

dinámico step

DISEÑO DE DISPOSITIVO ADAPTADO A
PLANOS INCLINABLES PARA LA
MOVILIDAD DE MIEMBROS INFERIORES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Marina Paniagua del Mazo.
Valladolid, septiembre 2014.

Tutelado por: Raquel Suárez Sánchez.

Departamento: Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería.

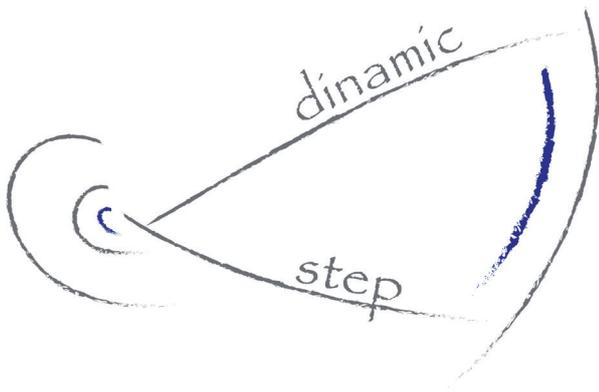


Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

ÍNDICE



• CONTENIDO DEL PROYECTO

a) RESUMEN. PALABRAS CLAVE.....	5
b) INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO: ORIGEN DE LA IDEA.....	7
c) MEMORIA.....	13

• CONTENIDO DE LA MEMORIA.

1. Introducción. Presentación y justificación del TFG (Trabajo Fin de Grado).....	15
1.1. Planos inclinables.....	17
1.1.1. Beneficios.....	18
1.1.2. Público Objetivo.....	19
2. Objetivos. Requerimientos. Briefing.....	21
2.1. Objetivos del TFG.....	23
2.2. Requerimientos de diseño: Briefing.....	24
2.2.1. Consideraciones ergonómicas.....	24
2.2.2. Consideraciones estéticas.....	25
2.2.3. Consideraciones ecológicas.....	26
2.2.4. Consideraciones de adaptabilidad.....	27
2.2.5. Consideraciones de resistencia.....	27
3. Estado del Arte: Estudio de Mercado.....	31
3.1. Tipos de Planos Inclinables.....	33
3.2. Elementos compositivos.....	38
3.3. Características y propiedades.....	40
3.3.1. Materiales.....	40
3.3.2. Funcionamiento.....	42
3.4. Otros productos de apoyo.....	44
4. Diseño Conceptual y Análisis Funcional. Propuestas.....	47
4.1. Requerimientos fisioterapéuticos.....	49
4.2. Análisis funcional: necesidades de funcionamiento.....	51
4.2.1. Movimiento a conseguir.....	51
4.2.2. Especificaciones del movimiento.....	52
4.2.2.1. Inclinación y rango de inclinación.....	52

4.2.2.2. Regulación de la inclinación.....	54
4.2.2.3. Velocidad del movimiento.....	54
4.2.3. Seguridad.....	55
4.3. Propuestas de diseño.....	56
5. Diseño y Desarrollo del Producto.....	65
5.1. Descripción del diseño propuesto.....	67
5.2. Desarrollo de la idea.....	70
5.3. Componentes:.....	74
5.3.1. Ergonómicos.....	74
5.3.1.1. Sujeciones: velcro.....	75
5.3.1.2. Estudio antropométrico.....	77
5.3.2. Eléctricos.....	80
5.3.2.1. Motorreductor.....	81
5.3.3. Mecánicos.....	88
5.3.3.1. Base adaptadora.....	89
5.3.3.2. Pedales.....	90
5.3.3.2.1. Sujeción del pie al pedal.....	93
5.3.3.2.1.1. Tobillos.....	93
5.3.3.2.1.2. Pie.....	94
5.3.3.3. Perfiles en U.....	95
5.3.3.4. Bulones.....	96
5.3.3.5. Platos.....	96
5.3.3.6. Elementos de fijación.....	97
5.3.3.6.1. Tornillería.....	97
5.3.3.6.2. Pasadores.....	98
5.3.3.6.3. Abrazaderas.....	99
5.3.3.6.4. Apoyos.....	100
5.3.3.7. Mecanismo regulador de la inclinación.....	101
5.3.3.7.1. Husillo.....	101
5.3.3.7.2. Pieza inmovilizadora del husillo.....	102
5.3.3.7.3. Cajón.....	102
5.3.3.7.4. Caja guía.....	105
5.3.3.7.5. Rueda reguladora.....	105
5.3.3.7.6. Apoyos.....	106
5.4. Funcionamiento.....	107
5.5. Materiales.....	108
5.5.1. Acero.....	109
5.5.2. Aluminio.....	111
5.5.3. Plástico.....	114
5.5.4. Textil.....	106
5.5.5. Adhesivo Epoxi.....	117
5.6. Proceso de Fabricación.....	119
5.7. Normativa.....	123

d) PLANOS TÉCNICOS.....	125
e) PRESUPUESTO.....	147
e.1) Costos de fabricación.....	149
e.1.1) Materiales.....	149
e.1.2) Mano de obra directa, m.o.d.....	150
e.1.2.1) Días reales y horas efectivas de trabajo.....	150
e.1.2.2) Salarios según categoría.....	150
e.1.2.3) Pagas extraordinarias.....	151
e.1.2.4) Remuneraciones.....	151
e.1.2.5) Salario/hora.....	152
e.1.3) Puesto de trabajo, pt.....	153
e.1.3.1) Período de amortización.....	153
e.1.3.2) Horas anuales de funcionamiento.....	153
e.1.3.3) Vida prevista en horas.....	154
e.1.3.4) Interés de la inversión, I.....	154
e.1.3.5) Amortización, A.....	154
e.1.3.6) Mantenimiento, M.....	155
e.1.3.7) Energía consumida, Eh.....	155
e.1.3.8) Costo horario de funcionamiento del puesto de trabajo, f.....	156
e.2) Presupuesto industrial (costo de diseño).....	156
e.2.1) Mano de obra indirecta, m.o.i.....	157
e.2.2) Cargas Sociales, C.S.....	157
e.2.3) Gastos Generales, G.G.....	157
e.2.4) Costo total en fábrica, Cf.....	158
e.2.5) Beneficio Industrial, B.I.....	158
e.2.6) Precio de venta en fábrica, Pv.....	158
f) BIBLIOGRAFÍA.....	161
f.1) Bibliografía gráfica.....	163
f.2) Webgrafía.....	169
f.3) Catálogos.....	172
f.4) Libros.....	172
g) ANEXO.....	175
g.1) Encuestas.....	177
g.1.1) Encuesta para fisioterapeutas.....	177
g.1.2) Encuesta para usuarios.....	179

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

a

El presente proyecto trata sobre el diseño de un dispositivo para la movilidad de los miembros inferiores, en concreto los pies y tobillos, adaptado a los planos inclinables. Se focaliza el uso tanto en tratamientos de rehabilitación como para aportar una nueva actividad para personas con discapacidad de grado parapléjico.

Los beneficios que presenta este dispositivo son muchos, desde la mejora de la circulación sanguínea hasta una notable reducción de espasmos musculares.

La innovación de este proyecto consiste en adaptar en el apoyapié de los planos inclinables, un mecanismo regulable que movilice un par de pedales donde irán sujetos los pies del usuario. Sin ayuda y de forma segura el mecanismo se pondrá en marcha gracias a un botón que lo activará, y será entonces cuando incline de manera alterna los pedales del dispositivo de 5° a 20°, según se haya regulado previamente.

Palabras clave

A continuación, se exponen las cinco palabras o conjunto de palabras clave que servirán para llegar fácilmente a la información sobre el desarrollo del presente proyecto y así conocer todos los detalles del mismo. Las palabras clave son las siguientes:

- Diseño
- Dispositivo rehabilitación.
- Bipedestador.
- Movilidad.
- Tobillos.

Se han seleccionado estas cinco palabras porque están relacionadas directamente con el diseño que se propone como proyecto.

**INTRODUCCIÓN
DEL PROYECTO:
ORIGEN DE LA IDEA.**

b

El presente proyecto se engloba dentro del ámbito médico-sanitario, y dentro del mismo en el de la rehabilitación y fisioterapia. Como se comprobará se tratarán temas clínicos y sanitarios que a todos preocupan. Más concretamente, se centrará en el estudio de productos de apoyo para personas que están pasando por momentos complicados en su vida respecto a su estado físico o que hayan pasado por esos momentos, cuando necesitan ayuda para su bienestar físico y psíquico. Por tanto, se intenta dar soluciones y mejorar la vida a corto, medio y largo plazo de esas personas a las que se acaba de hacer referencia. En este caso, esto se llevará a cabo mediante el diseño de un dispositivo para personas con movilidad física reducida o nula de sus MMII (miembros inferiores).

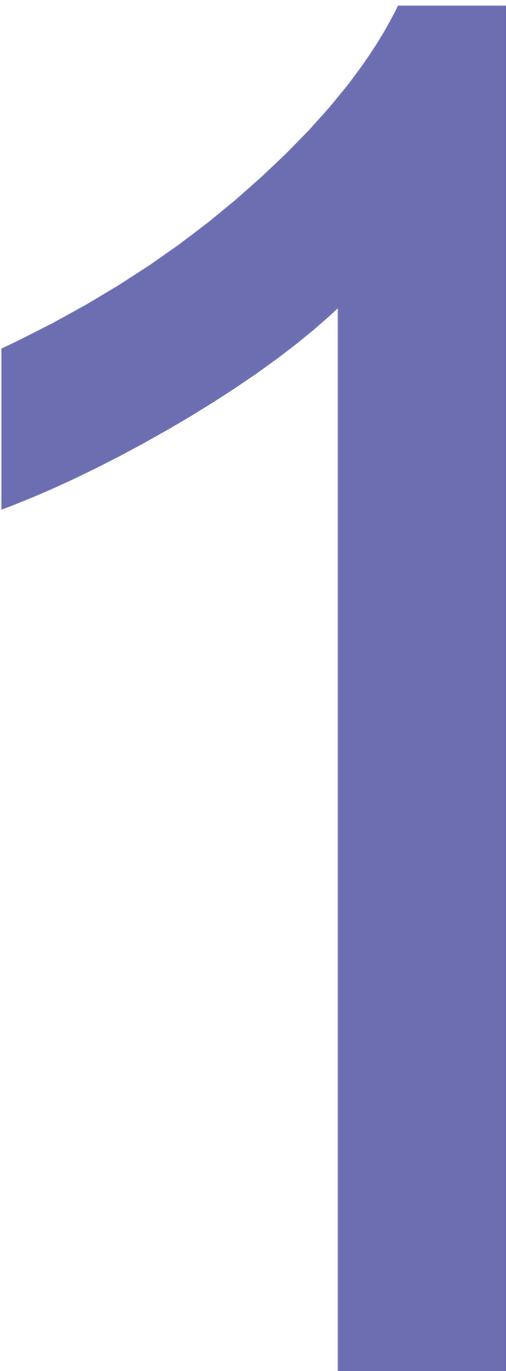
La idea de esta propuesta de proyecto nace de una conversación con un amigo que sufre un nivel de discapacidad considerado del grado parapléjico, y gracias al uso de productos de apoyo conoce las ventajas y desventajas, así como las posibilidades de mejora para estos productos. A raíz de la conversación mantenida con él, se originó la idea de desarrollar este diseño de dispositivo.

En el presente proyecto se conocerán brevemente lo que son los productos de apoyo para personas con discapacidad o, que por diversas razones, han tenido que hacer uso de ellos sin ser literalmente discapacitados. Dentro de estos productos, el proyecto se centra en los planos inclinables, que serán explicados en el apartado “1.1. Planos inclinables”. Y, a partir de ahí, se podrá conocer el propio diseño del dispositivo que se especifica en el título del proyecto, explicando sus elementos, su funcionamiento y otros aspectos como los materiales y procesos de fabricación que le influyen.

MEMORIA

C

INTRODUCCIÓN, PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TFG



En la memoria que aquí se desarrolla del presente proyecto, se van a tratar todos los temas necesarios para el correcto entendimiento del ámbito en el que se trabaja y así también el porqué de lo que se diseña.

En primer lugar, se explicarán los ya existentes planos inclinables y, más brevemente, se hablará de otros productos de apoyo para personas discapacitadas. En referencia a estos productos, se ha realizado un estudio de mercado que se puede conocer en el capítulo 3, donde se exponen varios ejemplos de planos inclinables y otros productos que sirven de apoyo en actividades de rehabilitación. Sin embargo, y con motivo del objeto de proyecto, a continuación, se detallará qué es un plano inclinable, cuáles son sus usos, cuáles son los beneficios que conllevan su uso y, por supuesto, el público objetivo al que se dirige este proyecto. Pero antes de comenzar con la explicación del plano inclinable, cabe decir que este producto hasta ahora ofrecía una única función, pero gracias a este nuevo dispositivo que aquí se trabaja se puede conseguir que tenga un valor añadido que ofrezca nuevas posibilidades.

1.1. Planos inclinables.

En este apartado se explica lo que es un plano inclinable y su funcionalidad. El plano inclinable se especifica según la NORMA UNE EN ISO 9999⁽¹⁾, como “Producto de apoyo para personas con discapacidad” y en cuanto a su clasificación y terminología, su referencia es 04 48 21, lo que equivale a “producto de apoyo para tratamiento médico personalizado” (04), “equipo para el entrenamiento del movimiento, la fuerza y el equilibrio” (48) y “soporte para posicionar y sostener a una persona mientras se mueve progresivamente desde la posición de tumbado a la posición vertical, de manera que el cuerpo se pueda adaptar al funcionamiento en esa posición” (21).

El plano inclinable es utilizado en rehabilitación cuando lo que se pretende es recuperar la marcha del paciente; es decir, realizar movimientos que estén orientados a caminar focalizándolos así en movimientos más simples y más básicos. El plano inclinable se utiliza como punto de partida, para conseguir la bipedestación⁽²⁾ del paciente. Esta bipedestación se realiza gracias a un mecanismo, por lo general eléctrico, que es capaz de girar la camilla de 0° a 90° (como máximo) con respecto al suelo. Estos grados se pueden ajustar de manera personalizada según la necesidad del paciente.

Existe una gran diversidad de tipos de planos inclinables que se presentan en el apartado “3. Estado del Arte: Estudio de Mercado”, explicados brevemente junto con sus elementos principales, características específicas y materiales; pero para entender mejor de qué se está hablando se muestra una imagen de uno de ellos a modo de ejemplo.



Nº 1. Plano inclinable en posición vertical.

(1) NORMA UNE EN ISO 9999 V2, Junio 2012, “Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología”.

(2) Bipedestación: colocación vertical o verticalización del cuerpo.

1.1.1. Beneficios.

En este apartado se van a explicar los beneficios que conlleva el uso de este aparato enfocado a la rehabilitación. Estos beneficios son varios y muy importantes. Se considera oportuno realizar una clasificación de beneficios en fisiológicos/médicos y psicológicos:

- **Beneficios fisiológicos/médicos:** el objetivo y beneficio principal es permitir al paciente la bipedestación. Esto conlleva otros beneficios como una mejora en el sistema circulatorio ya que podemos acomodar el aparato circulatorio (fisioterapia respiratoria).

La musculatura de la espalda y la de las piernas también se ven afectadas mejorando su situación. Además se consigue una reeducación del reflejo postural.

El uso del plano inclinable es de vital importancia para personas que han permanecido mucho tiempo encamadas ya que les permite de manera regular y progresiva encontrar su equilibrio vertical de nuevo.

Gracias al plano inclinable conseguimos colocar la postura y evitar úlceras por presión y, a su vez, minimizar el riesgo de aparición de retracciones y deformidades.

- **Beneficios psicológicos:** se han realizado entrevistas a parapléjicos y fisioterapeutas y todos confirman que haber utilizado este aparato es beneficioso, no sólo por lo comentado anteriormente, sino también porque disminuyen los espasmos musculares durante la utilización del mismo.

Estas entrevistas se encuentran en el apartado “Anexos”.

En el caso de personas discapacitadas a nivel parapléjico la sensación de volver a estar “de pie” es un aspecto psicológico muy importante ya que les supone una experiencia de agradable recuerdo. Además sienten seguridad durante su uso debido a los mecanismos de sujeción que lo integran, los cuales fijan al paciente por el tronco, rodillas y brazos, evitando de esta manera la caída.

Normalmente los planos inclinables se pueden utilizar sin ningún tipo de ayuda, de manera independiente. Es el propio paciente quien se tumba y gracias a un mando regula la inclinación del mismo. Para ello sitúan la silla de ruedas cerca de la camilla del plano inclinable. A continuación, sitúan las piernas sobre la camilla y, por último, con ayuda de sus propios brazos posicionan el resto del cuerpo sobre la camilla. En la siguiente imagen se puede observar a modo esquemático este traspaso del usuario de la silla de ruedas a la camilla del plano inclinable.



Nº 2. Traspaso independiente del paciente a la camilla del plano inclinable.

1.1.2. Público objetivo.

Los planos inclinables son utilizados para pacientes que llevan mucho tiempo encamados y necesitan recuperar el equilibrio vertical de manera progresiva. Los pacientes utilizan estos aparatos porque necesitan rehabilitación física, sobre todo, de cara a recuperar de nuevo la bipedestación. Gracias al uso de los mismos pueden evitar posibles mareos que les pueda producir el incorporarse de manera natural ya que para ellos es un movimiento brusco.

Es recomendable tener en cuenta el tipo de paciente con el que se trabaja debido a que influirá en el grado de inclinación en el que se sitúe al paciente gracias al plano inclinable. Estos planos inclinables están destinados a pacientes que han estado en coma, pacientes con problemas neurológicos o con lesiones medulares (LM), entre otros.

Es importante considerar que mantener la posición en decúbito, es decir, tumbado, durante mucho tiempo les produce úlceras por decúbito o por presión. Por ello, para cualquier plano inclinable o adaptación que se le aplique es necesario tener en cuenta el material que estará en contacto directo con el paciente para que sea el adecuado y tolerante con las úlceras de las que aquí se habla.

OBJETIVOS REQUERIMIENTOS BRIEFING



Para conocer el enfoque que se le ha dado a este proyecto es necesario detallar los objetivos que se pretenden conseguir desde el primer momento. Por tanto, este apartado sirve para explicar todos y cada uno de los objetivos finales por los que se trabaja.

El desarrollo de un buen diseño lleva consigo una etapa de estudio y de análisis donde se incluyen los objetivos principales y otros secundarios, de menor importancia, pero que también influyen de forma decisiva en el resultado final. Como se ha comentado, los planos inclinables ofrecen ventajas y están diseñados de forma segura para el bienestar del usuario. Pero aun así podemos innovar y crear algo nuevo que los mejore y que supongan un valor añadido a los mismos.

2.1. Objetivos del TFG.

El capítulo 2.1. se enfoca a la exposición de los objetivos genéricos que guarda el presente proyecto. No todos los objetivos son de igual importancia, pero cada uno en su medida influye de manera decisiva en la decisión de diseño final que se pretende conseguir mediante el desarrollo de este estudio englobado en los apartados 2, 3 y 4 de la memoria del proyecto. A continuación se especifican los objetivos de los que se está hablando en el presente apartado:

- Como objetivo principal se persigue un diseño adaptado de un dispositivo que permita la movilización de los miembros inferiores (MMII) en los propios planos inclinables. Se busca la adaptabilidad a la mayoría de tipos de planos inclinables que existen en el mercado, consiguiendo así universalidad en el diseño.
- Gracias a la aportación que supone la adaptación de este dispositivo en los planos inclinables se conseguirá incrementar el número de beneficios que aportan los planos inclinables, de los que se ha hablado en apartados anteriores (1.1.1.). Además supone un paso intermedio entre el plano inclinable y otros aparatos de rehabilitación que se utilizan para la movilidad, el equilibrio y la fuerza, entre otros.
- Este diseño irá orientado a las primeras fases de rehabilitación donde es importante que todo transcurra de manera progresiva; es decir, cada progreso lleva su tiempo, entendiendo por progreso, avance físico del paciente. Si bien es cierto, dependiendo del paciente y del grado de rehabilitación y/o discapacidad que tuviera, este avanzará más rápido o más lento. Sin embargo, para todos, la rehabilitación es una actividad duradera. Por tanto, en este proyecto cuando se refiere a aspectos de rehabilitación, siempre irán enfocados a las primeras fases de rehabilitación, donde los ejercicios son muy suaves y sutiles.
- El diseño de dispositivo que se desarrolla en este proyecto también está pensado para personas discapacitadas del tipo parapléjico. En ellas se utilizaría para incrementar la movilidad de los miembros inferiores facilitando así una mejora de la circulación y la reducción de espasmos musculares.

En apartados siguientes se puede conocer con más detalle los requerimientos de diseño óptimos para un desarrollo correcto y funcional del presente proyecto.

2.2. Requerimientos de diseño: *BRIEFING*.

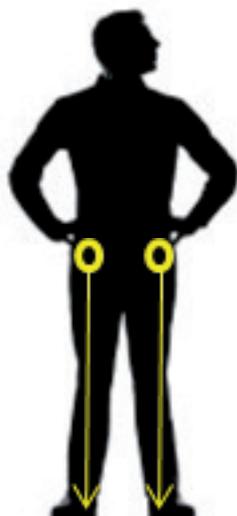
Antes de comenzar con la exposición de los requerimientos de diseño para conseguir un diseño correcto, es necesario comentar que existen otro tipo de requerimientos de los cuales se habla en el apartado "4.1. Requerimientos fisioterapéuticos.". Como bien indica el título del apartado, allí se tratarán los puntos importantes que han sido especificados por profesionales de la fisioterapia. Sin embargo, en este punto se hablará sobre los requerimientos más genéricos y globales que influyen en el diseño del dispositivo, siendo estos desde los materiales o la ergonomía del producto hasta la adaptabilidad.

2.2.1. Consideraciones ergonómicas.

Este apartado se ha enfocado hacia la descripción de las premisas ergonómicas que influyen en el diseño, sobre todo en cuanto a dimensiones y materiales, de cara a un uso óptimo y eficaz del diseño de producto. Todo buen diseño cuyo público objetivo sean las personas, independientemente de su estado físico y/o psíquico, debe estar pensado y diseñado de manera que respete su bienestar y, es más, que lo mejore en la medida de lo posible. Por ello, la información que se detalla en este apartado es de gran importancia debido a que si algo de esto falla, el producto que se diseña no valdrá para el fin deseado y pasará a la sombra de otros productos del sector médico-sanitario en el que se trabaja. Por tanto, aquí se engloban las necesidades ergonómicas que, a continuación, se detallan:

- Las sujeciones de los pies y tobillos al dispositivo en cuestión deben ser fiables, es decir, que aseguren la fijación de los pies y los tobillos. Es conocido que los pacientes suelen llevar zapatillas por la comodidad que para ellos supone. Es un punto importante ya que la propia zapatilla puede proteger el pie, pero no todo el mundo utiliza el mismo calzado ni comparten el mismo número de pie. Por ello, es necesario el diseño de un sistema de sujeción al dispositivo que permita su adaptación a los diferentes números de pie de manera eficiente prestando atención, por supuesto, al material que lo forme. Es así que el dispositivo debe permitir su uso a personas con diferencia de estaturas.
- Hay que tener en cuenta que este tipo de pacientes, como se ha comentado anteriormente, tienen úlceras por decúbito o por presión ocasionadas por una mala circulación sanguínea ya que han estado mucho tiempo encamados y/o sentados, dependiendo del caso. Por tanto, se aconseja utilizar material protector para aquellas zonas de contacto directo del aparato con el paciente. De este material se habla en el apartado 5.5. donde se determina el material elegido, sus características y propiedades y, por tanto, el porqué de su elección.

- El dispositivo debe permitir una ligera regulación en la separación entre los pies; es decir, una persona de estatura baja tendrá menor separación entre pies que una persona de estatura mayor. Esta distancia se mide situando los pies en línea con las caderas. En la siguiente imagen se puede apreciar esta disposición del cuerpo de la que se habla.



Nº 3. Disposición de pies para medir la distancia entre ellos.

- Por último, dentro de este apartado cabe comentar que el diseño de dispositivo debe tener un fácil manejo tanto para usuarios independientes como para profesionales que lo utilicen con pacientes dependientes. Todo tipo de regulación, fijación y puesta en marcha y parada deberán ser intuitivos; es decir, cualquier persona entenderá sin necesidad de manual de instrucciones el funcionamiento de regulación, de fijación y puesta en marcha y parada del dispositivo para llevar a cabo un correcto uso del mismo. Por “regulación” se entiende la preparación previa del ángulo de inclinación de los pedales y de la posición de los pies, más o menos cerca. Por “fijación” se entiende el correcto posicionamiento de los pies y tobillos en los pedales y el correcto montaje del dispositivo en el plano inclinable al que se monte. Y, por último, por “puesta en marcha y parada”, se entiende la activación del dispositivo para el comienzo y el final del funcionamiento.

2.2.2. Consideraciones estéticas.

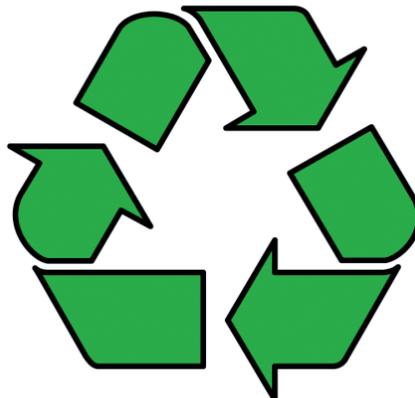
Este apartado se ha enfocado hacia la descripción de las premisas estéticas que influyen en el diseño. Parte muy importante de cualquier diseño innovador que se introduzca en el mercado; es decir, tiene que, además de ser funcional, cumplir una serie de requisitos que lo mejore, siendo estos: buena apariencia, sencillez compositiva y atracción visual, entre otros. Es importante conocer el ámbito en €

que se mueve este proyecto. Al tratarse de un producto médico-sanitario enfocado a la rehabilitación de pacientes, hay que conseguir que el público objetivo se sienta cómodo en su uso. Con esto, se pretende crear un dispositivo funcional ante todo, pero que respete la sencillez en su composición de elementos y tenga, por tanto, armonía en su diseño.

Estas cuestiones aunque puedan parecer superfluas en su exposición; sin embargo, añaden mucho prestigio y valor a los diseños. Pongámonos por un momento en la piel del paciente con dificultades físicas y que se ve obligado a utilizar este tipo de productos de apoyo. Cualquier persona preferiría utilizar un aparato que aunque sepa que es para rehabilitación, le parezca agradable a la vista. El trabajo que con él vaya a realizar y las ganas que tenga de ponerse sobre el mismo, serán diferentes y mucho más positivas si se consigue un diseño más atractivo y confortable para el paciente. Esto se resume en que aunque parezca mentira, la mayoría de personas de hoy en día se deja llevar por apariencias y primeras impresiones, sin hablar de estilismos tanto de moda como de producto. Todo lleva consigo un diseño y aquí también tiene cabida.

2.2.3. Consideraciones ecológicas.

En este punto del proyecto se trata el tema del Ecodiseño. El Ecodiseño es una parte del diseño que se encarga de crear respeto hacia el medio ambiente en todas las etapas de diseño, desde la idea primera hasta su fabricación, distribución y reciclaje en el mercado. Está íntimamente ligado al Diseño Sostenible, puesto que ambas ramas apuestan fuertemente por el respeto hacia el medio ambiente mediante el uso de materiales reciclados y/o reciclables, reducción de piezas en los diseños o reducción de residuos en la fabricación de los productos, entre otros aspectos. Si un diseño de producto mantiene las directrices del Ecodiseño entonces ganará un valor añadido al de su funcionalidad y estética, lo que le permitirá competir con otros productos existentes en el mercado.



Nº 4. Logo reciclaje.

Por todo esto, el diseño de dispositivo que se trata en el presente proyecto deberá ser fiel al Ecodiseño en la medida de lo posible. Se tendrá en cuenta, sobre todo, a la hora de elegir los materiales reciclados y/o reciclables, al optimizar el número de componentes y al elegir los procesos de fabricación, envasado y transporte convenientes de cara a la reducción de residuos y el respeto al medio ambiente, que líneas arriba se comentaba.

2.2.4. Consideraciones de adaptabilidad.

En este apartado se explicará una condición básica desde el principio de generación de la idea de proyecto que se propone. Esta condición básica e imprescindible es la de desarrollar un diseño universal, en este caso, adaptable a cualquier tipo de plano inclinable que se pueda encontrar en el mercado. Se trata de generar una idea que de solución a la mayoría o la totalidad de diseños existentes de cara a cubrir todos los casos de planos inclinables.

Se genera una idea, pero esta idea se queda coja si solo resuelve la adaptación para un único tipo de plano inclinable. Por tanto, es primordial la universalidad de diseño a la que aquí se refiere. La mejor manera de llevar a cabo este cometido, además de utilizando productos estandarizados, es utilizar un sistema de fijación del dispositivo que permita la adaptación del mismo a cualquier plano inclinable. Se construiría así un elemento individual que, según necesidades del momento, se pudiera adquirir para prestar un servicio más dentro del plano inclinable.

2.2.5. Consideraciones de resistencia.

Como última consideración a tener en cuenta, y no por ello menos importante, es la que se refiere a la resistencia del producto. Se habla de aparatos de apoyo en rehabilitación y, por tanto, aparatos que necesitan ser seguros en muchos aspectos. Se necesita resistencia en cuanto al agarre al plano inclinable al que se monte. Además se necesita que sea seguro y admita el peso del paciente. Hay que tener en cuenta, que el paciente casi nunca se va a situar en 90° (de pie) sobre el aparato, por lo que el peso de su cuerpo no recaerá por completo sobre este nuevo dispositivo. Sin embargo, puede ocurrir que alguna vez sí se produzca y, por tanto, es necesario asegurar que el dispositivo podrá trabajar de igual manera. Aquí aplicamos el principio de ponerse en la peor situación posible, es decir, en la situación más desfavorable de uso del producto, o lo que es lo mismo, que el dispositivo pueda soportar, aunque sea ocasionalmente, todo el peso del usuario (o paciente).

• Por tanto, y como conclusión de lo hablado en el párrafo anterior, el dispositivo deberá soportar el peso de una persona; que poniéndonos en el caso más desfavorable, hablamos del peso de una persona de estatura alta y no precisamente delgada, sino fuerte. Así se sitúa el peso en 95-100 kg, aproximadamente. Sin embargo, el peso no será soportado en su totalidad por un pedal, si no que se alternará y cada vez será un pedal quien ejerza más fuerza que el otro (momento de inclinación del pie hacia arriba). La imagen siguiente atiende a la relación de estatura – peso para personas con estabilidad física y personas sanas. En nuestro caso, se fija este rango atendiendo al peso de los hombres puesto que pesan, por lo general, más que las mujeres.

Altura [mts.]	Mujeres						Hombres					
	Pequeña		Mediana		Grande		Pequeño		Mediano		Grande	
	Peso [kg.]		Peso [kg.]		Peso [kg.]		Peso [kg.]		Peso [kg.]		Peso [kg.]	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1.5	45.00	47.25	46.13	50.63	47.25	52.88	45.00	50.18	48.38	55.40	50.63	56.25
1.52	46.21	48.52	47.36	51.98	48.52	54.29	46.21	51.52	49.67	56.88	51.98	57.76
1.54	47.43	49.80	48.62	53.36	49.80	55.73	47.43	52.89	50.99	58.39	53.36	59.29
1.56	48.67	51.11	49.89	54.76	51.11	57.19	48.67	54.27	52.32	59.92	54.76	60.84
1.58	49.93	52.42	51.18	56.17	52.42	58.67	49.93	55.67	53.67	61.46	56.17	62.41
1.6	51.20	53.76	52.48	57.60	53.76	60.16	51.20	57.09	55.04	63.03	57.60	64.00
1.62	52.49	55.11	53.80	59.05	55.11	61.67	52.49	58.52	56.42	64.61	59.05	65.61
1.64	53.79	56.48	55.14	60.52	56.48	63.21	53.79	59.98	57.83	66.22	60.52	67.24
1.66	55.11	57.87	56.49	62.00	57.87	64.76	55.11	61.45	59.25	67.84	62.00	68.89
1.68	56.45	59.27	57.86	63.50	59.27	66.33	56.45	62.94	60.68	69.49	63.50	70.56
1.7	57.80	60.69	59.25	65.03	60.69	67.92	57.80	64.45	62.14	71.15	65.03	72.25
1.72	59.17	62.13	60.65	66.56	62.13	69.52	59.17	65.97	63.61	72.84	66.56	73.96
1.74	60.55	63.58	62.07	68.12	63.58	71.15	60.55	67.52	65.09	74.54	68.12	75.69
1.76	61.95	65.05	63.50	69.70	65.05	72.79	61.95	69.08	66.60	76.26	69.70	77.44
1.78	63.37	66.54	64.95	71.29	66.54	74.46	63.37	70.66	68.12	78.01	71.29	79.21
1.8	64.80	68.04	66.42	72.90	68.04	76.14	64.80	72.25	69.66	79.77	72.90	81.00
1.82	66.25	69.56	67.90	74.53	69.56	77.84	66.25	73.87	71.22	81.55	74.53	82.81
1.84	67.71	71.10	69.40	76.18	71.10	79.56	67.71	75.50	72.79	83.35	76.18	84.64
1.86	69.19	72.65	70.92	77.84	72.65	81.30	69.19	77.15	74.38	85.18	77.84	86.49
1.88	70.69	74.22	72.46	79.52	74.22	83.06	70.69	78.82	75.99	87.02	79.52	88.36
1.9	72.20	75.81	74.01	81.23	75.81	84.84	72.20	80.50	77.62	88.88	81.23	90.25
1.92	73.73	77.41	75.57	82.94	77.41	86.63	73.73	82.21	79.26	90.76	82.94	92.16
1.94	75.27	79.04	77.15	84.68	79.04	88.44	75.27	83.93	80.92	92.66	84.68	94.09
1.96	76.83	80.67	78.75	86.44	80.67	90.28	76.83	85.67	82.59	94.58	86.44	96.04
1.98	78.41	82.33	80.37	88.21	82.33	92.13	78.41	87.42	84.29	96.52	88.21	98.01
2	80.00	84.00	82.00	90.00	84.00	94.00	80.00	89.20	86.00	98.48	90.00	100.00
2.02	81.61	85.69	83.65	91.81	85.69	95.89	81.61	90.99	87.73	100.46	91.81	102.01
2.04	83.23	87.39	85.31	93.64	87.39	97.80	83.23	92.80	89.47	102.46	93.64	104.04
2.06	84.87	89.12	86.99	95.48	89.12	99.72	84.87	94.63	91.24	104.48	95.48	106.09
2.08	86.53	90.85	88.69	97.34	90.85	101.67	86.53	96.48	93.02	106.52	97.34	108.16

- Además, el dispositivo deberá llevar consigo un sistema de amarre al apoyapié del plano inclinado que sea suficiente para su fijación segura. Esto quiere decir, que esté colocado en vertical o en horizontal el plano inclinable, el dispositivo tendrá que permanecer montado sin posibilidad de vacile de caída.

ESTADO DEL ARTE: ESTUDIO DE MERCADO



Antes de comenzar a diseñar nuestro artilugio es necesario realizar un estudio de mercado completo sobre los productos de apoyo para rehabilitación, donde se incluyen los planos inclinables, relacionado con el objeto de este proyecto. Gracias al estudio de mercado se puede averiguar qué existe hoy en día dentro de este ámbito y cómo se puede mejorar; además permite conocer su viabilidad y adaptabilidad.

Dentro del estudio de mercado se engloban cuestiones en referencia a las entrevistas con fisioterapeutas y usuarios. Sin embargo, aquí se centra en el propio producto que se pretende llevar a cabo. Por ello, es necesario conocer los tipos de planos inclinables que existen, los elementos que los conforman, su funcionamiento y la posibilidad de adaptación de este nuevo dispositivo a ellos.

3.1. Tipos de planos inclinables.

Como se ha ido comentando hasta este punto en el desarrollo del proyecto, existen varios tipos de planos inclinables, y es necesario un estudio de ellos para considerar aspectos de adaptabilidad, principalmente, entre otros aspectos. Por tanto, en este punto se exponen los planos inclinables considerados para el estudio de mercado que se menciona líneas arriba. Se realiza una breve descripción de cada uno de ellos para conocerlos un poco más y, además, se incluye una imagen de los ejemplos. Se han obviado algunos de los ejemplos por ser demasiado ortopédicos y rudimentarios y nos hemos centrado en los más utilizados actualmente.



Nº 6. Plano inclinado con altura fija. Casa: Health Care.
Ref: 5041.



Nº 7. Plano inclinado SUPRO. Casa: Smirthwaite. Ref:
8256-8259.

Plano inclinado de la casa Health Care, Ref: 5041. Es un plano inclinado de dimensiones totales 1700 x 610 x 830 mm y un peso de 90 kg. Fabricado en acero, madera, poliuretano (PUR) y tapizado en polipiel. La regulación de la inclinación la consigue gracias a un motor eléctrico. También está compuesto por 4 ruedas (2 de ellas con freno). El soporte para los pies es antideslizante y aunque no aparece en la imagen también cuenta con 3 cinturones de sujeción del paciente.

Plano inclinado SUPRO de la casa Smirthwaite, Ref: 8256-8259. Este plano inclinado permite su uso tanto en horizontal como en vertical manteniendo hasta un ángulo de 90°. Fue diseñado principalmente para supino. Mantiene los pies separados de manera individual pero no permite la inclinación de los mismos.



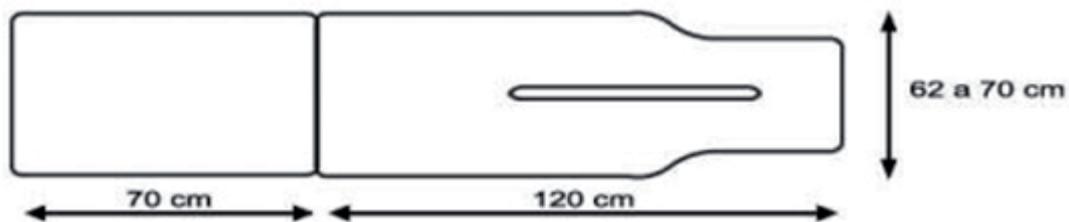
Plano inclinado móvil de la casa Ortotecsa, Ref: F-12. En este caso de plano inclinable, la inclinación se consigue gracias a un pedal que transmite y fija por su componente telescópico la posición elegida. El posicionamiento se realiza por medio de pasadores laterales sincronizados. El reposapiés es desmontable. Cuenta con 4 ruedas para su desplazamiento (2 de ellas con freno). Admite accesorios como bandeja y reposabrazos.

Nº 8. Plano inclinado móvil. Casa: Ortotecsa. Ref: F-12.



Plano inclinado de la casa Ortojosble, Ref: CE-2221. Es un plano inclinado con altura variable (de 55 a 100 cm) y reposapiés independiente. La regulación de los grados va desde 0° a 87° y lo realiza mediante motor eléctrico controlado por mando. Se compone de un respaldo elevable mediante cremallera. También tiene ruedas. El reposapiés es abatible y ajustable de manera independiente. Cuenta con apoyabrazos y cinchas de sujeción del paciente. La estructura es de tubo de acero recubierta de polvo epoxi. Su peso es de 95 kg y sus dimensiones totales son las que aparecen en la siguiente imagen:

Nº 9. Plano inclinado con regulación de apoyapiés. Casa Ortojosbel. Ref: CE-2221.



Nº 10. Dimensiones del plano inclinado de la imagen Nº 7.



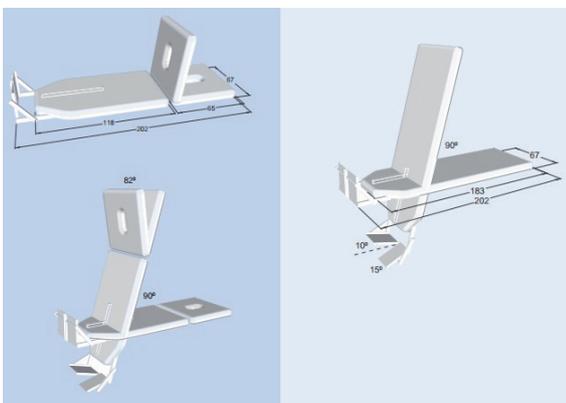
Nº 11. Plano inclinado con apoyapiés fijo. Casa BG Mobiliario. Ref: BG-10690/1.

Plano inclinado de la casa BG Mobiliario, Ref: BG-10690/1. Es un plano inclinable con camilla tapizada en polipiel sintético clase M II relleno de espuma de poliuretano inyectado de alta densidad. Cuenta con un cabecero ajustable de 0° a 90° y con correas para la sujeción del paciente. La inclinación de la parte de la cabeza la consigue mecánicamente. Y la regulación de la inclinación de todo el plano (de 0° a 90°) lo realiza mediante motor eléctrico. Está compuesto por 4 ruedas de 125 mm de diámetro y dos de ellas con freno. Las dimensiones totales son de 650 x 555 x 1900 mm.



Nº 12. Plano inclinado Manumed. Casa Enraf-Nonius.

Plano inclinado de la casa Enraf-Nonius. Admite una inclinación desde 0° hasta un máximo de 90°. Tiene un ajuste eléctrico de altura (de 55 a 108 cm) y 4 ruedas de tamaño grande para su desplazamiento (2 de ellas con freno). Cuenta con cinchas que sujetan de manera segura al paciente. Los pies son abatibles de manera independiente. Este diseño se presenta con camilla de una sola pieza o camilla dividida en dos piezas reservando una de ellas para la cabeza. Las dimensiones se pueden observar en la siguiente imagen junto con datos de regulación del mismo:



Nº 13. Dimensiones e inclinaciones del plano inclinado de la imagen Nº 10.



Plano inclinado de la casa ATM, Ref: PI-2ER. Es un plano inclinado que pasa de 0° a 85° en 32 segundos. Fabricado en acero. Permite la regulación de altura eléctrica gracias a una botonera de mano. El respaldo es extraíble y cuenta con un orificio facial y tapa. El reposapiés también es extraíble. Cuenta con barras laterales donde se agarran las cinchas.

Nº 14. Plano inclinado con reposapiés extraíble. Casa ATM. Ref: PI-2ER.

A continuación, se presentan otros planos inclinados que se han tenido en cuenta sólo en el estudio del apoyapié ya que son más rudimentarios en el resto de componentes:



Nº 15. Plano inclinado manual y eléctrico. Casa SCI Geriatria. Ref: FM-013/011.



Nº 16. Plano inclinado dos motores. Casa Mundoresidencias. Ref: 1RE0235.



Nº 15. Plano inclinado manual y eléctrico. Casa SCI Geriatria. Ref: FM-013/011.



Nº 18. Plano inclinado móvil. Casa Fisaude.



Nº 19. Bipedestador infantil Buffalo. Grupo Mimas.

En el apartado siguiente, “3.2. Elementos Compositivos.”, se puede conocer información acerca de los elementos que componen, en términos generales, un plano inclinable. Sin embargo, este estudio de mercado se centra en la parte que confiere al apoyapié. Es ahí donde se monta la propuesta de proyecto que se desarrolla. Por tanto, el estudio se ha focalizado en el análisis de los tipos de apoyapiés que presentan los planos inclinables y se ha llevado a cabo una clasificación que aquí se expone:

1. Planos inclinables con apoyapié de una pieza fijo.
2. Planos inclinables con apoyapié de una pieza extraíble.
3. Planos inclinables con apoyapié partido para cada extremidad fijo.
4. Planos inclinables con apoyapié partida para cada extremidad regulable.

Al realizar el estudio de mercado se han obtenido más ejemplos de planos inclinables englobados dentro de la clasificación número 1 y 2. Por tanto, este proyecto toma como partida y base para su realización, a aquellos planos inclinables que están compuestos por un apoyapié de una sola pieza tanto fijo como extraíble. Sin embargo, y como se comentaba en líneas anteriores, se trata de encontrar una solución que englobe todas las clasificaciones pudiendo así adaptarlo a cualquiera que nos encontremos en el mercado.

3.2. Elementos compositivos.

En este apartado se explicarán brevemente los elementos que componen un plano inclinable en términos genéricos y su función dentro del mismo. La mayoría de elementos que los componen son comunes y básicos para su funcionamiento, posicionamiento y seguridad en el uso, montaje y fijación del paciente. Como se puede observar en las imágenes del apartado anterior todos y cada uno de ellos están compuestos por los siguientes elementos básicos:



a) **Estructura:** sirve de base para el resto de elementos. Gracias a ella se permite la inclinación del plano inclinable. Relaciona todos los elementos mediante la unión de cada uno de ellos a diferentes partes de la misma.



b) **Camilla:** plano cubierto de material espumoso sobre el que se apoya el usuario. Básicamente, se puede hablar del “plano” que se inclina gracias al mecanismo de inclinación que se explica más adelante.



c) **Apoyapié:** plataforma/s fija/s o extraíble/s donde se apoyan los pies del paciente y que soportan el peso del mismo en la posición vertical del plano inclinable. No es necesario que soporten del todo el peso del usuario porque el mismo va sujeto gracias a unas cinchas que se explican líneas más abajo.



d) **Mecanismo de inclinación:** existen diferentes tipos: mecánicos, que son más rudimentarios y ya no se utilizan; y, eléctricos, utilizados en la actualidad. La mayoría de los planos inclinables cuentan con un pistón a gas o actuador lineal. Son más utilizados los actuadores lineales; sin embargo, se pueden encontrar planos inclinables que funcionen gracias a pistones a gas. Los actuadores lineales eléctricos funcionan como si de un husillo se tratase, transmitiendo un movimiento lineal en otro circular. Se deben colocar de tal manera que puedan elevar la camilla, obteniendo así la inclinación deseada, de 0° a 90° como máximo. Además son elementos que se pueden encontrar con pequeñas velocidades por lo que son ideales para este tipo de productos ya que se deben conseguir movimientos suaves, progresivos y, sobre todo, seguros.



e) **Cinchas de sujeción:** parte primordial para la seguridad de los usuarios. Al tratarse de personas discapacitadas o que han estado encamadas durante mucho tiempo, las cinchas de sujeción son esenciales a la hora de asegurar la posición dentro del plano inclinable; evitando así caídas, malas posturas y, en definitiva, daños en el usuario.

