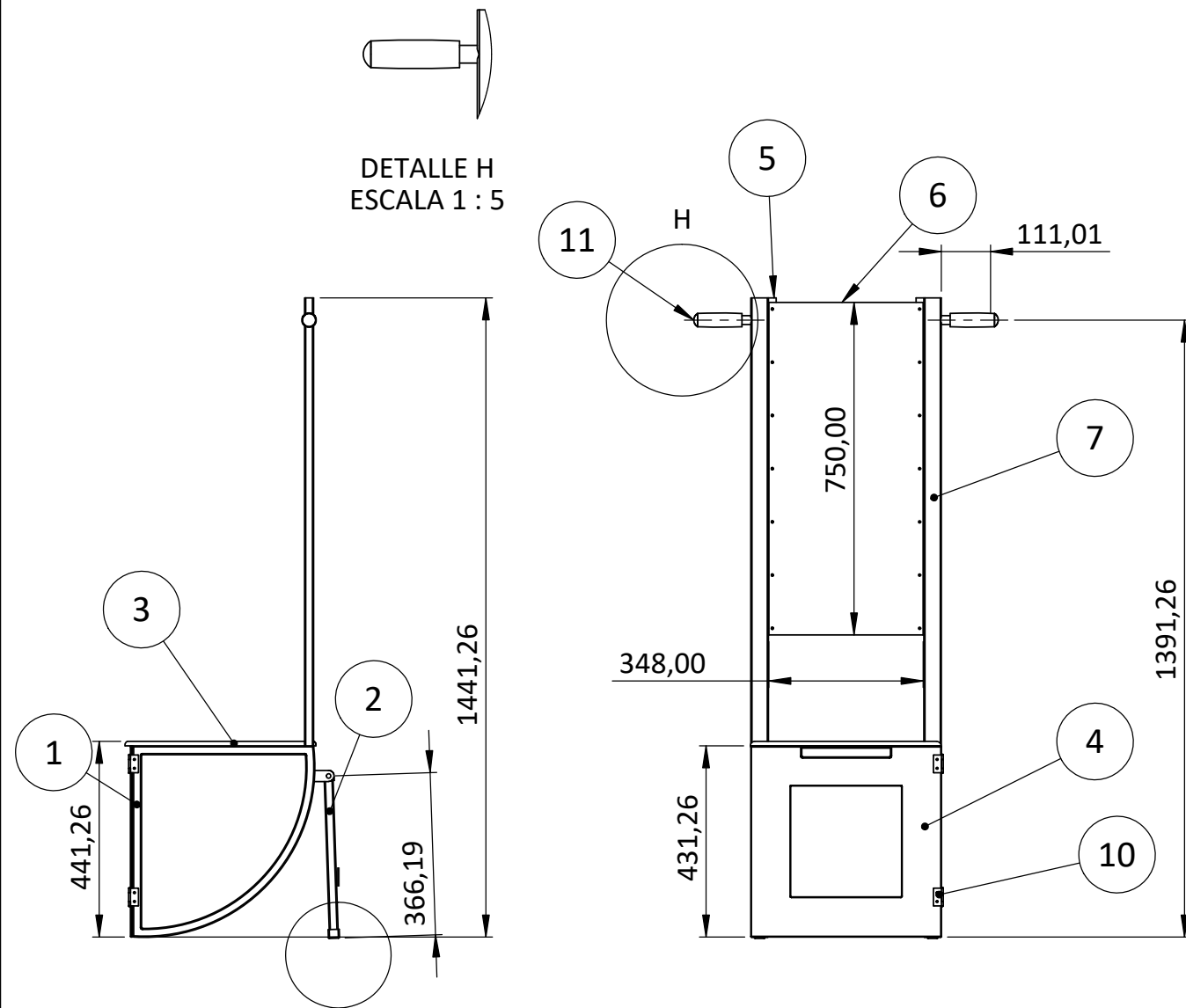
Cuando el respaldo esté terminado se le añadirán la parte de los botones de clic correspondientes para poder se unida en el ensamblaje a las guías de aluminio. Como se ha mencionado anteriormente, las guías llevarán remachados la otra parte de los botones. Así se podrá tener un respaldo que se pueda separar de la parte metálica para su lavado. La unión de los botones a la tela se hará mediante remachado, situando cada una de las dos partes del botón a cada lado de la tela.



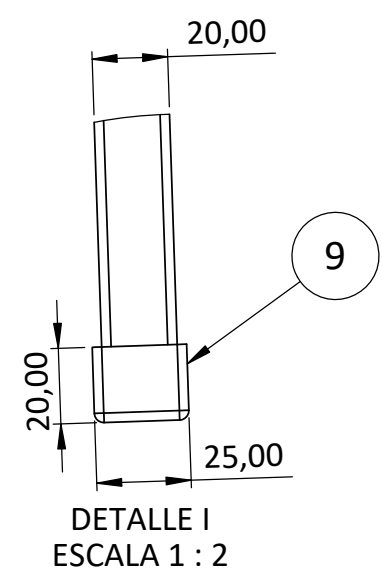
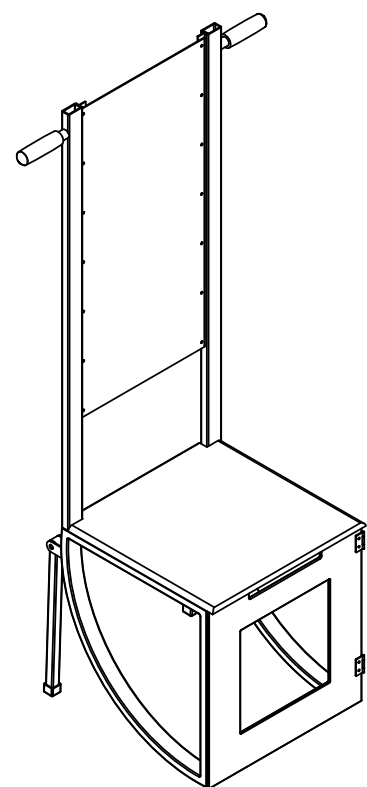
# II. PLANOS.



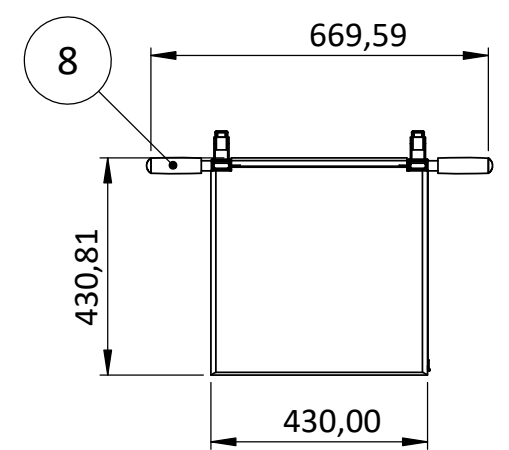
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos




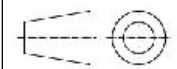
DETALLE H  
ESCALA 1 : 5

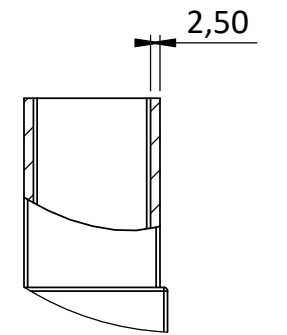
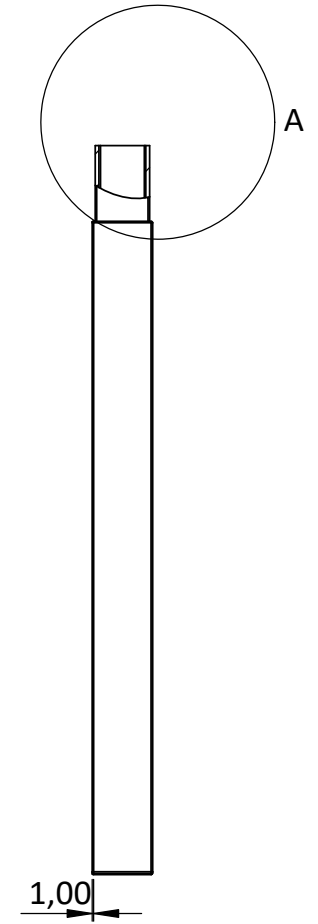
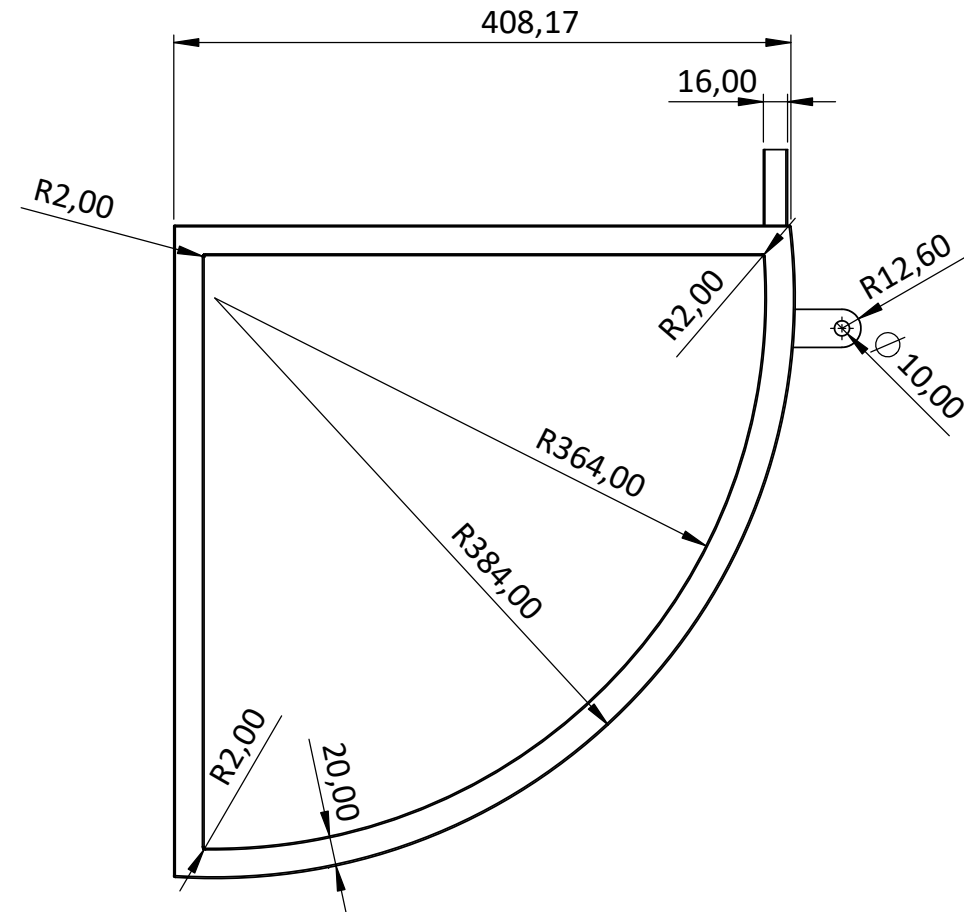
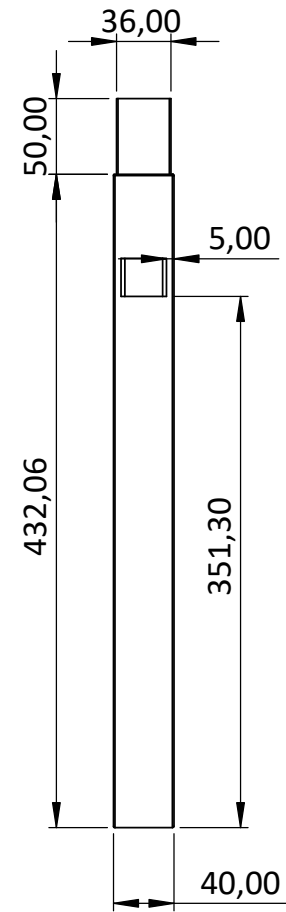
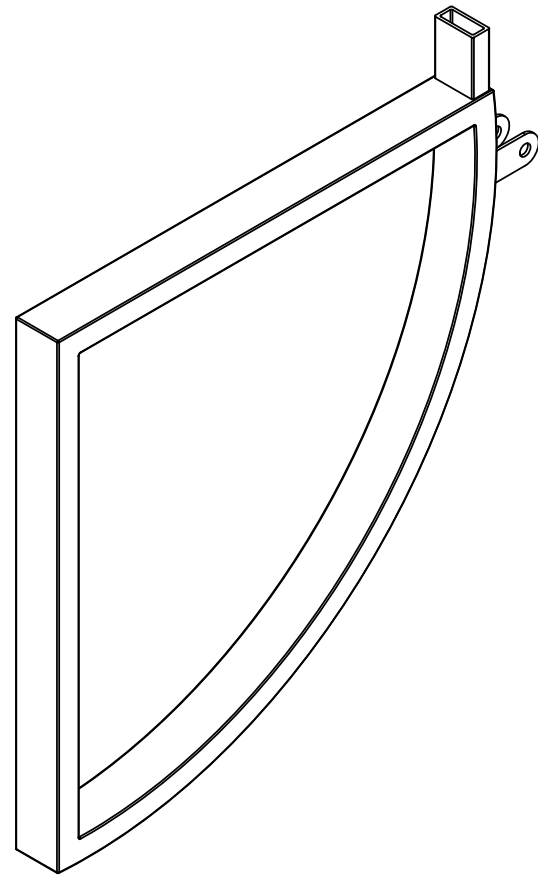


