



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Rediseño de una férula ortopédica para rehabilitación de la muñeca

MEMORIA PRESENTADA POR:

DAVID ESPLUGUES CALABUIG

GRADO DE INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y
DESARROLLO DE PRODUCTO

Autor: ESPLUGUES CALABUIG, David

*Tutor: ESQUERDO LLORET, Tomás Vicente
EIXERES TOMÁS, Beatriz*

Curso: 2015-16

Resumen

En la rehabilitación de pacientes que han sufrido lesiones en las extremidades superiores es habitual emplear férulas ortopédicas. En pacientes con pérdida de movilidad en la muñeca se requiere un sistema que permita la regulación controlada de la posición.

Este trabajo se centra en mejorar una férula para pacientes que requieren rehabilitación de muñeca.

Una de las tareas necesarias es conocer los productos existentes y sus características. Esto permitirá realizar un diseño de una férula ortopédica que presente comodidad y fácil manejo. Uno de los aspectos más importantes que se ha tenido en cuenta es que el sistema de accionamiento debe facilitar la flexión palmar y dorsal de la muñeca en distintas posiciones necesarias para el proceso de rehabilitación.

Summary

In the rehabilitation of patients who have suffered injuries in the upper extremities it is common to use orthopedic splints. For patients with limited mobility on their wrist, a system that allows controlled regulation of the position is required.

This work aims to improve a splint for patients in need of a wrist rehabilitation.

One of the necessary tasks is to know the existing products and their characteristics. This would allow us to carry out a design of an orthopedic splint that presents comfortability and an easy use. One of the most important aspects that have been taken into consideration is drive system, which should facilitate the palmar and dorsal flexion of the wrist on different positions needed for the rehabilitation process.

Resum

En la rehabilitació de pacients que han patit lesions en les extremitats superiors es habitual emprar fèrules ortopèdiques. En pacients amb pèrdua de la mobilitat en la nina es requereix un sistema que permeti la regulació controlada de la posició.

Aquest treball es centra en millorar una fèrula per a pacients que requereixen rehabilitació en la nina.

Una de les tasques necessàries es conèixer els productes existents i les seues característiques. Això permet realitzar un disseny de una fèrula ortopèdica que presenti comoditat i fàcil maneig. Un dels aspectes més importants que s'ha tingut en compte és que el sistema d'accionament ha de facilitar la flexió palmar i dorsal de la nina en distintes posicions necessàries per al procés de rehabilitació.

Palabras clave

Férula, ortopedia y rehabilitación

Keywords

Splint, orthopedic, rehabilitation

Paraules clau

Fèrula, ortopedia, rehabilitació

ÍNDICE

ÍNDICE	5
1. MEMORIA DESCRIPTIVA	7
1.1 ANTECEDENTES	8
1.2 OBJETO DEL ESTUDIO	8
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	8
1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES.....	9
1.5 FUNCIONES DE PRODUCTO	12
1.6 DISEÑOS PROPUESTOS	15
1.7 SELECCIÓN DEL DISEÑO FINAL	21
1.8 VIABILIDAD TÉCNICA Y FÍSICA	28
1.9 VIABILIDAD ECONÓMICA.....	30
1.14 CONCLUSIONES.....	32
1.15 FUENTES DE INFORMACIÓN	33
ANEXOS.....	35
2. PLIEGO DE CONDICIONES	37
2.1 PLIEGO DE CONDICIONES INICIALES.....	38
2.2 PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES.....	40
2.3 PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS	43
2.4 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.....	51
3. ESTUDIO DE MERCADO	53
4. BOCETOS REALIZADOS.....	81
5. NORMAS DE APLICACIÓN.....	87
6. ERGONOMÍA	89
6.1 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	90
6.2 TOMA DE MEDICIONES	93
6.3 ANÁLISIS DE CARGA QUE EJERCE LA MANO	94
7. MATERIALES	95
7.1 MATERIALES UTILIZADOS.....	96
7.2 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCION DE MATERIALES.....	96
7.3 PROPIEDADES GENERALES DE LOS MATERIALES.....	97
8. PROCESOS DE FABRICCIÓN.....	101
8.1 PROCESOS DE FABRICACIÓN UTILIZADOS	102

8.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EMPLEADO	102
8.3 UNIONES.....	103
9. ESQUEMA DE DESMONTAJE DEL PRODUCTO.....	105
10. DIAGRAMA SISTÉMICO	107
11. DIMENSIONADO PREVIO	111
12. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	117
13. PROTOTIPADO.....	125
13.1 CONTRUSCCIÓN DE ELEMENTOS	126
13.2 COLOCACIÓN DE LA PIEZA Y GENERACION DE SOPORTES.	127
13.3 EJECUCIÓN DEL PROTOTIPADO	130
14. PRUEBAS DE COLOR	133
15. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	137
16. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES (PERT)	143
17. MANUAL DE INSTRUCCIONES.....	147
17.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES.....	148
17.2 IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	148
17.3 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	149
17.4 INSTRUCCIONES PARA EL DESEMBALAJE	151
17.5 INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y/O ENSAMBLAJE	152
17.6 INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO.....	154
17.7 INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO	155
17.8 INSTRUCCIONES DE REPARACIÓN.....	156
17.9 INSTRUCCIONES PARA LA RETIRADA.....	157
18. ELEMENTOS NORMALIZADOS	159
19. ELEMENTOS COMERCIALES Y SEMIELABORADOS.....	165
20. MÁQUINAS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES PARA FABRICACIÓN	169
21. MÁQUINAS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES PARA ENSAMBLAJE	173
22. PLANOS	177
22.1 PLANOS DE CONJUNTO	178
22.2 PLANOS DE SUBCONJUNTO.....	178
22.3 PLANOS DE DESPIECCE	178
23. BIBLIOGRAFÍA.....	179

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 ANTECEDENTES

La circunstancia más significativa por la cual se origina el presente proyecto es la rehabilitación de un paciente después de una operación en la muñeca izquierda tras perder la movilidad en un accidente de automóvil. Debido a la férula ortopédica articulada suministrada por el hospital y las continuas incomodidades sufridas por el usuario, se pretende realizar un rediseño de una férula ortopédica para su rehabilitación.

1.2 OBJETO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objeto la definición y descripción de un rediseño de una férula ortopédica para muñeca, que mejore las condiciones habituales de uso y las necesidades propuestas por el usuario de este producto.

Se estudian las carencias ergonómicas que puedan encontrarse y se plantearán soluciones. Se propone un sistema de accionamiento para que facilite la regulación de la posición de la férula en las distintas posiciones necesarias de la rehabilitación.

Se hace uso de software de diseño específico para facilitar el estudio (modelización en 3D y análisis del comportamiento estructural) así como el aspecto estético del producto final.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Se estudian las carencias encontradas en la férula proporcionada por el hospital y en el resto de modelos actuales encontrados en el mercado. Debido a que existen muy pocos modelos de férulas ortopédicas articuladas para este determinado tipo de rehabilitación, se pretende realizar un modelo que cumpla y mejore las necesidades que demandan los usuarios.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES

En medicina, una férula es un dispositivo o estructura de metal, madera, yeso o termoplástico que se aplica con fines generalmente terapéuticos. Las más usadas son para tratamientos de fracturas o como complemento de cirugías ortopédicas, en rehabilitación como parte de terapia ocupacional y en odontología.

Los pacientes que han sufrido un accidente y han perdido la movilidad en la muñeca requieren de una férula ortopédica articulada con una regulación controlada del movimiento, ya que para su rehabilitación es necesaria una inspección regular en centro hospitalario, consultas externas por el médico y/o fisioterapeuta, para llevar a cabo este proceso de forma satisfactoria. Para ello, se requiere de una férula que permita la flexión palmar y dorsal de la articulación, debido a que es necesario un cambio de posición periódicamente cada 2 horas. Este cambio en la posición de la muñeca consigue un aumento leve, pero progresivo, de la movilidad: ángulo de flexión. Dado que la recuperación es un proceso que requiere llevar la férula casi las 24 horas del día y puede durar muchos meses, la comodidad, la ergonomía y facilidad de manejo, son aspectos determinantes para este tipo de producto.

Según el paciente la férula suministrada por el hospital, presenta diversas carencias en aspectos ergonómicos y de uso:

- Origina heridas. Provocadas por rozaduras con los límites de la férula, es decir, en la parte inicial y final de la carcasa del antebrazo y en la parte inicial y final de la carcasa de la mano, debido a que no tienen ningún tipo de acolchamiento interno en esas zonas "Figura1".



Figura 1. Muestra de rozaduras

- Empleo de tornillería. Es necesario llevar consigo un kit de acoples “Figura 2” para modificar el ángulo de la muñeca respecto al antebrazo. La variación del ángulo se realiza mediante tornillos de distinta longitud. En ocasiones esto requiere ayuda por una tercera persona o disponer de destreza para llevarlo a cabo.



Figura 2. kit de acoples

- Evitar el uso de tornillería para el cambio de posición, incluida llave Allen.
- Debido a su forma voluminosa en su sistema de accionamiento provoca enganches con prendas de vestir o golpes con su uso cotidiano “Figuras 3 y 4”.



Figura 4. Férula ortopédica



Figura 3. Roces con el sistema de accionamiento

- Desequilibrio en el reparto de pesos. El peso de la férula está desproporcionado, ya que los materiales que se emplean en el mecanismo, con relación al resto de materiales empleados en la férula, hacen que recaiga específicamente en su zona exterior “Figura5”.



Figura 5. Desequilibrio en la férula

Las características y propiedades para una férula ortopédica articulada, indicadas se adjuntan según el Pliego de Condiciones Iniciales (P.C.I) que se incluye en el ANEXO 2.1 son:

- Diseño ergonómico.
- Regulable para un rango determinado de movimiento.
- Permitir flexión dorsal.
- Permitir flexión palmar.
- Reducir su tamaño.
- Duradero.
- Resistente al agua y productos de limpieza.
- Resistente a la intemperie.
- Que disponga del menor número de piezas posibles.
- Posibilidad de recambios.
- No disposición de elementos cortantes.

1.5 FUNCIONES DE PRODUCTO

Con el estudio de mercado, Anexo 5, y las condiciones iniciales propuestas, se ha considerado que el producto debe tener la siguiente relación de funciones de uso:

- FUNCIONES PRINCIPALES DE USO

A continuación se exponen las características o propiedades que se requieren al inicio del proyecto

- Diseño ergonómico
- Regulable en un rango determinado de movimiento
- Permitir flexión dorsal
- Permitir flexión palmar
- Permita la realización de la rehabilitación
- Menor número de piezas
- Resistente

- FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO

En este apartado se expone la relación de funciones derivadas del uso según su funcionamiento propio, manipulación y entorno de uso. También las funciones derivadas de productos análogos según Estudio de Mercado, Anexo 3, y otras funciones complementarias.

- Funciones derivadas de uso:
 - Fácil de limpiar.
 - Fácil de manipular.
- Funciones de productos análogos:

Según el estudio de mercado, las diferentes férulas ortopédicas articuladas más vendidas están constituidas por formas simples, son regulables, poseen colores claros y con unos precios variables.
- Otras funciones complementarias de uso:
 - Almohadilla interna para una mejor comodidad.

- FUNCIONES RESTRICTIVAS

Seguidamente se expone las funciones de seguridad, de garantía, reductoras de impactos negativos, industriales, comerciales, de fabricación, de ensamblaje, de montaje por el usuario, de mantenimiento, de reparación y las funciones de retirada.

- Funciones de seguridad en el uso:
 - Las puntas punzantes deben evitarse.
 - Los bordes deben redondearse.
 - El mecanismo de posición debe ser regulable.
 - Los elementos que componen la férula deben ser resistentes a impactos.
 - El mecanismo de cierre de la férula debe ser seguro.
 - La férula debe ir acompañada de instrucciones relativas al uso, montaje y mantenimiento.

- Funciones de garantía de uso
 - Fiabilidad en el uso, los elementos de la férula no rompan antes del cumplimiento de la vida del producto.
 - Disposición de piezas para recambios.

- Funciones reductoras de impactos negativos
 - Acciones del medio sobre el producto, debe poder utilizarse al aire libre.
 - Acciones del producto en el usuario, el usuario al colocarse la férula debe introducir la muñeca y la parte del antebrazo correctamente y con total comodidad, es decir tiene que ser adaptable a las dimensiones del usuario.
 - Acciones del producto en el medio, evitar ralladuras con el mobiliario.

- Funciones industriales y comerciales:
 - Fabricación: Se debe emplear el menor número de operaciones y máximo de elementos normalizados.
 - Ensamblaje: Que contenga el menor número de elementos.
 - Montaje por el usuario: El usuario no debe montar nada, tan sólo acoplarlo a su brazo.
 - Mantenimiento: Los materiales del producto deben de resistir la acción de los productos de limpieza y a las condiciones atmosféricas.

- Reparación: Empleo de elementos estándar.
- Retirada: Intentar que los distintos materiales se puedan reutilizar o reciclar con facilidad.

Se considera que el producto deberá tener la siguiente relación de funciones estéticas:

-FUNCIONES EMOCIONALES

Las funciones relativas a las emociones y estado de ánimo que se pretende comunicar al usuario del producto son estas:

- Debe transmitir comodidad y seguridad.
- Empleo de colores que se mimeticen con el cuerpo humano, no muy llamativos.

- FUNCIONES SIMBÓLICAS

Seguidamente se exponen las funciones relativas al significado y simbolismo que debe representar el productor en el estatus social y cultura del grupo de usuarios al que se destina.

- Sensación de calidad y confort.
- Dirigido a ambos sexos.

1.6 DISEÑOS PROPUESTOS

El estudio parte de diferentes bocetos, véase Anexo 4, de los cuales se han seleccionado aquellos que mejor se adecuan a las necesidades descritas en el apartado 1.4 “Descripción de las necesidades”. Primero se exponen los diseños realizados para la carcasa del antebrazo y seguidamente se muestran los modelos para la elemento de sujeción de la mano.

Cada modelo tiene un mecanismo distinto de anclaje y regulación entre las dos carcasas. En cada propuesta de diseño se describe su funcionamiento.

Para realizar la unión entre piezas se hace uso de tornillería pero siempre utilizando el menor número de elementos posibles, ya que es una de la premisas principales expuestas anteriormente en el apartado “1.4 Descripción de las necesidades”. Se busca además elementos que ocupen un espacio reducido y que puedan realizar la función de manera satisfactoria, minimizando así las dimensiones del producto.

-Diseño antebrazo A:

El mecanismo de anclaje y regulación se encuentra en la parte posterior del antebrazo como se muestra en la "Figura 9". Consta de un agujero central, el cual hace la función de punto pivote con la pieza de sujeción de la mano. Este punto central irá anclado con el resto de piezas mediante un tornillo M4 "Figura6" y una tuerca M4 "Figura7".

La parte de la ranura situada justo encima del agujero central, limita el recorrido de la pieza de sujeción de la mano, tanto hacia arriba como hacia abajo. Ésta va unida con el resto de piezas con un tornillo pasante M4 y sujeto con un mango moleteado con casquillo roscado libre "Figura8", con un diámetro interior M4.



Figura 8. Tornillo M4



Figura 7. Tuerca M4



Figura 6. Mango moleteado M4

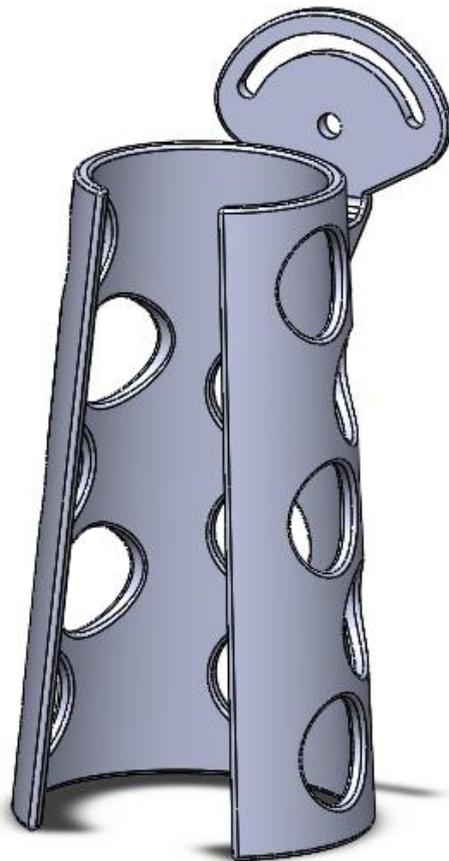


Figura 11. Carcasa antebrazo Diseño A



Figura 10. Vista posterior Diseño A

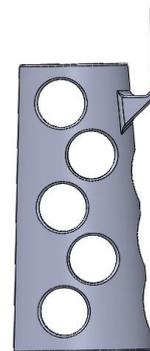


Figura 9. Vista perfil diseño A

- Diseño antebrazo B:

El mecanismo de anclaje y regulación se encuentra en la parte posterior del antebrazo como se muestra en la "Figura 15". Consta de un agujero central, el cual hace la función de punto pivote con la pieza de sujeción de la mano. Este punto central irá anclado con el resto de piezas mediante un tornillo M4 y una tuerca M4.