Existen de diversos tipos, pero lo más usual es encontrar cinchas de velcro, por su facilidad de uso y su fiabilidad en cuanto a fijación.



f) **Ruedas:** las ruedas son elementos muy importantes de cara al transporte del plano inclinable. Suelen estar formados por 4 ruedas y, casi siempre, dos de ellas tienen freno. Este tipo de aparatos se debe posicionar de manera segura sobre el suelo evitando posibles inestabilidades debidas al terreno, entre otros factores. Por tanto, se pueden encontrar ruedas con frenos o sistemas mecánicos que eleven las ruedas una vez terminado el desplazamiento del plano inclinable y posicionándose éste sobre la estructura que lo forme.

3.3. Características y propiedades.

En este punto del proyecto se van a tratar temas que influyen en los diseños de los planos inclinables como materiales y procesos de fabricación. Además se hará un breve comentario sobre el funcionamiento de los mismos para conocer con mayor exactitud el producto de estudio.

3.3.1. Materiales.

Este apartado se centra en los materiales que se utilizan en los planos inclinables. Se tratará este aspecto y se especificarán los materiales que compartan la mayoría de ellos. Lo que aquí se describa

nos puede servir de guía a la hora de elegir los materiales para el diseño definitivo del dispositivo de este proyecto a los que se hace referencia en el apartado 5.5. . Se hablará de los materiales según los elementos que se han especificado en el apartado anterior.

a) **Estructura:** el material más utilizado para constituir la estructura del plano inclinable es el acero. Dependiendo del plano inclinable tendrá un acabado superficial u otro; como por ejemplo, recubierto de epoxi⁽³⁾. El acero ofrece muy buena resistencia para este tipo de productos que deben ser seguros tanto en su posicionamiento como en su resistencia de aguante de todos los demás componentes que integran el diseño. Con una densidad de 7850 kg/m³, el acero se convierte en un material apto para este tipo de aplicaciones por su suficiente peso y dureza para el aguante de las fuerzas a las que se verá sometido durante su uso.

Además, permite varios tipos de acabados debido a que admite variedad de procesos de fabricación y esto ayuda a la hora de diseñar un nuevo producto, porque ofrece diferentes posibilidades.

b) **Camilla:** las camillas de los planos inclinables son fabricadas en espuma de poliuretano y son recubiertas con tejido polipiel. Es necesario que el paciente se sienta cómodo y, por ello, las camillas se recubren con espuma de poliuretano para conseguir una superficie más flexible y así permitir que el cuerpo se adapte con mayor comodidad a la camilla. El tejido polipiel se utiliza para conseguir acabados más atractivos y, sobre todo, para abrazar la espuma de poliuretano que se ha comentado en este mismo apartado.

c) **Apoyapié:** los apoyapiés tienen estructura de acero, o del mismo material del que esté fabricada la estructura del producto. Sin embargo, la base de apoyo de los pies se puede encontrar en diferentes materiales, desde plásticos hasta maderas. No es necesario que los materiales que formen el apoyapié estén fabricados de manera especial ya que basta con una balda rectangular de suficiente dimensión para que quepan ambos pies. Sin embargo, sí se debe prestar atención en el diseño de este dispositivo en el material que conforme el sistema de fijación de los pies al apoyapié ya que ese sí tendrá contacto con el cuerpo del paciente. Este material deberá amortiguar el posicionamiento de los miembros inferiores del usuario (o paciente); y, por “amortiguar”, se quiere referir a la reducción de la superficie rígida con la que contaría el apoyapié en su estructura básica.

(3) Pintura epoxi: como capa de impresión, para proteger de la corrosión, la oxidación y/o mejorar la adherencia de otras capas de pintura.

d) **Mecanismo de inclinación:** el mecanismo de inclinación como se ha explicado anteriormente, está formado hoy en día por un actuador lineal. Los actuadores lineales están fabricados en materiales plásticos y metálicos.

e) **Cinchas de sujeción:** suelen estar compuestas por tejido y llevan cosido velcro que permite el cierre de las mismas. Estas cinchas de sujeción tienen la flexibilidad suficiente para un ajuste cómodo y adaptado a cada paciente; pero, a su vez, cuentan con cierta rigidez que sirve de tope y aguante del paciente, sin que la cincha se rompa por el peso del paciente. Generalmente con un par de cinchas es suficiente; situadas éstas en el tronco y en las piernas.

f) **Ruedas:** las ruedas son de material sintético de alta calidad. Deben soportar el peso de todo el plano inclinable al menos durante el momento de su transporte. Esto último se refiere a que no en todos los planos inclinables el peso recae siempre sobre las ruedas, sino que estas en ocasiones se utilizan únicamente cuando el plano inclinable necesita ser trasladado dentro de una misma estancia o de un lugar a otro; y el resto del tiempo, las ruedas se recogen y el peso es soportado por la estructura de la que antes se ha hablado. Por tanto, el material que forman las ruedas debe ser de alta calidad y densidad; suelen ser de plástico ya que podemos encontrar muchos tipos de plásticos en el mercado que cumplan este requisito. Son elementos comerciales que se pueden encontrar fácilmente de todos los diámetros y composiciones.

3.3.2. Funcionamiento.

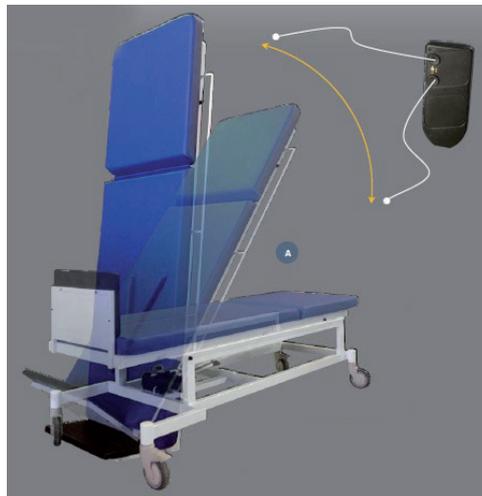
Hasta ahora se han nombrado los componentes que forman un plano inclinable e incluso en alguno de ellos se ha dejado ver muy brevemente cuál es su función dentro de este producto de apoyo. A continuación, se explicará brevemente el funcionamiento y las transmisiones de movimiento básicas que se llevan a cabo en los planos inclinables gracias a los elementos que los componen.

El funcionamiento del plano inclinable se puede resumir en el movimiento de inclinación de la camilla con respecto a la horizontal de 0° a 90° , como máximo. Este movimiento se consigue gracias a los actuadores lineales eléctricos, es decir, dispositivos capaces de transformar la energía generada por un motor (movimiento de rotación) en un movimiento lineal. El actuador se fija por uno de sus extremos en la estructura del plano inclinable y el otro extremo en la camilla por la parte de abajo. Al activarse se consigue que la barra del actuador se desplace linealmente y fuerza a la camilla a que se incline los grados que deseemos. Los actuadores además permiten un movimiento suave y lento, asegurando así la seguridad del paciente. En la siguiente imagen se puede apreciar el diseño de uno de los

actuadores lineales de los que se habla y, a continuación, algunas imágenes que reflejan el movimiento que lleva el plano inclinable.



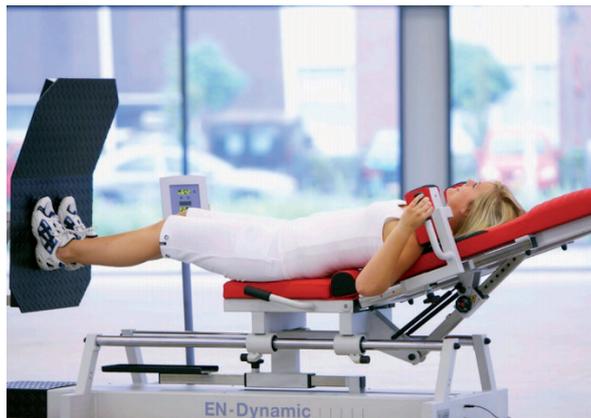
Nº 20. Actuador lineal.



Nº 21. Movimiento del plano inclinable.

3.4. Otros productos de apoyo.

Como se podrá comprobar en este apartado, existen muchos otros productos de apoyo para rehabilitación. A continuación se exponen ejemplos de ellos referidos a la movilidad de los miembros inferiores. El primero de ellos es el siguiente:



Nº 22. Producto de la gama EN-Dynamic.



Nº 23. Producto de la gama EN-Dynamic.

Pertenece a la gama EN-Dynamic de la casa Enraf-Nonius. Este producto es ajustable desde una posición de sentado. La fuerza que se ejerce es visualizada por pantalla y además el número de repeticiones se cuenta automáticamente. Mantiene una amplia gama de prueba de carga desde extremadamente ligera hasta muy pesada, lo cual se puede regular. Como se puede apreciar en la imagen este producto es utilizado para mejorar las extremidades inferiores (fijarse en el muñeco con las piernas coloradas).

El siguiente ejemplo presentado a continuación, también pertenece a la casa Enraf-Nonius. Y se utiliza para la extensión de las piernas. De nuevo se puede apreciar en la imagen la zona a la que afecta la actividad que ofrece dicho producto. Se utiliza en la posición de sentado.



Nº 24. EN-Dynamic para extensión de piernas.

En la siguiente imagen se presenta otro producto de nuevo de la casa Enraf-Nonius.



Nº 25. EN-Free, equipoaccesorio para ejercicios libres.

Por último, se muestra un producto para el movimiento de piernas como el que se produce al utilizar una bicicleta. Llamado Pedalier Dual-Bike, cuenta con un sistema de resistencia magnético patentado. Se puede usar tanto sobre una mesa como en el suelo. Mantiene una marcha suave y regulable. Las patas son extensibles para una mejor acomodación. Tiene un display que muestra la velocidad, el tiempo, las calorías consumidas y la distancia recorrida. Cuenta con un peso de 8.3 kg.



Nº 26. PEDALIER DUAL-BIKE.

De este último apartado en el que nos encontramos se puede concluir que existen aparatos que nos posibilitan la realización de ejercicios de rehabilitación tanto suaves como de mayor exigencia física. Sin embargo, no existe ninguna aplicación a los planos inclinables en los que se pretende añadir la función de inclinación alterna de los pies. Se puede observar, al menos en los productos que se han expuesto como ejemplos, que ninguno de ellos realiza el movimiento por sí misma la máquina, sino que es el propio usuario quien necesita de su fuerza física para poder llevar a cabo el ejercicio que se pretenda en cada caso. Esto facilita una ventaja para el diseño de dispositivo que aquí se desarrolla ya que sin que el paciente necesite realizar esfuerzo, la máquina le permitirá igualmente llevar a cabo el ejercicio que se pretende; siendo este suave, continuo y lento.

Por otra parte, se puede observar que todos los productos responden a una premisa básica en este ámbito de la rehabilitación. La premisa de la que se habla es la de adaptación y regulación de manera personalizada para cada usuario, en cuanto a tema de estatura y peso.

DISEÑO CONCEPTUAL Y ANÁLISIS FUNCIONAL PROPUESTAS



En este apartado se abordarán temas relacionados con la concepción de la idea de diseño y la funcionalidad del dispositivo. Se estudiarán algunas propuestas analizando las ventajas e inconvenientes de las soluciones, atendiendo a los requerimientos expuestos en el capítulo 2. Para comenzar esta tarea se han realizado entrevistas con fisioterapeutas para conocer información veraz.

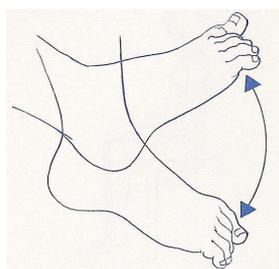
El siguiente subapartado “4.1. Requerimientos fisioterapéuticos” va íntimamente ligado al “4.2. Análisis funcional: necesidades de funcionamiento”. Esto es así debido a que los profesionales fisioterapéuticos establecen los condicionantes que debe respetar el diseño para asegurar el bienestar del usuario y otras personas que trabajen con ellos, y además garantizar la funcionalidad del aparato. Por ello, son imprescindibles en la labor del análisis funcional que aquí se presenta.

4.1. Requerimientos fisioterapéuticos.

Para conocer con más exactitud las necesidades de los pacientes y, en definitiva, cuáles son los movimientos adecuados para desarrollar esta adaptación, se ha considerado oportuno y relevante mantener comunicación con profesionales del mundo fisioterapéutico. Nos darán la clave para conseguir las especificaciones más óptimas de cara a la mejora de los pacientes. Aportan los conocimientos necesarios para establecer el tipo de movimiento a conseguir y el rango de ángulos necesarios para que sea efectivo sin ocasionar daño alguno en el paciente. Para ello, se han realizado entrevistas a dos fisioterapeutas: Paula Vega Martín y Patricia Calatayud Sánchez, las cuales se encuentran en el apartado “g) Anexos”. Gracias a estas dos profesionales fisioterapéuticas se han obtenido las claves y conceptos que no se pueden olvidar como base para el desarrollo del proyecto. A continuación, se detallan los requerimientos que han considerado oportunos y en relación con la idea de proyecto que se redacta.

Como breve introducción a los requerimientos: se ha comentado en apartados anteriores el punto de partida es conocer el tipo de paciente con el que se trabaja: pacientes que han estado en coma durante mucho tiempo, pacientes con problemas neurológicos o pacientes con lesiones medulares (LM), entre otros. El principal objetivo que se pretende conseguir es acomodar a la verticalización a las personas que por diversos motivos se han encontrado encamadas durante periodos de tiempo largos. De tal forma que necesitan recuperar el equilibrio vertical de manera progresiva para evitar posibles mareos. Y, además, necesitan que esta acomodación sea suave.

- Como el objetivo de todo tratamiento de rehabilitación, en cuanto a miembros inferiores (MMII) se refiere, consiste en recuperar la marcha, un requerimiento es llevar a cabo movimientos simples y básicos. Mencionan ambas fisioterapeutas que el movimiento más importante en este ámbito es el de la triple flexión, es decir, flexión de tobillos, rodillas y caderas. Nos explican que para esta aplicación que se desarrolla en este proyecto es importante centrarnos sólo en el movimiento de los tobillos puesto que complicaríamos mucho la estabilidad del paciente al intentar mover rodillas y cadera. En ese último caso, sería necesario diseñar un nuevo plano inclinable desde el principio que incluyera todos y cada uno de los movimientos que se mencionan; pero, sin embargo, en este caso bastaría con el movimiento de los tobillos. Por lo tanto, la siguiente imagen muestra el movimiento que se pretende conseguir con este dispositivo:



Flexión dorsal

Flexión plantar

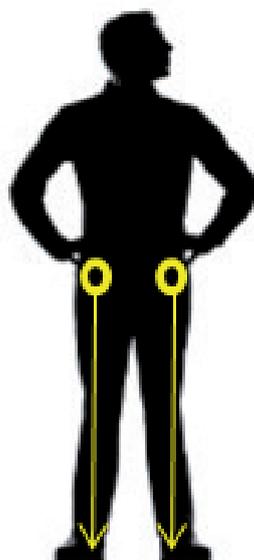
Nº 27. Movimiento de flexión del pie.

Afirman que existen otras máquinas que permiten simular la marcha de las personas pero que son utilizadas por pacientes que se encuentran en fases más avanzadas de tratamientos de rehabilitación. Por tanto, opinan que sería de gran ayuda llevar a cabo este proyecto ya que podrían comenzar a movilizar los tobillos de manera suave en las primeras fases. Además, una ventaja que conlleva esta idea es que se podría utilizar sin que el paciente se encuentre en los 90° de inclinación, sino que estando aún tumbado se podría poner en marcha.

- Es necesario que el movimiento de los pies sea alterno para equilibrar los pesos del usuario y evitar posibles dificultades en su utilización. Esto es que cuando uno esté arriba con ciertos grados de inclinación, el otro se encuentre con esos mismos grados pero hacia abajo. Se contarán los grados con respecto a la horizontal. También es de importancia que el rango de los grados de inclinación esté controlado y no pase de aproximadamente 30°.

- Comentan las fisioterapeutas que es necesaria la regulación de los grados de inclinación porque no todos los pacientes se encuentran al mismo nivel ni tienen el mismo ritmo de recuperación. Pero fijan un máximo de 30° con respecto a la horizontal porque será utilizado en las fases más tempranas de rehabilitación, por lo que con eso sería más que suficiente.

- Otro requerimiento a tener en cuenta es el posicionamiento de los pies. Los pies deberán mantenerse a una distancia de 10 cm aproximadamente; aunque se permitirá una segunda posición para aquellas personas de mayor estatura que presenten más separación entre los pies. Esta medida se obtiene situando los pies rectos y colocándolos a la altura de las caderas para prevenir daños en el usuario y acomodar el cuerpo correctamente para esta actividad.



Nº 28. Disposición correcta de los pies.

4.2. Análisis funcional: necesidades de funcionamiento.

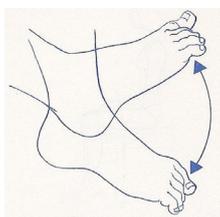
En este apartado se han especificado las necesidades básicas de funcionamiento del dispositivo objeto de diseño. Se presentan estas mediante dibujos técnicos, imágenes y bocetos, gracias a los cuáles podemos entender con mayor exactitud los objetivos a cumplir. En el apartado anterior, donde se mencionan los requerimientos fisioterapéuticos, se deja ver el movimiento que se necesita conseguir, pero es en este apartado donde se explica con mayor detalle. En apartados posteriores a este se mostrará cómo se ha conseguido establecer un buen diseño que aporte una solución a los problemas específicos aquí planteados.

Nos referimos a las “necesidades de funcionamiento” como requerimientos físicos y técnicos que se pretenden conseguir, englobando desde grados de movilidad y velocidad del movimiento hasta la propia seguridad y comodidad del paciente y cuidadores que intervengan en este diseño mediante su uso.

4.2.1. Movimiento a conseguir.

Existen muchos tipos de movimientos que se pueden realizar en rehabilitación pero en este proyecto sólo tiene cabida uno. A continuación, se especificará el movimiento que se pretende conseguir y que se ha considerado oportuno para esta aplicación ya que se trata de una aportación para el plano inclinable.

El tipo de movimiento que se pretende llevar a cabo gracias al uso de este diseño es el siguiente; se trata de la flexión tanto plantar como dorsal. Gracias a las siguientes imágenes podemos hacernos mejor a la idea.



Nº 29. Flexión dorsal y flexión plantar.



Nº 30. Flexión dorsal y flexión plantar.



Nº 31. Flexión dorsal y flexión plantar.

Como se puede observar, este movimiento es muy sencillo y si se prueba personalmente, no todo el mundo conseguirá alcanzar grandes grados de flexibilidad. Consiste simple y llanamente, en girar el tobillo dirigiendo los dedos del pie hacia el techo y, seguidamente, girar el tobillo dirigiendo los dedos del pie hacia el suelo. No es necesario forzar la flexión o extensión, dependiendo de si los dedos miran hacia el techo o suelo, respectivamente. Sin embargo, sí que es importante que el movimiento sea alterno sobre todo para la repartición del peso del paciente. Además se puede prevenir así que las cadenas posterior y anterior se vean tensadas y forzadas lo que provocaría molestias en el paciente.

4.2.2. Especificaciones del movimiento.

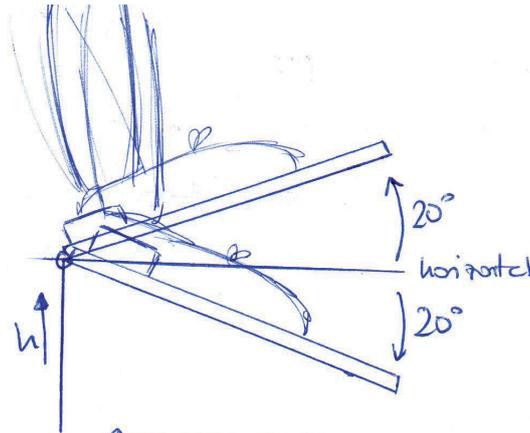
4.2.2.1. Inclinación y rango de inclinación.

Gracias a la inclinación que permita el dispositivo se va a conseguir la actividad que se propone para incrementar las prestaciones del plano inclinable de hoy en día. Esta actividad lleva consigo la movilidad (flexión dorsal y plantar) de los miembros inferiores de los pacientes, es decir, pies y tobillos. Pero es necesario establecer un rango de inclinación óptimo que permita generar beneficio en el paciente sin dañarle o provocarle molestias.

Por ello, y bajo la supervisión de fisioterapeutas, se ha establecido un rango entre 0° y 30°, siendo conveniente no llegar a los 30° porque aunque a primera vista supongan pocos grados, una vez que se establece en la articulación del pie, supone una gran flexión, propia de fases más avanzadas de rehabilitación. Incluso, cabe decir que hay pacientes que no admiten ese grado de inclinación porque su flexibilidad personal es algo más reducida, ya no por temas de enfermedad.

Como se ha comentado anteriormente, nuestro dispositivo va enfocado a las primeras fases de

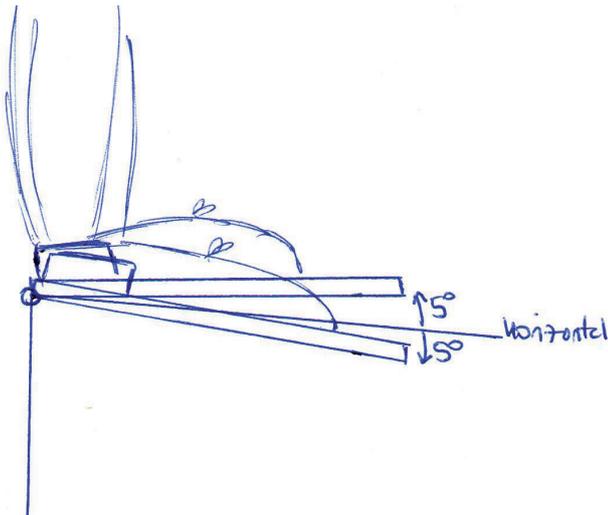
rehabilitación y se ha establecido un máximo de 20° de inclinación para cada pie, por igual. El mínimo también se puede determinar porque hay que asegurar un mínimo de funcionalidad del dispositivo, por tanto, se ha considerado suficiente establecer el mínimo en 5°. Queda así fijado un rango de inclinación de 5° a 20°. A continuación, se presenta un boceto donde queda detallada la inclinación y el rango que hasta aquí se ha comentado:



inclinación en 20°

↑ mecanismo a una cierta altura por permitir los 20° hacia abajo; ya que hacia terrenos espacio no parece haber.

Nº 32. Inclinación de 20 grados.



inclinación en 5°

Nº 33. Inclinación de 5 grados.

En esta imagen se puede observar sólo la inclinación a conseguir mediante los pedales. No se incluye el mecanismo para su consecución ni otros elementos que sirven como soporte de todos ellos. Como se puede observar y ya se ha comentado, a simple vista el rango de 5 a 20 grados parece escueto; pero, sin embargo, supone un gran ejercicio para las personas a las que va destinado que se encuentran en las primeras fases de rehabilitación.

4.2.2.2. Regulación de la inclinación.

De nuevo es necesario tener en cuenta el tipo de paciente, la fase o nivel de rehabilitación en la que se encuentra y la velocidad de mejora que experimenta. Por ello, es necesario incluir algún mecanismo que asegure una regulación de la inclinación permitiendo así adaptar el dispositivo de manera personalizada a cada uno de los pacientes que hagan uso del mismo.

Además, esta regulación es conveniente que pueda realizarse suavemente sin fijar un salto de 5 en 5 grados, o de 10 en 10 grados. Se facilitará una regla o similar en algún punto del dispositivo que permita al usuario conocer con qué número de grados ha regulado esta aplicación antes de ponerse en marcha.

Este dispositivo podrá ser utilizado en cualquiera de sus grados de inclinación independientemente del grado de inclinación que mantenga el plano inclinado al que irá montado.

4.2.2.3. Velocidad del movimiento.

En cuanto a la velocidad del movimiento tiene que ser reducida. No podemos incluir un giro del pedal con respecto a su eje con una alta velocidad porque los pacientes son personas con movilidad escasa o inexistente, y será la máquina quien “obligue” a sus pies a moverse. Se trata de conseguir un movimiento delicado y lento que no fuerce las articulaciones del paciente. Además la velocidad deberá ser constante para que el movimiento sea suave y no se produzcan cambios bruscos de posición.

Por tanto, con esto se establece una velocidad que consiga realizar un recorrido, considerándose como recorrido el movimiento de subida y de bajada de un pie, cada 2 segundos, aproximadamente; dependerá además del grado de inclinación con que se haya regulado previamente el dispositivo.

4.2.3. Seguridad.

En cuanto a seguridad se refiere, se hace una división en seguridad del paciente y seguridad del dispositivo:

- Seguridad del paciente: al tratarse de pacientes que pueden tener ciertas zonas sensibles a golpes o con úlceras, será necesario asegurar la comodidad del aparato. Por ello, los fisioterapeutas han recomendado utilizar agarres para la fijación del pie a base de velcro y material antiescaras. Esto evitará rozaduras y se podrá ajustar más fácilmente a cada paciente. Además son materiales que hoy en día se utilizan habitualmente en el ambiente médico-sanitario. En lo referente a la elección del tipo de materiales, se aborda con más detalle en el capítulo dedicado al desarrollo del diseño, en su apartado específico 5.5.

Es necesario asegurar una correcta fijación de los miembros inferiores del paciente al aparato para que éstos no se salgan y mantengan el movimiento transmitido por el dispositivo.

- Seguridad del dispositivo: los mecanismos que se utilicen para conseguir tanto la inclinación de los pedales donde irán apoyados los pies como la regulación de los grados de la inclinación, tendrán que ser seguros y estar bien amarrados al resto de estructura que conforma el dispositivo en su conjunto. Para que sean seguros bastará con fijar los elementos que lo formen al dispositivo y permitir su uso sin peligro de daño para la persona que los manipule para su ajuste.

Es necesario diseñar un aparato que facilite su uso, tanto para pacientes como para cuidadores, de manera intuitiva incluso.

Será necesario mantener la velocidad constante y reducida que se comentaba en líneas más arriba.

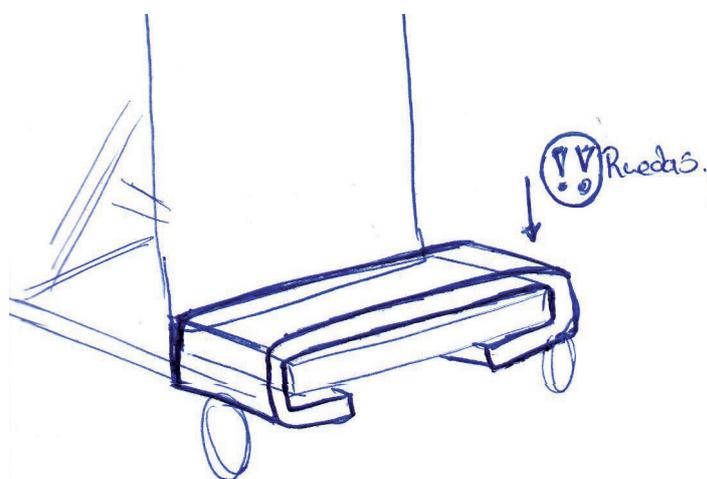
De este apartado 4.2. se puede concluir que será necesario conseguir un movimiento de tobillos suave, alterno, que permita la regulación de los ángulos y sea seguro para conseguir avances en el paciente sin ocasionarle daños, ni al mismo paciente ni a las personas que lo manejen. A partir de aquí, se establecerán propuestas de diseño, entendidas como conceptuales, que serán analizadas y gracias a las cuales se podrá lograr un único diseño que ofrezca soluciones de manera conjunta para todos estos objetivos que aquí se han especificado.

4.3. Propuestas de diseño.

El diseño de dispositivo que aquí se trata está pensado para que pueda adaptarse a todo tipo de planos inclinables, y más concretamente a aquellos que mantienen como reposapiés una balda de una sola pieza, ya bien sea fija o extraíble. Se han estudiado diferentes tipos de adaptadores, que se presentan a continuación, en forma de boceto y/o imagen fotorrealista (o render), aunque ninguno de ellos ha sido finalmente seleccionado. Estas propuestas han servido para conseguir un mejor diseño final que atienda a todas y cada una de las especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento. Para conocer el diseño final se puede acudir directamente al apartado “5. Diseño y Desarrollo del Producto”, donde además del diseño definitivo se encuentran todas las especificaciones, propiedades y características que le influyen formando parte de él, directa o indirectamente.

A continuación, se explican las premisas más básicas que se han considerado oportunas e importantes para el diseño del dispositivo adaptado a planos inclinables. En primer lugar, deberá contener una fijación segura que permita el amarre a cualquier plano inclinable sin entorpecer su uso habitual ni que provoque la caída del dispositivo por mal posicionamiento. Además, el dispositivo deberá llevar un fácil montaje, intuitivo y sencillo de manera que cualquier persona pueda realizarlo sin necesidad de contratar un servicio adicional de instalación.

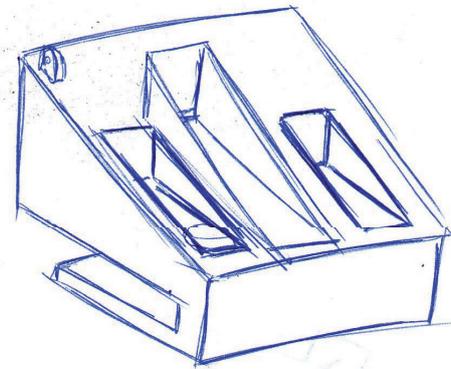
Se presentan algunos bocetos rápidos de las primeras ideas para el diseño del dispositivo junto a una breve explicación de cada uno (ventajas y desventajas encontradas), para un mayor entendimiento. Esta fase de diseño conceptual es muy importante dentro de cualquier diseño de producto ya que nos permite captar las características beneficiosas de cada boceto para en un paso siguiente del proceso englobarlas todas, o al menos la gran mayoría, dentro de un mismo diseño.



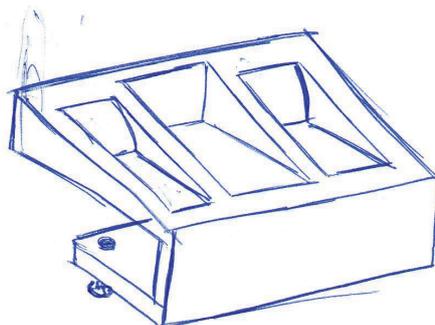
Nº 34. Propuesta nº1.

En la propuesta número 1 (imagen N° 34) se puede observar una gran desventaja que hace que sea descartada de primera mano. El inconveniente que se observa es que con ese diseño de base del dispositivo tendremos problemas a la hora de montarlo en el plano inclinable debido a que puede chocar con la estructura que lo soporta y con las ruedas. Por eso, no se realizaron más bocetos que reflejaran esta dirección de montaje del dispositivo, es decir, con agarraderas laterales; sino que se pensó para montarlo frontalmente. A continuación, todas las siguientes propuestas se montarán frontalmente al apoyapié del plano inclinable, como se acaba de mencionar.

En el primer ejemplo, junto con el segundo, propuestas número 2 (imagen N° 35) y 3 (imagen N° 36), se puede observar que el montaje en el apoyapié se realiza mediante la ranura del diseño, introduciendo por ahí debidamente el apoyapié. En la propuesta número 2, el espesor para conseguir la altura es demasiado grande, por lo que en la propuesta número 3 se ha reducido, aunque aún se considera un diseño de demasiado espesor en esa zona. En común, ambos diseños presentan tres huecos. Los exteriores se consideran para permitir al pedal conseguir los grados necesarios para ejecutar la actividad para la que se diseña gracias a que así no choca con la base del dispositivo, permitiendo así más libertad en el movimiento. Y el hueco del medio está pensado para situar el motor y reductor que se utilizarán para generar la energía suficiente para que el mecanismo funcione.

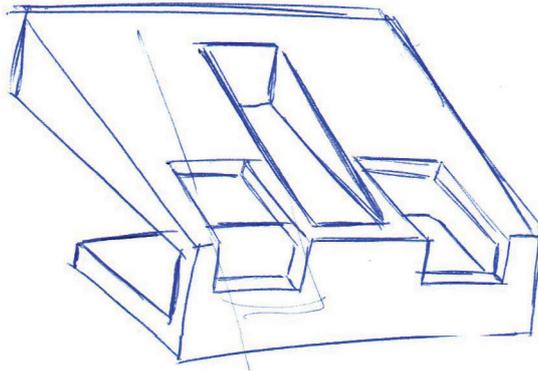


N° 35. Propuesta n°2.



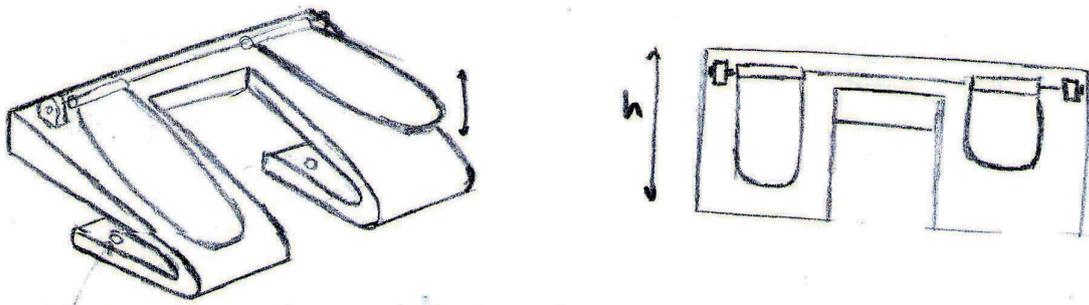
N° 36. Propuesta n°3.

En la siguiente propuesta, número 4 (imagen N° 37), el diseño sigue siendo similar a los dos anteriores; sin embargo, los huecos acaban cortando la base. Esto se ha pensado así para facilitar el proceso de fabricación de la misma. Esta propuesta fue descartada, además de como las dos anteriores por su espesor innecesario, porque estos huecos permitirían a los pedales introducirse en ellos y al final chocar con el apoyapié del plano inclinable. Algo que indudablemente hay que evitar.



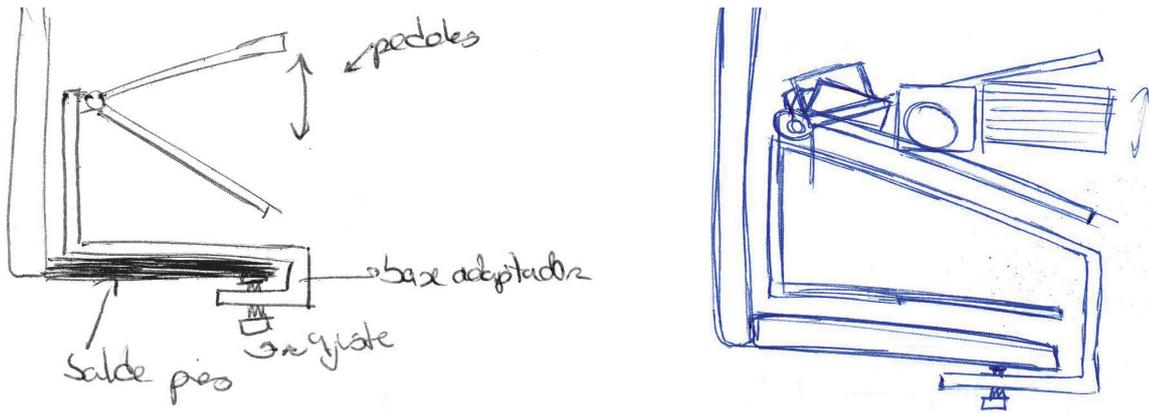
N° 37. Propuesta n°4.

La propuesta siguiente, número 5 (imagen N° 38), presenta un hueco mayor para el alojamiento del motorreductor que se comentaba líneas arriba. En este caso, el motor iría situado sobre el propio apoyapié del plano inclinado, fijándolo al mismo. Esta idea se descartó de inmediato puesto que se busca un diseño de “quita y pon”. Es decir, de fácil montaje y desmontaje y sin tener que influir en el plano inclinable al que vaya montado. Se trata de buscar una nueva aplicación para incluir en los planos inclinables pero sin modificar la estructura de los ya existentes; simplemente adaptando un dispositivo. Además se puede observar, que se pensó con líneas más redondeadas para hacerlo más atractivo.

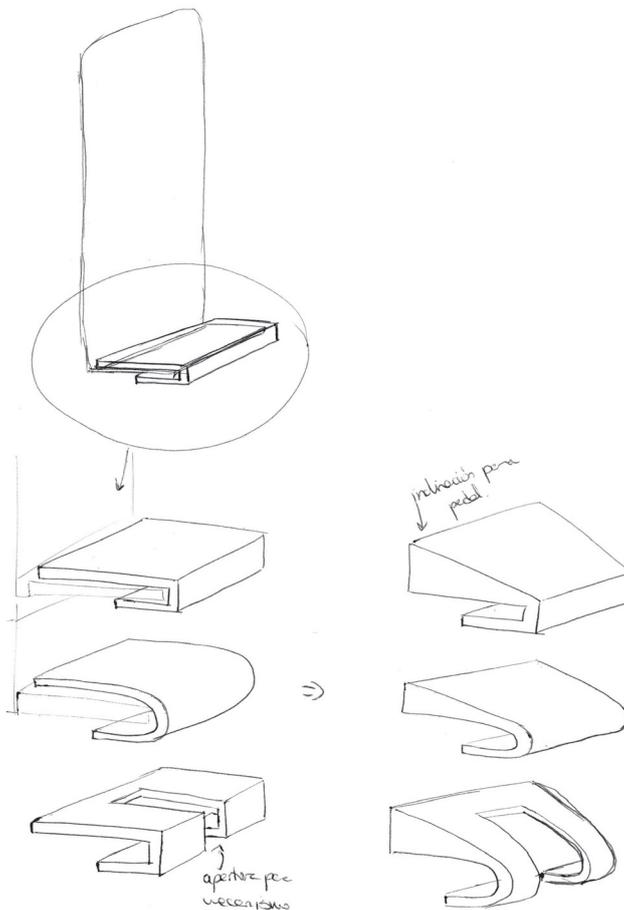


N° 38. Propuesta n°5.

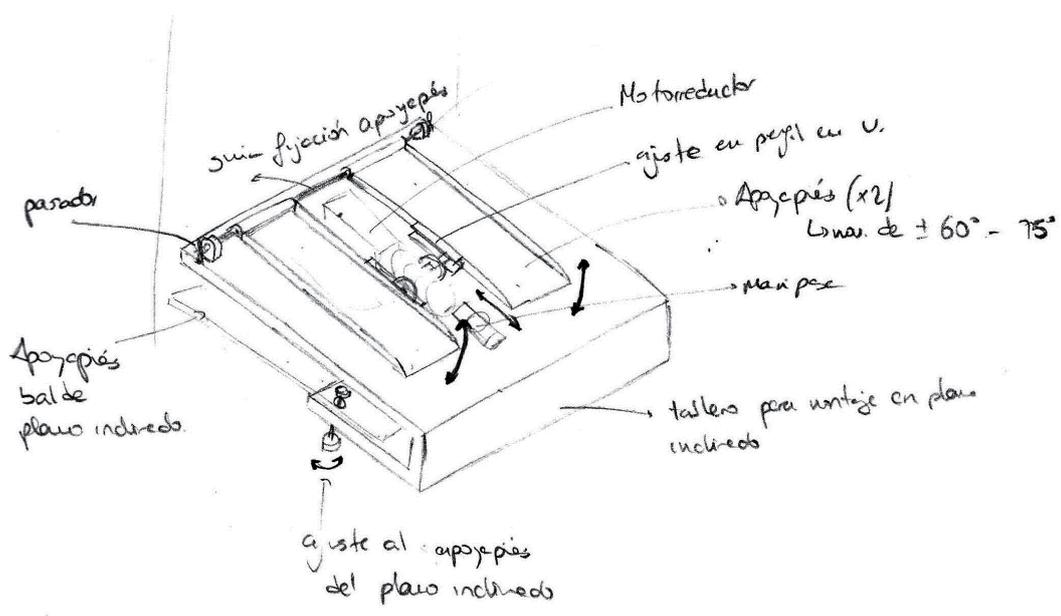
A continuación (imagen N° 39), se presenta un giro en el diseño de la base del dispositivo, esta vez se trata de un perfil abierto de cara a ahorrar en material. Sin embargo, la altura sigue siendo crucial y determinante. Es necesario reducirla en la medida de lo posible para no ocupar demasiado espacio en la camilla del plano inclinable, sólo lo suficiente. De nuevo, el motorreductor se colocaría en el centro, entre los pies. Esto es posible ya que existen de diferentes tamaños.



N° 39. Propuesta n°6.



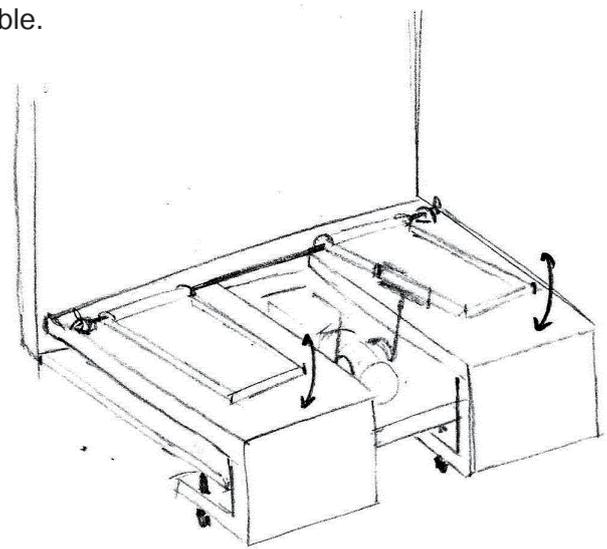
N° 40. Resumen de ideas para la base del dispositivo.



N° 41. Propuesta n°7.

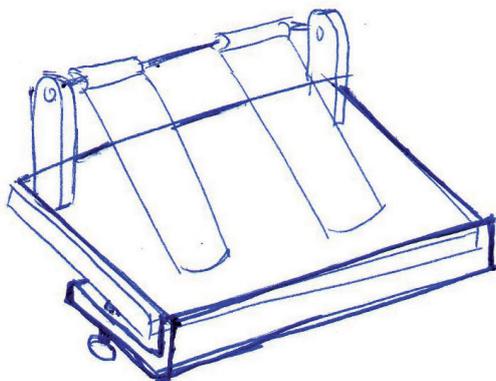
En la propuesta número 7 (imagen N° 41), se puede observar con más detalle algunos mecanismos que se pensaron para la sujeción del dispositivo en el plano inclinable. Se puede apreciar elementos como pasadores, mariposa, varilla y apoyos de la misma, el motorreductor, la base y los pedales, entre otros. Sin embargo, y algo que es evidente, no presenta suficiente altura para permitir el movimiento de inclinación de los pedales hacia abajo ya que chocaría con la propia base del dispositivo, haciendo nulo este diseño.

En la propuesta número 8 (imagen N° 42), se presenta el mismo mecanismo que en la anterior pero la base tiene un hueco para permitir conectar el motorreductor con los pedales. Presenta el mismo inconveniente que aparecía en la propuesta número 5 al tener que montar el motorreductor en el apoyapié del plano inclinable.



N° 42. Propuesta n°8.

Por último, se presenta la propuesta número 9 (imagen N° 43), donde la altura de los pedales se consigue mediante dos apoyos largos que permiten que la varilla a la que van sujetos los pedales se mantenga a la altura suficiente para conseguir una inclinación de hasta 20° hacia abajo.

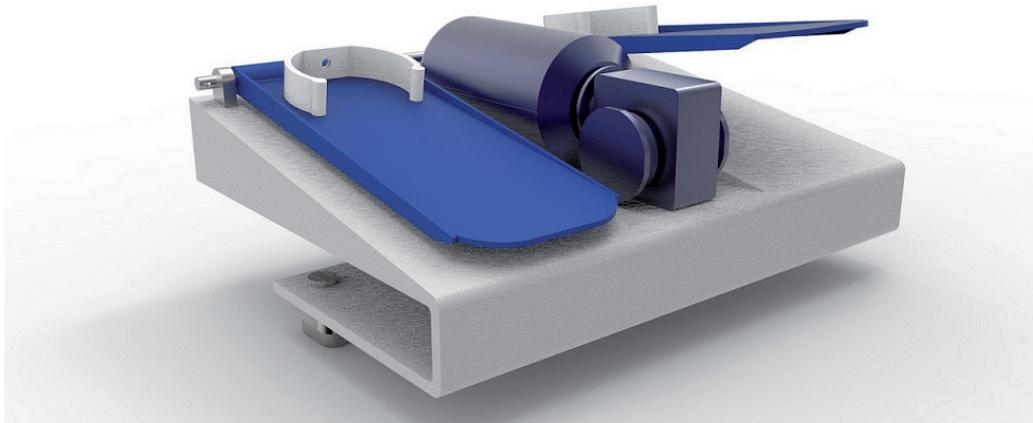


N° 43. Propuesta n°9.

