

Rediseño de un pedaleador de recuperación activa para pacientes de la UCI.

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Autor: José Pascual Beltrán Cortés

Tutora: Carmen González Lluch

Octubre 2022



ÍNDICE GENERAL

Volumen I: Memoria.

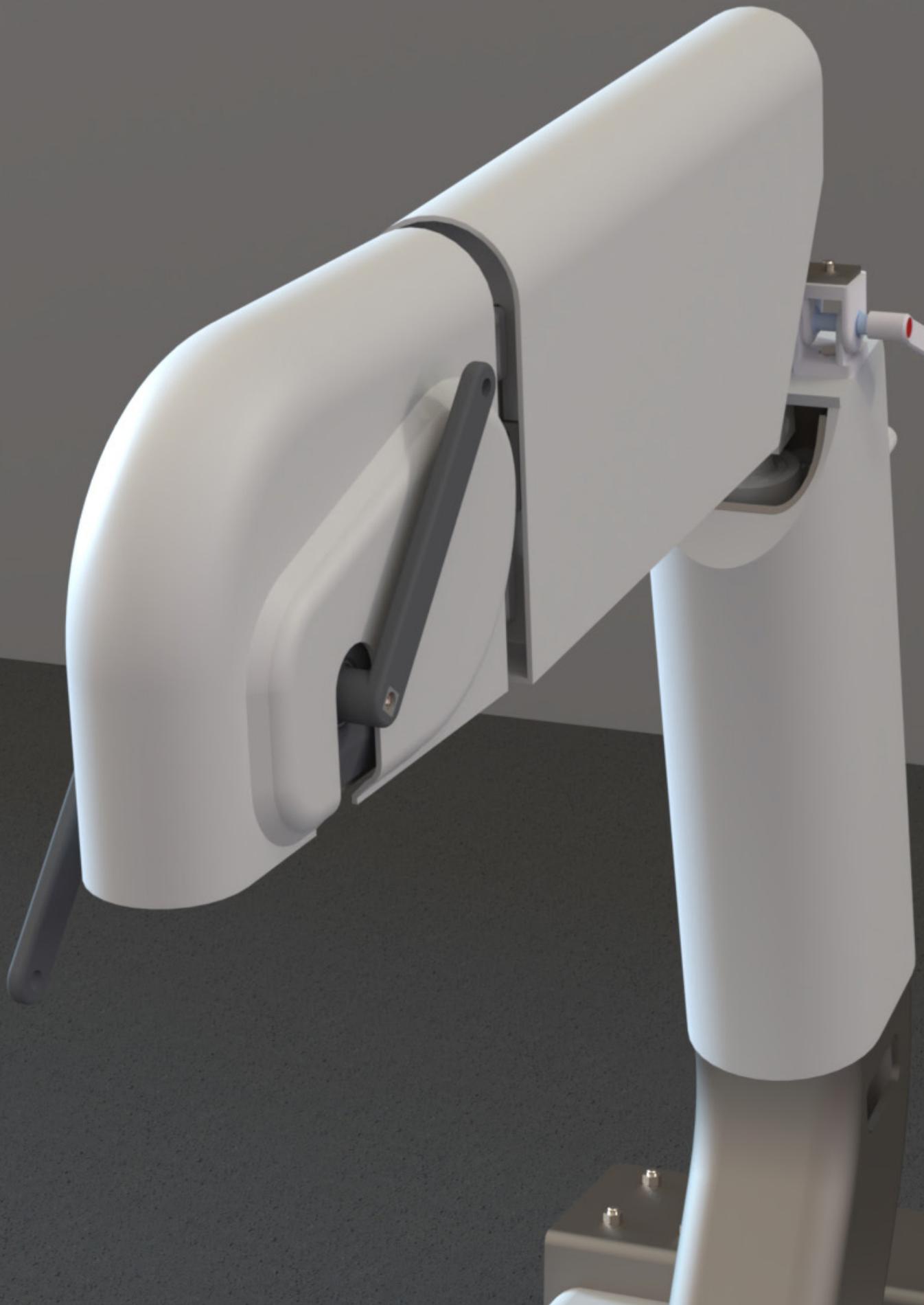
Volumen II: Anexos.

Volumen III: Planos.

Volumen IV: Pliego de condiciones.

Volumen V: Presupuesto y estado de mediciones.

VOLUMEN I: *Memoria*



ÍNDICE

1.	Introducción	3
1.1	Objeto	4
1.2	Alcance	5
1.3	Antecedentes	6
	Modelo A: Pedalier para rehabilitación básico	8
	Modelo B Pedaleador Fitness Gym Domyos Pedalera Estática Mini Bike negro.	9
	Modelo C. Pilot Cycle.....	10
	Modelo D. MotoMed Letto 2.....	12
	Modelo F. TheraTrainer	14
1.4	Objetivos	16
2.	Análisis del producto.....	17
2.1	Estructura del producto y especificaciones técnicas	17
3.	Normas y referencias	19
3.1	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	19
3.2	Bibliografía	21
3.3	Programas de cálculo	23
4.	Diseño conceptual	24
4.1	Requisitos de diseño	24
4.1.1	Definición del problema.....	24
4.1.2	Expectativas y razones de los promotores	24
4.1.3	Estudio de las circunstancias que rodean al diseño.....	24
4.1.4	Recursos disponibles	25
4.1.5	Establecimiento de objetivos	25
4.1.6	Análisis de los objetivos	26
4.1.7	Obtención de un conjunto de objetivos.....	27
4.1.8	Transformar los objetivos en especificaciones.....	28
4.2	Propuesta conceptual de soluciones	29
4.2.1	Propuesta 1.....	30
4.2.2	Propuesta 2.....	31
4.2.3	Propuesta 3.....	32
4.2.4	Propuesta 4.....	33
4.3	Análisis de soluciones	34
5.	Resultado final	36
5.1	Descripción general del conjunto.....	36

5.2	Diseño de componentes	36
5.2.1	Componentes fabricados	36
5.2.2	Componentes comprados.....	47
5.3	Características y materiales	56
5.4	Descripción del proceso de fabricación	57
5.5	Descripción del montaje.....	59
5.6	Imagen corporativa	65
6.	Planificación	67
7.	Ambientes	69
8.	Conclusiones	72

1. Introducción

Estos años de pandemia, nuestra sociedad, ha vivido en sus propias carnes, la importancia de un sistema sanitario de calidad. Hemos visto como durante estos dos años y medio, tener en tu país un sistema sanitario competente, podía lograr que nuestros allegados más débiles pudieran sobrevivir o no.

También contemplamos como los profesionales sanitarios tuvieron que hacer sobreesfuerzo tras sobreesfuerzo para poder llegar a todas las necesidades que aparecían, y con ello su posterior agotamiento y deterioro físico. Tuvieron que cuidar de personas que han estado mucho tiempo hospitalizadas, estando muchas de ellas, sin ningún tipo de movilidad dado su estado. Existen estudios que observan una mejor recuperación de las personas enfermas cuando estas están sometidas a movimiento. Este movimiento, se ha estado ejerciendo por parte de nuestros profesionales sanitarios, normalmente fisioterapeutas que hacían ejercicios de movilidad con los pacientes.

La movilidad de los pacientes ingresados evita las pérdidas de masa muscular y favorece además la circulación sanguínea, lo que no solo ayuda a la recuperación, sino que también evita otros daños colaterales producidos por estancias largas de inmovilización.

1.1 Objeto

El presente proyecto, tiene como finalidad realizar un rediseño del pedaleador asistido en el que a través de una estructura con pedales y un ordenador, se consiga monitorizar al paciente para que mediante unas instrucciones simples o de forma automática, pueda pedalear (Ilustración 1).



Ilustración 1, programa de rehabilitación Cylce Pilot.

Este pedaleador, tiene como objetivo principal prevenir la pérdida de masa muscular y de movilidad de las articulaciones de las personas que pasan largos periodos de tiempo en la UCI. Esto se consigue utilizando el movimiento cíclico de los pedales de una bicicleta e insertándolo en una estructura que es la que se acerca a los pacientes para que puedan ejercitarse mientras están tumbados.

Esta solución, como vemos en diversos estudios detallados en el punto 1 del Anexo 1, en pacientes de larga duración (más de 7-10 días), reporta beneficios y reduce la pérdida de masa muscular. Cabe mencionar la siguiente cita de uno de uno de esos estudios:

“Tras sólo siete días de estancia en una cama de cuidados críticos, un estudio observó que la fuerza muscular de los pacientes era cuatro veces más débil que en los controles sanos. Tras 10 días de cuidados críticos con ventilación mecánica, los músculos de las piernas de los pacientes disminuían su tamaño en casi un 18%.” [1]

Estos ejercicios rehabilitación, los ha realizado hasta el momento los especialistas sanitarios sobre los pacientes, ya que se han reportado muchos beneficios de este movimiento [2]. Es por ello, por lo que después de la crisis sanitaria producida por la pandemia del Covid-19, se ha visto que la sanidad necesita más recursos que puedan facilitar los trabajos diarios de los profesionales y además mejorar la recuperación de los pacientes.

1.2 Alcance

Para llevar a cabo el presente proyecto, el primer paso es realizar una búsqueda de información previa para conocer las necesidades de los usuarios y la búsqueda de antecedentes que tratan de solucionar un problema similar o que mejoren la movilidad en una postura parecida. Una vez conocidas, se realizará un análisis de los objetivos requeridos.

A partir de dichos objetivos, se obtendrá la alternativa más adecuada mediante el proceso de diseño conceptual, que, en el presente caso, se realizará mediante un método cuantitativo. Esto unido a un estudio ergonómico, una selección de los materiales y procesos de fabricación adecuados, así como la realización de los cálculos mecánicos, permitirá confirmar que el diseño propuesto es técnicamente viable.

Finalmente, se elaborarán los planos para una correcta comprensión y la fabricación del pedaleador, así como el cálculo del coste del producto final para conocer la viabilidad del producto a la hora de producirlo. También se generará una imagen corporativa y renders que ayudarán a comprender mejor el diseño por parte de los posibles clientes.

1.3 Antecedentes

Actualmente en el mercado existen diversas máquinas para pedalear mientras estamos sentados en el escritorio, en el sofá, o trabajando. Estas máquinas, también son utilizadas por personas de edad avanzada o con problemas de movilidad para intentar mejorarla poco a poco.

En general estos pedaleadores son mecánicos, es decir, el usuario hace girar un disco de metal que esta pinzado por unas pastillas, estas pastillas las puedes apretar más o menos según la resistencia que quieras tener (Ilustración 2).

Existen otros mucho más simples, que funcionan con la presión de un tornillo en el eje de pedalier del sistema (Ilustración 3) frenando el movimiento, con lo que es necesario un esfuerzo por parte del usuario.

Por otro lado, la empresa CYCLE “Critical Care Cycling To Improve Lower Extremity Strength” cuenta con un programa de rehabilitación llamado Cycle Pilot en el que a través de una estructura con pedales y un ordenador, se consigue monitorizar al paciente para que mediante unas instrucciones simples o de forma automática, se tenga que pedalear (Ilustración 4). Esta empresa, es la que financia el estudio sobre la viabilidad, seguridad y mejora de los pacientes que emplean esta máquina. Pero hay muchos estudios alternativos [2-3] que muestran los beneficios del movimiento en la UCI, que hasta ahora lo están llevando a cabo, los fisioterapeutas de forma manual.

Esta máquina cumple parte de los requisitos que hay que solventar, pero es demasiado aparatosa, debido principalmente a que es autoportante. Esto, aparte de ocupar mucho más espacio, encarece el producto.

Para llevar a cabo el presente proyecto, se ha realizado un estudio de mercado con las diferentes posibilidades que existen actualmente, para poder realizar los ejercicios de movilidad en el hospital.

A continuación, se presenta una clasificación de tipos de pedaleadores atendiendo a las prestaciones, es decir, pedaleadores mecánicos si no poseen movimiento asistido o pedaleadores asistidos, en caso contrario. La elección de un pedaleador u otro dependerá del paciente a tratar y sus necesidades. Antes de comenzar, con dicha clasificación, se define y explica esta primera diferencia antes de la clasificación detallada.

Pedaleadores mecánicos:

Los pedaleadores mecánicos tienen como característica principal, que su eje de pedalier se tiene que frenar de forma mecánica, ejerciendo sobre este, fricción, la cual tiene que superarse mediante el esfuerzo del paciente. Cuanto más se frene, más fricción habrá, y como consecuencia más esfuerzo deberá hacer el paciente.

Estos pedaleadores se caracterizan por su ligereza, ya que realmente solo necesitan unos pedales y un dispositivo de frenado. Suelen ser adecuados para

personas bastante independientes que son capaces de colocárselo donde lo necesiten y ejercitarse.

El único inconveniente es que siempre se ha de hacer esfuerzo, aunque sea mínimo, estos pedaleadores no son asistidos.

Pedaleadores asistidos:

Los pedaleadores asistidos cuentan con un motor que se une al pedalier de los pedales mediante diferentes sistemas de transmisión, este motor es el que genera resistencia, la cual tiene que vencer el paciente. En el caso que el paciente no esté en condiciones de hacer esfuerzos, estos pedaleadores tienen la ventaja de poder generar ellos mismos el movimiento.

Como consecuencia de lo expuesto, estos pedaleadores son más pesados, y además están orientados para gente que no puede moverse prácticamente. Es por ello, que normalmente van unidos a una estructura tipo “grúa”, la cual permite regularse a las condiciones ergonómicas del paciente, así como transportar el pedaleador.

Actualmente, solo existen tres productos que están específicamente diseñados para la recuperación de pacientes, pero existen otros en el mercado, que, a pesar de no ser tan específicos, pueden cumplir con las necesidades o tener características formales y funcionales útiles. Para ello, a continuación, se presenta el análisis de cada uno de estos productos.

Los parámetros que se valoraran para cada uno de los productos que existen en el mercado son:

- Dimensiones: Tanto el ancho, alto y profundo.
- Peso.
- Materiales y su neutralidad frente a sustancias. Esto es importante ya que en ambientes en los que las medidas sanitarias son muy necesarias, es bastante relevante que los materiales sean lo más inertes posible, de forma que evitemos así la formación de bacterias o parásitos.
- Adaptación. Como es de imaginar, cuanto más adaptable al paciente, mejores resultados y mayor seguridad va a otorgar.
- Manipulación del Fisioterapeuta. Para ello se valorará lo fácil que es para el profesional su manipulación y su trabajo con la máquina. También la manipulación paciente-maquina-profesional.
- Almacenaje.
- Transporte.
- Precio

Modelo A: Pedalier para rehabilitación básico

Este pedaleador mecánico (ilustración 2), está fabricado de acero tubular y ligero. Se caracteriza por su ligereza, simpleza y un precio muy reducido. Es el pedaleador mas simple del mercado, y puede resultar bastante útil en pacientes que tienen un indice de enfermedad muy bajo, y esten conscientes. Puede ayudar a mantener la movilidad y a que la recuperación sea mas efectiva. Además de esto, los costes de este producto son muy bajos, por lo que son fácilmente asumibles por cualquier institución.



Ilustración 2 Pedaleador mecánico simple

- Dimensiones:
 - Ancho: 41,5 cm
 - Alto: 26 cm
 - Profundo: 44,5 cm
- Peso: 2,2 Kg
- Materiales: Acero y polietileno
- Adaptación: Poca, aunque permite colocarlo a la distancia que sea más cómoda con facilidad.
- Manipulación: Fácil manipulación, pero puede resultar complicado el manipularlo si el paciente no se encuentra lo suficientemente fuerte como para soportar su propio peso.
- Almacenaje: Fácil de almacenar ya que ocupa muy poco espacio.
- Transporte: Fácil de transportar ya que es muy ligero.
- Precio: 22,99€
- Página web [6]

Modelo B Pedaleador Fitness Gym Domyos Pedalera Estática Mini Bike negro.

El segundo modelo que vamos a analizar es el pedaleador mecánico del Decathlon (Ilustración 3), y es funcionalmente la evolución del modelo anterior, ya que, en su función principal, es exactamente igual. Lo que lo diferencia del anterior es que posee de una carcasa que protege los componentes internos y, además, posee una pantalla que permite medir ciertos parámetros, y pueden servir para comparar resultados en diferentes sesiones y poder observar así si existe progreso.



Ilustración 3 Pedaleador mecánico Decathlon

- Dimensiones:
 - Ancho: 28 cm
 - Alto: 35 cm
 - Profundo: 38 cm
- Peso: 3,6 kg
- Materiales: Cuadro 100% Acero Cubierta protectora 100% Acrilonitrilo butadieno estireno Estructura 100% Polipropileno
- Adaptación: Poca, aunque permite colocarlo a la distancia que sea más cómoda con facilidad.
- Manipulación: Fácil manipulación, pero puede resultar complicado el manipularlo si el paciente no se encuentra lo suficientemente fuerte como para soportar su propio peso.
- Almacenaje: Fácil de almacenar, pues ocupa poco espacio, aunque peor que el anterior
- Transporte: Pesa más que el anterior y puede ser incomodo llevarlo en brazos.
- Precio: 64,99
- Página web [7]

Modelo C. Pilot Cycle

Este pedaleador asistido (Ilustración 4), ya forma parte de los pedaleadores que han sido específicamente diseñados para la recuperación de pacientes UCI. En este caso se caracteriza porque tiene dos partes diferenciadas, la base, que es herencia de los pedaleadores vistos anteriormente, pero que está provista de un mecanismo más complejo en el interior para regular el esfuerzo del paciente.

Por otro lado, podemos observar que posee un monitor, donde el paciente puede ver unas gráficas o ilustraciones. Estas tienen la función de que, mediante dibujos o imágenes agradables, proporcionar al paciente *feedback* de si tiene que esforzarse más o menos.

Este pedaleador es mucho más pesado que los anteriores mostrados, y es por ello por lo que, una vez apoyado en la cama, no hace falta anclarlo en nada porque su propio peso es suficiente para que no se mueva, pero si puede ser un problema para su transporte, ya que hace necesario que haya más de un profesional.



Ilustración 4 Pedaleador Asistido Pilot cycle

- Dimensiones:
 - Ancho: 90 cm
 - Alto: 120 cm
 - Profundo: 115 cm
- Peso: 50 kg
- Materiales: No se ha podido acceder a los datos de todos los materiales de este producto, pero a través de las imágenes podemos observar que la estructura está hecha de metal y tiene muchos recubrimientos plásticos, así como los componentes electrónicos.

- Adaptación: Poca regulación de medidas, aunque permite colocarlo a la distancia que sea más cómoda con facilidad.
- Manipulación: Es un producto muy difícil de manipular debido a su elevado peso, así que es necesario que haya más de una persona para poder moverlo.
- Almacenaje: Puede ser complicado de gestionar debido a su tamaño y a la dificultad de transportar y mover.
- Transporte: Difícil de transportar debido a su peso y volumen y que no posee de ningún sistema de transporte incorporado para ello.
- Precio: 10,995 [8]
- Página web: [9]

Modelo D. MotoMed Letto 2

Este pedaleador asistido (Ilustración 5) es un pedaleador específico también, como en el caso anterior, pero que posee unas características interesantes y dignas de valorar. En este caso, el pedaleador es una grúa autoportante que se transporta mediante ruedas por el suelo, y en la posición que se desee, se elevan unas fijaciones para que no se mueva. Esto beneficia su transporte y colocación, cosa que facilita a los profesionales de la salud.

En el segundo caso, no posee un monitor, pero si un panel de control para regular la intensidad del ejercicio a realizar, tanto por parte del profesional o del paciente si lo requiere.



Ilustración 5 Pedaleador Asistido Motomed

- Dimensiones:
 - Ancho: 70-100 cm
 - Alto: 124-155 cm
 - Profundo: 118-129 cm
- Peso: 65 Kg
- Materiales: El fabricante asegura que la estructura está hecha 100% de metal, pero el resto de las componentes no se nombran, pero podemos observar diversos plásticos también.
- Adaptación: Este producto tiene un muy buen ajuste al paciente ya que dispone de distintos rangos en casi todos los planos para que, de forma fácil, el profesional que este con el paciente, pueda adecuarlo a la distancia necesaria.
- Manipulación: La manipulación de este pedaleador es bastante intuitiva y en pocos minutos basta para entender su funcionamiento.

- Almacenaje: Es más fácil de almacenar que el pedaleador D, ya que puedes comprimir al máximo el rango que permite y así compactarlo más.
- Transporte: Es fácil de transportar.
- Precio: 1363,97 € [10]
- Página web [11]

Modelo F. TheraTrainer

El último ejemplo (Ilustración 6), se trata de un pedaleador asistido, también es un pedaleador específico para la recuperación de pacientes UCI. Este pedaleador se caracteriza por cumplir con los requerimientos funcionales, igual que el anterior, pero con un diseño mucho más trabajado. Se puede apreciar a simple vista que tiene unas formas mucho más pulidas y se ha simplificado al máximo para que no aparente que este hecho a parches.

Por último, mencionar que posee un mando para gestionar la regulación del pedaleador y su intensidad.



Ilustración 6 Pedaleador Asistido TheraTrainer

- Dimensiones:
- Ancho: 140 cm
- Alto: 140-170 cm
- Profundo: 90 cm
- Peso: 85 Kg
- Materiales: La estructura de este pedaleador está constituida de aluminio y plástico, y aunque en si son más ligeros que los anteriores, existe mucha más cantidad de elementos.
- Adaptación: Este modelo se puede adaptar bien a las necesidades del paciente, el único inconveniente que tiene es que, al poseer dos patas, que encajan prácticamente con la cama del hospital, puede que en alguna circunstancia el paciente este en diagonal, o no tenga una orientación en paralelo a la cama. En esos casos, no se podrá adaptar bien a él.
- Manipulación: la manipulación es bastante sencilla y fácil.

- Almacenaje: puede ser complicado tener que guardar este pedaleador por su tamaño
- Transporte: el transporte de este pedaleador, pese a que es buena porque solo hay que deslizarla por el suelo, es bastante aparatosa y grande, por lo que puede suponer un problema en espacios reducidos
- Precio: 7875€ [12]
- Página web [13]

A continuación, se presenta una tabla resumen (Tabla 1) con las características más importantes para el estudio que se va a realizar:

Tabla 1. Tabla resumen de los pedaleadores expuestos con las características más importantes objeto de este estudio

Nombre	Imagen	Tipo	Dimensiones	Peso	Precio (€)
Pedalier para la rehabilitación básico		Mecánico	41,5x26x44,5	2,2 kg	22,99
Fitness Gym Domyos Pedalera Estática Mini Bike Negro		Mecánico	28x35x38	3,6 kg	64,99
Pilot Cycle		Asistido	90x120x115	50 kg	10,995 €
MotoMed Letto 2		Asistido	70-100x124-155x118-129	65kg	1363,97 €
TheraTrainer		Asistido	140x140-170x90	85Kg	7875€

1.4 Objetivos

Con el rediseño de este pedaleador se busca cumplir los siguientes objetivos:

- Cumplir la función de recuperación activa.
- Cómoda para los pacientes.
- Fácil de transportar.
- Fácil de almacenar.
- Fácil de manipular.
- Materiales que eviten patógenos

Se busca que el producto final sea lo más simple e intuitivo posible y que además tenga en cuenta los factores ergonómicos necesarios para que se adapte a las necesidades de los pacientes. Además, también habrá que tener en cuenta tanto la funcionalidad como la durabilidad de los materiales, que estarán sometidos a esfuerzos diarios.

2. Análisis del producto

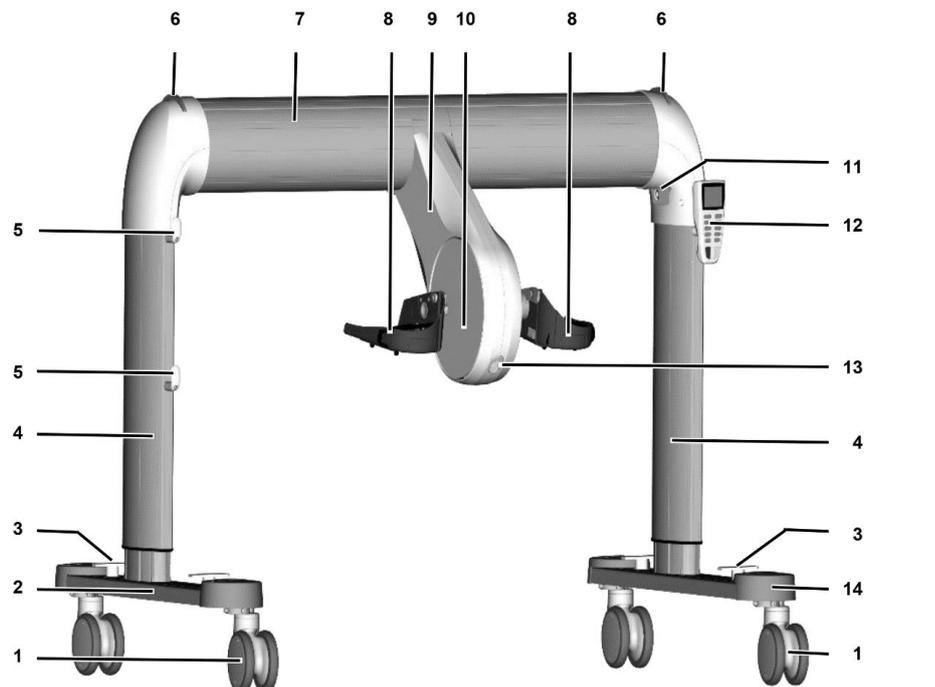
2.1 Estructura del producto y especificaciones técnicas

El pedaleador es un producto sanitario-deportivo, que se usa en el ámbito sanitario, y sobre todo orientado a la sección de cuidados intensivos donde existe más inmovilidad de pacientes.

Su función principal es propiciar a las personas que se encuentran ingresadas, la posibilidad de poder realizar ejercicios de movilidad sin el esfuerzo de los fisioterapeutas.

La mayoría de los pedaleadores combinan metales y plásticos, suelen utilizar el metal para la estructura principal y los acabados y carcasas suelen emplear plásticos. El uso de estos materiales es recomendable sobre todo porque son inertes, y en ambientes sanitarios, es una característica relevante.

Las partes más diferenciadas de los pedaleadores son (Ilustración 7), los pedales, donde se ejerce la fuerza, las bielas, el eje de pedalier, el disco donde se transmite el par, y aquí se diferencia entre los pedaleadores que frenan el disco para oponer resistencia, y los pedaleadores que poseen un motor que regula la resistencia.



- | | |
|--------------------------------------|---|
| (1) Rueda dirigible doble | (8) Reposapiés |
| (2) Chasis | (9) Unidad de propulsión |
| (3) Freno de estacionamiento | (10) Disco de la manivela |
| (4) Columna de elevación electrónica | (11) Conexión del botón de emergencia para pacientes |
| (5) Ganchos | (12) Control remoto y pantalla bemo de 2.7" inalámbrico |
| (6) Iluminación de señalización | (13) Sensor de distancia delantero |
| (7) Travesaño | (14) Protección contra impactos |

Ilustración 7 Partes principales. User manual Thera-Trainer Bemo [15]

El caso de que posea un disco frenado, la forma de regular la fuerza es mediante una rueda de presión que frena, más, o menos, según las necesidades.

Los pedaleadores que existen tienen tanto uso doméstico como en centros sanitarios y fisioterapéuticos. Normalmente los pedaleadores más económicos son los que se utilizan en los domicilios, ya que estos son los que utilizan nuestros mayores para poder realizar ejercicios de movilidad mientras ven la televisión.

El grupo que cuenta con motor de frenado está destinado a centros sanitarios, que es donde está orientado este producto. La razón principal es porque estos pedaleadores permiten asistir, no solo frenar, y en centros donde hay pacientes que no pueden hacer fuerza, es más recomendado que sigan moviéndose de forma asistida.

Otra parte relevante de este segundo grupo de pedaleadores es que cuentan con una pantalla o con un panel de control. Esto es necesario para controlar la intensidad del ejercicio, además en algunos casos se puede regular también la altura y distancia con el paciente a través de esta pantalla.

3. Normas y referencias

3.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

A continuación, se detallan las normas que se deben cumplir para garantizar que la calidad y las medidas de seguridad estén bajo un criterio estipulado garantizado por la institución pertinente:

Normas referentes a los planos y el dibujo técnico

UNE 1027 1995 Plegado de planos.

UNE 1032 1982 ISO 128 Principios generales de representación.

UNE 1039 1994 ACOTACION Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

UNE 1135 1989 Lista de elementos.

UNE-EN ISO 5455 Dibujos Técnicos Escalas

UNE-EN ISO 7519:1997 – Dibujos técnicos. Dibujos de construcción. Principios generales de representación para distribuciones generales y dibujos de conjunto. (ISO 7519:1991).

UNE-EN ISO 7437:1996 – Dibujos técnicos. Dibujos de construcción. Reglas generales para la ejecución de dibujos de elementos estructurales prefabricados. (ISO 7437:1990).

UNE-EN ISO 2553:2014 – Soldeo y procesos afines. Representación simbólica en los planos.

UNE 1039:1994 – Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

UNE 1121-2/1M:1996 – Dibujos técnicos. Tolerancias geométricas. Principio de máximo material. Modificación: Requisito de mínimo materia

UNE-EN ISO 5456:2000 – Dibujos técnicos. Métodos de proyección.

UNE-EN ISO 5455:1996 – Dibujos técnicos. Escalas.

UNE 1120:1996 – Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas lineales y angulares.

UNE 1149:1990 – Dibujos técnicos. Principio de tolerancias fundamentales.

Normas referentes a proyectos

UNE 157001 de 2014 – Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

UNE 66916:2003 – Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos.

UNE 157001:2002 – Criterios generales para la elaboración de proyectos.

Normas referentes al ámbito sanitario:

UNE-EN ISO 13485:2018 Productos sanitarios. Sistemas de gestión de la calidad.

Requisitos para fines reglamentarios

UNE-EN 15224:2013. SERVICIOS SANITARIOS. Sistemas de Gestión de la Calidad.

Requisitos basados en la norma EN ISO 9001:2008

UNE-EN 15224:2017. Sistemas de gestión de la calidad. Aplicación de la Norma EN ISO 9001:2015 en los servicios sanitarios.

UNE-EN ISO 14971:2020/A11:2022. Dispositivos médicos/productos sanitarios (MD).

Aplicación de la gestión de riesgos a los MD. (ISO 14971:2019).

UNE-EN 16736:2016. Evaluación de riesgos sanitarios causados por sustancias químicas.

Requisitos para la prestación de formación.

UNE-EN ISO 17664-1:2022. Procesado de productos para la salud. Información a proporcionar por el fabricante del producto sanitario para el procesado de productos sanitarios. Parte 1: Productos sanitarios críticos y semicríticos.

UNE-EN ISO 11138-8:2022. Esterilización de productos sanitarios. Indicadores biológicos. Parte 8: Método para la validación de un tiempo de incubación reducido para un indicador biológico. (ISO 11138-8:2021).

UNE-EN IEC 81001-5-1:2022. Seguridad y eficacia del software sanitario y de los sistemas de tecnología de la información sanitarios. Parte 5-1: Seguridad. Actividades en el ciclo de vida del producto (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en marzo de 2022.)

3.2 Bibliografía

- [1] Wischmeyer, P. E., Puthuchery, Z., San Millán, I., Butz, D., & Grocott, M. (2017). Muscle mass and physical recovery in ICU: innovations for targeting of nutrition and exercise. *Current opinion in critical care*, 23(4), 269–278. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000431>
- [2] Barrientos López, E & Rosas Barrientos, J.V. & Hernández Téllez, G & Domínguez Meza, F.F. & Gutiérrez Cerecedo, L.E. & Solís Luna, J & Gallardo Rangel, J. (enero-marzo, 2013) Porcentaje de pérdida de masa muscular en el adulto mayor hospitalizado en un servicio de medicina interna. *Revista de especialidades médico-quirúrgicas*. Volumen 18 (1), 37-44
- [3] López GJA, García ZT, d'Hyver de las DC. El reto de prevenir la disminución del volumen muscular por inmovilización en pacientes hospitalizados: una labor multidisciplinaria. *Med Int Mex*. 2006;22(4):287-291.
- [4] Ibarra Cornejo, José Luis, Fernández Lara, María José, Aguas Alveal, Elena Viviana, Pozo Castro, Alex Felipe, Antillanca Hernández, Bárbara, & Quidequeo Reffers, Diego Galvarino. (2017). Efectos del reposo prolongado en adultos mayores hospitalizados. *Anales de la Facultad de Medicina*, 78(4), 439-444. <https://dx.doi.org/10.15381/anales.v78i4.14268>
- [5] Vergara, M. & Agost, M. J. (2015, 29 enero). *Antropometría aplicada al diseño del producto*. (1.a ed., Vol. 1).
- [6] https://www.fisiomarket.com/35418-pedaliere-para-rehabilitacion-basico.html?gclid=Cj0KCQjw2TBhDoARIsALBnVnmFMpfO2YNwmpAp8s-gTVtJiTgFr-aMYjIAKqsi1XjIEbu4B929DO4aAv7NEALw_wcB
- [7] https://www.decathlon.es/es/p/pedaleador-fitness-gym-domyos-pedalera-estatica-mini-bike-negro/ /R-p-306663?mc=8542887&LGWCODE=2&gclid=Cj0KCQjw2MWVBhCQARIsAljbwoO6mgngw5TL3ZZ_idYndax6VA60YiUrPVywbpGrKm-eLLAuaHES9PAaAlvREALw_wcB&gclsrc=aw.ds
- [8] <https://www.prweb.com/releases/2017/06/prweb14388936.htm>
- [9] <https://icucycle.com/>
- [10] <https://trimbio.co.uk/r-to-s/reck-motomed-letto-viva-2.html>
- [11] <https://www.motomed.com/es/productos/motomed-letto2/?lang=1>
- [12] https://www.georgegger.at/index.php?route=common/download/file&download_id=1126
- [13] <https://thera-trainer.com/thera-trainer-produkte/cycling/thera-trainer-bemo>
- [14] http://www.hca.es/luca/web/enfermeria/html/f_archivos/cama%20hillrom162683%281%29.pdf
- [15] <https://www.manualslib.com/manual/1988397/Thera-Trainer-Bemo.html?page=3#manual>
- [16] http://www.hca.es/luca/web/enfermeria/html/f_archivos/cama%20hillrom162683%281%29.pdf
- [17] Ruedas Traseras - Serie M380 <https://proroll.de/es/rollos-de-cama-de-la-clinica-del-laboratorio/m380-muebles-castores-para-rodar-contenedores-sillas-de-ducha-carros-de-cocina-carros-de-utensilios/>
- [18] Ruedas Delanteras. Ruedas Alex. SERIE N-PGI 1-0773 <https://www.alex.es/productos/0-ruedas-para-muebles-auxiliares/serie-n-pgi/3149>

- [19] Actuador lineal CAHB-20A Ewellix <https://www.ewellix.com/en/products/linear-actuators/cahb-series/cahb-20a-20es-21es-22es>
- [20] Bolas transportadoras de la empresa Iigus <https://www.igus.es/product/20830?artNr=BB-515G-J3B-ES>
- [21] Articulación con fijación de Item Sinerges <https://es-product.item24.com/es/detalles-del-producto/products/uniones-xms-1001280534/articulacion-x-8-40x40-con-maneta-de-bloqueo-60113/>
- [22] Articulación sin fijación de Item Sinerges <https://es-product.item24.com/es/detalles-del-producto/products/uniones-xms-1001280534/articulacion-x-8-40x40-60112/>
- [23] Características técnicas del motor Bafang M300 <https://bafang-e.com/en/oem-area/components/component/motor/mm-g360250c/>
- [24] Motor Bafang M300 <https://bafang-e.com/en/products/motors/m-series/m300/>
- [25] Bielas Shimano STEPS E5010 https://www.deporvillage.com/bielas-shimano-steps-e5010?gclid=Cj0KCCQjw1bqZBhDXARIsANTjCPI3DzB3W11F5fZCoUu-liBtT_IFsyupU5bi6r_LSvn8ML4yK17kZwkaAsKyEALw_wcB
- [26] EXERPEUTIC Neurological Ortho Pedals with Binding Ratchet <https://www.paradigmhw.com/exerpeutic-neurological-ortho-pedals-with-binding-ratchet/>
- [27] Raspberry pi 4 model B 8 Gb <https://www.digikey.es/es/products/detail/raspberry-pi/RASPBERRY-PI-4-MODEL-B-8G/12159401?s=N4lgTCBcDallwDYCCAGAtAJQIIIGUAKAQgKIYYCaeAkgCwCyA8gCJEAYBAHAOJoByjIAXQC%2BQA&src=raspberrypi>
- [28] Tronzado https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.abratools.com%2Fpcat%2Fmaquinaria-metal%2Ftronzadora-de-sierra-de-cinta%2F&psig=AOvVaw2hP0L37UMsPPdolKediWH7&ust=1665136112501000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhqFwoTCLjqpMipy_oCFQAAAAAdAAAAABAG
- [29] Doblado https://es.wikipedia.org/wiki/Doblado_de_chapa
- [30] Troquelado <https://i.ytimg.com/vi/hqj1YDIhplU/maxresdefault.jpg>
- [31] Soldadura MIG https://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_MIG/MAG
- [32] Extrusionado <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn140.html>
- [33] Fresado <https://es.wikipedia.org/wiki/Fresado>
- [34] Termoconformado <https://es.wikipedia.org/wiki/Termoconformado>
- [35] Inyección de plásticos <https://www.protolabs.com/es-es/servicios/moldeo-por-inyeccion/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos/>

3.3 Programas de cálculo

Los programas de cálculo utilizados para realizar este proyecto son los siguientes:

- SolidWorks
- GanttProject
- Whatsapp
- Adobe Illustrator
- Adobe Indesign
- Adobe Photoshop
- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Gmail



GanttProject



4. Diseño conceptual

4.1 Requisitos de diseño

4.1.1 Definición del problema

El principal problema para llevar a cabo el presente proyecto, es conseguir mediante el diseño de un producto, que la recuperación de los pacientes ingresados en cuidados intensivos sea más eficiente tanto para los trabajadores como para la salud de los pacientes.