Justo por encima de este agujero central se encuentran situados otros seis agujeros del mismo tamaño, los cuales realizan la función de regulación del movimiento. Dependiendo del agujero fijado, la muñeca tendrá flexión palmar o flexión dorsal con mayor o menor rango. Esta parte se puede fijar tanto con un tornillo y una tuerca M4 o con un botón de presión "tent pole push button" "Figura12".



Figura 12. "Tent pole push button"

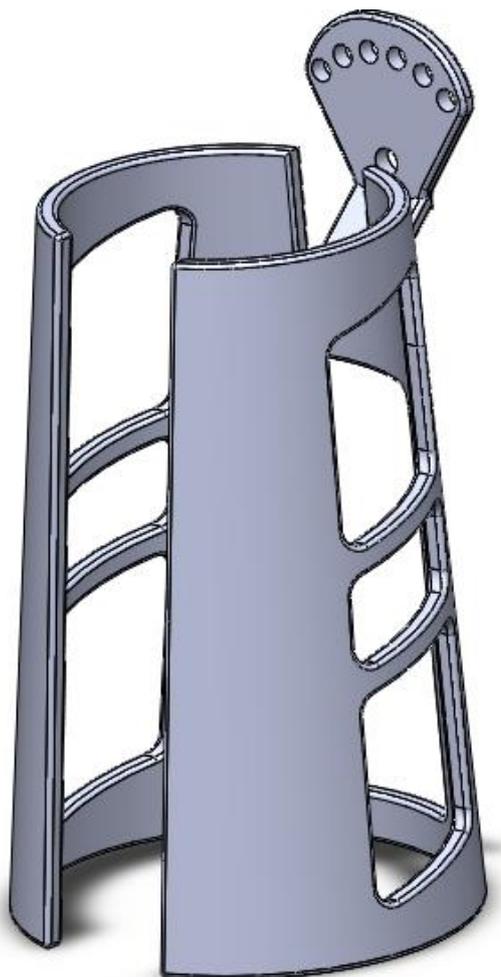


Figura 15. Carcasa antebrazo Diseño B



Figura 14. Vista posterior Diseño B

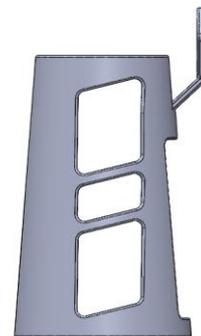


Figura 13. Vista perfil Diseño B

-Diseño antebrazo C:

El mecanismo de anclaje y regulación se encuentra en la parte posterior del antebrazo como se muestra en la "Figura 18". Consta de un agujero central, el cual hace la función de punto pivote con la pieza de sujeción de la mano. Este punto central irá anclado con el resto de piezas mediante un tornillo M4 y un mango moleteado con casquillo roscado libre.

La parte de la ranura situada justo encima del agujero central, limita el recorrido de la pieza de sujeción de la mano, tanto hacia arriba como hacia abajo. Ésta va unida con el resto de piezas con un tornillo pasante M4 y sujeto con un mango moleteado con casquillo roscado libre con un diámetro interior M4.

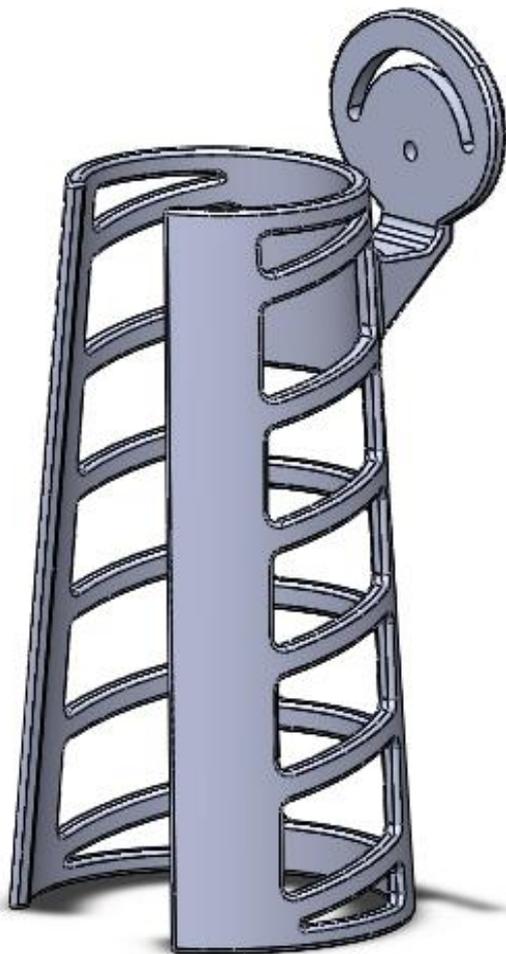


Figura 16. Carcasa antebrazo Diseño C



Figura 17. Vista posterior Diseño C

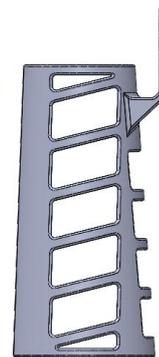


Figura 18. Vista perfil Diseño C

- Diseño mano A:

El diseño del mecanismo de anclaje y regulación para la parte de sujeción de la mano está situado en la parte izquierda de la pieza, ya que este diseño es para el brazo izquierdo y el dedo pulgar tiene que situarse en la parte interna "Figura 19". En caso de ser para el brazo derecho estaría situado al otro lado.

En la plataforma que sobresale por la parte izquierda existen dos agujeros, el situado en la zona inferior servirá para fijarla con un tornillo a la parte del antebrazo y así formar un punto pivote sobre el cual rotará la pieza. Por otro lado, el agujero situado más arriba, mediante un tornillo y un mango moleteado con casquillo libre, servirá para fijar la posición permitiendo de este modo la flexión palmar o dorsal según desee el usuario.



Figura 19. Carcasa mano Diseño A

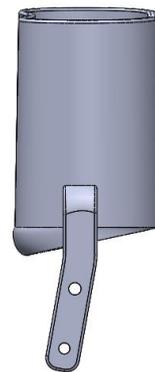


Figura 21. Vista perfil
Diseño A

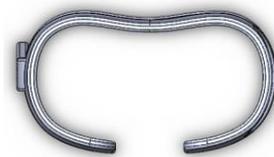


Figura 20. Vista planta
Diseño A

-Diseño mano B:

Este diseño en cuanto a la parte del anclaje y regulación posee una plataforma a su izquierda, en caso de ser el brazo derecho esta plataforma irá ubicada en la parte contraria, de tal forma que siempre quede en el lado externo. Dentro de ésta, existe una cavidad para colocar en su interior un botón de presión “tent pole push button” que hará la función de enganche con la pieza del antebrazo “Figura 22”.

Respecto al agujero situado en la parte inferior de la plataforma serviría para fijarla con un tornillo y una tuerca a la parte del antebrazo y así formar un punto pivote sobre el cual rotará la pieza.

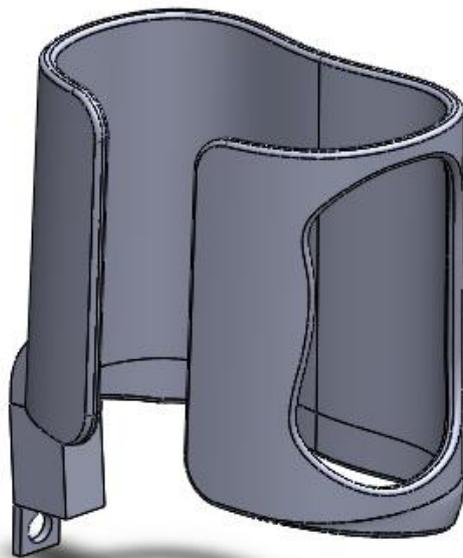


Figura 22. Carcasa mano Diseño B



*Figura 24. Vista perfil
Diseño B*



*Figura 23. Vista
planta diseño B*

1.7 SELECCIÓN DEL DISEÑO FINAL

Para llevar a cabo la elección de la mejor propuesta de la pieza para el antebrazo, se ha realizado un Valor Técnico Ponderado (V.T.P) con las necesidades y su importancia.

Importancia	Factor / Necesidad	Diseño A		Diseño B		Diseño C		Diseño Competencia	
9	Regulable	10	90	6	54	10	90	7	63
10	Flexión palmar	10	100	8	80	10	100	8	80
10	Flexión dorsal	10	100	8	80	10	100	8	80
8	Innovador	7	56	8	64	8	64	6	48
8	Duradero	8	64	7	56	8	64	8	64
7	Atractivo a la venta	7	49	7	49	9	63	6	42
8	Comodidad	8	64	8	64	8	64	8	64
7	Ensamblaje fácil	9	63	6	42	9	63	5	35
6	Mantenimiento	7	42	7	42	6	36	7	42
9	Equilibrado	7	63	6	54	7	63	5	45
9	Peso ligero	8	72	9	81	10	90	5	45
10	Máximo número de posiciones	10	100	5	50	10	100	8	80
10	Manejo fácil por el usuario	9	90	8	80	9	90	7	70
	Total								
	111		953		796		987		758

-Diseño A, VTP: $953/111:10= 0.86$

-Diseño B, VTP: $796/111:10= 0.71$

-Diseño C, VTP: $987/111:10= 0.89$

-Diseño competencia: $758/111:10= 0.68$

No existen grandes diferencias entre las puntuaciones del Diseño A y el Diseño C, esto se debe a que el mecanismo de acción es idéntico en ambos, pero sí que poseen algunas diferencias en cuanto a la geometría de la carcasa del antebrazo. Ésta guarda relación directa con los factores de peso, equilibrio, mantenimiento y atracción a la venta.

De tal modo, que por estos factores, el Diseño C ofrece el mejor resultado en el VTP y por tanto es el diseño seleccionado para la propuesta final.

Para seleccionar la pieza de la mano también se realiza un V.T.P. con las necesidades y su importancia.

Importancia	Factor / Necesidad	Diseño A		Diseño B		Diseño Competencia	
8	Comodidad	8	64	8	64	7	56
9	Peso ligero	8	72	7	63	6	54
8	Duradero	7	56	7	56	7	56
7	Atractivo a la venta	7	49	6	42	6	42
6	Mantenimiento	8	48	8	48	7	42
7	Fácil ensamblaje	9	63	7	49	6	42
10	Máximo número de posiciones	10	100	6	60	8	80
10	Fácil manejo por el usuario	9	100	9	90	6	60
9	Equilibrado	6	54	6	54	5	45
Total							
74			606		526		477

-Diseño A, VTP: $606/74:10= 0.82$

-Diseño B, VTP: $526/74:10= 0.71$

-Diseño competencia: $477/74:10= 0.64$

Se ha elegido el diseño C ya que ha obtenido mayor valor en el V.T.P. Debido a que se ha marcado la diferencia en los factores principales como la comodidad, el número máximo de posiciones, el fácil manejo y ensamblaje.

Por tanto, después de realizar el V.T.P. el diseño para la férula ortopédica se va a centrar en estos dos diseños para las carcasa del antebrazo “Figura 25” y de la mano “Figura 26”:



Figura 25. Carcasa para la mano

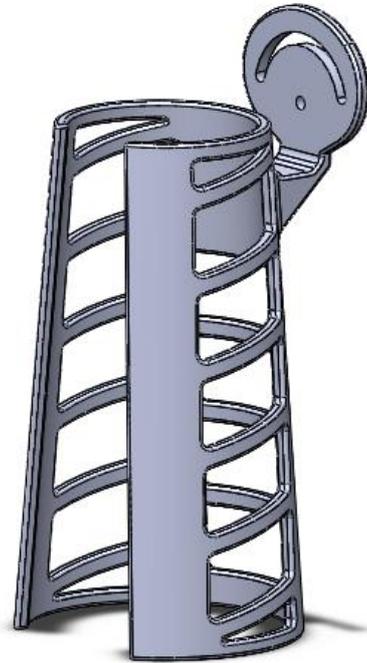


Figura 26. Carcasa para el antebrazo

Además estos dos son compatibles en el ensamblaje empleando tornillos y tuercas, como empleando tornillos y mangos moleteados con casquillo roscado libre. Utilizando estos últimos se va a realizar el ensamblaje ya que es la forma más cómoda de realizarlo, y teniendo en cuenta la posterior utilización por el usuario, va a ser la manera más sencilla de realizar el cambio de posición palmar a dorsal y viceversa. Los elementos elegidos para la realización del ensamblaje son:

- Tornillo cabeza cilíndrica M4x12mm.
- Mango anclado con casquillo roscado pasante H1018 M4.

Una vez elegida la propuesta final y los elementos para su ensamblaje, cabe mencionar que para un ajuste completo al antebrazo y a la mano es necesario el empleo de velcro. De tal forma que en el diseño del antebrazo, en el diseño de la mano y en velcro se realicen pequeños agujeros de 4mm de diámetro para poder posteriormente con un remache M4 x6mm fijar el velcro a uno de los extremos de la carcasa.

Las propuestas mostradas anteriormente quedarían del siguiente modo incluyendo un velcro en la carcasa de la mano “Figura27” y tres velcros en la carcasa del antebrazo “Figura28”:

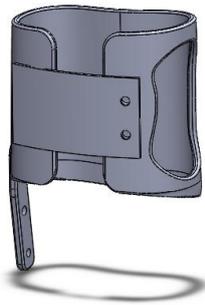


Figura 27. Carcasa mano con velcro

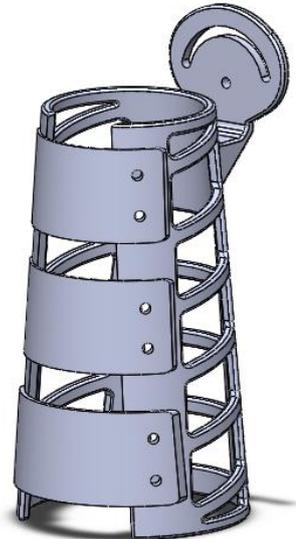


Figura 28. Carcasa antebrazo con velcros

Una vez se obtienen estas piezas se procede a realizar el ensamblaje. Es un ensamblaje sencillo, primero con una remachadora se fija el velcro a las piezas con un remache M4x6mm en los orificios. Segundo, se coloca una almohadilla de gomaespuma con el mismo diseño que la pieza del antebrazo y se pega en el interior del mismo mediante un adhesivo. Tercero, alineamos los orificios que van a servir de punto pivote, pasamos entre ellos un tornillo M4x12mm y por el otro lado lo ajustamos con un mango moleteado con casquillo roscado libre. Por último, realizamos la misma operación alineando la ranura del antebrazo con el agujero superior de la pieza de la mano, pasamos un tornillo M4x12mm y por el otro lado lo ajustamos con otro mango moleteado con casquillo roscado libre. El ensamblaje completo viene explicado al detalle en el Anexo 17.

