

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE BIPEDESTADOR PARA PACIENTES CON PERDIDA DE MOVILIDAD

Alumno: Angúsola Jimenez-Eguizabal, Martín

Director: Campa Gómez, Francisco Javier

Curso: 2017/2018

Fecha: Bilbao, 16 de Julio de 2018

RESUMEN

Actualmente en el departamento de I+D de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao se está desarrollando un chaleco motorizado cuyo objetivo es ayudar a la realización de ejercicios de recuperación de movimiento a pacientes que han sufrido un ictus, más específicamente los movimientos en los que participa el torso.

A raíz de este proyecto, surge la necesidad de crear una estructura, que simule el funcionamiento de un bipedestador, para poder realizar las pruebas del chaleco y de esta manera asegurar el correcto funcionamiento del producto.

Este trabajo presenta el diseño y posteriormente la fabricación de una estructura de bipedestación, cuyo fin será mantener a una persona en posición vertical. Especialmente diseñado para pacientes que sufren de pérdida parcial de movilidad. La estructura será fabricada con perfiles cuadrados de aluminio y plástico de impresión 3D.

Bipedestador, perdida de movilidad, posición vertical, ictus.

ABSTRACT

Currently the R&D department of the Higher Technical School of Engineering of Bilbao is developing a motorized vest whose purpose is to help in the execution of movement recovery exercises to patients who have suffered a brain stroke, more specifically for the movements in which the upper torso participates.

As a result of this project, the need arises to create a structure, which simulates the behaviour of a standing frame, to be able to carry out the tests of the vest and in this way to assure the correct behaviour of the product.

This work presents the design and later the fabrication of a standing structure, whose purpose will be to keep a person upright. Especially designed for patients suffering from partial loss of mobility. The structure will be manufactured with square aluminium profiles and 3D printing plastic.

Standing frame, loss of mobility, upright, brain stroke.

LABURPENA

Gaur egun Bilboko Ingeniaritzako Goiko Eskola I+D-etako departamentuan garatzen ari da txaleko motorizatuta bat, zeinen helburua iktusa sufritu duten pazienteentzako mugimendu errekupeazio ariketa errealizazioari laguntzea den, espezifikokiago gorputz-enborrak parte hartzen duen mugimenduak.

Proiektu honen ondorioz, agertzen da txalekoko probak egin ahal izateko egitura, bipedestador bateko funtzionamenduaren alegia egiten duena, produktuaren funtzionamendu zuzena honela ziurtatzeko.

Lan honek diseinua aurkezten du eta geroago bipedestacion-etako egiturako fabrikazioa, zeinen helburua pertsona bat posizio bertikalean mantentzea izango den. Bereziki higikortasuneko galera partzialeko gaitza duten pazienteentzat diseinatuta. Egitura egingo da aluminioko profil karratuekin eta 3D inprimatze plastikoarekin.

Higikortasuneko galduta, Bipedestador, posizio bertikala, iktusa.

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 1 |
| LABURPENA..... | 2 |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 4 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2. CONTEXTO..... | 6 |
| 3. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO..... | 7 |
| 4. REQUERIMIENTOS..... | 7 |
| 5. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO | 8 |
| 5.1 INVESTIGACION..... | 8 |
| 5.2 IDENTIFICACION DE RECURSOS | 8 |
| 5.3 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA..... | 9 |
| 5.4 FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA..... | 10 |
| 5.4.1 PERFIL PARA LA ESPALDA..... | 10 |
| 5.4.2 ENSAMBLAJE DE RODILLAS | 12 |
| 5.5 ACCESORIOS..... | 14 |
| 5.5.1 MESA | 15 |
| 5.5.2 ESPALDA..... | 15 |
| 5.5.3 RODILLAS..... | 16 |
| 5.5.4 MANILLAS..... | 16 |
| 6. SISTEMA DE FIJACION DE LAS PIEZAS..... | 17 |
| 7. TAREAS Y DIAGRAMA DE GANTT..... | 18 |
| 7.1 TAREAS..... | 18 |
| 7.2 DIAGRAMA DE GANTT..... | 19 |
| 8. DESCARGO DE GASTOS | 21 |
| 9. CONCLUSIÓN | 23 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 24 |
| ANEXO 1 | 26 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Estructura principal..... | 9 |
| Ilustración 2: Barra circular incorporada al lateral | 11 |
| Ilustración 3: Planta estructura con perfil espalda | 11 |
| Ilustración 4: Pieza unión rígida en cruz | 11 |
| Ilustración 5: Perspectiva perfil para la espalda | 12 |
| Ilustración 6: Ensamblaje rodillas | 13 |
| Ilustración 7: Pieza unión tres perfiles en cruz | 13 |
| Ilustración 8: Sección agarre rodilla tornillo | 14 |
| Ilustración 9: Mesa..... | 15 |
| Ilustración 10: Pieza para espalda | 15 |
| Ilustración 11: Pieza para rodillas | 16 |
| Ilustración 12: Foto manillas..... | 16 |
| Ilustración 13: Sistema de fijación de pieza..... | 17 |
| Ilustración 14: Cilindro para repartir presión | 17 |
| Ilustración 15: Corte sistema de fijación pieza | 17 |
| Ilustración 16: Diagrama de Gantt..... | 20 |
| Ilustración 17: Vistas estructura en el taller | 23 |
| Ilustración 18: Vistas diseño bipedestador..... | 23 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Planificación proyecto..... | 19 |
| Tabla 2: Partida de horas internas | 21 |
| Tabla 3: Partida de amortizaciones..... | 21 |
| Tabla 4: Partida gastos..... | 22 |
| Tabla 5: Descargo total de gastos | 22 |

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo se desarrollará en dos partes. En primer lugar, una vez definidas las características que la estructura debe cumplir, se procederá al diseño de la misma en CAD. En segundo lugar, y con el diseño ya terminado, se comenzará con la fabricación del bipedestador en el taller interdepartamental de la escuela.

El objetivo principal del bipedestador, es mantener a una persona en posición vertical por medio de tres agarres. El primero se encontrará por delante de las rodillas, y el segundo y el tercero estarán posicionados en la cintura, uno delante y otro detrás del paciente.

Los movimientos que ejecutara el chaleco a la hora de realizar los ejercicios de rehabilitación consisten en giros y en inclinaciones hacia delante y atrás y hacia los lados de la cadera. Por ello es muy importante que la estructura no tenga ningún elemento que pueda obstaculizar este movimiento. Esta es la razón por la que los agarres no deberían de estar situados a una altura superior a la cintura.