A pesar de todos estos pequeños bocetos que se han presentado hasta ahora, algunos se han desarrollado un poco más para comprobar su eficacia y descartarlos de manera definitiva o aportando ideas y soluciones para el diseño final. A continuación, se exponen ciertas imágenes que presentan algunos de los bocetos anteriores más desarrollados a modo de imagen en 3D, donde la proporcionalidad se visualiza mucho mejor acercándonos más a la realidad. Estos diseños previos al final, han ayudado a compaginar las diferentes solicitudes funcionales que exigía el dispositivo para su correcto funcionamiento, montaje y viabilidad. No es necesario fijarse en la gama de colores utilizada en las propuestas ya que se han establecido aleatoriamente.

En la imagen “N° 44. Render 1”, se pueden observar las siguientes ventajas e inconvenientes.

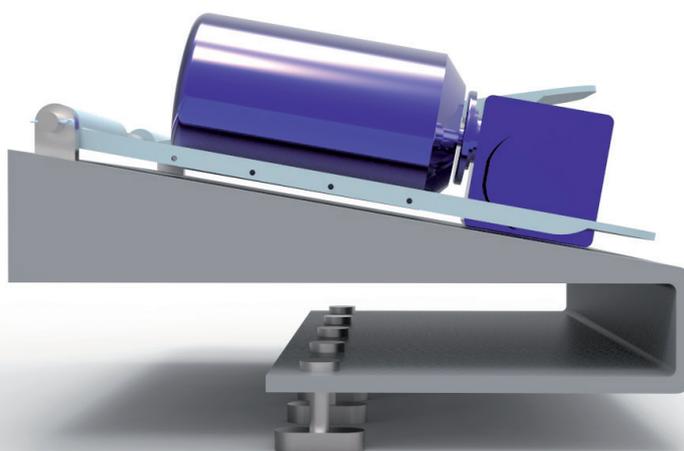
- Las ventajas son el aprovechamiento del espacio mediante una correcta distribución de los elementos (motor y reductor entre los pedales, por ejemplo). La fijación al apoyapié de un plano inclinado cualquiera se haría mediante los enganches situados en la parte de abajo; irían roscados y se ajustarían al tipo de apoyapié con el que nos encontráramos.
- Sin embargo y como inconvenientes, están los siguientes: el diseño del pedal es algo arcaico, las taloneras son demasiado bajas como para abrazar al tobillo; además, porque el paciente lo usará con zapatillas por lo que se aumenta la necesidad de cierta altura en la talonera. Existe demasiado material en la base, lo que aumenta el precio, el peso y así, dificulta la comodidad en cuanto al montaje del dispositivo en el plano inclinable. Referente al motorreductor, es de excesivo tamaño, y en el mercado existen otros mucho más pequeños de iguales características. En este caso, se realizó un modelado sin atención exhaustiva en cuanto a la medida del motor y reductor; y, por tanto, aparece desproporcionado.



Nº 44. Render 1.

En la siguiente imagen “Nº 45. Render 2”, se aprecia el diseño del dispositivo muy similar al anterior, y de casi iguales características. En este caso, se pueden observar con mayor precisión el sistema de fijación del dispositivo al plano inclinable: mediante fijadores roscados.

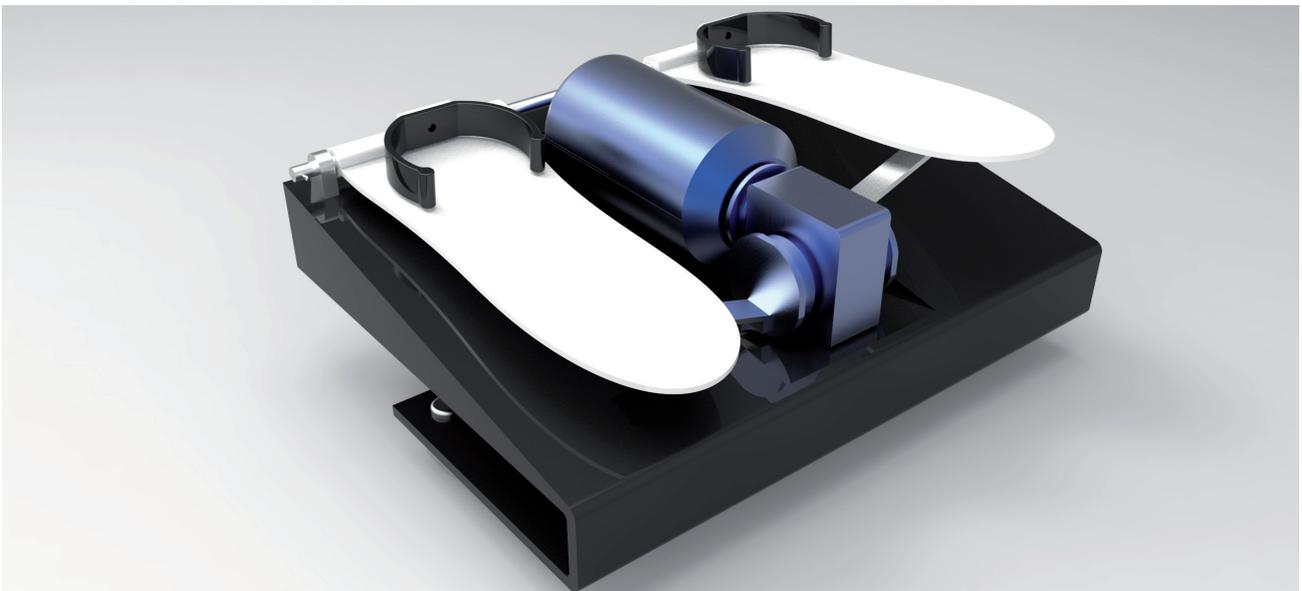
- Los inconvenientes que aparecen aquí son los siguientes: no se necesitarían tantos fijadores puesto que 5 son demasiados; con 3 valdría para asegurar la sujeción del dispositivo al plano inclinable. También se observa, en este caso, que el motor se encuentra inclinado; en el ejemplo anterior, el motor se encontraba en la horizontal, situándose la base con una bajada para conseguir la horizontal en la zona del motor. Esto creará dificultades a la hora de regular el grado de inclinación de los pedales.



Nº 45. Render 2.

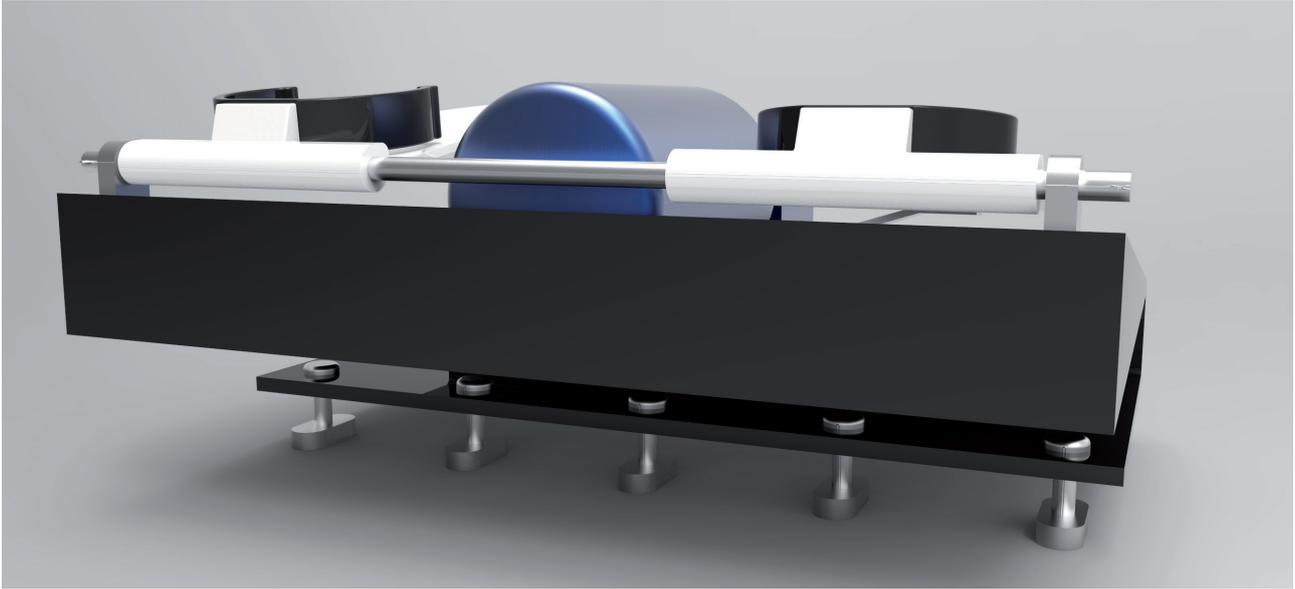
En la siguiente imagen “Nº 46. Render 3”, el diseño del dispositivo tampoco ha variado en exceso con respecto a las anteriores propuestas mostradas. Se ha jugado con la gama de colores y se ha cambiado el diseño de los pedales para darle un aire más atractivo visualmente. Sin embargo, podemos encontrar algunos inconvenientes que es necesario solventar y son los que a continuación se especifican.

- Las taloneras no se encuentran bien posicionadas porque no llegan hasta la superficie horizontal del pedal donde va apoyado el pie, por lo que, se podría mejorar el diseño y posicionamiento de cara a sujetar aún mejor el tobillo del paciente. Además se puede ver que los pedales no tienen un diseño final, ya que se necesitan pequeñas paredes o algún reborde que le otorguen una mayor resistencia. El sistema mecánico para conseguir el movimiento deseado no se encuentra del todo desarrollado y se necesitarían ensayos y/o estudios sobre el movimiento que se originaría con esa disposición. Además se debe conseguir que sea regulable y, esto quiere decir, que se debe diseñar un mecanismo de regulación el cual no se presenta en esta imagen. Por último, es evidente que el motor como en los casos anteriores,



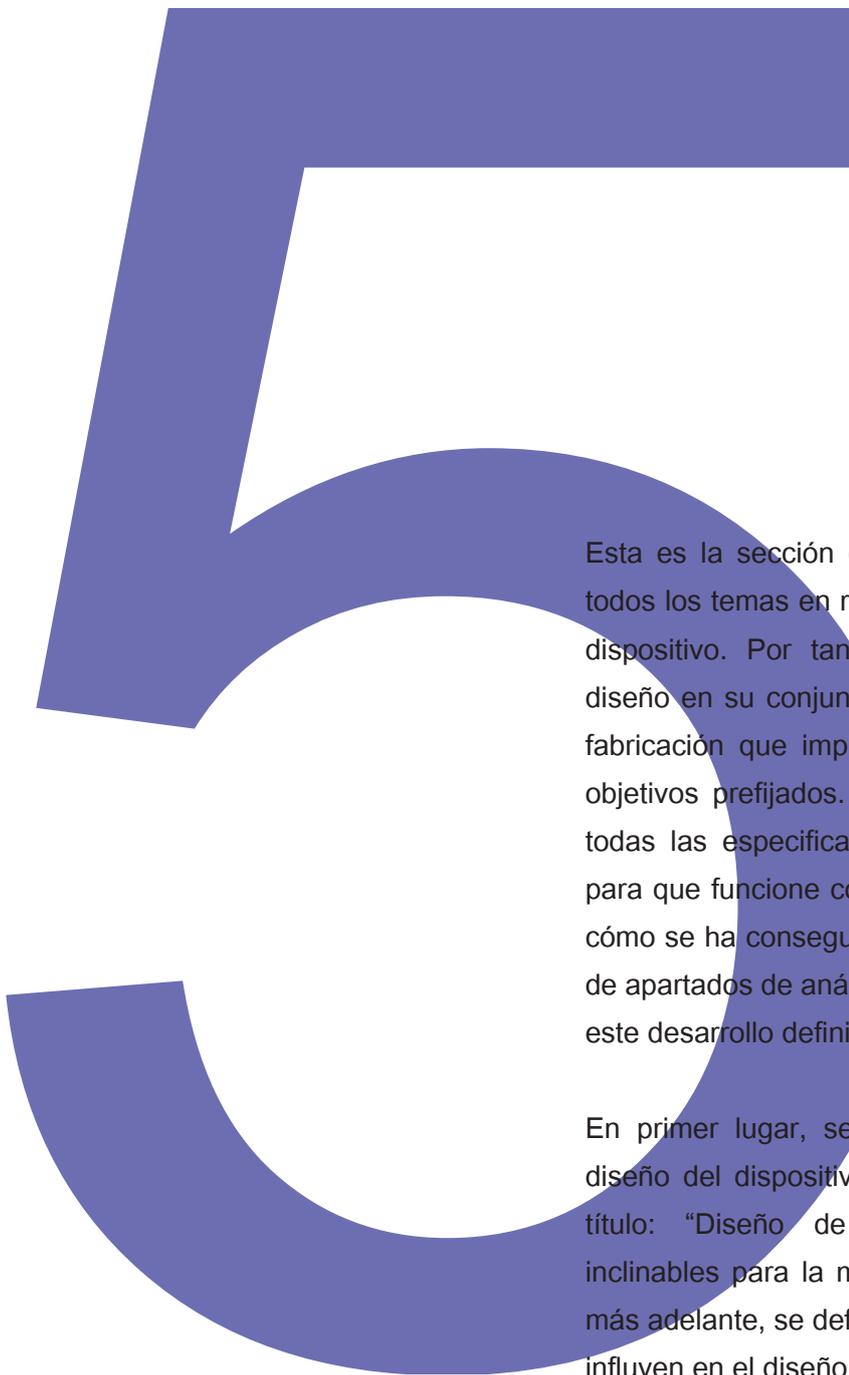
Nº 46. Render 3.

La última imagen “Nº 47. Render 4”, tiene relación al último ejemplo de propuesta recién explicado; siendo este otra vista del dispositivo. Se puede observar con mayor claridad que la base no debería estar fabricada con tanto material teniendo que, evidentemente, cambiar el diseño de la misma.



Nº 47. Render 4.

DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Esta es la sección del proyecto donde se van a tratar todos los temas en relación al diseño que se propone de dispositivo. Por tanto, se abordarán temas desde el diseño en su conjunto, los materiales y los procesos de fabricación que implica hasta su concordancia con los objetivos prefijados. Es aquí donde se podrán conocer todas las especificaciones definitivas ligadas al diseño para que funcione como se pretende y donde se explica cómo se ha conseguido. Además, se cuenta con el resto de apartados de análisis y estudio, que también ayudan a este desarrollo definitivo de la idea.

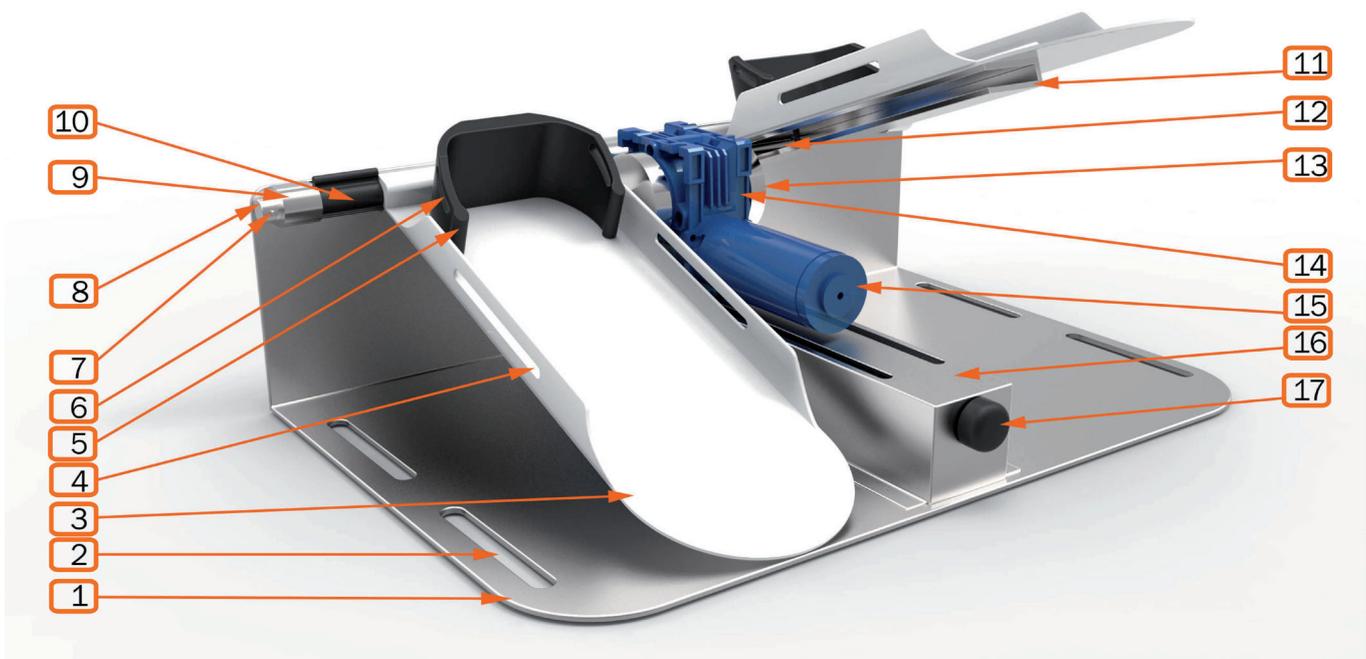
En primer lugar, se va a realizar la presentación del diseño del dispositivo al que se hace referencia con el título: “Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores”. Y más adelante, se definirán todos los demás aspectos que influyen en el diseño para su correcto entendimiento.

5.1. Descripción del diseño propuesto.

Se ha desarrollado un diseño universal capaz de ser integrado en todos los planos inclinables del mercado, o al menos en la gran mayoría. Se ha generado una nueva utilidad dentro de los planos inclinables gracias a este aporte para la movilidad personalizada de los miembros inferiores (tobillos y pies).

El público objetivo, como ya se explicó en apartados anteriores, está formado por personas discapacitadas, las cuales realizan diversos ejercicios de rehabilitación para fortalecer músculos y articulaciones; o que han estado encamadas durante largos periodos de tiempo, en cuyo caso, necesitan conseguir la bipedestación de manera progresiva y lenta. Como estas personas no son todas iguales y ni mucho menos avanzan en las etapas de rehabilitación de igual forma, se ha realizado este diseño para poder adaptarlo también a cualquiera de ellas, o al menos a la gran mayoría. Esto es así gracias a su regulación tanto en separación entre pies como inclinación de los pedales (plataformas donde se sitúan los pies).

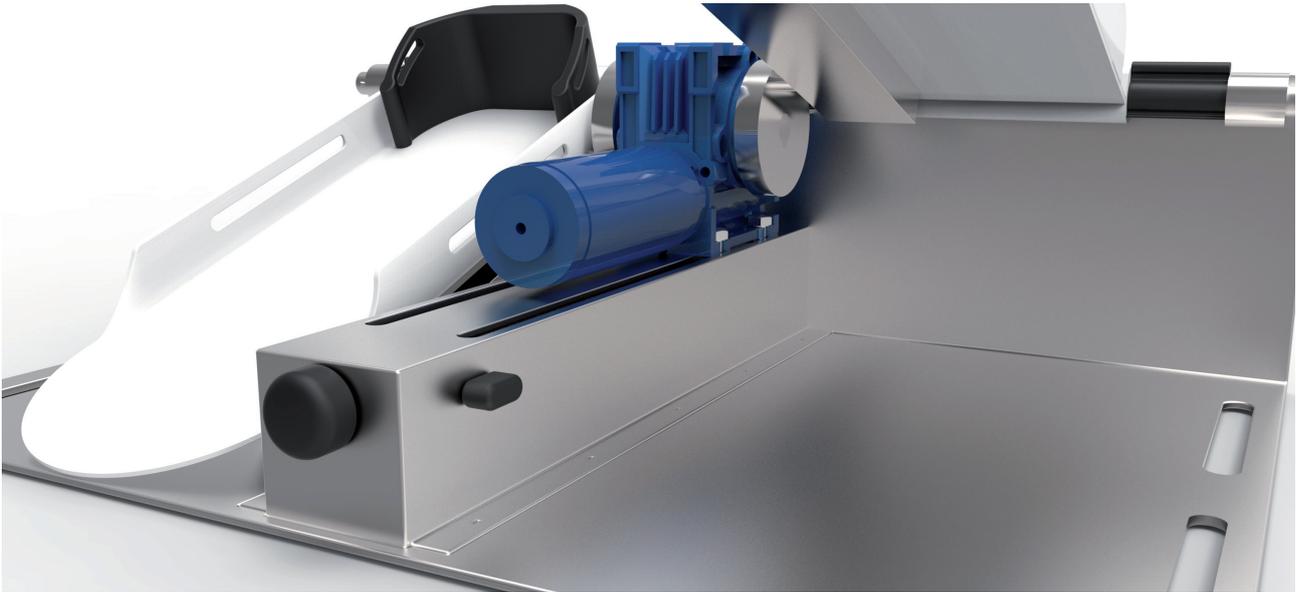
En la siguiente imagen se puede observar que se trata de un diseño compacto en su conjunto, y formado por líneas sencillas y limpias. Mantiene elegancia en sus colores y formas, sirviendo todo esto para apoyo psicológico del paciente. Se debe tener en cuenta que este tipo de aparatos deben ser agradables visualmente para el paciente para generar en ellos comodidad en su uso y que no lo vean como algo frío.



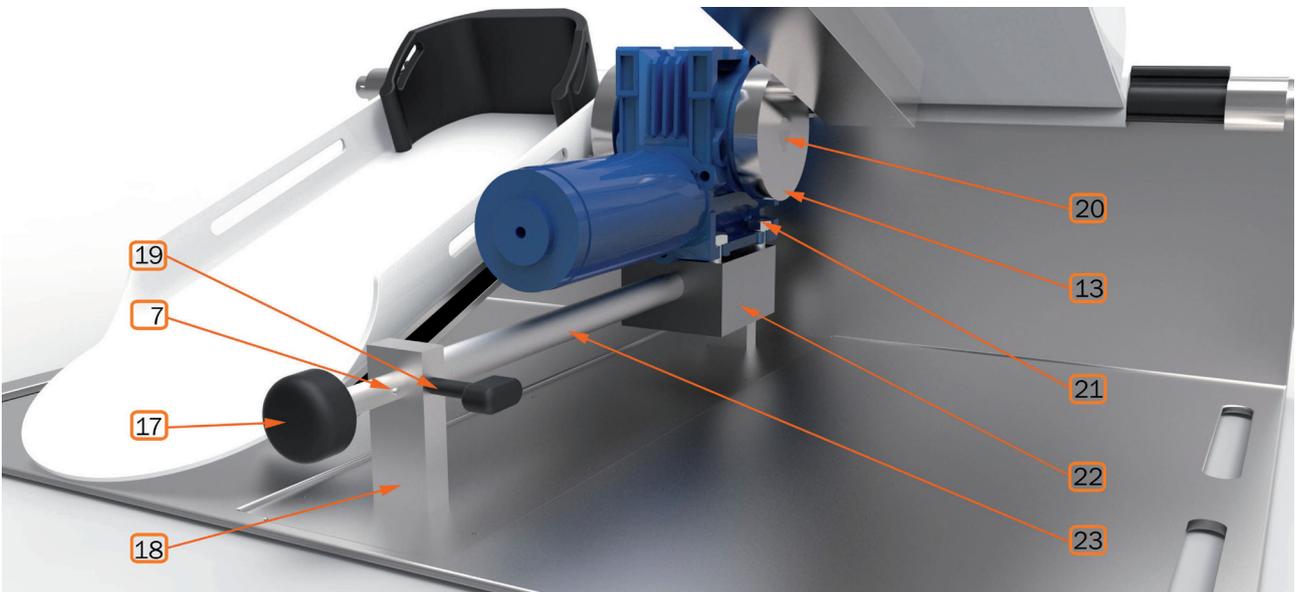
Nº 48. Render⁽⁴⁾ conjunto montado en 20 grados de inclinación.

Se habla de un dispositivo que cuenta con varios elementos que forman un todo. A continuación, se nombran todos los componentes. Los detalles de cada uno se explican en el apartado 5.3. Los elementos que forman parte del conjunto son los siguientes:

- 1) Base con orificios para agarre y fijación del velcro.
- 2) Orificios para sujeción de la cincha del velcro a la base.
- 3) Pedales (x2).
- 4) Orificios para sujeción de la cincha de velcro al pedal.
- 5) Taloneras (x2).
- 6) Orificios para sujeción de la cincha de velcro a la talonera.
- 7) Pasador (x4) en la varilla y en el husillo.
- 8) Varilla de sujeción.
- 9) Apoyos: para fijación de la varilla a la base, 2 modelos idénticos de diferente tamaño: 2 pequeños (uno en cada extremo de la varilla) y 1 grande (en el centro de la varilla).
- 10) Abrazaderas: de dos tamaños (x2 de cada tamaño: total x4).
- 11) Perfiles en U (x2).
- 12) Bulones (x2).
- 13) Platos giratorios (x2).
- 14) Motorreductor: reductor.
- 15) Motorreductor: motor.
- 16) Cajón con guías.
- 17) Rueda giratoria.
- 18) Apoyos para husillo (x2).
- 19) Elemento fijador del husillo.
- 20) Varilla chavetera (incluida en el reductor).
- 21) Tornillería (x10): para sujeción tobillos, sujeción de cajón y sujeción del motorreductor.
- 22) Caja guía.
- 23) Husillo roscado M12.
- 24) Cincha de velcro (3 tamaños): sujeción base (x1), sujeción tobillo (x2) y sujeción pie (x2).



N° 49. Render conjunto montado en 20 grados de inclinación.



N° 50. Render conjunto montado en 20 grados de inclinación.

5.2. Desarrollo de la idea.

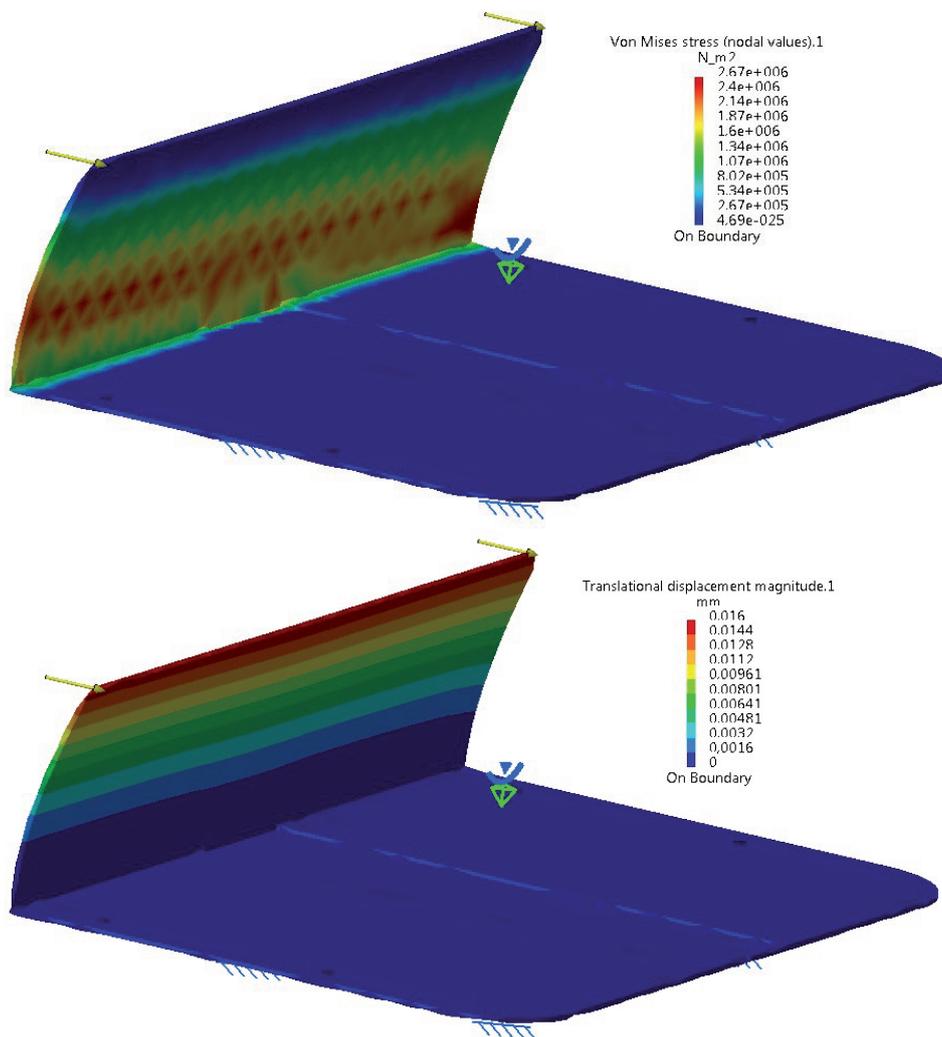
En este apartado se va a hacer cuenta del desarrollo de la idea y las fases que se han llevado a cabo hasta su concepto final. Todo diseño comienza con una idea, en este caso, la de añadir una nueva función a los planos inclinables mediante un dispositivo que movilice los miembros inferiores de las personas, exactamente los pies y los tobillos. A continuación, se han realizado estudios sobre la viabilidad y la eficiencia del dispositivo adaptable centrando dicho estudio en la universalidad del diseño, términos que están íntimamente ligados en el presente proyecto.

Una vez determinada la aceptación de la idea para su desarrollo, comienza el estudio de mercado donde se conocen, en este caso, la gran mayoría de planos inclinables a los que adaptar el dispositivo que se pretende diseñar. Es necesario en este punto donde comienza el diseño concreto del producto determinar uno de los planos inclinables del estudio de mercado con el que trabajar. De esta manera, tendremos uno de base para el desarrollo del diseño del dispositivo sin olvidar el resto, por supuesto, ya que se busca un diseño universal. Y como se pretende la universalidad en el diseño, ligado a ello existe la necesidad de tener en cuenta las dimensiones de los diferentes planos inclinables existentes. Lo que realmente interesa en este proyecto, además de las medidas generales de los planos inclinables, son las dimensiones de los apoyapiés que les acompañan porque es donde realmente se ha decidido adaptar el dispositivo en cuestión. Por tanto, es imprescindible conocer sus dimensiones para asegurar el montaje del mismo. Sin embargo, como estas dimensiones no son siempre iguales, como se ha mencionado anteriormente, nos fijaremos en uno de ellos y, a partir de ahí, se generará un mecanismo que admita diferentes dimensiones de apoyapié; de ahí la solución de utilizar cinchas de velcro. Estas cinchas permiten un ajuste personalizado para cada apoyapié gracias a su adaptabilidad a distintas geometrías, asegurando así la estabilidad del conjunto una vez montado.

Con todo esto, se condiciona la posición de los pedales y del motor en un espacio relativamente reducido. Por tanto, y como se explica más detalladamente en apartados posteriores, el motor se localizará entre los pedales, optimizando así el espacio del diseño y evitando la disposición de elementos que puedan estorbar en el montaje y uso del dispositivo.

Además el dispositivo, en concreto, la base del dispositivo, mantiene una forma capaz de aguantar el peso del mecanismo que lleva consigo, evitando además el desaprovechamiento del material que forma el diseño. Se aúna así la optimización del espacio y del material. Como se puede comprobar en la siguiente imagen, se ha llevado a cabo un estudio de resistencia que garantice la fiabilidad del diseño. El estudio se realiza por el método de elementos finitos (fem) mediante el programa Catia V5. Es necesario generar una simulación de fuerzas que se aplicarán sobre los componentes para comprobar si éstos junto con su diseño y material aguantan debidamente el peso al que se les somete. Las conclusiones que se obtienen son la tensión de Von Mises (VM) y el desplazamiento en el eje en el que se aplica la fuerza. Como se comprueba en las imágenes siguientes el estudio se ha realizado para la base y para el pedal, aplicando en cada caso las restricciones apropiadas, entendiendo por

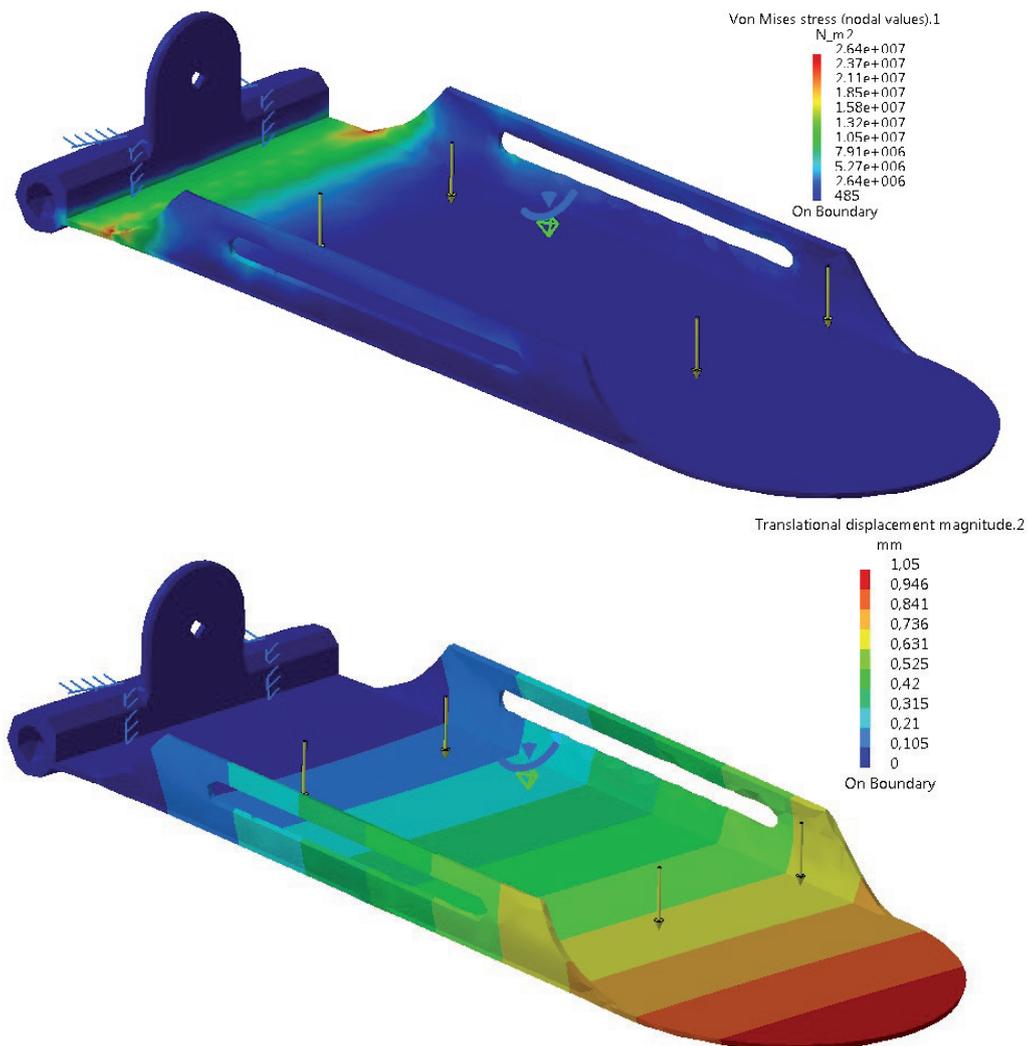
restricciones los apoyos y las fuerzas.



Nº 51. Estudio de resistencia de la base.

Como se observa en la imagen, el apoyo fijo se ha situado en la parte horizontal de la base y, por tanto, permanece sin tensión y sin desplazamiento al estar fija. Se ha aplicado una fuerza de 100 N en la dirección que indican las flechas y sobre la parte más alta de la base. En la parte superior de la imagen se muestran los resultados obtenidos del estudio en cuanto a la tensión de Von Mises. Como se aprecia, se genera una mayor tensión en la zona representada de rojo pero los valores son óptimos. En cuanto a la parte inferior de la imagen, se representa el estudio del desplazamiento. Aunque en la imagen parezca que el desplazamiento es exagerado, hay que fijarse en los datos que le corresponde, siendo este desplazamiento de tan sólo 0.016 mm en la parte más crítica (representada en rojo). Por tanto, como conclusión se obtiene, que este diseño es correcto y aguanta la fuerza al que se verá sometido.

A continuación, se presenta el estudio de resistencia mediante elementos finitos, de igual forma que el de la base, pero aplicado a los pedales.



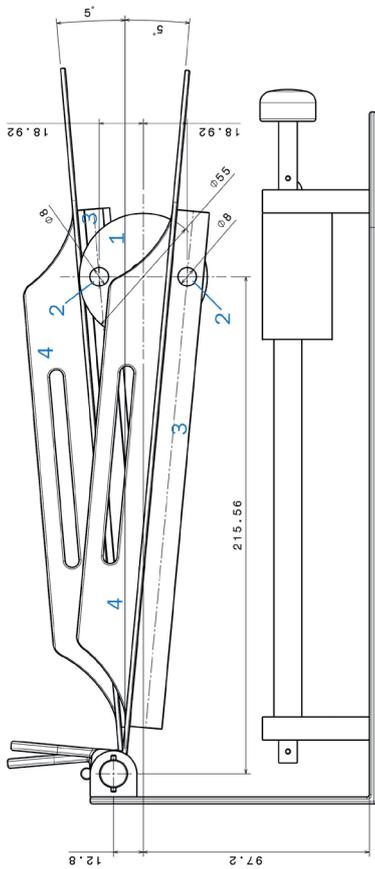
Nº 51.1. Estudio de resistencia del pedal.

En este caso, se han aplicado 50 N de fuerza, aunque no se necesitarían tantos, pero consiste en ponerse en el caso más crítico y si se comprueba que así funciona entonces aguantará con menos peso igualmente. La realización del estudio de resistencia del pedal se ha llevado a cabo de la misma manera y bajo los mismos pasos que para el de la base, a excepción de la fuerza aplicada, como se acaba de comentar. Los resultados obtenidos son los siguientes: en la parte superior de la imagen Nº 51.1. se observa la tensión de Von Mises y su representación dice el punto donde se verá el diseño más forzado pero sin posibilidad real de rotura. Y en la parte inferior de la misma imagen, se representa el desplazamiento (de color rojo donde se origina el mayor desplazamiento). Se puede comprobar que el desplazamiento de nuevo es mínimo y aceptable, de 1,05 mm.

Por tanto, con todo esto, ambos diseños son aceptables para la aplicación para la que se les diseña y se ajustan a los requerimientos establecidos en apartados anteriores.

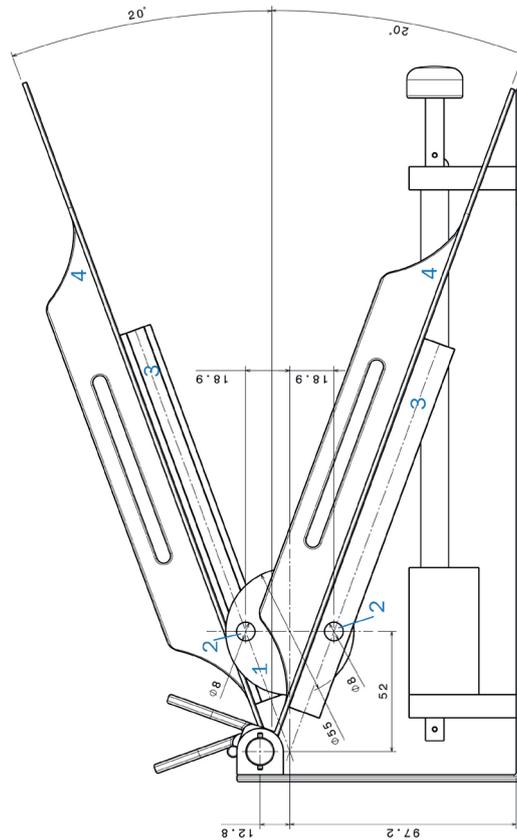
Como punto clave en este proyecto, se determina la consecución de ciertos grados de inclinación de los pedales de manera alterna, situando el rango de ángulos admisibles de 5 a 20. Gracias a la siguiente imagen se puede observar cómo se consiguen mediante un mecanismo de plato con bulón estando este último introducido en un perfil en U. Comentar que en la imagen se ha prescindido de los siguientes elementos que se mencionan a continuación por el hecho de esquematizar la imagen para facilitar su comprensión. Los elementos que se han obviado son el reductor y el motor, las cinchas de velcro, el cajón y la pieza inmovilizadora del husillo, entre otros.

- 1- Plato giratorio
- 2- Bulones
- 3- Perfiles en U
- 4- Pedal



Inclinación de 5°

Mínima inclinación



Inclinación de 20°

Máxima inclinación

Nº 52. Desplazamiento para consecución de distintas inclinaciones.

5.3. Componentes.

Es interesante conocer que todo diseño estará formado por diversos elementos que gracias a su interacción consiguen ofrecer al público lo que desea. En este caso, se pretende conseguir un movimiento rotatorio de inclinación de un par de pedales; por tanto, se ha desarrollado un mecanismo compuesto por elementos de diferentes características (mecánicos, eléctricos y ergonómicos) para realizar el movimiento que se acaba de mencionar.

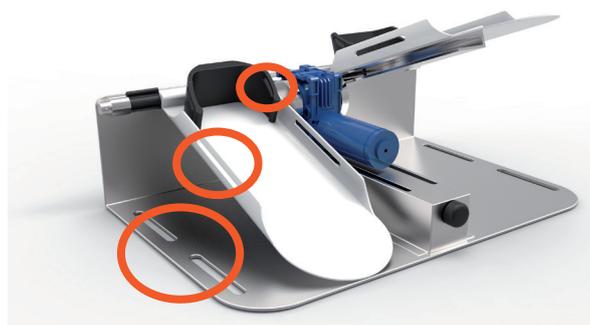
A continuación, se presentan, junto con su explicación pertinente, todos los componentes que forman el conjunto definitivo del diseño. Se ha considerado oportuno clasificarlos en componentes ergonómicos (1), que son aquellos que tienen que ver con la comodidad y acomodación del/para el paciente; eléctricos (2), donde se incluye el motor, principal responsable de la generación del movimiento; y, mecánicos (3), que conforman los sistemas mecánicos gracias a los cuales se consiguen los movimientos necesarios y la regulación de los mismos, además de todas las piezas que conforman el dispositivo.



Nº 53. Clasificación de componentes.

5.3.1. Ergonómicos.

En este apartado se van a definir todos los elementos que influyen en la ergonomía del diseño. Por elementos ergonómicos entenderemos aquellos que estén en contacto directo con el paciente y que aseguren la comodidad del mismo en el uso del dispositivo; y, también aquellos elementos que permitan la acomodación universal de los usuarios en el dispositivo.



Nº 54. Render con selección de componentes ergonómicos.

5.3.1.1. Sujeciones: velcro.

En este apartado se aborda el tema de sujeciones del paciente al dispositivo de manera que la fijación sea segura, fácil y cómoda, tanto para pacientes como para cuidadores. Es necesario que sea segura para evitar la caída del dispositivo o del paciente y que el ejercicio se pueda realizar correctamente. Y, también es necesario que sea fácil y cómoda para evitar pérdidas de tiempo a la hora de preparar el dispositivo antes de su puesta en marcha, es decir, optimizando el tiempo.

Las sujeciones se van a dividir en tres tipos, aunque la elección, en cuanto al tipo de sistema de sujeción, es la misma: cinchas con velcro. Las cinchas de velcro tienen algunas ventajas para este tipo de aplicaciones, las cuales se exponen más adelante. Estas sujeciones servirán para agarrar el dispositivo a los apoyapiés de los planos inclinables, para sujetar el tobillo en el pedal y, de la misma manera, para sujetar el resto del pie al pedal. En la siguiente imagen se presenta un tipo de cincha de velcro formada por una tira elástica que cuenta en sus extremos con el sistema de velcro, uno por cada lado.



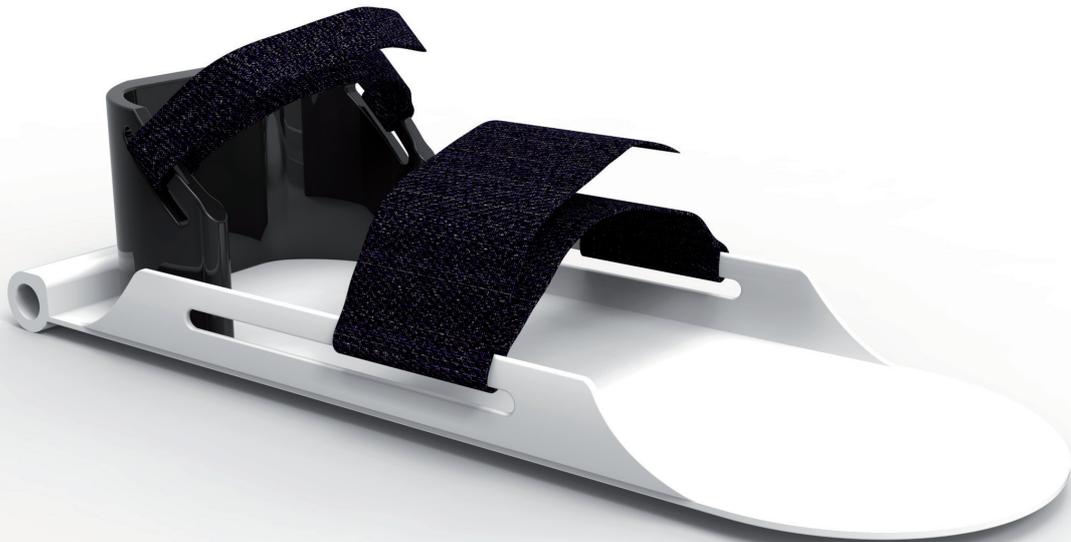
Nº 55. Ejemplo de cincha de velcro.