DETALLE I  
ESCALA 1 : 2

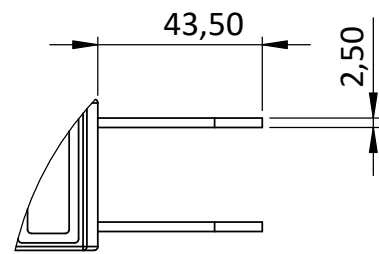


2	Remate para el mango	11	Plano 10	Espuma EVA
4	Bisagra	10	Plano 12	Acero inox. 1400 L
2	Remate pata trasera	9	Plano 11	PP (Polipropileno)
2	Mango blando	8	Plano 9	Espuma EVA
2	Barra respaldo	7	Plano 6	Aluminio 3003
1	Tela respaldo	6	Plano 7	Poliéster
2	Guía tela respaldo	5	Plano 8	Aluminio 3003
1	Pieza frontal	4	Plano 3	Aluminio 3003
1	Asiento	3	Plano 4	PP (Polipropileno)
2	Pata trasera	2	Plano 5	Aluminio 3003
2	Pata lateral	1	Plano 2	Aluminio 3003

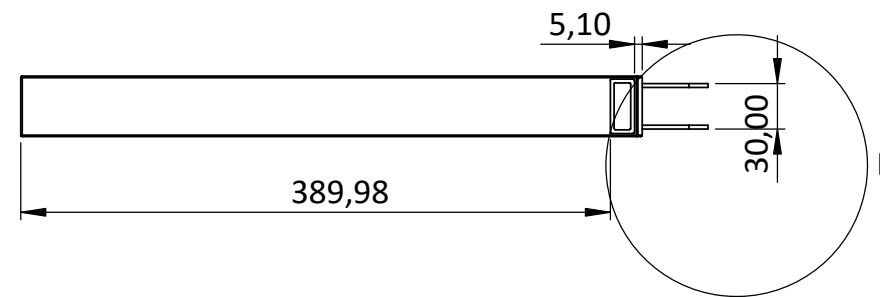
Nº piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material
Grado IDIDP	Escala 1:5	Título: Plano de conjunto		Formato A3
	Un. mm	Autor: Zaldívar Pont, Héctor		Fecha 20/09/20
				Plano nº 1


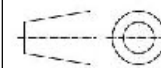


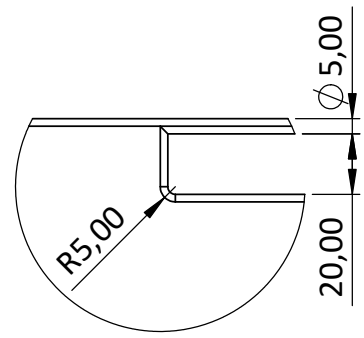
DETALLE A  
ESCALA 1 : 2



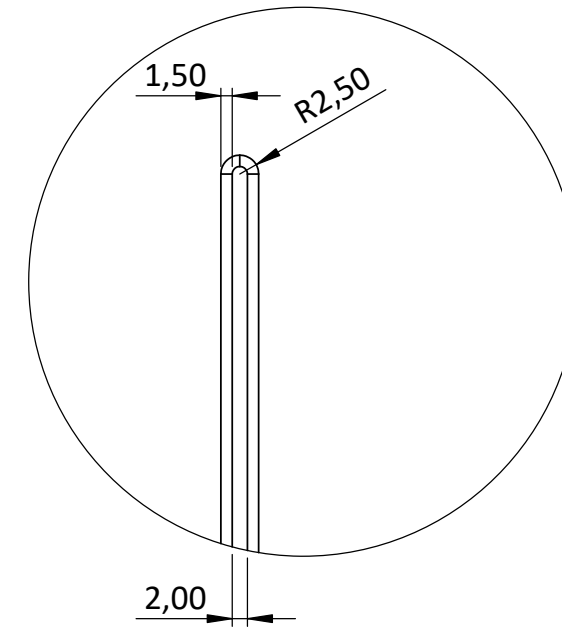
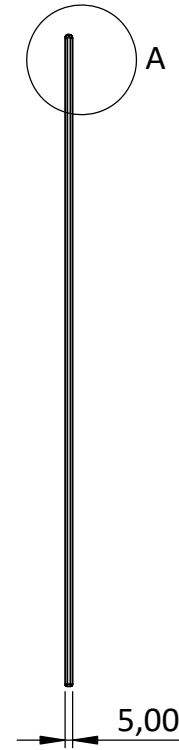
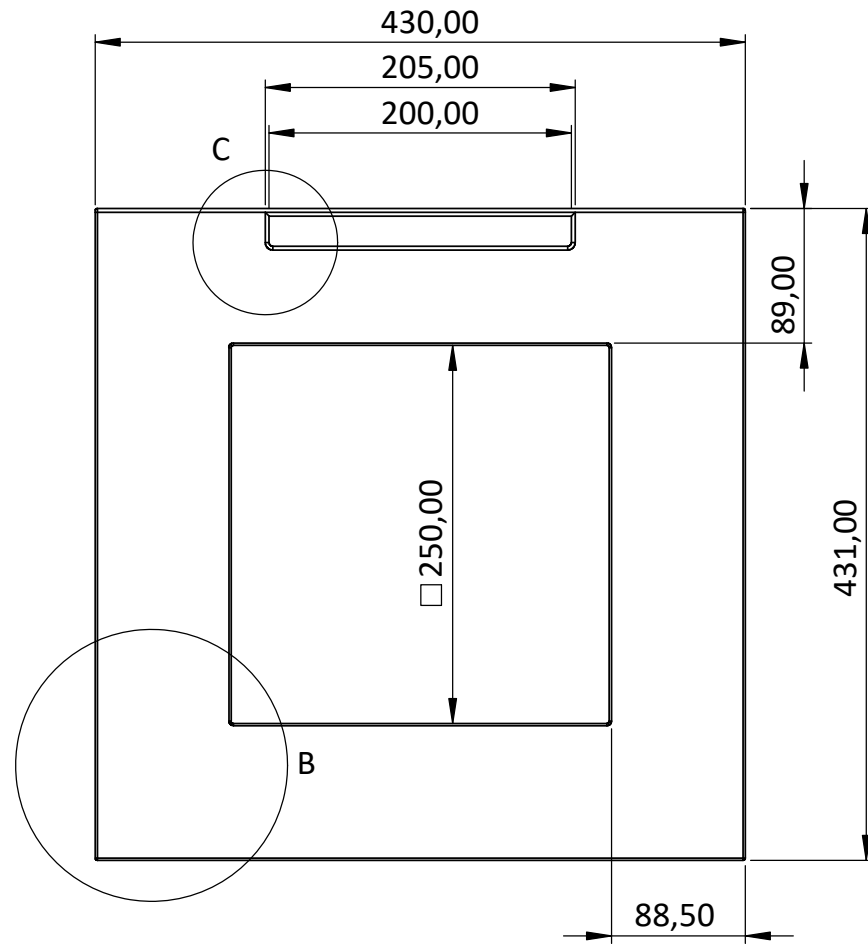
DETALLE B  
ESCALA 1 : 2



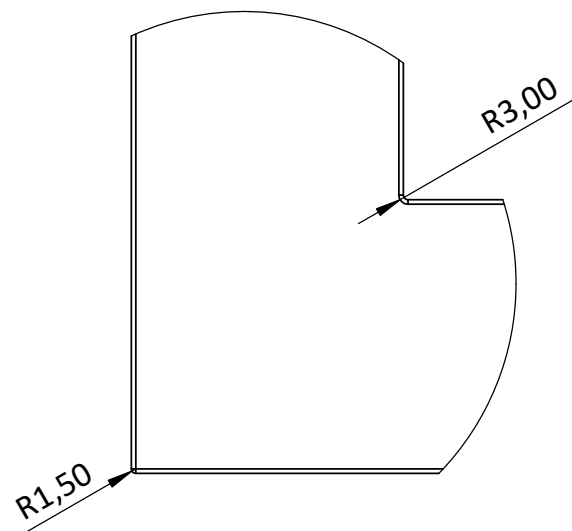
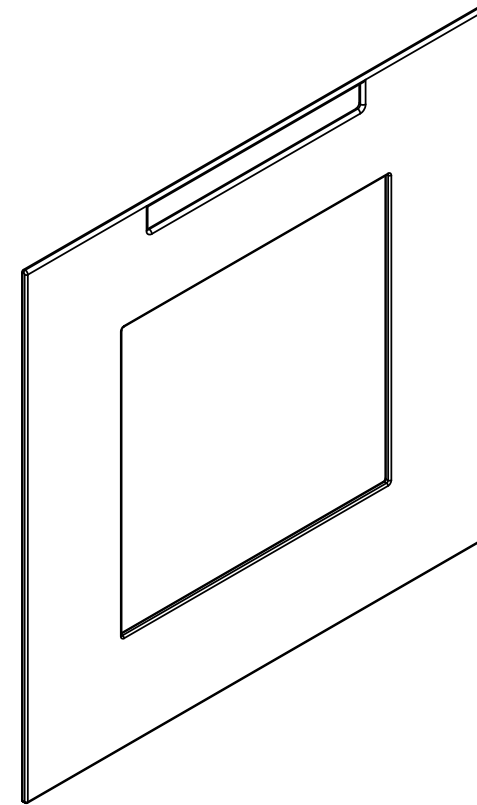
Grado IDIDP	Escala 1:5	Título: Pata lateral		Formato A3
	Un. mm		Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Fecha 20/09/20
				Plano nº 2




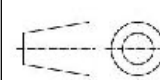
DETALLE C  
ESCALA 2 : 5



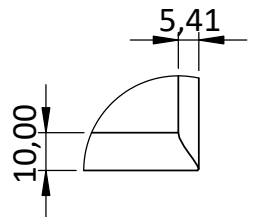
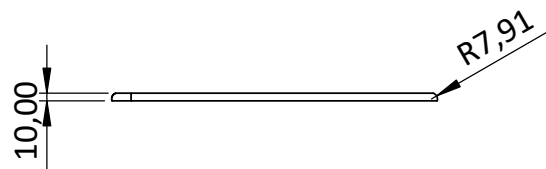
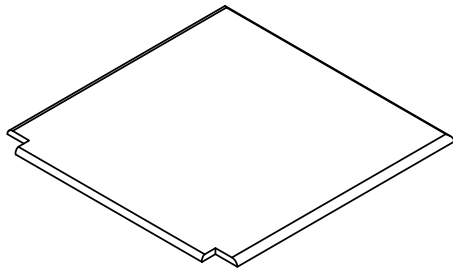
DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



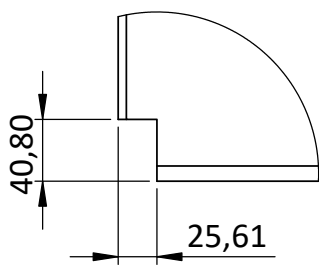
DETALLE B  
ESCALA 2 : 5

Grado IDIDP	Escala 1:5	Título: Pieza frontal - Reposapiernas		Formato A3
	Un. mm		Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Fecha 20/09/20
				Plano nº 3