Debido a la diferencia de altura y tamaño dependiendo de la persona, también cobrara gran importancia en el proyecto, que algunos elementos de la estructura se puedan regular de forma que se pueda adaptar a diferentes personas.

La estructura principal, que es la encargada de recoger todos los esfuerzos generados, y transmitirlos al suelo, será fabricada en perfiles de dimensión 40x40 de aluminio. Mientras que los accesorios, agarres y elementos móviles, serán impresos en 3D.

Por otro lado, los agarres dispondrán también de materiales acolchados, para garantizar el confort del paciente y de esta forma evitar posibles rasguños e incomodidades, que se puedan generar entre la estructura y el paciente, debido a los movimientos a la hora de realizar los ejercicios de rehabilitación.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en el desarrollo del proyecto, es utilizar en la medida que sea posible los materiales ya disponibles en el taller de la escuela y de esta forma abaratar el coste final del proyecto.

2. CONTEXTO

Se dice bipedestador a aquella estructura que es capaz de mantener a una persona en postura de bipedismo (sobre sus dos piernas), sin que la persona tenga que hacer ningún tipo de esfuerzo adicional.

La postura bipodal del ser humano, es fruto del correcto funcionamiento del sistema neuromotor. El mal funcionamiento o la asimetría en alguno de los músculos que participan en dicha postura conlleva a un desequilibrio postural, que puede producir la imposibilidad de mantener una postura erguida (Metodo SPRT, 2014). La posibilidad de bipedestación asistida por dispositivos ergonómicos, es considerada un derecho para la población con discapacidades que le impiden mantenerse de pie (Vithas, 2014).

Este trabajo, a la hora de realizar el diseño de la estructura, se va a centrar principalmente en las necesidades de pacientes que han sufrido un ictus.

El ictus es un conjunto de enfermedades que afectan a los vasos sanguíneos que alimentan el cerebro, es el equivalente a un infarto, pero en el cerebro. Esta enfermedad es un problema de salud más frecuente e importante de lo que buena parte de la población piensa, ya que puede resultar altamente incapacitante y mortal. En la actualidad, es la primera causa de discapacidad grave en el adulto (tanto física como intelectual) y de dependencia; la segunda causa de muerte en España y la primera en la mujer española (Federación Española de ictus, 2018).

En nuestro país, el ictus afecta cada año a unas 130.000 personas, de las cuales 80.000 fallecen o quedan con alguna discapacidad. Más de 300.000 españoles presentan alguna limitación en su capacidad funcional, tras haber sufrido un ictus. Y, desde el punto de vista económico, el ictus supone entre el 7% y el 10% del gasto sanitario (Observatorio del Ictus, 2018).

En la actualidad, el único tratamiento para hacer frente a estas discapacidades físicas, es la recuperación de movilidad por medio de diferentes tipos de ejercicios, que implican a las zonas afectadas. Además, la inversión en proyectos de ingeniería relacionados con la biomedicina cada vez es mayor, lo que justifica la importancia de este trabajo.

3. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO

El objetivo principal del proyecto es conseguir la fabricación de una estructura que sea capaz de soportar a una persona, con una capacidad de movilidad limitada, en postura vertical. Para ello debe cumplir los siguientes objetivos:

- Crear un diseño válido de bipedestador que sea posible su montaje en la escuela. Para ello deben tenerse en cuenta los materiales y los medios disponibles en el taller, y a partir de ahí crear un diseño de forma que se minimicen los gastos.
- Realizar el diseño del bipedestador en SolidWorks. De esta forma, se asegura la compatibilidad, para facilitar la colaboración entre todos los que participan en el proyecto.
- Adaptar el diseño para que sea compatible con el chaleco de rehabilitación. La razón principal para la realización de este proyecto es que sirva de complemento para el proyecto del chaleco motorizado. Por ello el diseño de la estructura tiene que centrarse en satisfacer todos los requerimientos que exija el chaleco motorizado.
- Fabricación de la estructura desde cero, con los materiales disponibles en el taller. A partir del diseño final del bipedestador, se procederá a la fabricación y al montaje del mismo, de forma que demuestre la validez del diseño realizado.

4. REQUERIMIENTOS

Además, la estructura deberá cumplir una serie de requerimientos impuestos por factores como la propia naturaleza del proyecto, las características del taller y las exigencias del proyecto del chaleco motorizado.

- La estructura debe ser lo suficientemente rígida para ser capaz de aguantar, en posición vertical, a una persona con pérdida de movilidad.
- El diseño debe de hacerse en SolidWorks.
- Los materiales utilizados para la estructura serán perfiles de aluminios y los materiales disponibles en el taller de la escuela: ABS y ABS+.
- El bipedestador debe de ser compatible con el chaleco, del que se quieren realizar las pruebas.
- Varias partes de la estructura deben de ser móviles, para que se pueda adaptar a personas de diferentes tamaños. El número de piezas móviles define la calidad y el grado de complejidad del proyecto.
- Las piezas fabricadas en 3D por características de la impresora no podrán superar unas dimensiones de 254x254x305mm

5. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO

5.1 INVESTIGACION

Actualmente en el mercado hay una gran variedad de bipedestadores, estos podrían clasificarse en dos grandes grupos: móviles y fijos.

Los bipedestadores móviles están diseñados para tratar que los pacientes puedan hacer una vida lo más normal posible. El diseño es similar a las sillas de ruedas, pero en posición vertical y varias de ellas tiene la opción de ajustarse a dos posturas: vertical y postura sentada.

Los fijos están más enfocados para el ámbito médico, ya que ciertos ejercicios de rehabilitación es muy beneficioso realizarlas en postura bipodal. En este trabajo la estructura que se va a diseñar y fabricar pertenece al segundo grupo.

El precio del mercado va desde 1500€ para los más básicos hasta los 6000€ para los que ofrecen la opción de usarse tanto como bipedestador como para silla de ruedas.

5.2 IDENTIFICACION DE RECURSOS

Los recursos que se van a utilizar para la realización del proyecto son, por un lado, el programa SolidWorks para el diseño en CAD de la estructura y, por otro lado, todos los materiales que estén disponibles en el taller interdepartamental de la escuela. De los materiales del taller los mas interesantes para este proyecto son:

- Perfiles cuadrados de aluminio de dimensiones 40x40.
- Escuadras, tornillos y tuercas.
- Plástico de impresión en 3D: ABS y ABS+

A su vez, para manipular estos materiales, será necesaria la utilización de una sierra de perfiles metálicos y una impresora 3D, ambos facilitados por el taller interdepartamental de la escuela.