A continuación, se expone cómo se adapta el dispositivo al apoyapié gracias a las cinchas de velcro. Se ha considerado oportuno utilizar dos tiras de la misma medida para facilitar la adaptabilidad del diseño y el manejo de la persona que lo monte. Esto es así porque se podrán ajustar de manera más precisa a los apoyapiés que presentan diferentes perfiles y son de materiales variados. Además, el velcro va a permitir que el dispositivo se pueda montar en cualquier tamaño de apoyapié de plano inclinable. En el apartado “5.5. Materiales” se puede conocer más información sobre las ventajas del velcro.



Nº 56. Montaje del dispositivo en el plano inclinable gracias al velcro.

Tanto la base, como los pedales y sujeciones de los tobillos cuentan con un par de orificios enfrentados. En este caso (amarre del dispositivo al apoyapié) y en los siguientes casos (sujeción de pies y tobillos), las cinchas de velcro irán cosidas por uno de sus extremos en uno de los orificios, y haciéndolo pasar por el orificio enfrentado se podrá ajustar. En la siguiente imagen se puede apreciar cómo se realizan las sujeciones del tobillo y del pie al pedal.

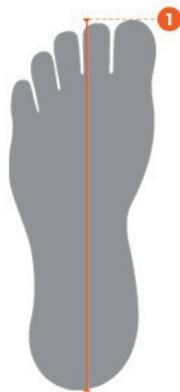


Nº 57. Cincha de velcro que mantiene el pie y el tobillo fijos.

5.3.1.2. Estudio antropométrico.

En este apartado se ha llevado a cabo un análisis antropométrico que fija las dimensiones del diseño en cuestión. Es necesario que estas dimensiones estén justificadas y sean correctas ya que hablamos de un diseño universal, para todos. Por tanto, y gracias a este estudio, se han definido los términos que influyen en el tipo de persona como es, en este caso, el tamaño del pedal y la separación entre los pedales; todo ello en relación a la longitud y ancho de los pies y a la altura del paciente.

· Para definir el tamaño del pedal es necesario establecer un mínimo y un máximo de número de pie que se situará en el pedal. Para ello, se ha focalizado la atención en la media de pie de las mujeres y de los hombres. Sin embargo, por términos generales, las mujeres tienen menor número de pie y los hombres un número mayor. Una posibilidad de diseño era colocar pedales ajustables según el número de pie pero esto supondría complicaciones en su uso. Una de estas complicaciones era la pérdida de tiempo a la hora de ajustar el pedal al paciente en el momento previo a su uso, entre otras como la de mayor posibilidad de un mal ajuste del pedal. Se consideró mejor opción el desarrollo de un diseño de pedal de mayor tamaño donde el pie más pequeño tenga cabida y a su vez cupiera un número de pie mucho mayor, llegando hasta un 47 de hombre. La equivalencia del 47 de pie en centímetros es de 31 cm, aproximadamente. Por tanto, el pedal tendrá de largo, aproximadamente 31 cm. La manera de medir el número de pie se puede observar en la siguiente imagen que precede a su explicación.



Nº 58. Medida del número de pie.

La medida que se pretende conseguir es la distancia máxima desde la punta del dedo más largo del pie hasta la parte posterior del talón, medida paralelamente al eje longitudinal del pie. Para ello, se puede llevar a cabo un breve y sencillo procedimiento, que es el siguiente: la medida del número de pie consiste en situar el pie sobre un folio en blanco colocado en el suelo. A continuación, se hace una marca donde termina el talón del pie y otra de la misma manera donde termina el dedo más largo del pie. Seguidamente, se realiza esta operación con el otro pie y se miden las distancias en línea recta entre ambas señales, para cada pie. Con la distancia mayor se comprueba en las tablas de equivalencia “número de pie – centímetros” que a continuación se presentan, el número de pie al que corresponde.

Estados Unidos	Reino Unido	EUROPA	CM
6	5,5	38,5	24
6,5	6	39	24,5
7	6	40	25
7,5	6,5	40,5	25,5
8	7	41	26
8,5	7,5	42	26,5
9	8	42,5	27
9,5	8,5	43	27,5
10	9	44	28
10,5	9,5	44,5	28,5
11	10	45	29
11,5	10,5	45,5	29,5
12	11	46	30
13	12	47,5	31
14	13	48,5	32
15	14	49,5	33

Nº 59. Tabla de equivalencias del número de pie en cm de hombre.

TALLA EUROPEA	DISTANCIA DE PUNTA A TALÓN (cm)
35,5	22
36	22,5
36,5	23
37,5	23,5
38	24
38,5	24,5
39	25
40	25,5
40,5	26
41	26,5
42	27
42,5	27,5
43	28
44	28,5
44,5	29

Nº 60. Tabla de equivalencias del número de pie en cm de mujer.

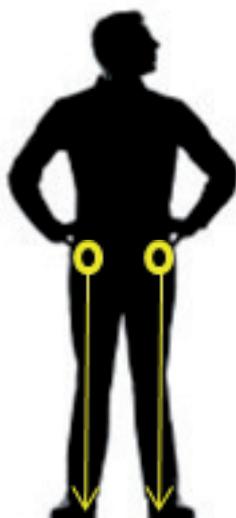
No obstante, este estudio antropométrico también respeta la norma UNE EN ISO 7250: “Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico”⁽⁵⁾. En ella podemos encontrar las tablas que nos dan la información necesaria sobre las medias de las medidas antropométricas y biomecánicas de la población, centrandó nuestra atención en la longitud y anchura del pie. En la siguiente imagen se presenta un extracto de la tabla:

Nº (Refer. ISO 7250:1996)	Designación	Tama · mues t.	Media	Desv. típica	Erro r típic o	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 99
3 Medidas de segmentos específicos del cuerpo (mm)										
25 (4.3.1)	Longitud de la mano	1126	188,18	9,79	0,292	162	172	188	204	210
26 (4.3.3)	Anchura de la palma de la mano (en metacarpianos)	1127	89,30	5,99	0,178	75	80	90	99	103
27 (4.3.4)	Longitud del dedo índice	898	73,89	4,64	0,155	64	67	73	82	86
28 (4.3.5)	Anchura proximal dedo índice	1130	0,80	1,50	0,045	17	18	21	23	25
29 (4.3.6)	Anchura distal del dedo índice	1130	18,23	1,62	0,048	15	16	18	21	22
30 (4.3.7)	Longitud del pie	1129	259,36	14,56	0,433	220	234	260	282	291
31 (4.3.8)	Anchura del pie	1125	100,34	7,68	0,229	74	87	101	112	117
32 (4.3.9)	Longitud de la cabeza	1126	190,64	7,63	0,227	171	178	191	202	209
33 (4.3.10)	Anchura de la cabeza	1128	147,09	6,99	0,208	131	136	147	158	163
34 (4.3.11)	Longitud de la cara (nasion-mentón)	1030	127,79	10,43	0,325	108	114	127	143	156

Nº 61. Tabla Norma UNE EN ISO 7250.

⁽⁵⁾ NORMA UNE EN ISO 7250: “Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico”

· Por otro lado, ha sido necesario definir la separación entre los pies y, por tanto, de los pedales. Se ha establecido un número de 2 posiciones posibles que se regularán gracias a unas abrazaderas de fácil montaje y desmontaje para poder ajustar esta distancia. Para conocer esta medida es necesario que las personas se coloquen de pie, con los pies en línea con las caderas, como se muestra en la siguiente imagen.



Nº 62. Disposición de pies para medir la distancia entre ellos.

A la hora de establecer esta distancia, se ha consultado a fisioterapeutas obteniendo el resultado de una medida estándar de 10 cm entre pies. Sin embargo, han considerado óptimo para el diseño y para el paciente mantener una segunda posición de los pies con mayor separación entre ellos ya que sería beneficioso para personas de gran estatura facilitando el uso del dispositivo adaptado a ellas. De esta manera, la segunda posición se situará a una distancia de 20 cm. A pesar de poder situar los pedales a dos distancias diferentes, el uso habitual se hará a 10 cm entre ellos.

5.3.2. Eléctricos.

Este diseño cuenta con una parte eléctrica generadora de energía necesaria para que el dispositivo funcione. En este apartado se definen aquellos elementos que necesitan de una parte eléctrica para su funcionamiento y, además, ofrecen el movimiento del sistema mecánico que hará que el dispositivo funcione para lo que se ha propuesto. En definitiva, dentro de este apartado se define el tipo de motor y el reductor que se han seleccionado para esta aplicación.



Nº 63. Render con selección de componentes eléctricos.

5.3.2.1. Motorreductor.

Como se ha comentado anteriormente, el sistema que genera el movimiento en este dispositivo es un sistema eléctrico formado por un motor y un reductor de velocidad. En este apartado se explican las características que se han considerado relevantes a la hora de la elección del motor y su correspondiente reductor. Se pone el ejemplo de un motorreductor en concreto pero podría servir de igual forma otro similar, que mantenga las especificaciones que se detallan en este apartado.

En primer lugar, se va a utilizar un motor de corriente alterna. Se decide así puesto que de esta manera no se hace necesario utilizar una batería externa en caso de fallo del sistema. El espacio es reducido y cuanto menos componentes y cuanto más pequeños sean mejor será para el funcionamiento y montaje del dispositivo en cuestión.

En segundo lugar, tiene que tener una potencia de 0,06-0,08 Kw, suficiente para generar el movimiento que queremos. La tensión a la que irá conectado para conseguir suministrarse de energía es la general de 220 V.

Y, por último, pero no por ello menos importante, es la velocidad del motor y, mucho más importante, la reducción de velocidad que se consiga con el reductor. Es decir, el motor lleva consigo un número más alto de revoluciones que se van a disminuir gracias al reductor que se monte junto a él. De esta manera, el motor será de 1400 rpm, las cuales se verán reducidas a 30 rpm.

A continuación, se especifican todas las características del motorreductor a utilizar suficientes para este dispositivo y unas imágenes que reflejan el tipo de motor y reductor del que se está hablando junto con sus medidas, teniendo en cuenta que se puede utilizar este u otro similar de iguales características como se concretó al comienzo de este apartado.

- Motor de corriente alterna.
- 1400 rpm del motor.
- 30 rpm del reductor.
- Potencia del motor de 0,06-0,08 Kw.
- Tensión del motor de 220 V.
- Motor monofásico.
- Reductor de corona sinfín.



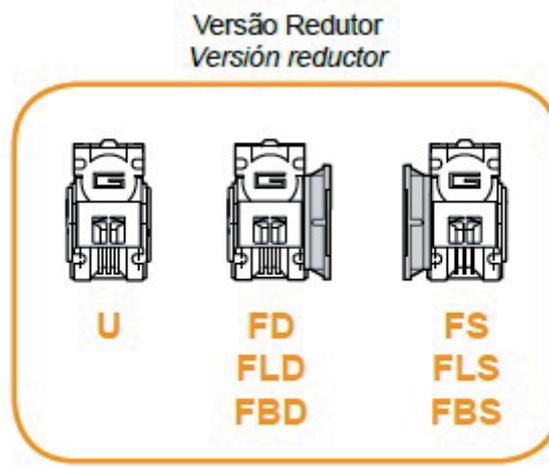
Nº 64. Ejemplo motorreductor.

Simbología

Simbología

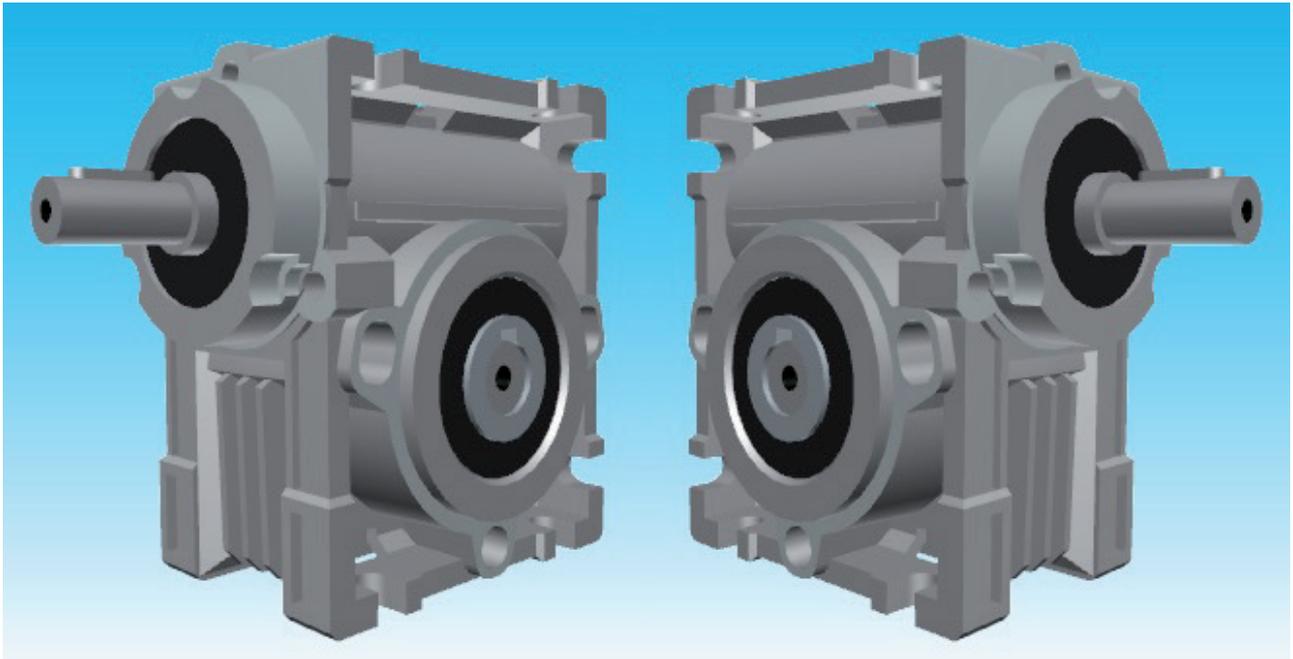
n_1	[min^{-1}]	Velocidade na entrada / Velocidad de entrada	sf	Fator de serviço / Rendimiento dinámico
n_2	[min^{-1}]	Velocidade na saída / Velocidad de saída	Rd	% Rendimiento estático / Rendimiento estático
i		Relação de redução / Relación de reducción	Rs	% Rendimiento statico / Static efficiency
P_1	[kW]	Potência da entrada / Potencia en la entrada	R_2	[N] Carga radial admissível na saída / Carga radial admisible en la saída
M_2	[Nm]	Torque na saída em função de P_1 / Par en la saída en función de P_1	A_2	[N] Carga axial admissível na saída / Carga axial admisible en la saída
Pn_1	[kW]	Potência nominal na entrada / Potencia nominal en la entrada	Z	Número de princípios dos parafusos / Número de entradas del tornillo
Mn_2	[Nm]	Torque nominal na saída em função de Pn_1 / Par nominal en la saída en función de Pn_1	β	Ângulo de hélice / Ángulo de hélice

Nº 65. Simbología del catálogo de reductores y motores.



Nº 66. Versión del reductor (U).

En la anterior imagen, se puede comprobar que existen diferentes versiones de reductor, pero en nuestro caso se ha seleccionado la versión U ya que en ella podremos incluir un accesorio como el eje de salida al que poder fijar un plato giratorio. El eje de salida viene especificado más abajo en la imagen N° 72. En la siguiente imagen se visualiza la geometría modelada en 3D del reductor a utilizar sin el eje de salida montado.



N° 67. Modelado 3D del reductor.

A continuación, se definen todos los datos técnicos del reductor que se han considerado ideales para esta aplicación a través de la elección por catálogo del mismo. Los datos técnicos ya han sido establecidos con anterioridad pero aquí se puede comprobar la concordancia de los mismos, sobre todo de cara a la elección del reductor y el motor correspondientes y aplicables entre sí, según indicación del catálogo.

REDUCTORES COM ROSCA SEM FIM
REDUCTORES DE SINFIN CORONA

CM/CMP



Dados técnicos

n_1 1400 min⁻¹

Datos técnicos

	n_2 [min ⁻¹]	Mn_2 [Nm]	Pn_1 [kW]	i
CMIS026	280	13	0.44	5
	187	14	0.33	7.5
	140	14	0.25	10
	93	14	0.18	15
	70	14	0.14	20
	47	15	0.11	30
	35	14	0.08	40
	28	13	0.07	50
	23	12	0.06	60

	n_2 [min ⁻¹]	Mn_2 [Nm]	Pn_1 [kW]	i
CMIS075	187	219	4.8	7.5
	140	238	4.0	10
	93	249	2.9	15
	70	224	2.0	20
	56	200	1.5	25
	47	269	1.7	30
	35	235	1.2	40
	28	212	0.90	50
	23	210	0.78	60
	18	190	0.58	80
	14	175	0.46	100

CMIS030

280	18	0.61	5
187	20	0.46	7.5
140	21	0.37	10
93	21	0.26	15
70	19	0.19	20
56	20	0.16	25
47	22	0.16	30
35	20	0.12	40
28	19	0.10	50
23	17	0.08	60
18	15	0.06	80
14	14	0.05	100

CMIS090

187	317	6.9	7.5
140	354	5.9	10
93	404	4.6	15
70	384	3.4	20
56	342	2.4	25
47	457	2.8	30
35	404	1.9	40
28	357	1.5	50
23	328	1.2	60
18	302	0.86	80
14	278	0.68	100

CM/CMP

Nº 68. Extracto de tabla de datos técnicos del reductor.

REDUCTORES COM ROSCA SEM FIM
REDUCTORES DE SINFIN CORONA

CM/CMP



Dados técnicos

[IEC] - 50 Hz - n_1 1400 min⁻¹

Dados técnicos

P_1 [kW]	n_2 [min ⁻¹]	M_2 [Nm]	sf	i			
0.06							
56A4 (1400 min ⁻¹)	280	2	7.3	5	CM026		B14
	187	3	5.4	7.5	CM026		B14
	140	3	4.1	10	CM026		B14
	93	5	2.9	15	CM026		B14
	70	6	2.3	20	CM026		B14
	47	8	1.9	30	CM026		B14
	35	10	1.4	40	CM026		B14
	28	12	1.1	50	CM026		B14
	23	13	0.9	60	CM026		B14
	280	2	10.2	5	CM030		B5/B14
187	3	7.7	7.5	CM030		B5/B14	
140	3	6.1	10	CM030		B5/B14	
93	5	4.3	15	CM030		B5/B14	
70	6	3.1	20	CM030		B5/B14	
56	7	2.7	25	CM030		B5/B14	
47	8	2.7	30	CM030		B5/B14	
35	10	2.0	40	CM030		B5/B14	
28	12	1.6	50	CM030		B5/B14	
23	14	1.3	60	CM030		B5/B14	
23	16	1.6	60		CM030	B5/B14	
19	19	1.4	75		CMP056/030	B14	
18	16	1.0	80		CM030	B5/B14	
16	21	1.5	90		CMP056/030	B14	
14	18	0.8	100		CM030	B5/B14	
12	26	1.1	120		CMP056/030	B14	

P_1 [kW]	n_2 [min ⁻¹]	M_2 [Nm]	sf	i			
0.09							
56B4 (1400 min ⁻¹)	23	24	1.1	60		CMP056/030	B14
	19	29	0.9	75		CMP056/030	B14
	18	24	0.6	80	CM030		B5/B14
	16	32	1.0	90		CMP056/030	B14
	12	38	0.8	120		CMP056/030	B14
	28	18	2.1	50	CM040		B5/B14
	23	21	1.7	60	CM040		B5/B14
	23	25	2.3	60		CMP056/040	B14
	19	30	1.7	75		CMP056/040	B14
	18	26	1.3	80	CM040		B5/B14
16	34	2.1	90		CMP056/040	B14	
14	28	1.1	100	CM040		B5/B14	
12	42	1.5	120		CMP056/040	B14	
9.3	48	1.2	150		CMP056/040	B14	
7.8	53	1.0	180		CMP056/040	B14	
5.8	62	0.8	240		CMP056/040	B14	
0.12							
63A4 (1400 min ⁻¹)	280	4	5.1	5	CM030		B5/B14
	187	5	3.8	7.5	CM030		B5/B14
	140	7	3.1	10	CM030		B5/B14
	93	10	2.2	15	CM030		B5/B14
	70	12	1.5	20	CM030		B5/B14
	56	15	1.4	25	CM030		B5/B14

CM/CMP

Nº 69. Extracto de tabla de datos técnicos del reductor.

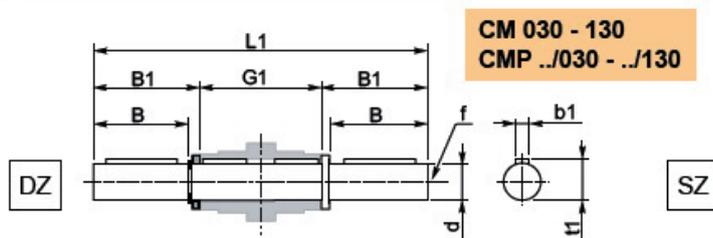
Como se mencionó anteriormente se utilizará un accesorio que irá montado en el reductor. Se habla de un eje de salida; en nuestro caso, de salida doble. Será de salida doble puesto que el movimiento lo tenemos que transmitir a ambos lados del motorreductor el cual se encuentra entre los pies/pedales del paciente/dispositivo. El eje está pensado con chavetas para una mayor fijación de elementos tanto de él al reductor como de otros elementos que a él se monten, como los platos giratorios que se definen en este proyecto en apartados posteriores. Gracias a las chavetas se consigue que los elementos no se salgan unos de otros y permanezcan unidos. Se trata de un sistema seguro y simple.

Acessórios

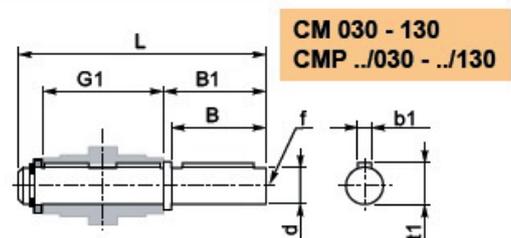
Accessorios

Eixo lenta simples e dupla

Eje de salida simple y doble

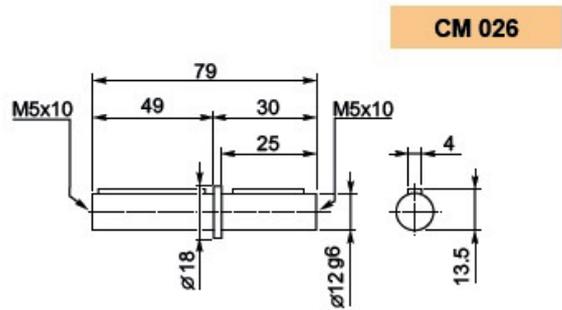


CM 030 - 130
CMP ../030 - ../130



CM 030 - 130
CMP ../030 - ../130

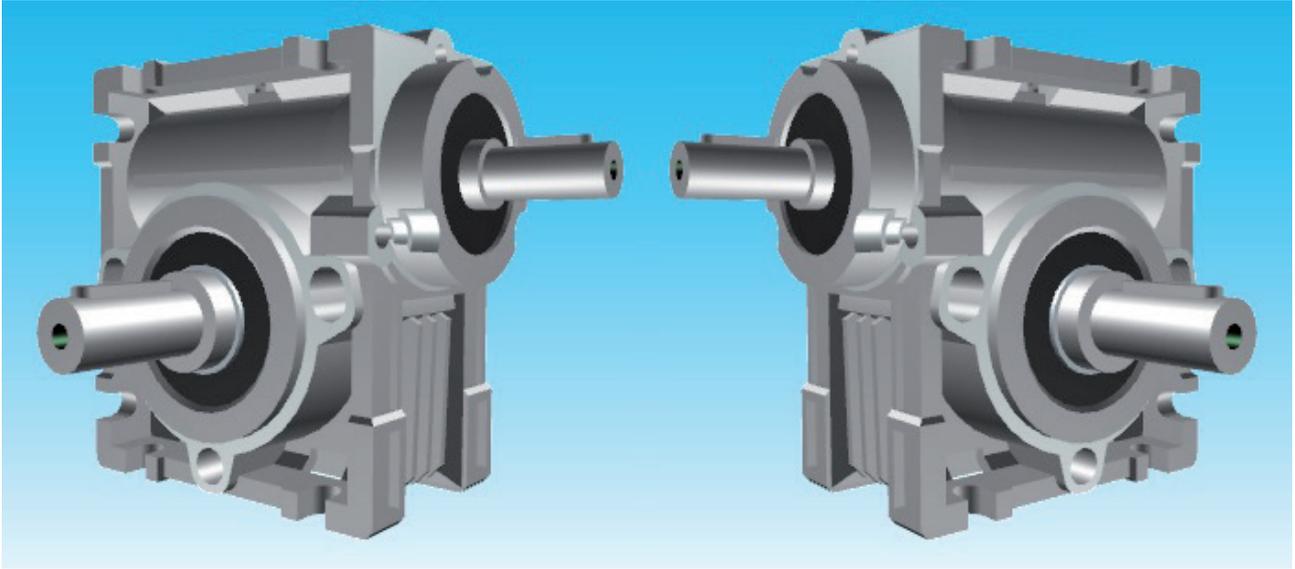
CM	CMP	d h7	B	B1	G1	L	L1	f	b1	t1
030	056/030	14	30	32.5	63	102	128	M6	5	16
040	056/040 063/040	18	40	43	78	128	164	M6	6	20.5
050	063/050 071/050	25	50	53.5	92	153	199	M10	8	28
063	063/063 071/063 080/063	25	50	53.5	112	173	219	M10	8	28
075	071/075 080/075	28	60	63.5	120	192	247	M10	8	31
090	071/090 080/090	35	80	84.5	140	234	309	M12	10	38
110	080/110	42	80	84.5	155	249	324	M16	12	45
130	080/130	45	80	85	170	265	340	M16	14	48.5



CM 026

Nº 72. Accesorio (eje de salida) para el reductor.

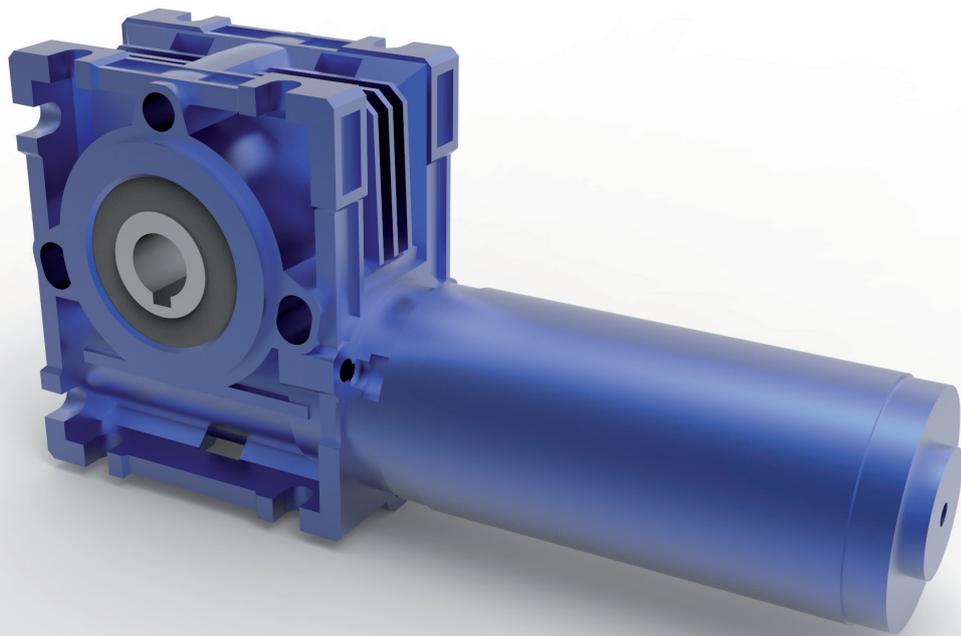
Por último, se presenta otro modelado del reductor en 3D pero esta vez con el eje de salida montado, presentando esta disposición a ambos lados del mismo como se observa en la imagen.



Nº 73. Modelado 3D con ejes de salida.

El catálogo que aquí se expone es un ejemplo de uso, pero podemos encontrar otros muchos similares. Lo importante es la elección del motor y el reductor correctos sea cual sea el catálogo del que se obtengan.

En la siguiente imagen se presenta el montaje final y definitivo del motor y el reductor.

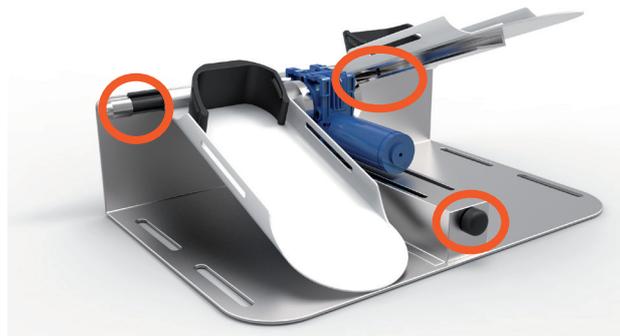


Nº 74. Motor y reductor montados.

Por último en este apartado, se explicará por qué se ha considerado como mejor opción la colocación del motorreductor entre los pedales; y, además, cómo se lleva a cabo su sujeción y fijación a la base. En primer lugar, se pensó colocar el motorreductor a un lateral del dispositivo y, por tanto, sobresaliente del plano inclinable, pero el mecanismo de transmisión del movimiento hasta los pedales se dificultaría y además al colocarlo fuera de la base, como ocurriría en este caso, se convertiría en un estorbo para el plano inclinable en su conjunto. Otra posibilidad que se tuvo en cuenta fue su posicionamiento en la parte de debajo del apoyapié del plano inclinable, pero esta opción también se descartó porque el propio apoyapié sería un estorbo para el funcionamiento del mecanismo dificultando además mucho más la distribución y diseño del dispositivo. Se llegó a la conclusión de colocarlo entre los pedales, aunque aun así se estudió exactamente su posición. Existían las opciones de colocar el reductor en la parte más interior o, por el contrario, en la parte más exterior; también se tenía la opción de colocar el motorreductor entre los pedales dentro de la base o situarlo entre los pedales pero fuera de la base. Como decisión final se tomó la de colocar el motorreductor entre los pedales dentro de la base, fijándola a ella mediante tornillería, y con el reductor en la parte más interior del dispositivo en su conjunto.

5.3.3. Mecánicos.

Este apartado aborda la explicación de todo el sistema mecánico y las piezas que forman el conjunto. Los sistemas mecánicos están constituidos fundamentalmente por elementos o componentes sólidos capaces de relacionarse entre sí para transformar el movimiento generado por una fuente eléctrica en un movimiento mecánico, en este caso. Así es, que el sistema mecánico que se propone en este proyecto, ofrece la posibilidad de transmitir el movimiento generado por el sistema eléctrico (motorreductor) a los pedales, consiguiendo así el fin del proyecto; es decir, la movilidad de los miembros inferiores (pies y tobillos).

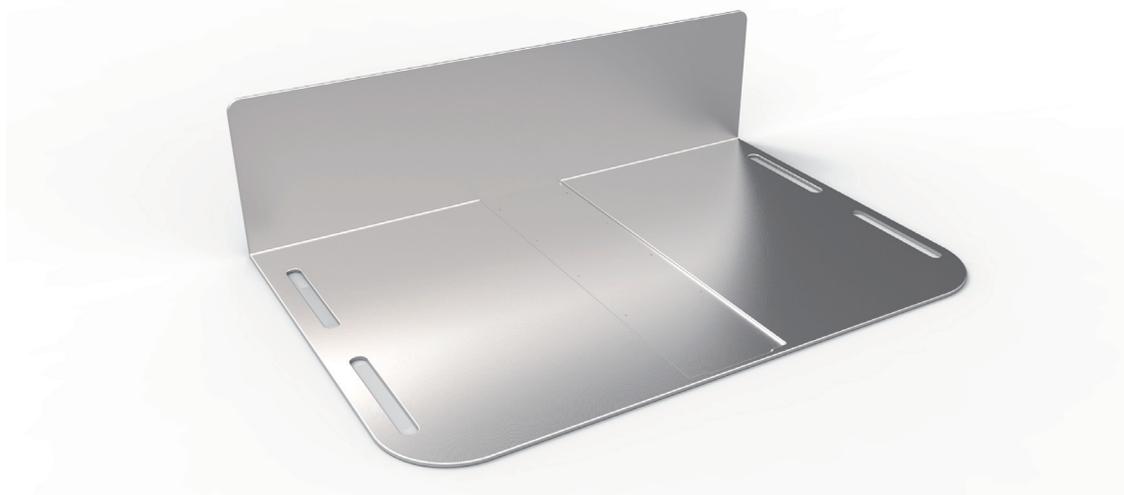


Nº 75. Render con selección de componentes mecánicos.

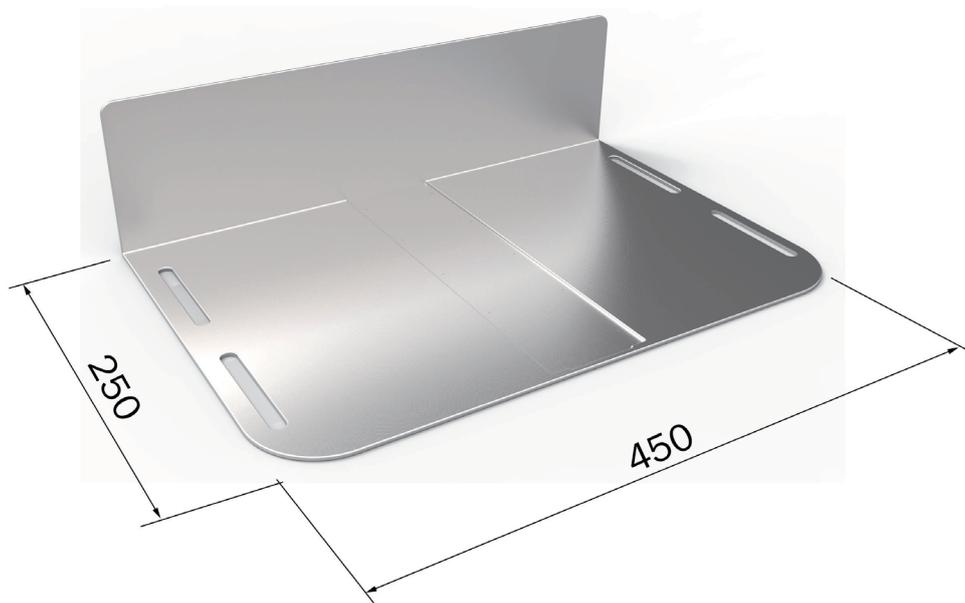
5.3.3.1. Base adaptadora.

En este apartado se explica la base que se utilizará como soporte de todos los demás elementos que forman parte del diseño del dispositivo. Gracias a ella además, el dispositivo se podrá adaptar fácilmente por medio de cinchas de velcro a los diferentes apoyapiés que se encuentran en los planos inclinables. Es por ello, que cuenta con varios taladros a donde se enganchan las cinchas de velcro. Mantiene 4 taladros, dos a cada lado en la horizontal de la base, para favorecer el montaje y la adaptabilidad del dispositivo.

A continuación, se presenta un render de la base donde se puede observar el diseño de la misma. Consiste en un diseño sencillo y simple, con suficiente robustez por su espesor de 4 mm en acero que asegura su fiabilidad en resistencia.



N° 76. Base adaptadora del dispositivo.



N° 77. Dimensiones totales de la base.

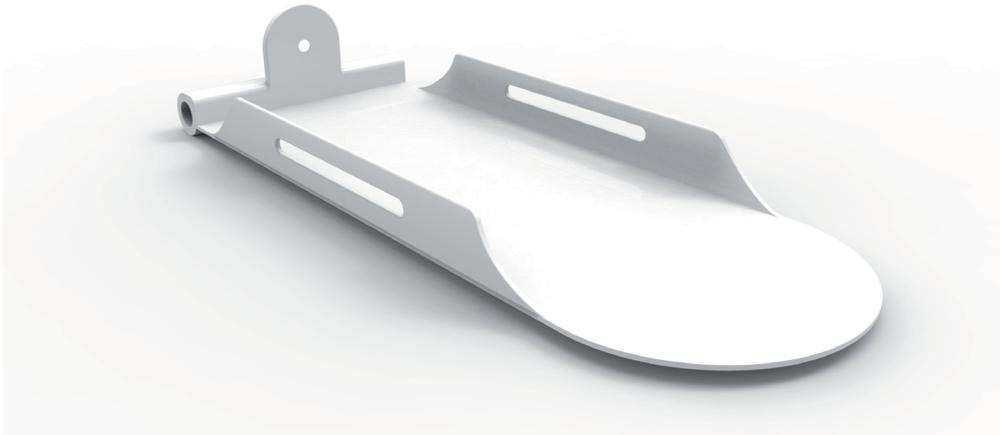
Esta base tiene unas dimensiones totales de 450 x 250 x 4 mm. Ha sido necesario realizar este diseño en base a algunos de los planos inclinables que aparecen en el punto 3 de la Memoria del proyecto. Aun así, se ha centrado la atención en el plano inclinable que aparece en la imagen N° 1, cuyas medidas del apoyapié se presentan a continuación. Esta base necesita tener un tamaño que permita montar el sistema de pedales en él y, además, lo soporte tanto en uso como en parada. Es necesario que sea estable una vez montado para evitar complicaciones en su uso debidas a posibles cambios de posición inadecuados, por ejemplo. Por tanto, la base tiene una medida apta para admitir los elementos que en ella van montados y que no sobre ni falte espacio en relación al apoyapié al que va montada.

LARGO	1900 mm
ANCHO ACOLCHADO	590 mm
ANCHO BARRAS LATERALES	650 mm
ANCHO REPOSAPIÉS	450 mm
FONDO REPOSAPIÉS	250 mm
ALTURA EN HORIZONTAL	555 mm
INCLINACIÓN	De 0° a 90°
INCLINACIÓN REPOSACABEZAS	De 0° a 90°

N° 78. Dimensiones del plano inclinable de referencia.

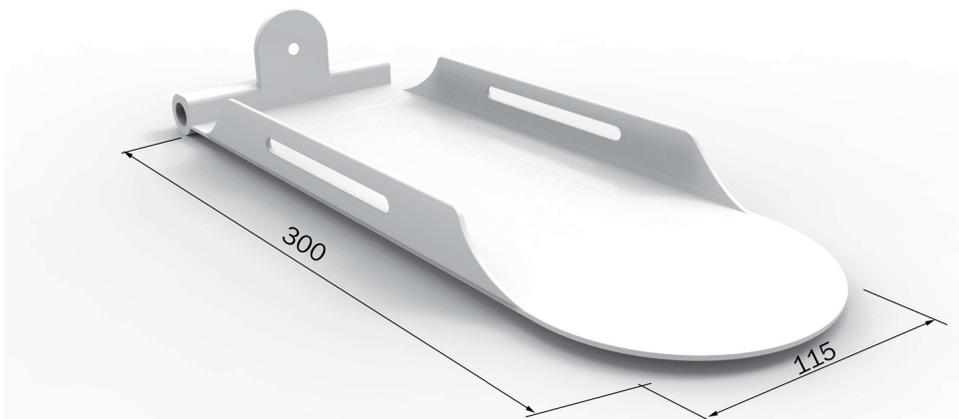
5.3.3.2. Pedales.

En este apartado se habla de la función de los pedales, de la sujeción de los mismos a la base y de sus dimensiones generales. La función de los pedales no es otra que transmitir el movimiento a los pies y tobillos del paciente, de tal manera que la actividad sea efectiva en el paciente. Además, al igual que la base, cuenta con un par de orificios, uno enfrente de otro como se observa en la imagen siguiente, para la sujeción de la cincha de velcro. También cuenta con dos paredes laterales donde se sitúan los orificios que se acaban de mencionar, y proporcionan un aumento de la resistencia del pedal. Los pedales van introducidos en la varilla que sirve de eje y sujeción para el montaje del resto de elementos y gracias a esos otros elementos se asegura que no se salga de la misma. Estos elementos son los siguientes y se explicarán más adelante: abrazaderas, apoyos y pasadores.



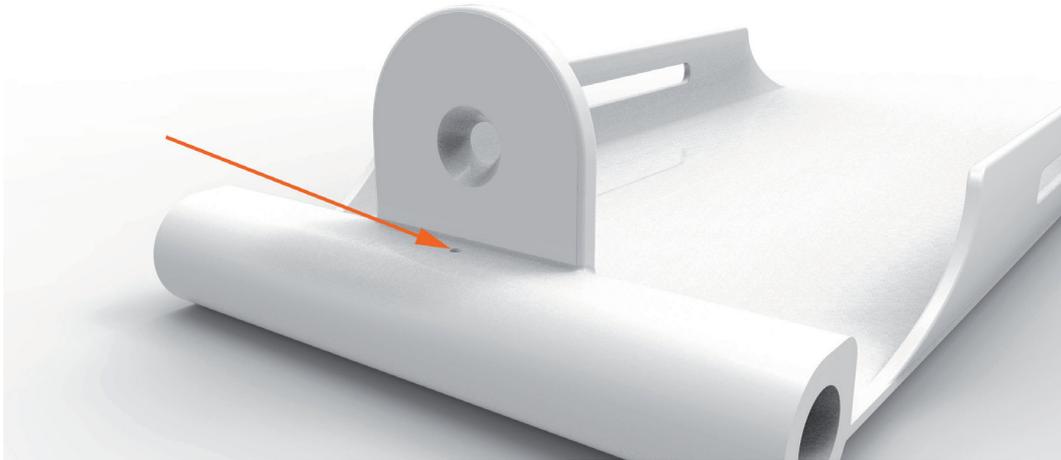
N° 79. Pedal.

A continuación, se presentan las dimensiones totales de los pedales cuya justificación ya se ha explicado en el apartado “5.3.1.2. Estudio antropométrico”.



N° 80. Dimensiones totales del pedal.

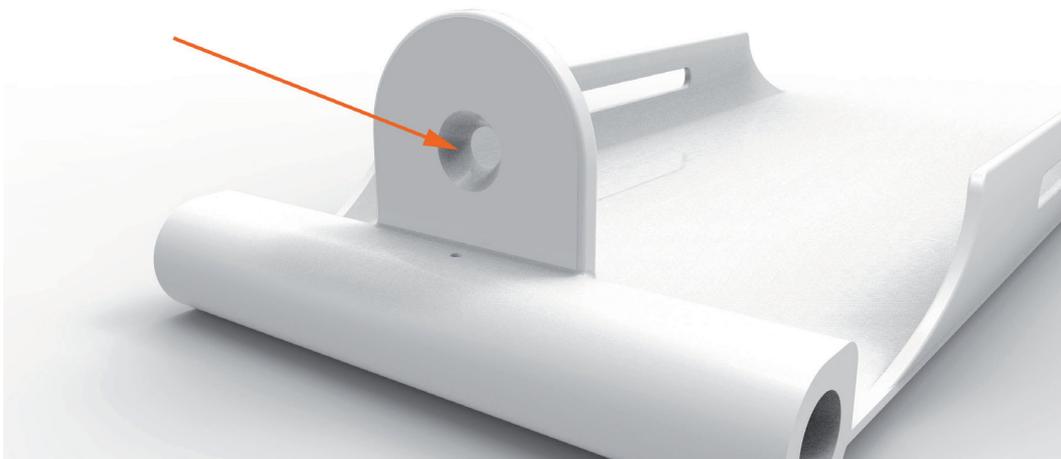
En cuestiones mecánicas, el engrasado es algo de mucha importancia para que las superficies que estén en contacto y deban deslizarse una sobre la otra, lo hagan de manera correcta. Por ello, los pedales cuentan con un pequeño agujero de forma cónica en la parte trasera como se observa en la siguiente imagen. Este agujero permite engrasar ligeramente la varilla y el orificio del pedal por donde se engancha a la varilla, para que no chirríe en su deslizamiento mientras esté en marcha el dispositivo; y, además, para facilitar el movimiento del pedal cuando gira en torno al eje de la varilla.



Nº 81. Agujero para engrasar.

En este caso, el material que se utiliza para la fabricación de los pedales es aluminio reciclado. El aluminio recibe un acabado superficial de lacado y/o pulido mejorando así sobre todo el brillo de la pieza. Sin embargo, los pedales no sólo están formados por aluminio ya que se quiere proteger de cara al paciente y, por tanto, lleva una capa de material antiescaras fino por el interior del mismo, dejando a la vista el aluminio por las zonas que no estén en contacto con el paciente. Para conocer mayor información sobre estos materiales se puede acudir al apartado “5.5. Materiales”.