De tal forma que la propuesta quedaría de esta manera ensamblada “Figura 29”:

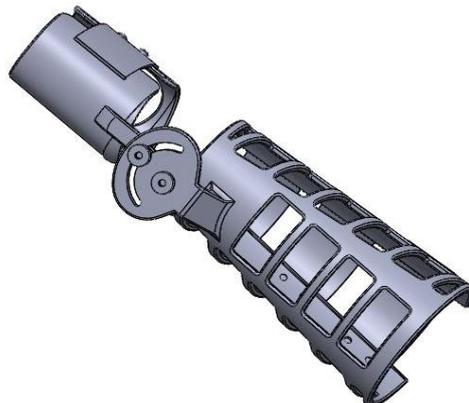


Figura 29. Propuesta final con mangos moleteados

Una vez elegida esta propuesta, se observa que cuando el usuario usa la férula los mangos moleteados, aunque poseen una dimensión reducida, pueden interferir por su forma geométrica en las acciones cotidianas como por ejemplo a la hora de vestirse, comer, trabajar o en cualquier actividad que intervenga el brazo afectado. Por tanto, se piensa una alternativa para sustituir dichos elementos por otros con dimensiones más reducidas.

Como este diseño también admite el empleo de tuercas, mencionado en el apartado anterior, se sustituyen los mangos moleteados por tuercas hexagonales M4. Pero como una de las necesidades iniciales de los usuarios es no emplear herramientas para realizar el cambio de movimiento, en la flexión palmar y dorsal. Se diseña un mango con un aspecto similar a los mangos moleteados “Figuras 30 y 31”. Siendo estos extraíbles, es decir, no se mantendrán incorporados en la férula.

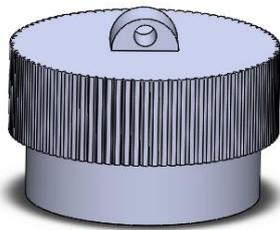


Figura 31. Mango para tuercas M4

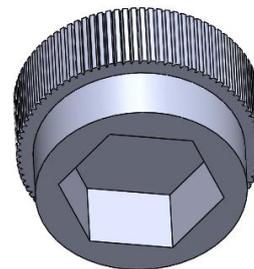


Figura 30. Mango para tuercas M4

El mango será impreso de la misma forma que el resto de las piezas que conforman la férula articulada. En la parte interna del mango existe un orificio con la medida de la tuerca hexagonal, para que colocándola dentro permita roscar con mayor comodidad, facilidad y precisión la tuerca. De este modo, se evita el empleo de un destornillador y una llave inglesa a la hora de apretar y aflojar el mecanismo cuando se pretende cambiar de posición.

En la parte superior del mango dispone de un pequeño agujero para poder pasar por él un llavero, cuerda o engancharlo de la forma que se desee, consiguiendo así extraviar la pieza, el usuario podrá llevarla a todas partes de manera cómoda.

A demás de todo esto en la parte interior de los orificios donde son introducidos los tornillos para realizar el ensamblaje, se realiza una rosca con la misma métrica que la del tornillo para evitar que el tornillo pueda caerse y perderse en caso de un aflojamiento excesivo de la tuerca por parte del usuario “Figuras 32 y 33”.

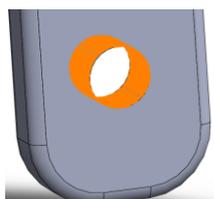


Figura 33. Rosca interior

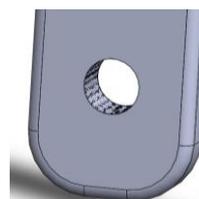


Figura 32. Rosca interior

Estas roscas están presentes en tres orificios de las dos carcasas, concretamente se encuentran en los mostrados a continuación “Figura 34 y 35”:

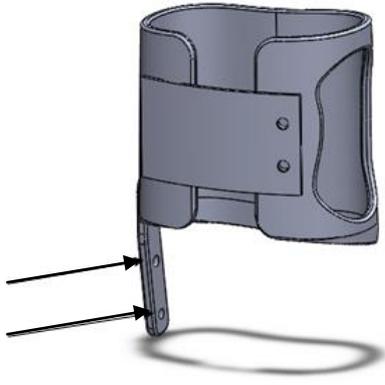


Figura 34. Agujeros con rosca carcasa mano

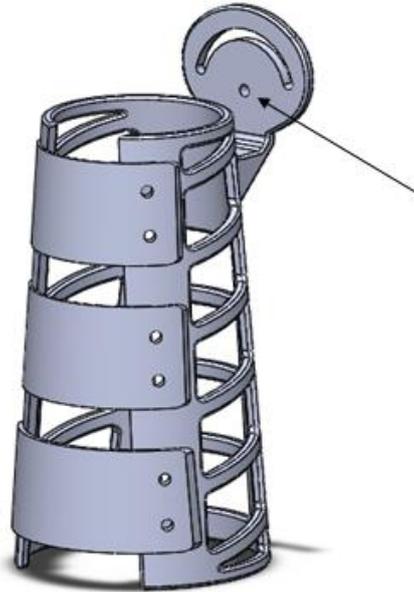


Figura 35. Agujero con rosca carcasa antebrazo

Una vez finalizado todo el perfeccionamiento de la propuesta final y haber realizado los pertinentes cambios en el diseño y ensamblaje, la propuesta definitiva queda de la siguiente manera “Figura 37”. También se muestra el diseño definitivo de una férula para la muñeca derecha, es tan simple como realizar una simetría del producto “Figura 36”.

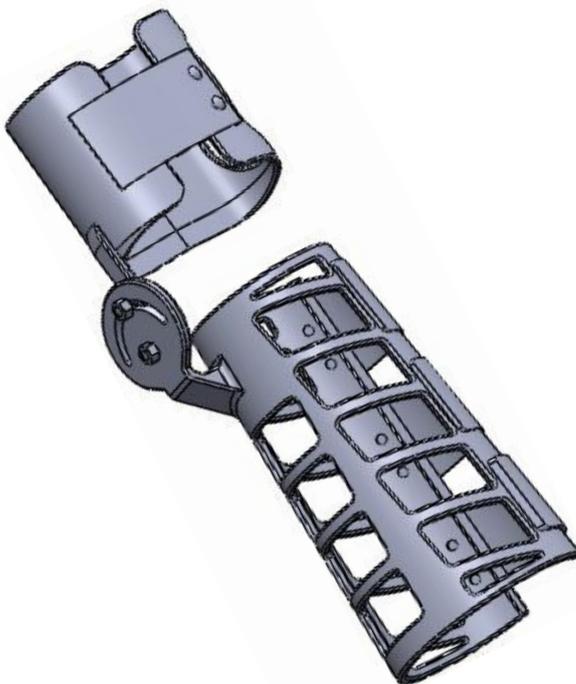


Figura 37. Diseño definitivo de la férula ortopédica

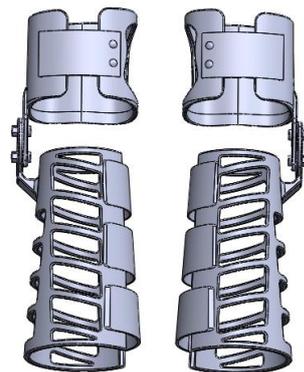


Figura 36. Férula definitiva para muñeca derecha e izquierda

A continuación, se muestra una tabla acompañada de una vista explosionada del diseño final de la férula con sus respectivos elementos que la componen “Figura 38”:

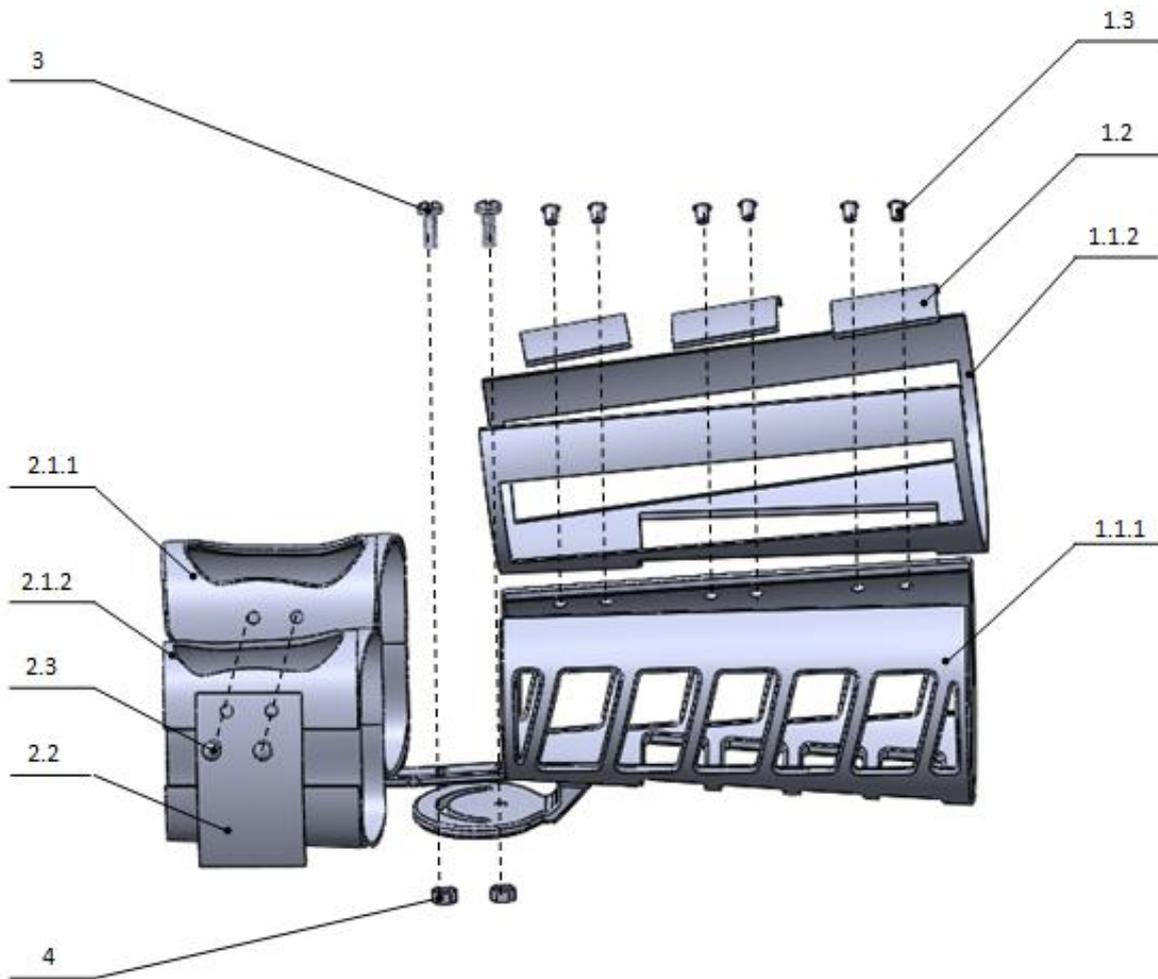


Figura 38. Vista explosionada de la férula ortopédica

Marca	Denominación	Cantidad	Referencia	Material
4	Tuerca	2	CELO 934C8	Acero
3	Tornillo	2	CELO 84	Acero
2.3	Remache mano	2	GESIPA 14589	Aluminio
2.2	Velcro mano	1	VELCRO® 30	Velcro
2.1.2	Protección mano	1	HER 11.131.4	Herbimed perforado
2.1.1	Carcasa mano	1		ABS
1.3	Remache antebrazo	6	GESIPA 14589	Aluminio
1.2	Velcro antebrazo	3	VELCRO® 30	Velcro
1.1.2	Protección antebrazo	1	HER 11.131.4	Herbimed perforado
1.1.1	Carcasa antebrazo	1		ABS

1.8 VIABILIDAD TÉCNICA Y FÍSICA

El presente apartado guarda relación directa con el tipo de material a emplear en la fabricación de la férula, su análisis estructural y la interacción entre las piezas del objeto, ya que son estos puntos dónde se estima si el producto es viable. Los dos primeros apartados vienen dados en el Anexo 7 y Anexo12 respectivamente.

Como se menciona en el anexo de los materiales, se ha elegido como material principal el Acrilonitrilo Butadieno Estireno, en adelante ABS, para la realización de la carcasa del antebrazo (1.1.1) y para la carcasa de la mano (2.1.1). Esto se debe a que es uno de los materiales más empleados en la impresión 3D y además presenta unas características y propiedades mecánicas idóneas para la fabricación de dichas piezas. Estas propiedades están incluidas en el anexo mencionado. El ABS proporciona que el producto sea tenaz, duro, rígido, con resistencia química y a la abrasión.

Otras de las comprobaciones que se debe realizar para saber si el producto es viable técnica y físicamente, es realizar un análisis estructural. Este análisis viene detallado en el Anexo 12. Tras realizar dicho análisis se comprueba que simulando las posibles cargas y restricciones que puede ejercer el usuario de la férula, el objeto se comporta de manera satisfactoria, es decir, no se rompe ni se deforma. Se debe a que el límite elástico es superior al esfuerzo que tiene que soportar al ejercer las fuerzas y por tanto cumple con el propósito inicial, que el producto sea viable.

Para finalizar la viabilidad técnica y física se realiza un análisis de la interacción entre las piezas de la férula. Como se observa en las siguientes imágenes, no se produce ningún tipo de colisión cuando se ejecuta un cambio de movimiento durante la flexión palmar y dorsal, ya que la disposición de las piezas se ha estudiado para que no se intersecten entre ellas ni con el usuario. “Figuras 39, 40, 41 y 42”.

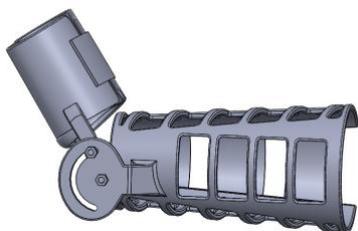


Figura 39. Perfil interacción palmar

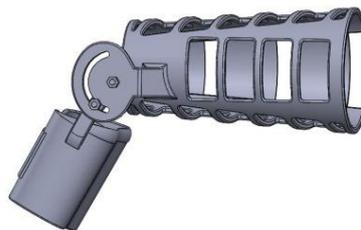


Figura 40. Perfil interacción dorsal

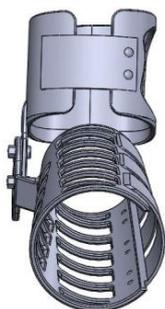


Figura 41. Interacción palmar

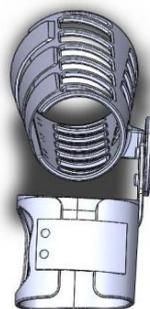


Figura 42. Interacción dorsal

En el estudio realizado para que las piezas de la férula no originen ningún tipo de interferencias se ha tenido en cuenta las dimensiones antropométricas de la mano y el antebrazo, ya que a partir de éstos se debe estudiar la disposición de los elementos del producto. Esto viene detallado en el Anexo 6.

1.9 VIABILIDAD ECONÓMICA

Para realizar la viabilidad económica del producto, se ha de tener en cuenta una serie de factores: el tiempo y coste de la impresión de cada pieza, la inversión inicial, el coste de un operario, el coste de la materia prima y el coste de las máquinas y herramientas.

Actualmente en el mercado de las impresoras 3D se encuentran una gran variedad de modelos y marcas. Los precios de las impresoras más asequibles de suelen rondar entre 450€ y los 800€. Por otro lado, cuando se necesita impresoras de mayor calidad, generalmente en el ámbito profesional, se pueden encontrar impresoras desde 3.000€ hasta incluso algunas que pueden alcanzar un precio de 40.000€.

Para poder realizar la férula ortopédica articulada y obtener un buen resultado, sería necesaria la adquisición por parte del fabricante de una impresora 3D de ámbito profesional. A partir de aquí, ya depende de lo que se quiera gastar el fabricante.

Por otro lado, el coste del ABS es económico. El precio de una bobina de filamento "Figura 43" de 1 Kg y 1.75mm de diámetro para impresoras 3D ronda los 15€. Además presenta otras características interesantes como pueden ser colores, tamaño de filamento o empleo de materiales reciclables.



Figura 43. Bobina de ABS

Para realizar el acolchamiento interno se emplea Herbimed Perforado. Este producto lo venden distribuidores de productos de centros de fisioterapia, podología y deportivos. Se venden en laminas de 1000x1000x2mm con un precio aproximado de 15€ por lamina. Además se comercializa en color carne para que estéticamente se mimetice con la piel "Figura44".



Figura 44. Herbimed perforado

Tras realizar un presupuesto detallado de todos los costes de la fabricación de la férula ortopédica articulada, Anexo 15, se muestra un pequeño resumen de los costes totales:

- Coste de la materia prima:

Hace un total de 1.15€. Se ha tenido en cuenta el volumen del material empleado en: carcasa antebrazo (1.095€) + carcasa mano (0.54€) + mango para tuerca (0.01€).