5.3 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura principal consiste en una base formada por tres perfiles en forma de U, unidos rígidamente por escuadras. De la base, salen cuatro perfiles en posición vertical, que hacen la función de columnas y serán las encargadas de transmitir las cargas al suelo. Por encima de estas cuatro barras, se encuentra la parte superior de la estructura, que consiste en tres perfiles en forma de H.



Ilustración 1: Estructura principal

Las características principales del bipedestador son las siguientes:

- Soporte a la altura de la cintura acolchado y de altura regulable.
- Mesa de profundidad regulable con protecciones laterales.
- Soporte de rodillas acolchados de anchura, profundidad y altura regulables.
- Soporte de espalda acolchado de profundidad regulable.

5.4 FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

5.4.1 PERFIL PARA LA ESPALDA

Una de las principales dificultades a la hora de realizar el diseño de la estructura, es el diseño del movimiento del perfil responsable de sujetar al paciente por la espalda. Este perfil debe tener dos grados de libertad. El primero, regula la profundidad del perfil para ajustarse a las dimensiones del paciente y el segundo, es un giro, cuyo eje de rotación debe situarse en uno de los laterales derechos de la estructura principal.

De esta forma, el paciente accederá a la estructura con el perfil en posición vertical. Una vez dentro, el perfil girará hasta ocupar la posición horizontal. Con el perfil ya en esa posición, se regulará la profundidad del perfil hasta ajustarlo a la espalda del paciente. Finalmente se anclará al lateral de la estructura por medio de una escuadra, quedando perfectamente fijado.

Trasladar este concepto al diseño de la estructura es complicado debido a la gran complejidad que supone el realizar, el mencionado giro, tomando un perfil cuadrado como eje de rotación. Los perfiles cuadrados funcionan muy bien para uniones rígidas, pero si se quiere realizar una unión que permita el movimiento entre dos perfiles la complejidad aumenta.

Por ello se ha decidido incorporar a uno de los laterales de la estructura, una barra circular de aluminio, de forma que haga función de eje de rotación y facilitando de esta manera el movimiento, ver ilustración 2.

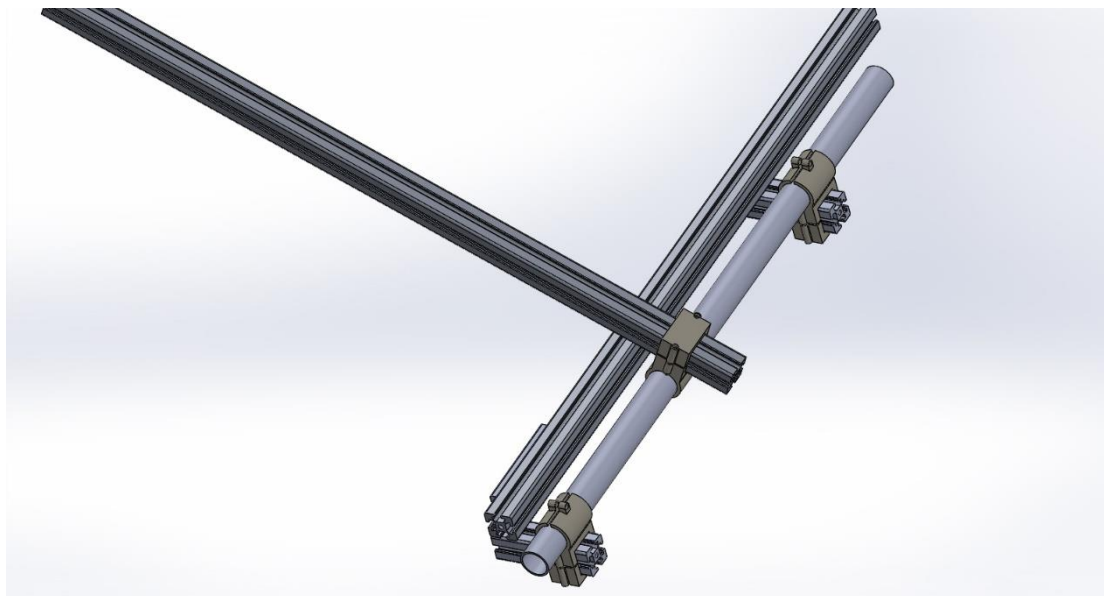


Ilustración 2: Barra circular incorporada al lateral

El tubo circular está unido al perfil en el lateral por medio de dos uniones rígidas en cruz, ver ilustración 4. Un tercer conector en cruz, se utilizará para unir el tubo al perfil que debería moverse, dejando una holgura de forma que el movimiento sea posible. Un tornillo permite regular la holgura de forma que se pueda fijar o dejar libre el perfil para permitir el movimiento.