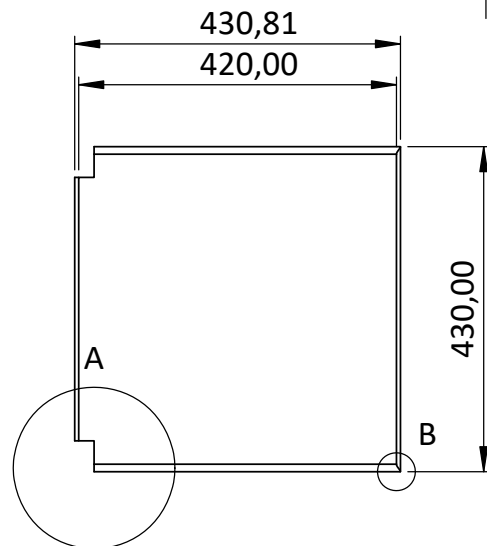






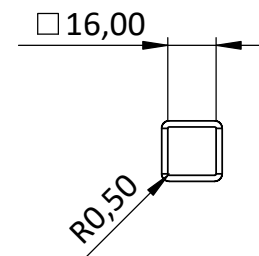
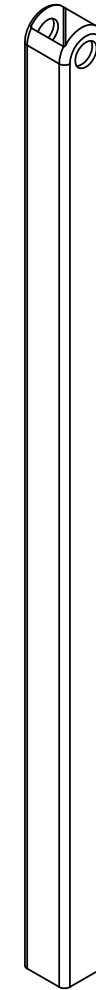
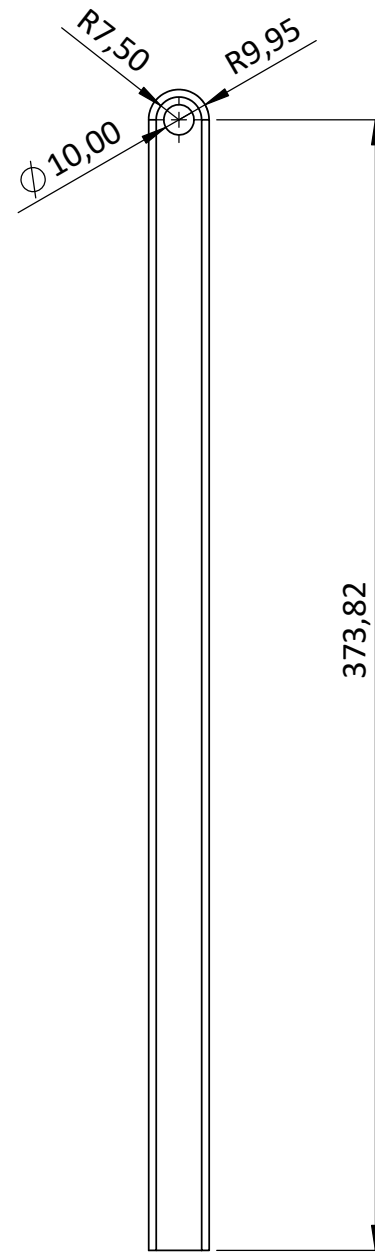
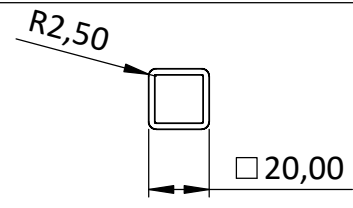
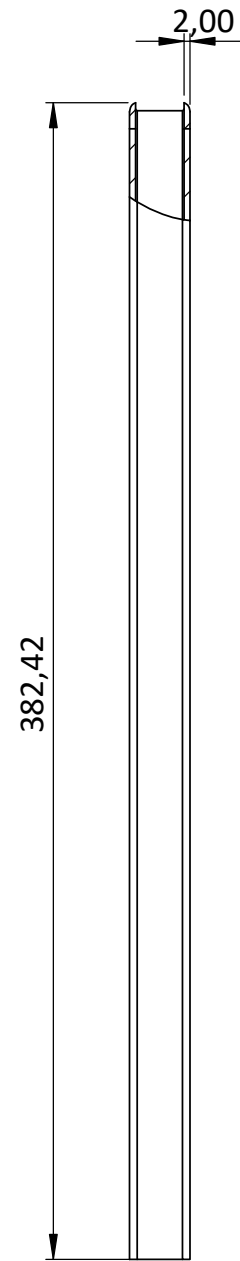
DETALLE B  
ESCALA 1 : 2




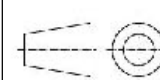
DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

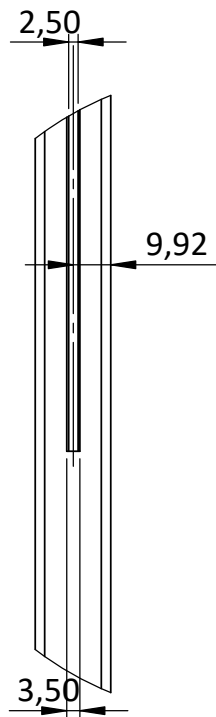
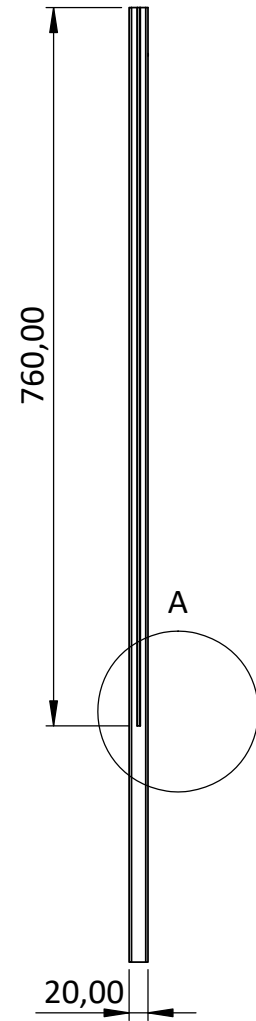
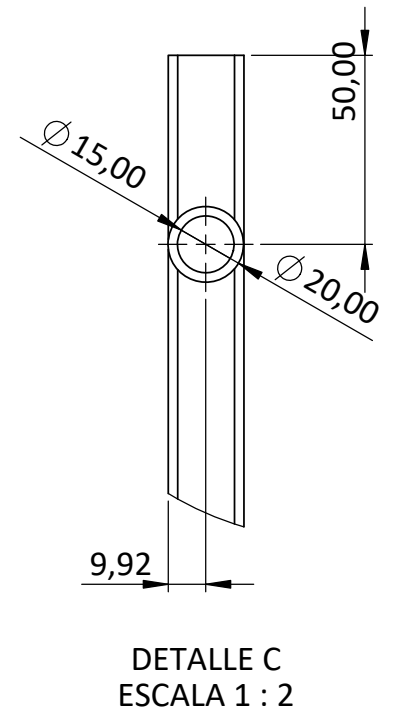
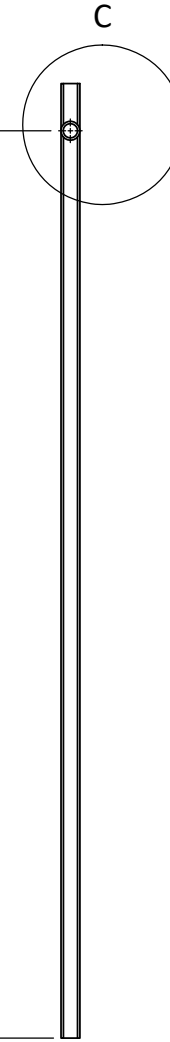
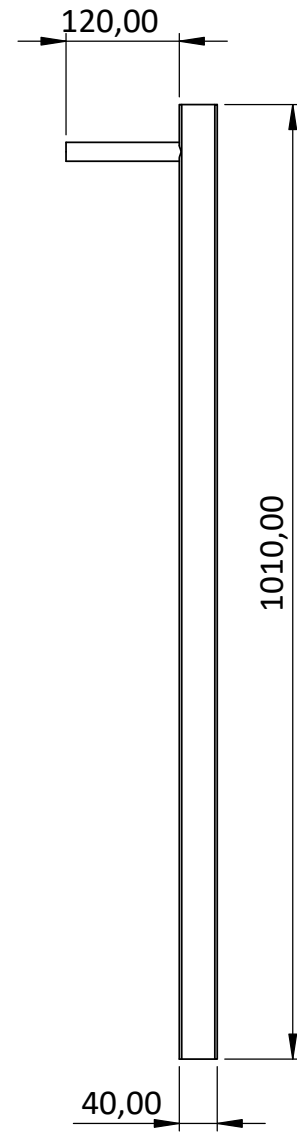
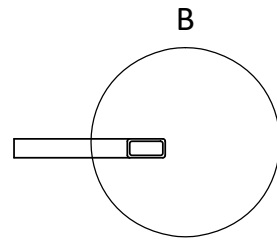
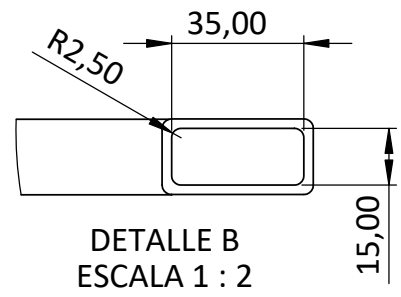
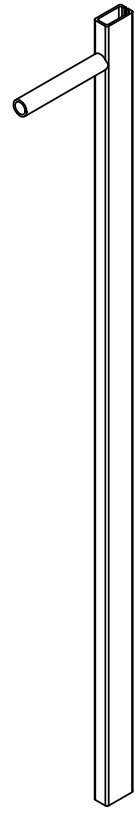


Grado IDIDP	Escala 1:10	Título: Asiento		Formato A4
	Un. mm 	Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Fecha 19/09/20	Plano nº 4

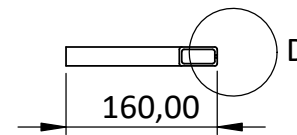
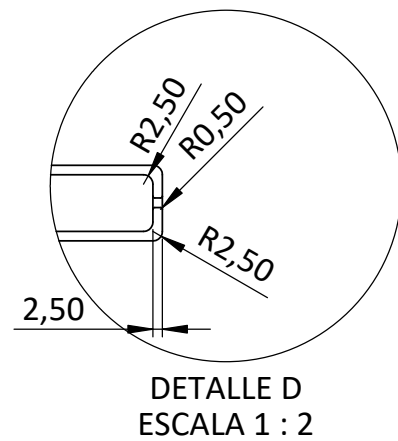


Los radios exteriores para las esquinas son de 2,5mm y los interiores de 0,5mm


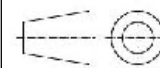
Grado IDIDP	Escala 2:5	Título: Pata trasera		Formato A3
	Un. mm	Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Fecha 20/09/20	Plano nº 5
				

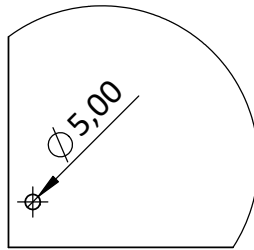


DETALLE A  
ESCALA 1 : 2

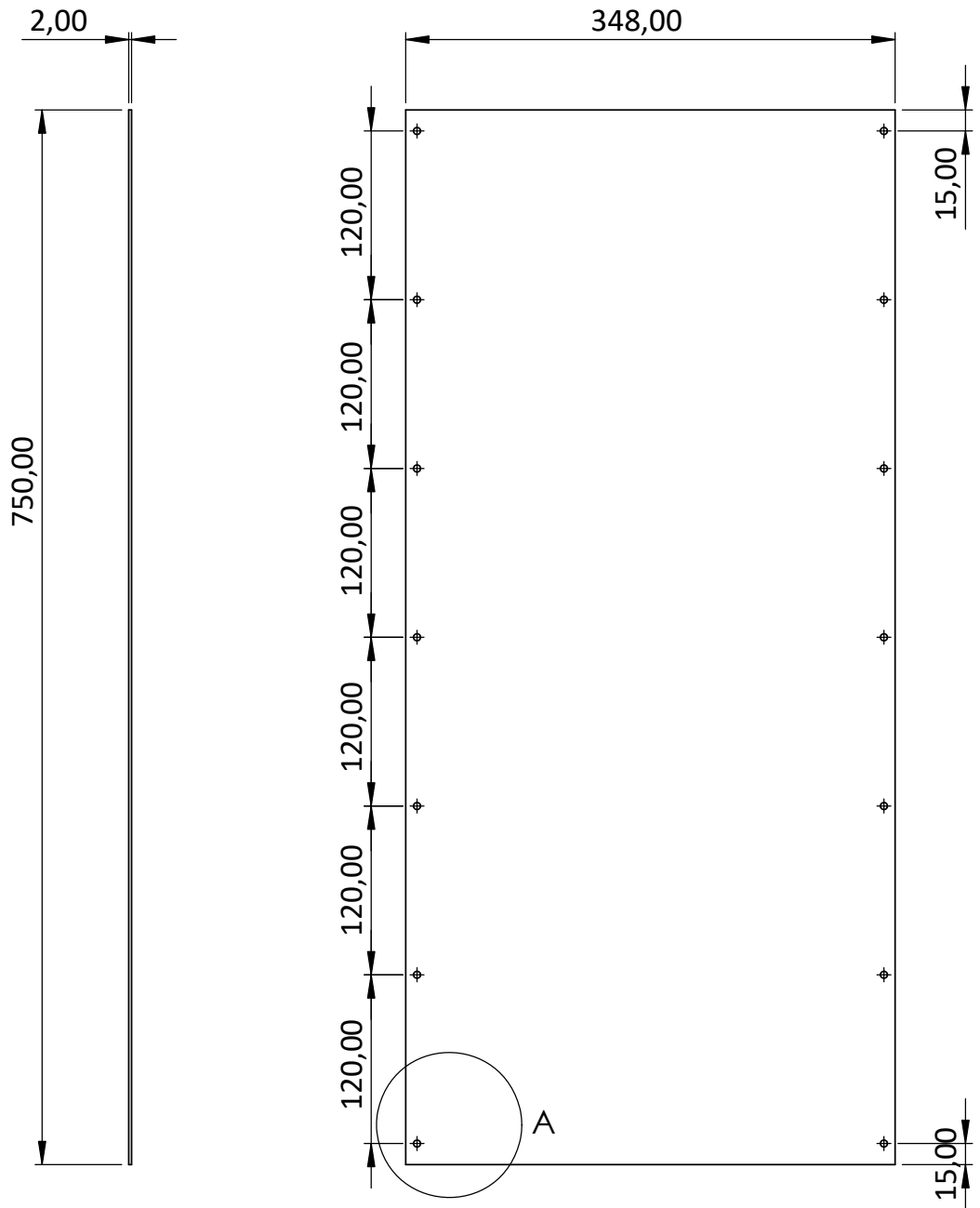



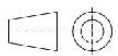
Todas las esquinas de la pata están redondeadas con un radio de 2,5 mm