Total: $1,095+0,54+0,01=1,150€$

- Operario:

Un operario puede estar controlando varias máquinas a la vez, ya que esta tecnología dispone de grades avances como por ejemplo el empleo de cámaras que graban cada máquina y la monitorizan, o sensores en los extrusores que avisan de cualquier problema o fallo en la pieza, de este modo el operario tan sólo supervisa las máquinas y puede realizar otras tareas a la vez. El coste del operario por la supervisión de una impresora 3D se establece en 3€/h ya que es una tarea muy sencilla.

Por otro lado la realización de trabajos posteriores en la pieza como por ejemplo: lijar, cortar, pegar, etc. tras la realización de la impresión, el precio por operario asciende a 12€/h.

- Impresora:

Para realizar una impresión profesional se necesita una impresora de calidad, ya que se precisa un buen acabado superficial de las piezas. La inversión para una impresora de estas características rondaría los 5000€.

- Coste unitario:

El coste unitario de la férula es de 65.86€, viene detallado en el Anexo 15.

Por tanto se puede decir, que el producto es viable económicamente ya que el coste unitario de la férula articulada, el coste de las materias primas, el coste del operario y el de la impresora 3D es asequible por cualquier fabricante, en este caso al ir dirigido al sector de rehabilitación en hospitales y en centros de fisioterapia, son precios aceptables para ellos.

1.14 CONCLUSIONES

Con el presente estudio se ha obtenido un producto innovador que se adecúa a los requisitos y necesidades que los usuarios demandan para una férula ortopédica articulada. Se ha mejorado el sistema de accionamiento, realizando su función de forma más simple y cómoda, con un diseño no aparatoso y reduciendo la sensación psicológica que puede tener un paciente con una lesión grave al sustituir el apéndice mecánico por uno integrado.

La reducción del tiempo de espera en la fabricación de la férula y el coste económico son factores que se reducen con la fabricación en impresión 3D frente a otros sistemas como la inyección. Materiales como el ABS, Poliácido Láctico (PLA), Polipropileno (PP) son idóneos para este tipo de fabricación, pero el primero es el que mejores prestaciones aporta a este diseño: material termoplástico con propiedades mecánicas idóneas para este tipo de producto y que a su vez le otorga al producto un valor añadido, ya que es un material reciclable y no tóxico al contacto con la piel.

Además, esta tecnología se complementa perfectamente con el diseño de las piezas en CAD, de tal forma que si es necesario realizar algún tipo de variación al producto no afecta mucho al coste o al tiempo de fabricación. Esta tecnología de diseño y construcción, ofrece ventajas importantes. El diseño de un producto simétrico, como es el caso para su uso en la otra extremidad superior, o el rediseño de la férula por prescripción médica para el mismo paciente simplifica considerablemente el tiempo de demora. Este proceso es válido y puede emplearse para otras prótesis: rodillas, cuello, codo, etc.

1.15 FUENTES DE INFORMACIÓN

- FUENTES INTERNAS AL PROYECTO

Fuente	Información
Diseñador	- DISEÑO CONCEPTUAL - ESTUDIO DE VIABILIDAD - DISEÑO PRELIMINAR - PROTOTIPADO

-FUENTES EXTERNAS AL PROYECTO

Fuente	Información
Suministradores	- Catálogo tornillería y accesorios CELO S.L. - Catálogo herramientas GESIPA - Catálogo remaches GESIPA - Catálogo de herramientas ERGO
Administración	- Norma UNE-EN ISO 7250-1:2008
Bibliografía	- Anexo 23

ANEXOS

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 PLIEGO DE CONDICIONES INICIALES

Se trata de obtener las primeras aproximaciones del diseño de una férula ortopédica articulada mediante la realización de un estudio con las siguientes las necesidades y especificaciones:

- En el aspecto estético:
 - Atractivo a la venta.
 - Innovador.
 - Ambos sexos
 - Diseño con elementos simples.
 - Proyectar con los mínimos elementos.
 - Mínimos colores.

- En el aspecto dimensional:
 - Adecuado para todo tipo de espacios y maniobras.

- Respecto a los materiales:
 - Que tenga el mayor número de elementos admisibles para la impresión 3D.

- Aspecto económico:
 - Mínimo esfuerzo en todas las operaciones.
 - Percentil adecuado.

- Respecto al peso:
 - Lo más ligero posible.

- Respecto al acabado:
 - Tendrá un acabado adecuado tanto en su interior como el exterior.

- En el ámbito del precio:
 - No superar 100€.

- Peculiaridades técnicas:
 - Producto para su fabricación a medida.
 - Estructura estable y resistente.
 - Regulación del posicionamiento
 - Permitir la flexión dorsal y palmar
 - Cierre adecuado para su función

- En cuanto a la durabilidad:
 - Duración máxima.

- Respecto al mantenimiento:
 - Accesibilidad fácil en la limpieza.
 - Posibilidad de recambios. Elementos estándar.
 - Resistente a la intemperie.

- En el ámbito de la seguridad:
 - Sin elementos cortantes y peligrosos.

2.2 PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES

P. DE C. FUNCIONALES DE USO						
FUNCIONES		CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES				
Numero de orden	Designación	Criterio	Nivel	Flexibilidad		VI
				Restricción	F	
1.1.-FUNCIONES PRINCIPALES DE USO						
1.1.1	Ergonómico	Forma				5
1.1.2	Regulable	Forma				5
1.1.3	Flexión dorsal	Forma				5
1.1.4	Flexión palmar	Forma				5
1.2.-FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO						
1.2.1- FUNCIONES DERIVADAS DEL USO						
1.2.1.1	Fácil de limpiar.	Forma				4
1.2.1.2	Fácil de manipular.	Forma				4
1.2.2- FUNCIONES DE PRODUCTOS ANÁLOGOS						
1.2.2.1	Formas simples	Forma				3
1.2.2.2	Colores claros	Colores				3
1.2.3- OTRAS FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO						
1.2.3.1	Almohadilla interna	Comodidad				4
1.3.- FUNCIONES RESTRICTIVAS O EXIGENCIAS DE USO						
1.3.1- FUNCIONES DE SEGURIDAD EN EL USO						
1.3.1.1	Sin puntas punzantes	Forma				5
1.3.1.2	Bordes redondeados	Forma				4
1.3.1.3	Mecanismo de posición regulable	Forma				5
1.3.1.4	Cierre de férula seguro	Forma				5
1.3.1.5	Instrucciones de uso	Normativa				4
1.3.1.6	Resistencia a impactos	Forma				4

1.3.2- FUNCIONES DE GARANTÍA DE USO						
1.3.2.1	Durabilidad máxima	Tiempo	Horas de uso			4
1.3.2.2	Elementos fiables					5
1.3.2.3	Disposición de recambios					3
1.3.3- FUNCIONES REDUCTORAS DE IMPACTOS NEGATIVOS						
1.3.3.1	Acciones del producto hacia el medio	Recubrimientos				4
1.3.3.2	Acciones del medio sobre el producto	Recubrimientos				4
1.3.3.3	Acciones del producto en el usuario	Recubrimientos				5
1.3.4- FUNCIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES						
1.3.4.1	Fabricación	Mínimo número de operación y máximo de elementos normalizados				4
1.3.4.2	Ensamblaje	Mínimo número de elementos				4
1.3.4.3	Montaje por el usuario	No debe montar nada				3
1.3.4.4	Mantenimiento	Resistencia a condiciones extremas				3
1.3.4.5	Reparación	Piezas estándar				3
1.3.4.6	Retirada	Reciclaje				3

P. DE C. FUNCIONALES ESTÉTICAS						
FUNCIONES		CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES				
Numero de orden	Designación	Criterio	Nivel	Flexibilidad		VI
				Restricción	F	
2.1.-FUNCIONES EMOCIONALES						
2.1.1	Debe transmitir comodidad	Forma				4
2.1.2	Debe transmitir seguridad	Forma				4
2.1.3	Empleo de colores claros y no llamativos	Color				4
2.2.-FUNCIONES SIMBÓLICAS						
2.2.1	Sensación de calidad	Forma				3
2.2.2	Sensación de confort	Forma				3
2.2.3	Unisex	Forma				3

2.3 PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

En este apartado se exponen las condiciones técnicas necesarias para la construcción de la férula, en concreto la carcasa del antebrazo (1.1.1) y la carcasa de la mano (2.1.1).

Elemento 1.1.1

Material: A.B.S.

Operación 1º: Impresión 3D

- **Maquinaria:** Impresora Prusa I3

- **Mano de Obra:** La realización del trabajo de impresión 3D puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- **Medios auxiliares:** No se necesita

- **Forma de realización:**

1º Exportar el archivo a imprimir en formato STL.

2º Introducir el archivo en una memoria SD.

3º Poner en funcionamiento la máquina.

4º Precalentar la bandeja y el extrusor de la impresora a la temperatura adecuada.

5º Iniciar la impresión 3D.

6º Controlar que la impresión se realiza adecuadamente.

- **Seguridad:** No es necesario.

- **Controles:**

1º - Comprobar el buen estado de la máquina.

2º - Comprobar el buen estado de la base sobre la cual se imprime.

3º - Comprobar el estado del material.

4º - Comprobar las dimensiones finales de la pieza.

- **Pruebas:** No precisa

Operación 2: Retirada de soportes.

- **Maquinaria:** No precisa.

- **Mano de Obra:** La realización del trabajo de retirada de soportes puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- **Medios auxiliares:** Cúter, tijeras, tenazas.

- **Forma de realización:**

1º Emplear el cúter y tijeras para cortar los soportes que la impresora ha realizado para la pieza.

2º Se retiran los sobrantes con la mano, y si es preciso con las tenazas.

3º Limpiar la pieza.

- **Seguridad:** No es necesario.

- **Controles:**

1º - Comprobar el buen estado de los útiles y herramientas.

2º - Comprobar el estado de la pieza.

4º - Comprobar las dimensiones finales de la pieza.

- **Pruebas:** No precisa.

Operación 3: Lijar pieza

- **Maquinaria:** Lijadora de lápiz.

- **Mano de Obra:** La realización del trabajo de lijar la pieza puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- **Medios auxiliares:** Lija manual.

- **Forma de realización:**

1º Preparar la pieza a lijar.

2º Lijar con la lijadora de lápiz la pieza.

3º Lijar de forma manual aquellos espacios donde la lijadora de lápiz no llega.

4º Limpiar la pieza.

- **Seguridad:** No es necesario.

- Controles:

1º - Comprobar el buen estado de los útiles y herramientas.

2º - Comprobar el estado de la pieza.

4º - Comprobar las dimensiones finales de la pieza.

- Pruebas: No precisa.

Operación 4: Colocar protección.

- Maquinaria: No precisa

- Mano de Obra: La realización del trabajo de colocar la protección puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- Medios auxiliares: Tijeras y cúter

- Forma de realización:

1º Colocar el patrón de corte encima del acolchamiento.

2º Realizar el corte con tijeras y el cúter.

3º Colocar el recorte en la posición indicada.

4º Pegar la pieza.

- Seguridad: Guantes de látex.

- Controles:

1º - Comprobar el buen estado de los útiles y herramientas.

2º - Comprobar el estado de la pieza.

3º -Comprobar que el acolchamiento está bien pegado.

- Pruebas: No precisa.

Operación 5: Fijación del velcro.

- **Maquinaria:** No precisa.

- **Mano de Obra:** La realización del trabajo de fijación del velcro puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- **Medios auxiliares:** Remachadora, remaches y tijeras.

- **Forma de realización:**

1º Colocar el patrón de corte encima del velcro.

2º Realizar el corte con tijeras siguiendo el patrón.

3º Colocar el recorte en la posición indicada.

4º Remachar el velcro aun extremo de la pieza mediante la remachadora.

5º Colocar el adhesivo del velcro en el otro extremo de la pieza.

- **Seguridad:** Ropa de trabajo.

- **Controles:**

1º - Comprobar el buen estado de los útiles y herramientas.

2º - Comprobar el estado de la pieza.

3º - Comprobar que el velcro esté bien fijado.

- **Pruebas:** No precisa.

Elemento 2.1.1

Material: A.B.S.

Operación 1º: Impresión 3D.

- **Maquinaria:** Impresora Prusa I3.

- **Mano de Obra:** La realización del trabajo de impresión 3D puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- **Medios auxiliares:** No se necesita.

- **Forma de realización:**

1º Exportar el archivo a imprimir en formato STL.

2º Introducir el archivo en una memoria SD

3º Poner en funcionamiento la máquina.

4º Precalentar la bandeja y el extrusor de la impresora a la temperatura adecuada.

5º Iniciar la impresión 3D.

6º Controlar que la impresión se realiza adecuadamente.

- **Seguridad:** No es necesario.

- **Controles:**

1º - Comprobar el buen estado de la máquina.

2º - Comprobar el buen estado de la base sobre la cual se imprime.

3º - Comprobar el estado del material.

4º - Comprobar las dimensiones finales de la pieza.

- **Pruebas:** No precisa

Operación 2: Retirada de soportes

- **Maquinaria:** No precisa

- **Mano de Obra:** La realización del trabajo de retirada de soportes puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- **Medios auxiliares:** Cúter, tijeras, tenazas.

- **Forma de realización:**

1º Emplear el cúter y tijeras para cortar los soportes que la impresora ha realizado para la pieza

2º Se retiran los sobrantes con la mano, y si es preciso con las tenazas.

3º Limpiar la pieza.

- **Seguridad:** No es necesario.

- **Controles:**

1º - Comprobar el buen estado de los útiles y herramientas.

2º - Comprobar el estado de la pieza.

4º - Comprobar las dimensiones finales de la pieza.

- **Pruebas:** No precisa

Operación 3: Lijar pieza.

- **Maquinaria:** Lijadora de lápiz.

- **Mano de Obra:** La realización del trabajo de lijar la pieza puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- **Medios auxiliares:** Lija manual.

- **Forma de realización:**

1º Preparar la pieza a lijar.

2º Lijar con la lijadora de lápiz la pieza.

3º Lijar de forma manual aquellos espacios donde la lijadora de lápiz no llega.

4º Limpiar la pieza.

- **Seguridad:** No es necesario.

- **Controles:**

1º - Comprobar el buen estado de los útiles y herramientas.

2º - Comprobar el estado de la pieza.

4º - Comprobar las dimensiones finales de la pieza.

- **Pruebas:** No precisa.

Operación 4: Colocar protección.

- **Maquinaria:** No precisa

- **Mano de Obra:** La realización del trabajo de colocar la protección puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- **Medios auxiliares:** Tijeras y cúter.

- **Forma de realización:**

1º Colocar el patrón de corte encima del acolchamiento.

2º Realizar el corte con tijeras y el cúter.

3º Colocar el recorte en l posición indicada

4º Pegar la pieza.

- **Seguridad:** Guantes de látex.

- **Controles:**

1º - Comprobar el buen estado de los útiles y herramientas.

2º - Comprobar el estado de la pieza.

3º - Comprobar que el acolchamiento está bien pegado.

- **Pruebas:** No precisa.

Operación 5: Fijación del velcro.

- **Maquinaria:** No precisa.

- **Mano de Obra:** La realización del trabajo de fijación del velcro puede ser llevada a cabo por un operario con categoría de "Oficial de 3ª".

- **Medios auxiliares:** Remachadora, remaches y tijeras

- **Forma de realización:**

1º Colocar el patrón de corte encima del velcro.

2º Realizar el corte con tijeras siguiendo el patrón.

3º Colocar el recorte en la posición indicada.

4º Remachar el velcro aun extremo de la pieza mediante la remachadora.

5º Colocar el adhesivo del velcro en el otro extremo de la pieza.

- **Seguridad:** Ropa de trabajo.

- **Controles:**

1º - Comprobar el buen estado de los útiles y herramientas.

2º - Comprobar el estado de la pieza.

3º - Comprobar que el velcro esté bien fijado.

- **Pruebas:** No precisa.

2.4 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

En el presente apartado se muestran las condiciones facultativas:

FUNCIONES DEL DISEÑADOR:

- Diseñar un producto a partir de un estudio previo.
- Redactar las modificaciones al trabajo que crea oportunas.
- Realizar un análisis de los materiales.
- Realizar un análisis estructural.
- Redactar y completar el documento del trabajo.