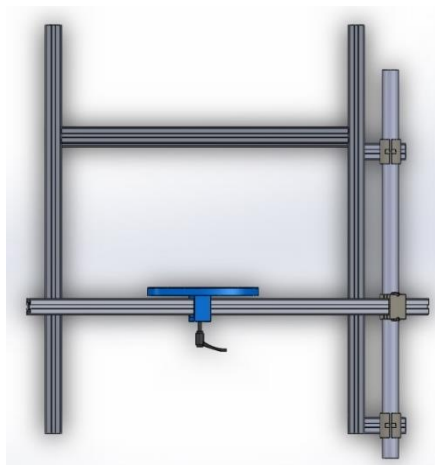


Ilustración 3: Planta estructura con perfil espalda

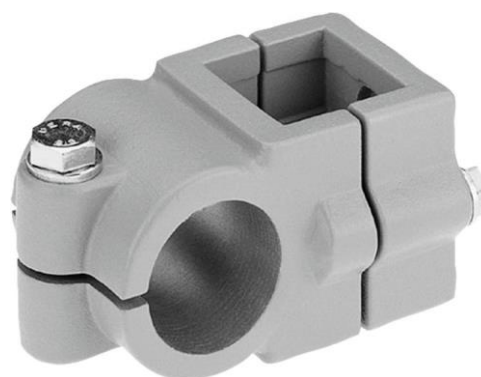


Ilustración 4: Pieza unión rígida en cruz

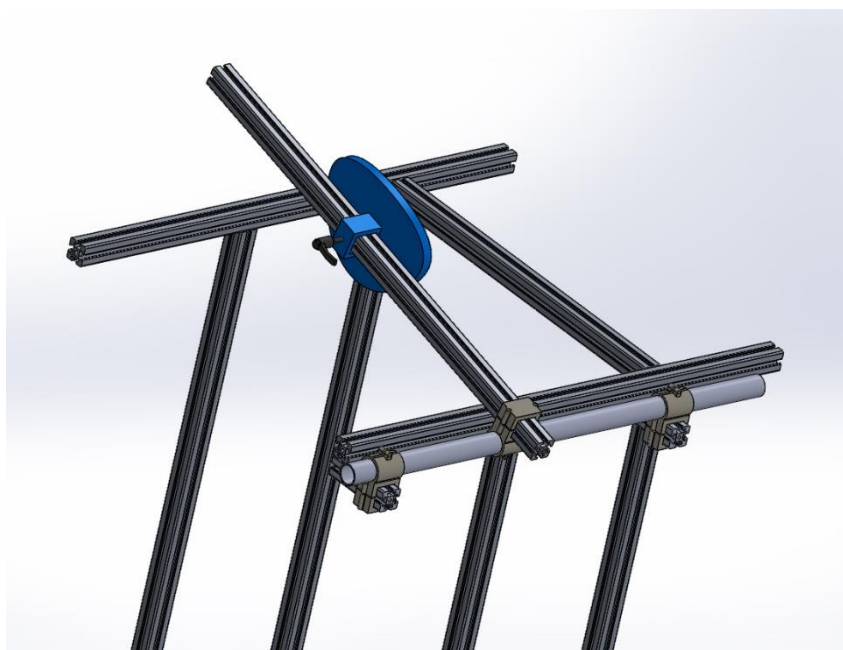


Ilustración 5: Perspectiva perfil para la espalda

5.4.2 ENSAMBLAJE DE RODILLAS

Otra zona de dificultad es el ensamblaje de las rodillas. La posición de las rodillas juega un papel crucial a la hora de mantener de forma correcta al paciente. El agarre para las rodillas debe ajustarse con gran precisión a las rodillas del paciente. Para ello el agarre debe ser regulable en tres direcciones: altitud, anchura y profundidad.

Con este fin se ha diseñado una pieza que funcionara como unión en cruz, ver ilustración 7, se dejará una pequeña holgura en uno de los lados de forma que, un tornillo que atraviesa la pieza ejercerá presión sobre el perfil, cuando se apriete, provocando que la pieza quede fija. Por otro lado, si se afloja el tornillo, la pieza quedará libre y podrá moverse para regular la posición respecto al perfil.

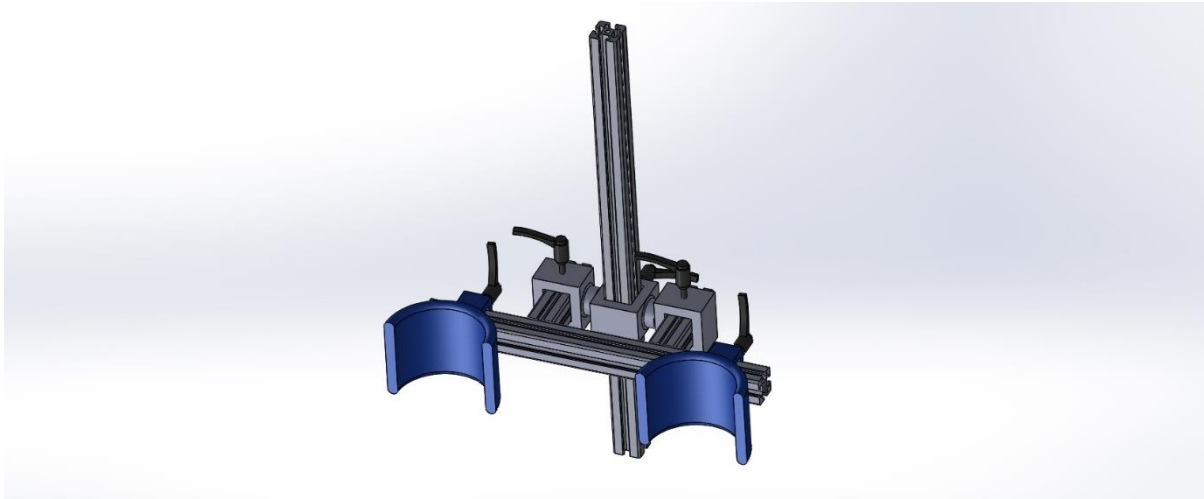


Ilustración 6: Ensamblaje rodillas

De esta forma, con esta pieza se podrá regular tanto la altura como la profundidad de las rodillas. A los tornillos responsables de ejercer presión sobre la pieza, se les añadirá unas manillas de forma que sea más cómodo aflojar y apretar los tornillos, ver la ilustración 6.

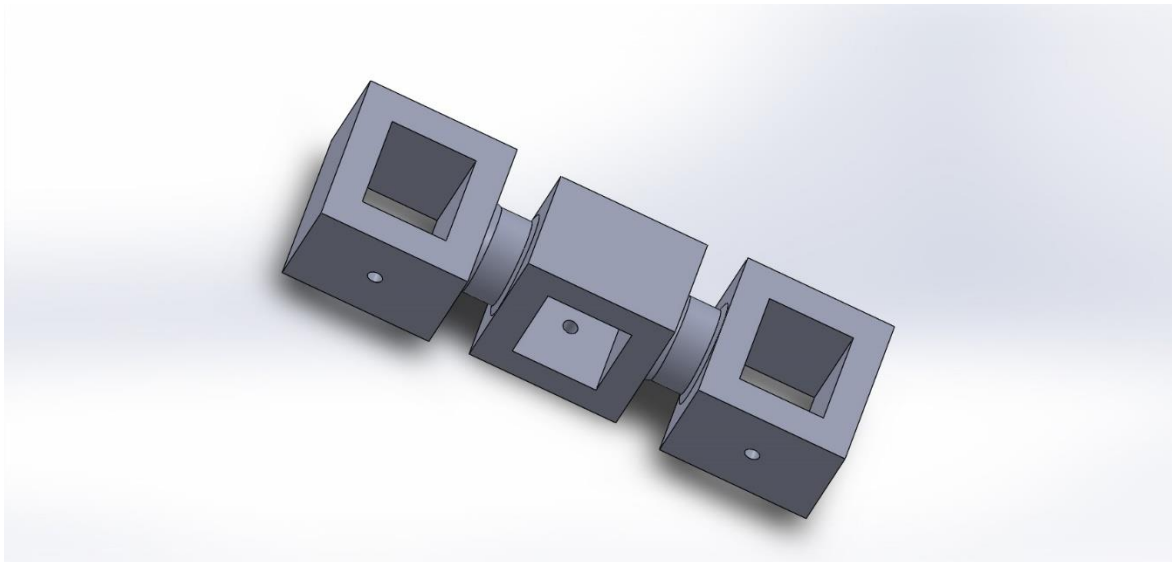


Ilustración 7: Pieza unión tres perfiles en cruz

Para regular la anchura de las rodillas se utilizará el mismo sistema, cada rodilla podrá moverse a lo largo de un perfil horizontal. Las manillas en cada pieza permitirán dejar fija o mover de izquierda a derecha la pieza a gusto del paciente.