La problemática aparece por el inmovilismo que tienen las personas ingresadas, y hasta el momento se ha solventado con las prácticas de los profesionales sanitarios, en este caso fisioterapeutas, que ejercitaban a los pacientes con ejercicios de movilidad.

Esto crea una dependencia directa, tanto de los especialistas, como de las aptitudes físicas de estos, ya que hay que cargar con el peso de las personas ingresadas, lo que supone mucho desgaste y esfuerzo, además de no poder abarcar a muchos pacientes en un día.

4.1.2 Expectativas y razones de los promotores

El principal interés del promotor es diseñar una herramienta para los fisioterapeutas de los centros de salud que permita, tanto facilitar sus tareas, como mejorar la recuperación de los pacientes, haciendo así su faena más eficazmente.

El producto deber ser ligero, estable, fácil de manejar, transportar y además debe de ser lo más inerte posible. Es decir, debe tener unos materiales que eviten la aparición de patógenos o suciedad, ya que deberá convivir con personas que pueden tener un sistema inmune bastante débil.

4.1.3 Estudio de las circunstancias que rodean al diseño

Necesidades funcionales:

Este producto debe transmitir seguridad, los mecanismos no deben fallar y su estructura tiene que ser estable a los movimientos que ejercerá el paciente mientras lo manipule. Además, debe poder regularse tanto en altura, como longitud, y que se adapte a las diferentes fisiologías que existen de pies y tobillos.

Por último, se tiene que poder manipular sin esfuerzos ni ayuda.

Las diferentes necesidades que deberá solventar son:

Necesidades funcionales

- Poder ejercitar a los pacientes sin necesidad que se muevan de su cama hospitalaria.
- Poder realizar movilidad articular sin necesidad de esfuerzo físico por parte del fisioterapeuta.
- Garantizar la seguridad de los pacientes y profesionales.

Necesidades emocionales

- Sensación de seguridad. Saber que no se va a romper, desestabilizar y la a causar alguna lesión sobre el paciente.

- Desconexión de una sensación de inmovilidad. En las camas de cuidados intensivos se pasan muchas horas sin poder moverte, el simple hecho de poder
- Alivio
- Liberación de endorfinas post-esfuerzo. Existen infinidad de estudios (Peiró, P. S., Galve, J. J. G., Lucas, M. O., & Tejero, S. S. (2011). Ejercicio físico. Medicina naturista, 5(1), 18-23.) que hablan de la liberación de endorfinas después de la práctica deportiva, o de un esfuerzo físico, y estas endorfinas tienen un papel fundamental en la recuperación de cualquier enfermedad.

Necesidades económicas

Para este proyecto, no se busca el conseguir un precio que sea lo más competitivo posible, sino que se busca la mejor adaptabilidad y rendimiento para facilitar el trabajo del personal sanitario. A pesar de ello, y debido a la responsabilidad medio ambiental y social, si se deberá minimizar el número de materiales o el impacto, así como reducir el coste al mínimo, pero sin ser esto un requisito.

4.1.4 Recursos disponibles

Al no ser un encargo de una empresa privada, la variedad de recursos, procesos de fabricación tiempo y dinero no tienen ninguna limitación. Sin embargo, al querer crear un producto que sea responsable tanto socialmente como con el medio ambiente, tanto los recursos disponibles como el uso de materiales o procesos de fabricación deberán ser estudiados y analizados para causar el mínimo impacto.

Por otro lado, el pedaleador a parte de su valor añadido que aporta con su diseño, debe ser competitivo en el mercado, y observamos que el pedaleador más caro tiene un precio de venta de 11000€, lo que podría ser un límite para nuestro diseño.

4.1.5 Establecimiento de objetivos

Objetivos del diseñador

1. Que tenga una estética agradable evitando la carga negativa que tienen los productos ortopédicos
2. Que transmita seguridad
3. Que sea intuitivo y fácil de usar
4. Que los materiales sean inertes y resistentes a sustancias químicas
5. Que sea regulable en altura y longitud
6. Que soporte el peso de una persona mayor
7. Que se pueda regular el esfuerzo a realizar
8. Que pueda generar movimiento asistido

Objetivos del fabricante

9. Que sea seguro
10. Que sea regulable en altura
11. Que sea resistente a los esfuerzos y al peso del paciente
12. Que los materiales sean inertes y resistentes a las sustancias químicas
13. Que los materiales sean locales
14. Que el proceso sea lo más eficiente energéticamente

Objetivos del usuario/paciente

15. Que sea fácil de utilizar
16. Que sea seguro
17. Que sea fácil de transportar
18. Que se pueda fijar al suelo fácilmente
19. Que sea cómodo
20. Que sea regulable tanto longitud, altura como longitud pie/tobillo
21. Que se pueda regular el esfuerzo
22. Que pueda generar movimiento asistido
23. Que contabilice el tiempo de las sesiones
24. Que sea intuitivo

Objetivos de mantenimiento

25. Que requiera poco mantenimiento
26. Que posea recambios estándares

Objetivos de norma

27. Que cumpla con la normativa de seguridad especificada en la norma ISO 13485

Objetivos económicos

28. Que sea lo más barato posible

Para poder saber las especificaciones del pedaleador a diseñar, se analizarán los objetivos expuestos y se transformarán en variables cuantificables para así conseguir las especificaciones de diseño.

4.1.6 Análisis de los objetivos

Los objetivos 2,9 y 16 son lo mismo y se agruparan en 1.

Los objetivos 3, 15 y 24 son lo mismo y se agruparan en 1.

Los objetivos 4 y 12 son lo mismo y se agruparan en 1.

Los objetivos 5, 10 y 20 son lo mismo y se agruparan en 1.

Los objetivos 6 y 11 son lo mismo y se agruparan en 1.

Los objetivos 7 y 21 son lo mismo y se agruparan en 1.

Los objetivos 8 y 22 son lo mismo y se agruparan en 1.

4.1.7 Obtención de un conjunto de objetivos

Después de agrupar los objetivos se quedan de la siguiente forma:

- O1. Que tenga una estética agradable evitando la carga negativa que tienen los productos ortopédicos.
- O2. Que transmita seguridad.
- O3. Que sea seguro.
- O4. Que sea intuitivo y fácil de usar.
- O5. Que los materiales sean inertes y resistentes a sustancias químicas.
- O6. Que sea regulable tanto longitud, altura como longitud pie/tobillo.
- O7. Que sea resistente a los esfuerzos y al peso del paciente.
- O8. Que se pueda regular el esfuerzo a realizar.
- O9. Que pueda generar movimiento asistido.
- O10. Que los materiales sean locales.
- O11. Que el proceso sea lo más eficiente energéticamente.
- O12. Que sea fácil de transportar.
- O13. Que se pueda fijar al suelo fácilmente.
- O14. Que sea cómodo.
- O15. Que contabilice el tiempo de las sesiones.
- O16. Que posea recambios estándares.
- O17. Que cumpla con la normativa de seguridad especificada en la norma ISO 13485.
- O18. Que sea lo más barato posible.
- O19. Que consuma poca electricidad.

4.1.8 Transformar los objetivos en especificaciones

Para establecer las especificaciones que debe cumplir el pedaleador, se han analizado los objetivos y se han transformado en variables cuantificables.

Los objetivos optimizables (tabla 2) son: O4, O6, O7, O10, O11, O12, O18 y O19. A continuación, se detallan los objetivos difícilmente cuantificables para definir el modo en que se van a evaluar:

- O1- Que tenga una estética agradable evitando la carga negativa que tienen los productos ortopédicos. Que tienda a un aspecto minimalista y simple.
- O2- Que transmita seguridad. Que su apariencia sea robusta, y no tenga holguras ni se mueva al usarlo.
- O3- Que sea seguro. Que la salud del paciente no se vea dañada por el uso del pedaleador
- O4- Que sea intuitivo y fácil de usar. Que tenga pocas funciones, claras y directas.
- O5- Que los materiales sean inertes y resistentes a sustancias químicas.
- O9- Que pueda generar movimiento asistido.
- O13- Que se pueda fijar al suelo fácilmente. Que posea un sistema fácil de anclar al suelo
- O14- Que sea cómodo.
- O15- Que contabilice el tiempo de las sesiones.
- O16- Que posea recambios estándares.
- O17- Que cumpla con la normativa de seguridad especificada en la norma ISO 13485.

Tabla 2 Objetivos y especificaciones

Obj	ESPECIFICACIÓN	CRITERIO	VARIABLE	ESCALA
4	Que sea intuitivo y fácil de usar. Que tenga pocas funciones, claras y directas.	Cuanta menos funciones y más fácilmente legibles mejor	Número de funciones	Proporcional
6	Que sea regulable	Cuanto más rango de regulación mejor	Distancia de regulación	Proporcional
7	Que sea resistente	Cuanto más resistente mejor	Resistencia a soportar una carga	Proporcional
8	Que se pueda regular el esfuerzo	Cuanta mayor sea la escala de regulación del esfuerzo mejor	Rango de ajuste de esfuerzo	Proporcional
10	Que los materiales sean locales	Cuanto más cercano sean las materias primas mejor	Distancia entre Empresa-proveedor-suministro	Proporcional
11	Que el proceso productivo sea lo más eficiente posible.	Cuanta menos energía se use en la fabricación mejor	Energía total	Proporcional
12	Que sea fácil de transportar	Cuanta menos fuerza se necesite para transportarlo mejor	Esfuerzo del profesional	Proporcional
18	Cuanto más barato mejor	Cuanto menos dinero cueste el producto mejor	Dinero	Proporcional
19	Cuanta menos energía consuma mejor	Cuantos menos kwh necesite para su uso mejor	Kwh	Proporcional

4.2 Propuesta conceptual de soluciones

Primeras decisiones

Antes de comenzar con el brainstorming se han determinado varias ideas que se tendrán en cuenta a la hora de realizar los nuevos bocetos.

El producto que se va a realizar es autoportante, eso significa que debiera soportar su propio peso más el peso del paciente, ya que muchas veces va a ser el propio pedaleador el que mueva las piernas de este. Para poder transportarlo hasta el lugar que se va a utilizar, o para almacenarlo, necesitará ruedas, ya que por el peso que posea no es viable que se tenga que levantar. El hecho de que posea ruedas para su transporte, también obliga a que exista algún sistema de fijación al suelo en el momento que se vaya a usar. Esto será fundamental para la seguridad durante su uso.

Otra cuestión importante, es que sea regulable en los tres ejes para así poder ajustarlo de la forma más precisa sobre el paciente. Como el pedaleador debe poseer ruedas para su transporte, el plano xy que será el plano paralelo al suelo, ya está cubierto. Así que para resolver el plano z, el pedaleador deberá poder regularse en altura. Al igual que en el caso de las ruedas, tiene que poseer algún sistema de fijado para la seguridad del paciente.

Un punto importante para la seguridad de los usuarios y para la mayor duración de los componentes es que el producto debe estar protegido por una carcasa, de algún material plástico, ya que esos, además de baratos y eficientes en el proceso productivo, son inertes y aislantes.

Por último, es necesario concretar si el producto debe soportarse sobre un brazo estructural sobre dos. En el primer caso, el pedaleador sería más versátil, ya que en espacios reducidos, puede acoplarse mejor a las circunstancias. En el segundo caso, el pedaleador es más estable y reparte mejor las cargas.

Primeras soluciones

A continuación, se presentan las propuestas iniciales en esta primera fase del diseño. Se ha tenido en cuenta tanto los objetivos definidos como las decisiones citadas anteriormente, con la intención de solventar los problemas y lograr los objetivos y restricciones.

4.2.1 Propuesta 1

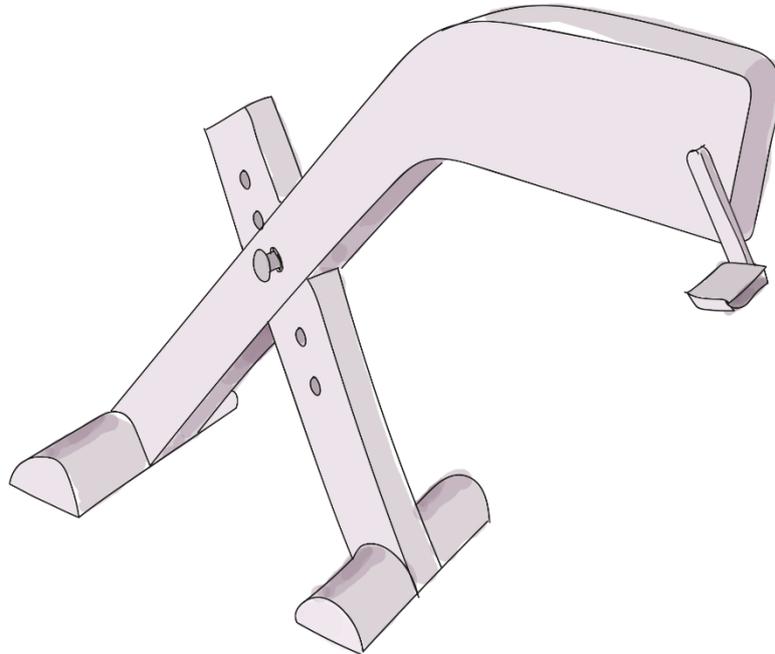


Ilustración 8 Propuesta 1

La propuesta 1 (Ilustración 8), es una propuesta conceptual bastante simple, formada por dos partes estructurales, de forma que se simplifican los mecanismos de regulación ya que no hace necesario la introducción de un mecanismo automático, sino que con la simple fuerza del trabajador basta. Esto lo hace menos regulable, pero más resistente, cosa que es su característica principal.

En cuanto a los pedales, tienen acoplado en su interior un motor que permite mover a los pacientes, u oponer resistencia en cada caso.

4.2.2 Propuesta 2

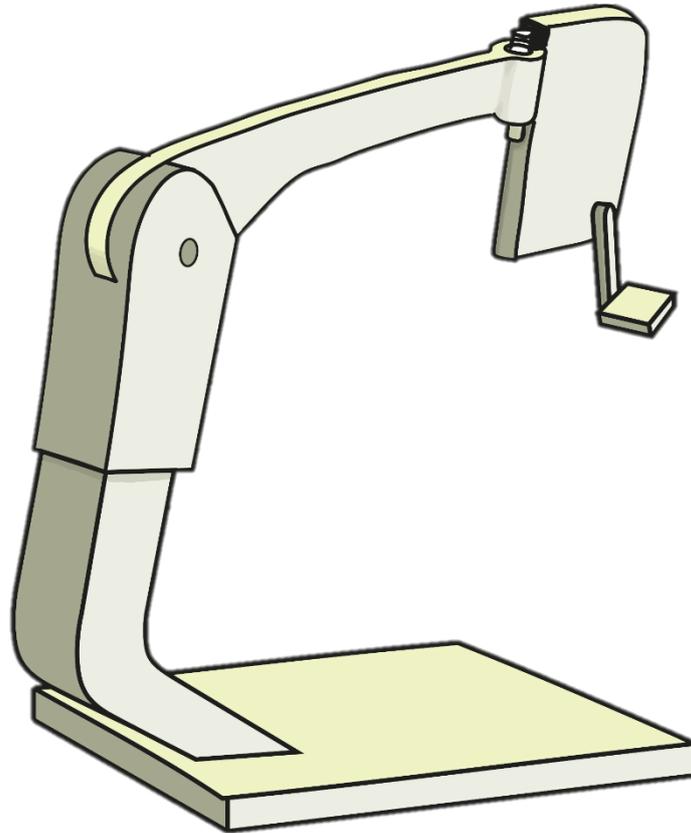


Ilustración 9 Propuesta 2

La propuesta 2 (Ilustración 9) es una propuesta bastante autónoma, ya que consta de diversas regulaciones en todos los planos, lo que lo hace bastante práctico a la hora de ajustar el pedaleador a las necesidades del paciente y también a las necesidades de las salas UCI donde se va a utilizar.

La parte de los pedales también consta de un motor que permite mover a los pacientes, u oponer resistencia en cada caso.

4.2.3 Propuesta 3

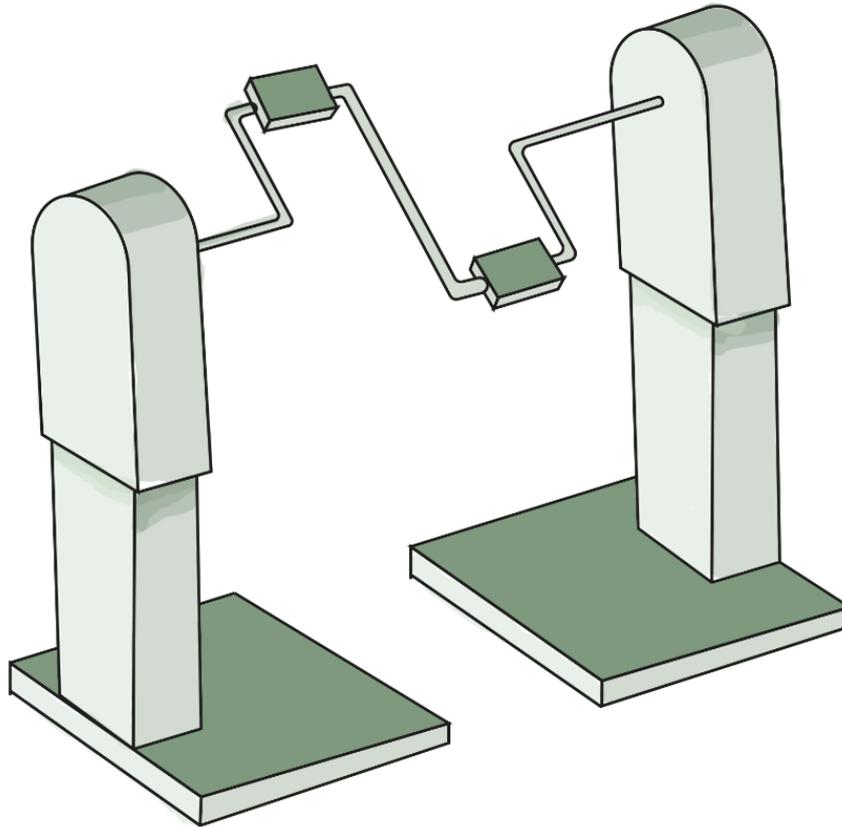


Ilustración 10 Propuesta 3

La propuesta 3 (Ilustración 10), se trata de un pedaleador desmontable formado por tres partes, dos brazos que permiten regularse en altura colocarse a la distancia necesaria para ajustarse a la posición del paciente, y después los pedales que se acoplan una vez colocados los dos brazos que lo soportan. Esto permite tanto simplificar el conjunto como facilitar su almacenamiento.

4.2.4 Propuesta 4

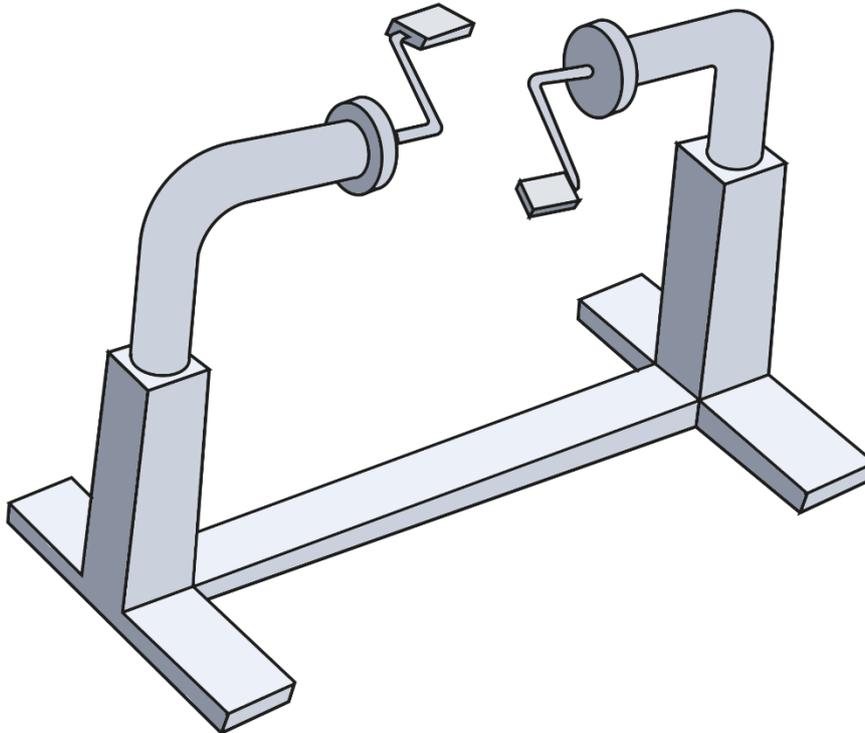


Ilustración 11 Propuesta 4

La propuesta 4 (Ilustración 11), consiste en un bloque estructural que se pasa por debajo de la cama para poder ajustar la distancia a la que el paciente va a acceder, y a continuación, se giran los pedales y se ajustan en altura y dirección. Es la opción que más cuesta almacenar debido a que ocupa bastante espacio. Además, esta opción, no tendría motor debido a dificultad para introducirlo, por lo que la resistencia al pedaleo deberá ser mediante un frenado mecánico.

4.3 Análisis de soluciones

En primer lugar, se deben descartar aquellas alternativas que incumplen alguna de las restricciones propuestas anteriormente, aunque en este caso, como en el proceso de diseño se han tenido en cuenta las restricciones, no se va a eliminar ninguna de las propuestas.

A continuación, en la tabla 3 se van a definir los objetivos que se van a tener en cuenta para la valoración de la mejor opción:

Tabla 3 Objetivos

Objetivo	Especificación
4	Que sea intuitivo
6	Que sea regulable
7	Que sea resistente
8	Que se pueda regular el esfuerzo
10	Que los materiales sean locales
11	Que el proceso productivo sea lo más eficiente posible.
12	Que sea fácil de transportar
18	Cuanto más barato mejor
19	Cuanta menos energía consuma mejor

Tabla 4 Importancia de los objetivos

	O4	O6	O7	O8	O10	O11	O12	O18	O19		Importancia
O4	-	0	0	0	1	1	0	1	1	4	13%
O6	1	-	0	0	1	1	1	1	1	6	19%
O7	1	1	-	1	1	1	1	1	1	8	25%
O8	1	1	0	-	1	1	1	1	1	7	22%
O10	0	0	0	0	-	0	0	1	0	1	3%
O11	0	0	0	0	1	-	0	1	0	2	6%
O12	1	0	0	0	1	1	-	1	1	5	16%
O18	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0%
O19	0	0	0	0	1	1	0	1	-	3	9%
										32	100%

En la tabla 4 se puede observar la importancia de cada uno de los objetivos y a continuación, en la tabla 5, se ha valorado cada diseño respecto a cada objetivo, con el fin de obtener el pedaleador que más se ajuste a los objetivos propuestos, para ello se ha definido una escala del 1 al 10:

Tabla 5 Relevancia de los objetivos en el diseño

	O4	O6	O7	O8	O10	O11	O12	O18	O19	
P1	9	7	9	9	0	0	9	0	0	
P2	10	10	7	10	0	0	10	0	0	
P3	6	7	10	9	0	0	3	0	0	
P4	6	9	8	9	0	0	1	0	0	
Importancia	0,125	0,188	0,25	0,22	0,03	0,063	0,16	0	0,09375	
P1	1,125	1,313	2,25	1,97	0	0	1,41	0	0	8,0625
P2	1,25	1,875	1,75	2,19	0	0	1,56	0	0	8,625
P3	0,75	1,313	2,5	1,97	0	0	0,47	0	0	7
P4	0,75	1,688	2	1,97	0	0	0,16	0	0	6,5625

5. Resultado final

5.1 Descripción general del conjunto

Como resultado del proceso de elección del método cuantitativo, se puede concluir que la propuesta 2 de pedaleador es la que mejor se adapta a los requisitos y especificaciones exigidas.

Esta propuesta se caracteriza por una buena adaptabilidad al paciente, ya que permite que se pueda acceder a él por diferentes partes. Además, de esto es fácil de transportar y es una de las que ocupa menos espacio a la hora de almacenarla.

Otros puntos interesantes de esta propuesta son que, en su cabezal, posee un motor eléctrico que permite tanto la regulación de la fuerza que hay que ejercer, como la asistencia de movimiento en caso de no poder mover los pedales. Para gestionar la configuración de este, poseerá un panel de control, donde se podrá regular la intensidad del pedaleo de forma sencilla.

5.2 Diseño de componentes

5.2.1 Componentes fabricados

A partir del diseño conceptual elegido, el primer paso es diseñar cada una de las partes que vamos a fabricar. Los componentes que va a ser necesario comprar para poder llevar a cabo el nuevo diseño, se comentaran en el siguiente punto, 5.2.2 Componentes comprados.

Base

Para el diseño de la base, se deben cumplir diversos requisitos. El primero es que sea capaz de soportar la carga a cierta distancia, y en diversos ángulos, ya que el pedaleador se deberá amoldar a cada una de las particularidades de las salas de cuidados intensivos que existen.

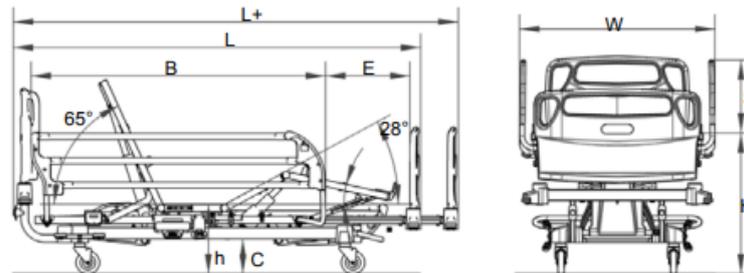
Para solucionar este requisito, el diseño se deberá asemejar al de una grúa, por lo que la base deberá ser lo bastante larga para que evite el vuelco.

Otro requisito necesario es que la parte de debajo de la base, no debe superar el espacio mínimo que tienen las camas de los hospitales, ya que esto permitirá aproximar la cabeza del pedaleador al máximo al paciente.

Para resolver el tamaño que debe tener, en el manual de usuario de una cama hospitalaria Hillrom (Ilustración 12), que se utiliza en los hospitales españoles, se pueden observar los siguientes datos:

Especificaciones técnicas

i Hill-Rom defiende una política permanente de mejora de sus productos. Por esta razón, las características de los aparatos pueden ser modificadas sin previo aviso.



CARACTERÍSTICAS	Valor
Máxima anchura (W)	1020 mm ^a
Máxima longitud (sin extensión) (L), superficie de descanso 200	2180 mm ^a
Máxima longitud (con extensión recogida) (L), superficie de descanso 200	2180 mm ^a
Máxima longitud (con extensión sacada) (L+), superficie de descanso 200	2380 mm ^a
Máxima longitud (sin extensión) (L), superficie de descanso 190	2083 mm ^a
Máxima longitud (con extensión recogida) (L), superficie de descanso 190	2083 mm ^a
Máxima longitud (con extensión sacada) (L+), superficie de descanso 190	2242 mm ^a
Longitud de barandilla de protección (B), superficie de descanso 190 y 200	1563 mm
Espacio entre barandilla y piecero (E), superficie de descanso 200	450 mm
Espacio entre barandilla y piecero (E), superficie de descanso 190	374 mm
Altura mínima (ruedas Ø 125 mm ^b con rodillo simple ^c) (h)	370 mm ^a
Altura mínima (ruedas Ø 150 mm ^b con rodillo simple ^c) (h)	395 mm ^a
Altura mínima (ruedas Ø 150 mm ^b con rodillo doble ^c) (h)	375 mm ^a
Altura mínima (ruedas integradas Ø 150 mm ^b con rodillo simple ^c) (h)	385 mm ^a
Altura máxima (ruedas Ø 125 mm ^b con rodillo simple ^c) (H)	755 mm ^a
Altura máxima (ruedas Ø 150 mm ^b con rodillo simple ^c) (H)	780 mm ^a
Altura máxima (ruedas Ø 150 mm ^b con rodillo doble ^c) (H)	760 mm ^a
Altura máxima (ruedas integradas Ø 150 mm ^b con rodillo simple ^c) (H)	770 mm ^a
Espacio libre bajo el chasis (ruedas Ø 125 mm ^b con rodillo simple ^c) (C)	190 mm ^a
Espacio libre bajo el chasis (ruedas Ø 150 mm ^b con rodillo simple ^c) (C)	215 mm ^a
Espacio libre bajo el chasis (ruedas Ø 150 mm ^b con rodillo doble ^c) (C)	195 mm ^a
Espacio libre bajo el chasis (ruedas integradas Ø 150 mm ^b) (C)	205 mm ^a
Altura de barandilla (sin colchón) (S)	385 mm ^a
Inclinación del Eleva-respaldo ^d	+ 65°

162683(1) - Manual de Usuario Cama eléctrica Hill-Rom® 900

Página 9

Ilustración 12 Tabla de las especificaciones técnicas de una cama hospitalaria Hil Rom 900 [16]

De las diversas opciones de camas que existen actualmente, el tamaño mínimo es de 190 mm, es decir que la parte de debajo de la base propuesta tiene que ser menor.

Por último, esta estructura de base deberá dar soporte al brazo que se eleva, y permitir que se desplace sobre él. Para ello deberá poseer unas guías que permitan este desplazamiento, y un actuador lineal que permita elevar y bajar la altura del motor. Estos

componentes se comprarán, y se explicarán sus detalles en el punto posterior 5.2.2 Componentes comprados.

Con todas las restricciones propuestas, en las ilustraciones 13, 14 y 15 vemos la forma que fueron resueltas:

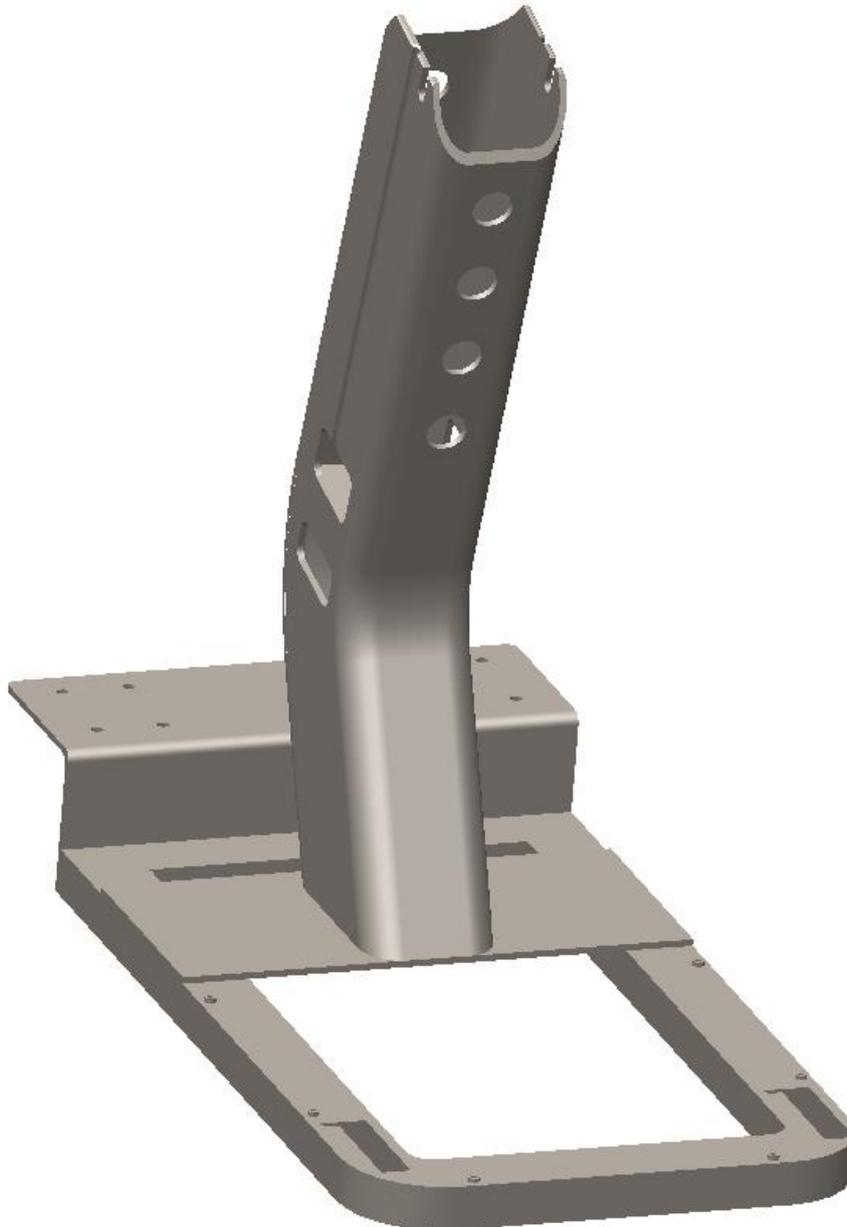


Ilustración 13 Estructura base



Ilustración 14 Estructura base

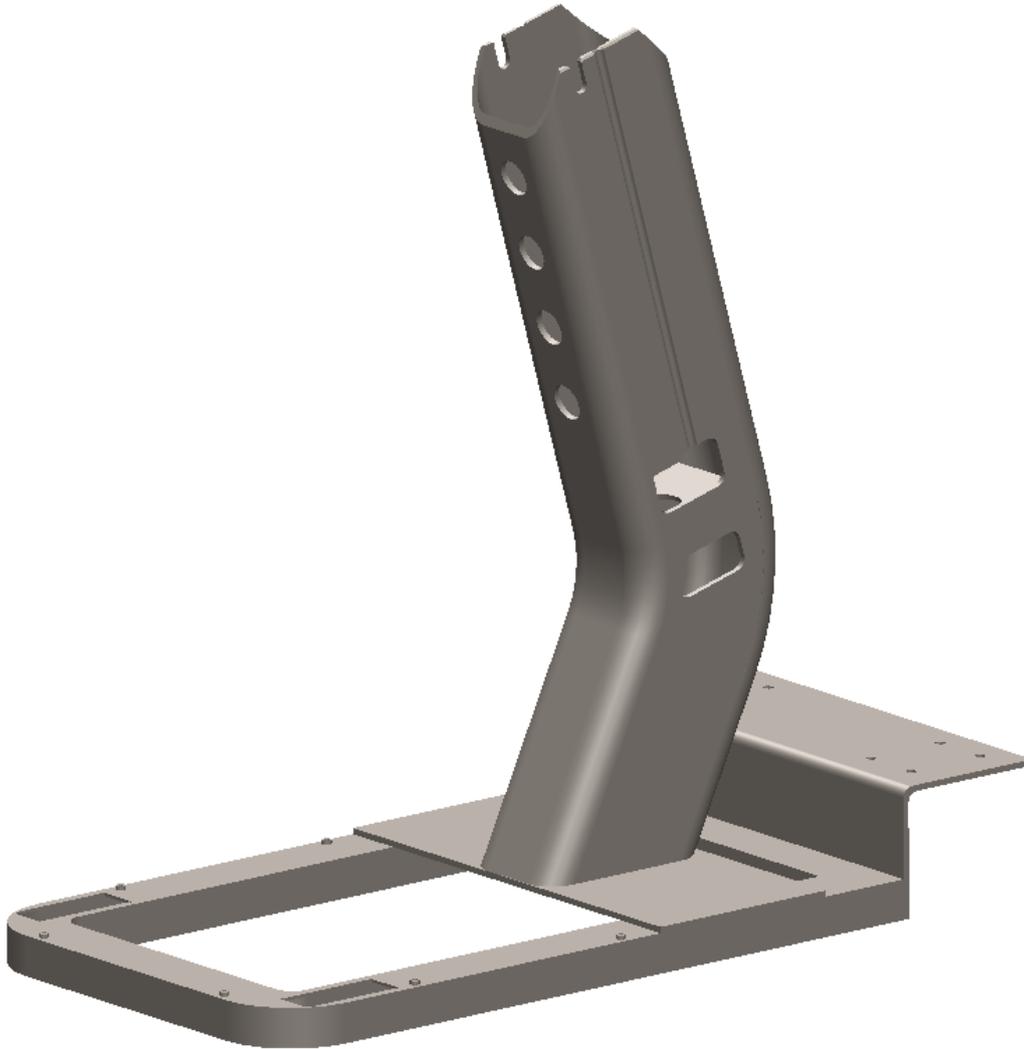


Ilustración 15 Estructura base

Carcasa base

Una vez resuelta la estructura de base, es necesario crear un elemento que cierre el interior tanto por seguridad como por estética, ya que como se puede observar en la Ilustración 15, la base crea un espacio que, mientras alguien lo esté desplazando, puede provocar algún accidente si se introduce el pie dentro. Es por ello, que se debe realizar una carcasa de un material plástico, debido a sus propiedades favorables como el precio, la resistencia y la fácil fabricación, que cubra este hueco como se observa en las Ilustraciones 16, 17 y 18.