Obligaciones:

- Conocer las formas de impresión 3D y seleccionar la que más se adecue a su diseño.
- Comprensión del trabajo proyectual.

Derechos:

- Exigir un ejemplar completo de todos los documentos que componen el trabajo.
- Recibir soluciones a problemas técnicos no previstos en el trabajo y que aparecen durante la ejecución del mismo.

3. ESTUDIO DE MERCADO

Atendiendo al estudio de mercado realizado, se observa que en el mercado actual existen muy pocos modelos de férulas articuladas para la rehabilitación de la muñeca tras perder la movilidad. Los productos que se adecuan a las necesidades que requiere un paciente de este tipo, por lo general, son productos bastante toscos, grandes, pesados, con muchos elementos y poco equilibrados. Además de todo esto, su precio es elevado, ya que rondan entre los 380 y 600€.

Por otro lado, el estudio de mercado realizado revela la existencia de un gran mercado de férulas para muñeca pero en el ámbito de la inmovilización, que para el caso estudiado no es funcional, ya que el paciente no realiza los movimientos pertinentes para llevar a cabo una rehabilitación exitosa.

Por tanto, se llega a la conclusión que para alcanzar a un producto competente en el mercado debe atender y mejorar las necesidades de los usuarios. En este caso prioriza la comodidad, el aligeramiento de peso, una articulación regulada simple, un producto equilibrado con mínimos elementos y con un precio asequible para el paciente.

A continuación, se muestran algunos de los productos existentes en el mercado, estos se pueden agrupar por diferentes categorías o funcionalidades:

- Férulas Articuladas con movimiento palmar y dorsal de la muñeca.
- Férulas multifunción (permiten flexión palmar y dorsal además de otras funciones).
- Férulas inmovilizadoras de muñeca.

Férulas Articuladas con Flexión Palmar y Dorsal

PRODUCTO: ORTESIS DE MUÑECA ARTICULADA

ORIGEN: HOSPITAL LA FÉ DE VALENCIA



Regulable: Sí, dispone de un mecanismo para ello.

Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas independientes.

Esfuerzo al cambio de posición: Requiere gran esfuerzo para el cambio de posición, ya que es necesario el empleo de una llave Allen y un cambio de tornillería para poder realizarlo.

Esfuerzo al poner/quitar: Debido a su forma requiere esfuerzo para poner y quitar la férula.

Ajustable: Sí, ya que dispone de correas de velcro para ello.

Comodidad: No, a pesar de que contiene una almohadilla interna, se siguen produciendo rozaduras y molestias en el brazo.

Funcionalidad: Es funcional, porque la regulación de posición está fijada por niveles, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere

Materiales: Aluminio, Termoplástico.

Equilibrado: No, debido a la disposición de sus elementos el peso recae sobre la parte exterior izquierda.

Talla única: Sí, está hecho a medida del paciente.

Atractivo a la venta: No es atractivo a la venta ya que tiene un aspecto muy robusto.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: No, posee demasiados elementos.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No, se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

Colores: Color beis y blanco.

Fácil limpieza: Sí, no tiene muchos recovecos.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: No se pudo averiguar el precio.

Duración: 5 años.

PRODUCTO: DEROM

ORIGEN: DE ROYAL

Regulable: Sí, dispone de una bisagra y un mecanismo para ello.

Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas independientes.

Esfuerzo al cambio de posición: No requiere gran esfuerzo.

Esfuerzo al poner/quitar: Sí requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas y enganches.

Ajustable: Sí, ya que dispone de correas de velcro.

Comodidad: Sí, posee una almohadilla interior para una mejor comodidad.

Funcionalidad: Es funcional, porque la regulación de posicionamiento está fijada por niveles, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere.

Materiales: Aluminio y termoplástico.

Equilibrado: No, el peso recae hacia el lado de la bisagra y el mecanismo.

Talla única: No, dispone de dos tallas (pequeña y grande)

Atractivo a la venta: No, tiene una forma bastante robusta

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa las formas más simples posibles.

Mínimos elementos: No, tiene bastantes elementos.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, no se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

Colores: Color azul oscuro y blanco.

Fácil limpieza: No, tiene muchos recovecos.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: 382\$

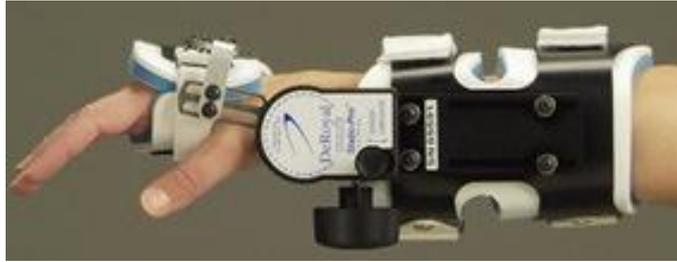
Duración: 3 años.



PRODUCTO: STATIC-PRO™

ORIGEN: DE ROYAL

Regulable: Sí, dispone de una bisagra y un mecanismo para ello.



Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas independientes.

Esfuerzo al cambio de posición: No requiere gran esfuerzo.

Esfuerzo al poner/quitar: Sí requiere esfuerzo, debido a su forma y enganches.

Ajustable: Sí, ya que dispone de correas de velcro.

Comodidad: Sí, posee una almohadilla interior para una mejor comodidad.

Funcionalidad: Es funcional, porque la regulación de posicionamiento está fijada por niveles, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere.

Materiales: Plástico, goma espuma y aluminio.

Equilibrado: No, el peso recae hacia el lado de la bisagra y el mecanismo.

Talla única: Sí aun que se reajustable dependiendo del tamaño del brazo del paciente.

Atractivo a la venta: No, tiene una forma bastante robusta y aparatosa.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: No, usa formas un tanto complejas.

Mínimos elementos: No, tiene bastantes elementos.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No, no se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

Colores: Color azul, negro y blanco.

Fácil limpieza: No, tiene muchos recovecos.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: 485\$

Duración: 5 años

PRODUCTO: PRO-GILDE

ORIGEN: DE ROYAL

Regulable: Sí, dispone de una bisagra y un mecanismo para ello.



Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas independientes.

Esfuerzo al cambio de posición: No requiere gran esfuerzo.

Esfuerzo al poner/quitar: Sí requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas y enganches.

Ajustable: Sí, ya que dispone de correas de velcro.

Comodidad: Sí, posee una almohadilla interior para una mejor comodidad.

Funcionalidad: Es funcional, porque la regulación de posicionamiento está fijada por niveles, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere.

Materiales: Termoplástico y aluminio.

Equilibrado: No, el peso recae hacia el lado de la bisagra y el mecanismo.

Talla única: Sí, aun que es reajutable dependiendo de las dimensiones del brazo del paciente.

Atractivo a la venta: No, tiene una forma bastante robusta

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas más simples posibles.

Mínimos elementos: No, tiene bastantes elementos.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, no se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

Colores: Color blanco y granate.

Fácil limpieza: No, tiene muchos recovecos.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: 595\$

Duración: 5 años.

PRODUCTO: VACO®hand RADIUS

ORIGEN: OPED GMBH

Regulable: Sí, dispone de una pletina para ello.

Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas independientes.

Esfuerzo al cambio de posición: No requiere gran esfuerzo.

Esfuerzo al poner/quitar: Sí requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas y enganches.

Ajustable: Sí, ya que dispone de pletinas laterales

Comodidad: Sí, posee una almohadilla interior.

Funcionalidad: Es funcional, porque la regulación de posicionamiento está fijada por niveles, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere.

Materiales: Plástico.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: No, dispone de cuatro tallas (Small, Medium, Large)

Atractivo a la venta: No, tiene una forma bastante robusta

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: No, usa formas un tanto complejas.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, no se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

Colores: Color azul claro, azul oscuro, negro y blanco.

Fácil limpieza: No, tiene muchos recovecos.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: El precio está disponible bajo petición por parte del fabricante / distribuidor.

Duración: 3 años.



PRODUCTO: HAND WRIST

ORIGEN: TRULIFE

Regulable: Sí, por el mecanismo lateral que posee.

Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas.

Esfuerzo al cambio de posición: No requiere gran esfuerzo al cambio de posición.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo, ya que es fácil de poner/quitar las correas de velcro

Ajustable: Sí, mediante las correas de velcro.

Comodidad: Sí, se acopla perfectamente al cuerpo, además tiene una almohadilla interna.

Funcionalidad: Sí es funcional, realiza la rehabilitación que se requiere para este caso pero no posee niveles para realizar una rehabilitación progresiva.

Materiales: Aluminio, velcro y polietileno.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: Sí.

Atractivo a la venta: No, ya que tiene un aspecto tosco.

Para ambos sexos: Sí, para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No.

Colores: Color amarillo, azul y negro.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: 45€

Duración: 2 años.



PRODUCTO: LMB DYNAMIC

ORIGEN: DEROYAL

Regulable: No, no posee ningún mecanismo para ello.



Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: No, pero posee un muelle que realiza un movimiento dinámico.

Esfuerzo al cambio de posición: No requiere esfuerzo ya que lo realiza el paciente.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere gran esfuerzo.

Ajustable: Sí, ya que dispone de correas de velcro.

Comodidad: Sí, posee una almohadilla interior para una mejor comodidad.

Funcionalidad: Es funcional parcialmente, realiza la rehabilitación requerida, pero al no tener una regulación de posicionamiento fijada por niveles, no realiza la rehabilitación que se necesita al 100%.

Materiales: Termoplástico y aluminio.

Equilibrado: Sí, el peso está repartido.

Talla única: No, existen tres tallas (Small, Medium, Large)

Atractivo a la venta: Sí

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas más simples posibles.

Mínimos elementos: Sí, los necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, no se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

Colores: Color beis.

Fácil limpieza: Sí, por su forma.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: 129\$

Duración: 1 año.

Férulas Multifunción

PRODUCTO: TALON TM

ORIGEN: DRIVEN

Regulable: Sí, dispone de una bisagra y un mecanismo para ello.

Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas independientes.

Esfuerzo al cambio de posición: Sí, ya que es necesario el empleo de una herramienta.

Esfuerzo al poner/quitar: Sí requiere esfuerzo, por su forma compleja.

Ajustable: Sí, ya que dispone de correas de velcro.

Comodidad: No, debido a que no posee una almohadilla interior para una mejor comodidad.

Funcionalidad: Es funcional, porque la regulación de posicionamiento está fijada por niveles, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere y aparte de ello también posee elemento para la rehabilitación de más partes de la mano.

Materiales: Termoplástico, velcro y aluminio.

Equilibrado: No, el peso recae hacia el lado de la bisagra y el mecanismo.

Talla única: Sí, ya que está hecha a medida.

Atractivo a la venta: No, tiene una forma bastante robusta y aparatosa.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: No, usa formas un tanto complejas.

Mínimos elementos: No, tiene bastantes elementos.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, no se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

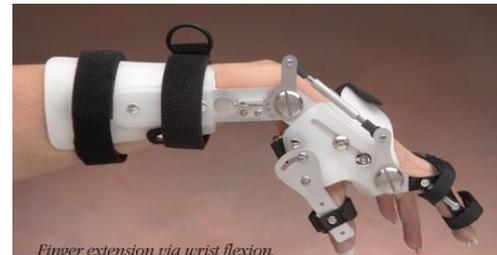
Colores: Color azul oscuro y blanco.

Fácil limpieza: No, tiene muchos recovecos.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: 420\$

Duración: 4 años.



PRODUCTO: FÉRULA
ARTICULADA

ORIGEN: HANKAMPREHAB

Regulable: Sí, dispone de una bisagra y un mecanismo para ello.

Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas independientes.

Esfuerzo al cambio de posición: No requiere gran esfuerzo.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo al poner/quitar.

Ajustable: Sí, ya que dispone de correas de velcro.

Comodidad: No, debido a que no posee una almohadilla interior para una mejor comodidad.

Funcionalidad: Es funcional, porque la regulación de posicionamiento está fijada por niveles, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere y aparte de ello también posee elemento para la rehabilitación de más partes de la mano.

Materiales: Termoplástico y aluminio.

Equilibrado: No, el peso recae hacia el lado de la bisagra y el mecanismo.

Talla única: Sí, ya que está hecha a medida.

Atractivo a la venta: No, tiene una forma bastante robusta y aparatosa.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas lo más simplificadas posibles.

Mínimos elementos: No, tiene bastantes elementos.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, no se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

Colores: Color beis y negro.

Fácil limpieza: No, tiene muchos recovecos.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: 199€

Duración: 3 años.



PRODUCTO: ORTESIS DE MUÑECA ARTICULADA

ORIGEN: GOURAL

Regulable: Sí, dispone de una pletina para ello.

Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas independientes.

Esfuerzo al cambio de posición: No requiere gran esfuerzo.

Esfuerzo al poner/quitar: No, ya que son correas de velcro y su uso es sencillo.

Ajustable: Sí, ya que dispone de pletinas laterales.

Comodidad: Sí, el brazo descansa en una posición natural y posee un forro.

Funcionalidad: No es funcional, porque la regulación de posicionamiento no está fijada por niveles, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere.

Materiales: Termoplástico.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: No, dispone de cuatro tallas (Small, Medium, Large y XLarge)

Atractivo a la venta: Sí, tiene una forma que se mimetiza con el cuerpo humano.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No, se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

Colores: Color beis y algunos detalles en negro.

Fácil limpieza: Sí, no tiene muchos recovecos.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: 349€

Duración: 2 años.



PRODUCTO: MONODOS® 334 serie

ORIGEN: MONODOS

Regulable: Sí, dispone de una tuerca.

Permite flexión dorsal: Sí.

Permite flexión palmar: Sí.

Articulada: Sí, dispone de dos piezas independientes

Esfuerzo al cambio de posición: No requiere gran esfuerzo.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas.

Ajustable: Sí, ya que dispone de pletinas laterales.

Comodidad: No, ya que no posee ninguna almohadilla interior.

Funcionalidad: No es funcional, porque la regulación de posicionamiento no está fijada por niveles, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere.

Materiales: Velcro, termoplástico y aluminio.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: Sí, únicamente talla de adulto.

Atractivo a la venta: No, tiene una forma bastante tosca.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No, se asemeja a lo que ya existe en el mercado.

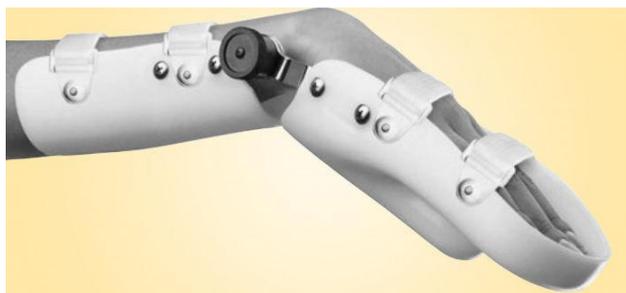
Colores: Color a beis y blanco.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: El precio está disponible bajo petición por parte del fabricante / distribuidor.

Duración: 2 años.



Férulas Inmovilizadoras de muñeca

PRODUCTO: STABILAIR™

ORIGEN: DJO GLOBAL

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.



Esfuerzo al cambio de posición: No requiere gran esfuerzo.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas de velcro.

Ajustable: Sí, ya que dispone de pletinas laterales.

Comodidad: Si, almohadilla interior hinchable para mejor comodidad.

Funcionalidad: No es funcional, porque no tiene regulación de posicionamiento, cosa imprescindible para la rehabilitación que se requiere.

Materiales: Termoplástico.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: Sí, únicamente talla de adulto.

Atractivo a la venta: Sí, por su forma y novedad.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, es un producto novedoso y poco frecuente en el mercado.

Colores: Color azul y blanco.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido a los materiales que lo constituyen.

Precio: El precio está disponible bajo petición por parte del fabricante / distribuidor.

Duración: 5 años

PRODUCTO: ORTESIS MUÑECA

ORIGEN: ORTOPEDIA IRATI S.A.L.

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.

Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante unas pestañas en la parte posterior.

Ajustable: No, está hecho a medida.

Comodidad: No, ya que no dispone de ningún tipo de almohadilla interna, lo que reduce la comodidad.

Funcionalidad: No es funcional debido a que es fija, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: Formit, es un termoformable de baja temperatura.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: Sí, está hecha a medida.