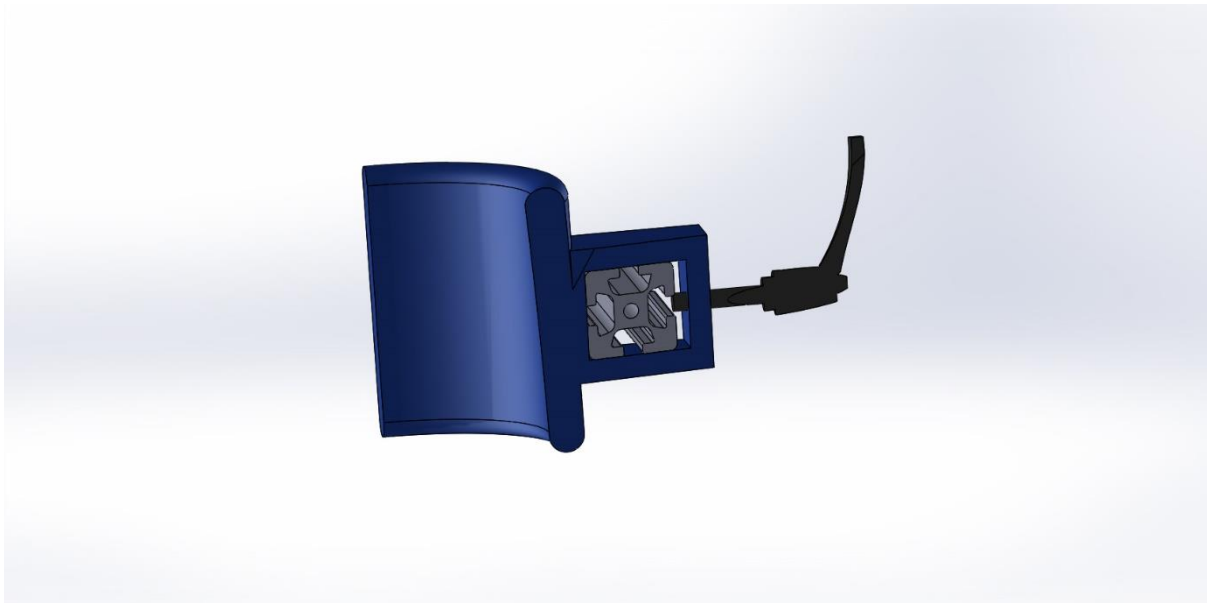


Ilustración 8: Sección agarre rodilla tornillo

5.5 ACCESORIOS

Además de las piezas mencionadas anteriormente, el bipedestador dispondrá de una serie de accesorios, fabricados en plástico de impresión en 3D, que se acoplarán a la estructura principal de perfiles.

5.5.1 MESA

Se colocará una mesa en la parte delantera del bipedestador. La mesa dispondrá de unas barreras laterales facilitar el almacenaje de objetos en la misma y se anclará por la parte de abajo, por medio de tornillos.

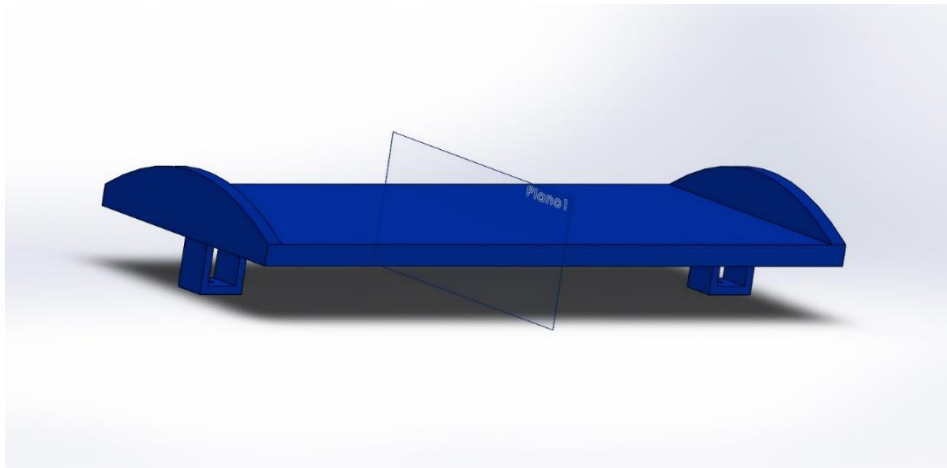


Ilustración 9: Mesa

5.5.2 ESPALDA

La pieza que sujetará la espalda también será fabricada en plástico ABS. Esta diseñado de forma que la parte superior de la pieza es más ancha que la inferior para aumentar la comodidad. La posición se podrá regular hacia la derecha o hacia la izquierda, por medio del sistema de presión anteriormente explicado.

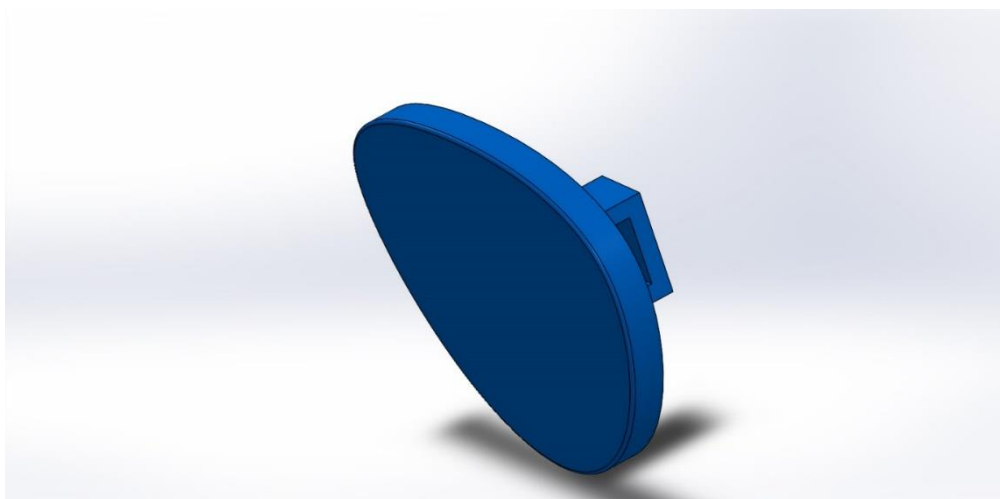


Ilustración 10: Pieza para espalda

5.5.3 RODILLAS

Las dos piezas para las rodillas están diseñadas de tal forma que se pueden situar tanto justo por delante de la rótula como por debajo de ella. Como ya se ha explicado antes, es la pieza con más grados de libertad y puede regularse en tres direcciones.