Ilustración 16 Carcasa inferior.



Ilustración 17 Carcasa inferior

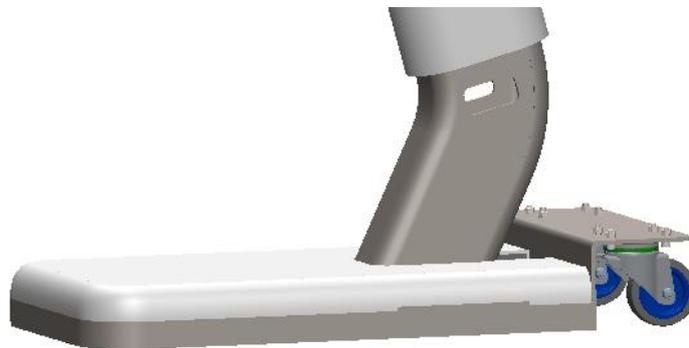


Ilustración 18 Detalle de la ubicación de la carcasa inferior

Regulador de altura

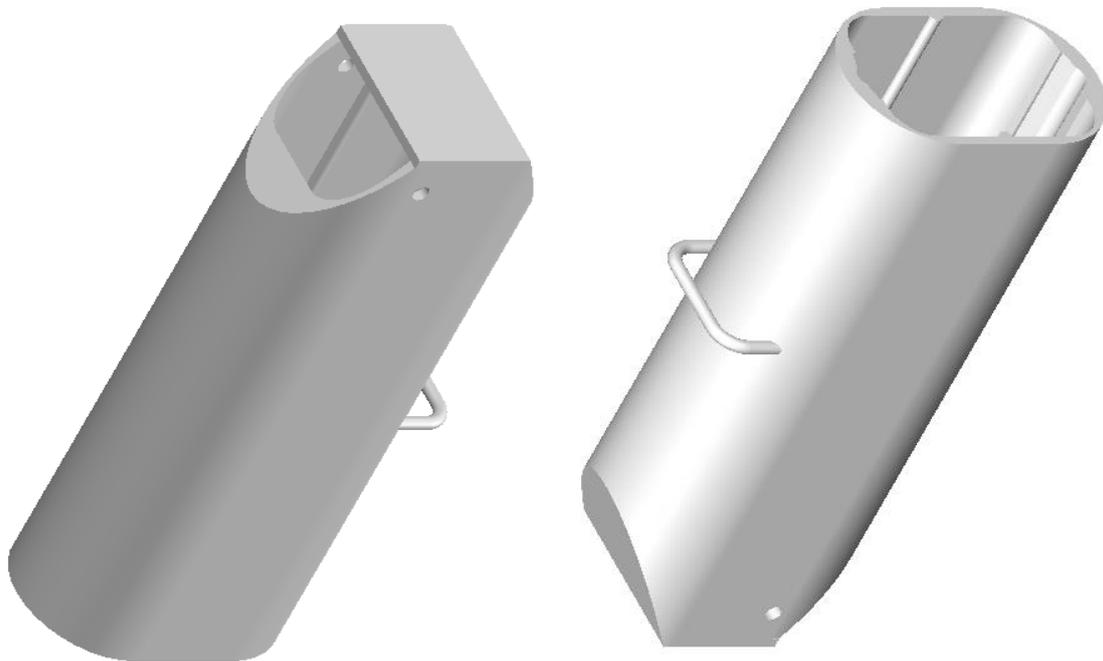
Para el diseño del regulador de altura, el primer requisito a resolver debe ser la altura que debe alcanzar el pedaleador para que llegue a la altura del paciente. Esta altura h se obtiene en el anexo 3 – Estudio Ergonómico.

La regulación de esta altura se obtendrá mediante un actuador lineal que será descrito a continuación en el punto 5.2.2 Componentes comprados. Este debe tener una fijación en la parte inferior (a la base) y en la parte superior (en el regulador de altura)

Otro requisito, es que se desplace por el eje de la base y que sea capaz de soportar los esfuerzos que se ejercerán por parte del paciente. También, debe poseer un ranurado por donde pase los elementos de deslizamiento.

Además, en la parte superior deberá haber una superficie donde poder colocar las articulaciones que permitirán su regulación angular.

Por último, al ser el elemento más cercano en el momento del desplazamiento, es conveniente que posea de un asa para poder agarrarlo mejor. En las Ilustraciones 19 y 20 podemos observar el resultado:



Ilustraciones 19 y 20. Regulador de altura

Brazo

Para el diseño del brazo, en primer lugar, también necesitamos revisar la distancia que se necesita abarcar para poder alcanzar al paciente, este análisis lo encontraremos también en el anexo 3 – Estudio Ergonómico.

Otro requisito es que debe poseer una parte para el ensamblaje de las articulaciones, que aparecen en el apartado 5.2.2 Artículos comprados, y que se une al elemento anterior (Regulador de altura) para que permita la articulación del brazo, así como bloquearse en la posición deseada.

De la misma forma también, será necesario otro espacio para acoplar las articulaciones, pero en la parte final del brazo, que se una con el motor para darle más movilidad y capacidad de adaptación a la posición del paciente.

Por último, el brazo deberá ser hueco para permitir que los cables pasen a través de él. En las Ilustraciones 21 y 22 se puede observar el resultado de lo expuesto anteriormente.

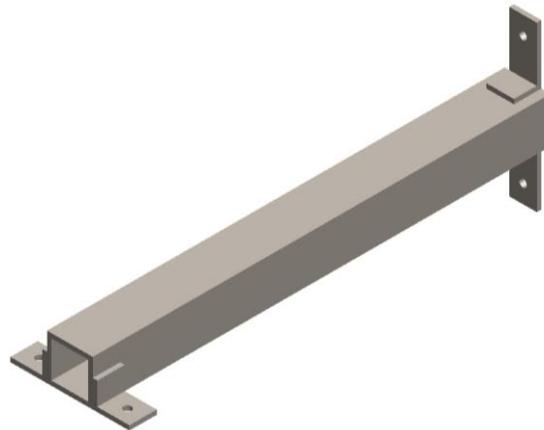


Ilustración 21 Brazo

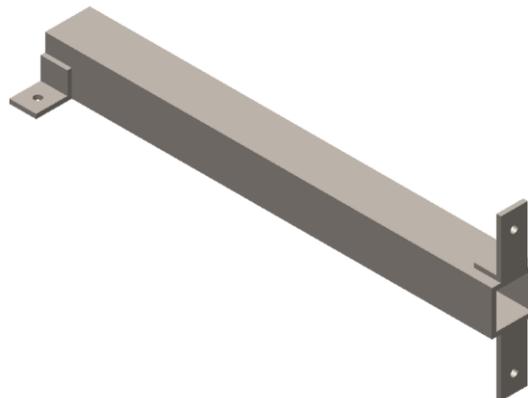


Ilustración 22 Brazo

Carcasa Brazo

Con el objetivo de seguir con las formas orgánicas de las piezas que se han diseñado, la pieza anterior rompe con el resto y por eso hay que diseñar una carcasa que siga estas formas orgánicas y le dé continuidad.

El requisito que hay que cumplir es puramente estético, y podemos observar el resultado en las Ilustraciones 23 y 24.

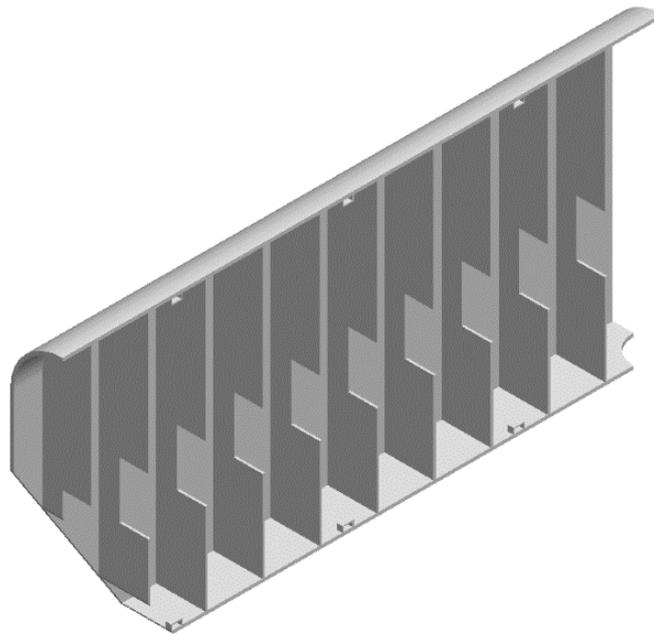


Ilustración 23 Carcasa Brazo

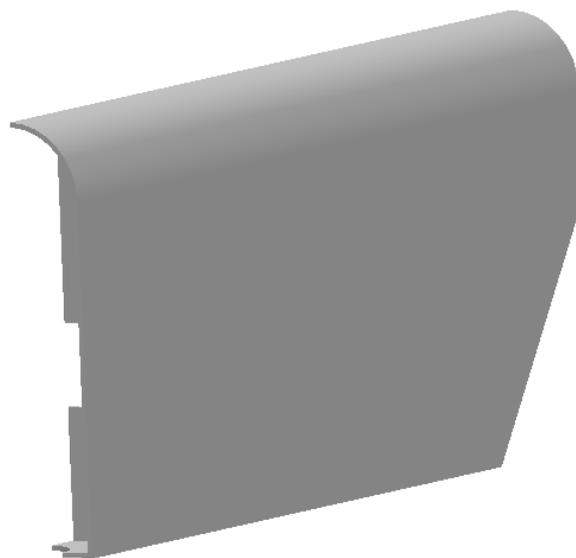


Ilustración 24 Carcasa Brazo

Soporte motor

El diseño del soporte del motor debe servir para unirse a las articulaciones colocadas al final del brazo y dar soporte y fijación al motor, así como al controlador y los componentes electrónicos. En las Ilustraciones 25 y 26 se puede observar cómo se ha resuelto.

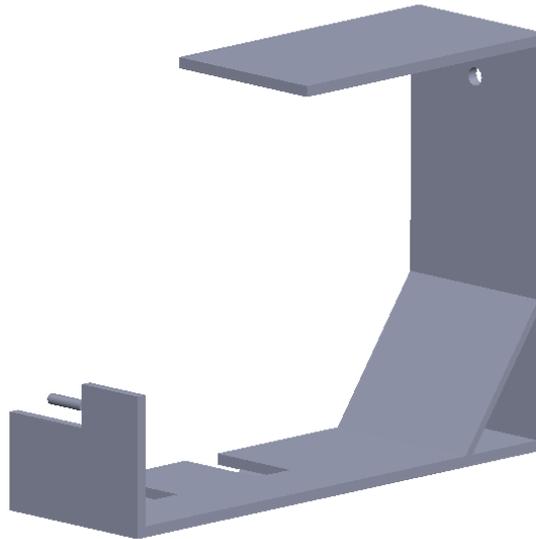


Ilustración 25 Soporte Motor

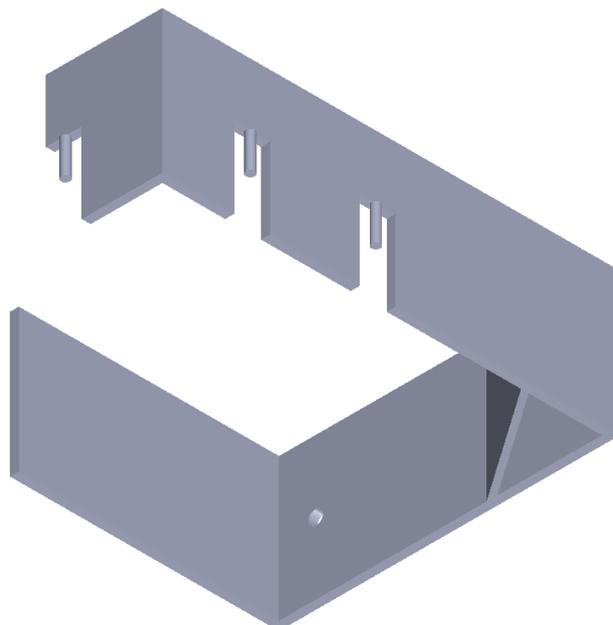


Ilustración 26 Soporte motor

Carcasa motor

Para el diseño de la carcasa del motor, en primer lugar, debía servir de protección de todos los componentes, ya que es la parte más susceptible de tocar por parte del paciente, pero, por otro lado, había que otorgarle una apariencia redondeada que siguiese la línea estética del brazo.

Como se puede observar en las Ilustraciones 27 y 28, la forma de resolverlo fue dejando un espacio entre el soporte motor y la carcasa con un radio considerable, para así poder albergar ahí el Arduino y los componentes electrónicos necesarios.



Ilustración 27 Carcasa motor

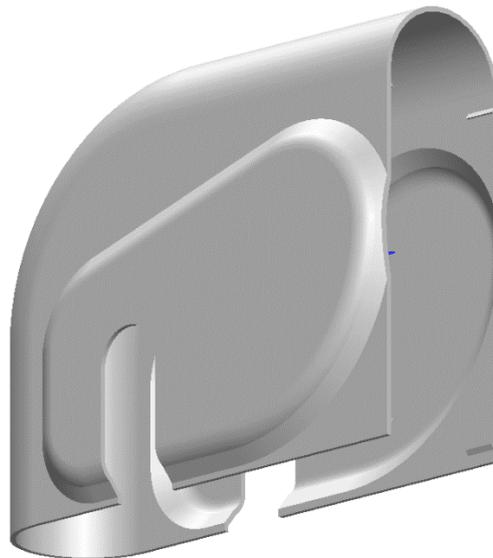


Ilustración 28 Carcasa motor

5.2.2 Componentes comprados

Este punto sirve para justificar la elección en el proceso de diseño de cada uno de los componentes que se va a comprar para el ensamblaje total del conjunto.

Ruedas traseras

Para poder desplazarse, el pedaleador necesita unas ruedas que cumplieren los siguientes requisitos. Deben ser giratorias, ya que las ruedas traseras serían las ruedas directrices.

Deben soportar el peso total, incluido el peso del paciente durante su uso, así como tener la capacidad de bloquearse para que se pueda fijar en una posición y no se mueva.

Por último, debe ser aislante eléctrico y si es posible tener propiedades antibacterianas.

En la Ilustración 29, se puede observar una rueda de la serie M380 de la marca Proroll que cumple perfectamente con todos los requisitos expuestos anteriormente.



Ilustración 29 Ruedas para muebles - Serie M380 [17]

Ruedas delanteras

En cuanto a las ruedas delanteras, a pesar de que comparte la mayoría de los requisitos con las ruedas traseras, estas deben ser lo más pequeñas posibles, ya que para facilitar que el pedaleador acceda a todas las camas hospitalarias, la altura máxima que puede alcanzar debe ser menor a 18 cm.

Como se puede observar en la Ilustración 30, la empresa Dani ruedas, tiene en su catálogo una rueda que cumple con los requisitos holgadamente ya que el radio de la rueda es de 5cm y tiene el anclaje a la estructura muy bajo, lo que permite que la altura de la estructura total sea muy baja.



Ilustración 30 Ruedas Alex. SERIE N-PGI 1-0773 [18]

Actuador lineal

Una vez resuelta la parte inferior del pedaleador, el siguiente paso es resolver la forma que en que se va a conseguir que el regulador de altura suba y baje, para permitir que el paciente pedalee de la forma más ergonómica, o simplemente que se ajuste a la altura de la cama.

Para ello, el dispositivo debe poder entrar dentro de la estructura del brazo, también debía ser eléctrico, ya que es la forma más segura, y por último debía ser capaz de levantar la carga calculada (Anexo 4 Cálculo mecánico). Con todo esto, la empresa Ewellix tiene en su catálogo un actuador lineal (Ilustración 31) que cumple con todas estas características.



Ilustración 31 Actuador lineal CAHB-20A Ewellix [19]

Bolas de transporte

Durante el movimiento lineal del regulador de altura existe un movimiento contrapuesto y este supone que, entre las dos superficies, la de la base, y la del regulador, exista bastante fricción.

Como solución a este problema, en dos de las caras de la base se colocarán unas bolas de transporte de la empresa Igus, y que podemos ver la Ilustración 32, que lo que conseguirá es, reducir la fricción y, además, al colocarlas de forma alineada, también crean un carril sobre el que circular.



Ilustración 32 Bolas transportadora de la empresa Igus [20]

Articulación con fijación

Otra parte fundamental del pedaleador es la regulación angular que debe tener el brazo, ya que gracias a esta regulación se puede ajustar mejor al paciente y a la cama.

En este caso, no solo hace falta que la articulación nos dé el rango que se necesita, sino que además debe soportar el peso del producto más la carga del paciente y poder fijarse en una posición concreta.

Fabricar la articulación podía ser una opción, pero la empresa Item sinerges fabrican unas articulaciones con fijación (Ilustración 33) que cumplen esta función y nos permiten abaratar los costes.

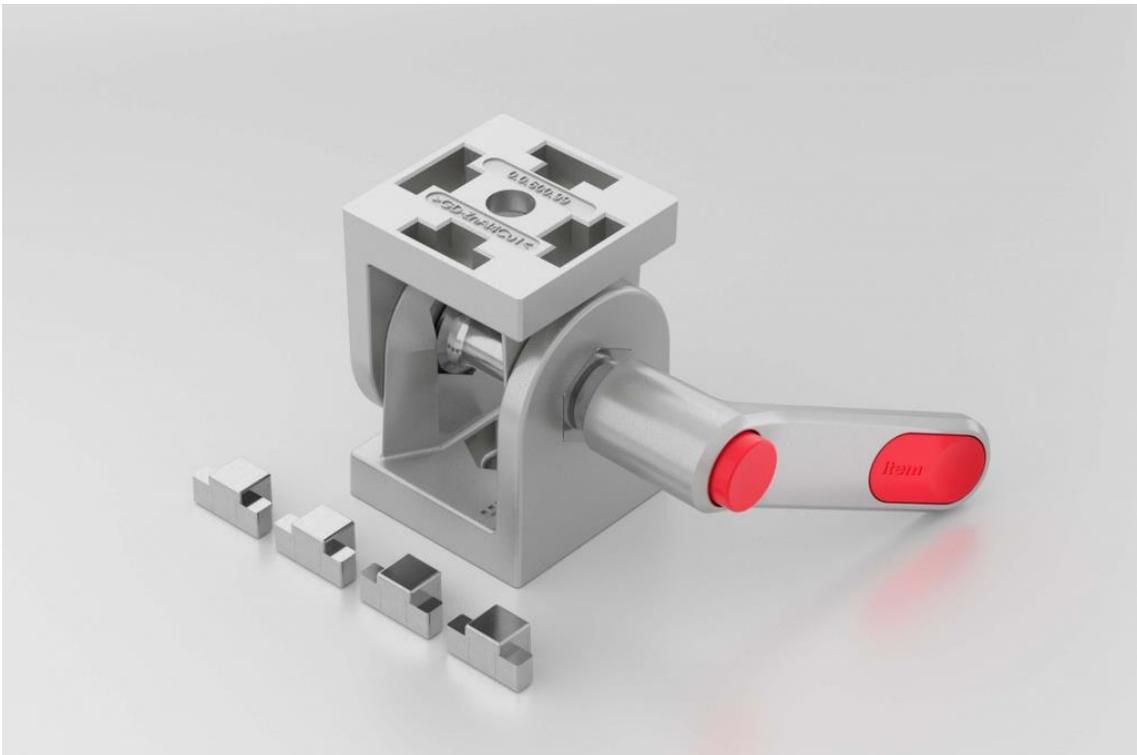


Ilustración 33 Articulación con fijación de Item Sinerges [21]

Articulación sin fijación

Entre el brazo y la parte del motor, también hace falta una articulación que cumpla los mismos requisitos que la anterior, pero a diferencia de la anterior, en vez de colocar dos articulaciones con fijación, una de ellas no hace falta que tenga.

La empresa Item sinerges, tiene la misma articulación de antes, pero sin la fijación, como podemos ver en la Ilustración 34.

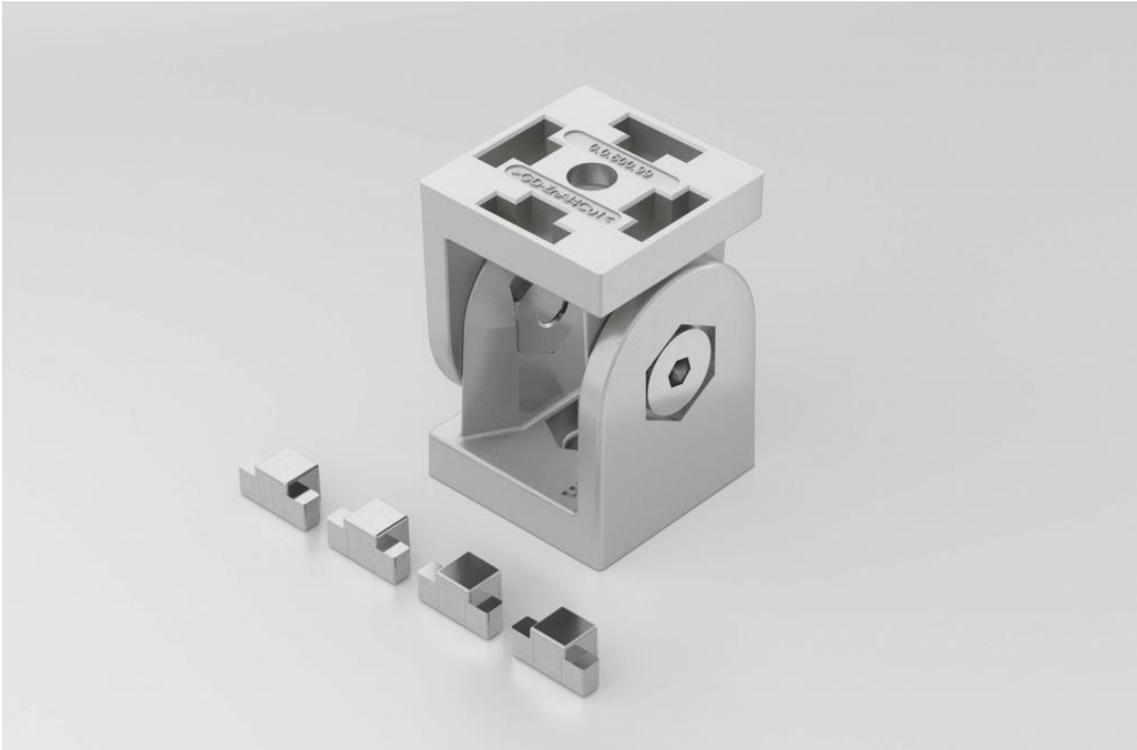


Ilustración 34 Articulación sin fijación de Item Sinerges [22]

Motor

El motor es una de las partes fundamentales de este pedaleador, ya que cuando los pacientes sean incapaces de mover las piernas, será el motor el responsable de realizar este movimiento.

Debido a que en los últimos años se han desarrollado nuevos motores en las bicicletas eléctricas, el motor que va unido al eje del pedalier se adapta perfectamente a las características y necesidades que se buscan, ya que, al usar componentes estándar, como por ejemplo la unión con las bielas, se consigue abaratar el coste total.

La empresa Bafang fabrica el motor M300 que vemos sus características en la Ilustración 35 y una imagen real del motor en la Ilustración 36.

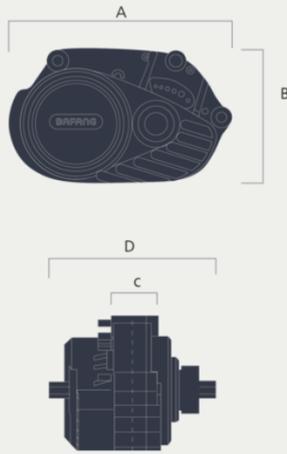
SPECIFICATIONS		DIMENSIONS									
Core Data											
Position	Mid Motor										
Wheel Diameter (Inch)	Optional										
Construction	Gear drive										
Rated Voltage (DCV)	36/43/48										
n0 (Rpm)	101/112/112										
Rated Power (W)	250										
nT(Rpm)	92/101/103										
Max Torque	80 N.m										
Efficiency (%)	≥ 80										
Pedal Sensor	Speed										
Shaft Standard	JIS										
Color	Black										
Weight (kg)	3.6										
Noise Grade (dB)	< 55										
Operating temperature	-20-45°C										
Tests & Certifications		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Dimension A</td> <td>200 mm</td> </tr> <tr> <td>Dimension B</td> <td>121 mm</td> </tr> <tr> <td>Dimension C</td> <td>41.5 mm</td> </tr> <tr> <td>Dimension D</td> <td>150 mm</td> </tr> </tbody> </table>		Dimension A	200 mm	Dimension B	121 mm	Dimension C	41.5 mm	Dimension D	150 mm
Dimension A	200 mm										
Dimension B	121 mm										
Dimension C	41.5 mm										
Dimension D	150 mm										
IP	IP X5										
Certifications	CE / EN 14764 / ROHS										
Salt Spray Test Standard(h)	96										

Ilustración 35 Características Motor Bafang M300 [23]



Ilustración 36 Motor Bafang M300 [24]

Bielas

Las bielas que se comprarán serán las Shimano STEPS E5010 que aparecen en la Ilustración 37.



Ilustración 37 Bielas Shimano STEPS E5010 [25]

Pedales

Para los pedales, es necesario que posean un agarre especial que ayude a sujetar la pierna y evite que se caiga hacia los lados. Para ello compraremos los peales EXERPEUTIC Neurological Ortho Pedals with Binding Ratchet que vemos en la Ilustración 38.



Ilustración 38 EXERPEUTIC Neurological Ortho Pedals with Binding Ratchet [26]

Controlador

Un componente muy importante es el controlador, ya que necesitamos controlar tanto el actuador lineal como el motor. Para ello utilizaremos el Raspberry pi 4 model B 8 Gb, que, con la programación de un software, se conseguirá controlarlo todo a través de una tableta.



Ilustración 39 Raspberry pi 4 model B 8 Gb [27]

Componentes electrónicos y mecánicos.

Finalmente habrá que comprar tanto los tornillos, cables y componentes necesarios para acabar de ensamblar el conjunto. En la Ilustración 40 se puede observar uno de los tornillos empleados. En el pliego de condiciones se detallarán más estos componentes.



Ilustración 40 Tornillo ISO 4017 M8 x 16

5.3 Características y materiales

Para la elección de los materiales de los componentes que se fabricarán, se va a utilizar la herramienta GRANTA EDU Pack, que permite hacer un filtrado de estos a través de sus propiedades. Pudiendo elegir así, el que mejor convenga para su diseño y función.

Los requisitos necesarios para el filtrado de los datos se sacarán de dos partes representativas del pedaleador: la base y la Carcasa inferior.

Base

1. Que sea resistente a 130 Kg sin romperse: Se ha planteado un escenario crítico en el que el pedaleador deba soportar el peso por completo de una persona que tenga un peso muy elevado. En una situación normal, solo deberá soportar el peso de las piernas que rondará en torno a los 40 Kg.
2. Que sea resistente a 130Kg sin deformarse plásticamente: Se ha planteado un escenario crítico en el que el pedaleador deba soportar el peso por completo de una persona que tenga un peso muy elevado. En una situación normal, solo deberá soportar el peso de las piernas que rondará en torno a los 40 Kg.
3. Que sea rígido: Que la estructura sea lo suficientemente rígida como para aguantar el esfuerzo aplicado durante su uso.
4. Que sea apto para ambientes sanitarios: El material no deberá reaccionar a bacterias ni parásitos, siendo apto para espacios donde deberán mantenerse niveles de higiene muy elevados.
5. Que sea resistente al impacto. Es necesario que el material soporte choques y golpes debido a que el pedaleador no es un producto estático y puede recibir golpes tanto en su uso como en su traslado.
6. Que sea reciclable: Se ha de diseñar un producto ecológico por lo que es necesario usar materiales reciclables.
7. Que sea soldable: Esto es un requisito para la fabricación de la estructura.

Carcasa Inferior

1. Que sea resistente a impactos: Que la carcasa sea lo suficientemente tenaz para soportar los golpes sin deformarse. Es necesario que el material soporte choques y golpes debido a que el pedaleador no es un producto estático y puede recibir golpes tanto en su uso como en su traslado.
2. Que sea rígido: Que la carcasa sea lo suficientemente rígida como para aguantar los golpes y las presiones que pueda soportar durante su uso.
3. Que sea apto para ambientes sanitarios: El material no deberá reaccionar a bacterias ni parásitos, siendo apto para espacios donde deberán mantenerse niveles de higiene muy elevados.
4. Que sea reciclable: Se ha de diseñar un producto ecológico por lo que es necesario usar materiales reciclables.

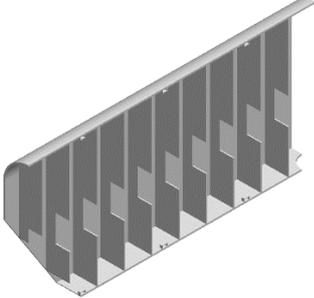
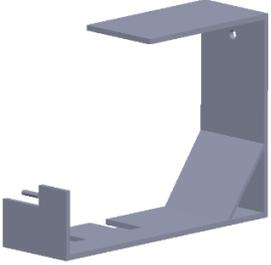
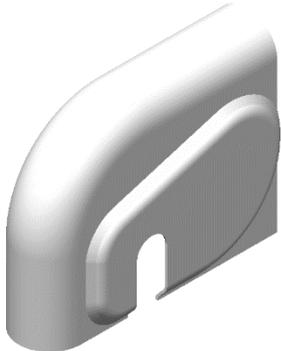
Después de realizar el filtrado en el Anexo 2. Selección de materiales. Se concluye que el material que más se ajusta a los requisitos expuestos para la base, y el resto de las partes estructurales, es el acero de baja aleación. Por otro lado, para las carcasas que van a proteger tanto el producto como los usuarios que lo manipularán, el material que más se ajusta es el PP (Polipropileno). Las características técnicas de ambos materiales se pueden encontrar en el apartado de Materiales seleccionados del Pliego de condiciones.

5.4 Descripción del proceso de fabricación

En este punto se van a describir los procesos productivos necesarios para la fabricación de cada una de las partes del pedaleador. Los procesos productivos se detallarán en el pliego de condiciones.

Tabla 6 Procesos de fabricación

Información	Proceso	Imagen
<p>Nombre: Base Cantidad: 1 Material: Acero de baja aleación AISI4140</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Doblado de perfiles 2. Troquelado 3. Soldadura MIG 4. Doblado de pletina 5. Soldadura MIG 6. Extrusionado de perfil especial (requiere molde especial) 7. Doblado 8. Fresado 	
<p>Nombre: Carcasa inferior Cantidad: 1 Material: Polipropileno</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Termoconformado de láminas. (conformado al vacío con molde positivo) 	
<p>Nombre: Regulador de altura Cantidad: 1 Material: Acero de baja aleación AISI4140</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Extrusionado de perfil especial (requiere molde especial) 2. Soldadura MIG 	
<p>Nombre: Brazo Cantidad: 1 Material: Acero de baja aleación AISI4140</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tronzado 2. Soldadura MIG 	

<p>Nombre: Carcasa Brazo Cantidad: 2 Material: Polipropileno</p>	<p>1. Moldeado de plástico inyección.</p> <p>de por</p>	
<p>Nombre: Soporte Motor Cantidad: 1 Material: Acero de baja aleación AISI4140</p>	<p>1. Doblado de pletinas 2. Troquelado 3. Soldadura MIG</p>	
<p>Nombre: Carcasa Motor Cantidad: 1 Material: Polipropileno</p>	<p>1. Moldeado de plástico inyección.</p> <p>de por</p>	

5.5 Descripción del montaje

En cuanto al montaje, el proceso va a seguir un orden ascendente. El producto se irá ensamblando de abajo a arriba.