Para poder unir la talonera al pedal, se ha realizado un taladro cónico roscado de métrica M6 gracias al cual poder introducir un tornillo que fije como se ha mencionado anteriormente, la talonera al pedal. En la siguiente imagen podemos observar dicho taladro.



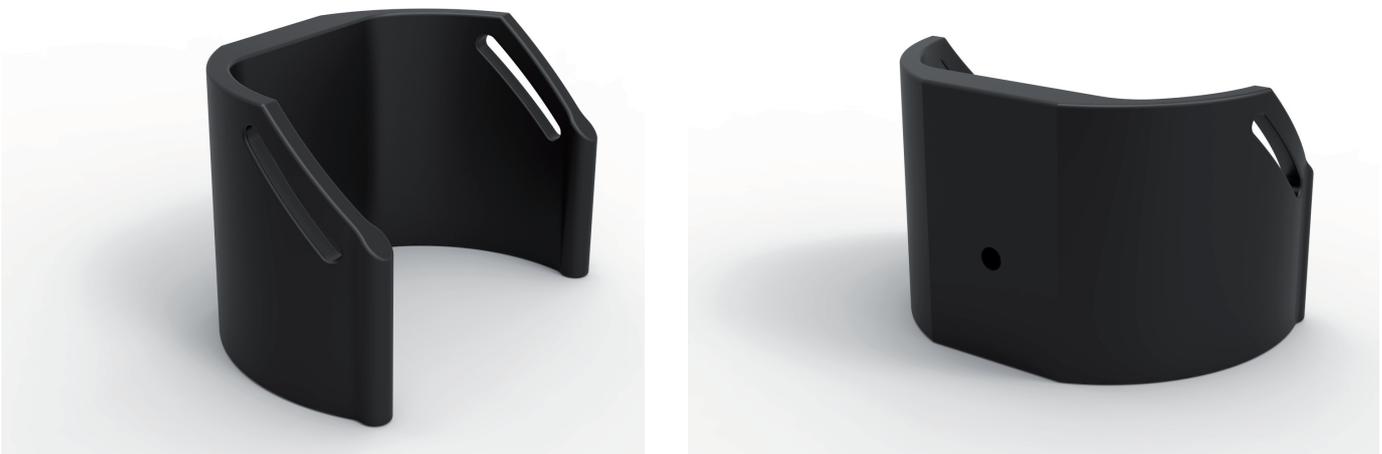
Nº 82. Agujero para fijación de la talonera.

5.3.3.2.1. Sujeción del pie al pedal.

A continuación, se expone el mecanismo de sujeción del pie al pedal teniendo este dos partes: una sujeción del tobillo (o talonera + cincha de velcro) y otra sujeción del pie (cincha de velcro). Como parte compartida en ambas sujeciones está la cincha de velcro. Lo más importante dentro de este diseño es la seguridad del paciente y, después, la fiabilidad de la actividad que gracias a él se puede llevar a cabo. Sin embargo, si no se realiza una buena sujeción del pie y tobillo al pedal, el paciente podrá sufrir daños por mal posicionamiento lo que conlleva que no se obtengan los beneficios de los que se ha hablado en este proyecto en el apartado 1.1.1.

5.3.3.2.1.1. Tobillos.

Aquí se habla de cómo se sujeta la parte del tobillo al dispositivo. El pedal cuenta con una talonera de plástico semirrígido que cumple la función de abrazar el talón del paciente, perfecto para la sujeción del tobillo pero el paciente deberá llevar zapatillas. Como se observa en las imágenes N° 84 y N° 85, la talonera no tiene función de agarrar literalmente el tobillo si no de situarlo en la posición correcta ayudado de las cinchas de velcro que son las que se encargan realmente de su sujeción (imagen N° 57). La talonera, por tanto, abraza ligeramente al tobillo, sin ejercer presión sobre él. La talonera también tiene unos pequeños orificios que permiten la sujeción del velcro que terminará de abrazar al tobillo. Este último velcro va incluido en una tira elástica que permite que el paciente no se vea molesto con esta sujeción adaptándose mucho más a la forma del pie o de la zapatilla, en su defecto. En la siguiente imagen se puede apreciar el diseño de dicha talonera.



N° 82. Agujero para fijación de la talonera.



Nº 84. Pie situado en la talonera y pedal.

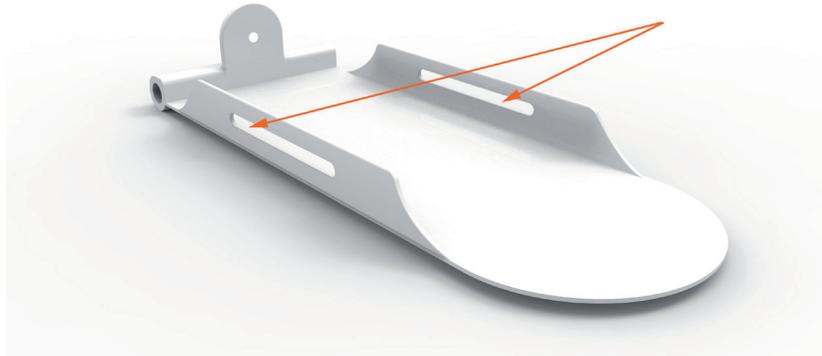


Nº 85. Pie situado en la talonera y pedal.

5.3.3.2.1.2. Pie

En este apartado se habla de cómo se sujeta el resto del pie al dispositivo. El pedal cuenta con un par de orificios por cada lado de longitud mayor que el ancho de la cincha de velcro. La cincha de velcro pasará a través de los orificios permitiendo la fijación del pie al pedal (imagen Nº 57). Esto es debido

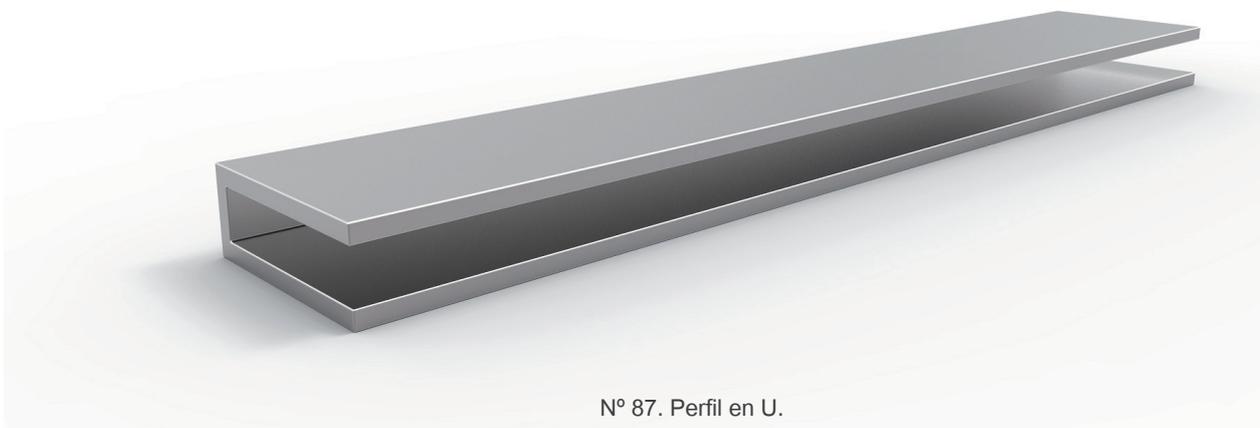
a que, dependiendo del número de pie del paciente, la cincha de velcro pueda cumplir igualmente su función. Su función no es otra que la de sujetar de manera segura los pies del paciente a los pedales, de tal forma que se asegure que el movimiento generado se transmita a los pies.



N° 86. Sujeción del pie.

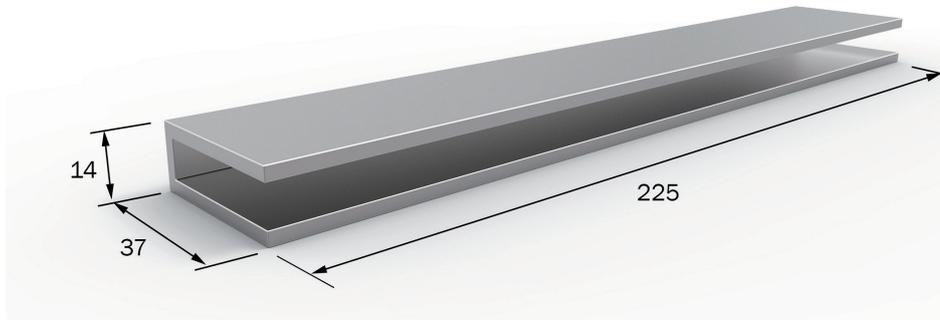
5.3.3.3. Perfiles en U.

Los perfiles en U son de acero de 3 mm fabricados por extrusión. El dispositivo cuenta con dos perfiles de estas características unidos mediante adhesivo Epoxi en la parte inferior de los pedales con la abertura mirando hacia el motorreductor y permitiendo así que los bulones se sitúen por dentro de los mismos y de tal manera que puedan deslizarse. Gracias a estos perfiles se permite la transmisión del movimiento del motor a los pedales porque suponen un punto de encuentro entre ambos, sin olvidarnos de otros elementos como los bulones y los platos giratorios que también cumplen esta función. Tanto estos perfiles en U como los bulones, deberán ir engrasados para evitar la fricción entre elementos.



N° 87. Perfil en U.

En la siguiente imagen se pueden observar las dimensiones totales de los perfiles en U, aunque se puede acudir al apartado “d) Planos” para conocer los detalles técnicos que le acompañan.



Nº 88. Dimensiones totales del perfil en U.

5.3.3.4. Bulones.

Los bulones son pequeños elementos fabricados en acero con forma cilíndrica que se encuentran soldados a una de las caras planas de los platos giratorios, explicados en el siguiente apartado. En la siguiente imagen se observa la geometría del bulón de diámetro 8 mm y longitud 40 mm. Como se ha explicado en el apartado anterior, tienen la finalidad de servir de unión para la transferencia del movimiento haciendo que los perfiles en U se deslicen gracias a ellos y moviendo así los pedales en su giro de inclinación.

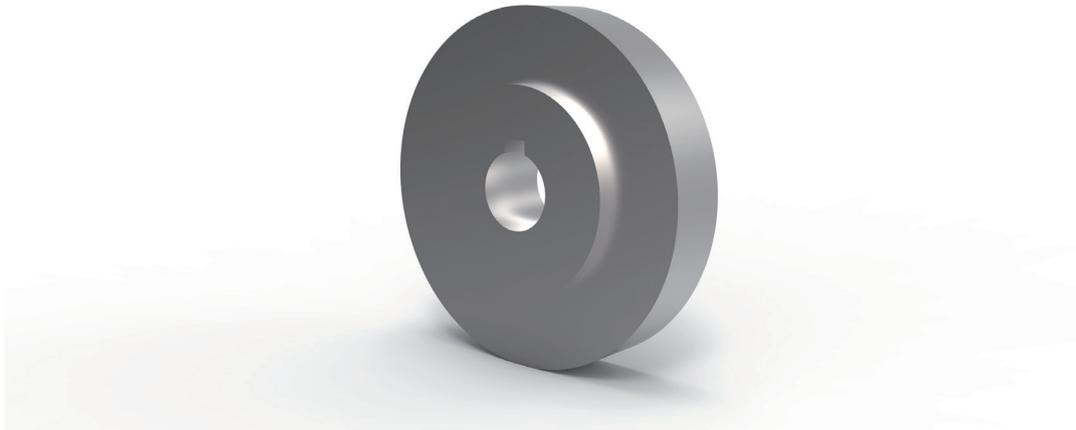


Nº 89. Bulón.

5.3.3.5. Platos.

Los platos se utilizan para transmitir también, al igual que algunos elementos explicados con anterioridad, el movimiento del motor a los pedales. El diseño del dispositivo cuenta con dos platos de acero inoxidable que van introducidos en el eje de salida montado en el reductor y gracias a la chaveta se asegura su estanqueidad permitiendo el giro del mismo en concordancia con el giro ejercido por el reductor. Como se ha mencionado en el apartado anterior, cuenta con un bulón soldado en una de las

caras, que va introducido a su vez en el perfil en U, formando así el conjunto completo de transmisión del movimiento del motor al pedal. En la siguiente imagen se puede ver el diseño de este plato con su agujero con chaveta. Para conocer todos los detalles técnicos acudir al apartado “d) Planos”.



Nº 90. Plato.

5.3.3.6. Elementos de fijación.

En este apartado se detallan los elementos de fijación que sirven para ajustar de manera segura todos los componentes que conforman el diseño en conjunto. Existen elementos convencionales, siendo estos la tornillería y los pasadores; y otros hechos a medida aunque también se pueden adquirir convencionales, como las abrazaderas y los apoyos.

5.3.3.6.1. Tornillería.

En este proyecto se utilizan tornillos de dos tipos diferentes para una misma función, la de generar puntos de unión que aseguren la estabilidad y el buen montaje entre piezas que componen el diseño. Por tanto, existen tres uniones distintas que se explicarán por separado. Sin embargo, todos ellos se emplearán con las medidas correspondientes según la norma UNE EN ISO, por lo que los huecos que se realicen en las piezas deberán de cumplir también con estas medidas.

- Unión del reductor con la caja guía incluyendo entre ambos el cajón (x4): en este caso, el tornillo será de cabeza hexagonal según la norma UNE EN ISO 4014: 2011, que corresponde a “*Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B*”⁽⁶⁾. Exactamente serán aquellos de M6x30 similares al de la siguiente imagen.



Nº 91. Tornillo de cabeza hexagonal.

- Unión del cajón con la base del dispositivo (x10): el tornillo que se utiliza para este caso es el de cabeza avellanada según la norma UNE EN ISO 2009: 2012, que corresponde a “*Tornillos de cabeza avellanada y ranurada. Productos de clase A*”⁽⁷⁾. Exactamente aquellos de métrica M1,6x2 similares al que aparece en la siguiente imagen.



Nº 92. Tornillo de cabeza avellanada.

- Unión de la talonera al pedal (x2): en este caso, se utilizan tornillos de cabeza avellanada como en la anterior unión, pero esta vez de métrica M6x12.

5.3.3.6.2. Pasadores.

En el caso de los pasadores, son utilizados para posicionar piezas o inmovilizar y asegurar que no se salgan de su sitio otras. En el presente proyecto se han utilizado pasadores cilíndricos según la norma ISO 2338⁽⁸⁾. Se han seleccionado de tipo A con métrica M2x10 y M2x16. Son pasadores fabricados en acero inoxidable; perfectos para asegurar la posición de elementos como la varilla que se introduce y

(6) NORMA UNE EN ISO 4014, 2011, “*Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B*”.

(7) NORMA UNE EN ISO 2009, 2012: “*Tornillos de cabeza avellanada y ranurada. Productos de clase A*”.

(8) NORMA ISO 2338: “*Pasadores cilíndricos*”.

mantiene unidos los pedales y para fijar, de la misma manera, el husillo que pertenece al mecanismo de regulación del ángulo de inclinación de los pedales. En los planos técnicos se tiene en cuenta que en los agujeros de los pasadores la tolerancia dimensional debe de ser de $\pm 0,02$.



Nº 93. Pasador.

5.3.3.6.3. Abrazaderas.

Las abrazaderas son otro de los elementos que servirán para el ajuste personalizado del dispositivo para cada paciente individual. Se utilizan del tipo de abrazaderas de las 2 primeras imágenes que se presentan a continuación; sin embargo, en el presente proyecto se ha determinado un diseño de abrazadera específico y de dos longitudes, que aparece en la última imagen de este mismo apartado. Gracias a esta diferencia de longitudes se podrán posicionar los pedales a dos distancias distintas (10 y 12 cm entre pedales). El punto principal de esta abrazadera es que sea de “quita y pon”, porque no tiene más función que la de separar los elementos que estén montados en la varilla una distancia determinada, por lo tanto, sólo abraza la varilla sin tener que ejercer demasiada presión sobre ella ni aguantar tensiones o fuerzas a mayores. Las abrazaderas serán de material plástico semirrígido que admita un nivel de flexibilidad suficiente para introducir la varilla en su interior.



Nº 94. Abrazadera de plástico. Ejemplo 1 convencional.



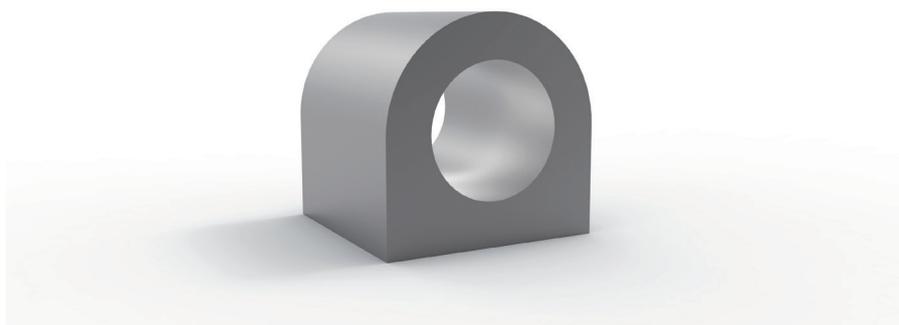
Nº 95. Abrazadera. Ejemplo 2 convencional.



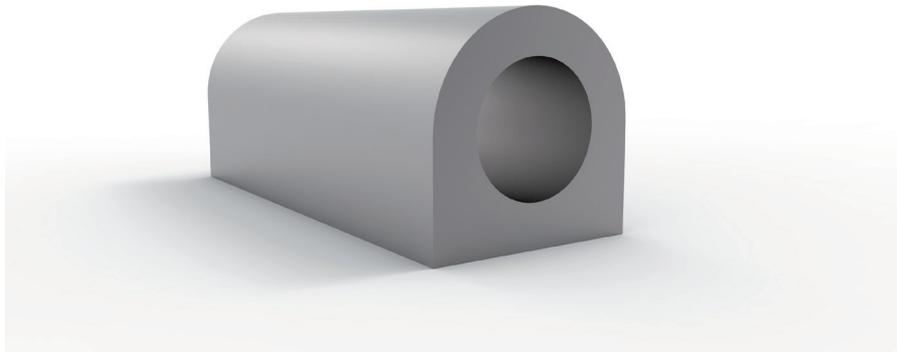
Nº 96. Abrazadera tipo proyecto.

5.3.3.6.4. Apoyos.

A continuación, se detalla el tipo de apoyo y su función, el cual se utiliza en este diseño de dispositivo. Es natural que sean necesarios ciertos elementos que sirvan de unión y aseguren la fijación del resto de manera segura, evitando cambios de posicionamiento inapropiados que conllevarían a un mal uso del dispositivo. Uno de estos elementos que nos ayudan a fijar otros de manera segura a la base del dispositivo que se confiere muy estable son los siguientes: apoyos realizados en acero con agujero pasante dispuesto para el paso de la varilla que sujeta los pedales del dispositivo. En las dos imágenes siguientes se puede apreciar el diseño de los mismos, siendo de iguales características a excepción de la longitud; la menor de 20 mm y la mayor de 50 mm. Del de menor longitud se disponen dos de ellos situados a los extremos de la varilla; y del de mayor longitud, tan sólo uno situado en el medio de la varilla. Además, estos apoyos irán soldados de manera permanente a la base del dispositivo y como son de acero y la base también no habrá problema de soldadura. Los detalles de sus geometrías se pueden conocer en el apartado “d) Planos” del presente proyecto. Aun así, se observa que son simples apoyos los cuales se pueden encontrar en el mercado ya fabricados, algo que supondría un ahorro en costes de fabricación. Por tanto, podrían ser similares pero que cumplieran la misma función.



Nº 97. Apoyo varilla corto.



Nº 96. Abrazadera tipo proyecto.

5.3.3.7. Mecanismo regulador de la inclinación.

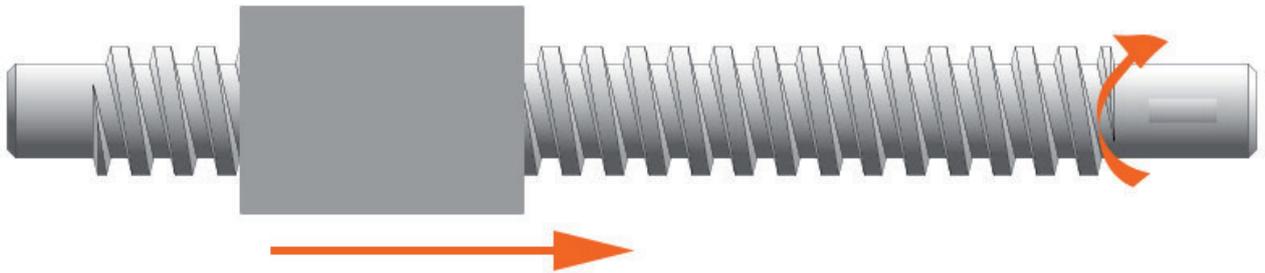
En este diseño de dispositivo desde el primer momento se indicó la importancia que tenía el incluir un mecanismo de regulación que permitiera el cambio en cuanto a los grados de inclinación de los pedales. Por ello, en los apartados que suceden, se llevan a cabo las explicaciones oportunas sobre todos y cada uno de los elementos que conforman este mecanismo regulador de la inclinación de los pedales. Se trata de un mecanismo sencillo y de pocas piezas que, además, sugieren un fácil manejo para la persona que se disponga a realizar el ajuste.

5.3.3.7.1. Husillo.

El primero de los elementos que se dispone a explicar en el presente proyecto es el husillo. Podemos encontrar husillos convencionales en muchos locales que trabajen con ellos o dispongan de ellos, y se puede comprobar que existen infinidad de tipos. En el caso de este proyecto, el husillo que se considera ideal debe ser de métrica M14 y de longitud de rosca de 218,58 mm. El husillo en su longitud total cuenta con 258,58 mm; aquellos milímetros que se disponen a mayores de la rosca, se distribuyen según el plano técnico (ver apartado “d) Planos”) a cada extremo y cuentan con pequeños taladros por donde introducir los pasadores y fijarlos con respecto a los apoyos a los que se sujeta el husillo en conjunto y los cuales serán explicados más adelante.

A continuación, y gracias a la imagen siguiente, se puede conocer el movimiento que se consigue gracias al uso del husillo en el dispositivo. Para reflejar el movimiento de la caja que sirve de guía (de ahí “caja guía”, explicada más adelante), se representa un rectángulo gris. El movimiento consiste en girar hacia la derecha o hacia la izquierda el husillo (pongámonos en el caso de la imagen y giremos mentalmente el husillo hacia la derecha); con ello se consigue que, permaneciendo el husillo fijo, la

caja guía se desplace en la dirección que se señala en la imagen. Y si, por el contrario, se hiciera girar el husillo en la otra dirección, la caja guía se desplazaría en la dirección opuesta a la de la imagen.



Nº 99. Funcionamiento husillo y caja guía.

5.3.3.7.2. Pieza inmovilizadora del husillo.

En este apartado se comenta la necesidad de introducir una pieza que sirva de tope una vez ajustado el husillo en la posición justa para conseguir los grados de inclinación de los pedales deseados en un momento determinado y dependiendo del paciente. Por ello, se introduce la pieza inmovilizadora del husillo que aparece en la siguiente imagen. El manguito es de plástico y el cilindro, aunque no se aprecia así en la imagen, es de acero roscado. Es necesario que sea roscado para que se enganche en el apoyo que se explica en apartados posteriores a este y además facilite que mediante su giro choque con el husillo impidiendo el giro del husillo una vez fijada la regulación del ángulo.



Nº 100. Pieza inmovilizadora del husillo.

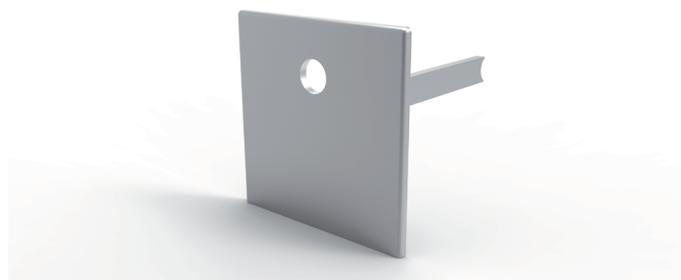
5.3.3.7.3. Cajón.

Lo que en este proyecto se define como cajón se trata de un perfil extruido en acero de 2 mm de espesor gracias al cual el mecanismo de regulación de los grados de inclinación de los pedales del dispositivo permanece oculto; además, sirve de guía para la caja guía, propiamente dicha. Esto es así

porque evita el volqueo de la caja guía al chocar con las paredes del cajón ya que ambos diseños tienen geometrías rectangulares. Este diseño de cajón presenta dos guías troqueladas en la parte superior que facilitan el desplazamiento dirigido de los tornillos que unen el reductor con la caja guía, la cual, como se comentó antes, permanece oculta bajo el cajón. El cajón está abierto en la parte trasera, es decir, la parte contraria a la que contiene la abertura que se aprecia en la imagen siguiente. Se decide optar por este diseño con esa abertura por el ahorro de material y de tiempo de fabricación que supone ya que permanece cerrada una vez montado el cajón en la base del dispositivo. De la misma manera, la parte delantera está abierta, pero para esta ocasión se realiza el diseño de una tapa de acero de 2 mm de espesor que aparece en la segunda imagen de este apartado. El motivo de la abertura que se comentaba no es otro que permitir el montaje de la pieza inmovilizadora del husillo que se explicaba en el apartado anterior; y, gracias a la tapa, se mantiene en su posición, además de por la rosca que lleva consigo y que enrosca en el apoyo que sostiene el husillo. También la tapa cuenta con un taladro para permitir que una parte del husillo salga y poder así fijarlo a la rueda reguladora que se explica en el apartado 5.3.3.7.5. Es necesario que la rueda reguladora y el husillo permanezcan en contacto directo ya que gracias a la rueda es como se consigue hacer girar al husillo. Por último, mencionar que el método de unión entre el cajón y la base mediante pequeños tornillos, exactamente 5 a cada lado.



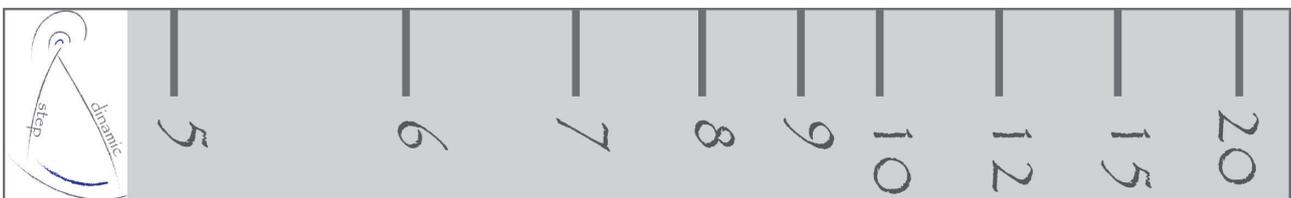
Nº 101. Cajón.



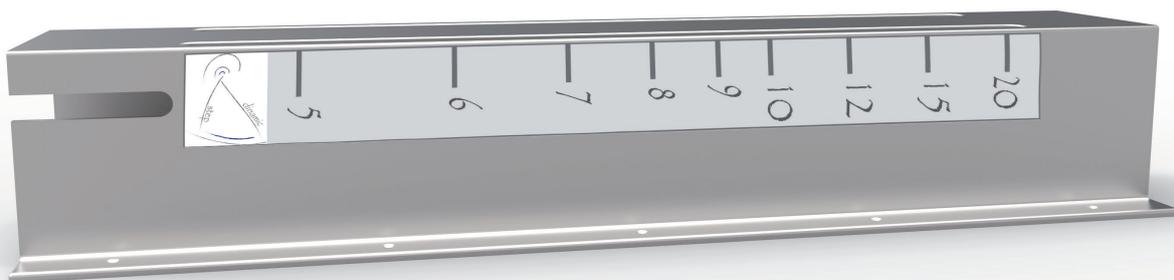
Nº 102. Tapa del cajón.

En uno de los laterales del cajón se dispondrá, mediante adhesivo, una pegatina como la que aparece a continuación. En esta pegatina se presentan los grados a los que se ajusta el mecanismo para conocer con cierta exactitud la regulación que se lleva a cabo y gracias a la cual se puede adaptar de forma personalizada el dispositivo a cada tipo de paciente. Como se puede observar, los grados se distribuyen de forma gradual obteniendo la máxima apertura entre la inclinación de los pedales cuanto más metido se sitúe el motorreductor en el dispositivo. Y, por el contrario, se obtiene la mínima apertura cuanto más fuera se sitúe el motorreductor en el dispositivo. Además, para que conozcamos en qué grados se encuentra regulado el dispositivo, el motorreductor tendrá una pequeña flecha impresa en uno de sus laterales para que gracias a ella y a su coincidencia en los diferentes grados que se muestran en la regla, se pueda conocer qué grados de inclinación se están estableciendo.

La pegatina de la regla se colocará en la pared del cajón donde se encuentra la pieza inmovilizadora del husillo, exactamente a 36,3 mm de distancia de la tapa. Se colocará pegada a la arista longitudinal superior derecha del cajón como se muestra en la siguiente imagen.



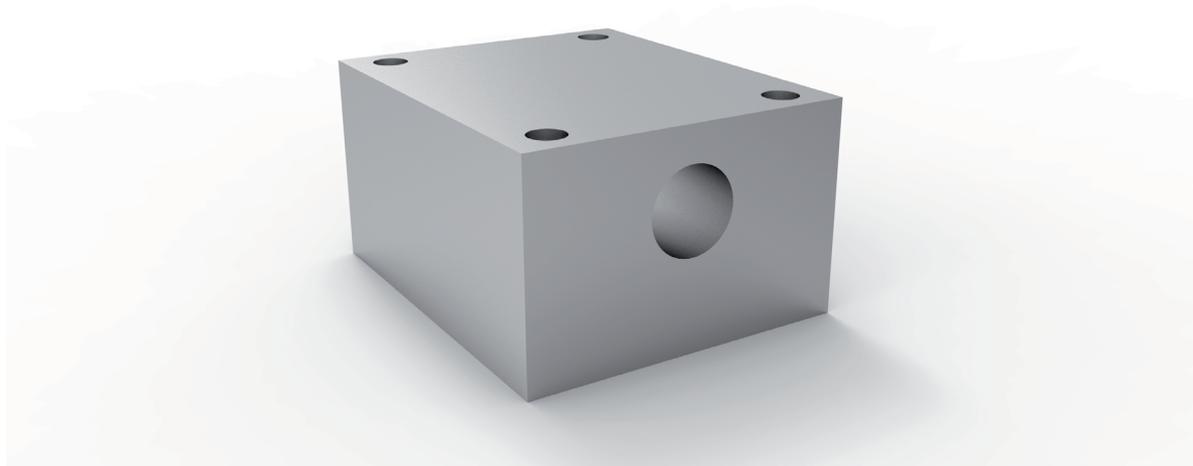
Nº 102.1. Pegatina con regla de ángulos.



Nº 102.2. Pegatina colocada en cajón.

5.3.3.7.4. Caja guía.

Otro elemento de gran importancia para el desarrollo de este proyecto es el que se explica y aparece en este apartado: la caja guía fabricada en acero inoxidable. Se ha denominado así puesto que su función no es otra que la de servir de guía para el desplazamiento del motorreductor a lo largo del cajón, gracias a lo cual se consigue regular perfectamente y de manera progresiva (debido al husillo), los grados de inclinación de los pedales. El husillo permanece fijo siempre y es la caja guía la que se desplaza junto al resto de elementos que a ella estén sujetos (reductor, motor, platos y bulones) a lo largo del cajón. Para que los elementos recién mencionados permanezcan unidos a la caja guía, ésta dispone de 4 orificios roscados de M6 donde se introducen los 4 tornillos que llegan hasta el reductor. Además la caja guía dispone de otro taladro pasante y roscado de M14 por el que se introduce el husillo antes mencionado.



Nº 103. Cajita guía.

5.3.3.7.5. Rueda reguladora.

A continuación, se explica la rueda reguladora, gracias a la cual poder hacer girar el husillo y de esta manera ajustar el mecanismo para conseguir los grados de inclinación de los pedales necesarios en cada caso. En este proyecto, se propone colocar una rueda de plástico que vaya ligeramente roscada al extremo más largo del husillo que será el que se posicione en la parte más exterior del dispositivo. Sencillamente y mediante un gesto fácil se podrá hacer girar el husillo hacia la izquierda o hacia la derecha, dependiendo de si se quiere tener más ángulo de inclinación o menos, respectivamente. En el apartado 5.3.3.7.1., se observa esta dirección de giro que se consigue del husillo, ya que el movimiento del husillo está controlado por esta rueda reguladora.



Nº 104. Rueda reguladora.

5.3.3.7.6. Apoyos.

En el apartado anterior (5.3.3.6.4.) se hablaba sobre la necesidad de utilizar elementos que unieran y aseguraran la fijación del resto de ellos de manera segura y fiable, evitando de esta manera la posible caída de los mismos y permitiendo el correcto funcionamiento del dispositivo. En este apartado, también se habla sobre un apoyo que cumple las mismas funciones que los anteriores pero esta vez lo que pretende mantener fijo es el husillo que sirve para la regulación de los grados de inclinación de los pedales. En la imagen que aparece a continuación, se puede apreciar el diseño del apoyo del que se habla en este apartado. Se disponen dos en el diseño de dispositivo, uno en cada extremo del husillo, y van soldados a la base. Además, el husillo cuenta con dos pequeños orificios para la entrada de pasadores que terminan de asegurar la fijación del husillo en el dispositivo, como se comentaba en el apartado 5.3.3.7.1. El plano técnico en el que se especifican los detalles del diseño del apoyo en cuestión, se encuentra en el apartado “d) Planos” del presente proyecto. Sin embargo, se puede observar que el apoyo no sólo cuenta con un taladro pasante por donde se sitúa el husillo, sino que además mantiene un orificio roscado por un lateral que permite la entrada de la pieza inmovilizadora del husillo. Esta pieza va roscada en su parte cilíndrica permitiendo la salida y entrada de la misma por el orificio del que se habla hasta chocar con el eje del husillo permitiendo su apriete una vez fijada la posición, y su aflojamiento mientras se realiza la regulación que se comentaba líneas arriba.



Nº 105. Apoyo del husillo.

5.4. Funcionamiento.

En este apartado se realiza un resumen del funcionamiento completo de todos los elementos del apartado anterior según su orden de uso; como si de instrucciones de uso se tratara.

En primer lugar, el dispositivo se posiciona en contacto con el apoyapié al que se vaya a montar y gracias a las cinchas de velcro se fija de manera segura ejerciendo fuerza con ellas. Se entiende esta fuerza de manera que las cinchas abracen al apoyapié. A continuación, es necesario determinar los grados de inclinación de los pedales de manera personalizada para cada paciente. Esto se realiza gracias al mecanismo de husillo introducido en la parte interior del cajón, mediante el cual permanece oculto, haciendo más atractivo el diseño. Para ajustar el ángulo de inclinación de los pedales, primeramente es necesario hacer girar ligeramente la pieza inmovilizadora del husillo en el caso de que esta esté ejerciendo fuerza contra el husillo imposibilitando su movimiento. Es entonces cuando, una vez aflojada dicha pieza, se hace girar la rueda reguladora hacia la izquierda o hacia la derecha, dependiendo de si queremos conseguir más o menos grados de inclinación, respectivamente. Además, el dispositivo incluye una pegatina con una regla situada en el lateral del cajón donde se indican los diferentes grados que se establecen en cada momento y gracias a ella se puede determinar el ángulo necesario para cada paciente. Por último, para terminar con el ajuste del ángulo, es necesario hacer girar de nuevo la pieza inmovilizadora del husillo para dejar listo el dispositivo para su funcionamiento.

A continuación, el paciente deberá tumbarse cómodamente en la camilla del plano inclinable en el que se trabaje y situar los pies con ayuda o sin ella en cada uno de los pedales. Si el paciente es dependiente, una segunda persona le podrá ayudar para realizar la sujeción de los pies y tobillos mediante las cinchas de velcro de las que dispone el dispositivo. El sistema de sujeción es el mismo que para el amarre del dispositivo al apoyapié. Si la persona fuera independiente lo podría realizar ella misma sin ningún tipo de dificultad ya que el sistema del velcro es muy sencillo e intuitivo.

Una vez montado el dispositivo, ajustados los ángulos y situado el paciente correctamente en el plano inclinable con los pies ya sujetos y fijos en los pedales, se puede encender el mecanismo mediante un mando que activará el motor del dispositivo conectado a la luz.

5.5. Materiales.

Uno de los objetivos que se pretende conseguir en el presente proyecto es diseñar un dispositivo de fácil montaje y desmontaje en el apoyapié del plano inclinable en el que se pretenda adaptar. Por ello, el peso y la resistencia que ofrecen son determinantes a la hora de elegir los materiales; sin olvidarnos, por supuesto, de la relación del diseño con el medio ambiente, términos que se engloban dentro del concepto Ecodiseño. Por ello, se lleva a cabo una minuciosa búsqueda de materiales aptos para los componentes del diseño, y que puedan desempeñar eficazmente las funciones para los que se utilizan, respetando siempre los ideales del Ecodiseño. Estos ideales no son otros que mantener un desarrollo sostenible; esto es, optimizar el material en la producción, evitar el vertido de desechos tóxicos a la atmósfera, hacer uso de materiales reciclables y/o reciclados que contribuyan al bienestar del medio ambiente, entre otros factores de igual nivel.



Nº 106. Imagen Ecodiseño.

No se puede olvidar la importancia que tiene el uso de un material u otro en referencia al atractivo visual del diseño. Se pretende crear armonía en el conjunto que se diseña teniendo en cuenta las infinitas posibilidades que existen hoy en día sobre acabados superficiales, y las cuales pueden favorecer el uso de mayor diversidad de materiales para conseguir un grato resultado para todos.

Por tanto, en este apartado se lleva a cabo la explicación sobre los materiales empleados para la fabricación de algunas piezas que componen el diseño del dispositivo y para comentar también los materiales de otras piezas convencionales que forman parte del diseño de igual forma. Para comenzar, se realiza una división, reflejada ya en líneas anteriores, entre elementos que serán necesarios fabricar y elementos que se obtendrán del mercado directamente. Incluso, cabe decir, que algunos que aquí se diseñan se pueden obtener de igual forma o similares en el mercado, haciendo referencia en cada uno si así lo fuera. En la siguiente división se incluyen los materiales que pertenecen a cada elemento a modo de esquema pudiendo consultar la información referente a cada material en líneas más abajo.

- Elementos a fabricar según planos técnicos: son elementos que es necesario que se fabriquen bajo los datos técnicos especificados en cada plano en concreto.
 - > Base: acero.
 - > Pedales: aluminio.
 - > Taloneras: plástico.

- > Cajón: acero.
 - > Caja guía: acero.
 - > Apoyos: acero.
 - > Pieza inmovilizadora del husillo: plástico + acero.
- Elementos convencionales: aquellos elementos que se encuentran o se pueden encontrar semejantes en el mercado a los planteados en el presente proyecto.
 - > Tornillos y pasadores: acero.
 - > Varilla: acero.
 - > Rueda reguladora: plástico.
 - > Husillo: acero.
 - > Abrazaderas: plástico.
 - > Motor y reductor junto al eje de salida: aluminio.
 - > Platos y bulones: acero.
 - > Perfiles en U: acero.
 - > Velcro: textil elástico.

5.5.1. Acero.

El acero es un material muy utilizado en toda la industria y apto para numerosos usos dentro de la construcción de maquinaria, para la fabricación de herramientas y para la construcción de edificios y obras públicas. Su componente principal es el hierro, aunque también forma parte de él el carbono y otras aleaciones. Sus propiedades físicas y mecánicas varían en función de la composición y de los tratamientos térmicos, químicos o mecánicos que reciba; sin embargo, esto nos supone una gran ventaja ya que admite diversas combinaciones que permiten conseguir el acero ideal en cada caso. A continuación, se detallan las propiedades más relevantes del acero que se pretende utilizar en este proyecto:

- Su densidad tiene el valor de 7850 kg/m³; por tanto, apto en todos los sectores de la industria.
- Se puede contraer, dilatar o fundir según la temperatura que se le aplique.
- Su punto de fusión se encuentra alrededor de los 1375 °C, aumentando esta temperatura a medida que aumenta el porcentaje de carbono y de otros aleantes. El acero rápido funde a 1650 °C.
- Su punto de ebullición se mantiene alrededor de los 3000 °C.
- El acero es un material muy tenaz, dúctil y maleable; además, permite una buena

mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.

- Mantiene una gran dureza casi comparable a la del hierro, sin llegar a ella. El acero templado es el que mantiene la máxima dureza en los aceros, gracias a ese tratamiento térmico.
- El acero se puede soldar con facilidad.
- Como inconveniente, el acero es corrosivo debido a su alto porcentaje en hierro, que también lo es. Pero, sin embargo y gracias a tratamientos superficiales existentes hoy en día, se puede conseguir resistencia a la corrosión en el acero. De esta manera se llegan a crear hasta aceros inoxidable.
- El acero al sufrir un aumento de temperatura tiende a dilatar; por ello, en el diseño hay que permitir libertad de dilatación entre unos componentes y otros para que no se produzcan problemas en el montaje y/o funcionamiento del mecanismo.



Nº 107. Ejemplo de piezas en acero.

Los tipos de aceros en España están regulados según la norma UNE EN ISO 10020: 2001⁽⁹⁾, editada por AENOR. Existen, además, otras normas de uso más internacional como la clasificación de AISI, ASTM, DIN o ISO 3506. Estas normas se utilizan para homogeneizar las variedades de acero existentes de cara a su producción y consumición.

Como se ha comentado anteriormente, el acero recibe en ocasiones por no decir siempre, tratamientos superficiales para evitar la oxidación y la corrosión que se origina con el paso del tiempo y debido al alto porcentaje de hierro que lo compone. Esta oxidación se produce debido a que el acero entra en contacto con la atmósfera y en numerosas ocasiones también con el agua provocándose así la corrosión de la que se habla. Si bien es cierto, existen los tratamientos superficiales no sólo para evitar esta oxidación sino también de cara a embellecer el acero y/o decorarlo haciéndolo de esta manera más atractivo visualmente y ganando en estética. En el caso del presente proyecto los tratamientos superficiales que se tendrán en cuenta serán los siguientes, dependiendo del elemento con el que se trabaje en cada caso:

(9) NORMA UNE EN ISO 10020, 2001: "Definición y clasificación de los tipos de acero".

- Cromado: es un recubrimiento superficial de cara a la protección frente a la oxidación y, además, presenta un excelente acabado visual.
- Pavonado: es el tratamiento superficial que reciben las piezas pequeñas, como la tornillería.
- Pintura: genera un acabado superficial visualmente agradable y se utiliza sobre todo en estructuras, automóviles, barcos, entre otros muchos productos.

En referencia al ecodiseño del acero cabe mencionar que al estar compuesto de elementos que se encuentran hoy en día en abundancia en la naturaleza, supone su fabricación a gran escala.

5.5.2. Aluminio.

De entre los posibles metales a utilizar para los pedales se ha seleccionado el aluminio reciclado por conveniencia hacia el ecodiseño. Desde un primer momento se han tenido en mente principios de ecodiseño y reciclaje, introduciendo en la medida de lo posible componentes reciclables. Este tipo de material, el aluminio reciclado, es un material que supone un impacto en el medio ambiente considerablemente menor que el impacto producido por un aluminio primario. Además, el aluminio obtenido mediante perfilado o laminado, mantiene unas propiedades que enriquecen el diseño del dispositivo. En este proyecto se pretende conseguir el menor peso posible, dentro de lo que cabe, para agilizar el proceso de montaje y desmontaje (si fuera necesario) del dispositivo y, por tanto, la elección de materiales de bajo peso incrementa la conformidad de la especificación. Se hace inevitable incluir otros materiales como el acero anteriormente explicado, y esto es debido a las características y propiedades que ofrece el mismo para la función para la que se ha designado.

El aluminio, además de ligereza, aporta maquinabilidad, soldabilidad, resistencia a la corrosión, rigidez y resistencia mecánica, entre otros factores. Por todo ello, y lo que en este apartado acontece, se ha seleccionado el aluminio reciclado como material para la fabricación de los pedales del dispositivo. En líneas sucesivas se especifican las propiedades y características técnicas más relevantes que influyen en el diseño del dispositivo del presente proyecto: el aluminio es un metal muy común y extraordinariamente versátil, ya que puede ser transformado en una amplia gama de formas admitiendo diferentes acabados. Se trata de un metal duro, flexible, impermeable, de larga vida útil, con una densidad de 2700 kg/m³ y 100% reciclable. Estas son las propiedades principales del aluminio:

- Ligereza: el aluminio tiene un peso muy reducido: pesa solamente un tercio que el acero con el mismo volumen, permitiendo, de esta manera, obtener importantes ahorros de peso en casi todos los tipos de aplicaciones, sobre todo, la mecánica.