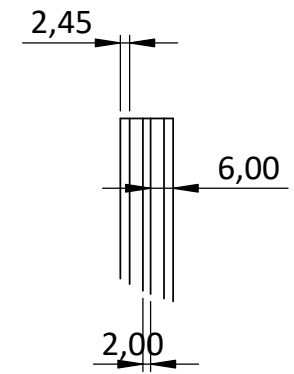
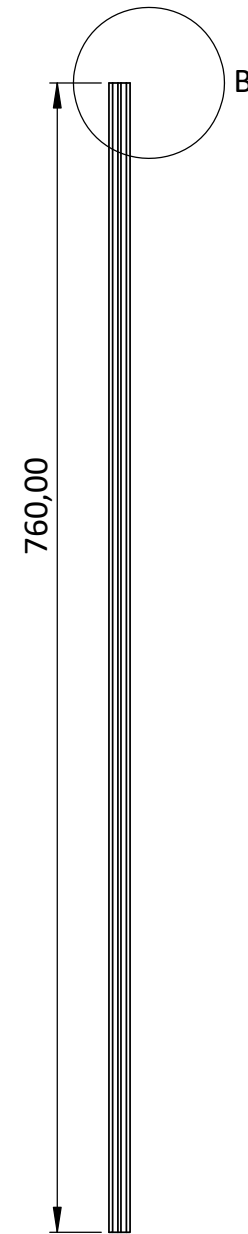
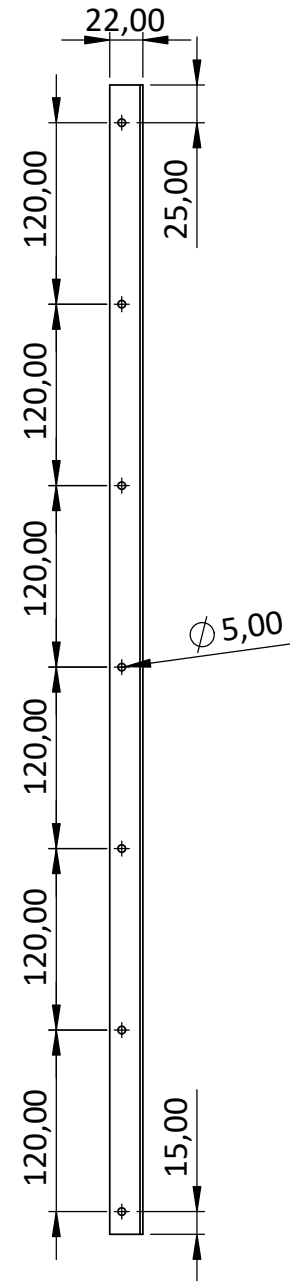
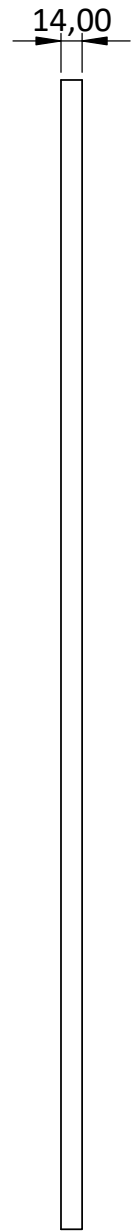
Grado IDIDP	Escala 1:8	Título: Barra respaldo con mango		Formato A3
	Un. mm		Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Plano nº 6
			Fecha 20/09/20	



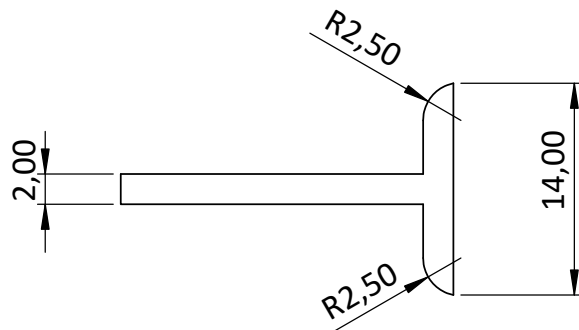
DETALLE A  
ESCALA 2 : 5



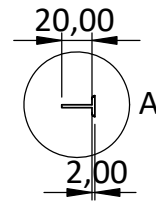
Grado IDIDP	Escala 1:5	Título:Tela respaldo		Formato A4
	Un. mm 	Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Fecha 19/09/20	Plano nº 7


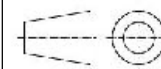


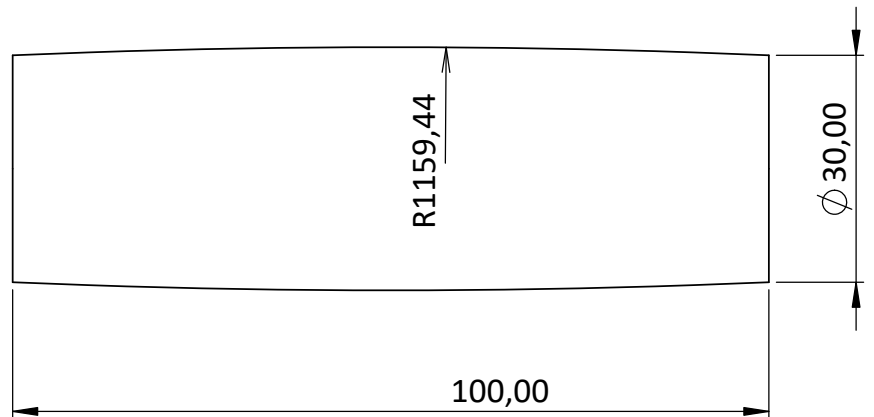
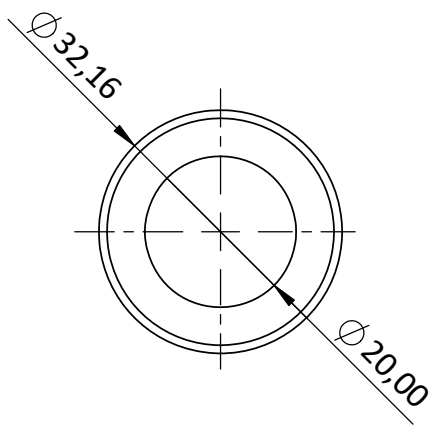
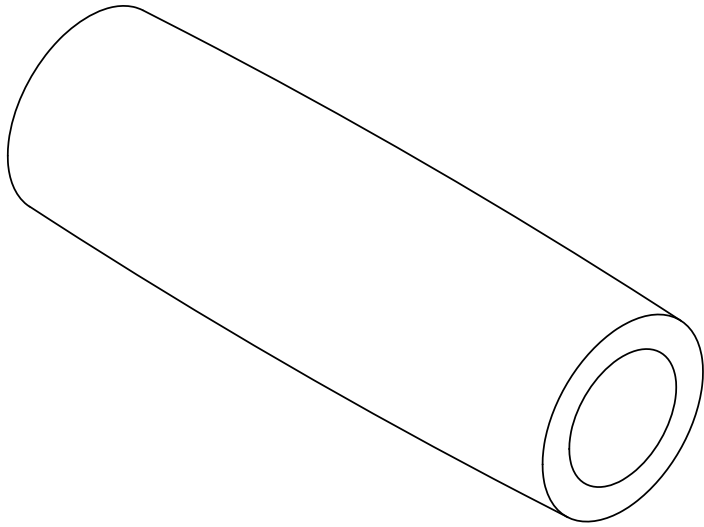
DETALLE B  
ESCALA 1 : 2


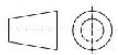


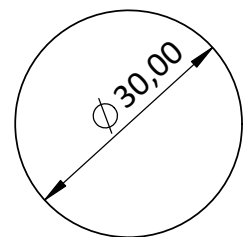
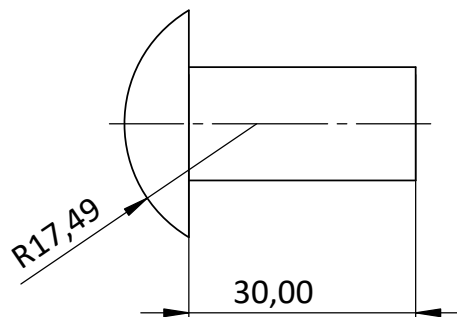
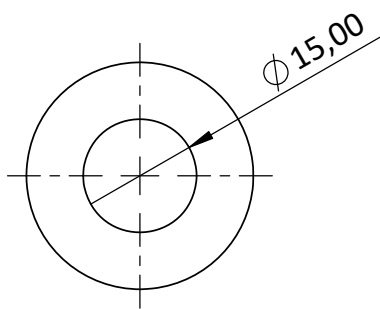
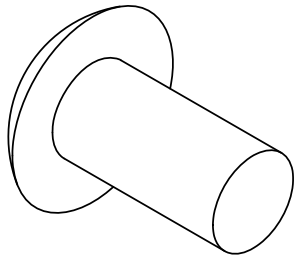
DETALLE A  
ESCALA 2 : 1





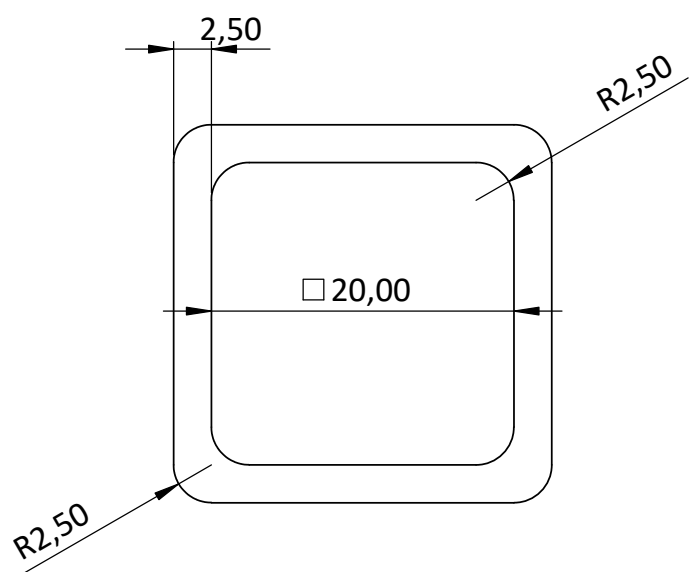
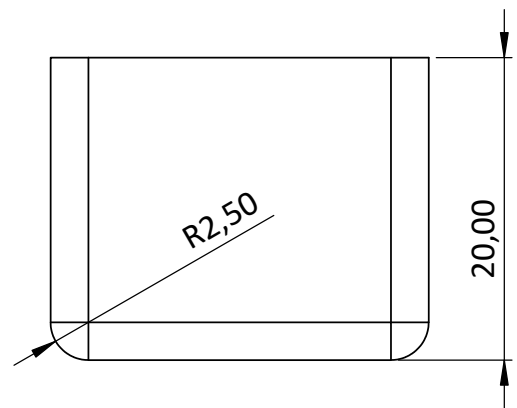
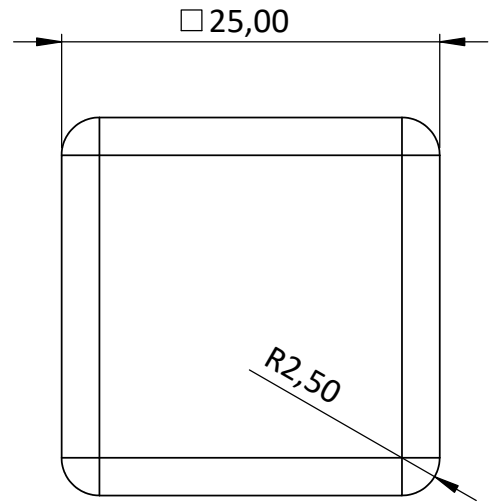
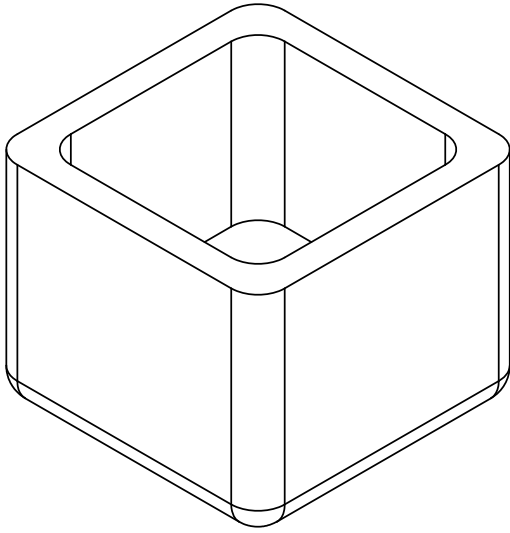
Grado IDIDP	Escala 1:5	Título: Guía tela respaldo		Formato A3
	Un. mm		Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Plano nº 8
			Fecha 20/09/20	