Atractivo a la venta: Sí, por su forma y novedad.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, es un producto novedoso ya que sustituye a la escayola tradicional.

Colores: Color beis.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: El precio está disponible bajo petición por parte del fabricante / distribuidor.

Duración: 5 años



PRODUCTO: THERMO-CAST 5

ORIGEN: GOURAL

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.

Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas de velcro

Ajustable: Sí, mediante las correas.

Comodidad: Sí, posee una almohadilla interna

Funcionalidad: No es funcional debido a que es fija, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: Termoplástico y velcro.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: No, dispone de cuatro tallas (Small, Medium, Large)

Atractivo a la venta: Sí, por su forma.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No, es un producto similar a los del mercado.

Colores: Color beis.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: 89,99€

Duración: 5 años



PRODUCTO: MANU-CAST

ORIGEN: GOURAL

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.

Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.



Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas de velcro.

Ajustable: Sí, mediante las correas.

Comodidad: Sí, posee una almohadilla interna

Funcionalidad: No es funcional debido a que es fija, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: Termoplástico y velcro.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: No, dispone de cuatro tallas (Small, Medium, Large)

Atractivo a la venta: Sí, por su forma.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No, es un producto similar a los del mercado.

Colores: Color gris.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: 57,99€

Duración: 5 años

PRODUCTO: FERULA AMBIDIESTRA

ORIGEN: ORTOPEDIA TECNICA LOPEZ

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.

Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas de velcro.

Ajustable: Sí, mediante las correas.

Comodidad: Sí, posee una almohadilla interna

Funcionalidad: No es funcional debido a que es fija, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: Aluminio, fosa, velour y espuma.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: No, dispone de cuatro tallas (Small, Medium, Large)

Atractivo a la venta: Sí, por la forma que posee.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No, es un producto similar a los del mercado.

Colores: Color rojo y negro.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: 25€

Duración: 5 años



PRODUCTO: MUÑEQUERA DOBLE FERULA
REF122324-5

ORIGEN: ORTOCARE

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.



Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas de velcro.

Ajustable: Sí, mediante las correas.

Comodidad: Sí, se acopla perfectamente al cuerpo y no causa rozaduras.

Funcionalidad: No es funcional debido a que es fija, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: Aluminio, poliamida y poliéster.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: No, dispone de cuatro tallas (Small, Medium, Large, XLarge)

Atractivo a la venta: Sí, ya que su forma se acopla perfectamente al cuerpo, esto hace que se note al llevarlo puesto.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No, es un producto similar a los del mercado.

Colores: Color beis.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: 20,30€

Duración: 5 años

PRODUCTO: BUNGEE

ORIGEN: DARCO

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.

Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere esfuerzo, ya que va sujeto mediante gomas elásticas unidas a una correa de velcro.

Ajustable: Sí, mediante las correa de velcro y las gomas elásticas.

Comodidad: Sí, ya que el material que lo compone se acopla perfectamente al cuerpo y no causa rozaduras, además tiene una almohadilla interna.

Funcionalidad: No es funcional debido a que es fija, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: Aluminio, goma elástica, poliamida y poliéster.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: Sí.

Atractivo a la venta: Sí, ya que su forma se acopla perfectamente al cuerpo y por la novedad de las gomas elásticas.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, ya que utiliza un sistema de sujeción novedoso en el mercado.

Colores: Color negro.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: 45€

Duración: 5 años



PRODUCTO: MANULOC LONG

ORIGEN: BAUERFEIND

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.

Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.



Esfuerzo al poner/quitar: No requiere gran esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas de velcro.

Ajustable: Sí, mediante las correas de velcro.

Comodidad: Sí, tiene una almohadilla interna.

Funcionalidad: No es funcional debido a que inmoviliza la muñeca, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: Aluminio, terciopelo, poliamida y poliéster.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: No, tres tallas (Small, Medium, Large).

Atractivo a la venta: No, ya que parece robusto.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: No, se asemeja a lo existente en el mercado.

Colores: Color azul y blanco.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: 45€

Duración: 5 años

PRODUCTO: FÉRULA MUÑECA
PEDIATRICA

ORIGEN: THE MEDI-KIDCO

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.

Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.

Esfuerzo al poner/quitar: No requiere gran esfuerzo, ya que va sujeto mediante correas de velcro.

Ajustable: Sí, mediante las correas de velcro.

Comodidad: Sí, se acopla perfectamente al cuerpo y no causa rozaduras

Funcionalidad: No es funcional debido a que inmoviliza la muñeca, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: Algodón y poliéster.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: Sí.

Atractivo a la venta: Sí, ya que transmite alegría a los niños.

Para ambos sexos: Sí, uso para niños y niñas.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, por la estampación que posee.

Colores: Todo tipo de colores vivos.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: 45€

Duración: 5 años



PRODUCTO: PT144

ORIGEN: TRULIFE

Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.

Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.

Esfuerzo al poner/quitar: Sí que requiere esfuerzo, ya que necesita la ayuda de otra persona para ponerlo.

Ajustable: Sí, mediante el cordón elástico.

Comodidad: Sí, se acopla perfectamente al cuerpo, además tiene una almohadilla interna.

Funcionalidad: No es funcional debido a que inmoviliza la muñeca, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: Algodón, plástico y poliéster.

Equilibrado: Sí, debido a la disposición de todos sus elementos.

Talla única: Sí.

Atractivo a la venta: Sí, ya que transmite alegría a los niños.

Para ambos sexos: Sí, uso para niños y niñas.

Formas simples: Sí, usa formas simples.

Mínimos elementos: Tiene los elementos necesarios.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, por la estampación que posee.

Colores: Todo tipo de colores vivos.

Fácil limpieza: Sí.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: 45€

Duración: 5 años



PRODUCTO: PROTOTIPO FERULA
MUÑECA 3D

ORIGEN: UNIVERDIDAD DE
LOUGHBOROUGH



Regulable: No.

Permite flexión dorsal: No.

Permite flexión palmar: No.

Articulada: No, dispone de una única pieza.

Esfuerzo al cambio de posición: No porque no tiene cambio de posición.

Esfuerzo al poner/quitar: Sí que requiere esfuerzo, ya que necesita la ayuda de otra persona para ponerlo.

Ajustable: No es ajustable.

Comodidad: Sí, se acopla perfectamente al cuerpo.

Funcionalidad: No es funcional debido a que inmoviliza la muñeca, por tanto no realiza la rehabilitación que se requiere para este caso.

Materiales: ABS.

Equilibrado: Sí, debido a su forma.

Talla única: Sí, está hecha a medida del paciente.

Atractivo a la venta: Sí, por su diseño novedoso.

Para ambos sexos: Sí, uso para hombres y mujeres.

Formas simples: No,

Mínimos elementos: Sí tan sólo posee un elemento, la propia férula.

Elementos cortantes: No tiene elementos cortantes.

Innovador: Sí, por su diseño, forma, fabricación y materiales empleados.

Colores: Color blanco.

Fácil limpieza: No, tiene muchos recovecos pero el material es muy fácil de limpiar.

Resistente intemperie: Sí, debido al material que lo constituye.

Precio: No tiene un precio de venta al público de momento al ser un prototipo

Duración: 5 años

4. BOCETOS REALIZADOS

Se exponen algunos de los bocetos realizados en la fase inicial del trabajo, sirven para descartar ideas o propuestas no viables e ir alcanzando soluciones finales, que más adelante se plasmarán en el programa de CAD, concretamente en el SolidWorks. Estos bocetos están ordenados desde los bocetos iniciales que sencillamente muestran una idea simple "Figura 45-50", pasando por el diseño para el sistema de accionamiento "Figuras 51-55", hasta llegar a aquellos bocetos que se convertirán en propuestas finales "Figuras 56-61".