1. En primer lugar, se cogerá la base (Ilustración 41)



Ilustración 41 Base

2. Se atornillarán las ruedas traseras y delanteras (ilustración 42 y 43)

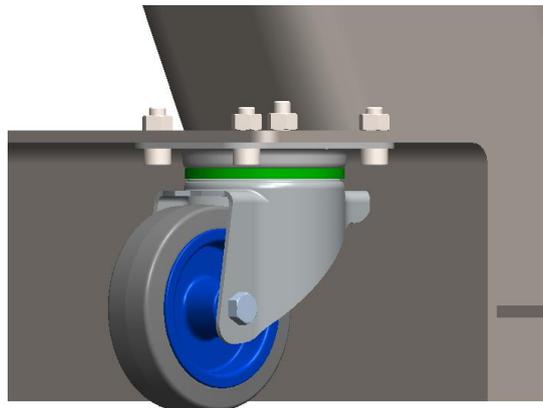


Ilustración 42 Rueda trasera

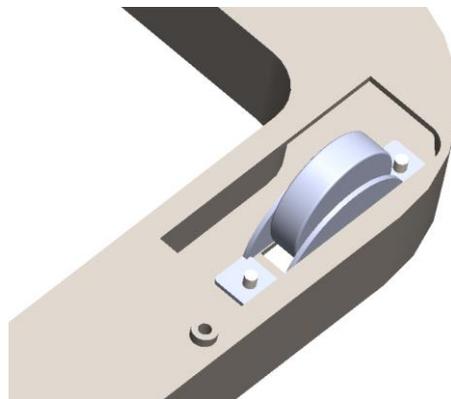


Ilustración 43 Rueda delantera

3. Se acoplará la carcasa inferior (Ilustración 44)



Ilustración 44 Carcasa inferior

4. Se introducirá el actuador lineal y sus componentes electrónicos (Ilustración 45)



Ilustración 45 Actuador lineal

5. Se insertarán las ruedas transportadoras en el brazo de la base (Ilustración 46)



Ilustración 46 Ruedas transportadoras

6. Se colocará el regulador de altura y su pasador (Ilustración 47)



Ilustración 47 Regulador de altura

7. Se atornillarán las articulaciones al regulador de altura (Ilustración 48)

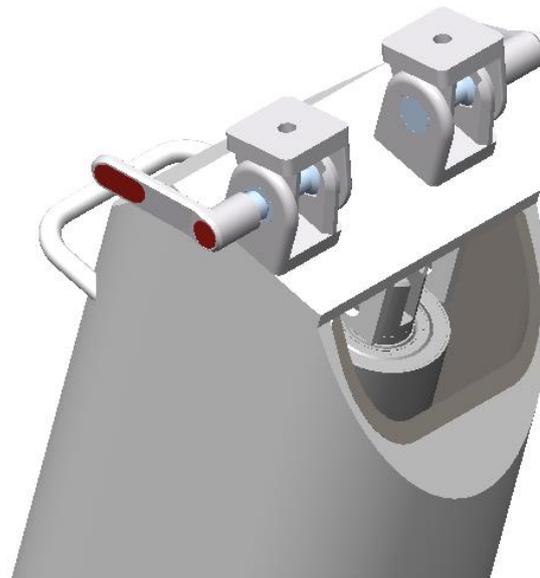


Ilustración 48 Articulación con fijación

8. Se atornillará el brazo a las articulaciones (Ilustración 49)

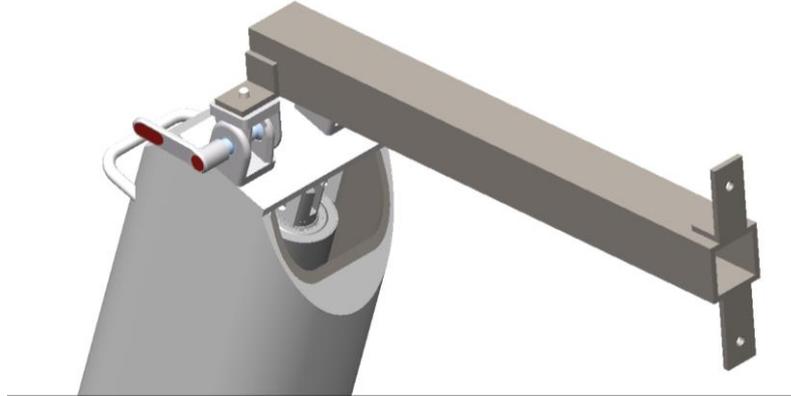


Ilustración 49 Brazo

9. Se acoplarán las carcasas del brazo (Ilustración 50)

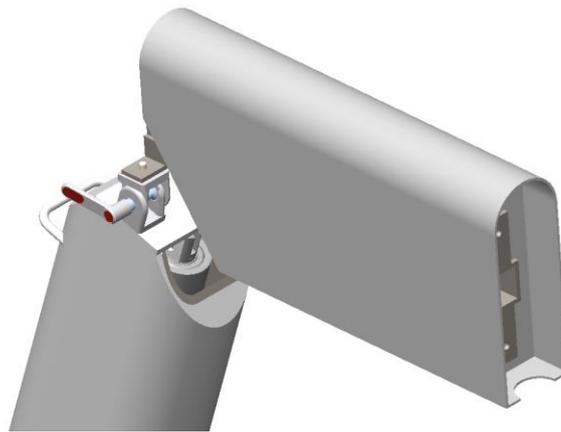


Ilustración 50 Carcasa brazo

10. Se atornillarán las articulaciones al brazo (Ilustración 51)

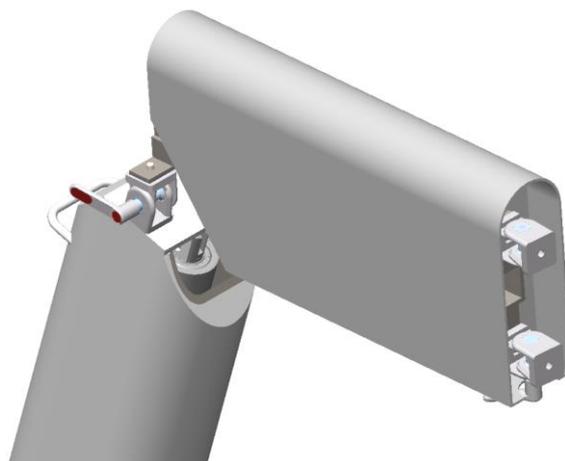


Ilustración 51 Articulaciones

11. Se atornillará el soporte del motor (Ilustración 52)

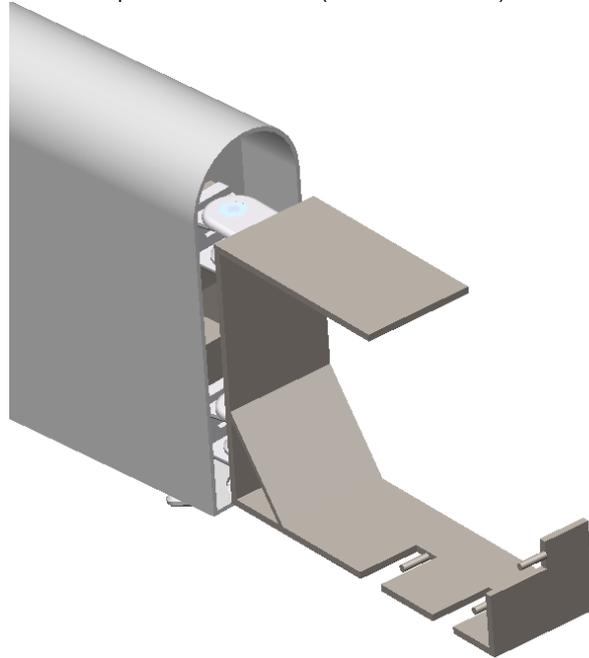


Ilustración 52 Soporte motor

12. Se instalará el motor y el controlador (Ilustración 53)

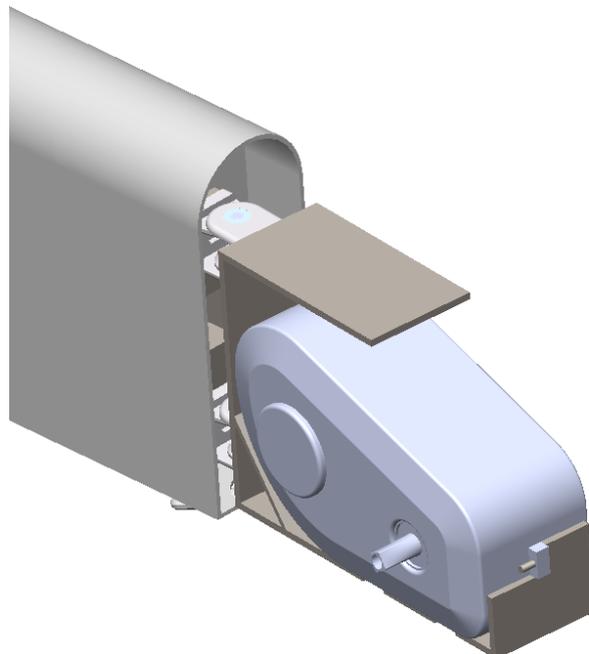


Ilustración 53 Motor

13. Se acoplará la carcasa del motor (Ilustración 54)

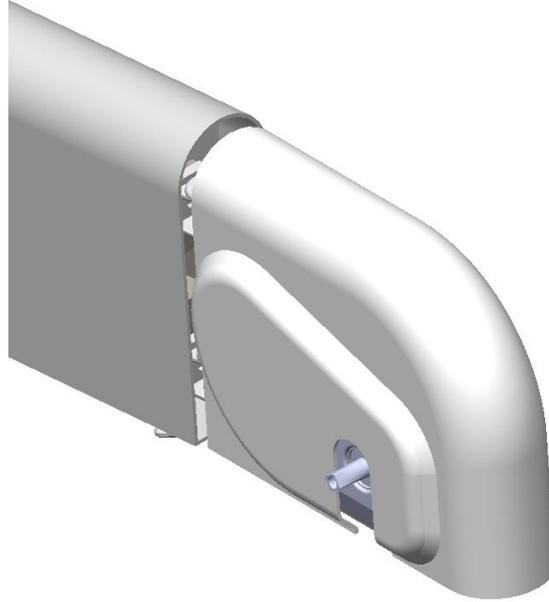


Ilustración 54 Carcasa motor

14. Se atornillarán las bielas (Ilustración 55)

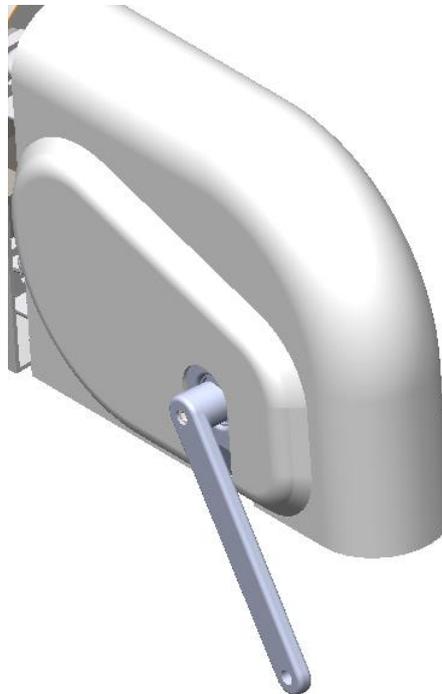


Ilustración 55 Bielas

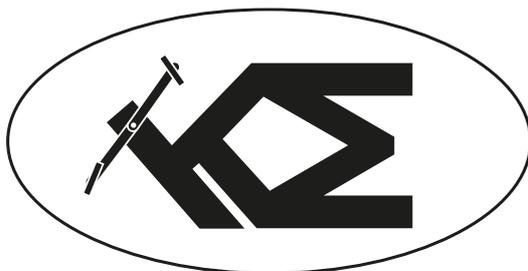
5.6 Imagen corporativa

Para el desarrollo de este apartado, se parte de la premisa de buscar un nombre que implique lo que implica el pedaleador. Se decide que la marca se llamará Keep Moving, porque representa lo que el pedaleador quiere conseguir en las personas que están ingresadas, que se sigan moviendo.

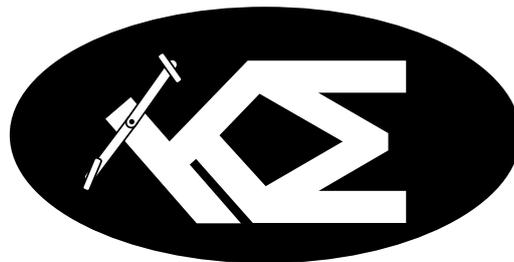
Para el diseño de la marca, se va a elegir una tipografía de palo seco, porque son las que resultan más visuales. En este caso se elige la Montserrat Font:

KEEP MOVING	<i>KEEP MOVING</i>
KEEP MOVING	<i>KEEP MOVING</i>
keep moving	<i>Keep Moving</i>
Keep Moving	<i>Keep Moving</i>
Keep Moving	<i>Keep Moving</i>
Keep Moving	<i>Keep Moving</i>

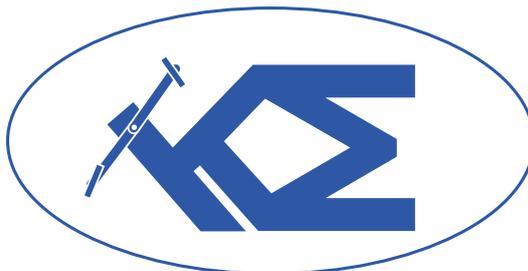
Para el desarrollo del logotipo, se persigue una estética simple, con ciertas referencias a la estética de los 90, aunque el principal objetivo es crear una imagen simple que consiga ser fácil de relacionar. Con estas premisas, el resultado es el siguiente:



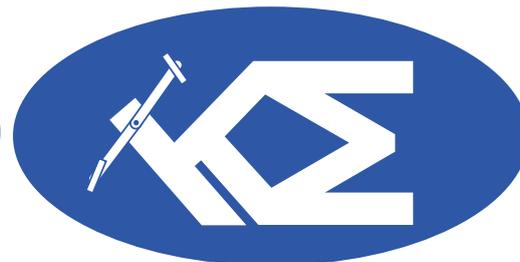
KEEP MOVING



KEEP MOVING



KEEP MOVING



KEEP MOVING



Ilustración 56 Ejemplo de packaging

6. Planificación

Para organizar la planificación del pedaleador se ha creado un listado (tabla 7) con las tareas a realizar:

Tabla 7 Planificación de las tareas

Tarea	Gestión de Actividades	Duración (Días)	Actividades Precedentes	Personal
A	Contratación de servicios a empresa de acero.	1		Diseñador
B	Contratación de servicios a empresa de plástico.	1		Diseñador
C	Compra de partes electrónicas	5		Diseñador
D	Compra de partes mecánicas	5		Diseñador
E	Inicio fabricación componentes acero	15	A	Taytesa
F	Inicio fabricación componentes plástico	10	B	Rotolia
G	Envío componentes acero	1	E	Taytesa
H	Envío componentes plásticos	1	F	Rotolia
I	Almacenamiento de todos los componentes	1	C, D, G, H	Operario
J	Montaje de un pedaleador	1	I	Operario
K	Estocaje de un pedaleador	1	K	Operario

Una vez hecho el listado y definidas las actividades precedentes a cada una, se ha realizado el diagrama de Gantt (Ilustración 57 y 58), donde se pueden ver todas las tareas que deben realizarse a lo largo del tiempo, así como las relaciones entre estas. Este diagrama servirá para saber cuánto tiempo va a costar fabricar un lote de 1000 unidades. La fecha de inicio sería el 1 de noviembre de 2022.

Nombre	Fecha de ini...	Fecha de fin
Contratación de servicios a emp...	1/11/22	1/11/22
Contratación de servicios a emp...	1/11/22	1/11/22
Compra de partes electronicas	2/11/22	2/11/22
Compra de partes mecanicas	2/11/22	2/11/22
Fabricacion componentes de ac...	2/11/22	22/11/22
Fabricacion de componentes de...	2/11/22	15/11/22
Envio componentes acero	23/11/22	23/11/22
Envio componentes de plástico	16/11/22	16/11/22
Almacenamiento de todos los c...	24/11/22	24/11/22
Montaje de un pedaleador	25/11/22	25/11/22
Estocaje de un pedaleador	28/11/22	28/11/22

Ilustración 57 Diagrama de Gantt

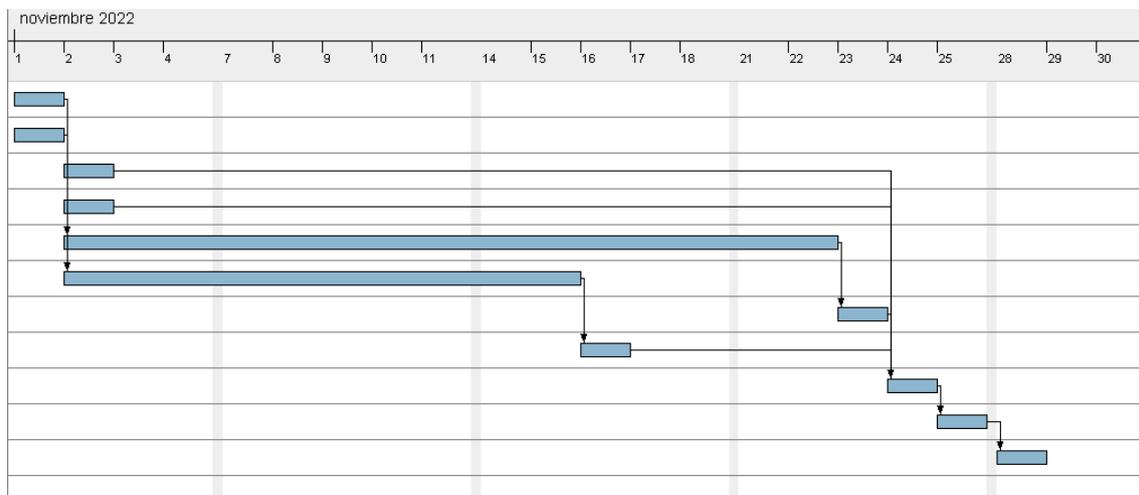


Ilustración 58 Diagrama de Gantt

7. Ambientes







8. Conclusiones

Una vez concluido este proyecto de final de grado, se puede decir que se han cumplido los objetivos establecidos inicialmente.

En primer lugar, haber logrado un pedaleador que se adapte bien a todos los espacios, camas y pacientes, permite que tenga un valor diferencial en el mercado, y además ayuda a los profesionales y también a los centros de salud a incorporar estas herramientas en la recuperación de pacientes.

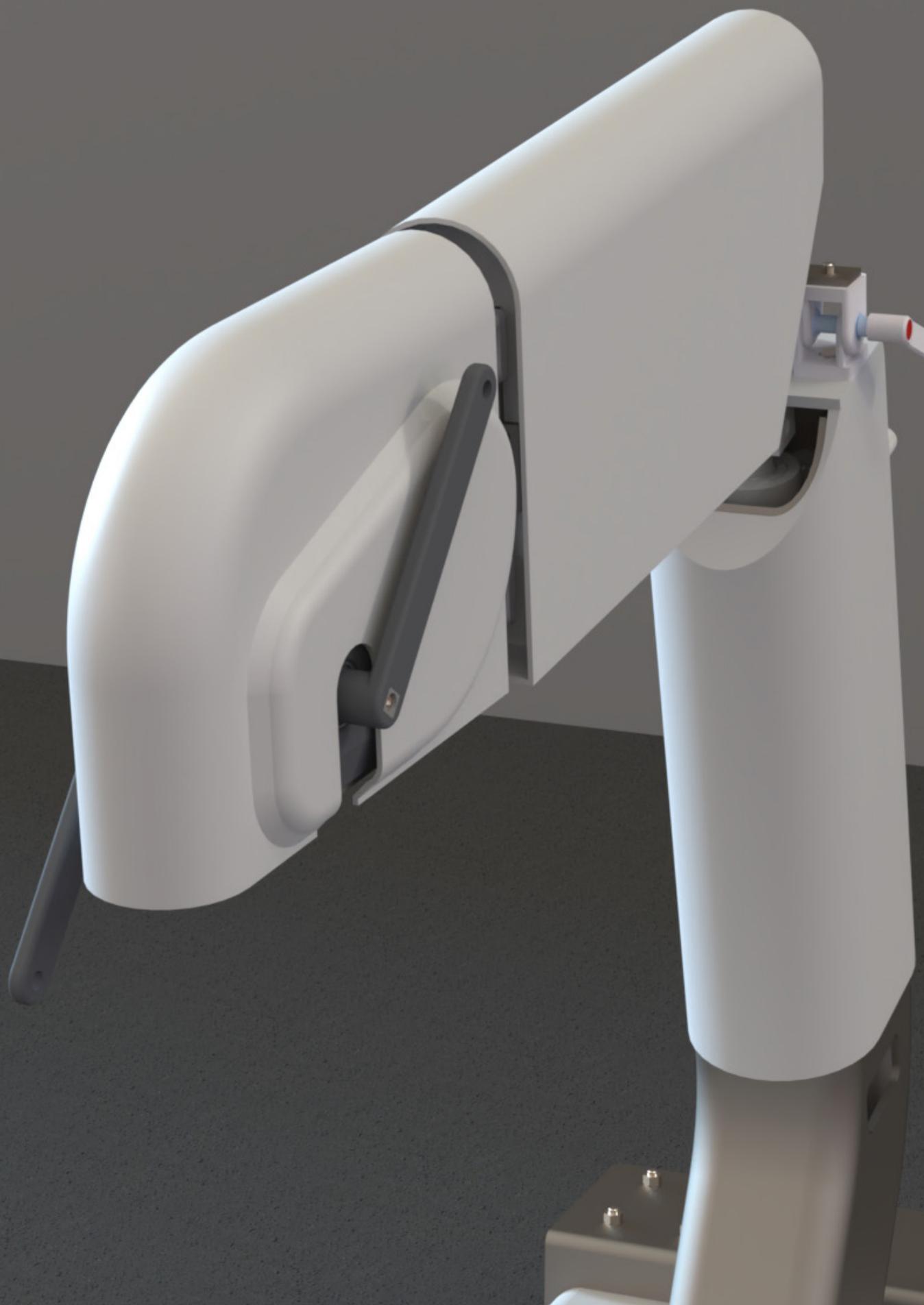
En segundo lugar, al haber empleado elementos estándar, se ha conseguido reducir el coste total del producto, siendo un pedaleador bastante competitivo en el mercado.

En tercer lugar, se ha conseguido desarrollar un pedaleador fácil de transportar y almacenar, con materiales que eviten los patógenos y que además tiene unas líneas estéticas limpias y simples, lo que hace que sea estéticamente agradable.

Por último, su capacidad de regulación permite que se adapte al paciente, por lo que se consigue una regulación perfecta.

Como conclusión este pedaleador, satisface los objetivos marcados en un principio.

VOLUMEN II: ***Anexos***



ÍNDICE

Anexo 1: Pérdida de masa muscular en pacientes UCI.....	3
1. Introducción.....	3
1.1. Distribución de los enfermos según la edad.....	4
1.2. Estancia en la uci	4
Anexo 2: Elección de materiales	7
Anexo 3: Estudio ergonómico.....	15
Anexo 4 Cálculo Mecánico.....	19

Anexo 1: Pérdida de masa muscular en pacientes UCI.

1. Introducción

La UCI, según Wikipedia, “es una instalación especial dentro del área hospitalaria que proporciona medicina intensiva. Los pacientes candidatos a entrar en cuidados intensivos son aquellos que tienen alguna condición grave de salud que pone en riesgo su vida y que por tal requieren de una monitorización constante de sus signos vitales y otros parámetros, como el control de líquidos.”

Los pacientes que entran en estas instalaciones están monitorizados a través de varias máquinas. Otros incluso están conectaos a máquinas de ventilación mecánica asistida que les otorgan el oxígeno necesario para seguir viviendo; todo esto supone que deben pasar mucho tiempo tumbados en la cama sin poder moverse.



Ilustración 1. Unidad de cuidados intensivos del hospital Vithas Madrid

Es importante destacar que existen diversos estudios que hablan de la pérdida de masa muscular en periodos prolongados de reposo, como por ejemplo “Muscle Mass and Physical Recovery in ICU: Innovations for Targeting of Nutrition and Exercise” [1]. Estos estudios se realizan sobretodo porque la masa muscular juega un papel fundamental en nuestra salud y se ve perjudicada en estos periodos de reposo.

Como dice este otro estudio: “el sistema muscular funciona de manera óptima cuando soporta el cuerpo en posición de pie contra la gravedad. Los músculos antigravitatorios del cuello, la espalda baja, el abdomen, los glúteos, las piernas y pantorrillas son especialmente

importantes para mantener la postura erecta. El reposo en cama resulta en un desuso de estos músculos, lo cual conduce al deterioro en la estructura y función muscular (...) En otro estudio realizado por Kortebein el año 2008 demostró que había una pérdida sustancial de la fuerza, potencia y capacidad aeróbica de los miembros inferiores en 10 días de reposo en cama en adultos mayores sanos. Por lo que concluyen que las intervenciones para mantener la función muscular durante la hospitalización o períodos de reposo en cama en adultos mayores debe ser una alta prioridad” [4]

En un estudio norteamericano, habla sobre la edad media de los pacientes UCI y su tasa de mortalidad en relación a la edad: “Aparte de la presencia de discapacidades y comorbilidades preexistentes, la edad cronológica es el predictor independiente más accesible y práctico de la mortalidad de los pacientes tras su ingreso en la UCI. La edad media de una persona ingresada en la UCI en Norteamérica es de 65 años, y 8 de cada 10 ingresos en la UCI se producen de forma urgente y no planificada. Además, el riesgo de mortalidad aumenta gradualmente a partir de los 35 años y se dispara drásticamente después de los 80 años.” [3]

1.1. Distribución de los enfermos según la edad

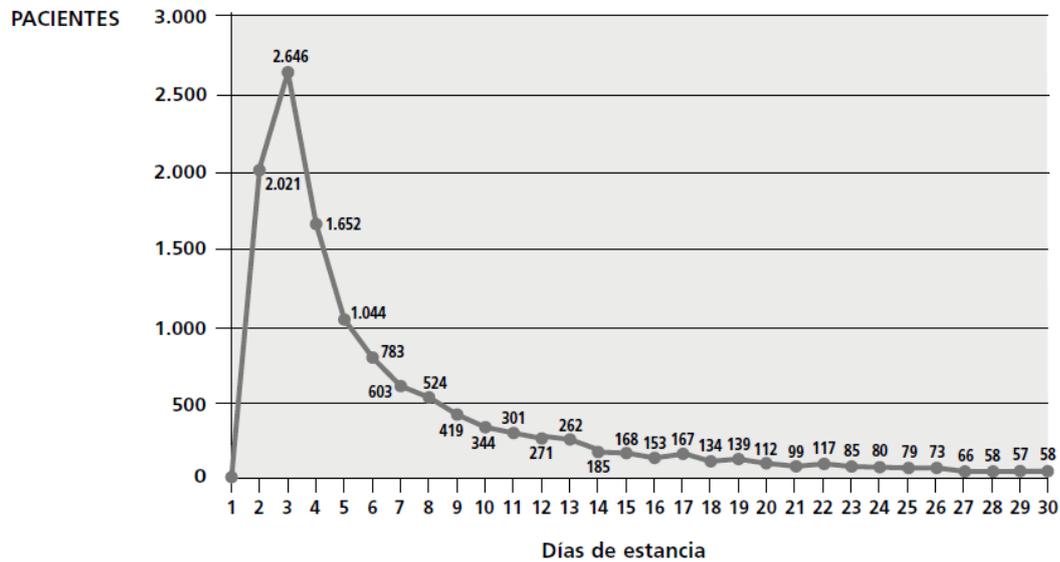
La media de edades fue de $61,84 \pm 15,04$ años con una amplitud de 100 (0-100), sobre un total de 14489 enfermos. La mediana fue de 64 años.

Tabla 1 Distribución de enfermos según la edad

Edad	N	%
< 40	1.178	8,13
40-59	4.310	29,75
60-69	4.020	27,75
70-74	2.054	14,18
75-79	1.763	12,17
>79	1.164	8,03

1.2. Estancia en la uci

La media de la estancia de los enfermos estudiados fue de $12,75 \pm 16,46$ días. La mediana fue de 5 días. La distribución de los enfermos según la estancia se observa en la ilustración 2 y 3.



MORTALIDAD

EXITUS	N	%
Sí	2.078	14,34
No	12.411	85,66

Missing = 0

La distribución de la mortalidad según el nivel de gravedad APACHE II, se observa en la Figura 2.

FIGURA 2. Relación entre gravedad (APACHE II) y mortalidad.

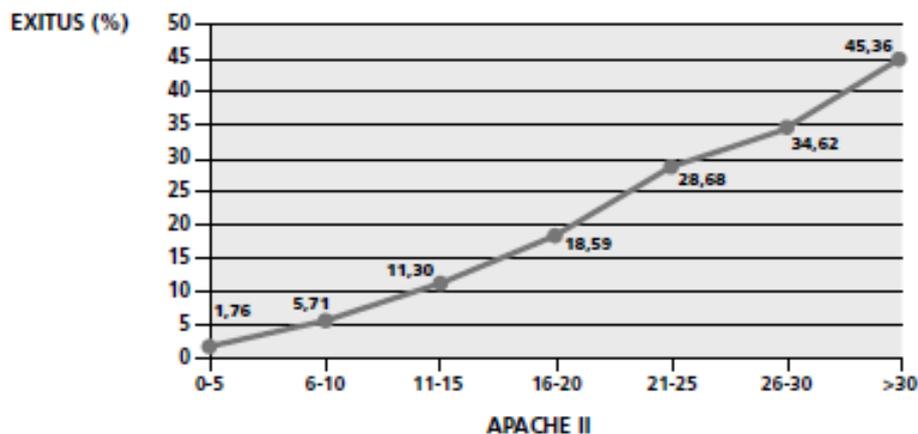


Ilustración 2 Estudio de la relación de días en uci y probabilidad de exitus. [3]

EDAD	N	%	Estancia Media	APACHE II	Una Inf. (%)	Exitus (%)
< 40	1.178	8,13	10,30	10,48	7,89	4,84
40 - 59	4.310	29,75	12,41	12,55	11,65	9,86
60 - 69	4.020	27,75	14,65	15,01	15,70	15,85
70 - 74	2.054	14,18	13,89	16,21	13,83	18,35
75 - 79	1.763	12,17	12,70	17,02	12,71	21,84
> 79	1.164	8,03	7,97	17,00	3,95	16,92

La relación entre la edad y la mortalidad se observa en la Figura 3.

FIGURA 3. Relación entre edad y mortalidad.

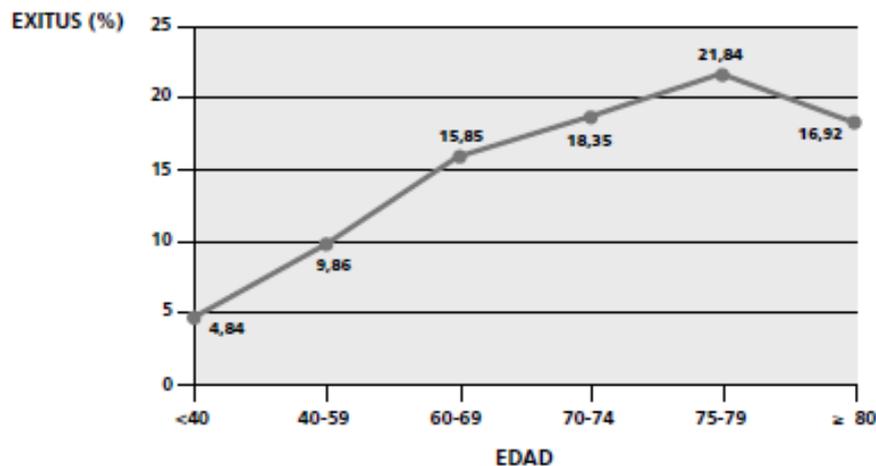


Ilustración 3 Estudio de la relación de días en uci y probabilidad de exitus. [3]

Otro estudio español [2], que investigaba la pérdida de masa muscular en personas mayores de 60 años que tenían restricciones de movilidad en sus estancias hospitalarias, y confirmo que los pacientes tenían entre un 2.2 y 3.7% de pérdidas de la masa muscular por semana.

Con todo lo expuesto anteriormente, vemos que los periodos prolongados de reposo tienen un componente más al que prestar atención, y es a la masa muscular. Como hemos observado, cada paciente tiene unas características previas particulares, pero se debe hacer hincapié en el grupo de edad más avanzada, pues la pérdida de masa muscular supone mayores riesgos, y es, además, mucho más complicada de recuperar a posteriori.

Anexo 2: Elección de materiales

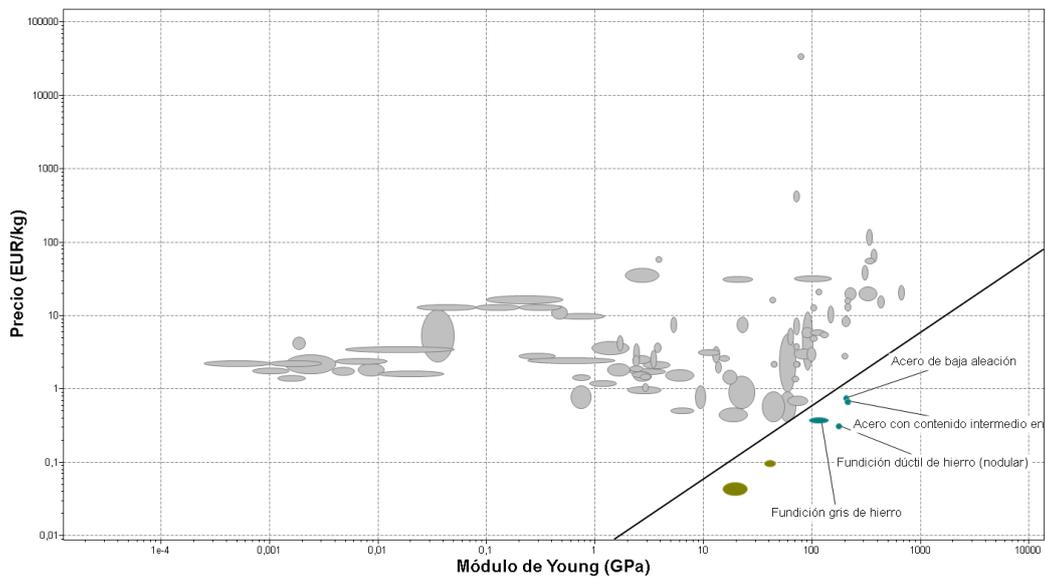
En este anexo se va a exponer el método realizado para la elección de los materiales. Debido a su composición y sus necesidades, expuestas anteriormente, solo se hará el estudio de materiales sobre la “Base” y sobre las “Carcasa 1”, ya que una representa la carga a soportar y por ello se deberá elegir un material en consecuencia, y la otra representa la cobertura del producto, la cual también tiene unos requisitos.

Para el análisis de los materiales se va a utilizar la herramienta CES EDU Pack en el nivel 2.