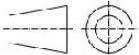
Grado IDIDP	Escala 1:1	Título:Mango blando		Formato A4
	Un. mm 	Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Fecha 19/09/20	Plano nº 9



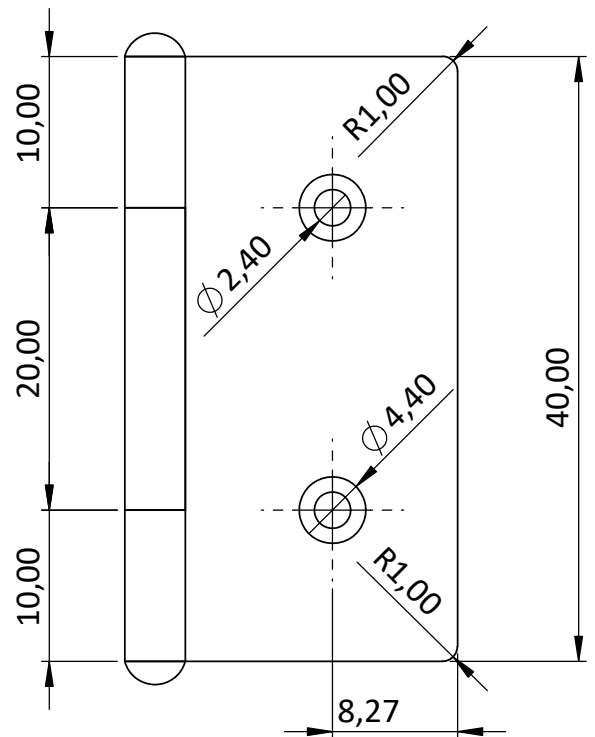
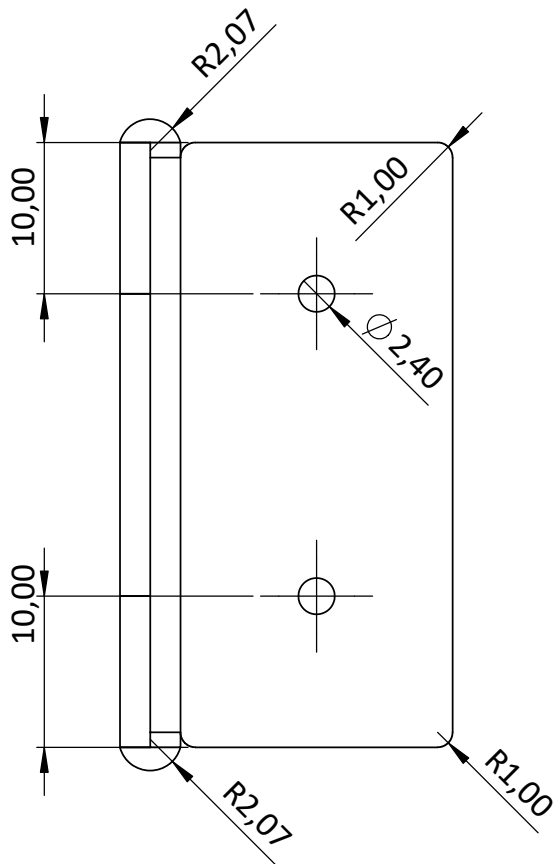
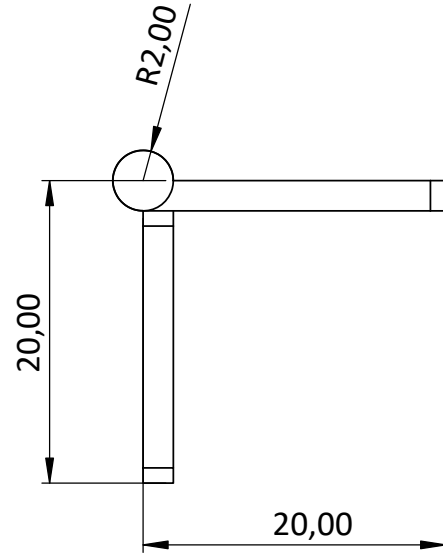
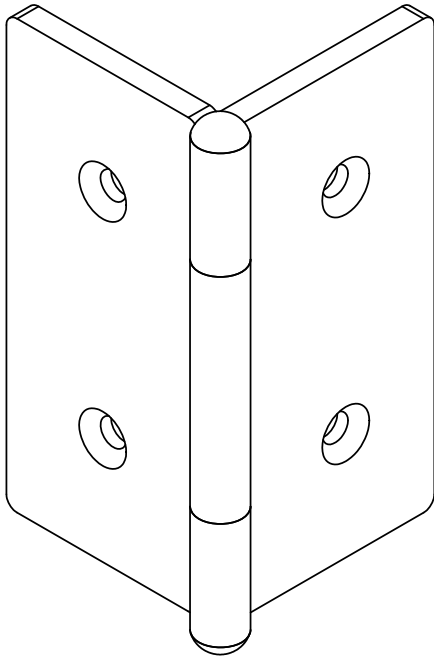
Grado IDIDP	Escala 1:1	Título: Remate para el mango		Formato A4
	Un. mm 	Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Fecha 19/09/20	Plano nº 10




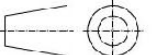
Todos los radios del plano son de 2,5 mm

Grado IDIDP	Escala 2:1	Título: Remate para la pata trasera		Formato A4
	Un. mm 	Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Fecha 19/09/20	Plano nº 11





Los 4 agujeros son pasantes y con avellanado

Grado IDIDP	Escala 2:1	Título: Bisagra		Formato A4
	Un. mm 	Autor: Zaldívar Pont, Héctor	Fecha 19/09/20	Plano nº 12



# III. PLIEGO DE CONDICIONES



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

# 1. INTRODUCCIÓN.

Con el presente pliego de condiciones se desarrollarán las condiciones técnicas que se deben cumplir para una correcta fabricación del producto. Así como la calidad de los materiales que forman parte del diseño, sus respectivos procesos de fabricación y el ensamblaje del producto. Además, se especificarán los ensayos que se deberán realizar para comprobar la resistencia de los materiales para cumplir con los objetivos del presente proyecto.

## 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

En este apartado se describen los elementos que se van a adquirir de una empresa externa, así como los procesos que se realizarán en la empresa. Además, se especificará sus características y calidades.

### 2.1 Componentes comprados a terceros.

Los distintos materiales empleados se adquieren de forma semielaborada o elaborada de empresas externas. Por tanto, se adquirirá las partes metálicas ya extruidas y la tela de poliéster en forma de bobina. Por otra parte, se adquirirán las bisagras, los pasadores para las patas traseras y los botones para enganchar la tela a las guías.

Se va a adquirir los tubos cuadrados y rectangulares de aluminio obtenidos mediante extrusión, también se van a adquirir un perfil en forma de T y otro perfil recto. Para la elaboración del proyecto se necesitan 6 tipos distintos de tubos o perfiles. Estos perfiles serán de aleación de aluminio 3003 pulido. Se precisará de una tolerancia máxima de  $\pm 0,2\text{mm}$ . A continuación, se detalla la lista de elementos obtenidos por extrusión:

- Tubo cuadrado de 20x20 mm con un espesor de 2mm y un radio de 2,5 mm en las esquinas.
- Tubo rectangular de 40 x 20 mm con un espesor de 2,5 mm y un radio de 2,5 mm en las esquinas.
- Perfil en T de 2 mm de espesor con una sección rectangular de 22 x 14 mm.
- Tubo circular de 20 mm de diámetro y espesor de 2,5 mm.
- Tubo rectangular de 30 x 15 mm con un espesor de 2,5 mm.
- Perfil recto de 26 mm y un espesor de 2,5 mm.

La parte frontal (Pieza 1) se elabora por inyección en molde permanente. Esta pieza se adquiere ya conformada de un suministrador. Las dimensiones son 430x431 mm con un espesor de 5mm. Observando las tolerancias del apartado 2.4 de este pliego de condiciones, se ve que la tolerancia dimensional será de  $\pm 0,75\text{ mm}$ .

La tela de poliéster, comprada en bobina, se va a adquirir de terceros. Posteriormente será cortada y adaptada a lo requerido por el diseño.

Por otra parte, se van a adquirir las bisagras de acero inoxidable. Estas deberán cumplir una tolerancia de planitud de  $\pm 0,5\text{mm}$  como máximo. Al no ir colocadas en posiciones de precisión tampoco se va a tener en cuenta las tolerancias.

## Componentes fabricados.

En las instalaciones se realizará la fabricación de componentes de plástico, así como la elaboración de las partes metálicas para dejarlas elaboradas. También se realizará el ensamblado de las partes no desmontables del producto y el acabado final de este. A continuación, se detallan los componentes fabricados en las instalaciones propias.

### Partes de plástico.

#### Asiento de polipropileno:

Para la fabricación del asiento de polipropileno, Pieza 2, se emplea la técnica de fabricación de moldeo por inyección. Se elige esta técnica ya que se trata de una pieza simple con unas dimensiones de 430x430 mm y un espesor de 10mm. Se precisa una tolerancia dimensional máxima de  $\pm 0,8\text{mm}$  para la longitud de la pieza. En cuanto al espesor de esta la tolerancia máxima admisible es de  $\pm 0,4\text{mm}$ .

El moldeo por inyección es un proceso sencillo y rápido. Además, se trata de una geometría sencilla, por lo que la fabricación del molde no será excesivamente costosa.

#### Partes de espuma EVA realizadas por moldeo por inyección:

Para la fabricación del mango de espuma y los remates para cubrir los huecos de los tubos de aluminio de los mangos, piezas 8 y 11, se emplea la técnica de moldeo por inyección de plásticos.

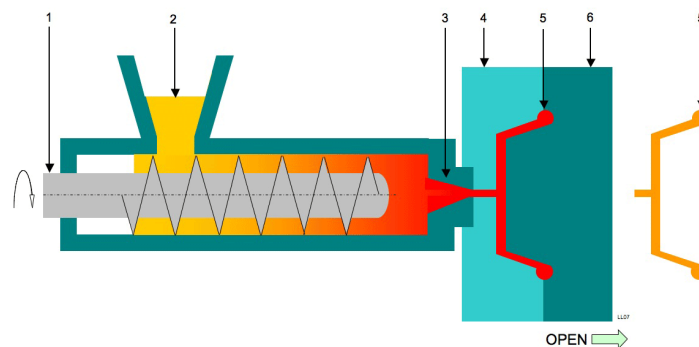


Imagen 36. Proceso de moldeo por inyección para plástico.

Con este proceso conseguimos unas piezas con un buen acabado superficial y dimensional. Por lo tanto, será perfecto para piezas que tienen que ir ensambladas por ajuste.

Estas piezas al ser de espuma de EVA son bastante flexibles, por lo que se adaptarán a las partes donde tienen que ir ensambladas con facilidad, sin necesidad de tener unas tolerancias dimensionales específicas para su correcto ensamblaje.

Sin embargo, con el fin de cuidar la estética, si que se demanda que las piezas no presenten defectos superficiales visibles y que no tengan rebabas.

El estudio de los moldes requeridos para la fabricación de las partes de plástico por inyección se analizará en el Anexo 4. *Moldes para piezas de plástico obtenidas mediante inyección.*

### 2.3 Procesos de punzonado.

Para el punzonado de las piezas 5 y 9, ambas de 2mm de espesor, se ha de tener en cuenta ciertas consideraciones de diseño. Los punzonados son de 5mm de diámetro.

En primer lugar, se cumple la consideración de que el diámetro del agujero no sea menor que el espesor del material, para poder usar punzones convencionales. Espesor de 5mm > 2 veces el espesor del material (2mm).