- Duración: el aluminio, gracias a la capacidad de desarrollar una película en la que no puede penetrar el óxido en las superficies expuestas, no está sometido a problemas de corrosión atmosférica, habituales en el hierro y el cobre, y no requiere ningún tipo de pintura de protección. Por este motivo, está especialmente indicado para aplicaciones arquitectónicas y navales, así como la fabricación de cerramientos y fachadas continuas.
- No tóxico: es un material atóxico, muy utilizado para conservar alimentos y bebidas.
- Maleabilidad: el aluminio es muy maleable y puede modelarse, con todas las técnicas habituales de tratamiento, con más facilidad que la mayoría de otros metales. Se puede forjar, laminar hasta obtener una hoja muy fina, extrusionar en perfiles complejos o plegar.
- Versatilidad: la posibilidad de utilizar el metal en aleaciones, que pueden ser rígidas o elásticas, especialmente sólidas y resistentes a la corrosión, permite adaptar el aluminio a una amplia gama de necesidades.
- Reciclabilidad: el aluminio se recicla con gran facilidad y con un coste energético reducido. Actualmente, una cuarta parte de las necesidades de aluminio en Europa se abastece utilizando metal de segunda fusión que, a su vez, puede reciclarse indefinidamente.



Nº 108. Ejemplo de piezas en aluminio.

El aluminio utilizado en algunos de los componentes del dispositivo ha de ser adecuado a sus necesidades, por lo que se ha escogido una aleación de aluminio-magnesio-silicio. Las aplicaciones de este tipo de aleación pueden ser las siguientes: perfiles para arquitectura, puertas, ventanas, muros cortina, mobiliario, estructuras, escaleras, peldaños, barandillas, verjas enrejadas, barreras, cercados, disipadores de calor, módulos electrónicos, carcasas para motores eléctricos, sistemas de ensamblado, remaches, elementos especiales para maquinaria, carrocerías de camión, instalaciones neumáticas, tubos de riego, calefacción y refrigeración. Este aluminio escogido es conocido en España, bajo la norma UNE como “Simagaltok 60 (serie 6000, Al-Mg-Si)”⁽¹⁰⁾, cuyas aptitudes tecnológicas específicas son las expresadas a continuación (Fuente, Alu-Stock S.A.):

¹⁰⁾ NORMA UNE: “Simagaltok 60, (serie 6000, Al-Mg-Si)”.



Nº 109. Aptitudes tecnológicas del aluminio.

A continuación, se exponen, a través de una tabla, algunas propiedades físicas y químicas o incluso una comparación del coste económico relativo comparando aluminio y acero genéricos:

Propiedad		Aluminio	Acero 371
1	Esfuerzo (N/mm ²)	250	400
2	Elasticidad E, Módulo de Young (MPa)	70.000	210.000
3	Densidad (g/cm ³)	2,7	7,8
4	Punto de fusión (°C)	660	1500
5	Rango de temperatura de trabajo (°C)	-250 a 150	-50 a 500
6	Conductibilidad eléctrica (m/Ohm mm) ²	29	7
7	Conductividad térmica (W/m °C)	200	76
8	Coefficiente de expansión lineal x 10 ⁻⁶ /°C	24	12
9	No-magnético	Sí	No
10	Tóxico	No	No
11	Resistente a la corrosión	Sí	Sí
12	Mecanizado	Fácil	Fácil
13	Maleable	Sí	Sí
14	Costo	Barato	Caro

Nº 110. Tabla comparativa Al-acero.

Las ventajas del aluminio reciclado.

El aluminio usado llega principalmente por dos canales: de los desechos del consumo ya sea doméstico o industrial (por ejemplo, cables eléctricos, planchas litográficas, latas de bebidas, otros envases y embalajes, desguace de vehículos, derribos, etc.) y de los recortes y virutas que se

producen durante la fabricación de productos de aluminio.

El proceso del aluminio reciclado implica, simplemente, refundir el metal, lo cual es mucho más barato y consume mucha menos energía que la producción de aluminio a partir de la electrólisis de la alúmina (Al_2O_3). Reciclar aluminio desechado requiere solamente el 5% de la energía que se consumiría para producir aluminio de la mina.

Debido al considerable ahorro producido durante el reciclado y a la sencillez del proceso, el aluminio se empezó a reciclar muy pronto y hoy en día es una actividad normal, técnicamente resuelta y rentable. El proceso de reciclado del aluminio aporta, además, importantes beneficios medioambientales, económicos y sociales:

- Al producir aluminio a partir de chatarra existe un ahorro del 95% de la energía si se compara con la producción a partir del mineral.
- En el proceso de reciclado no cambian las características del material ya que se obtiene un producto con las mismas propiedades. Además, el aluminio puede reciclarse indefinidamente y sin disminuir la calidad del mismo.
- El 100% del material puede ser reciclado.
- El reciclado es un proceso rentable porque el aluminio es un metal valioso: por ejemplo, las latas de bebidas usadas recogidas alcanzan un alto valor en el mercado.
- Reutilización indefinida: El aluminio recuperado, una vez seleccionado y prensado, se funde y con él se fabrican nuevos lingotes de aluminio que se utilizan para cualquier aplicación.

5.5.3. Plástico.

El plástico es un polímero que ha crecido en su uso en los últimos 50 años, adquiriendo eficacia en un gran número de aplicaciones. Los plásticos ofrecen buenas propiedades de elasticidad y flexibilidad, lo que permite un fácil moldeo y adaptación para conseguir diferentes formas y aplicaciones. Se trata de sustancias químicas sintéticas (polímeros) que pueden ser moldeadas mediante calor o presión y compuestas principalmente de carbono. Los plásticos ofrecen propiedades como color, poco peso, tacto agradable y resistencia a la degradación ambiental y biológica. Las propiedades y características generales de los plásticos se presentan a continuación (entre otras):

- Fáciles de trabajar y moldear, como se comentó anteriormente.
- Bajo costo de producción.
- Impermeables.

- Poseen baja densidad.
- Resistentes a la corrosión.
- Se pueden reciclar.

En el caso del plástico utilizado en este proyecto, se hace una diferenciación entre dos tipos dependiendo de la pieza de la que se trate.

Las taloneras y la rueda reguladora: para la rueda reguladora se utiliza el termoplástico PP (polipropileno). El polipropileno se obtiene de la polimerización del propeno y se utiliza para muchas aplicaciones donde se incluyen desde envases de alimentos, tejidos, equipo de laboratorio y componentes automovilísticos hasta películas transparentes. Las propiedades que ofrece el polipropileno son las siguientes:

- Tiene un peso específico entre 0,9 g/cm³ y 0,941 g/cm³, menor que la del polietileno de alta y baja densidad.
- La temperatura de reblandecimiento es alta.
- Ofrece gran resistencia a rotura por tracción.
- Admite antioxidantes por su mayor tendencia a la oxidación.

En cuestiones de ecodiseño el polipropileno es apto para el reciclaje. Los envases de PP se consideran unas de las fuentes con mayor potencial para el reciclaje del sector comercial. En este caso, la rueda reguladora puede ser convencional con la condición de que cumpla para lo que se le destina. Por tanto, podrá ser de otro material a elección del proveedor.

Abrazaderas: en las abrazaderas el plástico seleccionado es el nylon. El nylon es uno de los polímeros más utilizados que se representa como nylon 6, nylon 11 o nylon 12, entre otros. Se ha seleccionado este material plástico para las abrazaderas porque es ideal y excelente para la función que desempeñan las mismas. Las abrazaderas como se comentó en el apartado de los componentes necesitan ser algo elásticas para permitir su montaje y desmontaje sin que rompan. A continuación, se detallan las características y propiedades que pertenecen al nylon y mediante las cuales se puede comprobar la eficacia de su elección:

- Durabilidad: las fibras del nylon tienen alta tenacidad por lo que es utilizado en cinturones de seguridad, cordones de neumáticos, tela balística y otros.
- Mantiene una alta elongación.
- El nylon es altamente elástico.
- Tiene buena resistencia específica.
- Permite conseguir acabados tanto brillantes como mates.

Sin embargo, lo que acontece a la elección de este material en concreto, es su uso en compuestos. El nylon puede formar parte de la matriz de materiales compuestos, con fibras de refuerzo como el vidrio o la fibra de carbono, consiguiendo así una mayor densidad que el nylon puro.

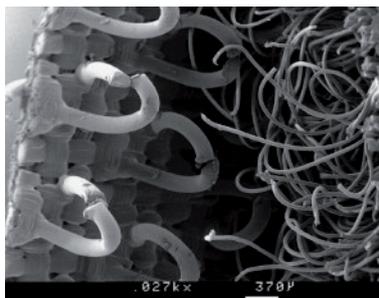
En referencia al ecodiseño, cabe decir del nylon que mantiene una huella de carbono global menor que la de la lana, por ejemplo. Esto se debe gracias a su durabilidad. Además, el nylon es reciclable sobre todo para la creación de pellets⁽¹¹⁾ para su reutilización en la industria.

5.5.4. Textil.

En este apartado es donde se incluye las cinchas de velcro, por tanto, se explicará el funcionamiento del velcro. El velcro es una marca registrada de 1951; es considerado un sistema de apertura y cierre rápido y sencillo. Para su funcionamiento se necesitan dos cintas de tela elástica en el caso del proyecto. A ellas se les cose o pega una sección de tela. En una de las cintas se situarán las púas flexibles (cinta de poliamida llamada gancho) que acaban en forma de gancho y en la otra (cinta llamada lazo), fibras enmarañadas o rizos delgados que forman bucles y permiten el agarre de las anteriores mediante presión. De hecho cuanto más presión se ejerza, más fuerte será la unión entre ellas. La unión que se realiza aquí se lleva a cabo por contacto y presión, generando un cerrado ajustado, versátil y seguro.



Nº 111. Velcro.



Nº 112. Velcro.

11) Pellets: pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido.

Como ventajas se presenta que la cinta velcro puede ser lavada y secada sin problema ya que no es metálica ni corrosiva. Resiste al calor y al frío al igual que a elementos químicos. Se puede abrir y cerrar hasta 15000 veces. Como se ha mencionado anteriormente se trata de cintas de poliamida, lo que equivale al nylon. Y son utilizadas para multitud de aplicaciones como: pelucas, guantes, artículos de cuero, productos médicos, empaques de vinilo y plástico, juguetes, partes de automóviles y un largo etc.

5.5.5. Adhesivo epoxi.

El adhesivo Epoxi es utilizado en los sectores industriales, desde la fabricación de estructuras aeronáuticas y navales hasta en la fabricación de percheros, manguitos para herramientas, plásticos reforzados con fibras, etc. El adhesivo Epoxi tienen su polímero base formado por el grupo químico denominado epoxi. Mantiene una estructura de termoestable adoptada por el conjunto de polímeros que conforma el adhesivo una vez que ha reticulado o curado. En este proyecto, el pegamento Epoxi se utiliza para la unión entre los perfiles en U y los pedales correspondientes. Cada día se utilizan más los pegamentos para la unión de piezas de diferente índole huyendo del uso de tornillería.



Nº 113. Adhesivo Epoxi.

Los adhesivos de Epoxi se pueden clasificar en 2 grupos: adhesivos de 2 componentes (Epoxi 2C) y adhesivos de 1 componente (Epoxi 1C). El tipo de adhesivo Epoxi del que se hará uso en este proyecto es del primer tipo, cuyas propiedades se detallan a continuación:

- En cuanto a las características mecánicas cabe decir que tiene una gran resistencia a esfuerzos, tensiones o cargas, sobre 30MPa y poca elongación hasta la fractura, sobre un 10%.
- Y en cuanto a las características químicas cabe decir que tiene alta resistencia a los agentes físicos y químicos, alta resistencia a la temperatura, tendencia a absorber la humedad y lo que es más importante, buena adhesión al aluminio, acero y otros muchos materiales como por ejemplo el plástico.

- Otras características y propiedades:

- o El secado es rápido.

- o La unión es rápida gracias a la reacción de 2 componentes ahorrando en el tiempo de trabajo.

- o Mantiene la alta resistencia incluso a temperaturas elevadas.

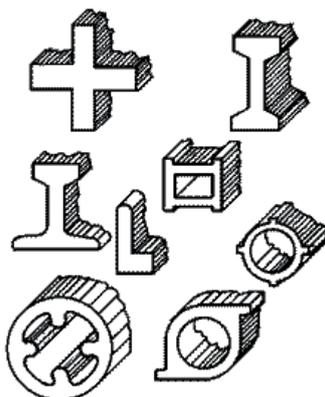
- o Se puede pulir en estado sólido para mejorar el acabado.

- o Tiene alta transparencia.

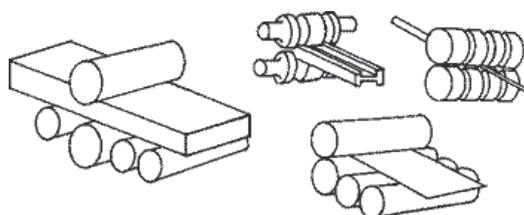
5.6. Procesos de fabricación.

Todo producto lleva consigo una fase de ideación conceptual, de desarrollo de detalles y, por supuesto, de fabricación. En esta última fase, se tienen muy en cuenta el material con el que se pretende fabricar la pieza y la geometría de la misma, además de posibles acabados superficiales y tolerancias o aspectos que influyan definitivamente en el diseño de la pieza. A la hora de diseñar los elementos que componen el diseño del dispositivo, se ha tenido en cuenta el proceso de fabricación que iría ligado a ellos, es decir, se han creado formas que optimicen al máximo el material y que se fabriquen fácilmente mediante procesos de fabricación convencionales. En este apartado se explican brevemente los procesos de fabricación de aquellas piezas que indudablemente forman parte del diseño de una manera específica y que difícilmente se encontrarían en el mercado ya que mantienen un diseño concreto para este proyecto. Por lo tanto, se engloban dentro de este apartado los procesos de fabricación de los siguientes elementos: la base, los perfiles en U, los pedales, la varilla, los platos y bulones, la pieza inmovilizadora del husillo y también se incluyen los apoyos tanto para la varilla como para el husillo.

Tanto la base y los perfiles en U como la varilla, se fabrican en **ACERO LAMINADO Y EXTRUIDO** y hablamos prácticamente de procesos de obtención muy similares, aunque exista alguna pequeña diferencia en el proceso. El acero laminado supone rapidez en la operación y un coste reducido. Las operaciones de laminado se llevan a cabo en trenes de laminación que se denominarán según el tipo de producto a obtener. Gracias a este proceso se puede fabricar gran variedad de formas y tamaños: chapas, varillas, tubos, perfiles en I, en H, en U, en L, etc. Por ello, se establece este mismo proceso de fabricación para diferentes elementos que componen el diseño gracias a sus posibles variantes.



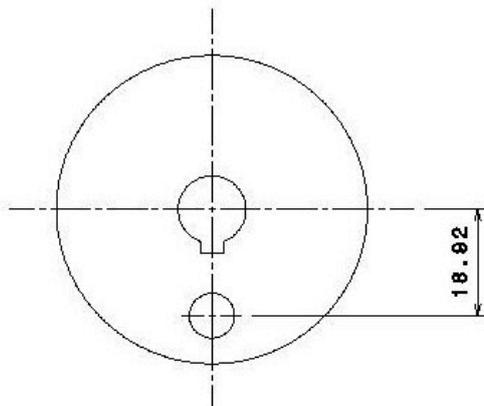
Nº 114. Perfiles extruidos en acero.



Nº 115. Laminación en acero.

El proceso del acero más habitual es el laminado en caliente o extruido, donde un lingote colado se calienta en un horno y, a continuación, se hace pasar por una serie de rodillos metálicos que le dan la forma y tamaño deseados. Además, es un proceso que ofrece gran resistencia en las piezas.

- La base mantiene una forma de ángulo en L, es decir, de ángulo recto. Además deberá sufrir un proceso de troquelado para conseguir los huecos laterales donde enganchan las cinchas de velcro. El troquelado es una operación mecánica mediante la cual se agujerean chapas de metal, láminas de plástico, papel o cartón. Se utilizan mecanismos de accionamiento manual pero también existen automáticos de gran potencia que facilitan la labor de troquelar.
- Los apoyos que sujetan tanto la varilla como el husillo se fabrican de similar manera a la base, a excepción de la geometría primera, es decir, la forma general. Sin embargo, también reciben acciones de traladrado para conseguir los orificios pasantes. Es importante, tener en cuenta que en el caso de los apoyos del husillo, ambos orificios deben ir roscados lo que se realiza gracias a fresadoras.
- Los perfiles en U también son de acero extruido, es decir, acero en caliente cuya sección tiene forma de U. En este caso, son conocidos como perfiles UPN. Se utilizan para la fabricación de estructuras metálicas como vigas, carrocerías, cerchas, etc.
- La varilla y los bulones como los dos anteriores elementos, también se fabrica en acero laminado. Sufre el mismo proceso hasta conseguir el diámetro deseado. También se pueden encontrar ya fabricadas en el mercado porque existen de todos los diámetros y longitudes.
- Los platos a los que se sueldan los bulones según la siguiente disposición que aparece en la imagen, también son de acero y siguen el mismo proceso de fabricación que el explicado anteriormente de laminación; sin embargo, la longitud es mucho menor.



Nº 116. Disposición del bulón soldado al plato.

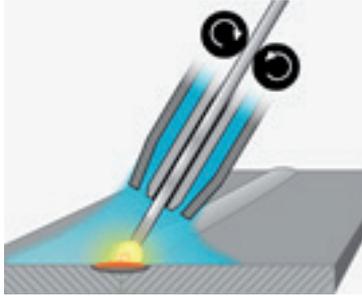
Para la obtención de los pedales el proceso productivo varía puesto que no se fabrican en acero, sino en **aluminio reciclado**. Esto se debe a todas las ventajas que se han explicado en el apartado anterior de los materiales. Por tanto, aquí se explica el proceso de obtención y fabricación de los pedales.

En primer lugar, cabe mencionar que existen muchos tipos de aluminio distintos que se comercializan en el mercado de la recuperación, pero se pueden agrupar básicamente en cuatro: los productos laminados (planchas de construcción, planchas de imprentas, papel de aluminio...), los extrusionados (perfiles para ventanas, piezas para vehículos...), los aluminios moldeados ya sea por gravedad o por inyección (piezas para motores, manubrios de las puertas...) y los trefilados para la fabricación de cables y otros usos. La industria también clasifica el aluminio en primario, cuando se extrae de su mineral bauxita, y de segunda fusión, cuando su materia prima básica son las chatarras y recortes de aluminio provenientes de aluminio ya usado y de recortes de fabricación.

En el caso del presente proyecto, el proceso de fabricación que se lleva a cabo es el de **ALUMINIO LAMINADO, EXTRUIDO Y MOLDEADO**:

- Para la obtención de la base del pedal: se realiza la laminación del aluminio y posteriormente se cortará el material sobrante para obtener la geometría deseada. También se consigue mediante este método la obtención de la pared que sobresale del tubo hueco del que dispone el pedal, sin olvidar que necesita otra segunda operación de punzonado para conseguir el agujero de fijación de la talonera. Este agujero se realiza roscado.
- En el caso del tubo hueco por donde se engancha a la varilla, se realiza mediante extrusión de ese perfil determinado.
- Y las paredes de las que dispone el pedal, se realizan mediante aluminio moldeado para conseguir su geometría perfectamente.

Por último, queda la unión de todas estas piezas, lo cual se lleva a cabo mediante **SOLDADURA** realizando el procedimiento MIG (Metal Inert Gas), cuya característica principal es la utilización de una atmósfera de protección conseguida mediante gas inerte, generalmente Argón con una pureza en torno al 99,95%. Para realizar esta unión se suministra aluminio en hilo previamente enrollado en una bobina, el cual se desenrolla automáticamente hasta la herramienta de soldadura, pistola, a medida que se consume. La energía para la soldadura se suministra por una fuente de corriente continua. Este procedimiento en su versión manual se denomina soldadura semi-automática. Este tipo de soldadura permite soldar espesores desde 1,5 a 4 mm con mucha facilidad.



Nº 117. Soldadura MIG.

Por último, se explica el proceso de obtención de la pieza inmovilizadora del husillo. Esta pieza mantiene una parte cilíndrica roscada en acero obtenida en primer lugar por extrusión y, a continuación, recibe un acabado roscado gracias a una fresadora. Para terminar el diseño es necesario adaptar mediante rosca el mango, es decir, una pequeña pieza de plástico que mantendrá un agujero en su interior, sin ser pasante, donde irá roscado el cilíndrico de acero recién explicado. Para conseguir que ambas piezas se mantengan siempre unidas, se aplicará algunas gotas de pegamento en el interior del mango, pudiendo utilizar adhesivo epoxi.

5.7. Normativa.

El presente proyecto se rige según las siguientes normas UNE EN ISO:

- **NORMA UNE EN ISO 9999**, como *“Producto de apoyo para personas con discapacidad”* y en cuanto a su clasificación y terminología, su referencia es 04 48 21, lo que equivale a *“producto de apoyo para tratamiento médico personalizado”* (04), *“equipo para el entrenamiento del movimiento, la fuerza y el equilibrio”* (48) y *“soporte para posicionar y sostener a una persona mientras se mueve progresivamente desde la posición de tumbado a la posición vertical, de manera que el cuerpo se pueda adaptar al funcionamiento en esa posición”* (21).
- **NORMA UNE EN ISO 7250**: *“Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico”*.
- **NORMA UNE EN ISO 4014, 2011**: *“Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B”*.
- **NORMA UNE EN ISO 2009, 2012**: *“Tornillos de cabeza avellanada y ranurada. Productos de clase A”*.
- **NORMA ISO 2338**: *“Pasadores cilíndricos”*.
- **NORMA UNE EN ISO 10020, 2001**: *“Definición y clasificación de los tipos de acero”*.
- **NORMA UNE 36080, 1990**: *“Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro”*.
- **NORMA UNE 36071, 1975**: *“Aceros no aleados para herramientas”*.

TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS: **NORMA UNE EN 22768-1:1994** equivalente a la **NORMA ISO 2768 1:1989**.

- **NORMA UNE EN ISO 1101, Mayo 2006**: *“Especificaciones geométricas de productos. Acotado geométrico. Tolerancias de forma, orientación, localización y alabeo”*.
- **NORMA UNE 1-037-83 ISO 1302**: *“Indicaciones de los estados superficiales en los dibujos”*.

PLANOS TÉCNICOS



En el apartado de Planos Técnicos se encuentran todos los detalles dimensionales y tolerancias geométricas y dimensionales necesarias para la correcta obtención de las diferentes piezas que componen el diseño del dispositivo Dinamic Step.

MARCA	DENOMINACIÓN	Nº PIEZAS
24	Apoyo varilla largo	1
23	Abrazadera 20 mm	2
22	Tornillo de cabeza hexagonal M6x30 ISO 4014	4
21	Caja guía	1
20	Apoyo husillo sin agujero roscado	1
19	Husillo	1
18	Apoyo husillo con agujero roscado	1
17	Pasador cilíndrico ISO 2338-A-2x10-St	2
16	Pieza inmovilizadora del husillo	1
15	Tornillo de cabeza avellanada M1,6x2 ISO 2009	10
14	Tapa cajón	1
13	Rueda	1
12	Base	1
11	Cajón	1
10	Motor	1
9	Bulón	2
8	Pedal	2
7	Talonera	2
6	Reductor	1
5	Plato	2
4	Abrazadera 35 mm	2
3	Apoyo varilla corto	2
2	Varilla sujeción	1
1	Pasador cilíndrico ISO 2338-A-2x16-St	2

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: **Listado**

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: 1

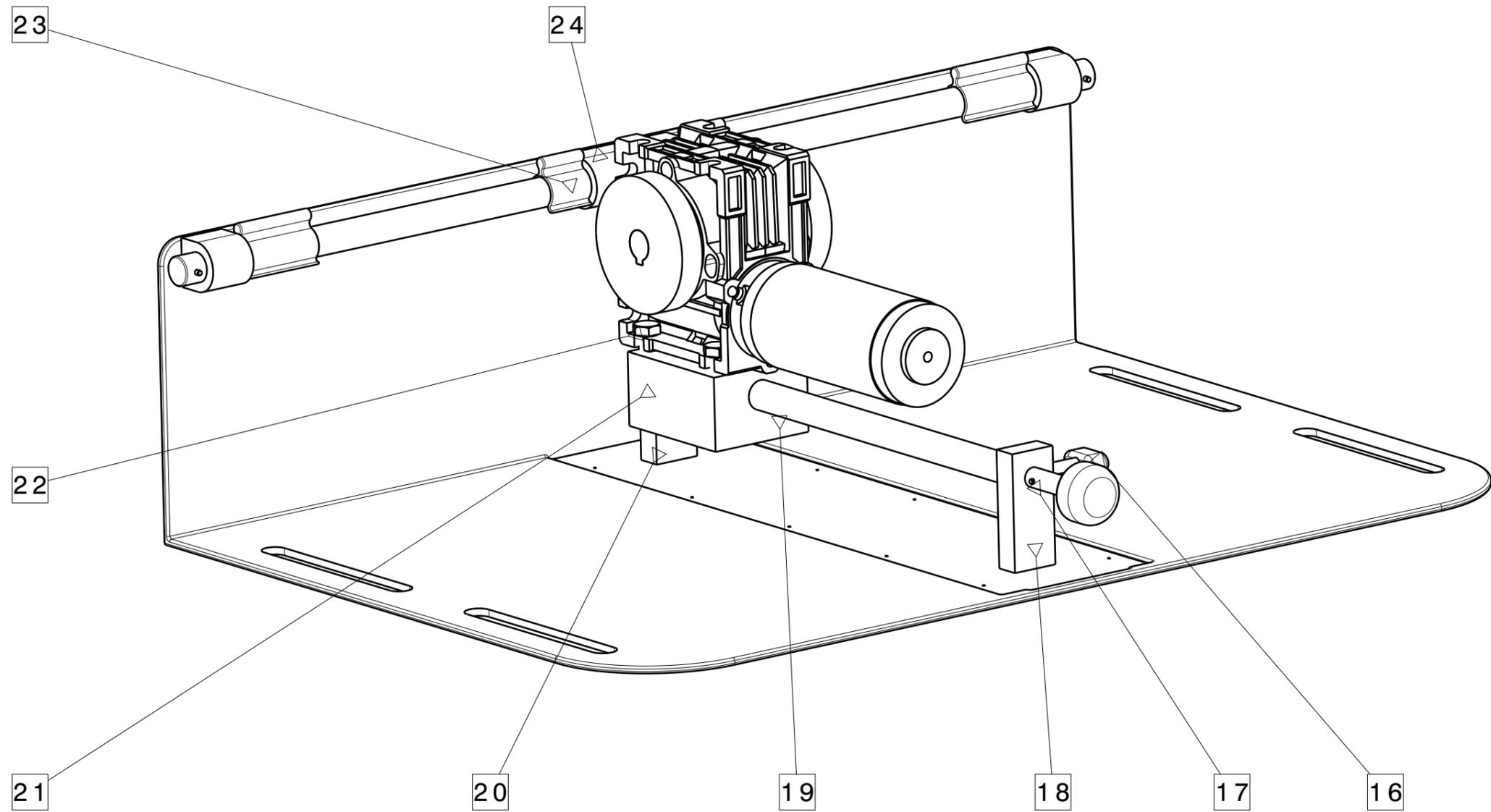
Escala:
1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

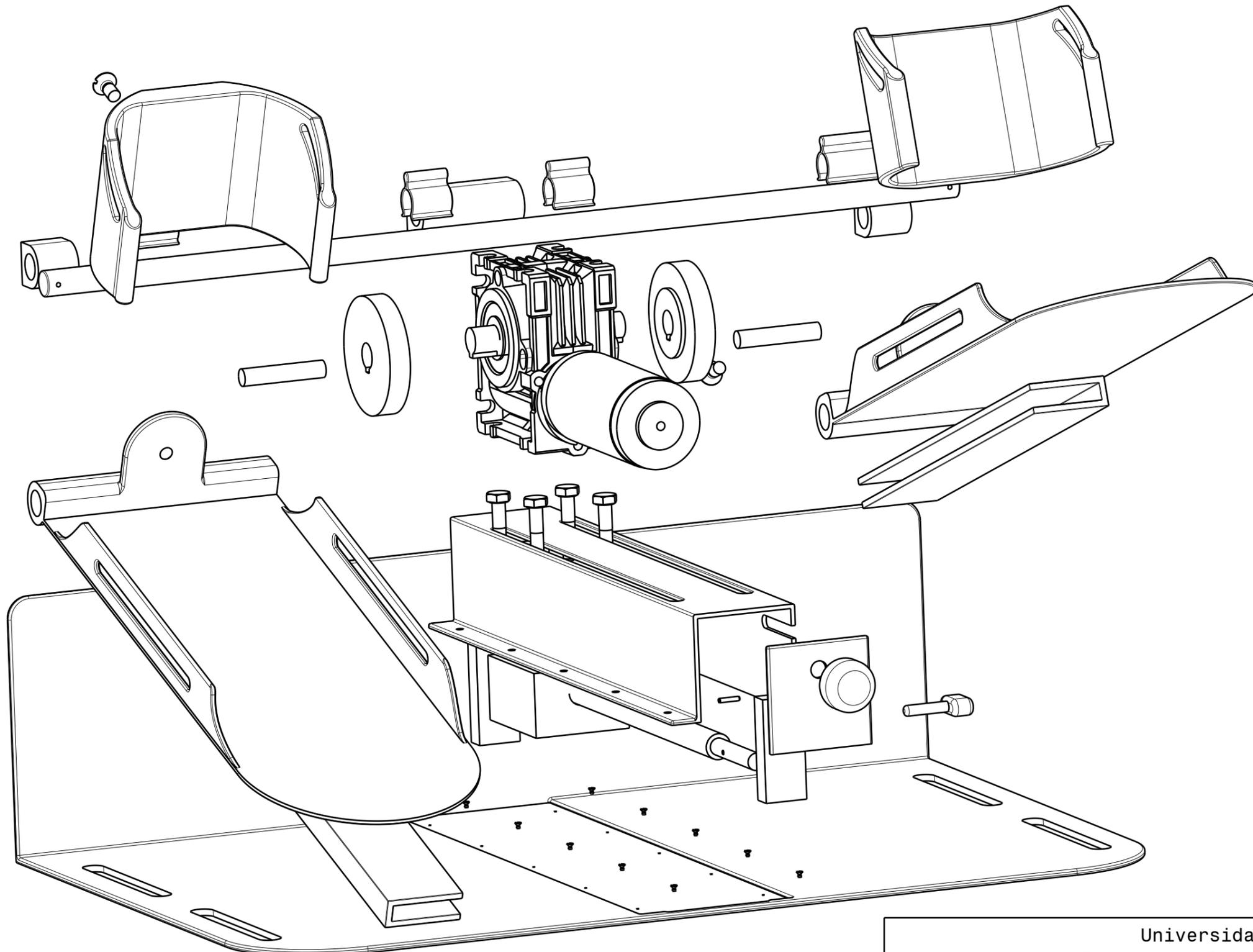
Calidad Superficial:

Material:

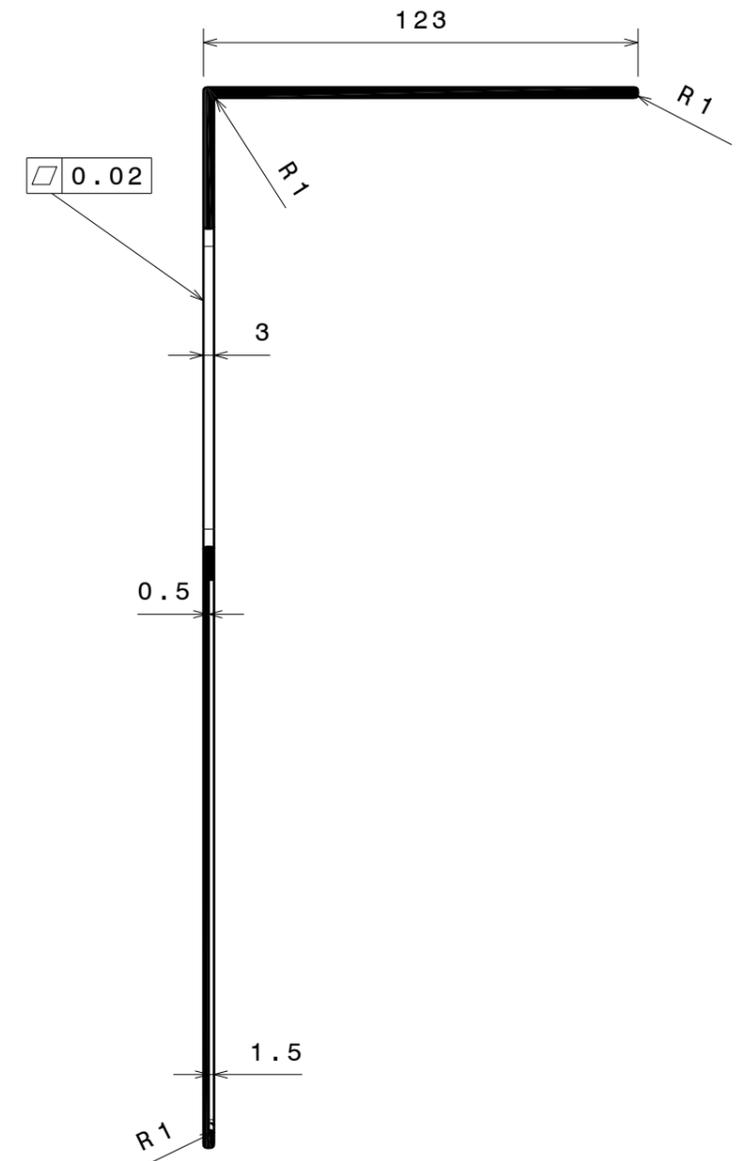
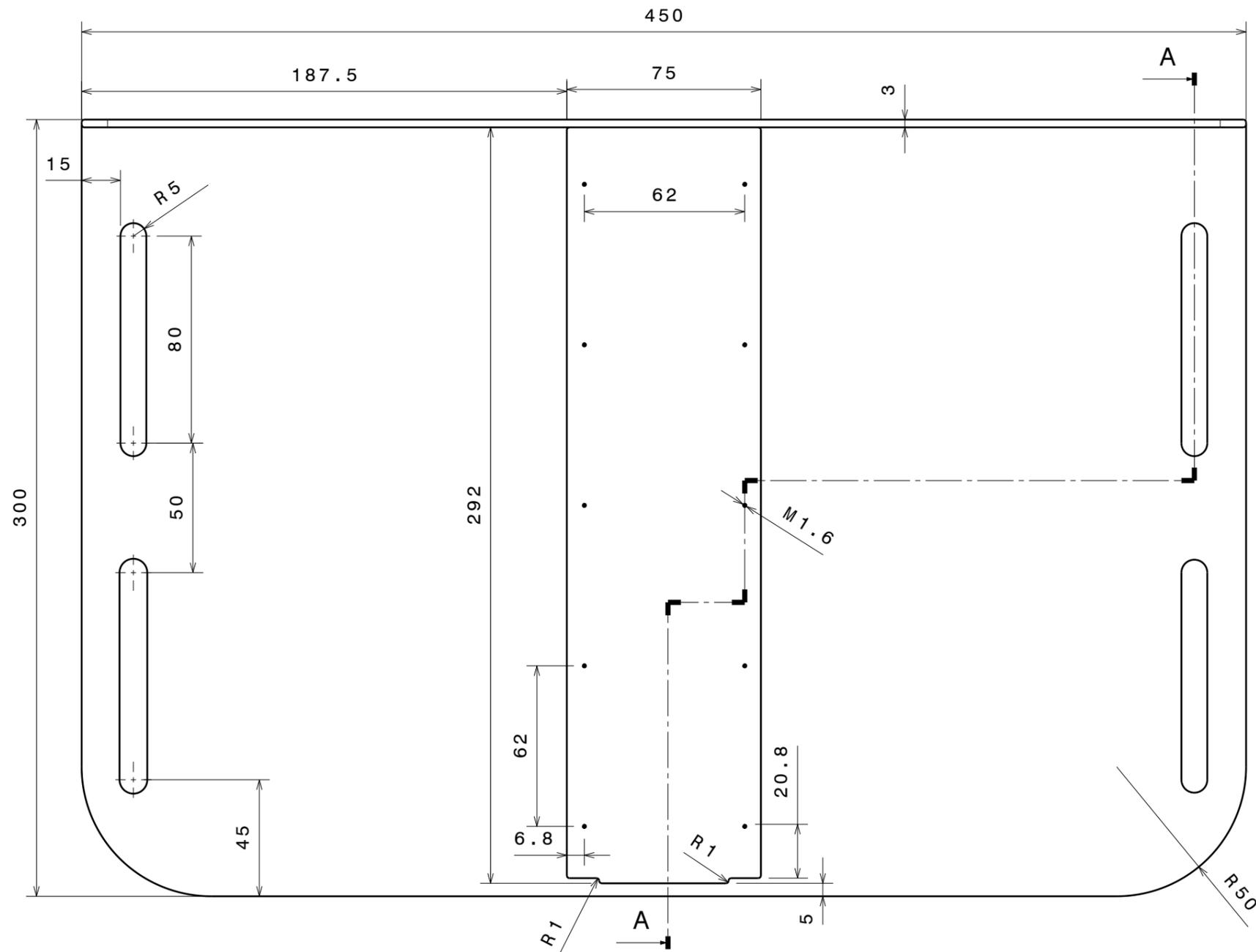
Tolerancias generales para dimensiones
sin indicacion en el dibujo



Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales			
Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores			
Plano: Conjunto 2 montado			
Firmas: Marina Paniagua del Mazo		Fecha: 09/2014	Nº Plano: 3
Calidad Superficial:		Escala: 1:5	ISO 2768-f Tolerancias generales para dimensiones sin indicación en el dibujo
Material:			



Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales			
Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores			
Plano: Conjunto explosionado			
Firmas: Marina Paniagua del Mazo		Fecha: 09/2014	Nº Plano: 4
		Escala: 1:2	ISO 2768-f
Calidad Superficial:	Material:	Tolerancias generales para dimensiones sin indicación en el dibujo	



Sección A-A

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores

Plano: BASE

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: 5

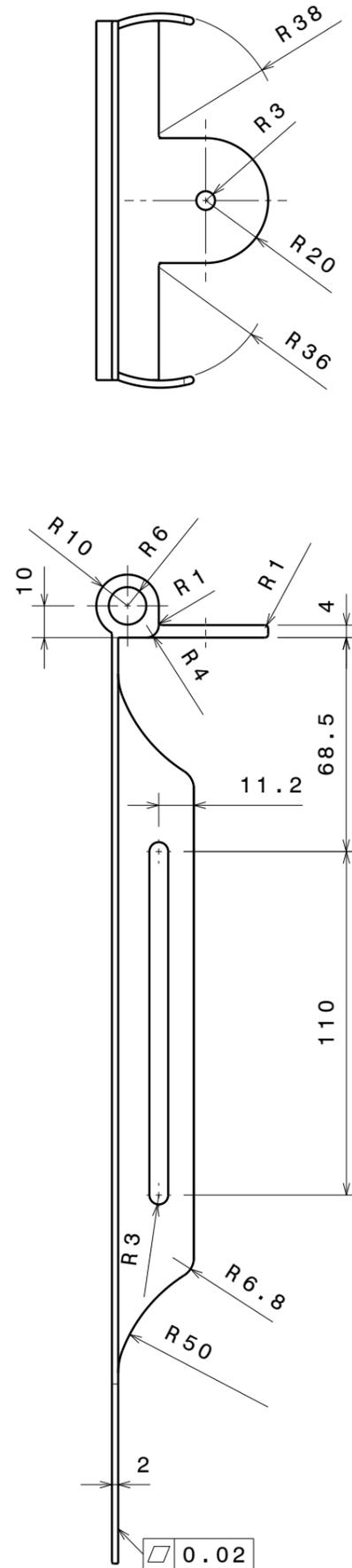
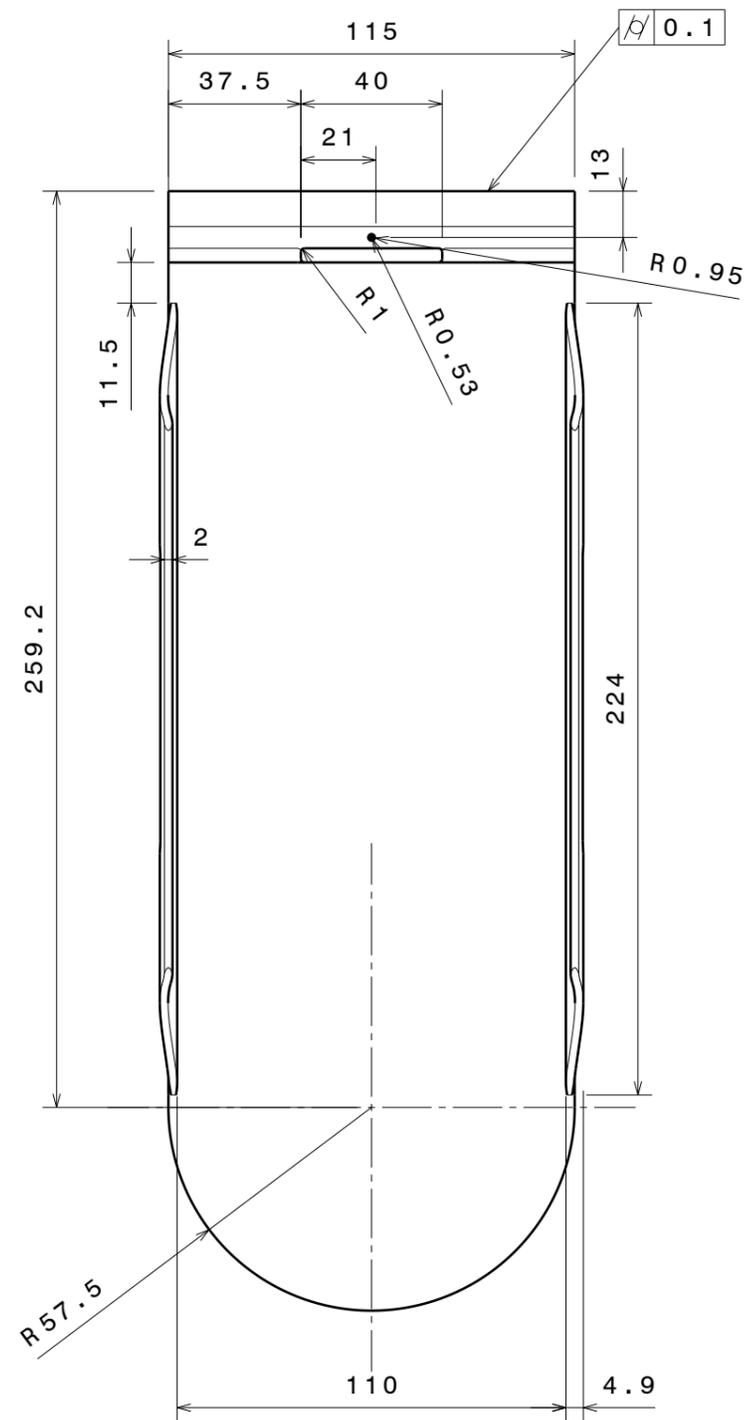
Escala:
1:2

ISO 2768-f

Calidad Superficial:
N7

Material:
F-6201

Tolerancias generales para dimensiones sin indicación en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores

Plano: Pedal

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha: 09/2014

Nº Plano: 6

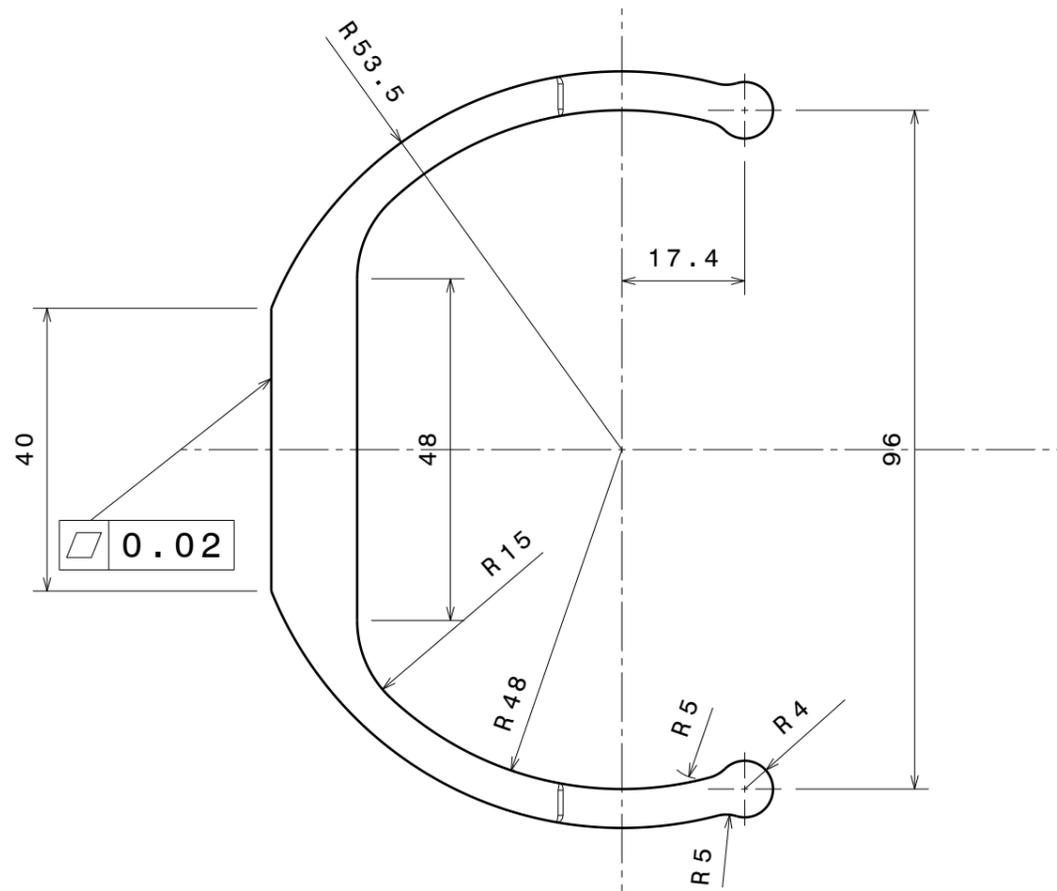
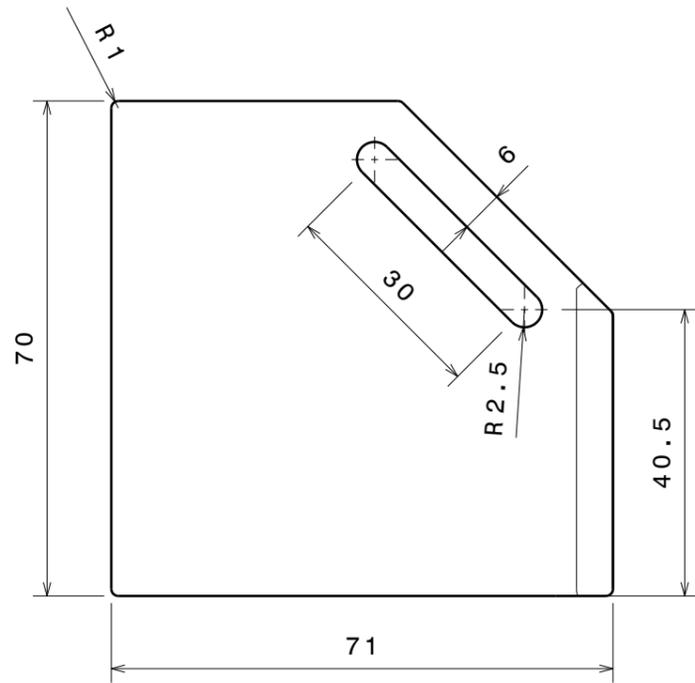
Escala: 1:2

ISO 2768-f

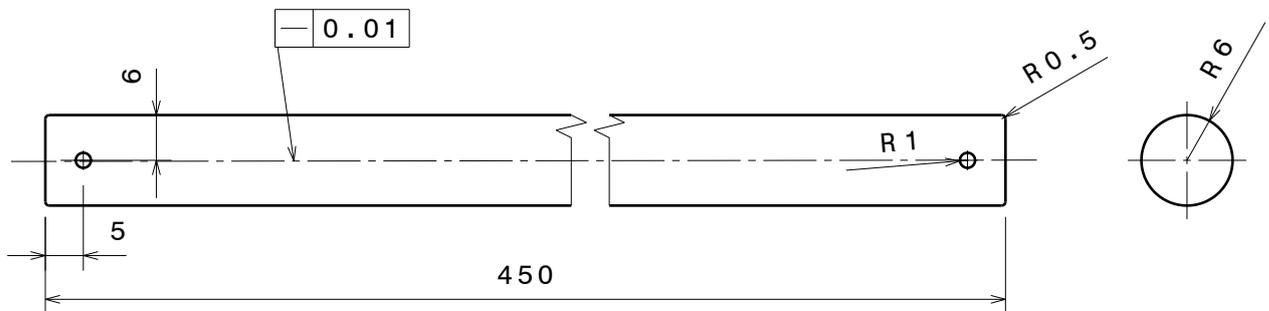
Calidad Superficial:
N7

Material:
ALUMINIO

Tolerancias generales para dimensiones sin indicación en el dibujo



Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales		
Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores		
Plano: Talonera		
Firmas: Marina Paniagua del Mazo	Fecha: 09/2014	Nº Plano: 7
Calidad Superficial: 	Material: PLÁSTICO	Escala: 1:1
Tolerancias generales para dimensiones sin indicación en el dibujo		
ISO 2768-f		



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Varilla de sujeción

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: 8

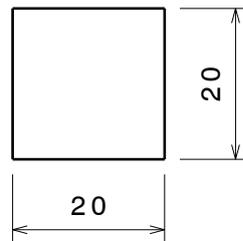
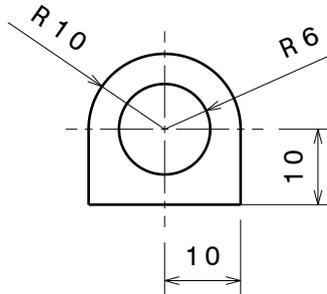
Escala:
1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

Calidad Superficial:
N7

Material:
F-51

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicación en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Apoyo varilla 20 mm

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha: 09/2014

Nº Plano: 9

Escala: 1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

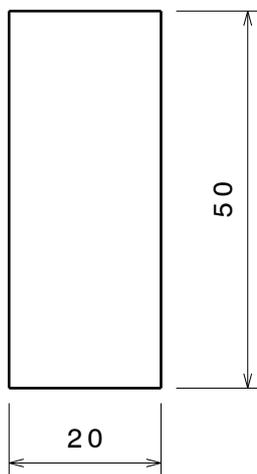
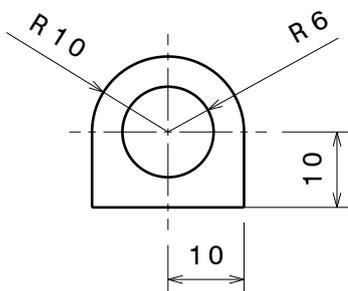
Calidad Superficial:



Material:

F-51

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicacion en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Apoyo varilla 50 mm

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha: 09/2014

Nº Plano: 10

Escala: 1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

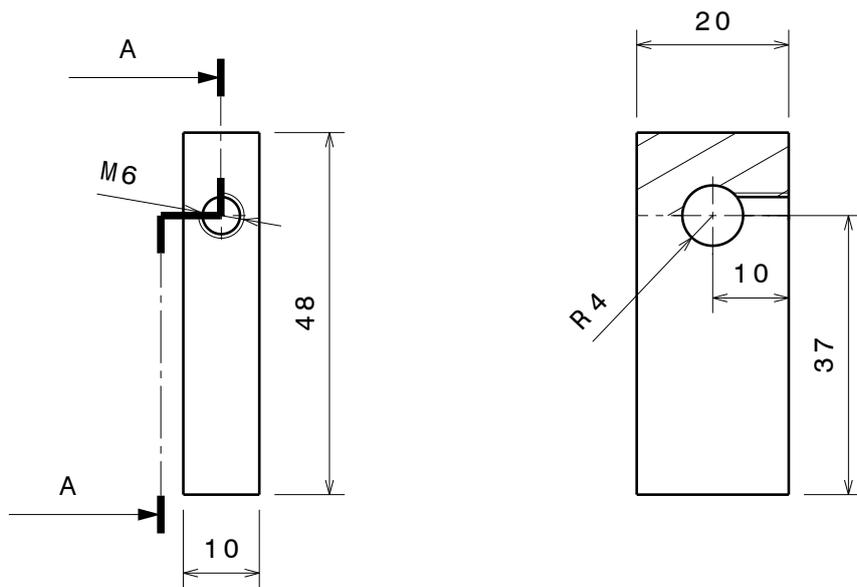
Calidad Superficial:



Material:

F-51

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicacion en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Apoyo husillo con taladro roscado

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: 11

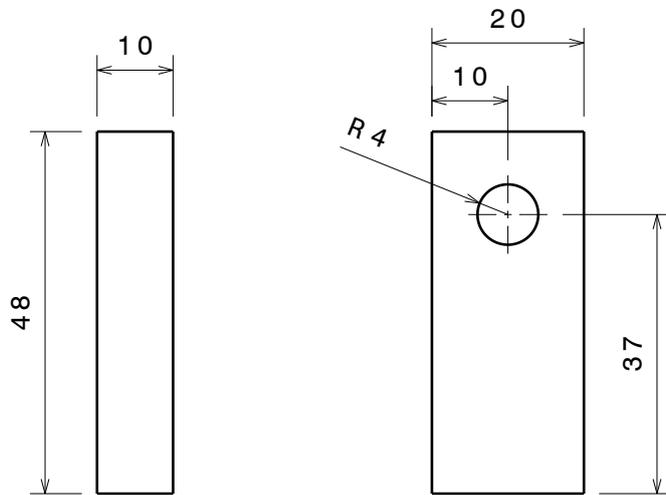
Escala:
1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

Calidad Superficial:
N7

Material:
F-51

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicación en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Apoyo husillo sin taladro roscado

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: 12

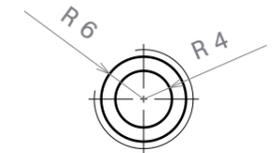
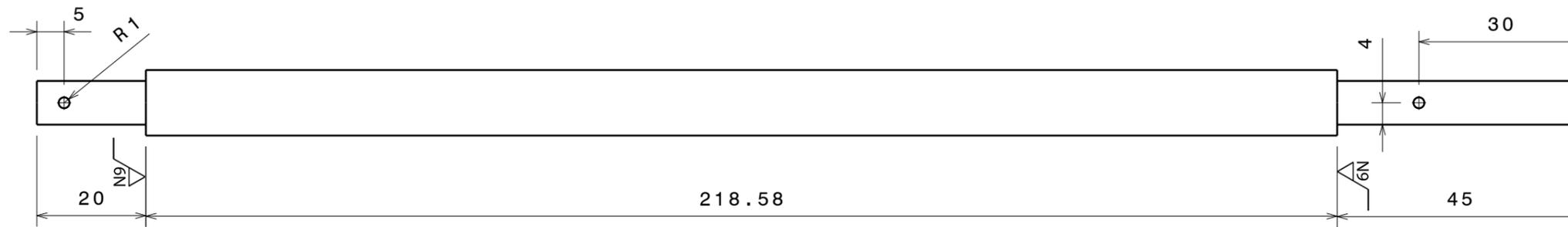
Escala:
1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

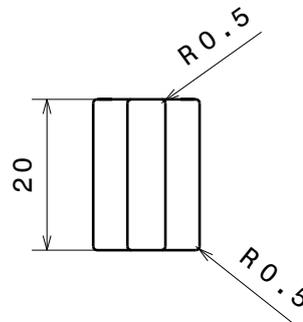
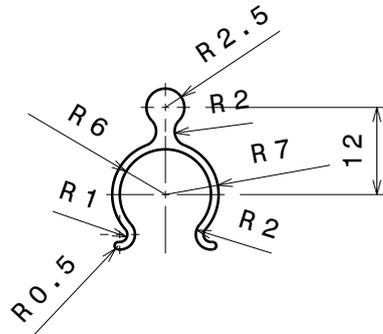
Calidad Superficial:
N7

Material:
F-51

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicacion en el dibujo



Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales		
Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores		
Plano: Husillo		
Firmas: Marina Paniagua del Mazo	Fecha: 09/2014	Nº Plano: 13
Calidad Superficial: 	Material: F-51	Escala: 1:1
Tolerancias generales para dimensiones sin indicación en el dibujo		
ISO 2768-f		



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Abrazadera 20 mm

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: 14

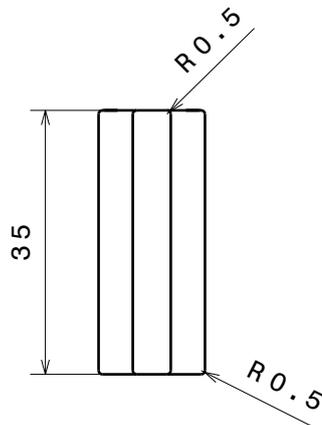
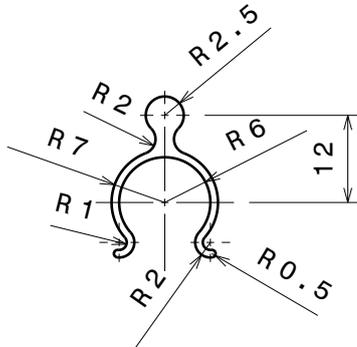
Escala:
1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

Calidad Superficial:
N7

Material:
PLÁSTICO

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicacion en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Abrazadera 35 mm

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: 15

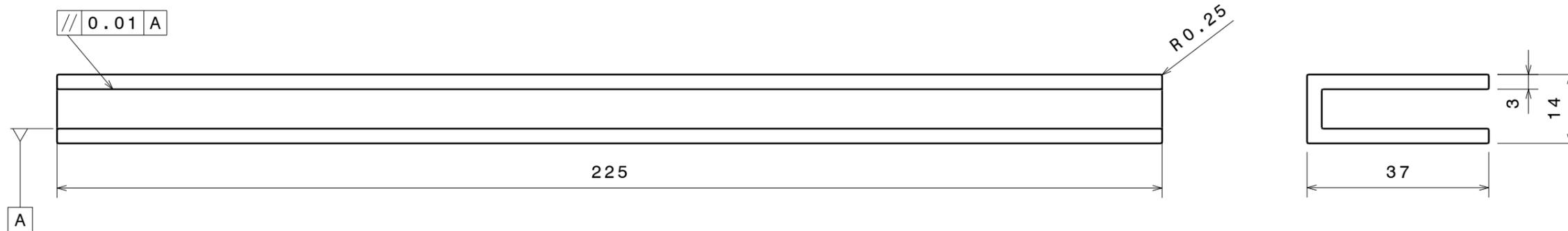
Escala:
1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

Calidad Superficial:
N7

Material:
PLÁSTICO

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicacion en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores

Plano: Perfil en U

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha: 09/2014

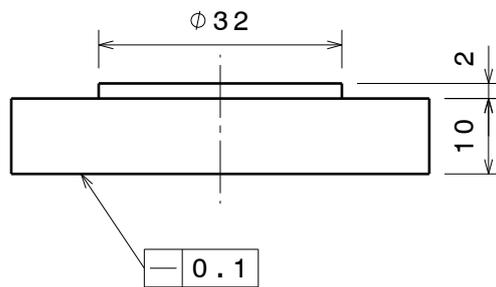
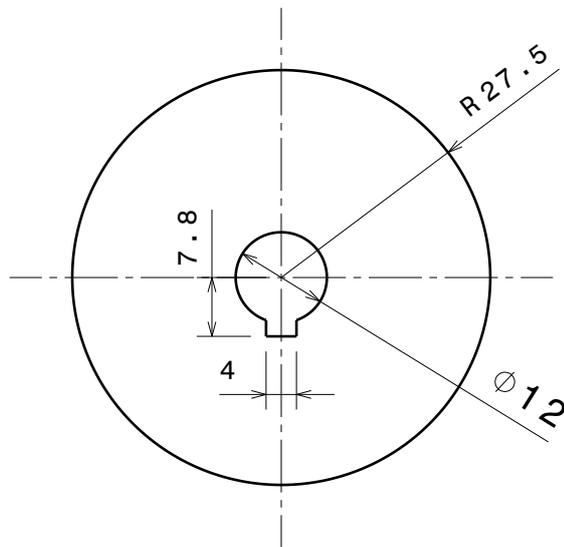
Nº Plano: 16

Escala: 1:1

Calidad Superficial:
N7

Material:
F-6201

ISO 2768-f
Tolerancias generales para dimensiones sin indicación en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Plato

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: 17

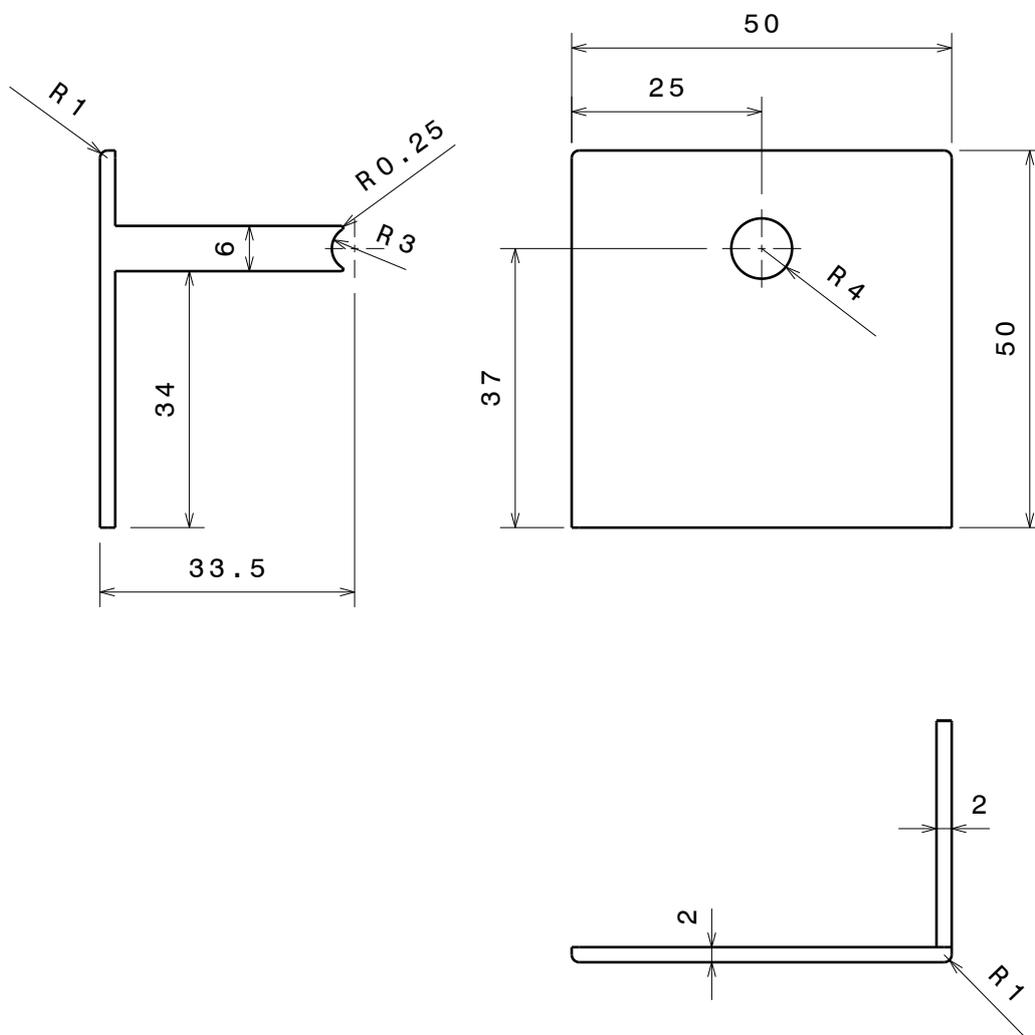
Escala:
1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

Calidad Superficial:
N7

Material:
F-51

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicacion en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Tapa cajón

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha: 09/2014

Nº Plano: 19

Escala: 1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

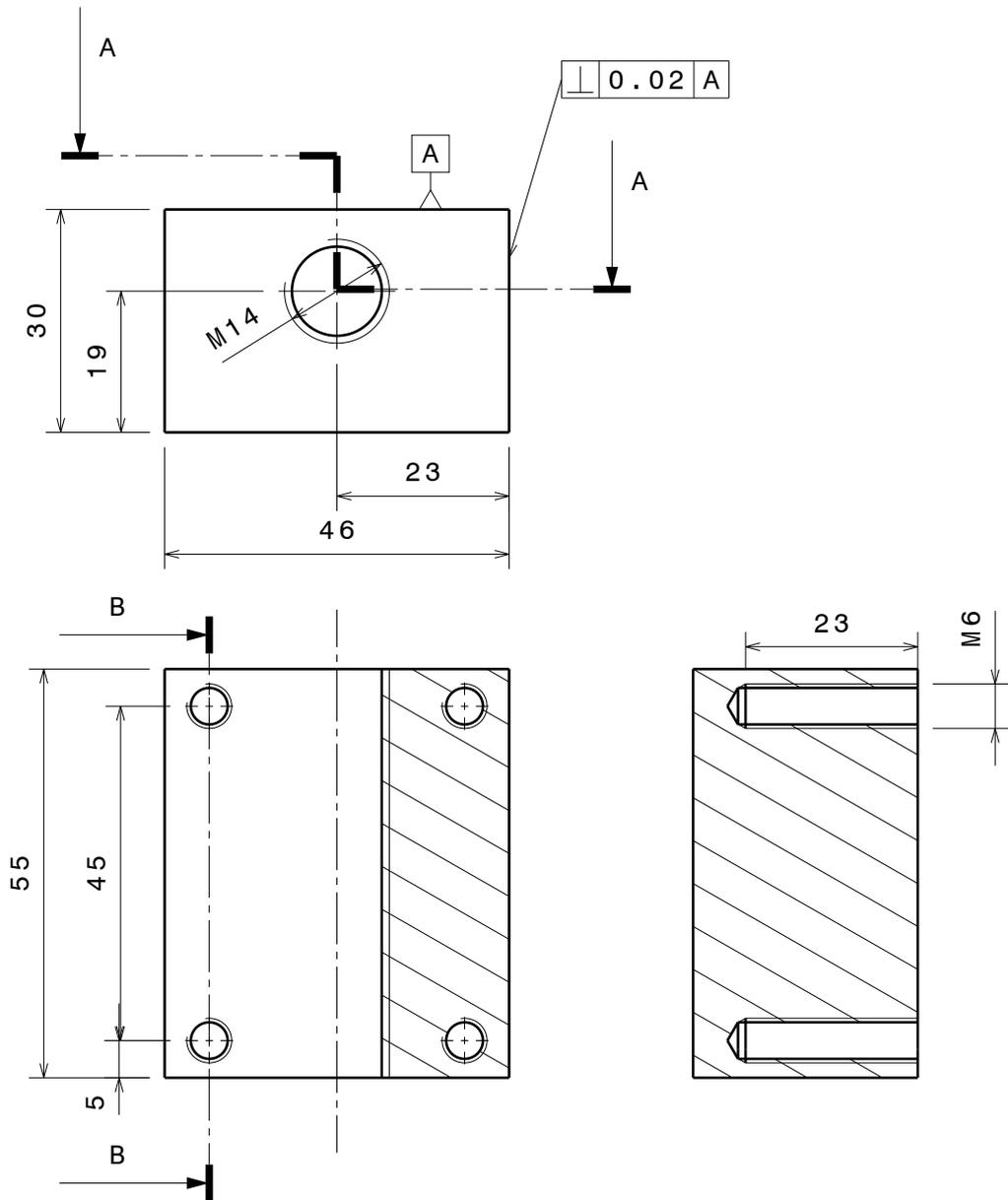
Calidad Superficial:



Material:

F-51

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicación en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: Caja guía

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: 20

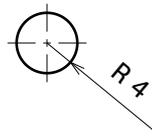
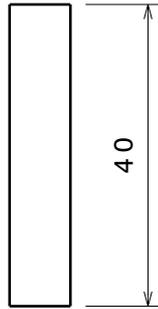
Escala:
1:1

Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

Calidad Superficial:
N7

Material:
F-51

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicacion en el dibujo



Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Título: Diseño de dispositivo adaptado a planos inclinables para la movilidad de miembros inferiores.

Plano: **Bulón**

Firmas:
Marina Paniagua del Mazo

Fecha:
09/2014

Nº Plano: **21**

Escala:
1:1

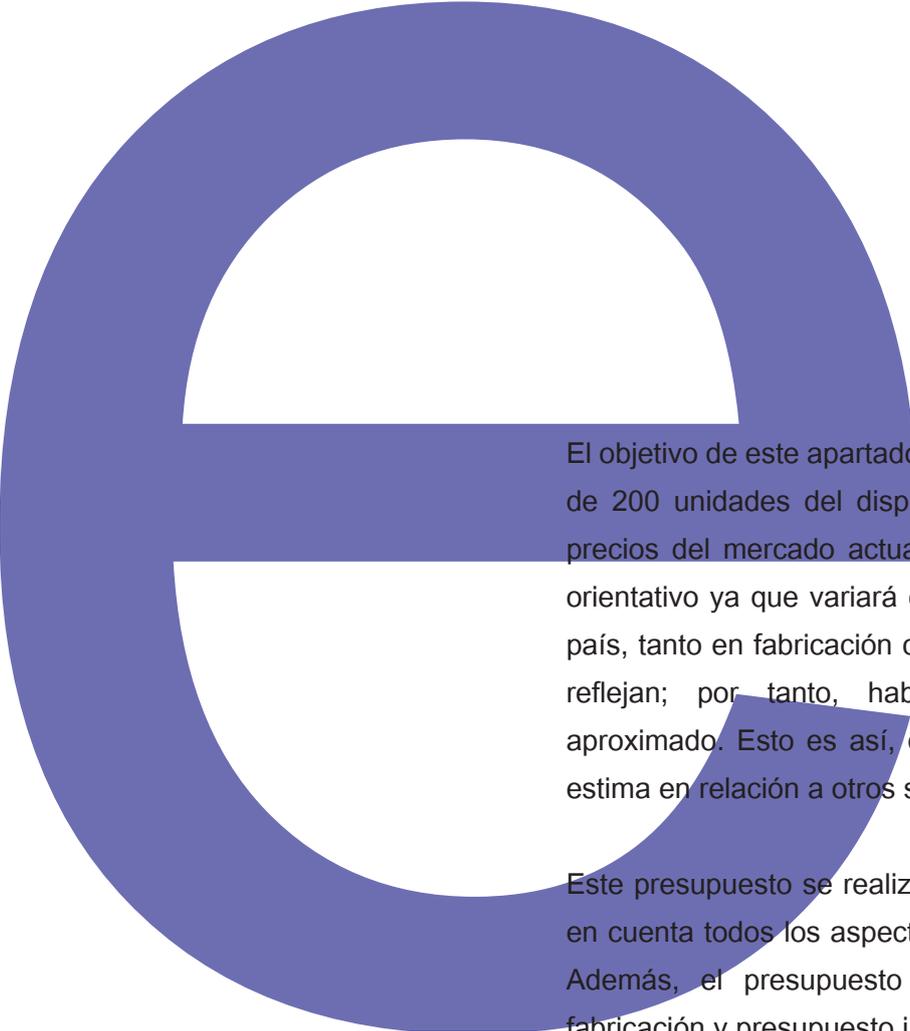
Grado en Ingeniería de
Diseño Industrial

Calidad Superficial:
N7

Material:
F-51

Tolerancias generales para dimensiones
sin indicación en el dibujo

PRESUPUESTO



El objetivo de este apartado es conocer el precio de venta de 200 unidades del dispositivo “Dynamic Step”, según precios del mercado actualizados. Este presupuesto es orientativo ya que variará en cuestión de los precios del país, tanto en fabricación como en los materiales que se reflejan; por tanto, hablamos de un presupuesto aproximado. Esto es así, que en algunos elementos se estima en relación a otros similares del mercado.

Este presupuesto se realiza de forma conjunta, teniendo en cuenta todos los aspectos constructivos del producto. Además, el presupuesto se estima según costo de fabricación y presupuesto industrial (costo de diseño).

e.1) Costo de fabricación.

El costo de fabricación engloba el gasto directo de elaboración del producto y se compone de tres aspectos directos de la producción siendo estos el material, la mano de obra directa (m.o.d.) y el puesto de trabajo. Por tanto, respeta la siguiente ecuación:

$$[Cf = \text{material} + \text{m.o.d.} + \text{p.t.}]$$

e.1.1) Materiales.

Dentro de este apartado se engloban todos los bienes de producción o construcción que se encuentran disponibles para comprar en establecimientos, tiendas especializadas, centros de distribución, etc. El material de los elementos que deben elaborarse se representa por su peso en bruto.

A continuación, se presenta una tabla que engloba todos los materiales y componentes que se obtendrá del mercado ya bien sea mediante materias primas o como elemento con origen en centros de distribución. En la tabla aparecen las cantidades en Kg de cada material en el caso de llevar a cabo fabricación propia lo que supone la unión de varios elementos en un mismo precio como es el caso del acero. El precio del material se ha determinado para **200 unidades** así como para una única unidad pero hay que aclarar de nuevo que se trata de una estimación de precios pudiendo variar en función del mercado de cada país entre otros factores.

Material / Componente	Peso (Kg)			Precio (€)	
	Neto		Bruto	€/Kg o €/elem	Total
	Por elemento/s	Para 200 unidades	10%		
Acero F-51	2,738	547,6	602,36	1,05	632,478
Acero F-6201	2,451	490,2	539,22	1,05	566,181
Aluminio	0,306	61,2	67,32	3	201,96
Plástico Nylon	0,228	45,6	50,16	1,13	56,68
Material antiescaras				17	3400
Adhesivo Epoxi				6,2	620
Motor				10,95	2190
Reductor				16,99	3398
Velcro (1m x 2prod)				1,27	127
Abrazadera (x4)				0,06	48
Tornillos (x16)				0,0492	157,44
Pasadores (x4)				0,73	584
				TOTAL 200 UNIDADES	11981,739
				TOTAL UNIDAD	59,9

e.1.2) Mano de obra directa, m.o.d.

La mano de obra directa engloba al conjunto de profesionales dispuestos a trabajar, en función de su categoría profesional, a cambio de una retribución económica. También son operarios relacionados directamente con la producción y que tienen responsabilidad sobre un puesto de trabajo. En una empresa/fábrica existen ciertos aspectos efectivos a tener en cuenta ya que otros no lo son, y esto influye en la rentabilidad de la producción y en los salarios de los trabajadores. En este apartado se lleva a cabo el estudio de las horas y días efectivos de trabajo, los salarios, las pagas extraordinarias y las remuneraciones.

e.1.2.1) Días reales y horas efectivas de

En primer lugar, los días reales de trabajo/año son la diferencia entre 365 (ó 366 en año bisiesto) días naturales/año y el total de las deducciones. Gracias a la siguiente tabla se entenderá mejor:

Días naturales, Dn	365
Deducciones, D	132
Domingos	52
Sábados	52
Vacaciones (en días laborables)	20
Fiestas	8
Días reales, Dr=Dn - D	233

Y, por otro lado, las horas efectivas/año se establecen anualmente para cada sector industrial o empresa con convenio colectivo propio. En este caso, se tomarán como horas efectivas/año **He = 1800 horas**. En este apartado también cabe hablar sobre la jornada efectiva/día y resulta de la siguiente ecuación, cuyos datos hemos obtenido anteriormente:

Jornada efectiva/día = $He / Dr = 1800h / 233días = 7,25 \text{ horas/día}$.

e.1.2.2) Salarios según categoría.

Este apartado se dispone a presentar la tabla salarial de la mano de obra según la categoría del puesto de trabajo. En la siguiente tabla se pueden observar los diferentes salarios a fecha de 2013 establecidos para la industrial general. Los datos obtenidos de la siguiente tabla se explican en los apartados posteriores a este.

	Oficial 1ª	Oficial 2ª	Oficial 3ª	Especialista
Salario base día, Sbd	22,82	22,72	22,63	22,58
Plus día, Pd	18,53	17,09	15,63	14,8
Salario día, Sd	41,53	39,81	38,26	37,38
Remuneración anual, Ra	17650,25	16919,25	16260,5	15886,5
Salario/hora, S	10,07	9,65	9,28	9,06

e.1.2.3) Pagas extraordinarias.

La paga extraordinaria, Pe, es una retribución de 30 días y se conceden 2 pagas extraordinarias al año, haciendo un total de una retribución de 60 días, lo que equivale a:

$$[2 \text{ Pe} = 60 \times \text{Sd}]$$

Por tanto;

$$\text{Oficial de 1ª: } 2 \times \text{Pe} = 60 \times 41,53 = 2491,8\text{€}$$

$$\text{Oficial de 2ª: } 2 \times \text{Pe} = 60 \times 39,81 = 2388,8\text{€}$$

$$\text{Oficial de 3ª: } 2 \times \text{Pe} = 60 \times 38,26 = 2295,6\text{€}$$

$$\text{Especialista: } 2 \times \text{Pe} = 60 \times 37,38 = 2242,8\text{€}$$

e.1.2.4) Remuneraciones.

La remuneración anual, Ra, consiste en la suma de los días del año con el salario/día, más 60 días (2 pagas extraordinarias) con igual retribución diaria, respetando la siguiente ecuación:

$$\text{Ra} = 365\text{Sd} + 2\text{Pe} = 425\text{Sd}.$$

Por tanto;

$$\text{Oficial de 1ª: } \text{Ra} = 425 \times \text{Sd} = 425 \times 41,53 = 17650,25 \text{ €/año.}$$

$$\text{Oficial de 2ª: } \text{Ra} = 425 \times \text{Sd} = 425 \times 39,81 = 16919,25 \text{ €/año.}$$

$$\text{Oficial de 3ª: } \text{Ra} = 425 \times \text{Sd} = 425 \times 38,26 = 16260,5 \text{ €/año.}$$

$$\text{Especialista: } \text{Ra} = 425 \times \text{Sd} = 425 \times 37,38 = 15886,5 \text{ €/año.}$$

e.1.2.5) Salario/hora.

El salario/hora, S, es el cociente de dividir la remuneración anual, Ra, entre las horas de trabajo efectivas/año, He; atendiendo a la siguiente ecuación:

$$[S = Ra / He]$$

Por tanto;

Oficial de 1ª: $S = 17650,25/1752 = 10,07$ €/hora.

Oficial de 2ª: $S = 16919,25/1752 = 9,65$ €/hora.

Oficial de 3ª: $S = 1620,5/1752 = 9,28$ €/hora.

Especialista: $S = 15886,5/1752 = 9,06$ €/hora.

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA							
ELEMENTOS FABRICADOS Y MONTAJES	CANTIDAD	MAQUINARIA	OPERARIO	TIEMPO		SALARIO (€/h)	COSTE (€)
				UNIDADES (U/h)	TIEMPO (h)		
Base	200	Extrusora	Especialista	5	40	9,06	362,4
		Taladradora	Especialista	5	40	9,06	362,4
		Acabado	Oficial de 3ª	5	40	9,28	371,2
Pedal	400	Extrusora	Especialista	2,5	20	9,06	181,2
		Soldadora	Especialista	2,5	20	9,06	181,2
Apoyo varilla corto	400	Extrusora	Especialista	2,5	20	9,06	181,2
Apoyo varilla largo	200	Extrusora	Especialista	5	40	9,06	362,4
Apoyo husillo	400	Extrusora	Especialista	2,5	20	9,06	181,2
Husillo	200	Extrusora	Especialista	5	40	9,06	362,4
		Soldadora	Especialista	5	40	9,06	362,4
		Acabado	Oficial de 3ª	5	40	9,28	371,2
Cajón	200	Extrusora	Especialista	5	40	9,06	362,4
		Soldadora	Especialista	5	40	9,06	362,4
		Acabado	Oficial de 3ª	5	40	9,28	371,2
Tapa cajón	200	Extrusora	Especialista	5	40	9,06	362,4
		Taladradora	Especialista	5	40	9,06	362,4
Plato	400	Extrusora	Especialista	2,5	20	9,06	181,2
Bulón	400	Extrusora	Especialista	2,5	20	9,06	181,2
		Soldadora	Especialista	2,5	20	9,06	181,2
Perfil en U	400	Extrusora	Especialista	5	40	9,06	362,4
Montaje Base	200	Montaje	Oficial de 2ª	10	20	9,65	193
Montaje Pedales	400	Montaje	Oficial de 2ª	5	40	9,65	386
Montaje Mec Regulación	200	Montaje	Oficial de 2ª	10	20	9,65	193
						TOTAL	6778

e.1.3) Puesto de trabajo, pt.

Los puestos de trabajo, junto a la maquinaria e instalaciones, originan un costo durante su funcionamiento. Este costo varía en función de la naturaleza y las características del puesto. En la siguiente tabla se muestra la relación de maquinaria y operario, expresando para cada puesto de trabajo: denominación, potencia absorbida y cualificación profesional de la m.o.d. El total de potencia necesaria es de **62,95 Kw**; sin embargo, habrá que contratar con la empresa una potencia superior por el posible margen de error que será de **70 Kw**.

PUESTO DE TRABAJO			OFICIAL			
Nº	DENOMINACIÓN	Kw	1ª	2ª	3ª	ESPECIALISTA
1	Máquina extrusora	60				X
2	Taladradora	0,35				X
3	Soldadura	2,6				X
4	Montaje			X		
TOTAL		62,95				

A continuación, se debe estudiar cual es el costo del puesto de trabajo. Cada puesto de trabajo se analiza según las siguientes características: precio de adquisición o capital invertido, C, que comprende el importe de la adquisición del equipo. En la siguiente tabla se muestran los precios de adquisición de cada máquina.

MAQUINARIA	PRECIO DE ADQUISICIÓN (€)
Extrusora	6040,92
Troqueladora	1000
Soldadora	689,55
TOTAL (€)	7730,47

e.1.3.1) Periodo de amortización.

El periodo de amortización, p, es la duración en años durante la cual se está recuperando el valor de la maquinaria utilizada en el puesto de trabajo. La legislación vigente considera **10 años** como periodo normal de amortización.

e.1.3.2) Horas anuales de funcionamiento.

Se establecen un número estimado de horas de funcionamiento al año de cada máquina. En este caso se han considerado **1800 horas**.

e.1.3.3) Vida prevista en horas.

El período de amortización en años, p , por las horas anuales de funcionamiento, H_f , determina la vida prevista H_t del puesto de trabajo en horas. En este proyecto se asigna a cada máquina 1800 horas anuales de funcionamiento; por tanto:

$$H_t = p \times H_f = 10 \times 1800 = \mathbf{18000 \text{ horas.}}$$

e.1.3.4) Interés de la inversión, I .

Tiene en cuenta el interés que se habría obtenido si el capital invertido C se hubiera empleado en otra clase de inversión. Esto conlleva a considerar como un costo el interés dejado de percibir. Se establece un rédito del 6%; $r=0,06$.

El interés anual está determinado por: $[I_h = I/H_f = (C \times r)/H_f]$

	C	r	H _f	I _h
Extrusora	6040,92	0,06	1800	0,2
Taladradora	1000	0,06	1800	0,033
Soldadora	689,55	0,06	1800	0,023

e.1.3.5) Amortización, A .

La amortización representa el costo anual para recuperar o compensar el valor de la inversión C , es decir, la depreciación anual C/p que experimenta hasta concluir su vida útil, p . Su costo horario A_h se determina mediante la siguiente ecuación:

$$[A_h = A/H_f = (C/p) \times H_f]$$

	C	p	H _f	A _h
Extrusora	6040,92	10	1800	33,56
Taladradora	1000	10	1800	5,55
Soldadora	689,55	10	1800	3,83

e.1.3.6) Mantenimiento, M.

Las máquinas y en general cualquier puesto de trabajo, precisan de reparaciones, sustitución de piezas sueltas o conjuntos, y lo que es más importante de revisiones periódicas para evitar en lo posible que se produzcan averías. Todo ello representa para cada puesto un costo anual M debido a los elementos a sustituir, lubricantes, mano de obra de personal de mantenimiento, etc. El porcentaje de mantenimiento aplicable a todos los puestos de trabajo es del 4%, **m=0,04**.

El mantenimiento horario es igual a: $[Mh = M/Hf = (C \times r)/Hf]$

	C	m	Hf	Mh
Extrusora	6040,92	0,04	1800	0,13
Taladradora	1000	0,04	1800	0,022
Soldadora	689,55	0,04	1800	0,015

e.1.3.7) Energía consumida, Eh.

El procedimiento para hallar el costo horario, Eh, de la energía consumida es el siguiente:

- 1) Hallar el consumo anual de cada puesto de trabajo.
- 2) Determinar el consumo bimestral.
- 3) Establecer el costo del Kwh.
- 4) Aplicarlo a cada puesto de trabajo.

Por tanto;

Consumo anual del taller = Kw instalados x Hf = 62,95 x 1800 = 113310 Kwh

Consumo bimestral = 113310 / 6 = 18885 Kwh

Potencia contratada = 70 x 2,164 €/Kwh = 151,48€

Potencia consumida = 18885 x 0,1423 €/Kwh = 2687,33€

Total = 151,48 + 2687,33 = 2838,81€

Costo del Kwh = 2838,81 / 18885 = 0,1503

A continuación, se establece el costo horario de la energía por puesto de trabajo:

$[Eh = Kw instalados \times \text{costo (Kwh)}]$

	Kw instalados	Kwh coste	Eh
Extrusora	60	0,1503	9,018
Taladradora	0,35	0,1503	1800
Soldadora	2,6	0,1503	1800

e.1.3.8) Costo horario de funcionamiento del puesto de trabajo, f.

El costo horario de funcionamiento del puesto de trabajo, f, equivale a la suma de los cuatro costos parciales antes analizados:

$$[F = I_h + A_h + M_h + E_h]$$

COSTO DEL PUESTO DE TRABAJO						
MAQUINARIA	Hf (h)	Ih (€/h)	Ah (€/h)	Mh (€/h)	Eh (€/h)	Puesto de trabajo
Extrusora	1800	0,2	33,56	0,13	9,018	42,908
Taladradora	1800	0,033	5,55	0,022	1800	1805,605
Soldadora	1800	0,023	3,83	0,015	1800	1803,868
					TOTAL	3652,381

Como resumen del costo de fabricación obtenemos la siguiente cantidad:

$$C_f = \text{material} + \text{m.o.d.} + \text{puesto de trabajo} = 11981,739 + 6778 + 3652,381 = \mathbf{22412,12 \text{ €}}$$

e.2) Presupuesto industrial (costo de diseño).

El presupuesto industrial representa el cálculo del precio de venta en fábrica del producto que se diseña. El presupuesto industrial está compuesto por los siguientes aspectos: costo de fabricación (obtenido anteriormente), mano de obra indirecta (m.o.i.), cargas sociales (C.S.), gastos generales (G.G.) y beneficio industrial (B.I.); elementos que respetan la siguiente ecuación:

$$[P.I. = \text{costo de fabricación} + \text{m.o.i.} + \text{C.S.} + \text{G.G.} + \text{B.I.}]$$

En este apartado, se lleva a cabo el cálculo de la mano de obra indirecta, de las cargas sociales, de los gastos generales y del beneficio industrial.

e.2.1) Mano de obra indirecta, m.o.i.

La mano de obra indirecta está formada por el conjunto de operarios relacionados directamente con la producción, pero sin responsabilidad sobre el puesto de trabajo. La empresa determina cada año el porcentaje (% m.o.i.) que representa la mano de obra indirecta de la directa, considerando el conjunto de operarios de ambas plantillas. En este caso, el porcentaje aplicado es del **10%** y se aplica en el presupuesto industrial sobre el costo de mano de obra directa (m.o.d.):

$$\text{m.o.i.} = 10\% \times 6778 \text{ €} = \mathbf{677,8 \text{ €}}$$

e.2.2) Cargas Sociales, C.S.

Las cargas sociales representan el conjunto de aportaciones de la empresa a diversos Departamentos y Organismos Oficiales, para cubrir las prestaciones del personal en materia de Seguridad Social y Accidentes de Trabajo, así como otras previsiones de carácter general o coyuntural: Formación Profesional, Seguro de desempleo, Fondo de Garantía Social, etc. Las cargas sociales se determinan aplicando los porcentajes establecidos legalmente, sobre la remuneración anual de ambas clases de mano de obra.

Cada año la empresa determina el porcentaje que representan las Cargas Sociales para el conjunto de operarios de las plantillas de mano de obra directa e indirecta. En este caso, el porcentaje es del 15% y se aplica en el presupuesto industrial de la siguiente forma:

$$\text{CS} = 15\% \times (\text{m.o.d.} + \text{m.o.i.}) = 0,15 \times (6778 + 677,8) = \mathbf{1118,37 \text{ €}}$$

e.2.3) Gastos Generales, G.G.

Se define como Gastos Generales el costo total necesario para el funcionamiento de la empresa. Dependiendo de las características y magnitud de la empresa, aparecerán en gastos generales determinadas partidas que quizá no integren las de otras industrias. Normalmente, la nómina de empleados se incluye en este concepto, así como pluses, incentivos, gastos de administración, elementos de seguridad, licencia fiscal, consumo de energía y amortización de edificios.

En las empresas se determina anualmente y de forma global el porcentaje que representan los Gastos Generales. En este caso, el porcentaje será del 15%.

Por lo tanto los gastos generales serán:

$$\mathbf{GG} = 15\% \times \text{m.o.d.} = 0,15 \times 6778 = \mathbf{1016,7 \text{ €}}$$

e.2.4) Costo total en fábrica, Cf.

El costo total en fábrica Ct es la suma de los cuatro conceptos anteriores: costo de fabricación Cf, mano de obra indirecta m.o.i., cargas sociales CS y gastos generales GG:

$$[\text{Ct} = \text{Cf} + \text{m.o.i.} + \text{CS} + \text{CG}]$$

$$\mathbf{Ct} = 22412,12 + 677,8 + 1118,37 + 1016,7 = \mathbf{25224,99 \text{ €}}$$

e.2.5) Beneficio industrial, B.I.

El beneficio industrial, BI, es establecido por la empresa y se expresa en porcentaje sobre el costo total, Ct, en fábrica. En este caso, se emplea un beneficio industrial de un 20%.

$$[\text{BI} = 20\% \times \text{Ct}]$$

$$\mathbf{BI} = 20\% \times 25224,99 = \mathbf{5044,99 \text{ €}}$$

e.2.6) Precio de venta en fábrica, Pv.