Base

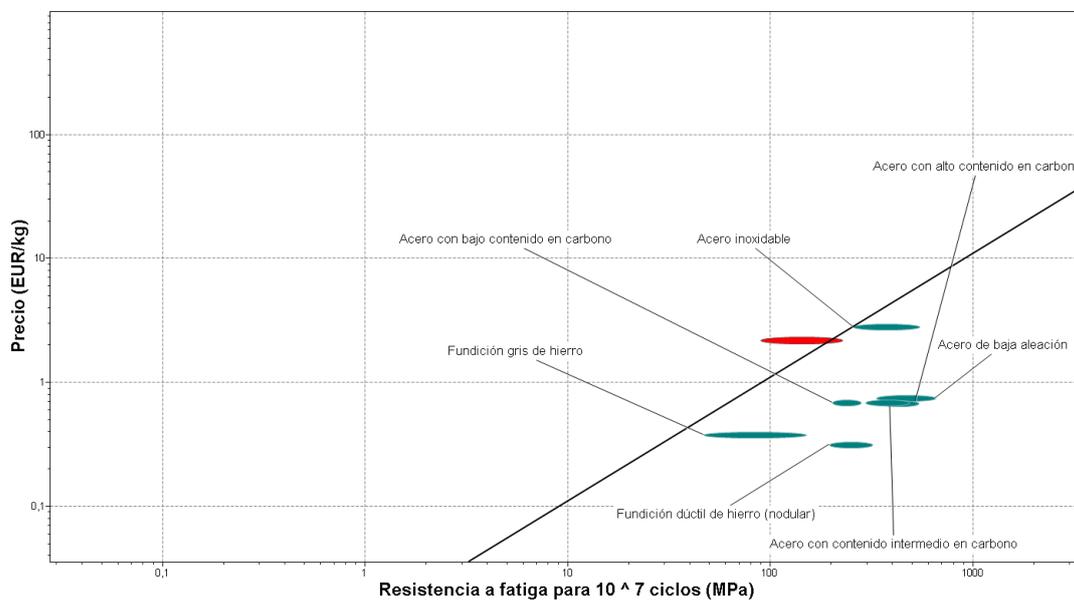
1. Que sea resistente a 130 Kg sin romperse: Se ha planteado un escenario crítico en el que el pedaleador deba soportar el peso por completo de una persona que tenga un peso muy elevado. En una situación normal, solo deberá soportar el peso de las piernas que rondará en torno a los 40 Kg.
2. Que sea resistente a 130Kg sin deformarse plásticamente: Se ha planteado un escenario crítico en el que el pedaleador deba soportar el peso por completo de una persona que tenga un peso muy elevado. En una situación normal, solo deberá soportar el peso de las piernas que rondará en torno a los 40 Kg.
3. Que sea rígido: Que la estructura sea lo suficientemente rígida como para aguantar el esfuerzo aplicado durante su uso.
4. Que sea apto para ambientes sanitarios: El material no deberá reaccionar a bacterias ni parásitos, siendo apto para espacios donde deberán mantenerse niveles de higiene muy elevados.
5. Que sea resistente al impacto. Es necesario que el material soporte choques y golpes debido a que el pedaleador no es un producto estático y puede recibir golpes tanto en su uso como en su traslado.
6. Que sea reciclable: Se ha de diseñar un producto ecológico por lo que es necesario usar materiales reciclables.
7. Que sea soldable: Esto es un requisito para la fabricación de la estructura.

En primer lugar, tratamos de buscar un material que sea muy resistente y tenga un precio contenido a través de la gráfica del GRANTA EDU Pack:



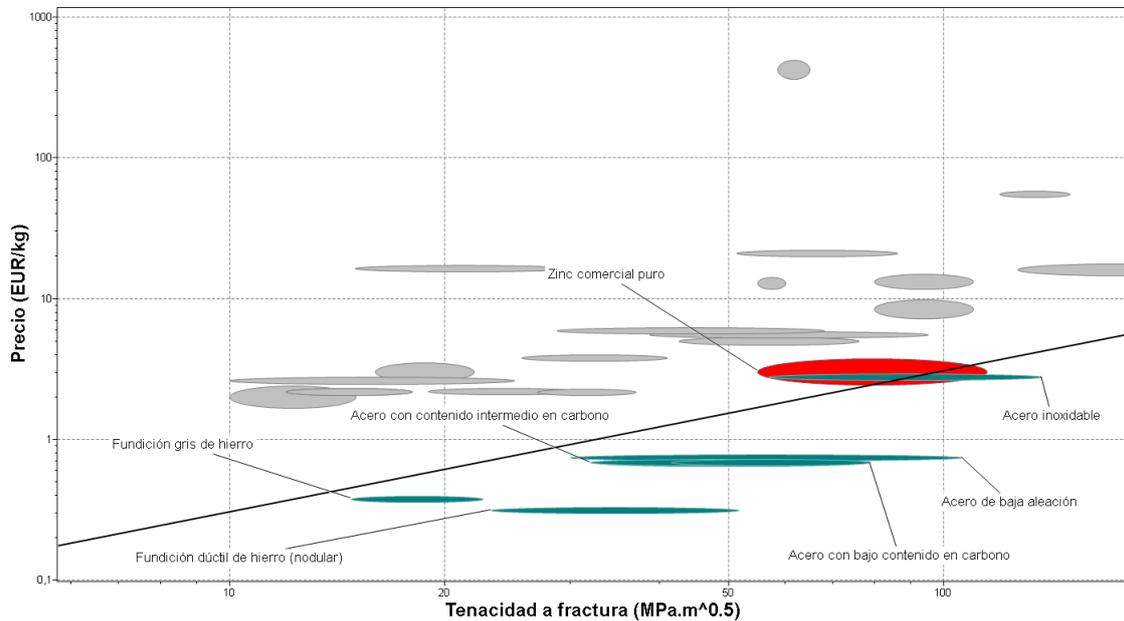
Gráfica 1 Relación entre el precio y el módulo de young

Como se puede observar en la gráfica 1, aparecieron como mejores opciones las fundiciones y los aceros.



Gráfica 2 Relación entre el precio y la resistencia a fatiga

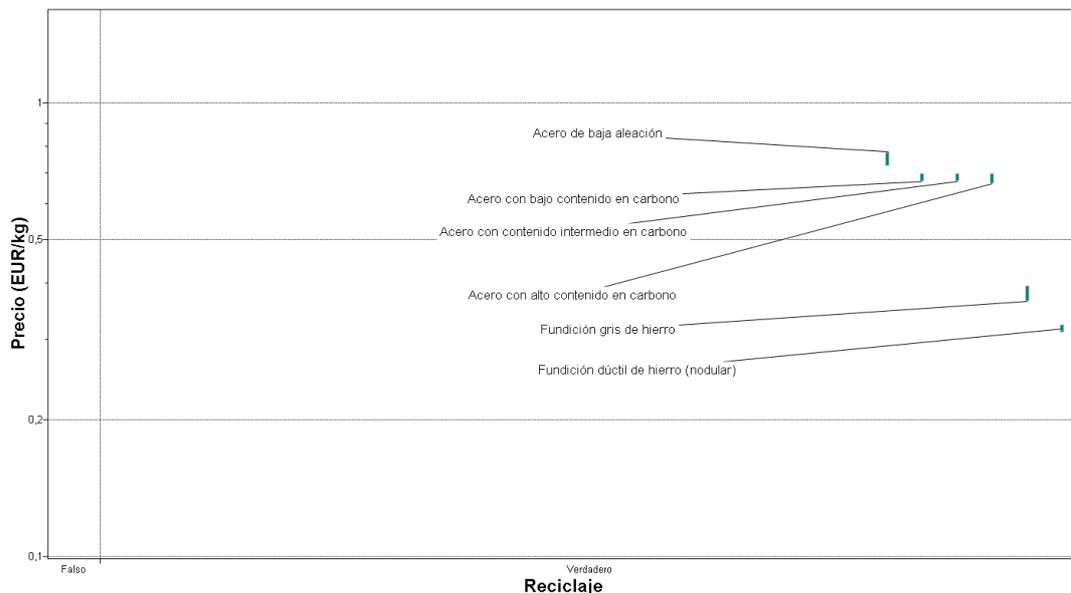
A continuación, en el análisis de la relación entre el precio-fatiga, se puede observar en la gráfica 2 como las mejores opciones siguen siendo los aceros, en concreto el acero de baja aleación.



Gráfica 3 Relación entre el precio y la tenacidad

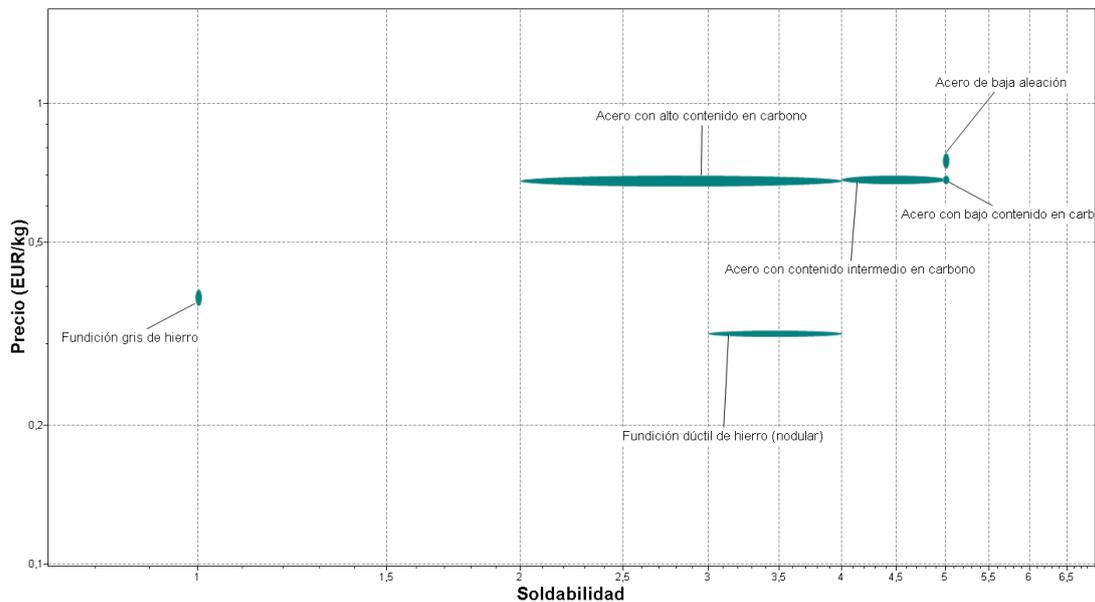
También, la tenacidad es un factor determinante, ya que debe ser capaz de soportar golpes e impactos constantemente durante su uso. Es por ello, que es necesario hacer un análisis, en este caso comparándolo con el precio (gráfica 3)

Los resultados siguieron indicando como los aceros eran los más indicados.



Gráfica 4 Relación entre el precio y la reciclabilidad

Se analizó también que los materiales fueran reciclables, para comprobar que los aceros que nos estaban saliendo continuamente cumplieran esta restricción. En la gráfica 4 se puede ver el resultado.



Gráfica 5 Relación entre el precio y la soldabilidad

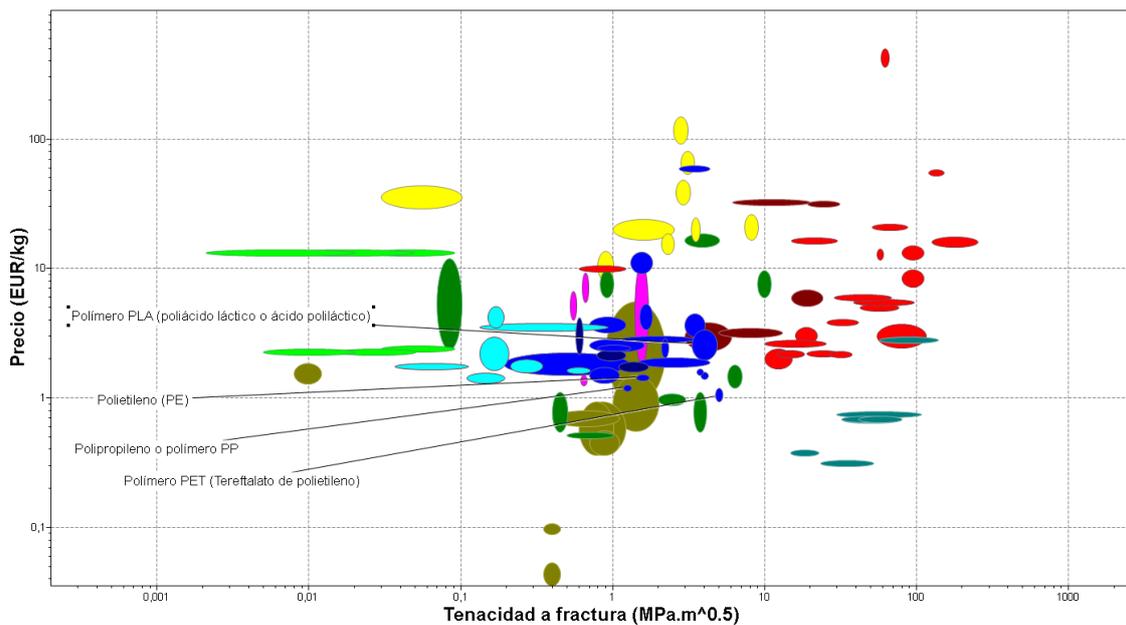
Por último, se analizó la soldabilidad de los aceros, ya que muchas de las uniones en el proceso de fabricación deberán hacerse mediante hilos de soldadura.

Como conclusión de los datos expuestos, se elige para la base, y la mayoría de la parte estructural el Acero de baja aleación.

Carcasa 1

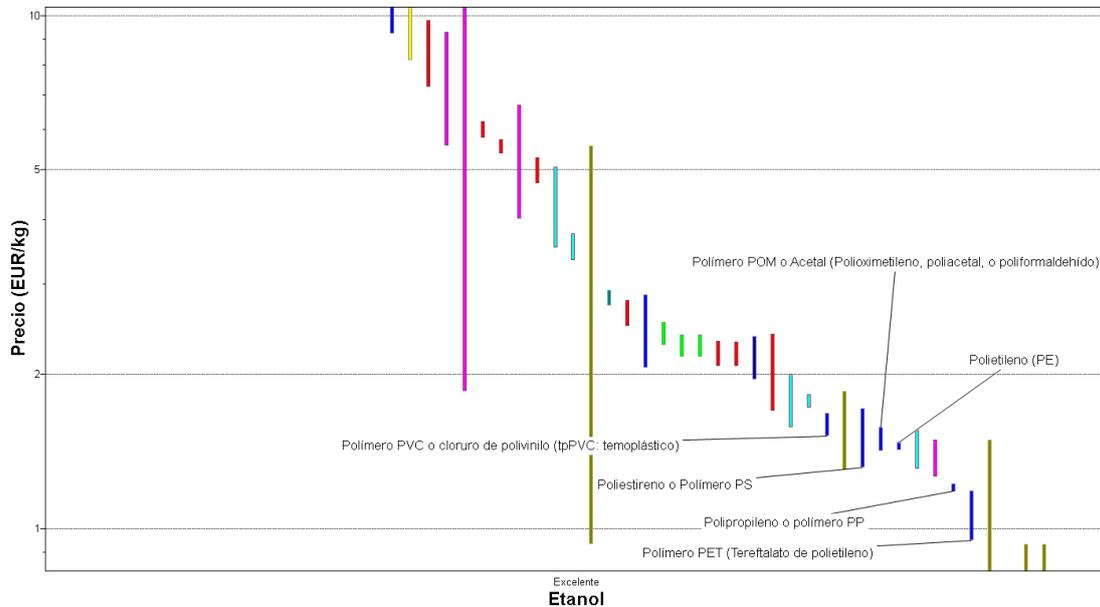
1. Que sea resistente a impactos: Que la carcasa sea lo suficientemente tenaz para soportar los golpes sin deformarse. Es necesario que el material soporte choques y golpes debido a que el pedaleador no es un producto estático y puede recibir golpes tanto en su uso como en su traslado.
2. Que sea rígido: Que la carcasa sea lo suficientemente rígida como para aguantar los golpes y las presiones que pueda soportar durante su uso.
3. Que sea apto para ambientes sanitarios: El material no deberá reaccionar a bacterias ni parásitos, siendo apto para espacios donde deberán mantenerse niveles de higiene muy elevados.
4. Que sea reciclable: Se ha de diseñar un producto ecológico por lo que es necesario usar materiales reciclables.

En primer lugar, se insertan los valores en la gráfica, en este caso la tenacidad respecto al precio, ya que se busca un material resistente a los impactos del día a día. En la gráfica 6 se pueden observar los resultados:



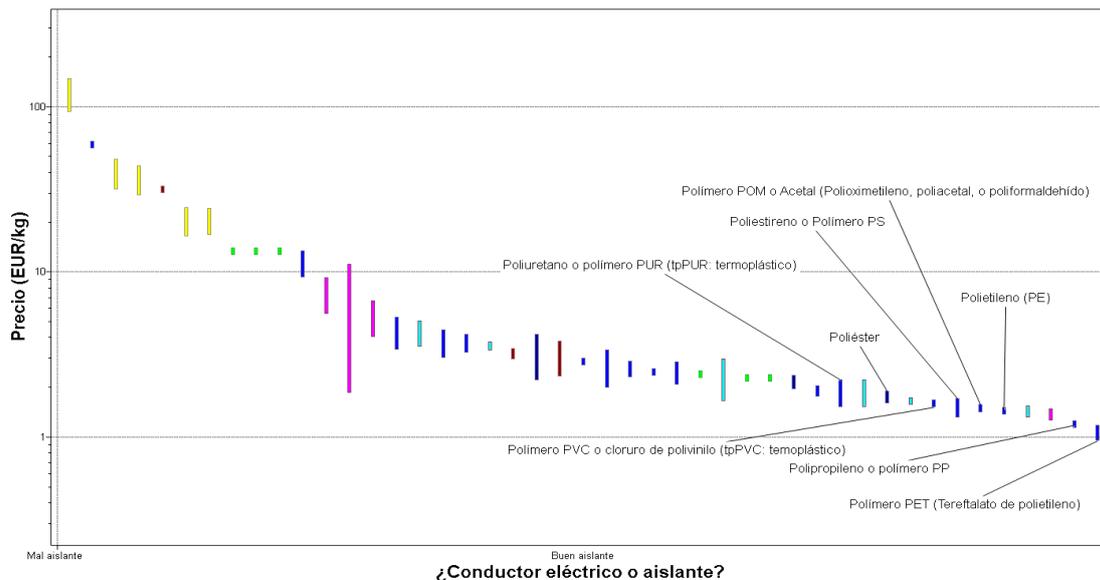
Gráfica 6 Relación entre el precio y tenacidad

En segundo lugar es necesario saber la resistencia a el Etanol, ya que es ampliamente utilizado en ambientes sanitarios. En la gráfica 7 podemos observar los materiales que tienen una excelente resistencia:



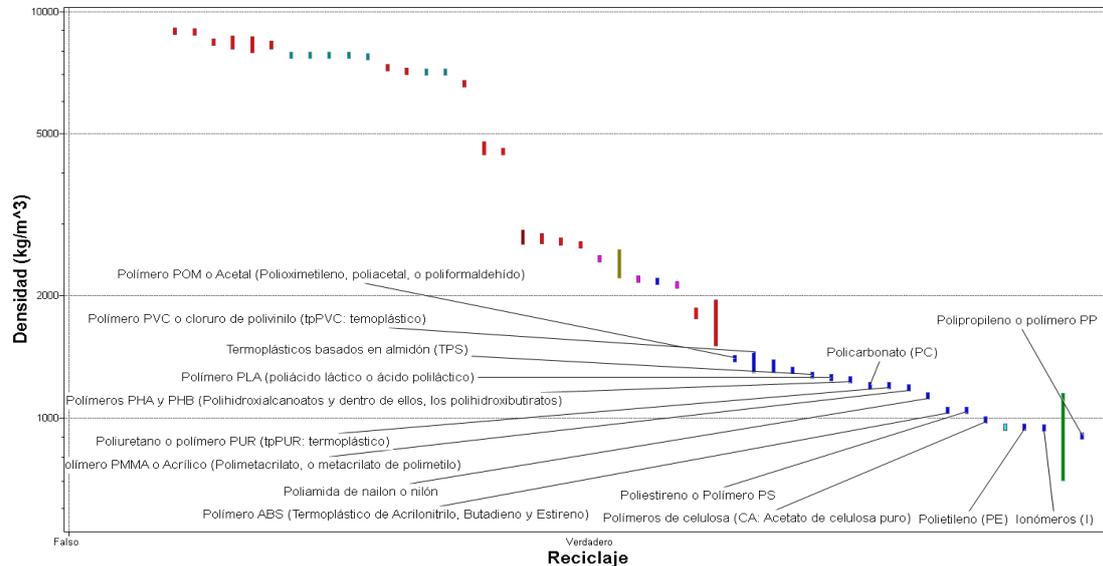
Gráfica 7 Relación entre el precio y resistencia al etanol

Otra característica necesaria es sea un buen aislante eléctrico, ya que el dispositivo estará conectado a la corriente eléctrica y, en el caso que en cierta circunstancia haya una posibilidad de fuga eléctrica, la carcasa evite el paso de la corriente.



Gráfica 8 Relación entre el precio y conductor eléctrico

Por último, el material debe ser reciclable



Gráfica 9 Relación entre el precio y reciclabilidad

Uno de los materiales que reúne las características es el Polipropileno (PP), así pues en la tabla 2 se puede observar la resistencia que tiene ante el contacto con otros materiales:

Tabla 2 Resistencia del PP a los materiales

Durabilidad: Agua y disoluciones acuosas	
Agua dulce	Excelente
Agua salada	Excelente
Suelos ácidos (turba)	Excelente
Suelos alcalinos (arcilla)	Excelente
Vino	Excelente
Durabilidad: ácidos	
Ácido acético (10%)	Excelente
Ácido acético (glacial)	Excelente
Ácido cítrico (10%)	Excelente
Ácido clorhídrico (10%)	Excelente
Ácido clorhídrico (36%)	Excelente
Ácido fluorhídrico (40%)	Excelente
Ácido nítrico (10%)	Excelente
Ácido nítrico (70%)	Excelente
Ácido fosfórico (10%)	Excelente
Ácido fosfórico (85%)	Excelente
Ácido sulfúrico (10%)	Excelente
Ácido sulfúrico (70%)	Excelente
Durabilidad: bases	
Hidróxido de sodio (10%)	Excelente
Hidróxido de sodio (60%)	Excelente
Durabilidad: gasolinas, aceites y solventes	

Acetato de amilo	Excelente
Benceno	Uso limitado
Tetracloruro de carbono	Uso limitado
Cloroformo	Uso limitado
Crudo	Aceptable
Diesel	Excelente
Lubricantes	Excelente
Parafinas, keroseno	Excelente
Petróleo (gasolina)	Excelente
Siliconas líquidas	Excelente
Toluenos	Excelente
Terpenos	Inaceptable
Aceites vegetales (general)	Aceptable
Gasolina Blanca	Excelente
Durabilidad: alcohol, aldehídos, cetonas	
Acetaldehídos	Excelente
Acetona	Excelente
Etanol	Excelente
Etilenglicol	Excelente
Formaldehído	Excelente
Glicerol	Excelente
Metanol	Excelente
Durabilidad: halógenos y gases	
Cloro seco (gas)	Inaceptable
Flúor (gas)	Inaceptable
O ₂ (oxígeno gas)	Inaceptable
Dióxido de azufre (gas)	Excelente
Durabilidad: entornos contruidos	
Atmósfera industrial	Excelente
Atmósfera rural	Excelente
Atmósfera marina	Excelente
Radiación UV (luz solar)	Mala
Durabilidad: Inflamabilidad	
Inflamabilidad	Altamente inflamable
Durabilidad: ambiente térmico	
Tolerancia a temperaturas criogénicas	Inaceptable
Tolerancia hasta 150°C (302 F)	Aceptable
Tolerancia hasta 250°C (482 F)	Inaceptable
Tolerancia hasta 450°C (842 F)	Inaceptable
Tolerancia hasta 850°C (1562 F)	Inaceptable
Tolerancia a más de 850°C (1562 F)	Inaceptable

Como conclusión de los datos expuestos, se elige para la base el Polipropileno PP.

Anexo 3: Estudio ergonómico

Con la intención de conocer las medidas óptimas que debe tener el pedaleador a fabricar, se va a realizar un estudio ergonómico. Nuestra solución, va a ser un dispositivo regulable, así que se va a realizar el cálculo para el percentil 1 de mujeres y el percentil 99 de hombres.

En primer lugar, las camas hospitalarias varían bastante según el fabricante en todas sus medidas, estas son 1,90 m a 2 m de largo, 90 cm. a 1 m de ancho y altura graduable (Actualmente la mayoría de las camas hospitalarias, por no decir todas -exceptuando las camas de la unidad de psiquiatría-, se gradúan en altura, encontrando varias cifras: 50-90 cm, 47-85 cm, 60-85, 43-76,5 cm, etc.).

	Min (mm)	Max (mm)
Largo	1900	2100
Ancho	900	1000
Altura	470	900

A partir de estas medidas, se va a realizar el cálculo de las dimensiones físicas para el percentil 1 de mujeres:

$$X_{27} = 588 - 2,33 \times 41,6$$

$$X_{27} = 491,072 \text{ mm}$$

$$X_{23} = 398 - 2,33 \times 25,9$$

$$X_{23} = 337,65 \text{ mm}$$

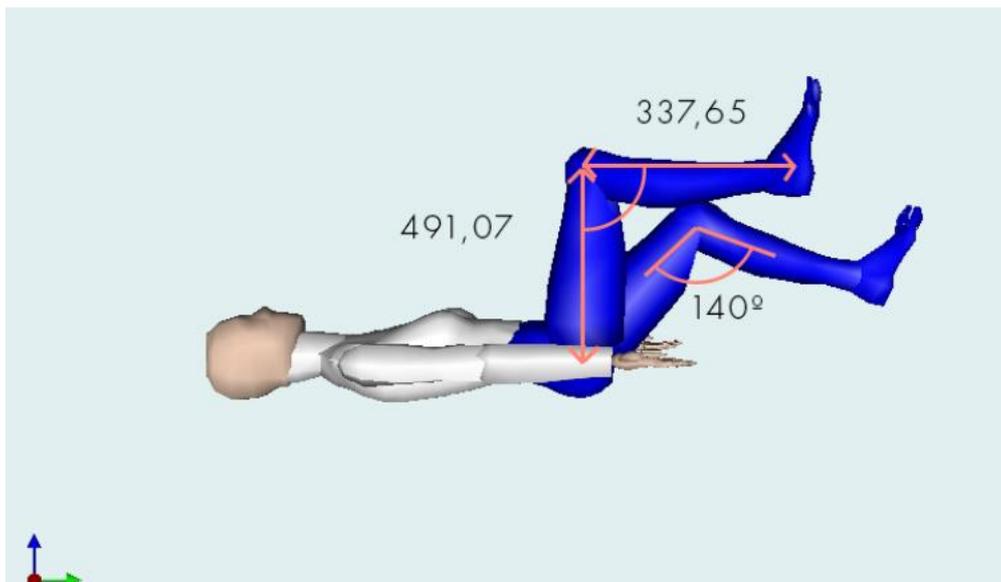


Ilustración 4 medias percentil 1 mujeres

A continuación vamos a realizar el cálculo de las dimensiones físicas para el percentil 99 de hombres:

$$X_{27} = 606 + 2,33 \times 40$$

$$X_{27} = 699,2 \text{ mm}$$

$$X_{23} = 444 + 2,33 \times 29,8$$

$$X_{23} = 513,43 \text{ mm}$$

En la ilustración 5 podemos ver los resultados reflejados:

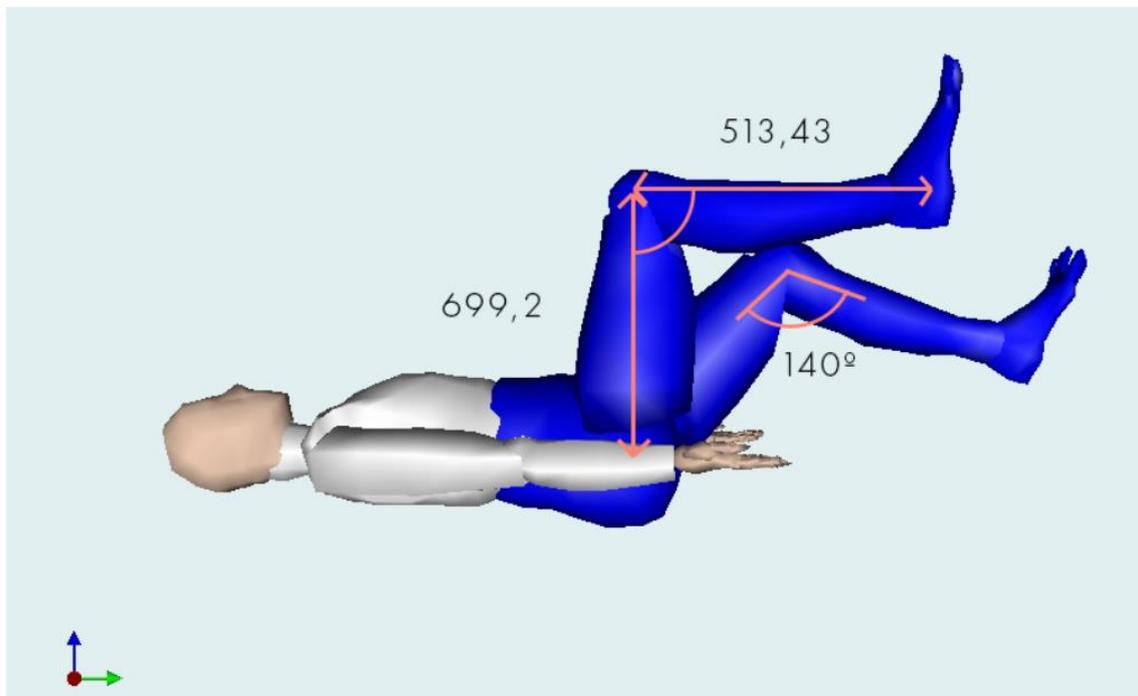


Ilustración 5 medidas percentil 99 hombres

Estos cálculos obtenidos nos dan el rango máximo y mínimo que debe alcanzar nuestro pedaleador:

	Min (mm)	Max (mm)
Hombre	-	699,2
Mujer	491,07	-
Altura	470	900
Total	961,07	1599,2

Con estos cálculos, el rango que existe entre los extremos de la población es de 638,13mm.

La segunda parte del estudio ergonómico consiste en el cálculo de la longitud total que va a ocupar una persona tumbada con las piernas flexionadas, en posición de pedaleo. Para ello será necesario saber cual es la distancia mínima. Esta distancia se puede calcular con el percentil 1 de mujer de la altura X11 de una persona sentada mas la altura X23 que corresponde a la altura del poplíteo. En la ilustración 6 se pueden observar las medidas descritas.

$$X11 = 856 - 2,33 \times 33,5$$

$$X11 = 777,945 \text{ mm}$$

$$X23 = 398 - 2,33 \times 25,9$$

$$X23 = 337,65 \text{ mm}$$

$$X11 + X23 = 1115,595$$

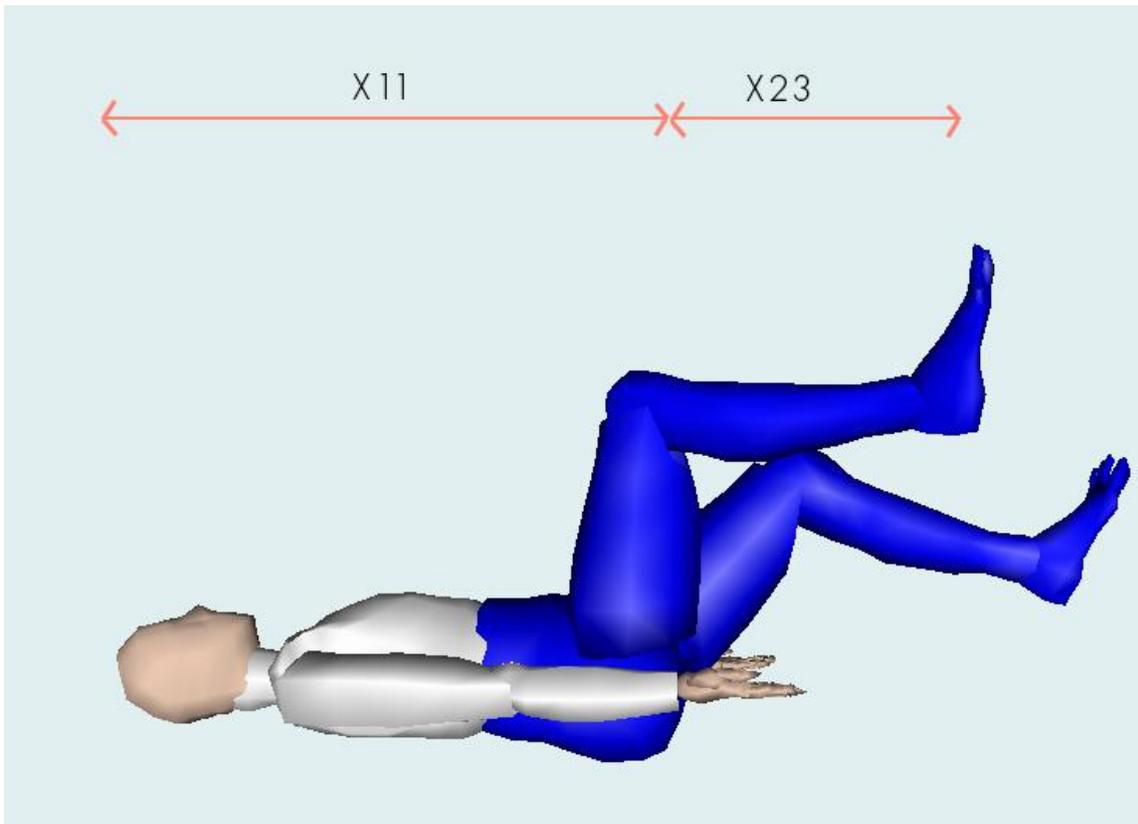


Ilustración 6 medidas a considerar

Por último, hacemos el mismo calculo para el percentil 99 de la población masculina, aunque este grupo no presentaría problemas de acceso.

$$X_{11} = 910 + 2,33 \times 39,7$$

$$X_{11} = 1002,501 \text{ mm}$$

$$X_{23} = 444 + 2,33 \times 29,8$$

$$X_{23} = 513,43 \text{ mm}$$

$$X_{11} + X_{23} = 1513,931$$

Como conclusión el pedaleador, en su posición mas critica, debe alcanzar una distancia de 800 mm.

Anexo 4 Cálculo Mecánico

Para el cálculo de la resistencia de los materiales, se va a presuponer el peor escenario, en el cual existe una carga de 1300N apoyada sobre los pedales.