Por otra parte, también se cumple las distancias entre agujeros de forma muy holgada, ya que la distancia entre punzones es de 120mm. También se cumple el requisito de distancia mínima entre el eje del agujero y el borde de la superficie. Para este aspecto se requiere que la distancia sea entre 1,5 y 2 veces el espesor. En este caso la separación es de 7,5mm, siendo el espesor 2mm.

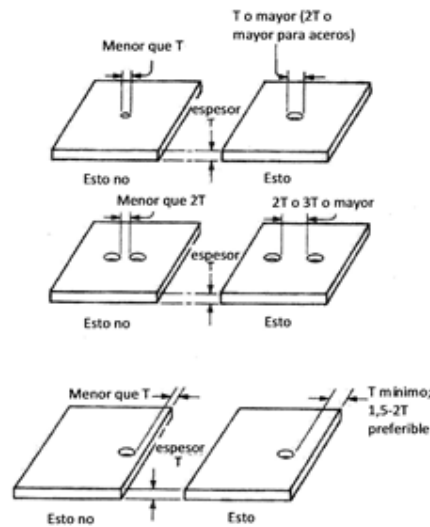


Imagen 37. Consideraciones para el punzonado

### 2.4 Consideraciones para moldeo de metales.

Para la realización de la Pieza 3 se utilizará el proceso de conformado de metal mediante molde permanente por gravedad. Este proceso es perfecto, puesto que se puede utilizar el mismo molde para una serie larga, además, al ser una pieza sencilla, la fabricación del molde tampoco supondrá un coste económico excesivo.

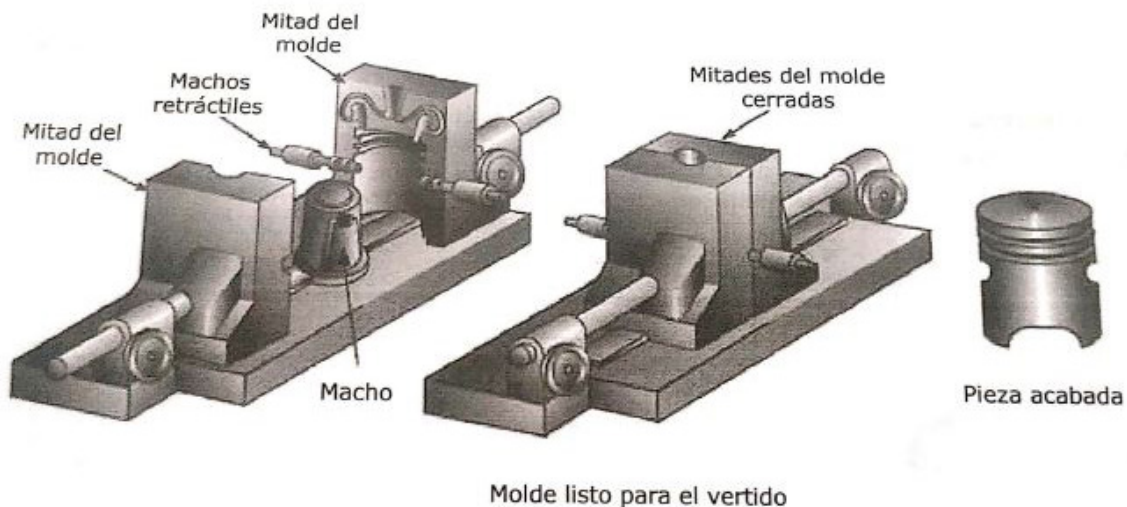


Imagen 38. Proceso de moldeo de metales

La precisión dimensional y superficial obtenida por este sistema es muy alta, lo que nos evitará posteriores trabajos de acabado. El acabado superficial que ofrece este proceso en cuanto a rugosidad es de  $8 \mu\text{m}$ , valor más que aceptable para nuestro producto.

La pieza moldeada tiene unas dimensiones de  $430 \times 431 \text{mm}$  con un espesor de  $5 \text{mm}$ . Además, presenta un cuadrado central sin material de  $250 \text{mm}$  y un rectángulo en la parte superior de  $200 \times 20 \text{mm}$  también hueco.

**Tolerancia adicional para dimensiones afectadas por la línea de partición en molde permanente**

Área proyectada ( $\text{cm}^2$ )	Tolerancia dimensional (mm)
Hasta 62,5	$\pm 0,250$
Desde 62,5 hasta 310	$\pm 0,375$
Desde 310 hasta 625	$\pm 0,500$
Desde 625 hasta 1560	$\pm 0,625$
Desde 1560 hasta 3125	$\pm 0.750$

Tabla 11. Tolerancias dimensionales

La línea de partición irá en el eje medio del espesor de la chapa y al ser este de tan solo  $6 \text{mm}$  no afectará prácticamente a las dimensiones. Dado que el área proyectada del área afectada por la línea de partición es de  $25,8 \text{cm}^2$ , la tolerancia será de  $\pm 0,250 \text{mm}$ .

## 2.5 Consideraciones para los procesos de soldadura.

Para unir todas las piezas que conforman las patas laterales, Pieza 4, y para realizar la unión de las barras del asiento y el mango, Pieza 3, se utilizará la soldadura.

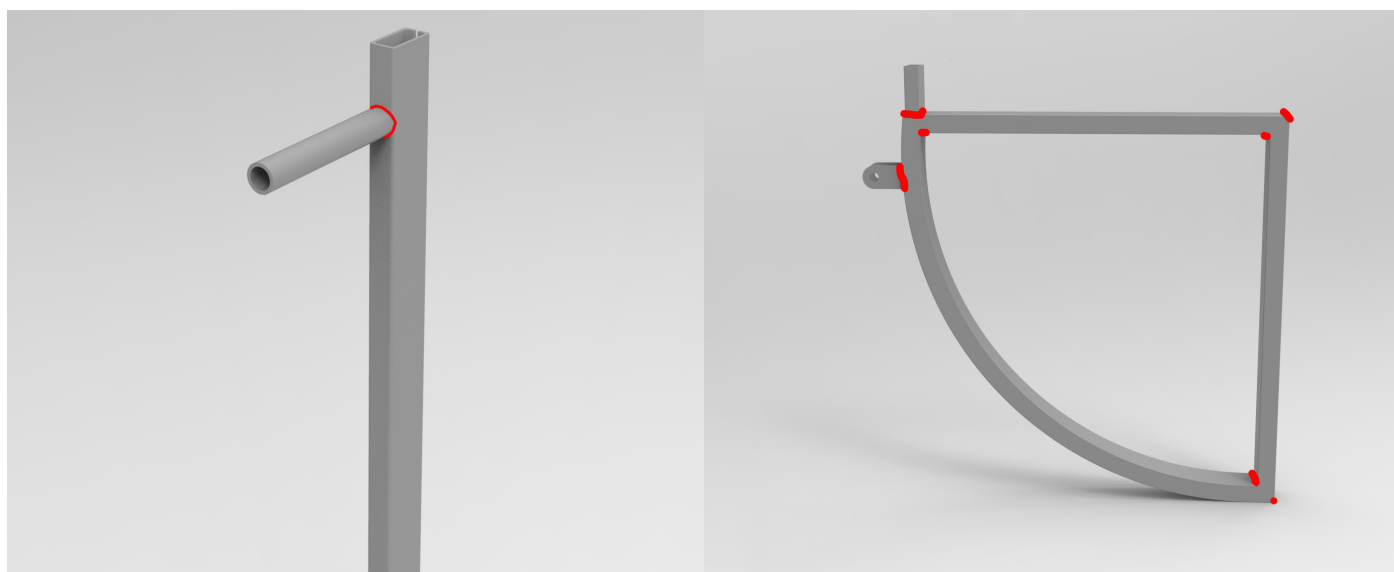


Imagen 39. En rojo, zonas unidas mediante soldadura.

Para realizar la soldadura se empleará soldadura por **arco eléctrico bajo gas inerte de protección con electrodo consumible (MIG)**. Las soldaduras se realizarán en las zonas marcadas en rojo en las imágenes superiores. La soldadura será a tope cerrado. Este tipo de soldaduras requiere de ciertas exigencias.

Antes de proceder a la soldadura se requiere de una preparación de las piezas, para facilitar la entrada de material de aporte entre las piezas. Por ello se prepararán los bordes de todas las piezas de forma que estos encajen correctamente y el cordón de soldadura quede bien realizado y tenga un aspecto visual bueno, es decir que no se note un cordón excesivo.

La soldadura seguirá la normativa UNE-En ISO 13920 "Tolerancias en construcciones soldadas. Dimensiones de longitudes y ángulos. Forma y posición".

Dimensión básica (mm)	Unión mediante					
	Soldadura débil		Soldadura moderada		Soldadura fuerte	
	Tolerancia mínima (mm)	Tolerancia normal (mm)	Tolerancia mínima (mm)	Tolerancia normal (mm)	Tolerancia mínima (mm)	Tolerancia normal (mm)
0 - 300	± 0,4	± 0,8	± 0,8	± 1,5	± 1,5	± 3,0
300 - 1000	± 0,8	± 1,5	± 1,5	± 3,0	± 3,0	± 6,0
1000 - 2000	± 1,5	± 3,0	± 3,0	± 6,0	± 6,0	± 12,0

Tabla 12. Tolerancias dimensionales para soldadura con arco

Se va a realizar una soldadura fuerte en todos los elementos a soldar, para asegurar que la soldadura no se rompa durante su uso. Tenemos soldaduras de 200mm que requerirán una tolerancia normal de +3,0mm; por otra parte, también encontramos soldaduras de 400mm para las que requeriremos de tolerancias normales de +6,0 mm.



## 3. ENSAYOS Y PRUEBAS.



Para asegurarnos de que el producto ofrece las garantías requeridas por el diseño, se someten a ensayo tanto los distintos materiales empleados para la fabricación del diseño, como las operaciones realizadas para ensamblar el producto.

### 3.1 Tubos de aluminio.

Puesto que los tubos de aluminio van a ser adquiridos de otra empresa, se solicitará a esta la documentación que acredite los ensayos realizados para verificar que se cumplen los requisitos mecánicos solicitados. Estos requisitos son que soporten una carga distribuida de 1300N, así como que no sufran pandeos ni deformaciones por flexión del material. Para verificar esto se requerirá ensayos de tracción, compresión y flexión.

### 3.2 Tela de poliéster.

Puesto que este material tiene que soportar el peso de la espalda durante el proceso de levantado se realizarán los ensayos necesarios para asegurarse que el material no se romperá durante su uso.

En primer lugar, se realizará un ensayo a tracción para comprobar que no se va a rasgar la tela al estar sometida a tensión. También se realizará un ensayo de carga para asegurarse que aguanta un peso de 1225 N.

### 3.3 Soldaduras.

Se realizarán comprobaciones para asegurar la calidad de las soldaduras, a fin de que presenten unas buenas características mecánicas y un buen aspecto. Además, se realizarán inspecciones aleatorias mediante rayos X para comprobar que las soldaduras no presentan defectos internos. Puesto que esta prueba es cara no se realizarán al total de las piezas soldadas.



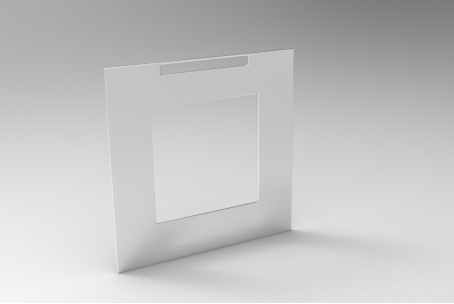
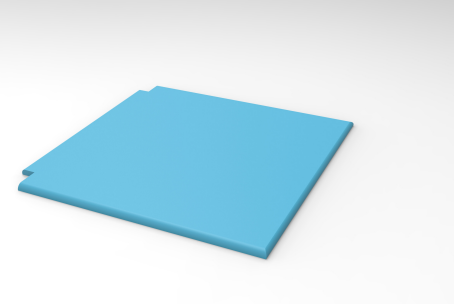

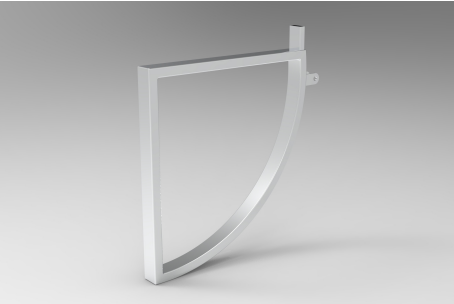
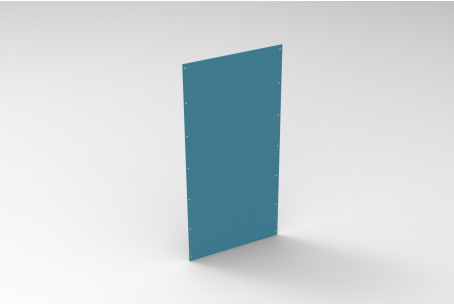
# IV. PRESUPUESTO Y VIABILIDAD.