Es la suma del costo total en fábrica, Ct, y del beneficio industrial, BI, que representa el precio de venta en fábrica Pv.

$$[\text{Pv} = \text{Ct} + \text{BI}]$$

$$\text{Pv} = 25224,99 + 5044,99 = \mathbf{30269,98 \text{ €}}$$

Aplicando el IVA del 21% se obtiene como precio final de venta en fábrica:

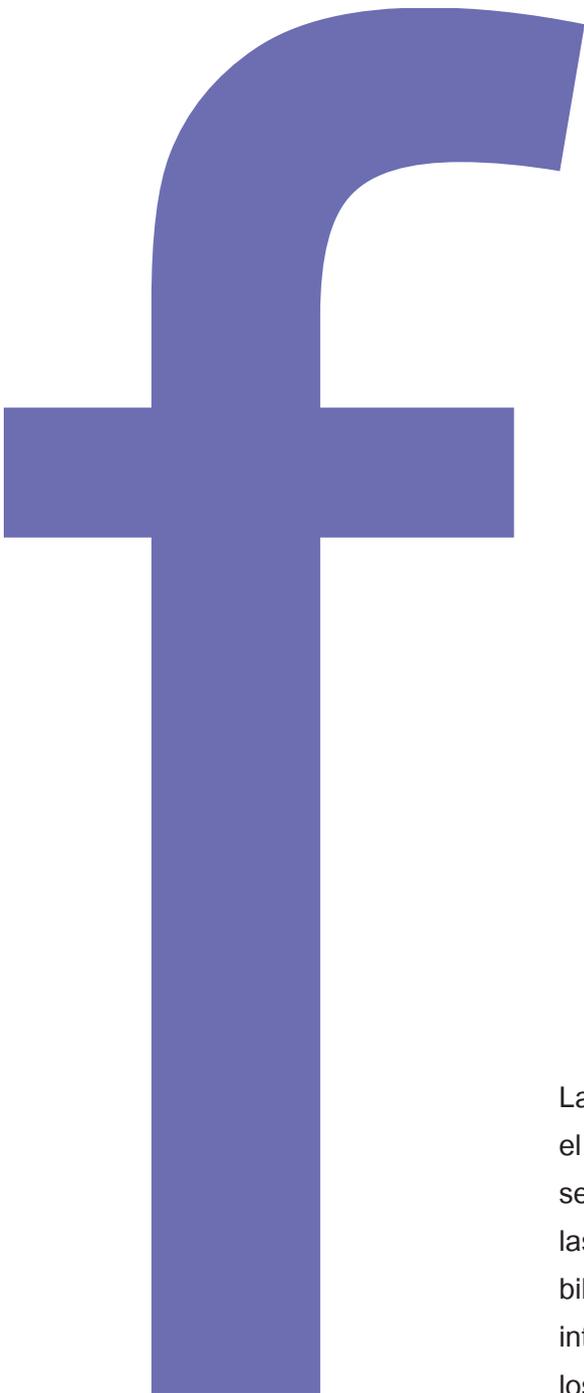
$$\text{Pv} + 21\% = 30269,98 + 6356,69 = \mathbf{36626,67 \text{ €}}$$

Para obtener el precio de venta al público hay que añadir al precio de venta en fábrica los costes de transporte, representación, publicidad, depreciación, producto inmovilizado, manipulación, entregas y otros muchos que no se han incluido en los gastos generales. Por lo tanto, el precio de venta al público será aproximadamente el doble del precio de venta en fábrica.

PRESUPUESTO INDUSTRIAL		
PROYECTO DINAMIC STEP	200 UNIDADES	EFFECTUADO POR: Paniagua del Mazo, Marina. (08/2014).
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
COSTO DE FABRICACIÓN material + m.o.d. + pt	Cf = Material	11981,739
	m.o.d.	6778
	pt	3652,381
MANO DE OBRA INDIRECTA	m.o.i. = 10% m.o.d.	677,8
CARGAS SOCIALES	CS = %CS x (m.o.d. + m.o.i.)	1118,37
GASTOS GENERALES	GG = %GG m.o.d.	1016,7
COSTO TOTAL EN FÁBRICA	Ct = Cf + m.o.i. + CS + GG	25224,99
BENEFICIO INDUSTRIAL	BI = %BI x Ct	5044,99
PRECIO DE VENTA EN FÁBRICA	LOTE 200 UNIDADES: Pv = Ct + BI	36626,67
	PRECIO UNITARIO : pu = Pv/200	183,13
PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO	LOTE 200 UNIDADES: Pvp = Pv x 2	73253,34
	PRECIO UNITARIO: pu = Pvp/200	366,26

Tras la realización del presupuesto final equivalente en precio de venta en fábrica y precio de venta al público, deducimos un precio unitario de 183,13 € y 366,26 €, respectivamente. Suponen precios elevados para el mercado de hoy en día y para constituir una aplicación extra para los planos inclinables. Sin embargo, se adapta a ellos sin superar el precio de los mismos, situando el precio de los planos inclinables en un rango de entre 1000 y 5000 €, aproximadamente y dependiendo de las características de cada uno. Aun así, es probable una mejora económica del presupuesto estimado en el caso del presente proyecto, ya bien sea mediante el uso de nuevos y similares materiales (sobre todo en cuanto a resistencia y durabilidad), en componentes similares para unión de piezas, reducción del número de piezas que lo componen u otros métodos más económicos para la obtención de elementos constructivos, entre otras posibles opciones. No se puede olvidar que se trata de un presupuesto estimado, nunca exacto, que variará en función de las distintas decisiones tomadas a lo largo de su obtención y ejecución.

BIBLIOGRAFÍA



La bibliografía se divide en varios apartados para facilitar el manejo de las fuentes de información. En primer lugar, se expone la bibliografía gráfica donde se incluyen todas las imágenes utilizadas. En segundo lugar, se expone la bibliografía de la documentación recogida a través de internet, llamándola webgrafía. Y, por último, se exponen los libros o catálogos a los que se ha acudido.

f.1) Bibliografía gráfica.

En el apartado de bibliografía gráfica se exponen el lugar de origen de todas las imágenes que aparecen en el presente proyecto, obteniendo muchas de la web y otras tantas generadas personalmente por la autora del proyecto, según se especifica a continuación:

- Nº1**: Plano inclinable en posición vertical,
<http://www.bgmobiliarioclinico.com/255/rehabilitacion/plano-basculante-electrico-con-ruedas-y-juego-de-cinturones-plano-inclinado.aspx>, (25/06/2014).
- Nº2**: Traspaso independiente del paciente a la camilla del plano inclinable,
http://inclusionenelbosque.blogspot.com.es/2010_05_01_archive.html, (25/06/2014).
- Nº3**: Disposición de pies para medir la distancia entre ellos,
http://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/hombre_de_pie_fondo_blanco.html,(30/07/2014).
Imagen modificada por la autora.
- Nº4**: Logo reciclaje, <http://www.grafous.com/el-simbolo-de-reciclaje-un-cuarenton/>
(30/07/2014).
- Nº5**: Tabla relación altura – peso, <http://www.zonadiet.com/tablas/pesoideal.cgi> ,
(13/08/2014).
- Nº6**: Plano inclinado con altura fija. Casa: Health Care. Ref: 5041,
<http://mhhealthcare.es/html/es/product/view.php?productId=995>, (25/06/2014).
- Nº7**: Plano inclinado SUPRO. Casa: Smirthwaite. Ref: 8256-8259,
<http://www.difusionmedica.es/producto/66/plano-inclinado-supro/>, (25/06/2014).
- Nº8**: Plano inclinado móvil. Casa: Ortotecsa. Ref: F-12,
http://www.ortovital.net/mecanoterapia-c-27_95_101/plano-basculante-p-94.html,
(25/06/2014).
- Nº9**: Plano inclinado con regulación de apoyapiés. Casa Ortojosbel. Ref: CE-2221,
<http://www.laortopedia.es/BIPEDESTADOR-PLANO-CE-2221>, (25/06/2014).
- Nº10**: Dimensiones del plano inclinado de la imagen Nº 7,
<http://www.laortopedia.es/BIPEDESTADOR-PLANO-CE-2221>, (25/06/2014).
Imagen recortada por la autora.
- Nº11**: Plano inclinado con apoyapiés fijo. Casa BG Mobiliario. Ref: BG-10690/1,
<http://www.bgmobiliarioclinico.com/255/rehabilitacion/plano-basculante-electrico-con-ruedas-y-juego-de-cinturones-plano-inclinado.aspx>, (25/06/2014).
- Nº12**: Plano inclinado Manumed. Casa Enraf-Nonius,
<http://www.enraf-nonius.com/products/leading-treatment-couches-2012/es-camillas-de-masaje-y-tratamiento>, (18/07/2014).
- Nº13**: Dimensiones e inclinaciones del plano inclinado de la imagen Nº 10,
<http://www.laortopedia.es/BIPEDESTADOR-PLANO-CE-2221>, (25/06/14).
- Nº14**: Plano inclinado con reposapiés extraíble. Casa ATM. Ref: PI-2ER,
http://www.atm2000.es/ficha_articulo.php?id_articulo=135, (25/06/14).

- Nº15:** Plano inclinado manual y eléctrico. Casa SCI Geriatria. Ref: FM-013/011, <http://www.sci-geriatria.com/catalogo/material-fisioterapia/mecanoterapia/plano-inclinado-fm-013-011/>, (25/06/2014).
- Nº16:** Plano inclinado dos motores. Casa Mundoresidencias. Ref: 1RE0235, <http://www.mundoresidencias.com/catalogue.php?idfamilia=65&breadcrumb=64,65>, (25/06/2014).
- Nº17:** Camilla plano inclinado. Casa Marpe. Ref: 21020001, http://www.marpe.es/product_info.php?products_id=453, (25/06/2014).
- Nº18:** Plano inclinado móvil. Casa Fisaude, <http://tienda.fisaude.com/plano-inclinado-movil-funcionamiento-electrico-para-ejercicio-columna-p-9394.html>, (25/06/2014).
- Nº19:** Bipedestador infantil Buffalo. Grupo Mimas, <http://www.ortopediamimas.com/ortopedia-infantil/bipedestadores.html>, (25/06/2014).
- Nº20:** Actuador lineal, <http://www.linak.es/productos/linear-actuators.aspx?product=LA44>, (16/08/2014).
- Nº21:** Movimiento del plano inclinable, <http://www.bgmobiliarioclinico.com/255/rehabilitacion/plano-basculante-electrico-con-ruedas-y-juego-de-cinturones-plano-inclinado.aspx>, (25/06/2014).
- Nº22:** Producto de la gama EN-Dynamic, http://partner.enraf-nonius.org/files/Catalogues_Brochures_Leaflets/Enraf-Nonius_rehab/Enraf-Nonius_EN_Dynamic_ES.pdf, (26/07/2014).
- Nº23:** Producto de la gama EN-Dynamic, http://partner.enraf-nonius.org/files/Catalogues_Brochures_Leaflets/Enraf-Nonius_rehab/Enraf-Nonius_EN_Dynamic_ES.pdf, (26/07/2014).
- Nº24:** EN-Dynamic para extensión de piernas, http://partner.enraf-nonius.org/files/Catalogues_Brochures_Leaflets/Enraf-Nonius_rehab/Enraf-Nonius_EN_Dynamic_ES.pdf, (26/07/2014).
- Nº25:** EN-Free, equipo accesorio para ejercicios libres, http://partner.enraf-nonius.org/files/Catalogues_Brochures_Leaflets/Enraf-Nonius_rehab/Enraf-Nonius_EN_Free_ES.pdf, (26/07/2014).
- Nº26:** PEDALIER DUAL-BIKE, http://www.ortotienda.es/index.php?p=rehabilitacion-miembros-inferiores&s=rehabilitacion-y-mecanoterapia&lang=1&secc=2&id_categoria=218&id_subcategoria=222, (26/07/2014).
- Nº27:** Movimiento de flexión del pie, http://cto-am.com/rhb_tobillo.htm, (26/06/2014).
- Nº28:** Disposición correcta de los pies, http://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/hombre_de_pie_fondo_blanco.html, (30/07/2014).
Imagen modificada por la autora.

- Nº29: Flexión dorsal y flexión plantar, http://cto-am.com/rhb_tobillo.htm, (26/06/2014).
- Nº30: Flexión dorsal y flexión plantar, http://cto-am.com/rhb_tobillo.htm, (26/06/2014).
- Nº31: Flexión dorsal y flexión plantar,
<http://patriciomasajeyestetica.blogspot.com.es/2013/05/pronador-o-supinador-fisiologia-y.html>, (26/06/2014).
- Nº32: Inclinación de 20 grados, boceto realizado por la autora.
- Nº33: Inclinación de 5 grados, boceto realizado por la autora.
- Nº34: Propuesta nº1, boceto realizado por la autora.
- Nº35: Propuesta nº2, boceto realizado por la autora.
- Nº36: Propuesta nº3, boceto realizado por la autora.
- Nº37: Propuesta nº4, boceto realizado por la autora.
- Nº38: Propuesta nº5, boceto realizado por la autora.
- Nº39: Propuesta nº6, boceto realizado por la autora.
- Nº40: Resumen de ideas para la base del dispositivo, boceto realizado por la autora.
- Nº41: Propuesta nº7, boceto realizado por la autora.
- Nº42: Propuesta nº8, boceto realizado por la autora.
- Nº43: Propuesta nº9, boceto realizado por la autora.
- Nº44: Render 1, render realizado por la autora.
- Nº45: Render 2, render realizado por la autora.
- Nº46: Render 3, render realizado por la autora.
- Nº47: Render 4, render realizado por la autora.
- Nº48: Render(4) conjunto montado en 20 grados de inclinación, render realizado por la autora.
- Nº49: Render conjunto montado en 20 grados de inclinación, render realizado por la autora.
- Nº50: Render conjunto montado en 20 grados de inclinación, render realizado por la autora.
- Nº51: Estudio de resistencia de la base, imagen realizada por la autora.
- Nº51.1: Estudio de resistencia del pedal, imagen realizada por la autora.
- Nº52: Desplazamiento para consecución de distintas inclinaciones, imagen desarrollada por la autora.
- Nº53: Clasificación de componentes, render realizado por la autora.
- Nº54: Render con selección de componentes ergonómicos, render realizado por la autora.
- Nº55: Ejemplo de cincha de velcro, <http://easy-way.es/ortesis/cincha-metatarsal-con-velcro/>, (31/07/2014).
- Nº56: Montaje del dispositivo en el plano inclinable gracias al velcro, render realizado por la autora.
- Nº57: Cincha de velcro que mantiene el pie y el tobillo fijos, render realizado por la autora.
- Nº58: Medida del número de pie,
http://help-es-eu.nike.com/app/answers/detail/a_id/32376/p/3897, (31/07/2014).

- Nº59**: Tabla de equivalencias del número de pie en cm de hombre,
http://help-es-eu.nike.com/app/answers/detail/a_id/32376/p/3897, (31/07/2014).
- Nº60**: Tabla de equivalencias del número de pie en cm de mujer,
http://help-es-eu.nike.com/app/answers/detail/a_id/32376/p/3897, (31/07/2014).
- Nº61**: Tabla Norma UNE EN ISO 7250,
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Rev_INSHT/2001/14/artFondoTextCompl.pdf, (12/08/2014).
- Nº62**: Disposición de pies para medir la distancia entre ellos,
http://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/hombre_de_pie_fondo_blanco.html, (30/07/2014).
Imagen modificada por la autora.
- Nº63**: Render con selección de componentes eléctricos, render realizado por la autora.
- Nº64**: Ejemplo motorreductor,
http://www.transtecno.com/es/aplicacion/motorreductores-m%C3%A1quinas-exprimidoras-profesionales/#.U-ullPI_tx0, (26/06/2014).
- Nº65**: Simbología del catálogo de reductores y motores,
http://www.transtecno.com/es/printed_catalogues, (11/07/2014).
- Nº66**: Versión del reductor (U),
http://www.transtecno.com/es/printed_catalogues, (11/07/2014).
- Nº67**: Modelado 3D del reductor, <http://www.transtecno.com/es/products/stock/EC/models/>, (11/07/14).
- Nº68**: Extracto de tabla de datos técnicos del reductor,
http://www.transtecno.com/es/printed_catalogues, (11/07/2014).
- Nº69**: Extracto de tabla de datos técnicos del reductor,
http://www.transtecno.com/es/printed_catalogues, (11/07/2014).
- Nº70**: Extracto de tabla de motores aplicables al reductor,
http://www.transtecno.com/es/printed_catalogues, (11/07/2014).
- Nº71**: Medidas motorreductor montado, http://www.transtecno.com/es/printed_catalogues, (11/07/2014).
- Nº72**: Accesorio (eje de salida) para el reductor,
http://www.transtecno.com/es/printed_catalogues, (11/07/2014).
- Nº73**: Modelado 3D con ejes de salida,
<http://www.transtecno.com/es/products/stock/EC/models/>, (11/07/14).
- Nº74**: Motor y reductor montados, render realizado por la autora.
- Nº75**: Render con selección de componentes mecánicos, render realizado por la autora.
- Nº76**: Base adaptadora del dispositivo, render realizado por la autora.
- Nº77**: Dimensiones totales de la base, render realizado por la autora.

- Nº78**: Dimensiones del plano inclinable de referencia,
<http://www.bgmobiliarioclinico.com/255/rehabilitacion/plano-basculante-electrico-con-ruedas-y-juego-de-cinturones-plano-inclinado.aspx>, (25/06/2014).
- Nº79**: Pedal, render realizado por la autora.
- Nº80**: Dimensiones totales del pedal, render realizado por la autora.
- Nº81**: Agujero para engrasar, render realizado por la autora.
- Nº82**: Agujero para fijación de la talonera, render realizado por la autora.
- Nº83**: Talonera, render realizado por la autora.
- Nº84**: Pie situado en la talonera y pedal, render realizado por la autora.
- Nº85**: Pie situado en la talonera y pedal, render realizado por la autora.
- Nº86**: Sujeción del pie, render realizado por la autora.
- Nº87**: Perfil en U, render realizado por la autora.
- Nº88**: Dimensiones totales del perfil en U, render realizado por la autora.
- Nº89**: Bulón, render realizado por la autora.
- Nº90**: Plato, render realizado por la autora.
- Nº91**: Tornillo de cabeza hexagonal,
[http://www.tracepartsonline.net/\(S\(4zs2f5uqkfokqh45pwvphvv\)\)/partdetails.aspx?PartID=10-22122011-066487&sk_Reference=&Class=EMILE_MAURO_BV&ClID=%2FEM_BV%2F&wsid=&Lang=es](http://www.tracepartsonline.net/(S(4zs2f5uqkfokqh45pwvphvv))/partdetails.aspx?PartID=10-22122011-066487&sk_Reference=&Class=EMILE_MAURO_BV&ClID=%2FEM_BV%2F&wsid=&Lang=es), (31/07/2014).
- Nº92**: Tornillo de cabeza avellanada,
<http://www.essentracomponents.es/tornillos-de-cabeza-avellanada-con-ranura---sr-1967---black>, (31/07/2014).
- Nº93**: Pasador, <http://www.gardette.es/pasadores/pasadores-cilindricos>, (17/08/2014).
- Nº94**: Abrazadera de plástico. Ejemplo 1 convencional,
http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/abrazadera-fijacion-71593-_4.html, (15/08/2014).
- Nº95**: Abrazadera. Ejemplo 2 convencional, http://www.eurogan.com/es/tes_y_cierres.html, (15/08/2014).
- Nº96**: Abrazadera tipo proyecto, render realizado por la autora.
- Nº97**: Apoyo varilla corto, render realizado por la autora.
- Nº98**: Apoyo varilla largo, render realizado por la autora.
- Nº99**: Funcionamiento husillo y caja guía,
<http://maquinasdeyeraldin.blogspot.com.es/2013/07/10-maquinas-simples-1-la-palanca-es-un.html>, (15/08/2014). Imagen modificada por la autora.
- Nº100**: Pieza inmovilizadora del husillo, render realizado por la autora.
- Nº101**: Cajón, render realizado por la autora.
- Nº102**: Tapa del cajón, render realizado por la autora.
- Nº102.1**: Pegatina con regla de ángulos, render realizado por la autora.

- Nº102.2:** Pegatina colocada en cajón, render realizado por la autora.
- Nº103:** Cajita guía, render realizado por la autora.
- Nº104:** Rueda reguladora, render realizado por la autora.
- Nº105:** Apoyo del husillo, render realizado por la autora.
- Nº106:** Imagen Ecodiseño,
<http://dirtyfashion.com/blog/moda-sostenible-puede-ser-una-realidad/>, (16/08/2014).
- Nº107:** Ejemplo de piezas en acero,
<http://www.directindustry.com/prod/hsb-normalien-gmbh/machined-steel-plates-mold-tool-drill-ed-73446-806241.html>, (16/08/2014).
- Nº108:** Ejemplo de piezas en aluminio,
<http://hogar.uncomo.com/articulo/como-reciclar-anillas-de-aluminio-de-latas-25039.html>, (16/08/2014).
- Nº109:** Aptitudes tecnológicas del aluminio, trabajo realizado para 3º de Diseño Industrial para la asignatura de Taller de Diseño III.
- Nº110:** Tabla comparativa Al-acero, trabajo realizado para 3º de Diseño Industrial para la asignatura de Taller de Diseño III.
- Nº111:** Velcro, <http://www.sewingmantra.com/index.php/fabric/the-history-of-velcro/>, (16/08/2014).
- Nº112:** Velcro, <http://www.bobcrespo.com/2014/05/todays-national-day-51314-velcro-day/>, (16/08/2014).
- Nº113:** Adhesivo Epoxi, <http://www.wurth.es/pegamento-rapido-epoxi-esk-48>, (16/08/2014).
- Nº114:** Perfiles extruidos en acero,
<http://www.elconstructorcivil.com/2011/02/usos-del-acero-para-la-construccion.html>, (17/08/2014).
- Nº115:** Laminación en acero,
<http://www.elconstructorcivil.com/2011/02/usos-del-acero-para-la-construccion.html>, (17/08/2014).
- Nº116:** Disposición del bulón soldado al plato, imagen realizada por la autora.
- Nº117:** Soldadura MIG, trabajo realizado para 3º de Diseño Industrial para la asignatura de Taller de Diseño III.

f.2) Webgrafía.

El término “webgrafía” hace referencia a todos aquellos lugares de la web de donde se ha obtenido información para la correcta elaboración y documentación del presente proyecto. A continuación, se presenta una lista con toda la webgrafía especificando en cada caso el tema sobre el que se ha obtenido información.

ESTUDIO PLANOS INCLINABLES:

- <http://www.materialortopedico.com/producto/1725/351>, (25/06/2014).
- <http://santiago.all.biz/bipedestador-modelo-dlq-4a-g69577>, (25/06/2014).
- http://www.ortopediamimas.com/ortopedia-infantil/bipedestadores/2945-plano-inclinado-supr o.html#.U4emFPI_tx0, (25/06/2014).
- http://www.discapacitados.org.ar/notas/detail_notas.php?recordID=262, (25/06/2014).
- http://enfermedadesmedulares.blogspot.com.es/2012_11_01_archive.html, (25/06/2014).
- <http://medular.org/fisioterapia/>, (25/06/2014).
- http://inclusionenelbosque.blogspot.com.es/2010_05_01_archive.html, (25/06/2014).
- <http://www.laortopedia.es/BIPEDESTADOR-PLANO-CE-2221>, (25/06/2014).
- <http://www.ortopediamimas.com/ortopedia-infantil/bipedestadores.html>, (26/06/2014).
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Dec%C3%BAbito>, (26/06/2014).

CONVERSOR NÚMERO DE PIE:

- http://help-es-eu.nike.com/app/answers/detail/article/size-chart-women-shoes/a_id/32316/p/3897, (02/07/2014).
- http://help-es-eu.nike.com/app/answers/detail/article/size-chart-men-shoes/a_id/32386/p/3897, (02/07/2014).

PROCESOS DE FABRICACIÓN

- http://es.wikipedia.org/wiki/Acero_laminado#Canales_U, (16/08/2014).
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Troquelaci%C3%B3n>, (16/08/2014).
- http://www.construmatica.com/construpedia/Obtenci%C3%B3n_y_Fabricacio%C3%B3n_del_Acero_Laminado, (17/08/2014).
- <http://acsio-consultores.blogspot.com.es/2011/02/elaboraci%C3%B3n-de-varillas-de.html>, (17/08/2014).

TORNILLERÍA

- http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0048681&pdf=#.U9pbuvl_tx0, (31/07/2014).
- http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0048415&tipo=N&PDF=Si#.U9pco_l_tx0, (31/07/2014).
- <http://www.gardette.es/pasadores/pasadores-cilindricos>, (31/07/2014).
- <http://www.gardette.es/images/pdf/pasadores-cilindricos.pdf>, (31/07/2014).

BIBLIOGRAFÍA MATERIALES

Aluminio:

- <http://www.alu-stock.es>, (17/08/2014).
- <http://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters/past-issues/archive-2011-2012/reciclaje-aluminio.html>, (17/08/2014).
- <http://aluminio.org/>, (17/08/2014).
- http://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje_de_aluminio, (17/08/2014).
- <http://www.emmegi.com/Sezione.jsp?idSezione=2684>, (17/08/2014).
- http://www.moldesymatrices.com/ThyssenKrupp_aluminio.htm, (17/08/2014).

Acero:

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Acero>, (16/08/2014).

Nylon:

- <http://en.wikipedia.org/wiki/Nylon#Characteristicsb>, (16/08/2014).

Pegamento epoxi:

- <http://www.losadhesivos.com/adhesivos-epoxi.html>, (16/08/2014).
- <http://www.wurth.es/pegamento-rapido-epoxi-esk-48>, (16/08/2014).

Plástico:

- http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico#Propiedades_y_caracter.C3.ADsticas, (16/08/2014).
- <http://todoproductividad.blogspot.com.es/2012/04/reciclaje-de-plasticos-envases-de.html>, (16/08/2014).

Velcro:

- <http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=141&fdname=TEXTILES&pagename=Planta+de+produccion+de+cintas+velcro>, (16/08/2014).
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Velcro>, (16/08/2014).

MOTOR Y REDUCTOR

- <http://www.motorseg.com/#>, (09/07/2014).
- <http://www.hidraval.com/hidraval-es/la-empresa-es.htm>, (09/07/2014).
- <http://pdf.directindustry.es/pdf-en/parvalux/dc-brushless/9342-40254.html>, (09/07/2014).
- <http://www.garciacostas.es/descargas/Cosgra/cime.pdf>, (09/07/2014).
- <http://www.motores-electricos.es/FichaArticulo.aspx?IDArticulo=247>, (10/07/2014).
- <http://www.mebsa.com/pdf/Catalogo-General-Motores-Trifasicos-MEB.pdf>, (10/07/2014).
- <http://www.motores-electricos.es/Seccion.aspx?IDSeccionArticulo=645>, (10/07/2014).
- <http://www.motores-electricos.es/Seccion.aspx?IDSeccionArticulo=537>, (10/07/2014).
- http://www.transtecno.com/es/aplicacion/motorreductores-m%C3%A1quinas-exprimidoras-profesionales/#.U-ullPI_tx0, (10/07/2014).
- http://www.transtecno.com/es/printed_catalogues, (11/07/2014).
- <http://www.transtecno.com/es/products/stock/EC/models/>, (11/07/2014).
- <http://www.transtecno.com/it/products/stock/CM/models/>, (11/07/2014).

NORMATIVA

- http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0049503&PDF=Si#.U7ksT_I_tx0, (06/07/2014).
- http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0040005&PDF=Si#.U7ktJfl_tx0, (06/07/2014).
- http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0042307&tipo=N#.U-oxpfl_tx0, (12/08/2014).
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Rev_INSHT/2001/14/artFondoTextCompl.pdf, (12/08/2014).

PRESUPUESTO

- <http://spanish.alibaba.com/>, (22/08/2014).
- <http://www.ortosanitas.es/material-antiescaras/zapatos.html>, (22/08/2014).
- <http://www.ortosanitas.es/plantillas-lana-natural-al-par.html>, (22/08/2014).

-<http://www.leroymerlin.es/fp/13555003/adhesivo-bicomponente-en-jeringa-ceys-epoxi-standard-araldit-24-ml>, (22/08/2014).

-<http://es.aliexpress.com/item/High-Quality-1M-3ft-2-Rolls-Self-Adhesive-Velcro-Roll-Hook-Loop-Adhesive-Tape-Fastener-Free/1511243136.html>, (22/08/2014).

f.3) Catálogos.

A continuación, se exponen los catálogos que se han utilizado para consultas de información y/o elección de elementos.

-Enraf-Nonius Manumed Plano Inclinado,
http://partner.enraf-nonus.org/files/Catalogues_Brochures_Leaflets/Enraf-Nonius_couches/Enraf-Nonius_Manumed_Tilt_ES.pdf, (29/06/2014).

-Goupilles Cylindriques, <http://www.gardette.es/images/pdf/pasadores-cilindricos.pdf>, (31/07/2014).

-Plano Basculante Eléctrico BG-10690,
<http://www.bgmobiliarioclinico.com/255/rehabilitacion/plano-basculante-electrico-con-ruedas-y-juego-de-cinturones-plano-inclinado.aspx>, (25/06/2014).

-Reductores Tausend, catálogo recibido por correo electrónico con remitente HidraVal Plasencia, (27/06/2014).

-Transtecno Reductores Sinfín Corona, http://www.transtecno.com/es/printed_catalogues, (11/07/2014).

f.4) Libros, apuntes y ofimática.

-Erik Oberg y F.D. Jones. *Manual Universal de la Técnica Mecánica para el taller y la oficina técnica*. Traducción de la 14ª edición norteamericana y conversión al S.M.D. por Pedro Danés Casabosch. Barcelona: editorial Labor, S.A., 1962. (Tomos I y II).

-Apuntes de la carrera de la asignatura “Dibujo Industrial”, 2011.

-Apuntes de la carrera de la asignatura “Oficina Técnica”, 2014.

-Trabajos realizados a lo largo de la carrera en las asignaturas de “Taller de Diseño III”, “Diseño de Moldes y Matrices”, “Oficina Técnica”.

-Catia V5 en sus módulos de Part Design, Assembly Design, Drawing y Generative Structural Analysis; para realización de modelado 3D, montaje en 3D, planos y estudio de resistencia.

-Keyshot 4; para realización de renders.

-Adobe Illustrator CS6 y Adobe Photoshop CS6; para logo y maquetación.

ANEXO



El anexo es un apéndice donde se incluye documentación relacionada con el proyecto, en este caso. Forma parte de él pero no es primordial en la memoria de desarrollo del proyecto. En este anexo se incluyen las entrevistas realizadas a fisioterapeutas y a un usuario de los planos inclinables, con el objetivo de obtener información, la cual ha sido utilizada en el desarrollo de la idea del proyecto. Además, se adjuntan aquellas páginas de catálogos que han sido necesarias para la elección de algunos elementos que componen el diseño de dispositivo.

g.1) Encuestas.

g.1.1) Encuesta para fisioterapeutas.

(Encuesta realizada a Paula Vega Martín y Patricia Calatayud Sánchez.

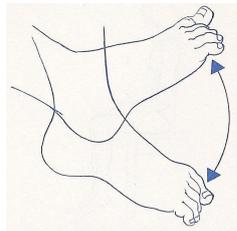
ENCUESTA SOBRE PLANOS INCLINADOS. (Contestada por Paula Vega Martín a 28/06/2014).

Los planos inclinados son un tipo de producto de apoyo para personas discapacitadas o bien para personas que necesitan realizar ciertos ejercicios en rehabilitación. Gracias a ellos se consiguen diversas ventajas entre las que destacamos el refuerzo de articulaciones y músculos, la mejora de la respiración y la minimización del riesgo de deformidades y complicaciones.

La idea es diseñar una aplicación mecánica para aportar nuevas funcionalidades prácticas a los ya existentes planos inclinados. El objetivo es crear un punto de inflexión entre unos tratamientos y otros, tanto para ejercicios de rehabilitación como para personas discapacitadas; consiguiendo así una adaptación más suave entre los mismos. Por ello, necesitamos que proyecte sus opiniones en esta encuesta para conocer con más detalles las necesidades del paciente y/o usuario.

1. Profesión a la que usted se dedica: FISIOTERAPEUTA.
2. ¿Ha trabajado con personas discapacitadas?: Sí.
3. ¿Conoce los planos inclinados?: Sí.
4. Y, ¿ha trabajado con ellos?: Sí.
5. ¿Qué ejercicios ha llevado a cabo con/en ellos? (En caso de que la anterior pregunta sea afirmativa): SOBRETUDO SE USA EN PERSONAS QUE HAN ESTADO MUCHO TIEMPO ENCAMADAS Y NECESITAN UNA ACOMODACIÓN DEL APARATO CIRCULATORIO Y UNA PUESTA EN CARGA PROGRESIVA PARA REEDUCAR EL REFLEJO POSTURAL.
6. Es conocido que en rehabilitación este tipo de aparatos son utilizados con frecuencia, ¿hasta qué punto le da usted importancia a los ejercicios que con ellos se consiguen llevar a cabo? (0-Nada, 5-Mucha): 5 .¿Por qué? PORQUE ES LA ÚNICA MANERA PROGRESIVA QUE EXISTE COMO PASO ANTERIOR A LA BIPEDESTACIÓN DEL PACIENTE.
7. ¿Cree que es conveniente aportar esa nueva funcionalidad que se menciona líneas arriba? ¿De qué manera lo haría? Sí. YA QUE MUCHAS VECES ESTE PASO AL PACIENTE LE RESULTA ABURRIDO Y DE ESTA MANERA ESTARÍA ENTRETENIDO A LA VEZ QUE SE MEJORAN RANGOS ARTICULARES Y CIRCULACIÓN.
8. ¿Cuáles son los movimientos más importantes a conseguir en las etapas tempranas de rehabilitación? Señale cuantos ejemplos crea necesarios de los que aparecen y si hubiera alguno sin mencionar, coméntelo.

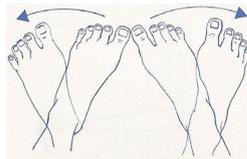
• **Flexión – Extensión.**



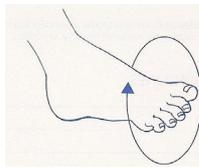
FLEXIÓN DORSAL: 30°

FLEXIÓN PLANTAR: 20°

• **Abducción – Aducción.**



• **Pronación – Supinación.**



• **Hacia adelante y hacia atrás.**



FLEXIÓN: 120°

EXTENSIÓN: 20°

• **Levantar la rodilla.**



• **Hacia fuera.**



ABDUCCIÓN: 60°

• **Rotaciones de cadera.**

ROTACIÓN INTERNA: 30°

ROTACIÓN EXTERNA: 60°

9. ¿Conoce los grados óptimos para estos movimientos? Especifíquelos para los movimientos seleccionados anteriormente. SERÍA BUENO QUE EL MECANISMO TUVIERA UN REGULADOR DE GRADOS DE MOVIMIENTO.

10. ¿Existe algún tipo de medida restrictiva que se deba saber en estos movimientos? Comente todas las que considere oportunas y de vital importancia. (No se ha comentado nada).

11. Por último, comente cualquier conocimiento que no se haya mencionado acerca de este aparato y sus usuarios. (Uso, protecciones, control del sistema, normativa, viabilidad, similitudes...) (No se ha comentado nada).

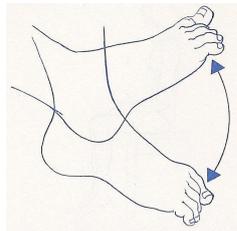
ENCUESTA SOBRE PLANOS INCLINADOS. (Contestada por Patricia Calatayud Sánchez a 29/06/2014).

Los planos inclinados son un tipo de producto de apoyo para personas discapacitadas o bien para personas que necesitan realizar ciertos ejercicios en rehabilitación. Gracias a ellos se consiguen diversas ventajas entre las que destacamos el refuerzo de articulaciones y músculos, la mejora de la respiración y la minimización del riesgo de deformidades y complicaciones.

La idea es diseñar una aplicación mecánica para aportar nuevas funcionalidades prácticas a los ya existentes planos inclinados. El objetivo es crear un punto de inflexión entre unos tratamientos y otros, tanto para ejercicios de rehabilitación como para personas discapacitadas; consiguiendo así una adaptación más suave entre los mismos. Por ello, necesitamos que proyecte sus opiniones en esta encuesta para conocer con más detalles las necesidades del paciente y/o usuario.

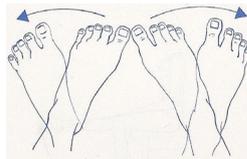
1. Profesión a la que usted se dedica: FISIOTERAPEUTA.
2. ¿Ha trabajado con personas discapacitadas?: Sí.
3. ¿Conoce los planos inclinados?: Sí.
4. Y, ¿ha trabajado con ellos?: Sí.
5. ¿Qué ejercicios ha llevado a cabo con/en ellos? (En caso de que la anterior pregunta sea afirmativa): ÚNICAMENTE VERTICALIZACIÓN PARA ADAPTAR A LA FUERZA DE LA GRAVEDAD.
6. Es conocido que en rehabilitación este tipo de aparatos son utilizados con frecuencia, ¿hasta qué punto le da usted importancia a los ejercicios que con ellos se consiguen llevar a cabo? (0-Nada, 5-Mucha): 5 .¿Por qué? EN FISIOTERAPIA TODO ES PROGRESIVO, ES UNA NECESIDAD UTILIZAR ESTOS PLANOS EN PACIENTES ENCAMADOS QUE VAN A PASAR A BIPEDESTACIÓN.
7. ¿Cree que es conveniente aportar esa nueva funcionalidad que se menciona líneas arriba? ¿De qué manera lo haría? Sí. NUESTRO OBJETIVO MAYOR Y ÚLTIMO SERÁ INTENTAR QUE EL PACIENTE CONSIGA LA MARCHA, CON LO QUE TODA MOVILIDAD DE MM.II. TEMPRANA SERÁ PERFECTO.
8. ¿Cuáles son los movimientos más importantes a conseguir en las etapas tempranas de rehabilitación? Señale cuantos ejemplos crea necesarios de los que aparecen y si hubiera alguno sin mencionar, coméntelo.

• **Flexión – Extensión.**

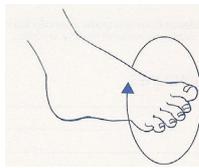


45° COMO MÁXIMO.

• **Abducción – Aducción.**



• **Pronación – Supinación.**



• **Hacia adelante y hacia atrás.**



• **Levantar la rodilla.**



TRIPLE FLEXIÓN.

• **Hacia fuera.**



ADUCCIÓN Y
ABDUCCIÓN DE
CADERA.

9. ¿Conoce los grados óptimos para estos movimientos? Especifíquelos para los movimientos seleccionados anteriormente. (No se ha comentado nada).

10. ¿Existe algún tipo de medida restrictiva que se deba saber en estos movimientos? Comente todas las que considere oportunas y de vital importancia.

- EL MOVIMIENTO DEBE SER PROGRESIVO Y LENTO, COMENZAR CON 10° DE DIFERENCIA (MÁS O MENOS) E IR AUMENTANDO.

- OJO CON LA SUJECIÓN DEL PACIENTE PUES EL MOVIMIENTO PASIVO INTERVENDRÁ EN LA CARGA DEL PESO.

11. Por último, comente cualquier conocimiento que no se haya mencionado acerca de este aparato y sus usuarios. (Uso, protecciones, control del sistema, normativa, viabilidad, similitudes...) SON PACIENTES QUE TENDRÁN LA CIRCULACIÓN ALTERADA Y PUEDE QUE PRESENTEN ÚLCERAS POR DECÚBITO O DE PRESIÓN. SERÍA INTERESANTE QUE ESTA ADAPTACIÓN ESTUVIERA CUBIERTA DE MATERIAL ANTIESCARAS PARA PROTEGER LAS ZONAS DE PRESIÓN DEL PACIENTE.

g.1.2) Encuesta para usuarios.

(Encuesta realizada a Jorge Delgado Ramajo, el día 11/07/2014).

ENCUESTA SOBRE PLANOS INCLINADOS.

Los planos inclinados son un tipo de producto de apoyo para personas discapacitadas o bien para personas que necesitan realizar ciertos ejercicios en rehabilitación. Gracias a ellos se consiguen diversas ventajas entre las que destacamos el refuerzo de articulaciones y músculos, la mejora de la respiración y la minimización del riesgo de deformidades y complicaciones.

La idea es diseñar una aplicación mecánica para aportar nuevas funcionalidades prácticas a los ya existentes planos inclinados. El objetivo es crear un punto de inflexión entre unos tratamientos y otros, tanto para ejercicios de rehabilitación como para personas discapacitadas; consiguiendo así una adaptación más suave entre los mismos.

Esta encuesta está enfocada a usuarios y/o pacientes que hayan utilizado personalmente un plano inclinado, que los conozcan e incluso hayan trabajado con ellos. Por ello, necesitamos que proyecte sus opiniones en esta encuesta para conocer con más detalles las necesidades del paciente y/o usuario.

1. ¿Piensa que los planos inclinados son buenos para rehabilitación?

Son muy buena herramienta, ya que permiten al usuario tanto la bipedestación como la simulación del movimiento del paso, además de la colocación vertical del paciente con los beneficios que lleva para el sistema circulatorio, la musculatura de la espalda y las piernas.

2. ¿Qué le ha aportado haber sido o ser usuario de ellos? Comente aspectos médicos, psicológicos y/o fisiológicos.

Fisiológicos: lo comentado en el punto anterior.

Aspectos médicos: no sabría que decir, no soy médico y ninguno me ha evaluado la evolución

referente al uso del plano. Pero tal vez podría indicar la disminución de espasmos musculares durante su utilización.

Aspectos psicológicos: la sensación de volver a estar “de pie”, con sujeción segura sin peligro de caerte fue una experiencia bastante agradable.

3. ¿Ha obtenido u obtiene algún beneficio gracias a su uso que de otra manera no hubiera podido? En caso afirmativo, cite cuáles.

Principalmente la bipedestación, ya que el aparato es muy seguro.

4. ¿Ha necesitado o necesita ayuda para hacer uso del plano inclinado?

Yo no, soy totalmente independiente. Pero he visto a gente dependiente que lo ha usado y nunca vi que tuvieran ningún problema.

5. ¿Cómo se le ocurre que podría mejorar la funcionalidad de los planos inclinados? Por ejemplo: nuevas aplicaciones, mejor y más cómodo control de movimientos,...)

Para personas tetraplégicas, que también tuviera movimientos en los brazos. Otra idea podría ser hacer que la pierna rotara hacia dentro y hacia fuera. También que intentara abrir y cerrar la pierna para los abductores/adductores.

6. ¿Cuánta importancia le da a que el plano inclinado en su conjunto le permitiera, sin ayuda, mover ligeramente las extremidades inferiores del cuerpo (pies, tobillos, rodillas...)? (0-Nada, 5-Mucha): Mucha. Explique por qué:

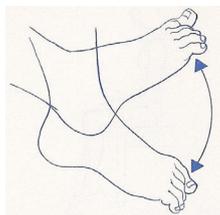
Mucha, ya que no es necesaria la intervención de ningún fisioterapeuta para ello.

7. ¿Existe para usted algún/os punto/s de su cuerpo que no permitiría dejar en manos de una máquina de este tipo? ¿Por qué?:

Sí, la movilización del cuello (vértebras cervicales), ya que es una parte que necesita más precisión de movimiento, sobre todo a nivel C1-C3.

8. ¿Cuál de estos movimientos opina que serían satisfactorios para su organismo? Seleccione cuantos desee y explique el motivo o los motivos de su elección.

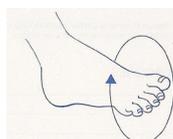
• Flexión – Extensión.



• Abducción – Aducción.



• Pronación – Supinación.



- Hacia adelante y hacia atrás.



- Levantar la rodilla.



- Hacia fuera.



Cualquier movimiento que realice una máquina de este u otro tipo en las personas con discapacidad son muy necesarios y satisfactorios para el usuario, ya que no se necesita ayuda para usarlos (para personas independientes) ni ningún conocimiento específico para realizarlo.

9. ¿Podría mencionar algún otro movimiento que no se haya reflejado en la encuesta y que sea de vital importancia para usted? En caso afirmativo indíquelo y comente por qué.

A nivel de miembros inferiores no, ninguno.

10. Comente, en el caso de que así fuere, los motivos por los que no seleccionó alguno de los movimientos de la pregunta 8:

Nada que comentar.

11. Por último, si tiene algo más que añadir que no se haya reflejado en la encuesta, puede hacerlo aquí:

El aparato en sí me parece muy bueno, pero sería interesante poder añadirle un sistema de control de velocidad, para que el movimiento pudiera ser más lento en determinadas ocasiones. Esto es debido a que muchos futuros usuarios puede que hayan estado mucho tiempo sin mover las articulaciones, con lo cual pueden estar más anquilosadas, desgastadas,.... y puede que un “movimiento muy brusco” en un principio no sea el más correcto. Por eso la idea de poder ponerle velocidades.

También para pacientes con un nivel de espasmos alto, al principio sería conveniente empezar más despacio para luego ir aumentando la velocidad paulatinamente.