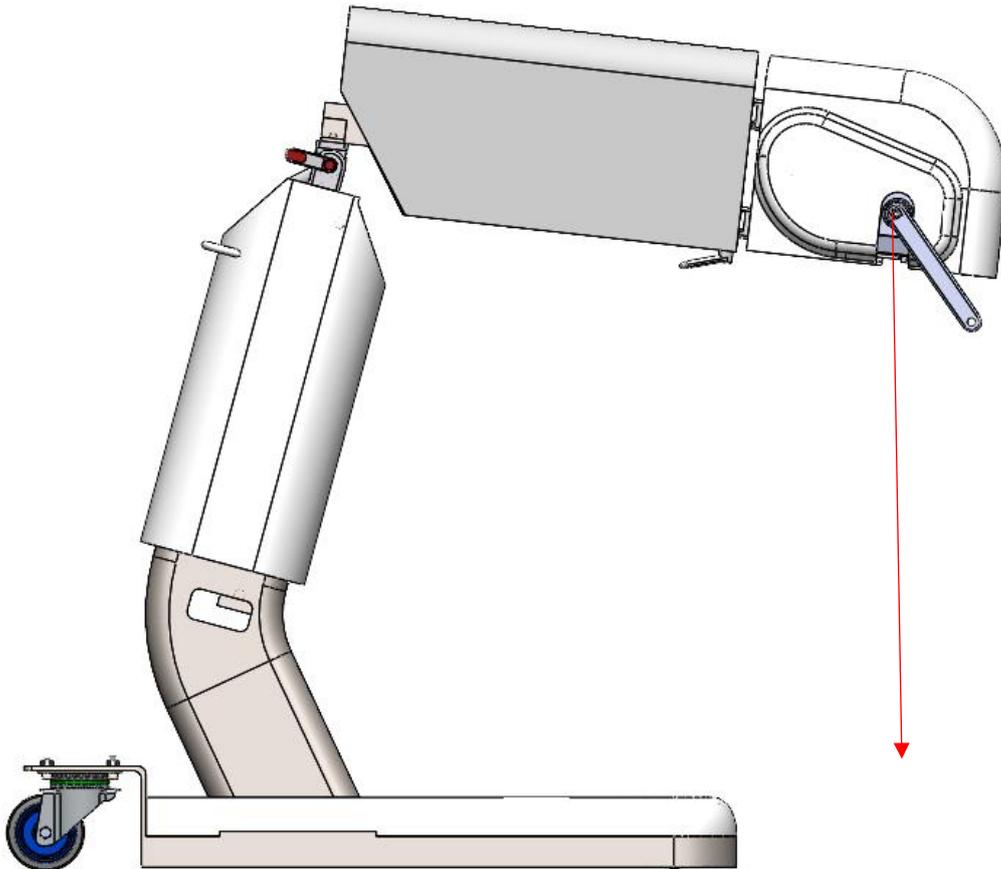


Ilustración 7 Representación de la carga en el modelo

$$M_f = 1300N \times 0,7m = 910Nm$$

$$F_n = 1300N$$

$$\sum F_{\text{punto más débil}} = M_f + F_n = 2210N$$

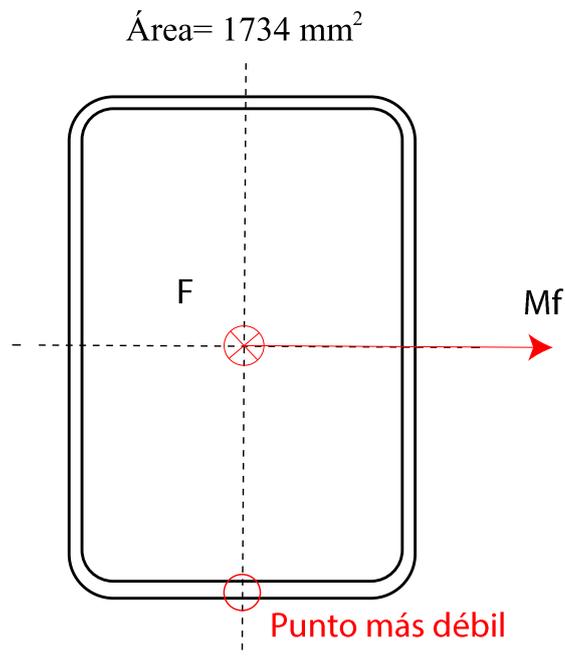
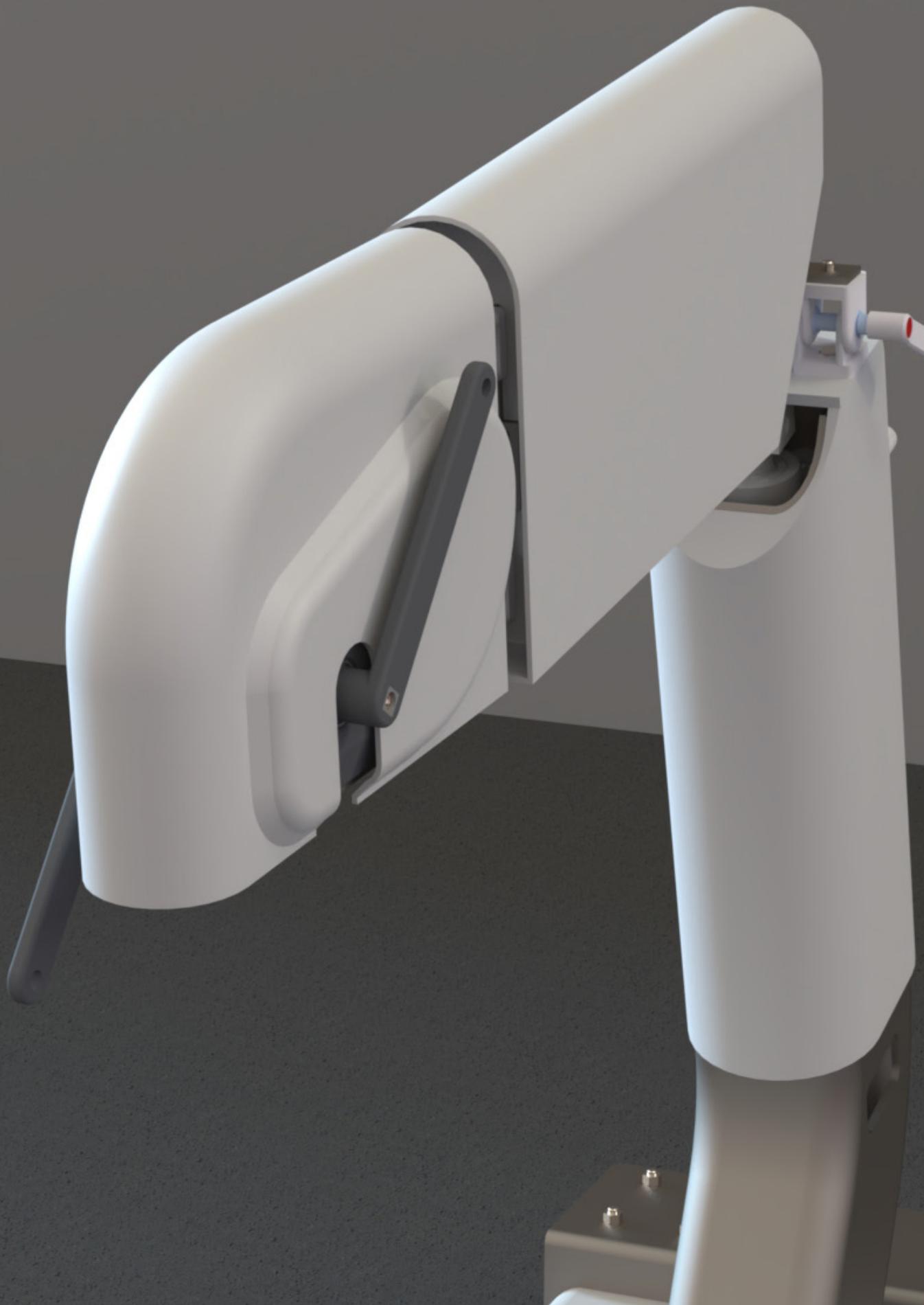


Ilustración 8 Representación de la carga en la sección

$$\tau = \frac{\Sigma F}{A} = \frac{2210 \text{ N}}{1735 \text{ mm}^2} = 1,27 \text{ Mpa}$$

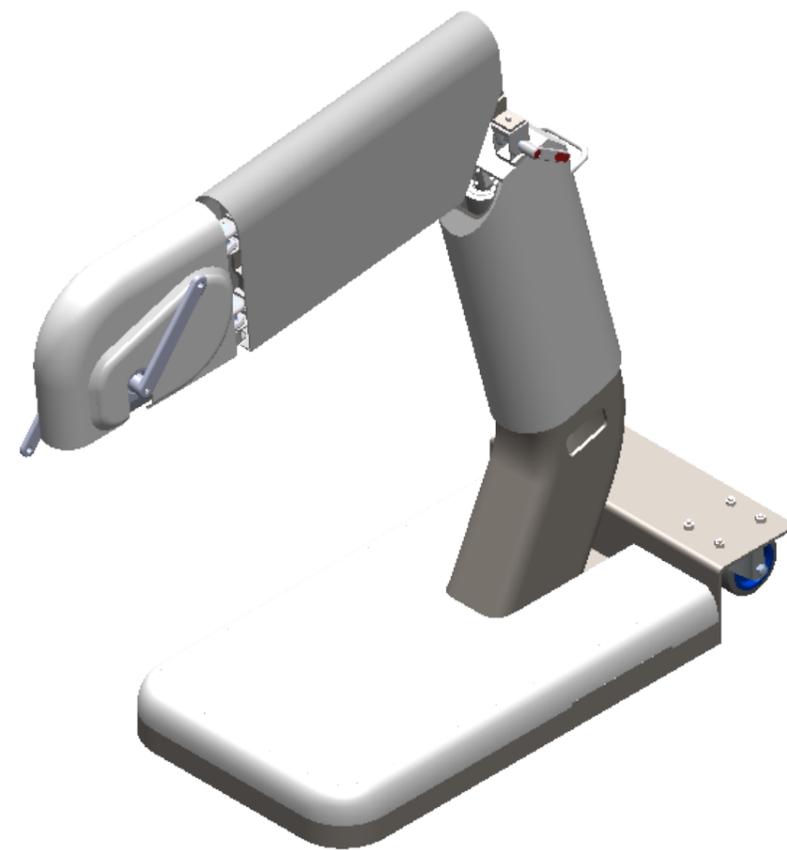
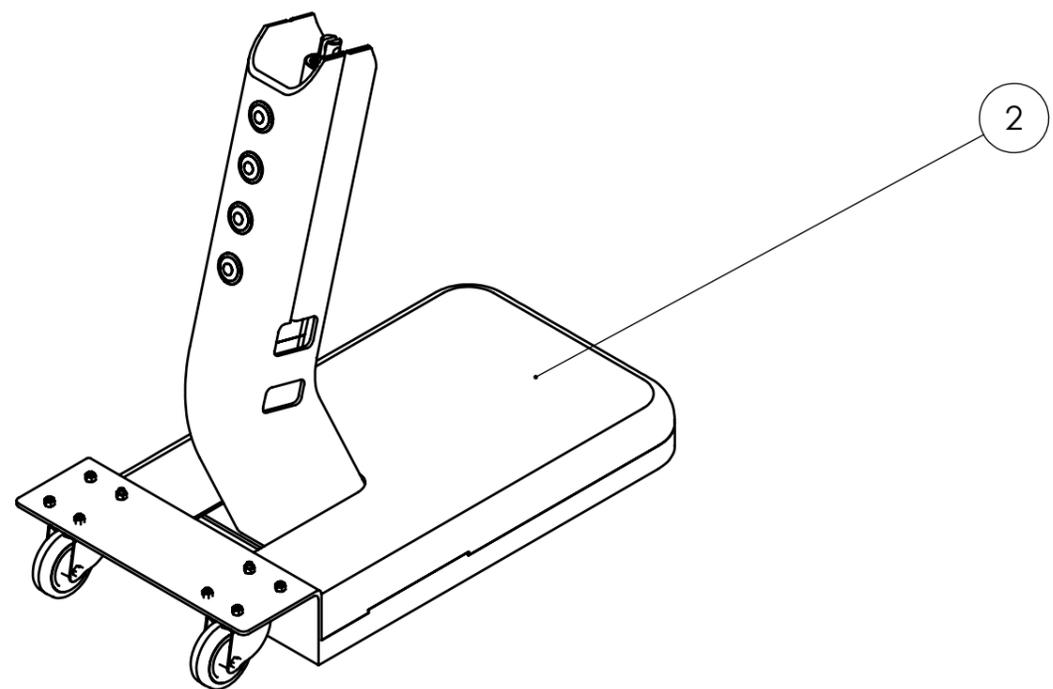
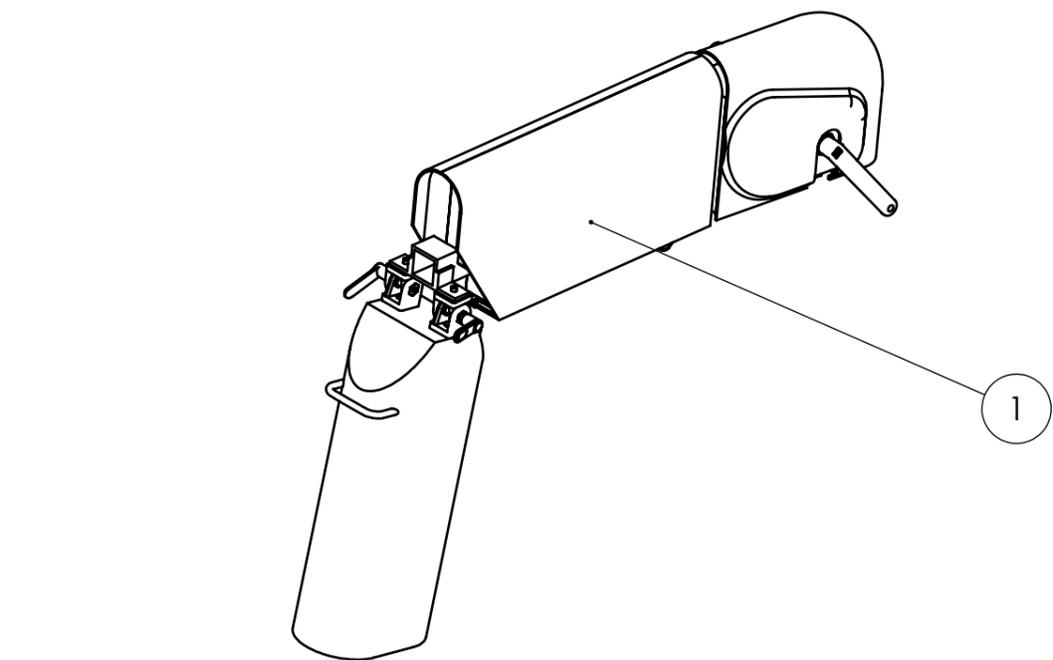
La tensión que soporta el punto mas débil, como se observa en la ilustración 8, tiene que soportar una carga de 1,27 Mpa, que sabiendo que se trata de un acero de baja aleación, se puede concluir que la soportara.

VOLUMEN III: *Planos*

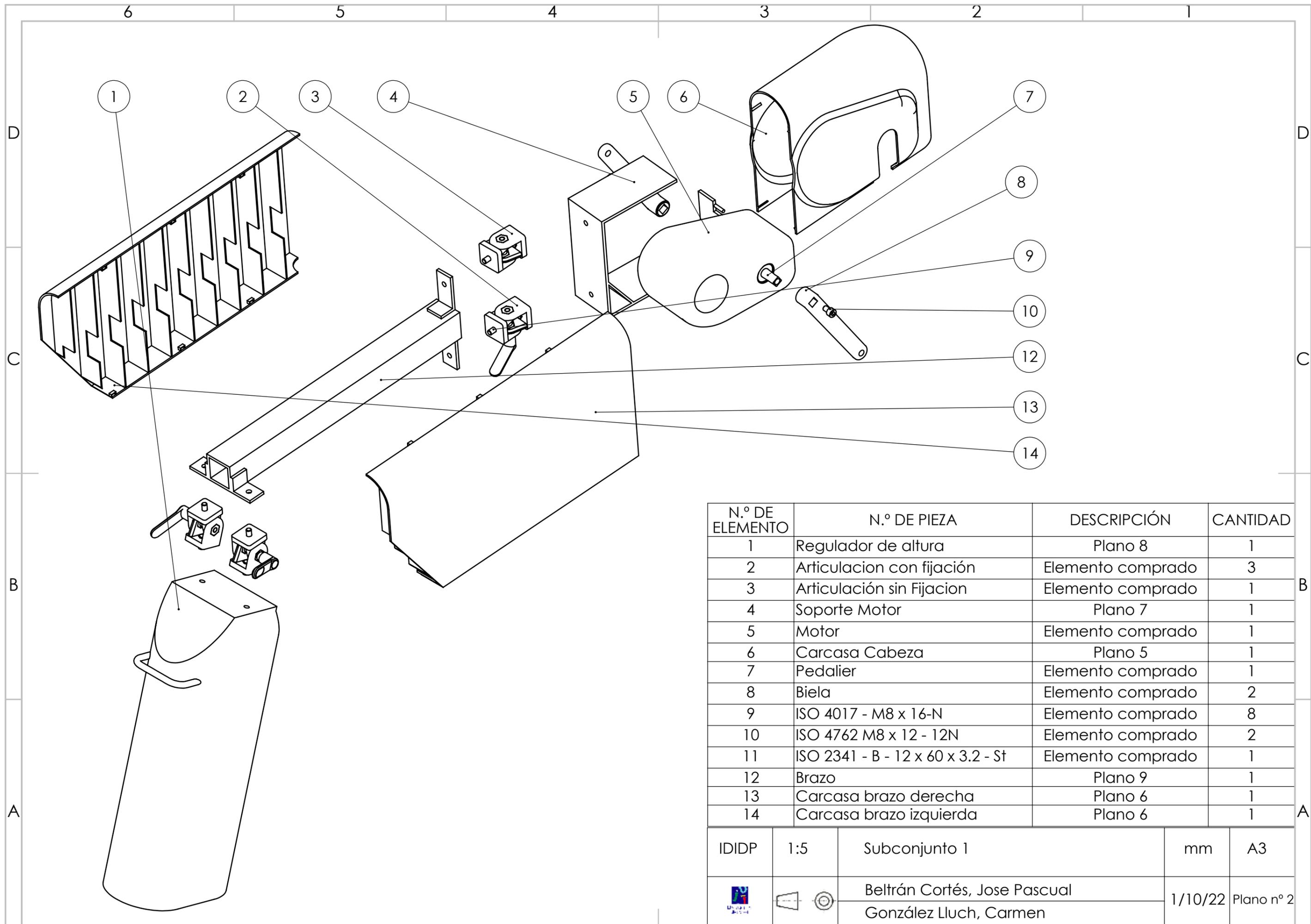


ÍNDICE

1. Plano de Conjunto	3
2. Plano Explosionado Subconjunto 1	5
3. Plano Explosionado Subconjunto 2	7
4. Plano Base	9
5. Plano Carcasa del Motor	11
6. Plano Carcasa Brazo	13
7. Plano Soporte Motor	15
8. Plano Regulador de Altura	17
9. Plano Brazo	19
10. Plano Carcasa Inferior	21

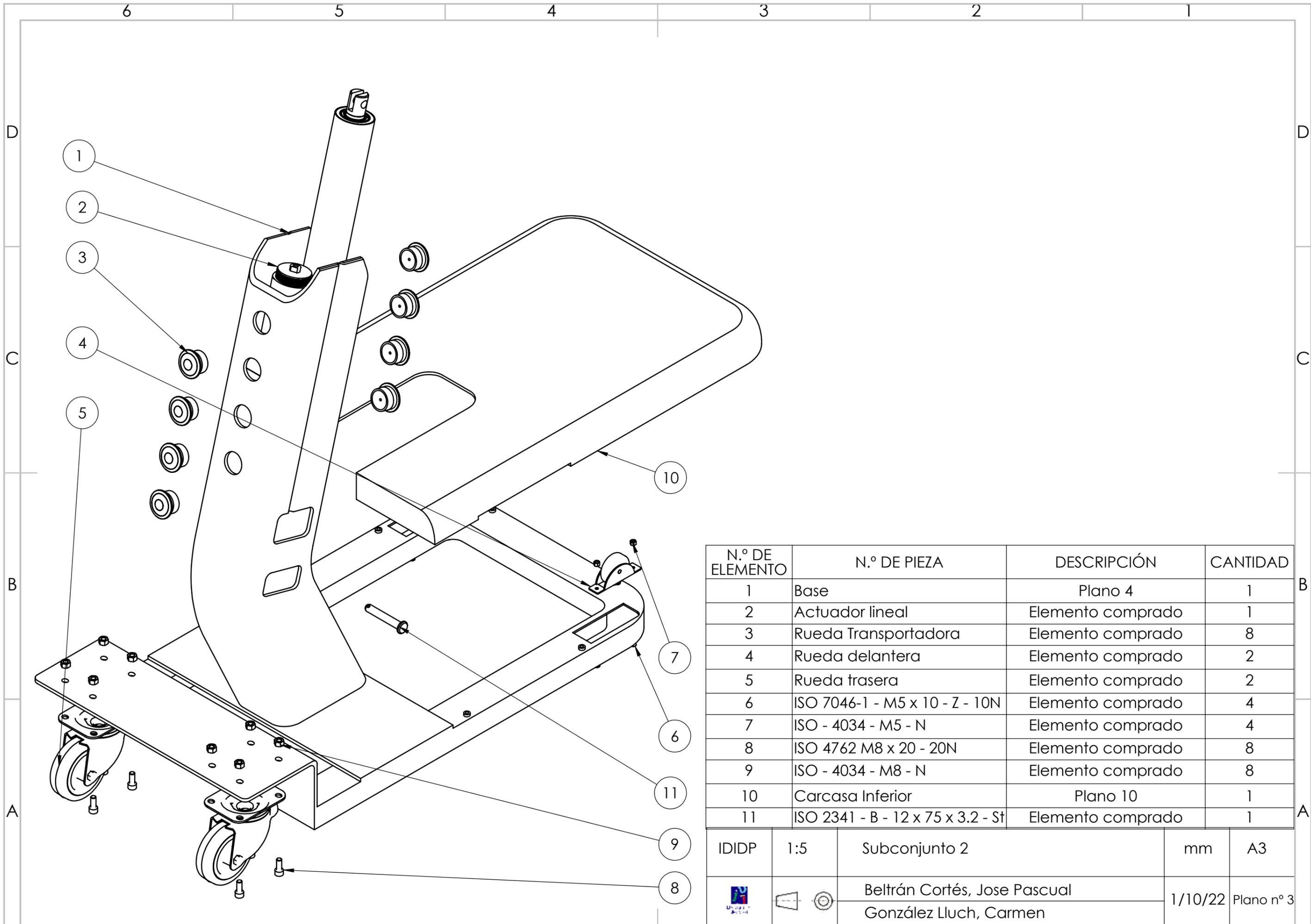


Número		Elemento	Plano	
1		Subconjunto 1	2	
2		Subconjunto 2	3	
IDIDP	1:10	Plano Conjunto	mm	A3
  		Beltrán Cortés, Jose Pascual González Lluch, Carmen	1/10/22	Plano nº 1



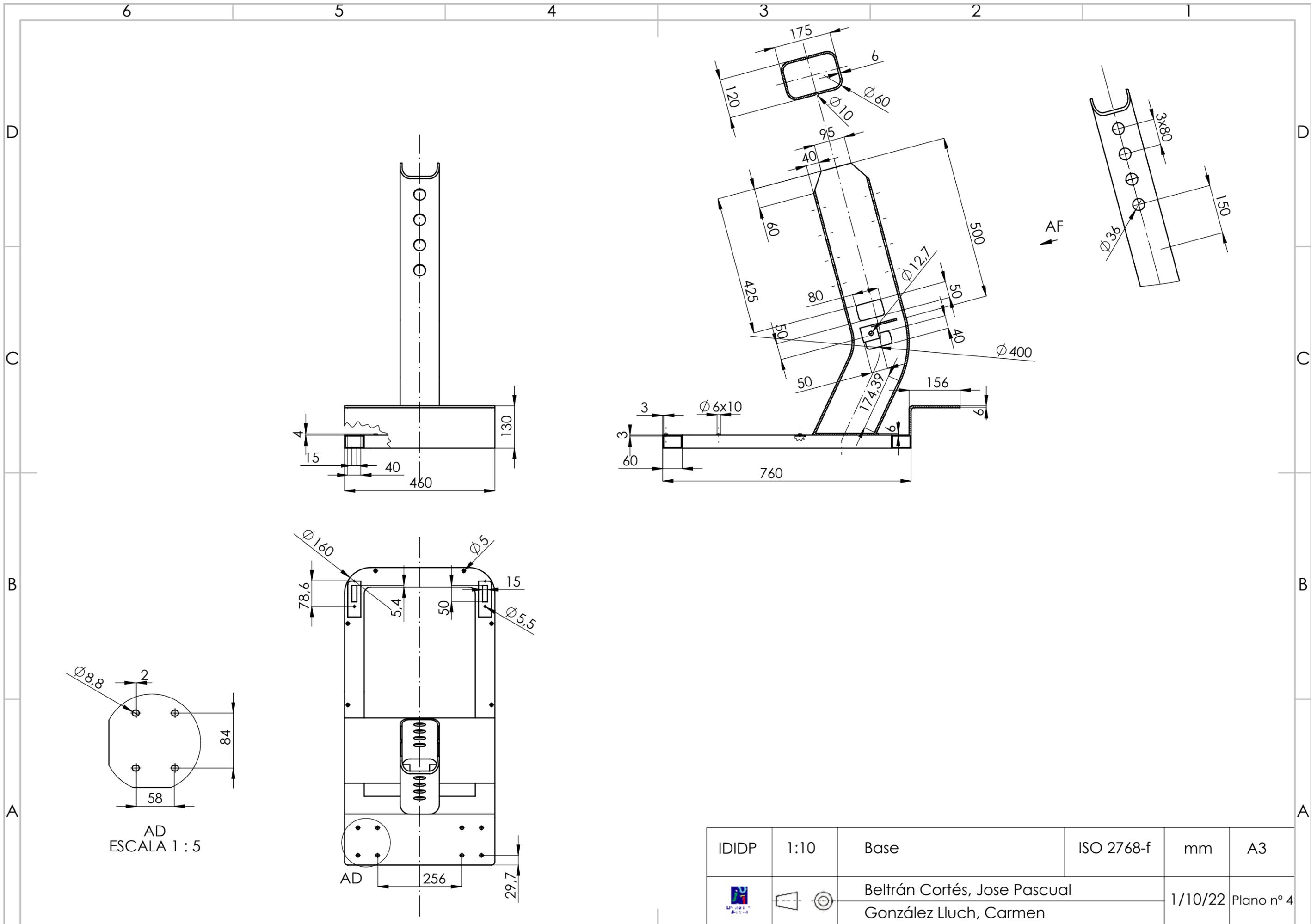
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Regulador de altura	Plano 8	1
2	Articulacion con fijación	Elemento comprado	3
3	Articulación sin Fijacion	Elemento comprado	1
4	Soporte Motor	Plano 7	1
5	Motor	Elemento comprado	1
6	Carcasa Cabeza	Plano 5	1
7	Pedaliar	Elemento comprado	1
8	Biela	Elemento comprado	2
9	ISO 4017 - M8 x 16-N	Elemento comprado	8
10	ISO 4762 M8 x 12 - 12N	Elemento comprado	2
11	ISO 2341 - B - 12 x 60 x 3.2 - St	Elemento comprado	1
12	Brazo	Plano 9	1
13	Carcasa brazo derecha	Plano 6	1
14	Carcasa brazo izquierda	Plano 6	1

IDIDP	1:5	Subconjunto 1	mm	A3
		Beltrán Cortés, Jose Pascual González Lluch, Carmen	1/10/22	Plano nº 2



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Base	Plano 4	1
2	Actuador lineal	Elemento comprado	1
3	Rueda Transportadora	Elemento comprado	8
4	Rueda delantera	Elemento comprado	2
5	Rueda trasera	Elemento comprado	2
6	ISO 7046-1 - M5 x 10 - Z - 10N	Elemento comprado	4
7	ISO - 4034 - M5 - N	Elemento comprado	4
8	ISO 4762 M8 x 20 - 20N	Elemento comprado	8
9	ISO - 4034 - M8 - N	Elemento comprado	8
10	Carcasa Inferior	Plano 10	1
11	ISO 2341 - B - 12 x 75 x 3.2 - St	Elemento comprado	1

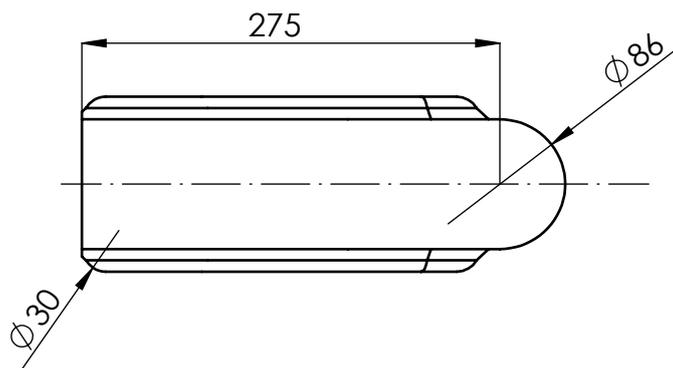
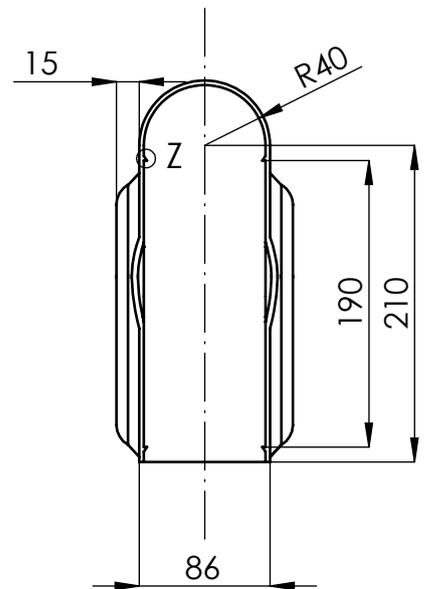
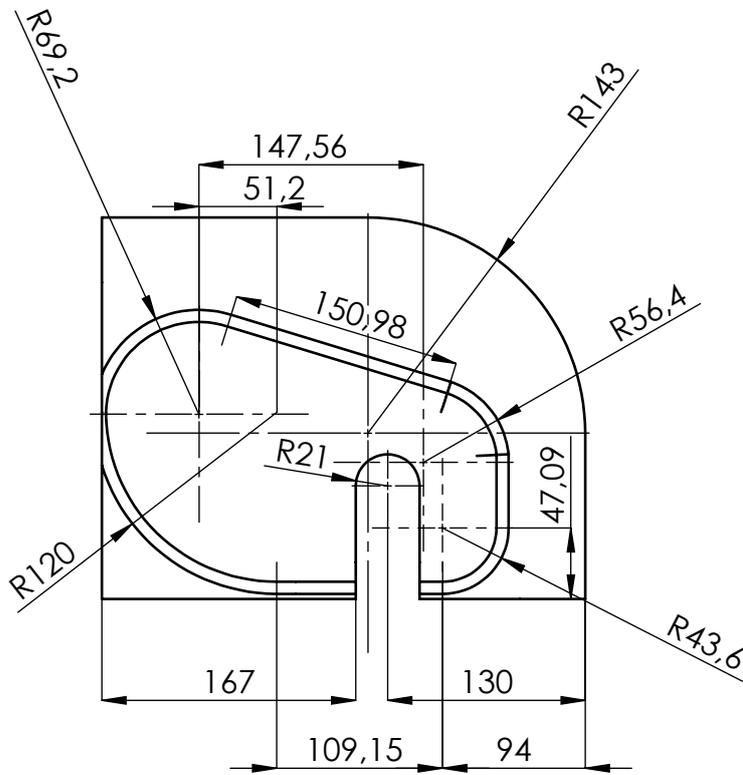
IDIDP	1:5	Subconjunto 2	mm	A3
		Beltrán Cortés, Jose Pascual	1/10/22	Plano nº 3
		González Lluch, Carmen		



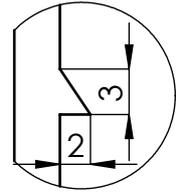
AD
ESCALA 1 : 5

AD

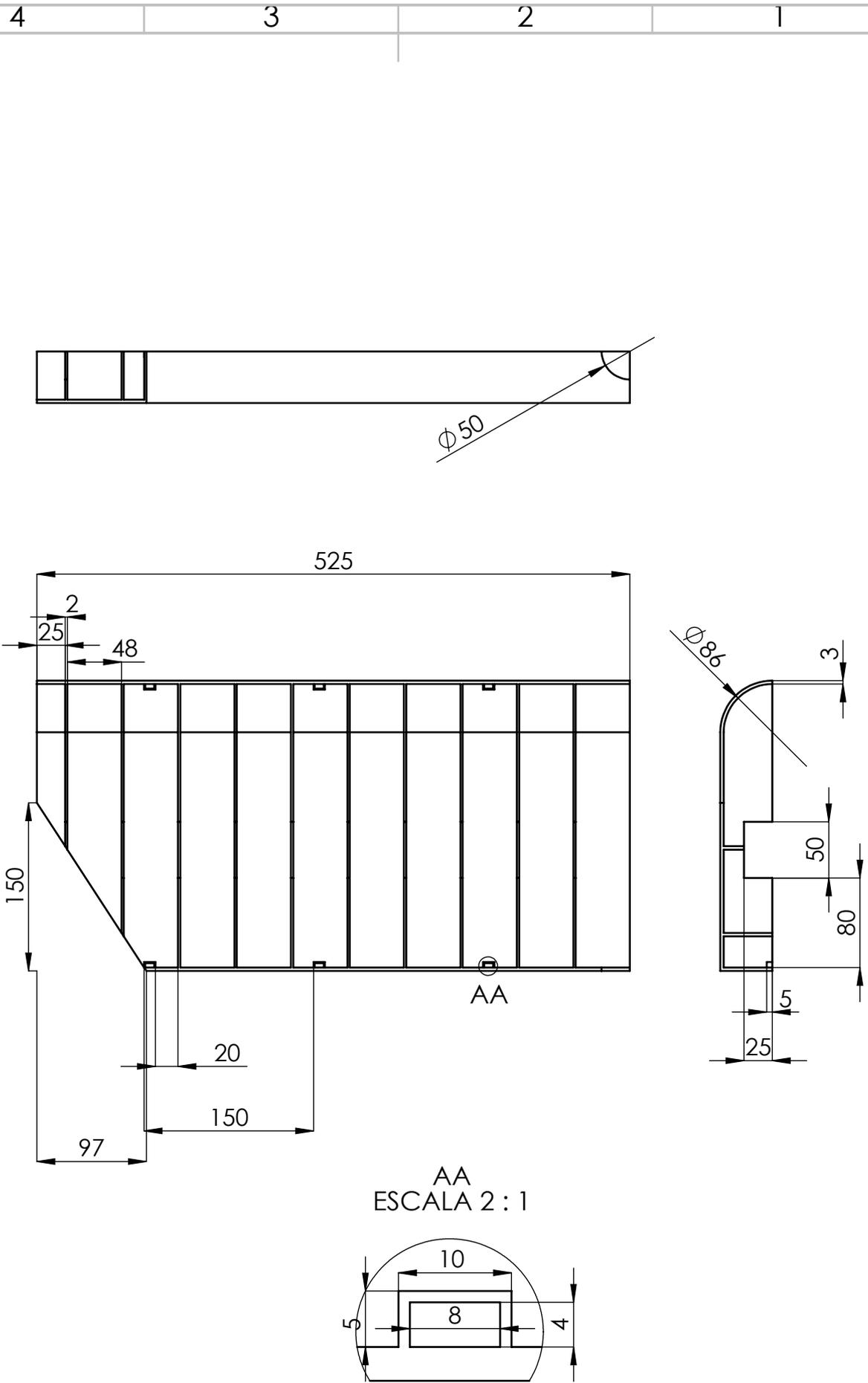
IDIDP	1:10	Base	ISO 2768-f	mm	A3
		Beltrán Cortés, Jose Pascual		1/10/22	Plano nº 4
		González Lluch, Carmen			