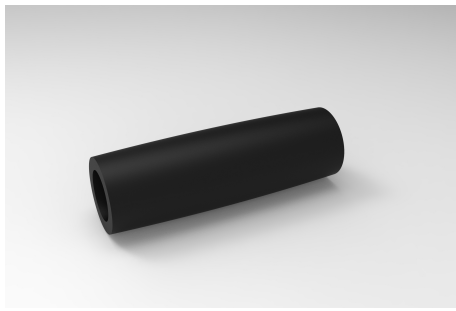


Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

## 6.1 ESTADO DE MEDICIONES.

Las piezas empleadas en la fabricación de la silla son las indicadas en la siguiente tabla, yendo acompañadas del material empleado y el peso de este.

COMPONENTE	MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL
	Aleación Aluminio-Manganeso Al-3003	1,6 kg
	Polipropileno (PP)	1,625 kg
	Aleación Aluminio-Manganeso Al-3003	0,79 kg
	Aleación Aluminio-Manganeso Al-3003	2,2875 kg
	Tela de poliéster	0,537 kg



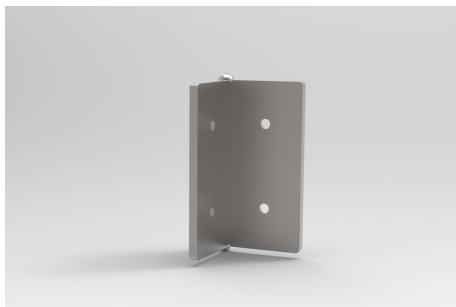
Espuma de EVA

0,047 kg



Espuma de EVA

0,0088 kg



Acero inoxidable AISI 316 LC

1 Unidad



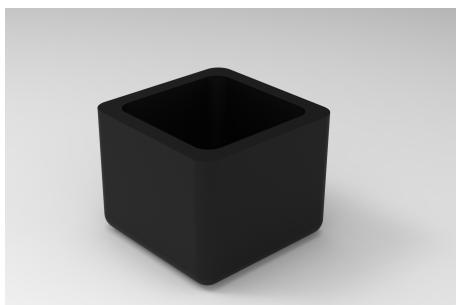
Aleación Aluminio-Manganeso  
Al-3003

0,135 kg



Aleación Aluminio-Manganeso  
Al-3003

0,54 kg



Polipropileno

0,0654 kg

Tabla 13. Componentes y peso unitario

## 6.2 COSTE DE LOS MATERIALES.

A continuación, se detallan los precios por unidad de medida de los materiales que se van a emplear en la fabricación de las piezas. Estos materiales se comprarán en forma de material sin ningún proceso de conformado.

MATERIAL	COSTE UNITARIO	UNIDADES
PP (Polipropileno)	0,92	€/kg
Espuma EVA	1,91	€/kg
Tela de poliéster	0,97	€/kg
Aluminio 3003	1,49	€/kg

Tabla 14. Coste por kg de material sin procesar

En esta tabla se muestra los materiales que se van a comprar para posteriormente procesarlos. Por tanto, no se incluye el precio de las barras de aluminio que van a ser adquiridas ya extruidas.

A continuación, se detallan los precios del aluminio extruido. Las unidades son por metro de material.

MATERIAL	COSTE UNITARIO	UNIDADES
Tubo cuadrado 40x20, 2,5mm espesor	6,75	€/m
Tubo cuadrado 20x20, 2,5mm espesor	4,65	€/m
Tubo cuadrado de 36x16, 2,5mm espesor	5,75	€/m
Tubo diámetro 20mm 2,5mm espesor	2,86	€/m
Pletina de 27x2,5	5,45	€/m

Tabla 15. Coste del aluminio extruido

## 6.3 COSTE TOTAL DEL PRODUCTO.

### 6.3.1 Patas laterales.

Para las patas laterales se necesitan 1412 mm de tubo cuadrado de 40x20mm, de esta longitud se deben realizar cortes para extraer una pieza de 408mm, otra de 432mm y otra de 572mm. También se necesita 50 mm de tubo cuadrado de 36x16 mm. Al coste del producto comprado se ha de añadir el coste de realizar los cortes y la preparación, así como el coste de la soldadura. También se le ha de añadir la pletina de aluminio, de la que se necesita una longitud de 43,5mm. El precio del material total para cada pata será de 10,05€

Se calcula que el tiempo de las operaciones de corte de las 4 piezas que componen la pata, teniendo en cuenta los cambios de posición, el doblado de la pieza de 572mm y la preparación de borde para la soldadura, será de 5 minutos. Por otro lado, la preparación de cada pletina mediante troquelado y punzonado se estima en 10 segundos por pieza, puesto que se necesitan 2 piezas, se emplearán 20 segundos para obtener esta pieza. Lo que hará un total de 5'3 minutos (0,09 h) la preparación de los elementos. El gasto por hora que implica el operario encargado de realizar esto supondrá 14€/h. Así pues, la preparación de cada pata supondrá un coste de 1,26 €.

Una vez preparadas las partes se procede a la soldadura de estas. En total se tendrá que soldar 24,6cm de longitud. Teniendo en cuenta que la velocidad de soldado es de 25cm/min, el operario estará soldando 0'98 minutos. Teniendo en cuenta los tiempos de manipulación de las piezas se calcula que tardará un total de 5 minutos para realizar la soldadura de la pata, es decir 0,09 h. El gasto que supone el operario encargado de la soldadura, junto con los materiales necesarios para la operación, es de 20 €/h. Así pues, la soldadura de una pata lateral supondrá un coste de 1,8 €.

Con todo lo anterior se tiene que el coste total de obtener cada una de las patas laterales es de 13,11 €. Puesto que se necesitan dos patas, el precio de estas será de 26,22 €.

### 6.3.2 Patas traseras.

Para las patas traseras se necesita 382,5 mm de tubo cuadrado de 20x20mm. El precio de este tubo es de 4,65 €/m por lo que el material necesario para una pata será de 1,72€.

Las operaciones que habrá que realizar será un tronzado, un taladrado y un corte para dejar la zona superior redondeada. Estas operaciones tardarán en realizarse 2 minutos por pieza. Teniendo en cuenta que el coste del operario supone 14 €/h, se tendrá que el coste de realizar esta pieza será de 0,47 €.

El precio total de obtener las dos patas será de 4,37 €.

### 6.3.3 Pieza frontal.

La pieza frontal se obtiene mediante moldeado por inyección de metales. El molde en el que se fabrica cuesta aproximadamente 2000 €. Se calcula que durante un periodo de 5 años se van a fabricar un total de 5000 sillas, por lo que se necesitará obtener 5000 piezas frontales. Por lo tanto, el coste unitario del molde por pieza sale a 0,4 €.

La pieza frontal requiere 1,6 kg de aluminio. El precio del kg de aluminio es de 1,49 €. Por lo tanto, el precio del material para fabricar la pieza es de 2,384 €

El gasto por hora que supone el operario encargado de obtener estas piezas, incluyendo las operaciones de desbarbado, mecanizado y acabado de la pieza, es de 14€/h. Se calcula que la operación de obtención de la pieza dura 12 minutos, es decir 0,2 h. Por tanto, el coste del operario por pieza es de 2,8€.

Con todos los valores anteriores se tiene que la pieza frontal costará 5,584 €.

#### 6.3.4 Guías.

Esta pieza se obtiene a partir del perfil en T y tiene una longitud de 760 mm. El precio por metro del perfil en T es de 5,75 €. Por lo tanto el coste del perfil necesario para el producto es de 4,37 €.

Por otra parte el procesado incluye el tronzado de la pieza y la realización de 7 agujeros, para lo cual se calcula un tiempo de 1,5 minutos, teniendo en cuenta la manipulación de la pieza, es decir 0,025 h por pieza. Teniendo en cuenta que el gasto del operario supone 14 €/h. Se tiene que el coste de procesado de la pieza por el operario será de 0,35 €.

Teniendo en cuenta que se necesitan 2 guías por silla, se tiene que el coste total de estas es de 9,44 €.

#### 6.3.5. Barras laterales.

Para las barras laterales se necesita una longitud de 1010 mm de tubo cuadrado de 40x20 mm. Este tiene un coste de 6,75 €/m, por lo que esta barra costará 6,82 €. Por otra parte, se requieren 100 mm del tubo redondo de 20 mm de diámetro, que tiene un coste de 2,86 €/m; por lo que cada pieza requerida costará 0,286 €. Por tanto, el coste de material para esta pieza es de 7,106 €.

Por otra parte, en el tubo cuadrado hay que realizar un corte en una de sus caras de 20 mm, de una longitud de 760 mm. El tiempo que se tardará en realizar los cortes tanto en tubo cuadrado como en el circular serán de 1,3 minutos, teniendo en cuenta la manipulación de la pieza. Teniendo en cuenta que el operario cobra 14 €/h, se tiene que cada barra lateral supone un coste de 0,31 €.

Por otro lado, hay que realizar una soldadura entre el perfil cuadrado y el perfil circular. Esta soldadura tiene una longitud de 4,712 cm. Como se a visto en el apartado 6.3.1, la velocidad de soldadura es de 25cm/min y el coste de la soldadura es de 20 €/h. Por lo tanto, se tiene que el coste de realizar la soldadura en este caso es de 0,063 €.

Como cada silla necesita dos barras laterales, se tiene que el coste total es de 14,958 €.

#### 6.3.6 Tela del respaldo.

La tela del respaldo viene en bobinas de 170 cm de ancho y el metro cuesta 0,97 €. La pieza que necesitamos es de 752 mm de largo y 350 mm de ancho, por lo que a la hora de calcular el precio se estima que se necesitará una longitud de 0,175m de tela. Esto quiere decir que para cada respaldo el coste de la tela es de 0,17 €.

Por otra parte, el proceso de corte de la tela, cosido de los bordes y remachado de los botones cuesta un total de 4 minutos por pieza, es decir 0,07 h. Teniendo en cuenta que el operario cobra 14 €/h por realizar este trabajo, se tiene que el precio de manufactura del respaldo es de 0,98 €.

Por lo tanto, el precio total del respaldo será de 1,15 €.



### 6.3.7 Asiento.

El asiento está hecho de polipropileno, necesitando un peso de 1,625 kg de este material. El precio por kg es de 0,92 €. Por lo tanto, el precio del material es de 1,495 €.

El coste de fabricación del molde es de 42933 €. Se estima que se van a realizar 5000 unidades, por lo que el precio del molde por unidad es de 8,586 €.

Por otra parte, el tiempo que va a tardar en fabricarse la pieza es de 29 segundos, es decir 0,08 h. El coste que significa tener al operario y la máquina de inyección funcionando es de 21 €/h. Por tanto, el coste de producción de la pieza será de 0,168 €.

Con los datos anteriores, el precio total del asiento de polipropileno es de 1,249€.

### 6.3.8 Mango.

El mango está hecho de espuma EVA, con un peso de 0,047 kg. El precio de la espuma de EVA es de 1,91 €/kg, por lo que el coste del material para el mango es de 0,09 €.

El coste de fabricación del molde es de 5809,121 €. Se estima que se van a realizar 10000 unidades, por lo que el precio del molde por unidad es de 0,58 €.

Por otra parte, el tiempo que va a tardar en fabricarse la pieza es de 58 segundos, es decir 0,016 h. El coste que significa tener al operario y la máquina de inyección funcionando es de 21 €/h. Por tanto, el coste de producción de la pieza será de 0,336 €.

Hay que tener en cuenta que se requieren dos mangos, por lo que el precio final es de 2,012 €.

### 6.3.9 Remate para el mango.

El remate para el mango está hecho de espuma EVA, con un peso de 0,009 kg. El precio de la espuma de EVA es de 1,91 €/kg, por lo que el coste del material para el mango es de 0,0171 €.

El coste de fabricación del molde es de 4847,356 €. Se estima que se van a realizar 10000 unidades, por lo que el precio del molde por unidad es de 0,485 €.

Por otra parte, el tiempo que va a tardar en fabricarse la pieza es de 43 segundos, es decir 0,012 h. El coste que significa tener al operario y la máquina de inyección funcionando es de 21 €/h. Por tanto, el coste de producción de la pieza será de 0,252 €.

Hay que tener en cuenta que se requieren dos remates, por lo que el precio final es de 0,635 €.

### 6.3.10 Remate para las patas traseras.

El mango está hecho de polipropileno, con un peso de 0,065 kg. El precio del polipropileno es de 0,92 €/kg, por lo que el coste del material para el mango es de 0,0598 €.

El coste de fabricación del molde es de 3763,878 €. Se estima que se van a realizar 10000 unidades, por lo que el precio del molde por unidad es de 0,376 €.

Por otra parte, el tiempo que va a tardar en fabricarse la pieza es de 51 segundos, es decir 0,014 h. El coste que significa tener al operario y la máquina de inyección funcionando es de 21 €/h. Por tanto, el coste de producción de la pieza será de 0,298 €.