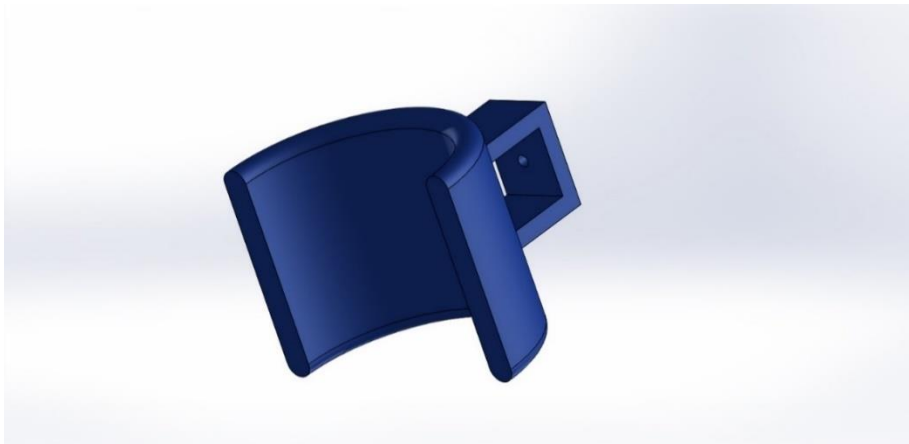


Ilustración 11: Pieza para rodillas

5.5.4 MANILLAS

Las manillas como ya se ha explicado antes, tienen la función de fijar o permitir la movilidad de las piezas. Al girar la manilla el tornillo aumentara la presión sobre el perfil de aluminio impidiendo que la pieza se mueva. Las manillas son las únicas piezas que se han comprado exclusivamente para este proyecto. Esto es debido a que resultaba más barato y sencillo comprar las piezas que imprimirlas por 3D.



Ilustración 12: Foto manillas

6. SISTEMA DE FIJACION DE LAS PIEZAS

Tal como se ha explicado con anterioridad, las piezas en el bipedestador quedaran fijas o móviles dependiendo de la presión que ejerza el tornillo del manillar contra ellas. En este apartado se explicará con más detalle todo lo relacionado con este sistema.

El plástico para impresión en 3D no es adecuado para hacer agujeros roscados, debido a que, con el uso, al ser un material blando la rosca se ira desgastando. Por ello se alojará en un hueco, en la cara interior de la pieza, una tuerca M8 que irá pegada con pegamento especial a la pieza (tuerca en color rojo en la ilustración 15). De esta forma aseguramos la durabilidad de la rosca.

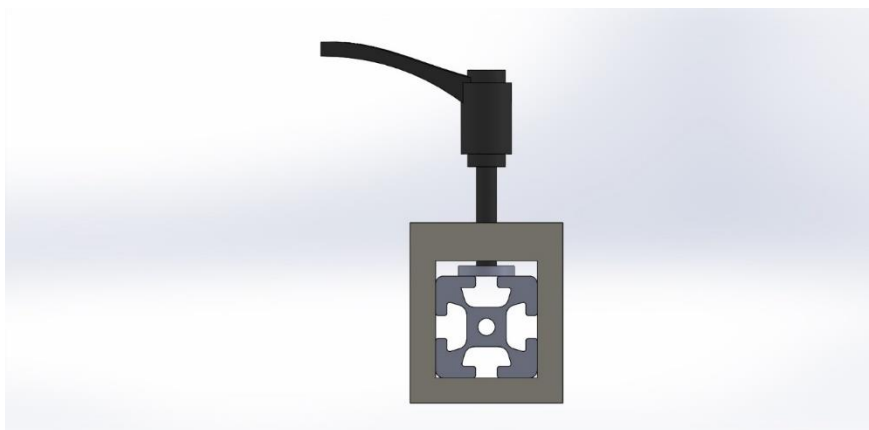


Ilustración 13: Sistema de fijación de pieza

Por otro lado, se ha diseñado una pequeña pieza, de forma cilíndrica, con un diámetro mayor al del tornillo del manillar, cuya función será repartir la presión que ejerce el tornillo sobre el perfil, y de esta manera mejorar la fijación de la pieza, ver ilustración 14.

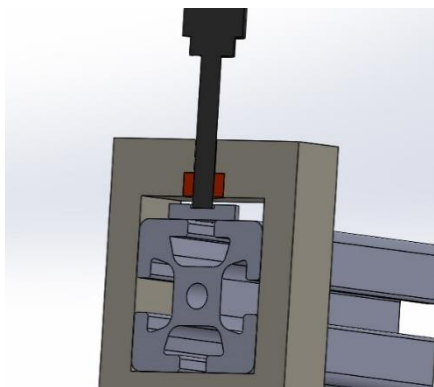


Ilustración 15: Corte sistema de fijación pieza

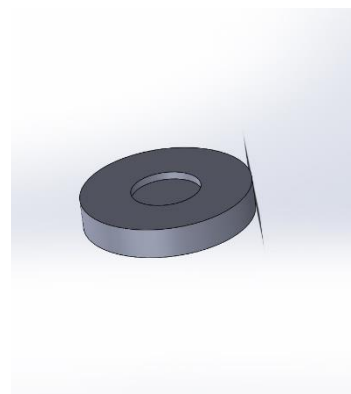


Ilustración 14: Cilindro para repartir presión

7. TAREAS Y DIAGRAMA DE GANTT

7.1 TAREAS

El trabajo se divide principalmente en 5 tareas. En este apartado se enumerarán en el orden en el que se han ido realizando durante el proyecto.

T.1. ESTADO DEL ARTE

El estado del arte es la primera etapa del proyecto. Esta tarea consiste en recopilar toda la documentación e información posible antes de la realización del diseño de la estructura. Será de gran importancia también, adquirir un conocimiento preciso del proyecto del chaleco motorizado de forma que los dos proyectos desde el primer momento sean compatibles.