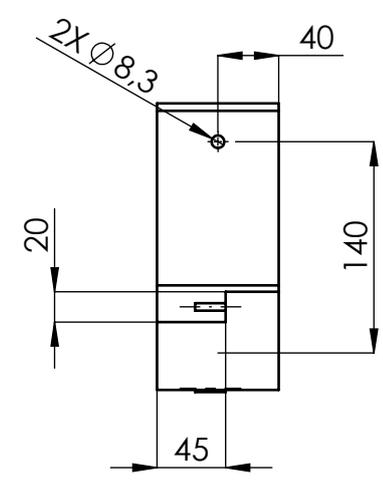
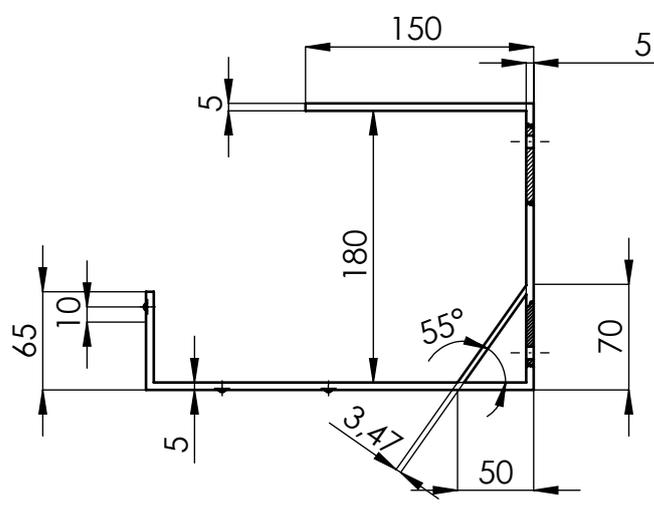
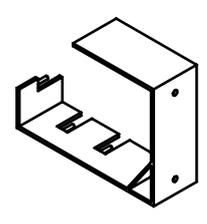
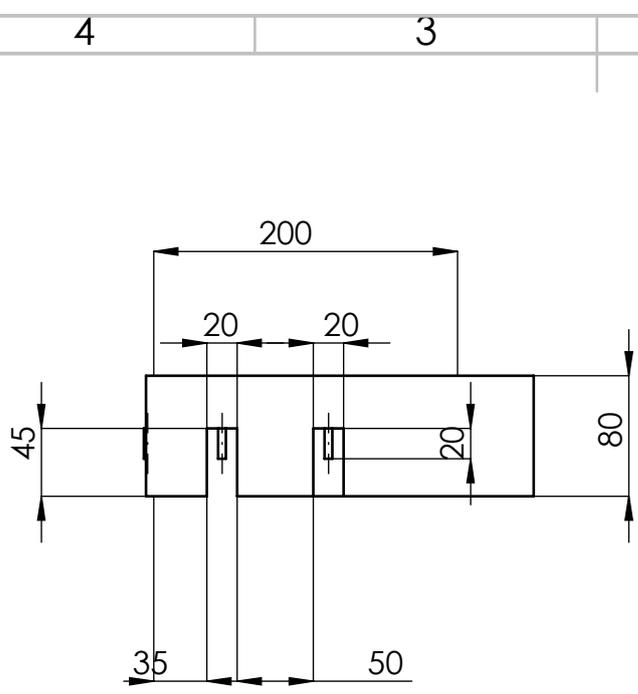
Z
ESCALA 2 : 1



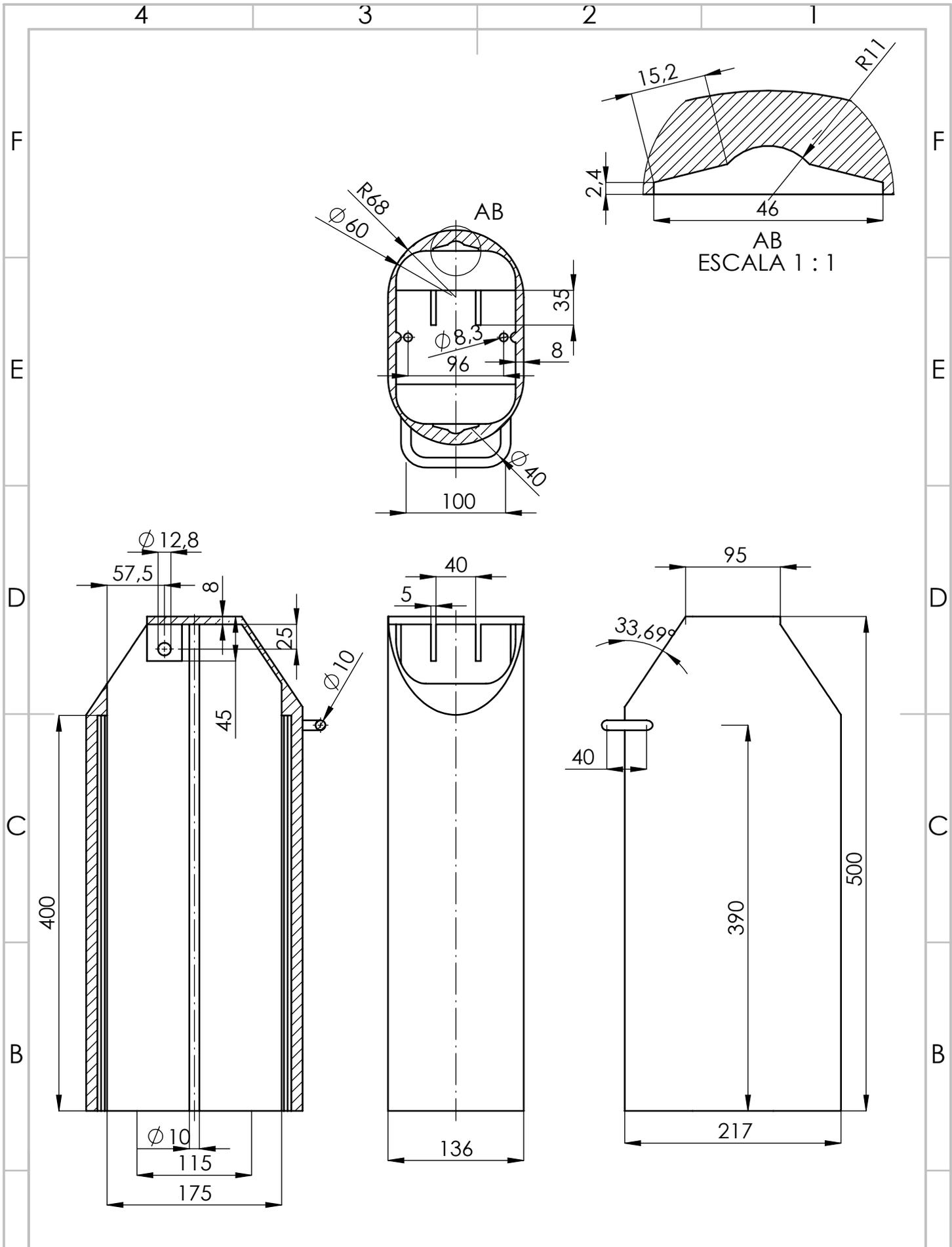
A	IDIDP	1:5	Carcasa Motor	ISO 2768-f	mm	A4	A
			Beltrán Cortés, Jose Pascual González Lluch, Carmen		8/10/22	Plano nº 5	



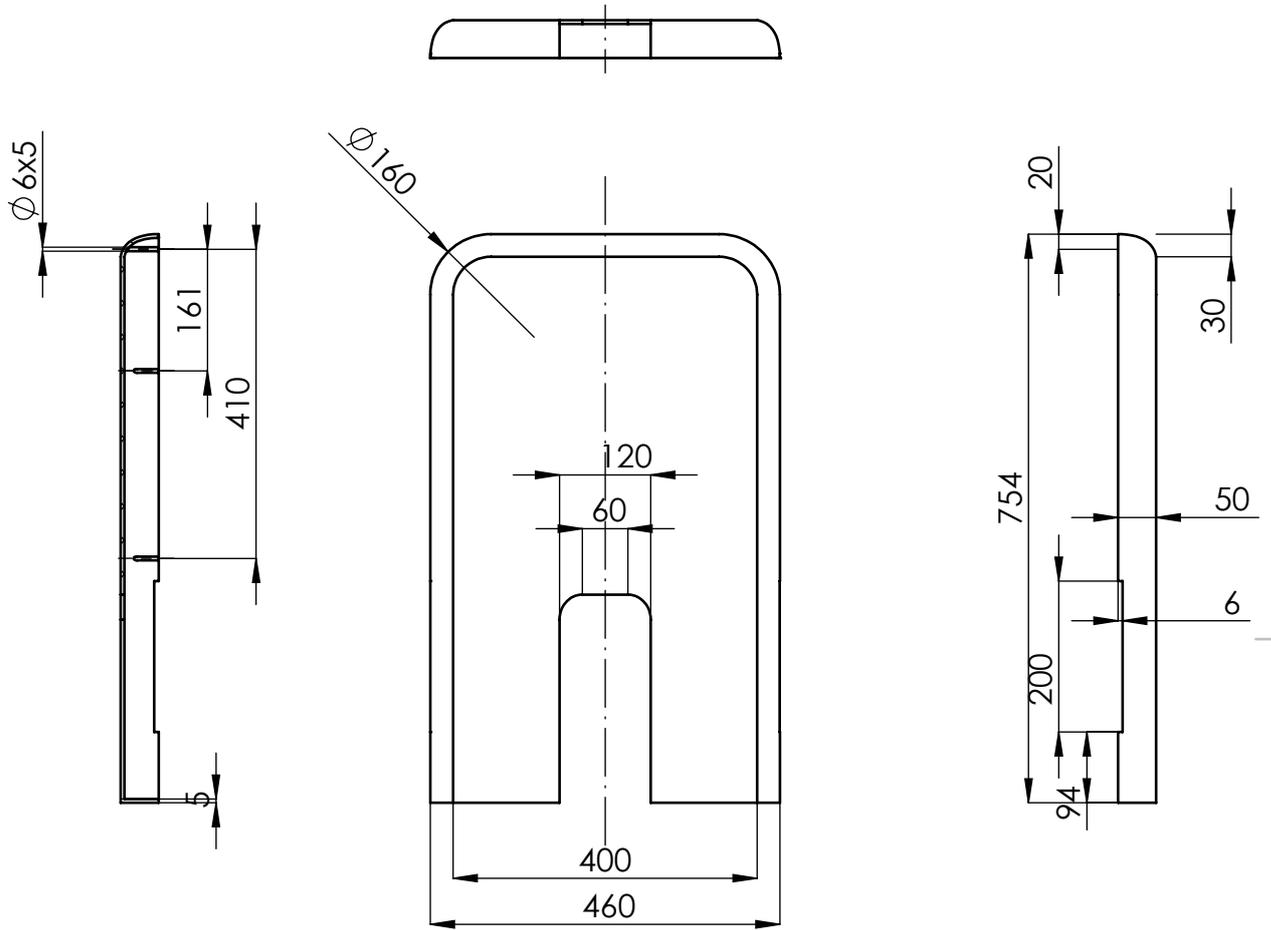
A	IDIDP	1:5	Carcasa Brazo	ISO 2768-f	mm	A4	A
			Beltrán Cortés, Jose Pascual González Lluch, Carmen		8/10/22	Plano nº 6	

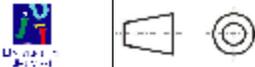


A	IDIDP	1:5	Soporte Motor	ISO 2768-f	mm	A4	A
			Beltrán Cortés, Jose Pascual González Lluch, Carmen		8/10/22	Plano nº 7	

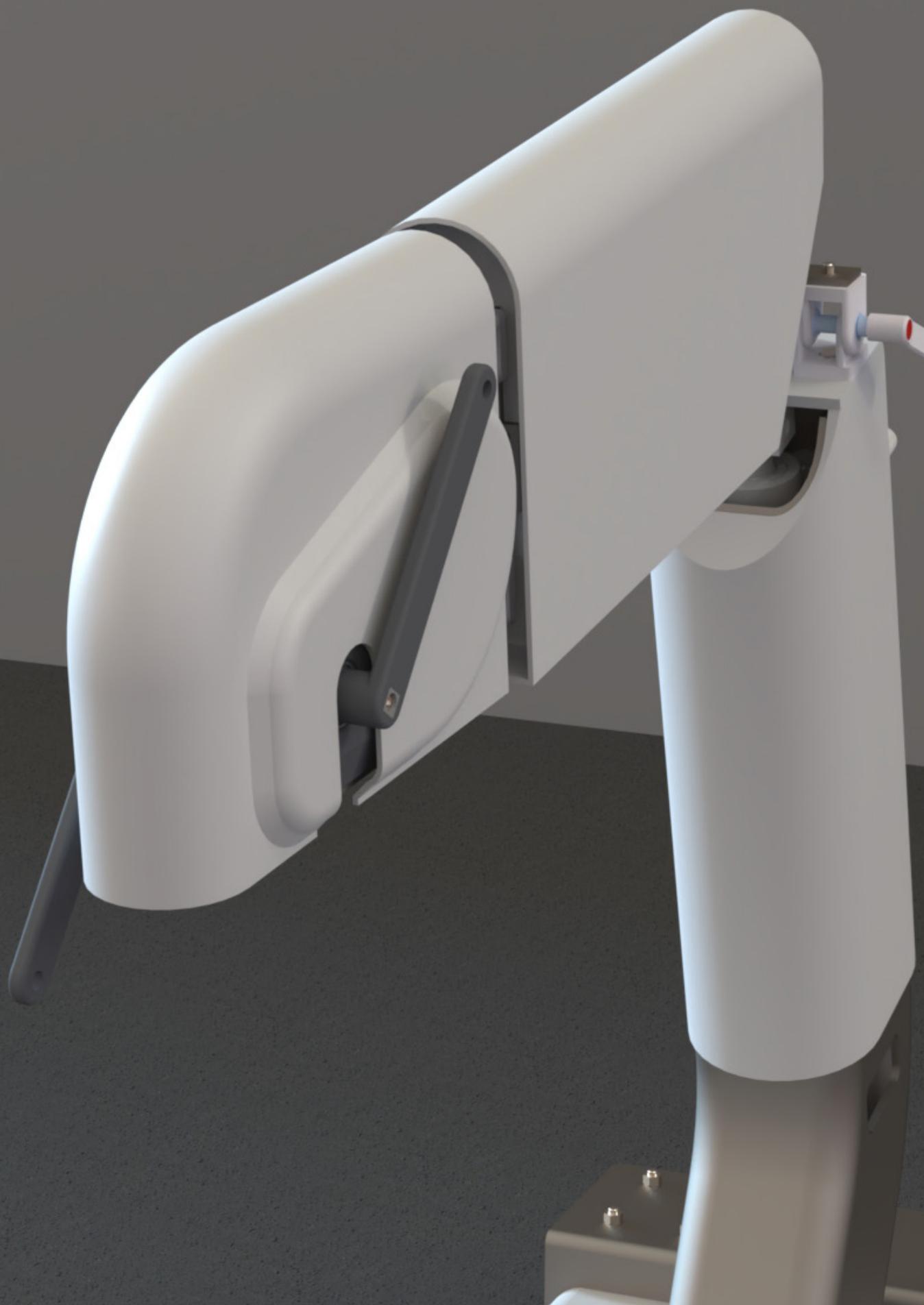


A	IDIDP	1:10	Regulador de altura	ISO 2768-f	mm	A4	A
			Beltrán Cortés, Jose Pascual González Lluch, Carmen		8/10/22	Plano nº 8	



A	IDIDP	1:10	Carcasa inferior	ISO 2768-f	mm	A4	A
	Beltrán Cortés, Jose Pascual González Lluch, Carmen			8/10/22	Plano nº 10		

VOLUMEN IV: *Pliego de condiciones*



Índice

1.	Condiciones generales.....	3
1.1	Objeto del producto	3
1.2	Especificaciones generales	3
2.	Elementos constituyentes.....	3
2.1.	Elementos comprados	3
2.1.1.	Ruedas traseras	3
2.1.2.	Ruedas delanteras.....	4
2.1.3.	Actuador lineal.....	5
2.1.4.	Bolas de transporte.....	5
2.1.5.	Articulaciones.....	6
2.1.6.	Motor	7
2.1.7.	Bielas	7
2.1.8.	Pedales	8
2.1.9.	Controlador	8
2.2.	Elementos fabricados.....	9
2.2.1.	Base	9
2.2.2.	Carcasa inferior	9
2.2.3.	Regulador de altura	9
2.2.4.	Brazo	9
2.2.5.	Carcasa brazo.....	10
2.2.6.	Soporte motor	10
2.2.7.	Carcasa del motor	10
3.	Materiales seleccionados	11
3.1	Acero de Baja aleación	11
3.2	Polipropileno.....	17
4.	Fabricación.....	21
4.1.	Tronzado	21
4.2.	Doblado	21
4.3.	Troquelado	22
4.4.	Soldadura MIG	22
4.5.	Extrusionado	23
4.6.	Fresado.....	23
4.7.	Termoconformado	24
4.8.	Inyección de plásticos.....	24

1. Condiciones generales

1.1 Objeto del producto

El objeto que se va a tratar es un pedaleador con asistencia, ajustable en los tres ejes y que permite la rehabilitación de pacientes de cuidados intensivos. Este pedaleador posee la característica de ser más fácil de transportar y de ajustar a los requisitos del paciente. Además, permite que los pacientes que no tienen la capacidad de mover el pedaleador, sea este el que mueva sus piernas.

1.2 Especificaciones generales

Tabla 1 Especificaciones técnicas

Superficie total	1,413 m ²
Altura total	1110 mm
Anchura total	460 mm
Profundidad total	1273 mm
Volumen total	0,018 m ³

2. Elementos constituyentes

2.1. Elementos comprados

2.1.1. Ruedas traseras

Rueda giratoria con Dispositivo de bloqueo total (rojo) o Bloqueo de dirección (verde) con neumáticos de poliuretano de aprox. 95 Shore A u opcionalmente con neumáticos de caucho termoplástico amortiguador de aprox. 85 Shore A. Carcasa y cuerpo de la rueda de plástico de alta calidad, cojinetes de bolas de precisión como cojinetes giratorios y de la rueda. En la Ilustración 1 se puede observar la rueda, y en la tabla 2 sus datos.



Ilustración 1 Rueda trasera Proroll

Tabla 2

mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	Rodillos Nº de pedido	Ruedas fijas Nº de pedido
100	32	137	37	M12x25				100	M 380 100 42 TK	M 380B 100 42 TK
100	32	137	37		77×67	61,5×51,5	8,5	100	M 380 100 71 TK	M 380B 100 71 TK
100	32	137	37	Perno Ø18mmx62mm de altura				100	M 380 100 18 TK	M 380B 100 71 TK
100	32	137	37	Perno Ø28mmx45mm de altura				100	M 380 100 28 TK	M 380B 100 71 TK
125	32	162	37	M12x25				100	M 380 125 42 TK	M 380B 125 42 TK
125	32	162	37		77×67	61,5×51,5	8,5	100	M 380 125 71 TK	M 380B 125 71 TK
125	32	162	37	Perno Ø18mmx62mm de altura				100	M 380 125 18 TK	M 380B 125 18 TK
125	32	162	37	Perno Ø28mmx45mm de altura				100	M 380 125 28 TK	M 380B 125 28 TK
									+cierre total	+Bloqueo de la dirección
100	32	137	37	M12x25				100	M 380T 100 42 TK	M 380R 100 42 TK
100	32	137	37		77×67	61,5×51,5	8,5	100	M 380T 100 71 TK	M 380R 100 71 TK
100	32	137	37	Perno Ø18mmx62mm de altura				100	M 380T 100 18 TK	M 380R 100 18 TK
100	32	137	37	Perno Ø28mmx45mm de altura				100	M 380T 100 28 TK	M 380R 100 28 TK
125	32	162	37	M12x25				100	M 380T 125 42 TK	M 380R 125 42 TK
125	32	162	37		77×67	61,5×51,5	8,5	100	M 380T 125 71 TK	M 380R 125 71 TK
125	32	162	37	Perno Ø18mmx62mm de altura				100	M 380T 125 18 TK	M 380R 125 18 TK
125	32	162	37	Perno Ø28mmx45mm de altura				100	M 380T 125 28 TK	M 380R 125 28 TK

2.1.2. Ruedas delanteras

Ruedas de Goma gris inyectada. Especialmente indicada para soportar cargas hasta 60 Kg por rueda. Su uso es aplicable en: pequeños muebles, camas nido, canapés, mesas de noche, cajoneras, sofás, mobiliario de decoración. En la Ilustración 2 se pueden observar sus medidas.

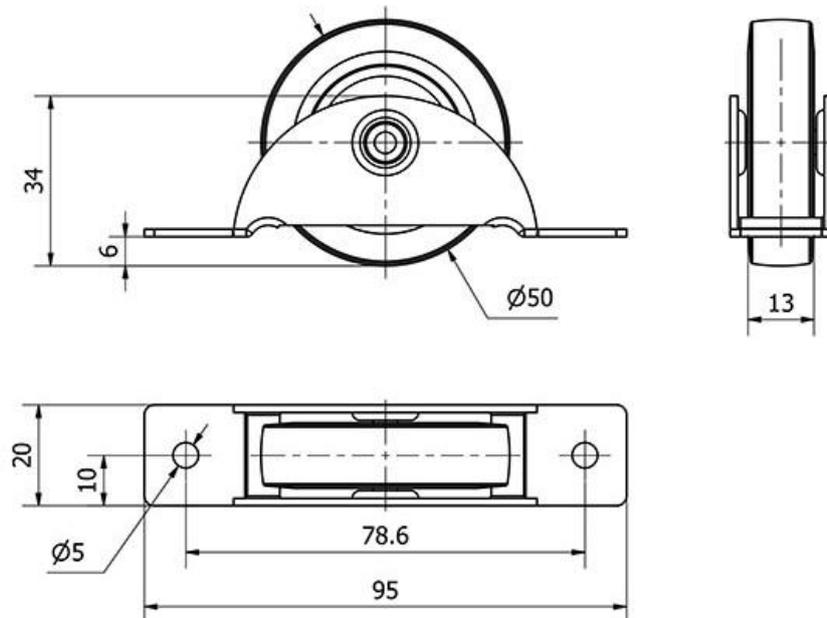


Ilustración 2 Rueda delantera

Tabla 3 Características técnicas de las bolas de transporte

Technical data and dimensions [mm]

Installation size	Max. stat. load capacity axial [N]	Inner Ø		Height		Weight stainless steel [g]	Part No.
		d1	d2	h1	h2		
515	300	24.0	31.0	21.0	9.8	22.8	BB-515B-B180-ES
515	300	24.0	31.0	21.0	9.8	22.8	BB-515B-F182-ES
522	500	36.0	45.0	30.0	9.8	66.6	BB-522B-B180-ES

Tabla 4 Características técnicas de las bolas de transporte

Tamaños	
Ø d1	24,0 mm
Ø d2	31,0 mm
h1	21,00 mm
h2	9,80 mm

2.1.5. Articulaciones

Las articulaciones creadas por la empresa Item Sinerges, sirven para articular dos elementos y a su vez poder fijarlos en una posición concreta, ya que poseen una palanca fijadora, que mediante apriete consigue mantener la articulación fija. En la Ilustración 5 se observa la planta y perfil de esta articulación.

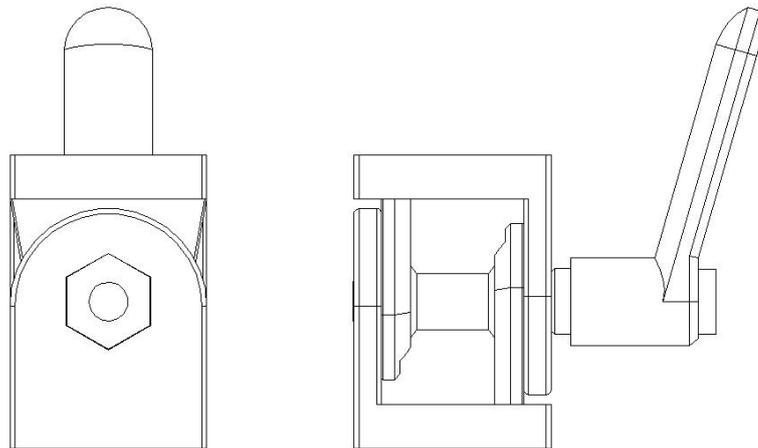


Ilustración 5 Articulación fija

2.1.6. Motor

El motor, nace originalmente con la intención de servir de ayuda para las bicicletas eléctricas comunes. Este hecho implica a su vez que está adaptado a componentes estándar, y es por ello por lo que para el pedaleador era adecuado, porque conseguía reducir el coste de este. En la siguiente imagen (Ilustración 6) se observan sus características técnicas:

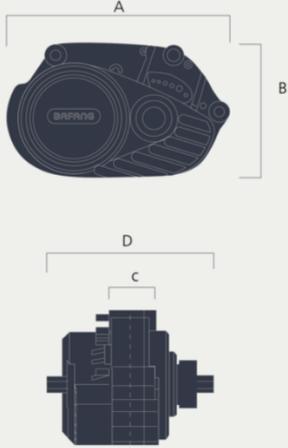
SPECIFICATIONS		DIMENSIONS									
Core Data											
Position	Mid Motor										
Wheel Diameter (Inch)	Optional										
Construction	Gear drive										
Rated Voltage (DCV)	36/43/48										
n0 (Rpm)	101/112/112										
Rated Power (W)	250										
nT(Rpm)	92/101/103										
Max Torque	80 N.m										
Efficiency (%)	≥ 80										
Pedal Sensor	Speed										
Shaft Standard	JIS										
Color	Black										
Weight (kg)	3.6										
Noise Grade (dB)	< 55										
Operating temperature	-20-45°C										
Tests & Certifications		<table border="1"> <tr> <td>Dimension A</td> <td>200 mm</td> </tr> <tr> <td>Dimension B</td> <td>121 mm</td> </tr> <tr> <td>Dimension C</td> <td>41.5 mm</td> </tr> <tr> <td>Dimension D</td> <td>150 mm</td> </tr> </table>		Dimension A	200 mm	Dimension B	121 mm	Dimension C	41.5 mm	Dimension D	150 mm
Dimension A	200 mm										
Dimension B	121 mm										
Dimension C	41.5 mm										
Dimension D	150 mm										
IP	IP X5										
Certifications	CE / EN 14764 / ROHS										
Salt Spray Test Standard(h)	96										

Ilustración 6 Características técnicas del motor

2.1.7. Bielas

Las bielas forman parte de los componentes estándar mencionados anteriormente, así que las bielas compradas finalmente son las Shimano STEPS E5010 que se adaptan perfectamente al motor.



Ilustración 7 Bielas Shimano STEPS E5010

2.1.8. Pedales

Los pedales, también son componentes estándar, pero como este producto va dirigido a las salas de cuidados intensivos, es necesario que permitan sujetar la pierna completa. Para ello, los pedales EXERPEUTIC Neurological Ortho Pedals with Binding Ratchet (Ilustración 7) cumplen la función perfectamente:



Ilustración 8 Pedales ergonómicos

2.1.9. Controlador

El controlador es una parte fundamental del pedaleador, se comprará el modelo Raspberry pi 4 model B 8 Gb (Ilustración 9). En la tabla 5 se pueden observar sus especificaciones.

Tabla 5 Especificaciones técnicas del controlador

Tipo de producto	Tablero único
Categoría	Nanoordenador
Marca	Raspberry Pi
Compatibilidad	Raspberry Pi 4
Conexión	2 x USB 3.0, 1 x GPIO, 1 x MIPI CSI, 1 x micro SD, 1 x MIPI DPI, 2 x micro HDMI, 2 x USB 2.0
Tipo de almacenamiento	8GB
Unidad central de Procesamiento (CPU)	Broadcom BCM2711, Quad-core Cortex-A72 64bit SoC@ 1,5GHz, ARM v8
Alimentación	5V DC via USB-C, 5V DC via GPIO, Compatible PoE (requiere una tapa separada para PoE)



Ilustración 9 Raspberry pi 4 model B 8 Gb

2.2. Elementos fabricados

2.2.1. Base

Nombre: Base
Cantidad: 1
Material: Acero de baja
aleación AISI4140

1. Doblado de perfiles
2. Troquelado
3. Soldadura MIG
4. Doblado de pletina
5. Soldadura MIG
6. Extrusionado de perfil especial (requiere molde especial)
7. Doblado
8. Fresado



2.2.2. Carcasa inferior

Nombre: Carcasa inferior
Cantidad: 1
Material: Polipropileno

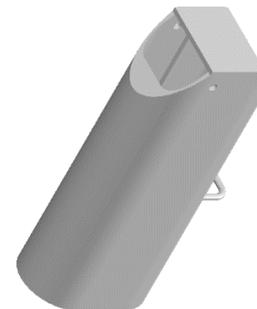
1. Termoconformado de láminas. (conformado al vacío con molde positivo)



2.2.3. Regulador de altura

Nombre: Regulador de altura
Cantidad: 1
Material: Acero de baja
aleación AISI4140

1. Extrusionado de perfil especial (requiere molde especial)
2. Soldadura MIG



2.2.4. Brazo

Nombre: Brazo
Cantidad: 1
Material: Acero de baja
aleación AISI4140

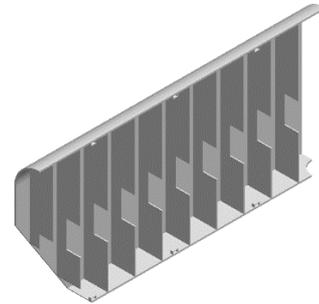
1. Tronzado
2. Soldadura MIG



2.2.5. Carcasa brazo

Nombre: Carcasa Brazo
Cantidad: 2
Material: Polipropileno

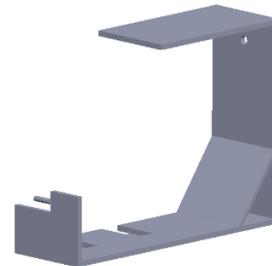
1. Moldeado de plástico por inyección.



2.2.6. Soporte motor

Nombre: Soporte Motor
Cantidad: 1
Material: Acero de baja aleación AISI4140

1. Doblado de pletinas
2. Troquelado
3. Soldadura MIG



2.2.7. Carcasa del motor

Nombre: Carcasa Motor
Cantidad: 1
Material: Polipropileno

1. Moldeado de plástico por inyección.



3. Materiales seleccionados

Como se ha expuesto en la memoria, los materiales seleccionados para la fabricación de las piezas son el acero de baja aleación y el PP (Polipropileno). A continuación, se adjuntarán las propiedades más interesantes. Esta información ha sido extraído de el programa GRANTA Edu Pack:

3.1 Acero de Baja aleación

El hierro puro es un material blando. Si se le añade carbono y se trata bien térmicamente, se puede obtener un material casi tan duro y quebradizo como el cristal, o dúctil y resistente como la chapa para calderas. Tratar térmicamente significa calentar el acero a unos 800 °C para disolver el carbono y, a continuación, templearlo (enfriarlo rápidamente) y posteriormente hacer un tratamiento de revenido (menor calentamiento) para aliviar tensiones. El temple del acero lo convierte en un material duro y quebradizo debido a la formación de martensita. Templando poco a poco el metal se restablece la resistencia y disminuye la dureza. El control del tiempo y temperatura del tratamiento de revenido permite controlar las propiedades finales. Un 1% de carbono puede cambiar mucho las propiedades, pero la velocidad de enfriamiento inicial tiene que ser rápida (mayor de 200 °C/segundo para los aceros al carbono). No hay ninguna dificultad en la conseguir la transformación de la superficie de una pieza a martensita, pero el interior se enfría más lentamente ya que el calor tiene que atravesar el material. Si el espesor de la pieza es mayor que unos milímetros, tenemos un problema: el interior no se enfría lo suficientemente rápido. El problema se supera con aleantes. Al añadir un poco de manganeso (Mn), níquel (Ni), molibdeno (Mo), o cromo (Cr) la velocidad de enfriamiento crítica disminuye, permitiendo endurecer y templear piezas más espesas. Agregando algo de vanadio (V) se consigue una fina dispersión de los carburos que aportan dureza, manteniendo la resistencia y ductilidad. Los aceros al cromo-molibdeno como el AISI4140 se utilizan para tubos de aeronaves y otras piezas de alta resistencia. Los aceros al cromo-vanadio se utilizan para cigüeñales, ejes de hélices y herramientas de alta calidad. Los aceros aleados para este propósito se llaman aceros de baja aleación, y la propiedad fundamental que tienen es la alta templabilidad.

Propiedades generales

Densidad	7,8e3		
	kg/m ³		
Precio	* 0,725	-	0,779
	EUR/kg		
Fecha de primer uso ("- significa AC)	1930		

Propiedades mecánicas

Módulo de Young	200	-	210	GPa
Módulo de cortante	77	-	85	GPa
Módulo en volumen	160	-	180	GPa
Coefficiente de Poisson	0,28	-	0,29	
Límite elástico	469	-	1,6e3	MPa
Resistencia a tracción	699	-	1,8e3	MPa
Resistencia a compresión	* 479	-	1,61e3	MPa

Elongación strain	8	-	24	%
Dureza-Vickers	215	-	515	HV
Resistencia a fatiga para 10^7 ciclos	* 334	-	651	MPa
Tenacidad a fractura	* 30	-	106	MPa.m ^{0.5}
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 2,4e-4	-	7,6e-4	
Propiedades térmicas				
Punto de fusión	1,41e3	-	1,52e3	°C
Máxima temperatura en servicio	* 415	-	530	°C
Mínima temperatura en servicio	* -66,2	-	-35,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen conductor			
Conductividad térmica	* 35	-	52,1	W/m.°C
Calor específico	* 440	-	520	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	11	-	13	µstrain/°C
Propiedades eléctricas				
¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen conductor			
Resistividad eléctrica	* 15	-	34	µohm.cm
Propiedades ópticas				
Transparencia	Opaco			
Material Crítico				
¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No			
Procesabilidad				
Colabilidad	1	-	2	
Conformabilidad	3	-	4	
Mecanizabilidad	3	-	4	
Soldabilidad	5			
Aptitud a soldeo o brazing	5			
Durabilidad: Agua y disoluciones acuosas				
Agua dulce	Aceptable			
Agua salada	Uso limitado			
Suelos ácidos (turba)	Aceptable			
Suelos alcalinos (arcilla)	Aceptable			
Vino	Inaceptable			
Durabilidad: ácidos				
Ácido acético (10%)	Uso limitado			
Ácido acético (glacial)	Inaceptable			
Ácido cítrico (10%)	Inaceptable			
Ácido clorhídrico (10%)	Inaceptable			
Ácido clorhídrico (36%)	Inaceptable			
Ácido fluorhídrico (40%)	Inaceptable			
Ácido nítrico (10%)	Inaceptable			
Ácido nítrico (70%)	Inaceptable			
Ácido fosfórico (10%)	Inaceptable			
Ácido fosfórico (85%)	Inaceptable			
Ácido sulfúrico (10%)	Inaceptable			

Ácido sulfúrico (70%)	Inaceptable
Durabilidad: bases	
Hidróxido de sodio (10%)	Aceptable
Hidróxido de sodio (60%)	Aceptable
Durabilidad: gasolinas, aceites y solventes	
Acetato de amilo	Excelente
Benceno	Excelente
Tetracloruro de carbono	Excelente
Cloroformo	Excelente
Diesel	Excelente
Lubricantes	Excelente
Parafinas, keroseno	Excelente
Petróleo (gasolina)	Excelente
Siliconas líquidas	Excelente
Toluenos	Excelente
Terpenos	Excelente
Aceites vegetales (general)	Excelente
Gasolina Blanca	Excelente
Durabilidad : alcohol, aldehídos, cetonas	
Acetaldehídos	Uso limitado
Acetona	Excelente
Etanol	Aceptable
Etilenglicol	Aceptable
Formaldehído	Inaceptable
Glicerol	Excelente
Metanol	Aceptable
Durabilidad: halógenos y gases	
Cloro seco (gas)	Aceptable
Flúor (gas)	Aceptable
O ₂ (oxígeno gas)	Uso limitado
Dióxido de azufre (gas)	Aceptable
Durabilidad: entornos construidos	
Atmósfera industrial	Uso limitado
Atmósfera rural	Aceptable
Atmósfera marina	Uso limitado
Radiación UV (luz solar)	Excelente
Durabilidad: Inflamabilidad	
Inflamabilidad	No inflamable
Durabilidad: ambiente térmico	
Tolerancia a temperaturas criogénicas	Inaceptable
Tolerancia hasta 150°C (302 F)	Excelente
Tolerancia hasta 250°C (482 F)	Excelente
Tolerancia hasta 450°C (842 F)	Excelente
Tolerancia hasta 850°C (1562 F)	Inaceptable
Tolerancia a mas de 850°C (1562 F)	Inaceptable
Producción de materia prima: CO₂, energía y agua	
Contenido en energía, producción primaria	29,5 - 32,6 MJ/kg
Huella de CO ₂ , producción primaria	2,37 - 2,61 kg/kg

Agua consumida	* 47	- 52	l/kg
Procesado de material: energía			
Energía en fundición	* 10,6	- 11,7	MJ/kg
Energía de extrusión, laminado en hoja	* 16,3	- 18	MJ/kg
Energía de perfilado, forja	* 8,28	- 9,13	MJ/kg
Energía de trefilado	* 60,3	- 66,5	MJ/kg
Energía en sinterización	* 37,1	- 40,9	MJ/kg
Energía de vaporización	* 1,14e4	- 1,26e4	MJ/kg
Energía de desbaste (p/u peso eliminado)	* 1,68	- 1,85	MJ/kg
Energía de mecanizado final (p/u peso eliminado)	* 12,5	- 13,7	MJ/kg
Energía de lijado (p/u peso eliminado)	* 24,5	- 27	MJ/kg
Energía en el procesado no convencional (p/u peso eliminado)	* 114	- 126	MJ/kg
Procesado de material: huella de CO2			
CO2 en colada	* 0,793	- 0,875	kg/kg
CO2 en extrusión, laminado en hoja	* 1,22	- 1,35	kg/kg
CO2 en perfilado, forja	* 0,621	- 0,684	kg/kg
CO2 en trefilado	* 4,52	- 4,99	kg/kg
CO2 en sinterización	* 2,97	- 3,27	kg/kg
CO2 en vaporización	* 858	- 946	kg/kg
CO2 en desbaste (p/u peso eliminado)	* 0,126	- 0,139	kg/kg
CO2 en mecanizado final (p/u peso eliminado)	* 0,935	- 1,03	kg/kg
CO2 en lijado (p/u peso eliminado)	* 1,84	- 2,02	kg/kg
CO2 en procesado no convencional (p/u peso eliminado)	* 8,58	- 9,46	kg/kg
Reciclado del material: energía, CO2 y fracción reciclable			
Reciclaje	Verdadero		
Contenido en energía, reciclado	* 8,53	- 9,41	MJ/kg
Huella de CO2, reciclado	* 0,615	- 0,678	kg/kg
Fracción reciclable en suministro habitual	40	- 44	%
Reciclado inferior	Verdadero		

Combustión para recuperar energía	Falso
Vertedero	Verdadero
Biodegradable	Falso
Ratio de toxicidad	No toxico
Fuente renovable	Falso

Aspectos Medioambientales

Los aceros no requieren gran cantidad de energía y son reciclados fácilmente.