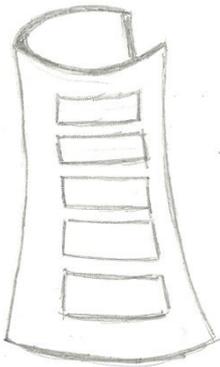


Figura 49. Boceto inicial 1

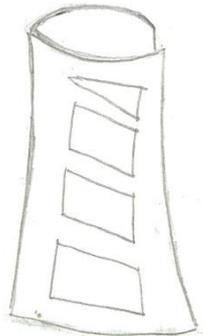


Figura 45. Boceto inicial 2

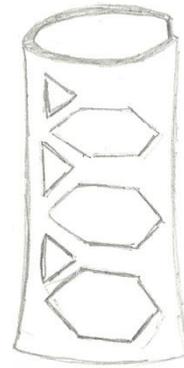


Figura 48. boceto inicial3

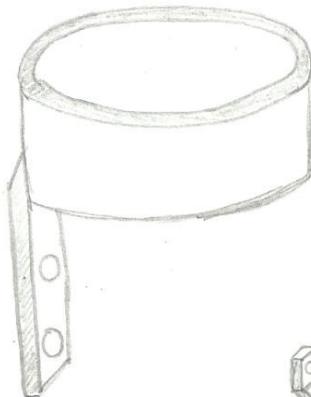


Figura 47. Boceto inicia l4

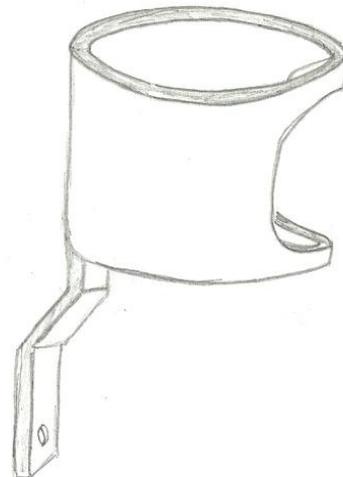


Figura 50. Boceto inicial 5

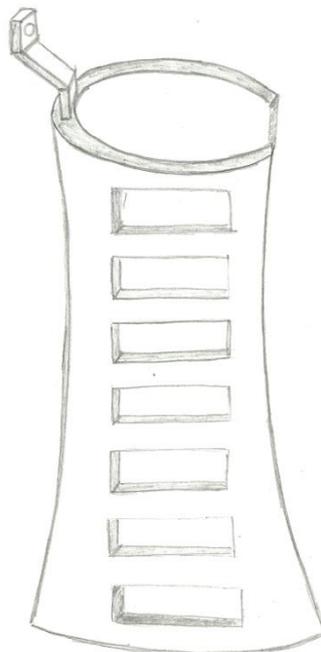


Figura 46. Boceto inicial 6

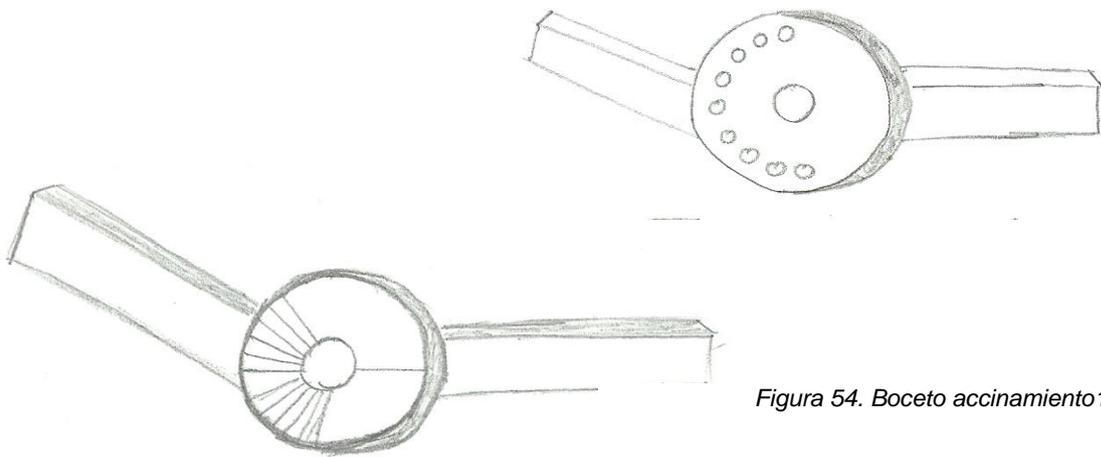


Figura 54. Boceto accinamiento1

Figura 55. Boceto accionamiento2

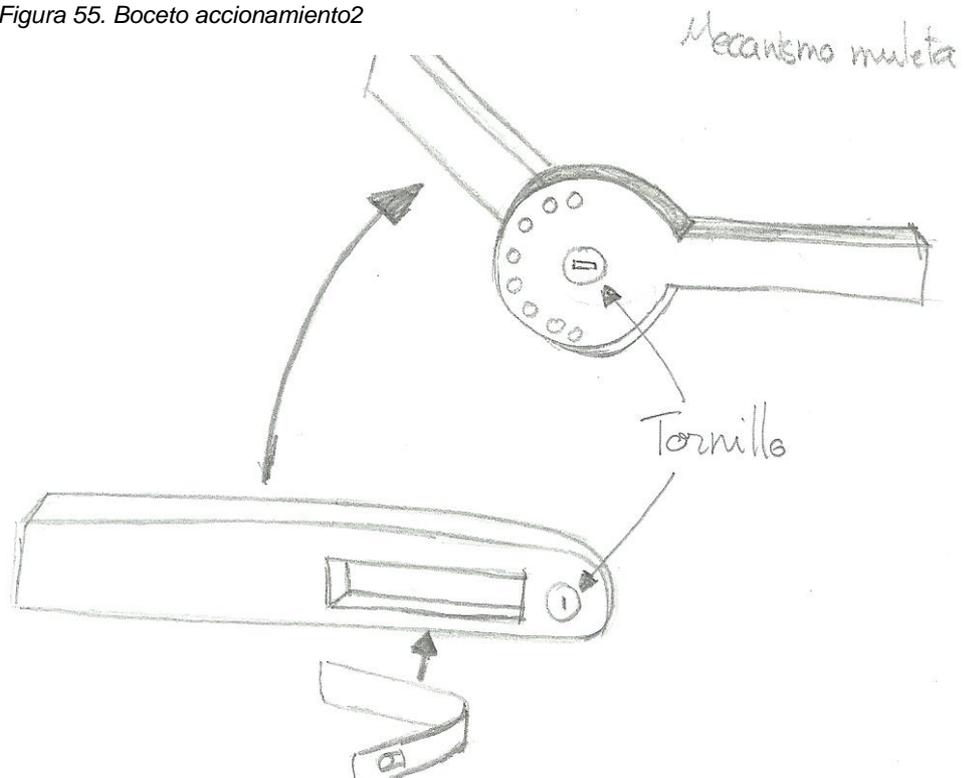


Figura 53. Boceto accionamiento 3

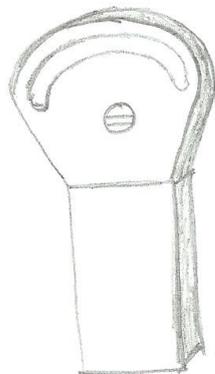


Figura 51. Boceto accionamiento 4

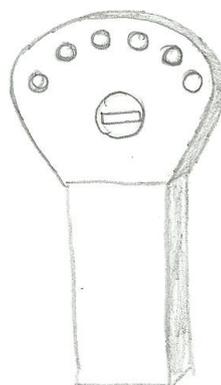


Figura 52. Boceto accionamiento5

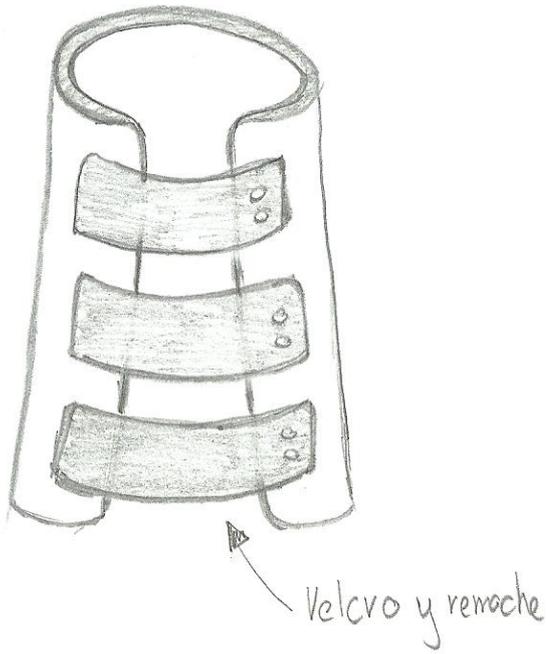


Figura 57. Boceto enganche velcro

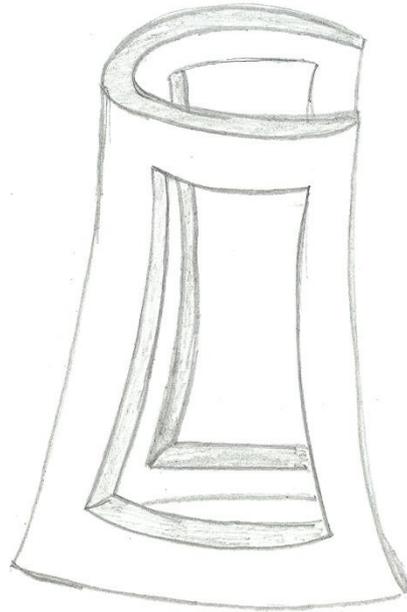


Figura 56. Boceto para propuesta final 1

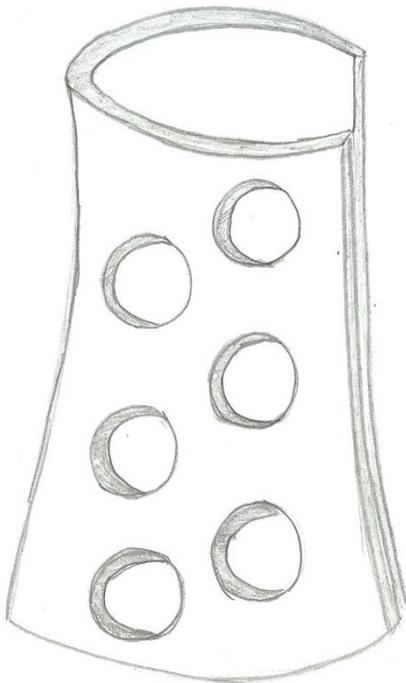


Figura 59. Boceto para propuesta final 2

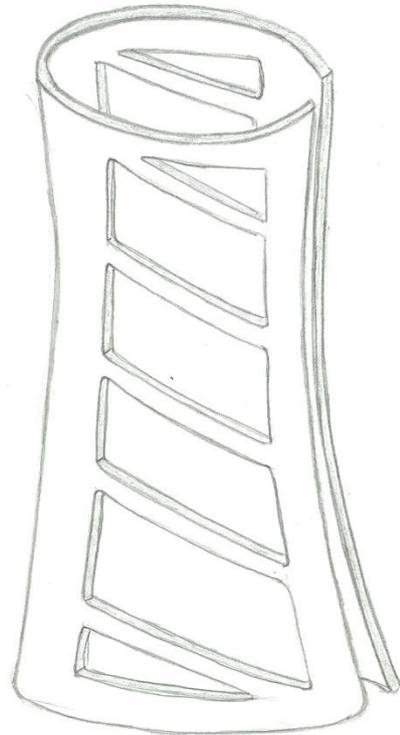


Figura 58. Boceto para propuesta final 3

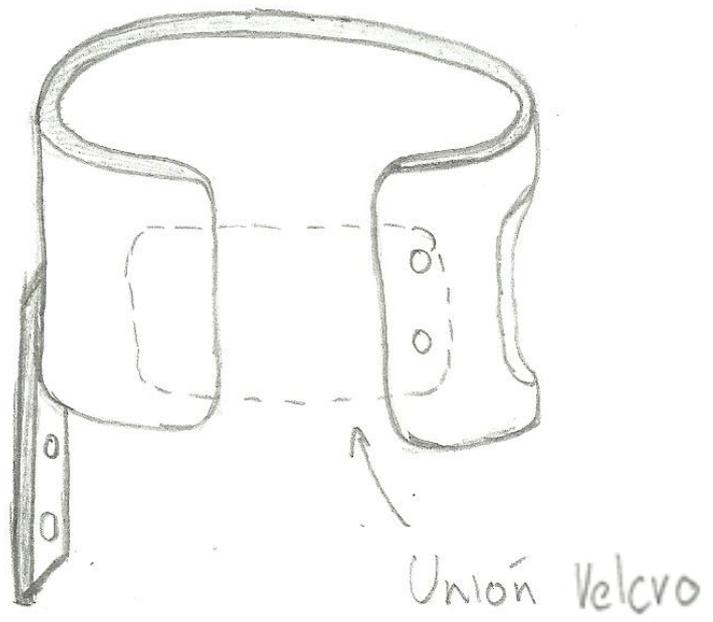


Figura 61. Boceto para propuesta final 4

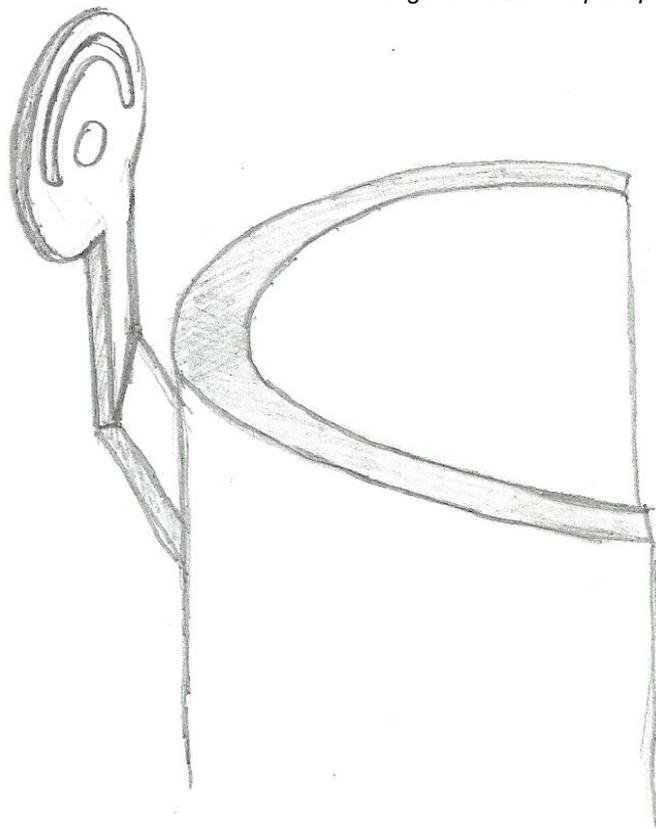


Figura 60. Boceto para propuesta final 5

5. NORMAS DE APLICACIÓN

Septiembre 2010

TÍTULO	<p>Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico</p> <p>Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias</p> <p>(ISO 7250-1:2008)</p> <p><i>Basic human body measurements for technological design. Part 1: Body measurement definitions and landmarks. (ISO 7250-1:2008).</i></p> <p><i>Définitions des mesures de base de corps humain pour la conception technologique. Partie 1: Définitions des mesures de corps et repères. (ISO 7250-1:2008).</i></p>
CORRESPONDENCIA	<p>Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 7250-1:2010, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 7250-1:2008.</p>
OBSERVACIONES	<p>Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN ISO 7250:1998.</p>
ANTECEDENTES	<p>Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 81 Prevención y medidas de protección personal y colectiva en el trabajo cuya Secretaría desempeña INSHT.</p>

Edición e impresión por AENOR
Deposito legal: M 40306/2010

© AENOR 2010
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Gónova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel: 902 302 204
Fax: 913 304 032

21 Páginas
Grupo 20

Este documento forma parte de la biblioteca de UNIVERSIDAD POLITÉCNICA VALENCIA-HEMEROTÉCA

La norma UNE-EN ISO 7250-1:2008 Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico, como bien indica su título hace referencia a las medidas básicas necesarias para la construcción o fabricación de un diseño tecnológico. En el caso de la férula articulada diseñada se han tenido en cuenta esta normativa en la parte referente a las medidas del antebrazo y la mano del cuerpo humano, explicada en el ANEXO 6 "Ergonomía"

6. ERGONOMÍA

El objetivo de este apartado es el estudio de la movilidad que puede tener una persona en la articulación de la muñeca. Por ello, el requisito indispensable que debe de tener la férula es abarcar todos los ángulos disponibles, tanto en flexión palmar como en flexión dorsal, desde la posición de reposo hasta llegar a los ángulos límite de la articulación.

6.1 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Se realiza una evaluación ergonómica de la postura de la muñeca y de sus ángulos límite. Estudio realizado por John Croney en "Antropometría para diseñadores", 1978.

Partiendo de una posición en reposo, los ángulos límites que se encuentran en la articulación de la muñeca son:

- e: Con la palma vuelta hacia el frente, aducción de la muñeca hacia la línea medial del cuerpo y abducción de la muñeca.
- f: Dorsiflexión de la muñeca central y flexión de la palma. El antebrazo está pronado.
- g: Flexión de la muñeca y extensión del antebrazo supinado en el plano perpendicular

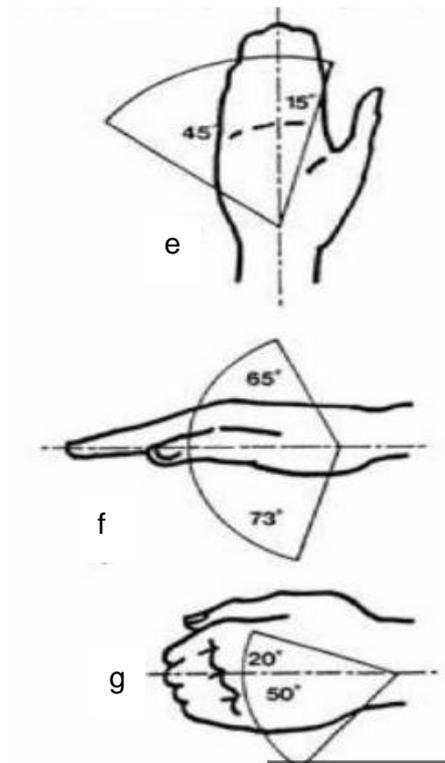


Figura 62. Ángulos límite de la muñeca

Los ángulos que realmente interesa conocer para llevar a cabo la rehabilitación de forma satisfactoria y que la férula diseñada debe contener en su diseño son los mencionados en apartado f:

-Flexión palmar hasta un máximo de 73 grados

-Flexión dorsal hasta un máximo de 65 grados

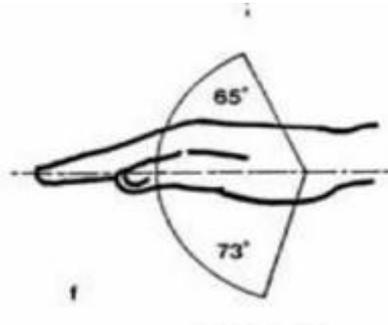


Figura 63. Flexión palmar y dorsal

Estos ángulos se han tenido en cuenta a la hora de diseñar el mecanismo que regula la variación del movimiento. Cabe mencionar, que todas las personas no disponen de la misma flexibilidad, por tanto, existen personas que pueden alcanzar un ángulo límite mayor. Por lo que en el diseño se han otorgado un poco más de ángulo en ambos sentidos "Figura65", en concreto:

-Para la flexión palmar 80 grados.

-Para la flexión dorsal 70 grados.

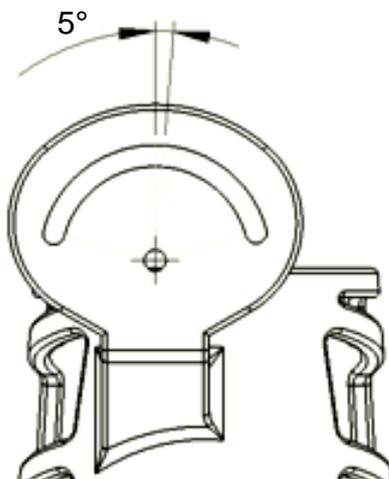


Figura 65. Desviación

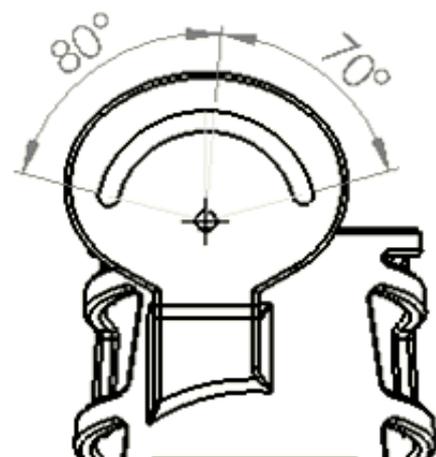


Figura 64. Ángulos férula

Tal y como se observa en la "Figura 64" existe una desviación de 5°. Esta desviación se debe a la geometría que posee la férula, ya que en ella está el sistema de accionamiento desplazado del eje, a propósito, para un mejor funcionamiento. Si no se corrige con esta desviación la mano no podría estar en reposo con el uso de la férula.

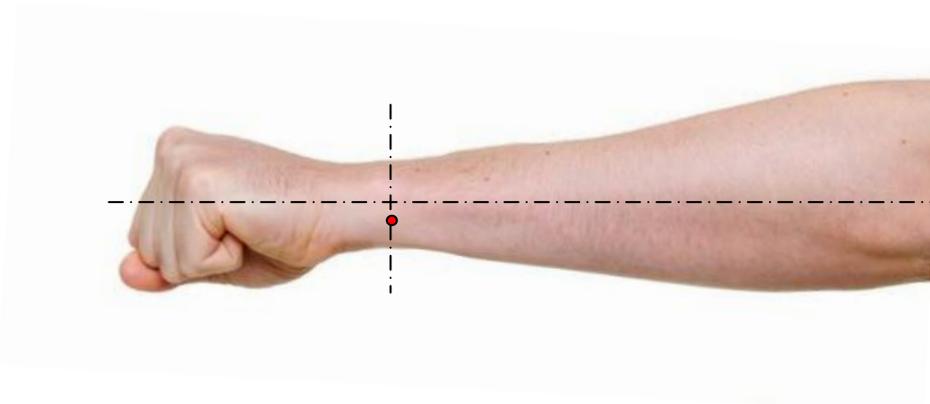


Figura 66. Desviación entre el eje y el punto pivote (color rojo)

La desviación mencionada parte cuando el brazo está en posición de reposo, el punto pivote sobre el cual se realiza el movimiento de la muñeca no está centrado, debido a la ergonomía del cuerpo humano. Por tanto, al tener que desplazar del eje central el sistema de accionamiento, ya que este debe coincidir con el punto pivote, esa distancia hay que compensarla de algún modo para que la mano esté en una posición natural.

Por tanto, este aspecto se tiene en cuenta en el diseño de la férula ortopédica articulada. La desviación del eje de accionamiento también se puede encontrar en los productos mencionados en el estudio de mercado, Anexo 3. A continuación, se muestran algunos ejemplos de ello:



Figura 67. Desviación del punto pivote con el eje en férula comercial



Figura 69. Desviación del punto pivote con el eje en férula comercial



Figura 68. Desviación del punto pivote con el eje en férula comercial

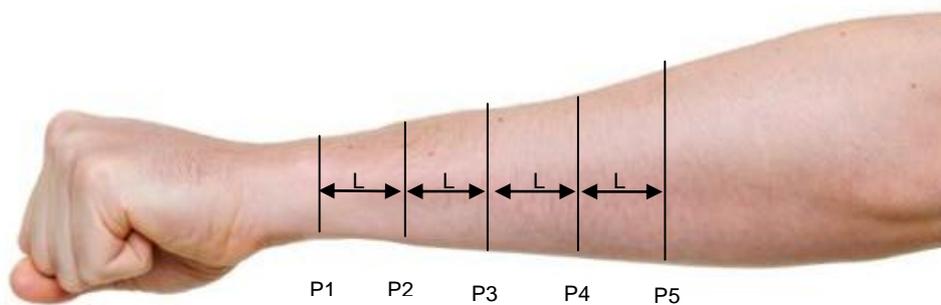
6.2 TOMA DE MEDICIONES

Para poder realizar correctamente el diseño de la férula articulada para la muñeca es necesaria la toma de medidas antropométricas del brazo del paciente.