Hay que tener en cuenta que se requieren dos remates, por lo que el precio final es de 1,4676 €.

### 6.3.11 Otros materiales requeridos.

Se estima que el resto de materiales requeridos para ensamblar el producto, como son las bisagras, los pasadores, los botones, las abrazaderas de plástico a presión, los tornillos y el adhesivo, tienen un precio unitario de 5,5 €.

En la siguiente tabla se ofrece un resumen de los costes directos de la silla.

<b>COMPONENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTE UNITARIO (€)</b>
Pieza frontal	1	5,584
Pata lateral	2	26,22
Pata trasera	2	4,37
Asiento	1	1,249
Barra respaldo	2	14,958
Guía	2	9,44
Tela del respaldo	1	1,15
Mango	2	2,012
Remate para el mango	2	0,635
Remate pata trasera	2	1,4676
Otros	-	5,5
	<b>COSTE TOTAL</b>	<b>72,61 €</b>

*Tabla 16. Costes de fabricación*

## 6.4 PRECIO VENTA AL PÚBLICO.

Para calcular el precio de venta al público (P.V.P.) se han de añadir costes a mayores a los costes directos calculados en el apartado anterior. Los costes indirectos suponen un 15% de los costes directos. A este coste se le añade los costes de comercialización y marketing que suponen un 20%. Los beneficios que se quieren obtener de la venta del producto son de un 35% del coste total del producto.

<b>COSTES DIRECTOS</b>	72,61 €
<b>COSTES INDIRECTOS</b>	10,907 €
<b>COSTES DE COMERCIALIZACIÓN Y MARKETING</b>	14,542 €
<b>BENEFICIO</b>	25,45 €
<b>TOTAL</b>	123,609

*Tabla 17. Detalles de costes del producto.*

El Precio Venta al Público (P.V.P.) se redondeará hacia arriba para hacer más comercial el producto y con el objetivo de poder recuperar cuanto antes la gran inversión realizada inicialmente. Por tanto, el P.V.P. final será de 130 €.

Es un precio bastante competitivo, puesto que los sistemas de elevación existentes en el mercado suelen estar alrededor de 1.000 € los modelos más económicos. Llegando a costar entre 2.500 y 3.500 € los modelos más innovadores.

## 6.5 VIABILIDAD DEL PRODUCTO.

La inversión inicial es muy elevada debido a la necesidad de adquirir los moldes para los procesos de inyección de plásticos. La inversión inicial se puede ver recogida en la siguiente tabla:

INVERSIONES	
Moldes	60.000 €
Maquinaria y otros utillajes	25.000 €
Prototipo	150 €
Revisiones de calidad	400 €
<b>Total</b>	<b>85.550 €</b>

Tabla 18. Inversión inicial detallada

A partir de los costes calculados anteriormente, se ha calculado el flujo de caja en un periodo de 5 años en el cual se ha utilizado un interés del 4%. Se ha estimado unas ventas de 600 unidades el primer año y de 1100 unidades durante los siguientes 4 años, haciendo un total de 5000 unidades vendidas en 5 años.

Sabiendo que el producto genera unos gastos de 98,16 €, los gastos el primer año serán de 58895,4 € el primer año, y de 107974,9€ al año los siguientes 4 años.

Por otro, el producto se vende a 130 €. Por lo tanto, las ventas supondrán unos ingresos de 78.000€ el primer año y de 143.000€ al año para los siguientes 4 años.

Con estos datos se ha elaborado la siguiente tabla de simulación económica, en la que se obtiene el flujo de caja y el VAN.

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Inversión	-65.550 €					
Unidades vendidas		600€	1100€	1100€	1100€	1100€
Gastos		58895,4€	107974,9€	107974,9€	107974,9€	107974,99€
Ingresos		78.000€	143.000€	143.000€	143.000€	143.000€
Beneficios		19.104,6€	35.025,1€	35.025,1€	35.025,1€	35.025,1€
Flujo de caja		19.104,6€	35.025,1€	35.025,1€	35.025,1€	35.025,1€
VAN	-65.550	-47.180€	-14798,5€	16339,67€	46279,27€	75'67,27€

Tabla 19. Flujo de caja y VAN

En un plazo de 5 años tendremos un VAN de 75067,27 €, mientras que la inversión inicial se recupera durante el segundo año.



# V. CONCLUSIONES



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

# 1. CONCLUSIONES DEL PRESENTE PROYECTO TÉCNICO.

Una vez completado el presente diseño de un sistema elevador para personas que hayan sufrido una caída, se pueden extraer una serie de conclusiones acerca de los objetivos logrados y los que no se han podido conseguir.

El diseño realizado finalmente tiene un P.V.P. de 130€. Esto hace que uno de los objetivos prioritarios que se marcaron a la hora de proyectar el diseño se haya cumplido. Se ha logrado un diseño que sea económico y que pueda llegar a un mercado mucho más amplio, sobre todo de particulares, que pueda acceder a un sistema de ayuda para personas con problemas de movilidad propensas a sufrir caídas.

Por otro lado, otro de los grandes objetivos también se ha logrado. Se ha conseguido un producto que es simple, con poca cantidad de piezas y ligero (el peso del producto es algo mayor a 11,5 kg). Además, puede ensamblarse entorno al paciente y en espacios relativamente pequeños y estrechos. En este aspecto es donde no se ha logrado del todo los objetivos. Se pretendía obtener un diseño algo menor en cuanto a longitud, pero esto suponía que el elevador tendría que haber sido mecánico, no manual como en el resultado final. La longitud final de la silla, además de por razones ergonómicas, atiente a la necesidad de tener cierta longitud desde el mango hasta el balancín para poder realizar el movimiento de levantado con poco esfuerzo.

Uno de los planteamientos iniciales era realizar una silla que pudiese ser accionada mecánicamente mediante un motor y que el movimiento lo realizara o bien una serie de engranajes, o bien un sistema hidráulico. Finalmente, ese planteamiento se dejó apartado atendiendo a distintos motivos. Por una parte, aumentaba el peso del objeto y complicaba el ensamblaje, algo que no se deseaba en este proyecto, teniendo en cuenta que uno de los deseos es que pudiese usarlo cualquier persona. Por otro lado, incluir un motor eléctrico y una batería para su funcionamiento conllevaba un aumento considerable del precio.

Salvo ciertos aspectos, el diseño final ha atendido a los objetivos que se habían marcado en un inicio para este proyecto. Es un diseño ligero y fácil de transportar y montar, tiene una estética bastante neutra y los materiales empleados permiten una limpieza rápida y sencilla. Además, el precio es muy económico, por lo que es viable para ser adquirido por un gran número de personas.

# 2. CONCLUSIONES PERSONALES DEL PRESENTE TRABAJO FINAL DE GRADO.

Este proyecto ha supuesto la realización de un documento técnico completo que ha abarcado una gran variedad de asignaturas vistas a lo largo de la carrera. Ha supuesto realizar un diseño desde cero, empezando desde un planteamiento conceptual de los objetivos que se querían lograr hasta ver materializado un producto final que cumple bastante con las expectativas que me había marcado en un principio.

Con la finalización de este trabajo se acaba un proceso de aprendizaje muy fructífero, del cual estoy satisfecho. Además, he visto realizarse un diseño que solventa un problema que me ha parecido muy interesante, los diseños para ayudar a gente mayor o con problemas de movilidad a tener una vida un poco más cómoda.





# VI. BIBLIOGRAFÍA



Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

# REFERENCIAS DE IMAGENES

Imagen 1. Silla Raizer. *Parafarmic*. <https://www.parafarmic.com/silla-de-emergencia-raizer>.

Imagen 2. Cojín CAMEL. *Moverte*. <https://www.moverte.com/transferecia-incorporacion-/4462-cojin-levantapersonas-camel.html>

Imagen 3. Silla HEBIX. *Aacurat-gmbh*. <https://aacurat.de/project/hebix/>

Imagen 13. Manual de movilización de enfermos. *EMS solutions int*. <http://emssolutionsint.blogspot.com/2018/06/manual-de-movilizacion-de-enfermos-pdf.html>

Imagen 14. Manual de movilización de enfermos. *EMS solutions int*. <http://emssolutionsint.blogspot.com/2018/06/manual-de-movilizacion-de-enfermos-pdf.html>

Imagen 19. Grúa de bipedestación. *Forta S.L.* <https://www.fortasl.es/es/gruas/bipedestacion.php>

Imagen 20. Grúa de bipedestación. *Moverte*. <https://www.moverte.com/gruas-bipedestacion-cambiapanales/3649-grua-de-bipedestacion-plegable-oxford-journey-sunrise-medical.html>

Imagen 21 Grúa profesional Oxford Presence. *Moverte*. <https://www.moverte.com/gruas-uso-domiciliario-electricas/731-groa-profesional-oxford-presence-sunrise-medical.html>

Imagen 22. Elevador de pacientes MICRO. *Medial Expo*. <https://www.medicalexpo.es/prod/sunrise-medical/product-84783-547415.html>

Imagen 23. Grúa de techo RiseAtlas 450. *Handicare*. <https://www.handicare.es/product/riseatlas450/>

Imagen 24. Grúa de techo Luna IPX4. *Medical Expo*. <https://www.medicalexpo.es/prod/ergolet/product-68391-641525.html>

Imagen 25. Elevador de caídas ELK. *Infogeriatría*. <https://www.infogeriatría.com/productos/20181217/cojin-elevador-elk#.X32LadAzaUk>

Imagen 26. Elevador de pacientes manual FloJac. *Medical Expo*. <https://www.medicalexpo.es/prod/gbuk-group/product-107342-942246.html>

Imagen 27. Verticalizador manual StandUp. *Handicare*. <https://handicare-test.azurewebsites.net/es/products/systemromedic-standup/p-316>

Imagen 28 Raizer II. *Raizer*. <https://www.raizer.com/>

Imagen 36. Proceso de moldeo por inyección para plástico. *Consellería de cultura, educación e universidade, Xunta de Galicia*. [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947174/contido/52\\_proceso\\_tecnolxico.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947174/contido/52_proceso_tecnolxico.html)

Imagen 37. Consideraciones para el punzonado. *Diseño para fabricación: Procesos y Tecnologías I*. Universidad Jaume I.

Imagen 38. Proceso de moldeo de materiales. *Diseño para fabricación: Procesos y Tecnologías I*. Universidad Jaume I.

## BIBLIOGRAFÍA.

Callister, William D. *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. Barcelona, Editorial Reverté, 2010

Cuervo García, Álvaro. *Introducción a la Administración de Empresas*. Pamplona, Editorial Aranzadi, 2008

Lupton, Ellen. *Intuición, acción, creación. Graphic design thinking*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2012.

Serrano Mira, Julio. *Apuntes de Tecnología de los plásticos y diseño de productos*. Área de Ingeniería de los procesos de fabricación, Universidad Jaume I.

*Apuntes de Diseño para fabricación: procesos y tecnologías I*. Área de Ingeniería de los procesos de fabricación, Universidad Jaume I.

*Apuntes de Diseño para fabricación: procesos y tecnologías II*. Área de Ingeniería de los procesos de fabricación, Universidad Jaume I.

*Apuntes de Materiales II*. Área de Ciencia de los materiales e ingeniería metalúrgica, Universidad Jaume I.

## PÁGINAS WEB CONSULTADAS.

[https://app.mapfre.com/documentacion/publico/es/catalogo\\_imagenes/grupo.do?path=1055028](https://app.mapfre.com/documentacion/publico/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=1055028)

<http://www.elaplas.es/materiales/plasticos-tecnicos/polipropileno-pp/>

<http://emssolutionsint.blogspot.com/2018/06/manual-de-movilizacion-de-enfermos-pdf.html>

<https://handicare-test.azurewebsites.net/es/products/systemromedic-standup/p-316>

<http://icei.es/wp-content/uploads/2015/06/ALEACION-3003.pdf>

<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/06/etilvinilacetato-eva.html#:~:text=La%20incorporaci%C3%B3n%20del%20acetato%20de,baja%2C%20adem%C3%A1s%20de%20que%20se>

[https://www.decathlon.es/es/p/punos-bicicleta-espuma-100/\\_/R-p-11123?mc=5586664](https://www.decathlon.es/es/p/punos-bicicleta-espuma-100/_/R-p-11123?mc=5586664)

<https://www.ikea.com/es/es/>

<https://www.liftup.dk/en/>

<https://www.medicalexpo.es/fabricante-medical/elevador-pacientes-manual-28029.html>

<https://www.moverte.com/139-gruas-y-arneses-para-enfermos>

<http://poliester2tm2equipo.blogspot.com/2013/02/propiedades-fisicas-y-quimicas.html>

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

<http://www.sumiteccr.com/aluminio/AL03.pdf>