Información de apoyo

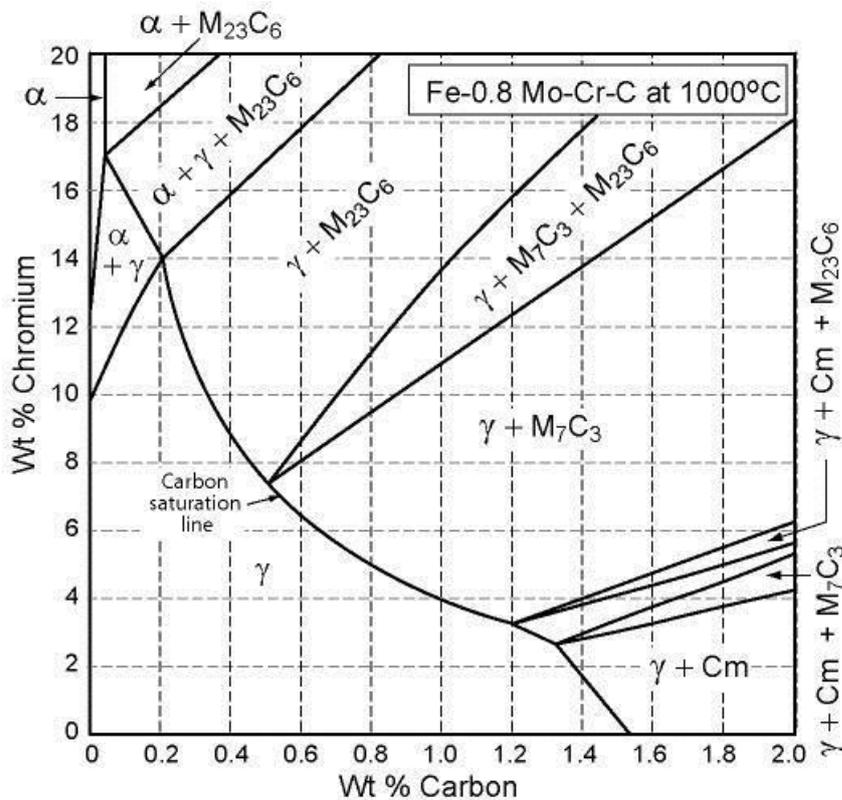
Líneas de diseño

Los aceros de baja aleación son tratables térmicamente, mientras que la mayoría de los aceros al carbono no lo son. Se utilizan en aplicaciones donde la dureza o la resistencia, son características importantes, sobre todo en secciones gruesas. Tienen una mayor resistencia a la abrasión, mayor dureza y tenacidad, y una mejor resistencia a altas temperaturas que los aceros al carbono. El acero aleado con un contenido de carbono de entre 0,30 y 0,37% se utiliza para una resistencia moderada y gran tenacidad; del 0,40 al 0,42% para una mayor dureza y buena resistencia; del 0,45 al 0,50% para alta dureza y resistencia con tenacidad moderada; entre el 0,50-0,62% para dureza para muelles y herramientas; finalmente el 1% para alta dureza y resistencia a la abrasión (rodamientos de bolas o rodillos).

Aspectos técnicos

El sistema SAE-AISI para denominar aceros de baja aleación, funciona de la misma manera que para los aceros al carbono. Cada uno de los aceros tiene un código de cuatro dígitos, los dos primeros dígitos indican los principales elementos de aleación. Los dos últimos dígitos dan la cantidad de carbono en centésimas. Los aceros de níquel-cromo-molibdeno son los más típicos, con una designación 43xx, pero pueden incluir cualquiera de los siguientes elementos de aleación: más del 2% de silicio, más de 0,4% de cobre, más del 0,1% de molibdeno, más de un 0,5% de níquel, más del 0,5% de cromo.

Diagrama de fase



Descripción de diagrama de fase

Los aceros de alta resistencia y baja aleación contienen pequeñas (<5%) adiciones de cromo (Cr), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y por supuesto de carbono (C).

Usos típicos

Muelles y resortes, herramientas, rodamientos de bolas, rodillos de laminación, cigüeñales, cambios, pasadores, cuchillos y tijeras, recipientes a presión.

3.2 Polipropileno

El polipropileno, PP, se produjo comercialmente por primera vez en 1958. Es el hermano pequeño del polietileno (una molécula similar, de precio similar y métodos de elaboración y aplicación análogos). Al igual que el PE se produce en cantidades ingentes (más de 30 millones de toneladas/año en el año 2000), creciendo a razón del 10% anual. Al igual que la molécula de PE, su longitud de cadena y ramificaciones se pueden ajustar gracias a una catálisis inteligente, lo que proporciona un control preciso de propiedades tales como la resistencia a impacto, así como las características relacionadas con el moldeo y la capacidad de elongación. El polipropileno en su forma pura es inflamable y se degrada con la luz solar. Los retardadores al fuego hacen que su combustión sea lenta, y los estabilizadores le dan una estabilidad extrema, tanto frente a la radiación UV como al agua dulce, salada y a la mayoría de las soluciones de base acuosa.

Propiedades generales

Densidad	895	-	909	kg/m ³
Precio	* 1,18	-	1,22	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1957			

Propiedades mecánicas

Módulo de Young	0,896	-	1,55	GPa
Módulo de cortante	* 0,327	-	0,36	GPa
Módulo en volumen	* 0,872	-	0,961	GPa
Coefficiente de Poisson	0,405	-	0,427	
Límite elástico	24,1	-	28,4	MPa
Resistencia a tracción	* 26	-	50	MPa
Resistencia a compresión	* 23,8	-	25	MPa
Elongación	112	-	483	% strain
Dureza-Vickers	8			HV
Resistencia a fatiga para 10 ⁷ ciclos	* 7,64	-	8,02	MPa
Tenacidad a fractura	* 1,18	-	1,31	MPa.m ^{0.5}
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 0,0348	-	0,0365	

Propiedades térmicas

Punto de fusión	* 140	-	150	°C
Temperatura de vitricación	-24,2	-	-16,2	°C
Máxima temperatura en servicio	* 66,9	-	83,9	°C
Mínima temperatura en servicio	* -25,2	-	-10,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	* 0,192	-	0,199	W/m.°C
Calor específico	1,66e3	-	1,7e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	93,3	-	114	μstrain/°C

Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante			
Resistividad eléctrica	9,95e21	-	2,17e24	μohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	2,16	-	2,24	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	1,96e-4	-	2,04e-4	
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	17,6	-	18,4	MV/m

Propiedades ópticas

Transparencia	Translucido	
Índice de refracción	1,48	- 1,5
Material Crítico		
¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No	
Procesabilidad		
Colabilidad	1	- 2
Moldeabilidad	4	- 5
Mecanizabilidad	3	- 4
Soldabilidad	5	
Durabilidad: Agua y disoluciones acuosas		
Agua dulce	Excelente	
Agua salada	Excelente	
Suelos ácidos (turba)	Excelente	
Suelos alcalinos (arcilla)	Excelente	
Vino	Excelente	
Durabilidad: ácidos		
Ácido acético (10%)	Excelente	
Ácido acético (glacial)	Excelente	
Ácido cítrico (10%)	Excelente	
Ácido clorhídrico (10%)	Excelente	
Ácido clorhídrico (36%)	Excelente	
Ácido fluorhídrico (40%)	Excelente	
Ácido nítrico (10%)	Excelente	
Ácido nítrico (70%)	Excelente	
Ácido fosfórico (10%)	Excelente	
Ácido fosfórico (85%)	Excelente	
Ácido sulfúrico (10%)	Excelente	
Ácido sulfúrico (70%)	Excelente	
Durabilidad: bases		
Hidróxido de sodio (10%)	Excelente	
Hidróxido de sodio (60%)	Excelente	
Durabilidad: gasolinas, aceites y solventes		
Acetato de amilo	Excelente	
Benceno	Uso limitado	
Tetracloruro de carbono	Uso limitado	
Cloroformo	Uso limitado	
Crudo	Aceptable	
Diesel	Excelente	
Lubricantes	Excelente	
Parafinas, keroseno	Excelente	
Petróleo (gasolina)	Excelente	
Siliconas líquidas	Excelente	
Toluenos	Excelente	
Terpenos	Inaceptable	
Aceites vegetales (general)	Aceptable	
Gasolina Blanca	Excelente	
Durabilidad : alcohol, aldehídos, cetonas		
Acetaldehídos	Excelente	
Acetona	Excelente	
Etanol	Excelente	

Etilenglicol	Excelente			
Formaldehído	Excelente			
Glicerol	Excelente			
Metanol	Excelente			
Durabilidad: halógenos y gases				
Cloro seco (gas)	Inaceptable			
Flúor (gas)	Inaceptable			
O ₂ (oxígeno gas)	Inaceptable			
Dióxido de azufre (gas)	Excelente			
Durabilidad: entornos construidos				
Atmósfera industrial	Excelente			
Atmósfera rural	Excelente			
Atmósfera marina	Excelente			
Radiación UV (luz solar)	Mala			
Durabilidad: Inflamabilidad				
Inflamabilidad	Altamente inflamable			
Durabilidad: ambiente térmico				
Tolerancia a temperaturas criogénicas	Inaceptable			
Tolerancia hasta 150°C (302 F)	Aceptable			
Tolerancia hasta 250°C (482 F)	Inaceptable			
Tolerancia hasta 450°C (842 F)	Inaceptable			
Tolerancia hasta 850°C (1562 F)	Inaceptable			
Tolerancia a más de 850°C (1562 F)	Inaceptable			
Datos geo-económicos para componentes principales				
Producción anual mundial, componente principal	6,19e7			tonne/yr
Reservas, componente principal	5,7e8	-	6,3e8	tonne
Producción de materia prima: CO₂, energía y agua				
Contenido en energía, producción primaria	* 65,9	-	72,6	MJ/kg
Huella de CO ₂ , producción primaria	* 2,77	-	3,06	kg/kg
Agua consumida	* 37,2	-	41,2	l/kg
Procesado de material: energía				
Energía en extrusión de polímeros	* 5,87	-	6,49	MJ/kg
Energía en moldeo de polímeros	* 20,1	-	22,2	MJ/kg
Energía de desbaste (p/u peso eliminado)	* 0,806	-	0,89	MJ/kg
Energía de mecanizado final (p/u peso eliminado)	* 3,78	-	4,18	MJ/kg
Energía de lijado (p/u peso eliminado)	* 7,09	-	7,83	MJ/kg
Procesado de material: huella de CO₂				
CO ₂ en extrusión de polímeros	* 0,44	-	0,487	kg/kg
CO ₂ en moldeo de polímeros	* 1,51	-	1,66	kg/kg
CO ₂ en desbaste (p/u peso eliminado)	* 0,0604	-	0,0668	kg/kg
CO ₂ en mecanizado final (p/u peso eliminado)	* 0,284	-	0,313	kg/kg
CO ₂ en lijado (p/u peso eliminado)	* 0,532	-	0,587	kg/kg
Reciclado del material: energía, CO₂ y fracción reciclable				
Reciclaje	Verdadero			
Contenido en energía, reciclado	* 22,3	-	24,7	MJ/kg
Huella de CO ₂ , reciclado	* 0,94	-	1,04	kg/kg
Fracción reciclable en suministro habitual	5,26	-	5,81	%
Reciclado inferior	Verdadero			
Combustión para recuperar energía	Verdadero			
Calor neto de combustión	* 44	-	46,2	MJ/kg

Combustión CO2	* 3,06	-	3,22	kg/kg
Vertedero	Verdadero			
Biodegradable	Falso			
Ratio de toxicidad	No toxico			
Fuente renovable	Falso			

Aspectos Medioambientales

El PP es excepcionalmente inerte y fácil de reciclar, pudiendo también ser incinerado para recuperar la energía que contiene. Tanto el PP, como el PE y el PVC, se producen mediante procesos que son relativamente eficientes en energía; son los polímeros de consumo en masa cuya fabricación implica menor consumo energético. Su rendimiento por kilo es muy superior al de la gasolina o fueloil (y su energía almacenada permanece disponible), de modo que la producción de petróleo no debería afectarle en un futuro próximo.

Marca de reciclaje



Información de apoyo

Líneas de diseño

El grado estándar del PP es barato, ligero y dúctil, pero tiene poca resistencia. Es más rígido que el PE y puede ser utilizado a temperaturas más altas. Las propiedades del PP son similares a las de polietileno de alta densidad, pero con más rigidez y se funde a temperaturas más altas (entre 165 y 170 °C). Su rigidez y resistencia pueden ser mejoradas con refuerzos de vidrio, yeso o talco. Cuando se trefila, el PP tiene una excelente resistencia y resiliencia lo cual, unido a su resistencia al agua, lo convierten un material interesante para telas y cuerdas. Se moldea con más facilidad que el PE, tiene buena transparencia y puede fabricarse en una gama de colores más amplia y de tonos más intensos. El PP se fabrica normalmente en láminas o fibras moldeadas y también puede obtenerse en forma de espuma. Los avances en catálisis auguran nuevos copolímeros del PP con combinaciones muy atractivas de propiedades como tenacidad, estabilidad y facilidad de procesado. Como fibra monofilamento tiene alta resistencia a la abrasión y es casi 2 veces más resistente que las equivalentes en PE. Los haces multifilamentosos o cuerdas no absorben agua, flotan y se tiñen con facilidad.

Aspectos técnicos

Los diferentes grados de polipropileno se agrupan en distintas categorías: homopolímeros (polipropileno, con gran variedad de pesos moleculares y por lo tanto de propiedades), copolímeros (compuestos por la copolimerización de propileno con otras olefinas como el etileno, butileno o estireno) y materiales compuestos (polipropileno reforzado con mica, talco, polvo de vidrio o fibras), que son más rígidos y capaces de resistir mejor el calor que el polipropileno simple.

Usos típicos

Cuerdas, conductos de aire para automóvil, estanterías, aspiradores, muebles de jardín, depósitos de lavadora, carcasas de baterías de celda húmeda, tuberías y sus accesorios, cajas de botellas de cerveza, sillas moldeadas por inyección, aislantes en condensadores y en cables, teteras, parachoques, vidrios de seguridad a prueba de golpes, estanterías, maletas, césped artificial, ropa interior térmica.

Nombres comerciales

Adpro, Amoco, Appryl, Aqualoy, Astryn, Cefor, Comalloy, Comshield, Dypro, EA36NA, Eltex P, Empee, Escorene, Ferrex, Ferrolene, Fortilene, Fotilene, Hifax, Hostalen PP, Latene, Marlex, Moplen, Multi-Flam, Multi-Pro, Nortuff, Novalen, Novolen, Nyloy, Petrot.

4. Fabricación

4.1. Tronzado

El tronzado (Ilustración 10) constituye una operación de mecanizado básica, en la cual se produce viruta debido a la acción de una hilera de pequeños filos cortantes llamados dientes dispuestos a lo largo de una hoja metálica en el caso de las tronzadoras lineales, o bien a lo largo de un disco en el caso de las tronzadoras de disco, raramente utilizadas para metales.

Existen dos configuraciones básicas para las tronzadoras: las lineales y las circulares. En la Ilustración 10 se puede observar una tronzadora lineal. [28]



Ilustración 10 Tronzadora de corte lineal

4.2. Doblado

El doblado (Ilustración 11) es un proceso de conformado sin separación de material y con deformación plástica utilizado para dar forma a chapas. Se utiliza, normalmente, una prensa que cuenta con una matriz si es con estampa ésta tendrá una forma determinada y un punzón que también puede tener forma que realizará la presión sobre la chapa. [29]

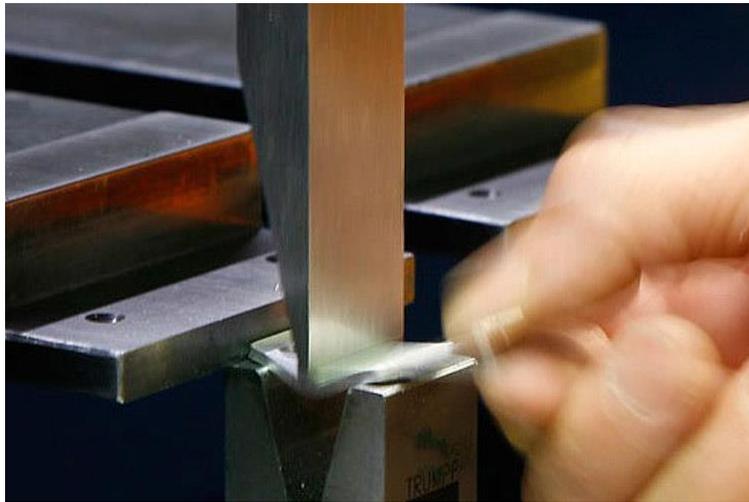


Ilustración 11 Doblado de metales

4.3. Troquelado

Se conoce como Troquelado Metales a la acción ejercida entre un punzón y una matriz que actúa como una fuerza de cizallamiento en el material a procesar una vez que el punzón ha penetrado éste (Ilustración 12). [30]



Ilustración 12 Troquelado de metales

4.4. Soldadura MIG

La soldadura MIG (Metal Inert Gas) también denominada GMAW (Gas Metal Arc Welding o «soldadura a gas y arco metálico») (ilustración 13) es un proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible. El arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (soldadura MIG). Es un soldeo por fusión por arco que utiliza un alambre electrodo macizo, en el cual el arco y el baño de soldadura se protegen de la atmósfera por medio de gas suministrado por una fuente externa. [31]

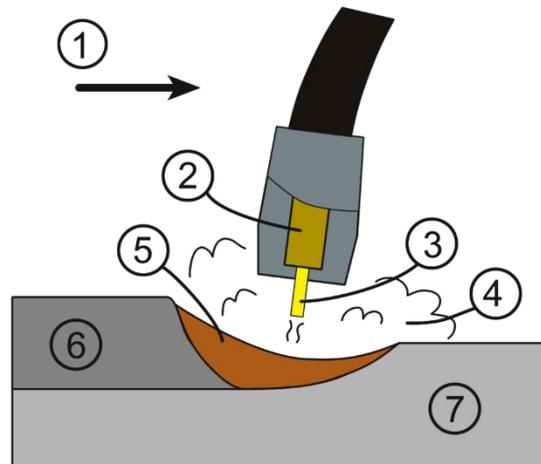


Ilustración 13 Soldadura MIG

4.5. Extrusionado

La extrusión (Ilustración 14) es un proceso de fabricación mecánica que se utiliza principalmente para la producción de piezas que poseen una sección transversal definida e invariable en toda su longitud, como pueden ser perfiles de sección hueca, como tubos, perfiles huecos cuadrados, etc. [32]

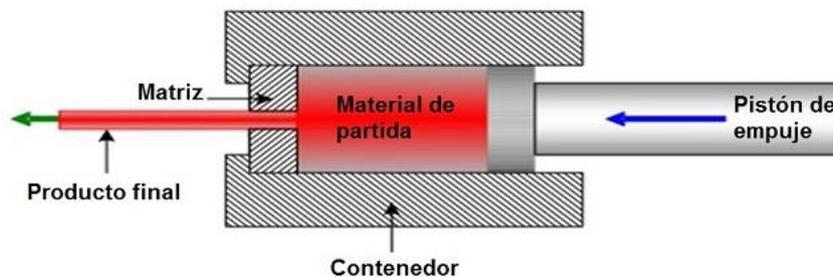


Ilustración 14 Extrusión de perfiles

4.6. Fresado

El fresado (Ilustración 15) consiste principalmente en el corte del material que se mecaniza con una herramienta rotativa de varios filos, que se llaman dientes, labios o plaquitas de metal duro, que ejecuta movimientos de avance programados de la mesa de trabajo en casi cualquier dirección de los tres ejes posibles en los que se puede desplazar la mesa donde va fijada la pieza que se mecaniza. [33]<https://es.wikipedia.org/wiki/Fresado>



Ilustración 15 Fresado

4.7. Termoconformado

El termoconformado o termoformado (Ilustración 16) es un proceso que consiste en calentar una plancha o lámina de termoplástico semielaborado, de forma que al reblandecerse puede adaptarse a la forma de un molde por acción de presión de vacío o mediante un contramolde.

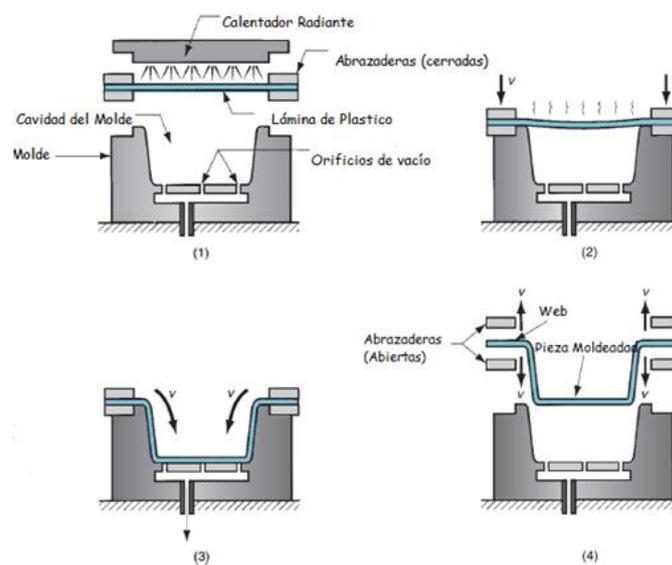


Ilustración 16 Termoconformado de plásticos

4.8. Inyección de plásticos

El moldeo por inyección de plásticos (Ilustración 17) es el proceso de fundir gránulos de plástico (polímeros termoestables o termoplásticos) que, cuando están lo suficientemente

fundidos, se inyectan a presión en la cavidad de un molde, que rellenan y solidifican para crear el producto final. [34]

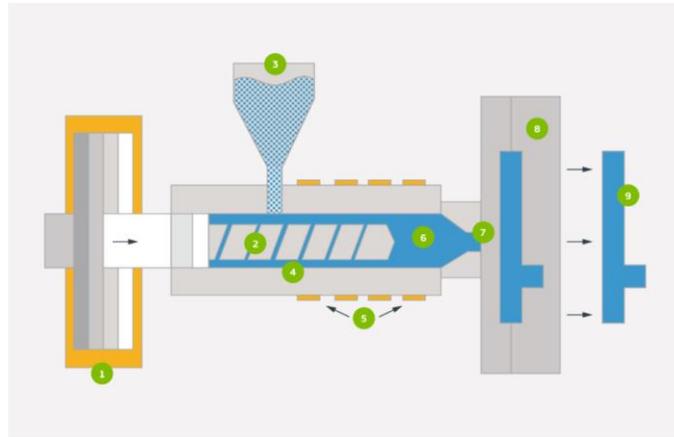
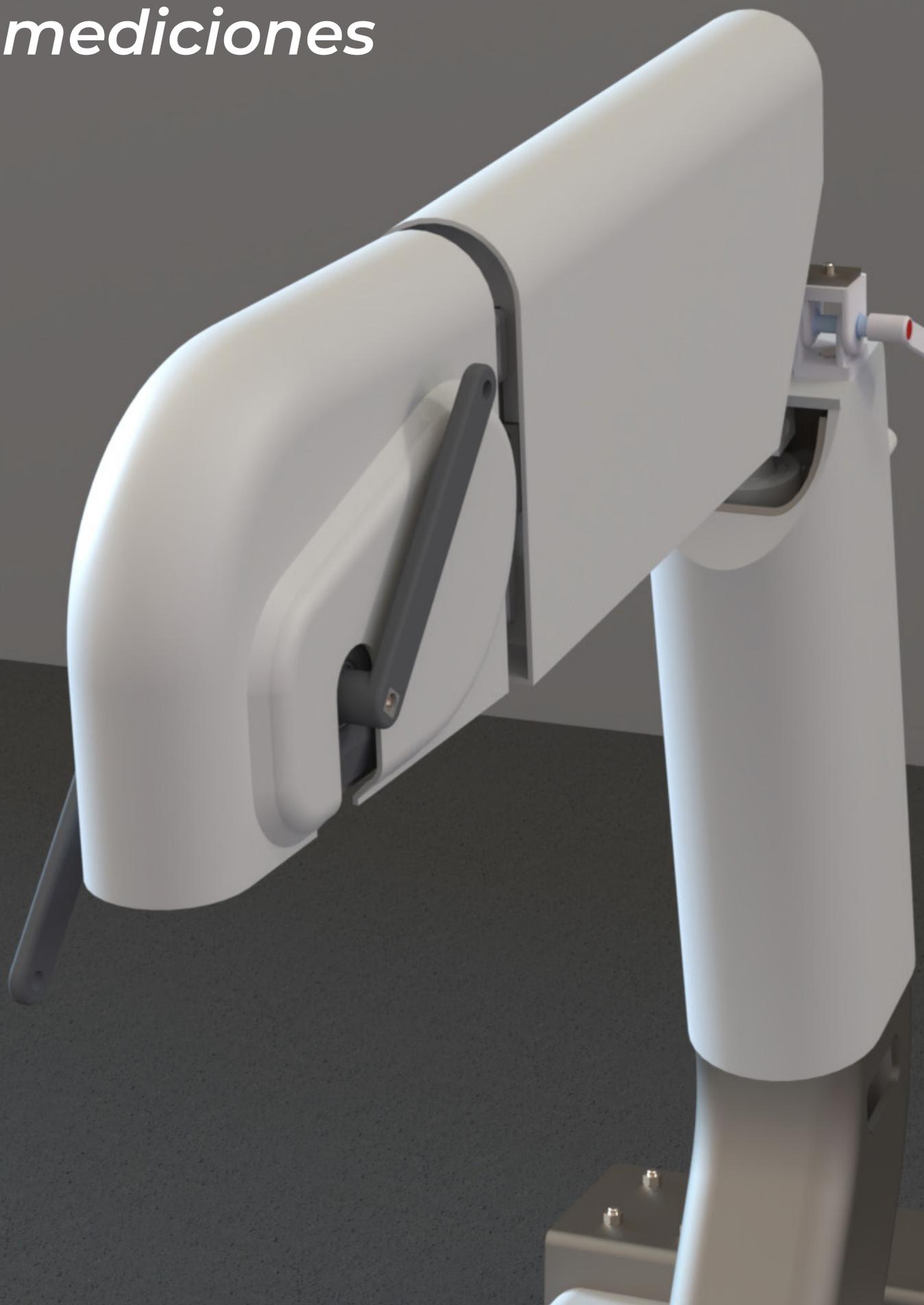


Ilustración 17 Inyección de plásticos

VOLUMEN V:
*Presupuesto y estado
de mediciones*



ÍNDICE

1. Presupuesto	3
1.1 Coste directo	3
1.1.1 Piezas fabricadas.....	3
1.1.2 Elementos comerciales	4
1.1.3 Montaje	4
1.2 Precio final de venta.....	5
2. Rentabilidad y viabilidad	5

1. Presupuesto

Este apartado sirve para hacer el cálculo del precio de venta del pedaleador, así como la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Para saber este valor es necesario seguir estos pasos:

Precio de venta = Coste comercial + Beneficio industrial

- Beneficio industrial= 30% del coste comercial
- Coste comercial = Coste industrial + Costes de comercialización
 - Coste de comercialización = distribución + marketing. Se calcula como el 20% del coste industrial
 - Coste industrial = coste directo + coste indirecto
 - Coste directo = Elementos fabricados + Elementos comerciales + Montaje
 - Coste indirecto = Consumos generales + mano de obra indirecta. Se calculan como un 10% del coste directo

1.1 Coste directo

1.1.1 Piezas fabricadas

En este apartado se va a hacer el cálculo del coste total de la fabricación de las piezas fabricadas. En el precio unitario, está incluido el coste de todos los procesos industriales, así como el coste de los moldes para los procesos de inyección y de termoconformado. Para el coste total, que se observa en la tabla 1, se cogerá el precio del valor unitario multiplicado por las unidades que tiene un pedaleador y por 1000, que son todos los pedaleadores que se van a fabricar.

Tabla 1 Costes de los componentes fabricados

Elemento	Material	Cantidad	Tiempo de fabricación	Precio Unitario	Coste total
Base	AISI 4130	1	5h	357€	357€
Regulador de altura	AISI 4130	1	3h	94€	94€
Brazo	AISI 4130	1	1h	5€	5€
Soporte Motor	AISI 4130	1	1h	7€	7€
Carcasa Inferior	Polipropileno	1	10 min	4,75€	4,75€
Carcasa Brazo	Polipropileno	2	10 min	6,75€	13,5€
Carcasa Motor	Polipropileno	1	20 min	14,25€	14,25€
					496€

1.1.2 Elementos comerciales

En la tabla 2 se indica el valor y la cantidad de los componentes comerciales.

Tabla 2 Costes de los elementos comerciales

Componente	Cantidad	Precio Unitario	Coste total
Rueda delantera	2	2,36 €	4,72 €
Rueda trasera	2	23,63 €	47,26 €
Actuador lineal	1	350 €	350,00 €
Bolas transportadoras	8	13,96 €	111,68 €
Articulación con fijación	2	33,28 €	66,56 €
Articulación sin fijación	2	23,40 €	46,80 €
Motor	1	573,95 €	573,95 €
Controlador	1	75,21 €	75,21 €
			1.276,18 €

1.1.3 Montaje

Para el montaje de las piezas y su estocaje será necesario alquilar una nave industrial y también contratar a 3 operarios. En la tabla 3 se pueden observar los valores del coste del montaje.

Tabla 3 Costes del montaje

Proceso	Operarios	Tiempo instalación (h)	Coste hora (€)	Coste total (€)
Instalación ruedas	2	0,2	20	8
Colocación carcasa inferior	2	0,02	20	0.8
Instalación actuador lineal	2	0,4	20	16
Colocación de las ruedas transportadoras	2	0,2	20	8
Colocación regulador de altura y pasadores	2	0,1	20	4
Articulaciones	2	0,1	20	4
Brazo	2	0,05	20	2
Articulaciones	2	0,1	20	4
Soporte motor	2	0,1	20	4
Motor	2	0,05	20	2
Controlador eléctrico	2	0,5	20	20
Comprobación	2	0,5	20	20
Carcasas superiores	2	0,02	20	0.8
				93,6€

1.2 Precio final de venta

Finalmente, en la tabla 4 se adjuntan los valores obtenidos anteriormente, dando como resultado el precio de venta.

Tabla 4. Costes totales

Costes	
Costes piezas fabricadas	496
Costes elementos comerciales	1276,18
Costes montaje	93,6
Costes directos	1865,78
Costes indirectos	186,578
Costes industriales	2052,358
Costes comercialización	410,4716
Coste comercial	2462,8296
Beneficio industrial	738,84888
Precio de venta	3201,67848

2. Rentabilidad y viabilidad

A continuación, se va a hacer el cálculo de la viabilidad del proyecto, para ello, y conociendo gracias al Anexo 1 la situación de los hospitales españoles, se hace una previsión de ventas de 40 pedaleadores el primer año, incrementando las ventas un 20% al año, llegando a los 6 años a unos 100 pedaleadores de objetivo.

Tabla 5 Previsión de ventas

Año	Unidades
1	40
2	48
3	58
4	69
5	83
6	100

En la siguiente tabla 5 se va a calcular cuantos años se tardará en rentabilizar el proyecto, para ello hacemos un estudio del VAN. En él suponemos unos gastos fijos del alquiler de la nave industrial de 30.000€ + el coste comercial. Hay que añadir finalmente que no será necesario realizar inversión.

Tabla 6. VAN

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversiones	0	0	0	0	0	0
Ud. Vendidas	0	40	48	58	69	83
Gastos	0	128513,18	148215,82	172844,12	199935,24	234414,86

Ingresos	0	128067,14	153680,57	185697,35	220915,81	265739,31
Beneficios	0	-446,04	5464,75	12853,23	20980,57	31324,46
Flujo de Caja	0	-446,04	5464,75	12853,23	20980,57	31324,46
VAN	0	-428.88	4623.58	16050.05	33984.33	69730.76

$VAN_j = \sum Flujo\ de\ caja\ j / (1 + 0,04)^j - inversión$

$$VAN\ 1 = \frac{-446,04}{(1 + 0,04)^1} - 0 = -428,88$$

$$VAN\ 2 = \frac{5464,75}{(1 + 0,04)^2} + \frac{-446,04}{(1 + 0,04)^1} - 0 = 4623,58$$

$$VAN\ 3 = \frac{12853,23}{(1 + 0,04)^3} + \frac{5464,75}{(1 + 0,04)^2} + \frac{-446,04}{(1 + 0,04)^1} - 0 = 16050,05$$

$$VAN\ 4 = \frac{20980,57}{(1 + 0,04)^4} + \frac{12853,23}{(1 + 0,04)^3} + \frac{5464,75}{(1 + 0,04)^2} + \frac{-446,04}{(1 + 0,04)^1} - 0 = 33984,33$$

$$VAN\ 5 = \frac{31324,46}{(1 + 0,04)^5} + \frac{20980,57}{(1 + 0,04)^4} + \frac{12853,23}{(1 + 0,04)^3} + \frac{5464,75}{(1 + 0,04)^2} + \frac{-446,04}{(1 + 0,04)^1} - 0 = 69730,76$$

Por último, después de realizar el VAN, vamos a calcular el tiempo exacto en el que este pasa a ser un valor positivo, lo que significa que se empieza a tener rentabilidad. Para ello se calcula el PayBack.

PayBack=último periodo con VAN negativo + (Valor absoluto del último VAN negativo/Valor del Flujo de caja del siguiente periodo)

$$PayBack = 1 + \frac{428,88}{5464,75} = 1,08$$

Podemos concluir que el proyecto será rentable a partir del primer año.