T.2. DISEÑO CONCEPTUAL

En esta tarea se definen las características básicas de la estructura. Se realiza el primer boceto en el que quedarán reflejadas las dimensiones principales: altura, anchura, largura. Consiste solamente en un diseño preliminar, que sirva para entender el funcionamiento del bipedestador y posteriormente para facilitar su diseño en Solidworks.

T.3. DISEÑO DE DETALLE

En el diseño de la estructura se fijarán las dimensiones finales de la estructura, así como el tipo de unión entre los perfiles y los agarres. También se concretará el funcionamiento de la estructura, de forma que queden definidos en el diseño todos los elementos que vayan a ser móviles en la estructura final.

T.4. FABRICACIÓN Y MONTAJE

Una vez con el diseño ya definido comenzará el proceso de fabricación y montaje de la estructura de forma que se demuestre la validez del diseño. Una vez los accesorios y los agarres salgan fabricados de la impresora 3D se procederá a montarlos en la estructura principal formada por los perfiles metálicos.

T.5. REDACCIÓN DEL TRABAJO

Esta tarea consiste en documentar la memoria del proyecto, donde se describe todo el proceso seguido a la hora de realizar el proyecto. También se aporta documentación necesaria para la completa definición de la estructura, de forma que en el futuro alguien pueda fabricar otro bipedestador a partir de este documento.

7.2 DIAGRAMA DE GANTT

La planificación del proyecto queda reflejada en el diagrama de Gantt.

| Nombre de la tarea | Duración | Inicio | Finalizar | Predecesoras |
|-----------------------------------|----------|----------|-----------|--------------|
| fabricación y diseño bipedestador | 102d | 25/02/18 | 16/07/18 | |
| Diseño | 44d | 25/02/18 | 25/04/18 | |
| boceto | 7d | 25/02/18 | 05/03/18 | |
| boceto en Solidworks | 14d | 06/03/18 | 23/03/18 | 3 |
| diseño en Solidworks | 16d | 26/03/18 | 16/04/18 | 4 |
| estructura principal | 2d | 26/03/18 | 27/03/18 | |
| diseño perfil cierre | 3d | 28/03/18 | 30/03/18 | 6 |
| diseña mesa | 1d | 02/04/18 | 02/04/18 | 7 |
| diseño espalda | 3d | 03/04/18 | 05/04/18 | 8 |
| diseño cintura | 2d | 06/04/18 | 09/04/18 | 9 |
| rodillas | 5d | 10/04/18 | 16/04/18 | 10 |
| corrección errores | 7d | 17/04/18 | 25/04/18 | 5 |
| Fabricación | 36d | 26/04/18 | 14/06/18 | |
| fabricacion estructura principal | 10d | 26/04/18 | 09/05/18 | 12 |
| adecuar piezas a estructura final | 6d | 10/05/18 | 17/05/18 | 14 |
| enviar piezas para fabricacion | 14d | 18/05/18 | 06/06/18 | 15 |
| montar piezas | 5d | 07/06/18 | 13/06/18 | 16 |
| detalles finales | 1d | 14/06/18 | 14/06/18 | 17 |
| Trabajo escrito | 22d | 17/06/18 | 16/07/18 | |
| Investigación | 5d | 17/06/18 | 21/06/18 | |
| inicio trabajo escrito | 5d | 22/06/18 | 28/06/18 | 20 |
| índice | 1d | 22/06/18 | 22/06/18 | |
| introduccion, contexto | 2d | 25/06/18 | 26/06/18 | 22 |
| resumen | 2d | 27/06/18 | 28/06/18 | 23 |
| estado del arte | 2d | 29/06/18 | 02/07/18 | 24 |
| metodologia | 7d | 03/07/18 | 11/07/18 | 25 |
| conclusion | 2d | 12/07/18 | 13/07/18 | 26 |
| formato | 1d | 16/07/18 | 16/07/18 | 27 |

Tabla 1: Planificación proyecto

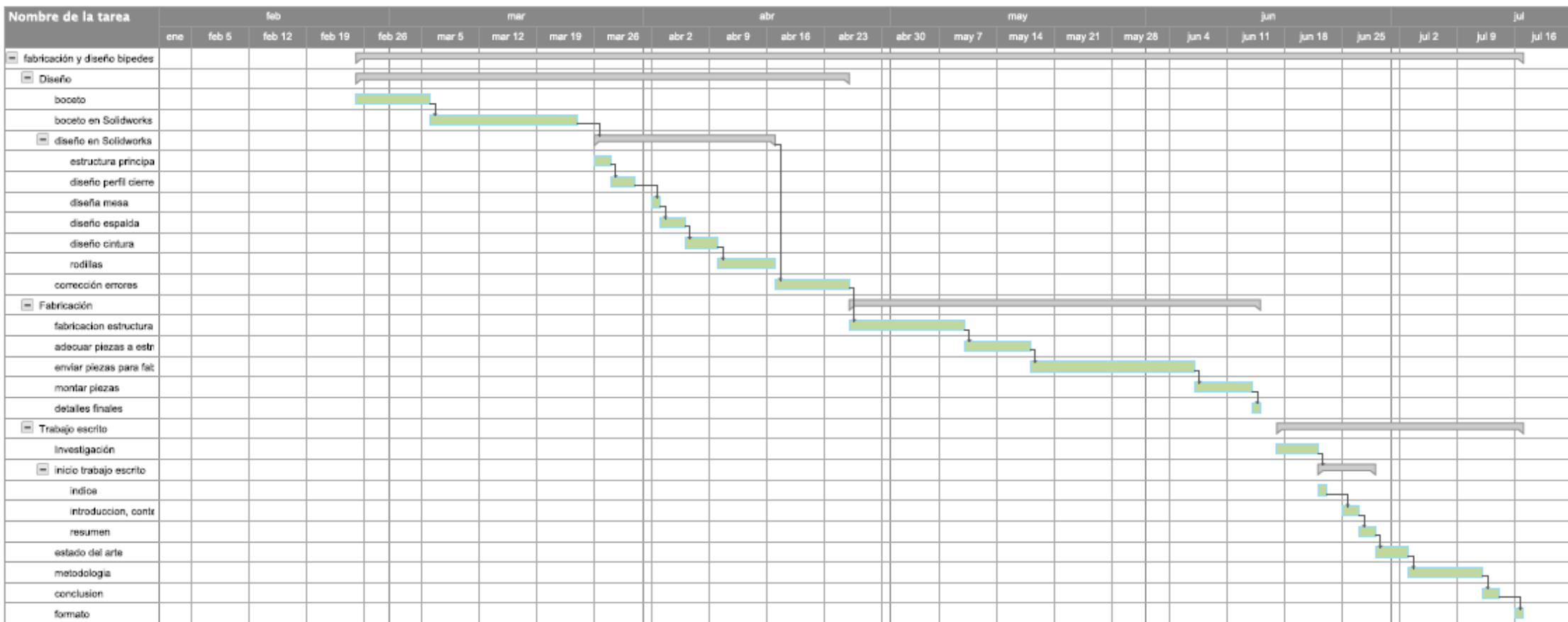


Ilustración 16: Diagrama de Gantt

8. DESCARGO DE GASTOS

En este apartado se presenta el descargo de gastos del proyecto, desglosando cada partida y finalmente haciendo un balance del gasto total.

- **HORAS INTERNAS**

En esta tabla quedan reflejadas el gasto por horas internas de todos los que han participado en el proyecto

| RECURSOS | UNIDADES | COSTE UNITARIO | N.º DE UNIDADES | COSTE TOTAL |
|-----------------------|----------|----------------|-----------------|-------------|
| DIRECTOR DEL PROYECTO | horas | 40€/hora | 30 horas | 1200€ |
| ALUMNO INTERNO | horas | 10€/hora | 180 horas | 1800€ |
| TECNICO LABORATORIO | horas | 30€/hora | 2 horas | 60€ |

Tabla 2: Partida de horas internas

Subtotal horas internas: 3060€

- **AMORTIZACIONES**

En este apartado se incluyen los gastos debidos a los equipos utilizados en el proyecto.

| RECURSOS | COSTE | VIDA ÚTIL | COSTE UNITARIO | USO PROYECTO | COSTE TOTAL |
|---------------------------|-------|-----------|----------------|--------------|-------------|
| ORDENADOR PORTATIL | 450€ | 5 años | 0,01027€/hora | 100 horas | 1,027€ |
| LICENCIA SOLIDWORKS | 100€ | 1 año | 0,01142€/hora | 90 horas | 1,028€ |
| IMPRESORA 3D | 1000€ | 10 años | 0,01142€/hora | 5 horas | 0,0571€ |
| SIERRA PERFILES METALICOS | 1000€ | 10 años | 0,01142€/hora | 6 horas | 0,0685€ |

Tabla 3: Partida de amortizaciones

Subtotal amortizaciones: 2,1806€

- **GASTOS**

En esta partida se contempla el gasto debido a los materiales utilizados en el proyecto.

| RECURSOS | UNIDADES | COSTE UNITARIO | N.º UNIDADES | COSTE TOTAL |
|-------------|----------|----------------|--------------|-------------|
| ABS y ABS + | kg | 300€/kg | 1.5kg | 450€ |
| PERFILES | kg | 7,5€/kg | 20 kg | 150€ |
| MANILLARES | - | 3,72€/unidad | 8 unidades | 29,76€ |
| TUERCAS | - | 1€/unidad | 8 unidades | 8€ |

Tabla 4: Partida gastos

Subtotal gastos: 637,76€

- **GASTOS TOTALES**

Tomando los gastos indirectos (luz, agua, etc.) como el 5% de los gastos directos, el descargo de gastos totales queda reflejado en la siguiente tabla.

| CONCEPTO | GASTO TOTAL |
|------------------------|--------------------|
| HORAS INTERNAS | 3060€ |
| AMORTIZACIONES | 2,1806€ |
| GASTOS MATERIAL | 637,76€ |
| SUBTOTAL | 3.699,9406€ |
| COSTES INDIRECTOS (5%) | 184,997€ |
| TOTAL | 4.006,935€ |

Tabla 5: Descargo total de gastos

Cabe destacar que, al ser un proyecto de diseño y fabricación de un producto, la partida con mas peso es la referente a las horas internas, representando casi un 80% del gasto total.

9. CONCLUSIÓN

En este apartado se detallan los resultados que se han logrado, así como las conclusiones, una vez terminado el proyecto:

- Se ha construido un bipedestador capaz de mantener a una persona promedio en posición vertical. La movilidad de los agarres y los accesorios permiten una fácil adaptación a personas de diferente tamaño y peso.
- El diseño queda reflejado en los planos y en los ficheros y ensamblajes en Solidworks de forma que puedan servir de guía tanto para futuros proyectos en los que sea necesaria la fabricación de una nueva estructura como para fabricar recambios o realizar modificaciones a la misma estructura.
- El proyecto ha tenido una duración de 102 días, con comienzo el día 25/02/18 y quedando finalizado el día 16/07/18.
- El proyecto ha tenido un coste total de 4.006,94€



Ilustración 18: Vistas diseño bipedestador

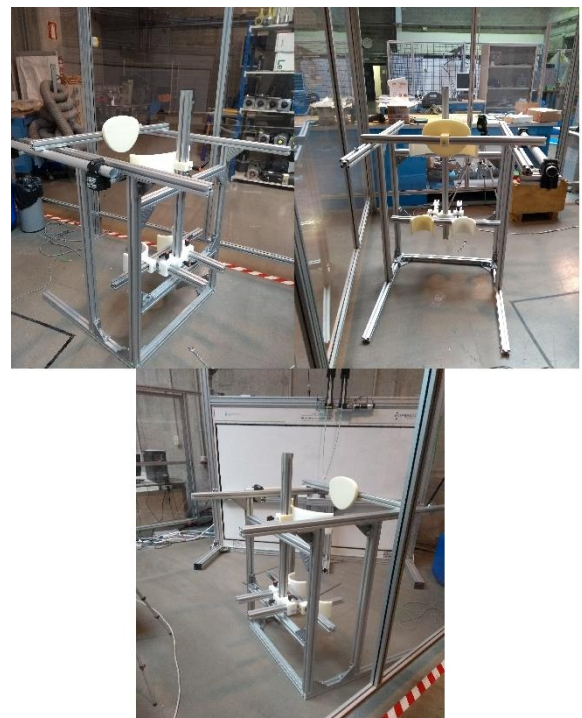


Ilustración 17: Vistas estructura en el taller

BIBLIOGRAFÍA

- Federacion Española de ictus. (2018). Ictus: un problema socio-sanitario.
- Metodo SPRT. (2014). Sistema Neuromotriz.
- Observatorio del Ictus. (2018). *Que es el ictus*.
- Quiñones-Argote, K., Robayo-Torres, A., & Garcia-Torres, A. (2013). Diseño de un prototipo de bipedestador para pacientes pediátricos con espina bífida. *Revista de la Facultad de Medicina*, 423-429.
- Vithas. (2014). *Sistemas y beneficios de la bipedestación temprana en neurorehabilitación*.



ANEXO 1

PLANOS