En este caso las medidas indispensables que se deben realizar son las siguientes:

- Para el antebrazo:

Se mide el perímetro del antebrazo por cinco secciones diferentes (P1, P2, P3, P4, P5), es decir, se calcula el diámetro del antebrazo desde la muñeca en dirección hacia el codo con un intervalo de 40 mm, representado en la "figura2". Se realiza de esta manera porque la conicidad del antebrazo no es progresiva. Con estas medidas se diseña la carcasa del antebrazo.

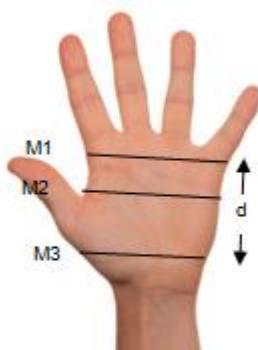


$L=40\text{mm}$

De este modo, se calcula la conicidad del antebrazo del paciente de forma individual, evitando así que la carcasa del antebrazo pueda moverse y quedando en una posición fija.

- Para la mano:

Se mide el perímetro de la mano justo por debajo de los nudillos (M1), se toma otra medida del perímetro de la mano a 30mm de la anterior (M2) y para finalizar se toma una última medida de justo por debajo del dedo pulgar (M3). Posteriormente, se mide la distancia (d) entre el primer perímetro M1 y el último M3 "Figura 3"



6.3 ANÁLISIS DE CARGA QUE EJERCE LA MANO

Uno de los aspectos que se han tenido en cuenta para la realización del análisis estructural de la férula ortopédica, Anexo 12, es la cuantía de la carga que puede ejercer una mano en posición de reposo.

Para ello, se ha hecho uso de un dinamómetro digital, de una cuerda para sujetar la mano, se han tomado los valores y se ha establecido una tabla con los resultados obtenidos para realizar el estudio.

	Valor 1 (Kg)	Valor 2 (Kg)	Valor 3 (Kg)	Media (Kg)
Mano hombre adulto	0.465	0.435	0.495	0.465
Mano mujer adulta	0.380	0.420	0.390	0.396
Mano hombre joven	0.420	0.410	0.435	0.421
Mano mujer joven	0.360	0.345	0.370	0.358

Estos resultados son un ejemplo de casos actuales en la población. Dependiendo del índice de masa corporal de cada individuo, el peso correspondiente a la mano puede variar, por tanto se trata de un estudio orientativo. Actualmente el peso correspondiente a una mano varía desde los 0.3 hasta los 0.6 kg dependiendo de la persona.



Figura 71. Dinamómetro



Figura 70. Toma de valores con el dinamómetro

7. MATERIALES

7.1 MATERIALES UTILIZADOS

En este apartado se citan los materiales que se consideran adecuados para cada componente que forma la férula. Se trata de materiales comunes en la industria y que comienzan a emplearse cada vez más en el sector. En este caso el Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) y el Ethyl Vynil Acetato (E.V.A.).

En los apartados siguientes se exponen las propiedades generales a modo de orientación y ejemplos de productos que utilizan estos tipos de polímero.

7.2 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCION DE MATERIALES.

El material elegido para la realización del producto de las piezas (1.1.1 y 2.1.1) es Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), debido a que es uno de los materiales más empleados en la impresión 3D y además presenta las características mecánicas que se precisan para la realización y el posterior uso del objeto.

Dicha elección se basa en que el acrilonitrilo, le proporciona rigidez, estabilidad ante las altas temperaturas y fortaleza ante los ataques químicos; mientras que el butadieno le da tenacidad ante las bajas temperaturas y le da la protección necesaria ante los impactos. Respecto al estireno, su presencia tiene que ver con la resistencia mecánica y el brillo, entre otros.

Por tanto, el ABS proporciona que el producto sea tenaz, duro, rígido, con resistencia química y a la abrasión.

Otros de los motivos por los cuales se elige este material es por las posibilidades de tratamientos mecánicos que se pueden realizar sobre el mismo: se puede pulir, lijar, limar, agujerear, pintar, pegar y, en definitiva, someter a toda una serie de procesos industriales con diversas aplicaciones.

Para realizar las impresiones con este material, se trabajan con temperaturas de entre 230 y 260 grados, aunque varían según el diámetro del filamento de la bobina, por lo que requiere una impresora 3D con un cabezal que pueda alcanzar dicha temperatura. Para la fabricación del mango que regula la tuerca también se empleará este mismo material.

Por otro lado, para realizar la almohadilla interior, la materia prima que se ha seleccionado es Ethyl Vynil Acetato (E.V.A.) concretamente su nombre comercial es Herbimed Perforado de 2mm de grosor. Son láminas que pueden pegarse perfectamente a la pieza realizada en ABS y su uso industrial está pensado para realizar plantillas para el calzado, acolchamiento en prótesis y férulas.

Es un material espumoso que proporciona la comodidad necesaria al paciente, evitando rozaduras y molestias causadas por el rozamiento de la prótesis con el cuerpo humano.

7.3 PROPIEDADES GENERALES DE LOS MATERIALES

Las características y propiedades del ABS son contrastadas en el programa CesEdupack 2015, una guía de materiales suministrada por la Universidad Politécnica de Valencia.

-Polímero ABS (Termoplástico de Acrilonitrilo, Butadieno y Estireno)



Figura 72. Material ABS

Composición

Terpolímero de acrilonitrilo (15-35%), butadieno (5-30%) y estireno (40-60%).

Propiedades generales

Densidad	1,01e3	-	1,21e3	kg/m ³
Precio	* 1,83	-	2,01	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1937			

Propiedades mecánicas

Módulo de Young	1,1	-	2,9	GPa
Módulo a cortante	0,319	-	1,03	GPa
Módulo en volumen	3,8	-	4	GPa
Coefficiente de Poisson	0,391	-	0,422	
Límite elástico	18,5	-	51	MPa
Resistencia a tracción	27,6	-	55,2	MPa
Resistencia a compresión	31	-	86,2	MPa
Elongación	1,5	-	100	% strain
Dureza-Vickers	5,6	-	15,3	HV
Resistencia a fatiga para 10 ⁷ ciclos	11	-	22,1	MPa
Tenacidad a fractura	1,19	-	4,29	MPa.m ^{0.5}
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	0,0138	-	0,0446	

Propiedades térmicas

Temperatura de vitificación	87,9	-	128	°C
Máxima temperatura en servicio	61,9	-	76,9	°C
Mínima temperatura en servicio	-123	-	-73,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	0,188	-	0,335	W/m.°C
Calor específico	1,39e3	-	1,92e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	84,6	-	234	µstrain/°C

Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante		
Resistividad eléctrica	3,3e21	-	3e22 μohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	2,8	-	3,2
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	0,003	-	0,007
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico) V/m	13,8	-	21,7 1000000

Propiedades ópticas

Transparencia	Opaca		
Índice de refracción	1,53	-	1,54

Procesabilidad

Colabilidad	1	-	2
Moldeabilidad	4	-	5
Mecanizabilidad	3	-	4
Soldabilidad	5		

Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 90,3	-	99,9 MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 3,64	-	4,03 kg/kg
Reciclaje	True		

Marca de reciclaje



Las propiedades del Herbimed Perforado son suministradas por el fabricante, Productos Herbitas S.L.

-Herbimed Perforado

- Ref. 11.131.4

-Grosor: 2mm

-Color: Carne

-Composición: Ethyl Vynil Acetato (E.V.A.)

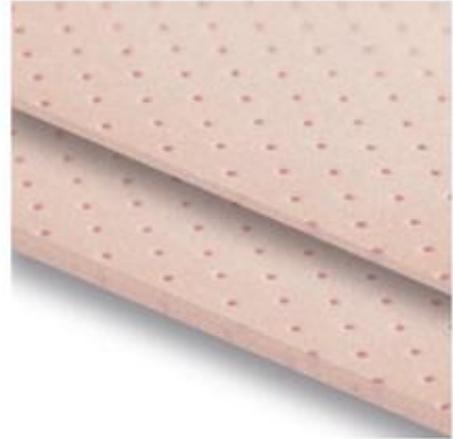
-Termoformable: 110°-130°C

-Celdas: Cerradas

-Peso específico: 0.15g/cm³

-Dureza: 35° Shore A

-Perforado: Si



8. PROCESOS DE FABRICCIÓN

8.1 PROCESOS DE FABRICACIÓN UTILIZADOS

En el presente apartado se citan los procesos que se consideran adecuados para realizar cada componente que forma la férula articulada. Las piezas a fabricar son la carcasa del antebrazo (1.1.1) y la carcasa para la mano (2.1.1), en este caso se emplea el mismo proceso de fabricación en ambas, la impresión 3D. Cabe mencionar, que también se realiza del mismo modo la fabricación del mango para ajustar la tuerca, a pesar de que no es una de las piezas que conforman la férula, pero sí forma parte del conjunto.

8.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EMPLEADO

El proceso de impresión 3D comienza con un modelo geométrico conceptual creado con un sistema de CAD y la realización de un mallado en todas las superficies de la pieza. Dicho modelo se traslada a la estación de trabajo donde se lamina en capas imaginarias y se envía al sistema de FDM (Fused Deposition Modeling) o en castellano “Deposición de Material Fundido”.

Un carrete de material termoplástico para el modelado, abastece la cabeza de extrusión del sistema, y además está térmicamente controlado para calentar el material a un estado semilíquido. Entonces, el material se deposita en capas ultra finas, mediante una boquilla, sobre una base sin sujeción. Dicha boquilla obedece a una ruta generada con un software específico que lee los ficheros STL. Una vez que el material ha sido colocado sobre la zona deseada, el plástico solidifica en unas décimas de segundo mientras el cabezal recorre la totalidad de la pieza y crea una lamina con precisión. De tal forma, va depositando material capa a capa hasta completar el objeto sólido.

Cabe recalcar, a la hora de realizar la pieza, si ésta no está en equilibrio o posee partes colgantes, se calculan unos soportes mediante un software independiente o por el software la misma máquina. Estos soportes son necesarios para la realización óptima de la pieza, que posteriormente mediante el empleo de herramientas adecuadas son retirados para dejar únicamente la pieza.

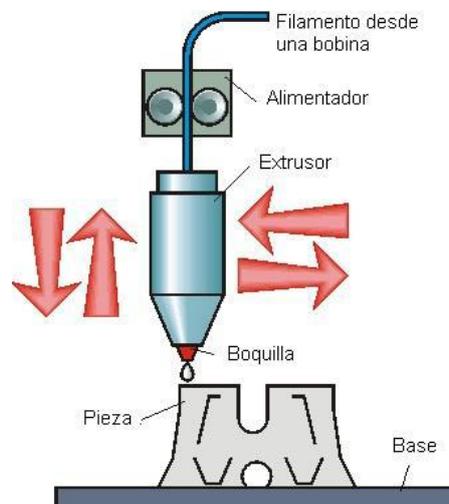


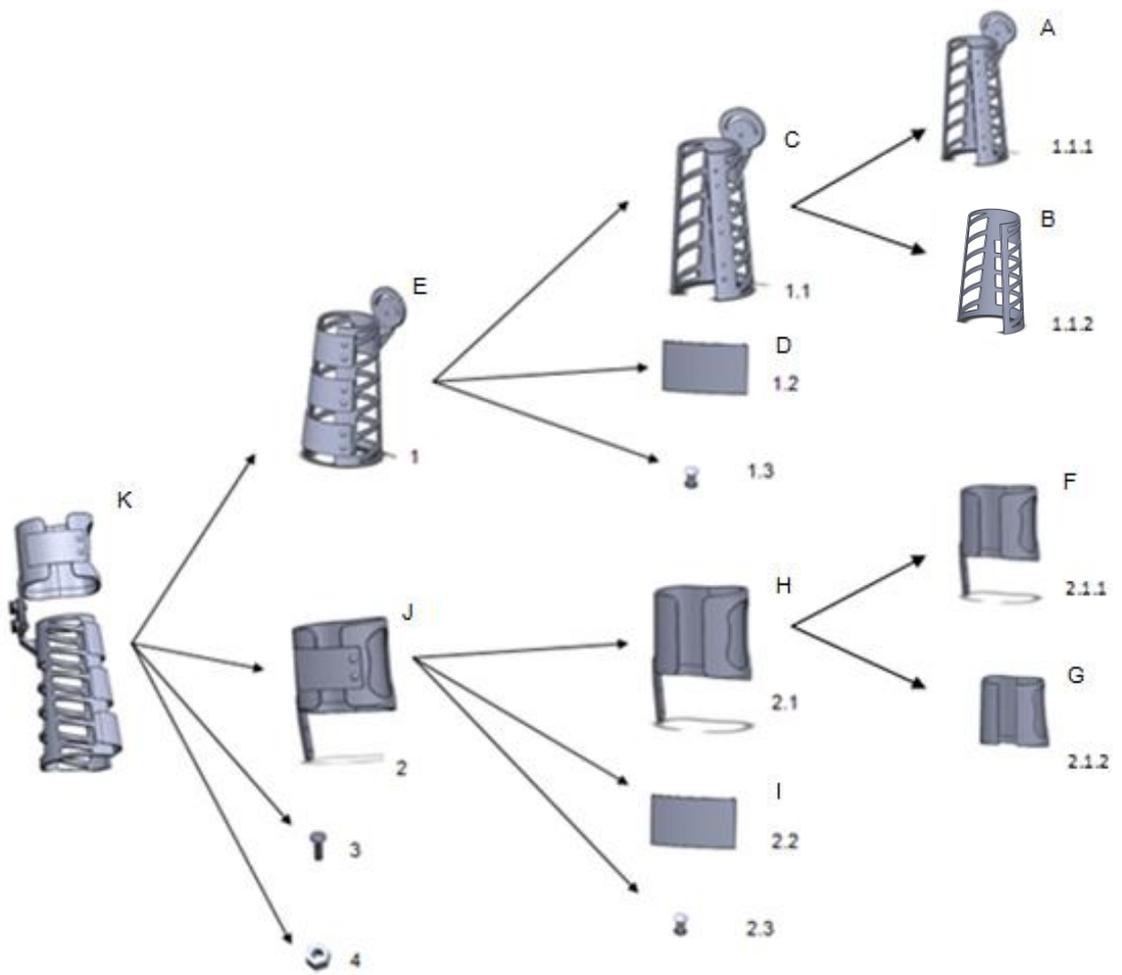
Figura 73. Esquema de impresora 3D

8.3 UNIONES

Los procesos de unión son aquellos procedimientos que permiten ensamblar piezas o partes de un conjunto de piezas para confeccionar otras. Las uniones que se realizan en el proceso de fabricación y ensamblaje de la férula articula para la muñeca son:

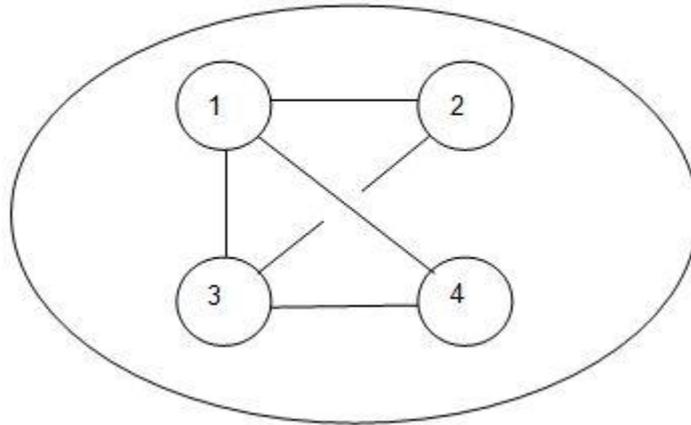
- Elementos roscados, es el caso de la unión entre la carcasa del antebrazo (1.1.1) y la carcasa de la mano (2.1.1) mediante dos tornillos M4x12mm (3) y dos tuercas hexagonales M4 (4).
- Adhesivos, se encuentra en la unión entre la carcasa del antebrazo (1.1.1) y la protección del antebrazo (1.1.2) mediante adhesivo de contacto. También encontramos este tipo de unión entre la carcasa de la mano (2.1.1) y la protección de la mano (2.1.2).
- Remaches, se encuentran en la unión entre la carcasa del antebrazo (1.1.1) y el velcro del antebrazo (1.2) y entre la carcasa de la mano (2.1.1) y el velcro de la mano (2.2). Ambas uniones están realizadas mediante remaches M4x6mm.

9. ESQUEMA DE DESMONTAJE DEL PRODUCTO

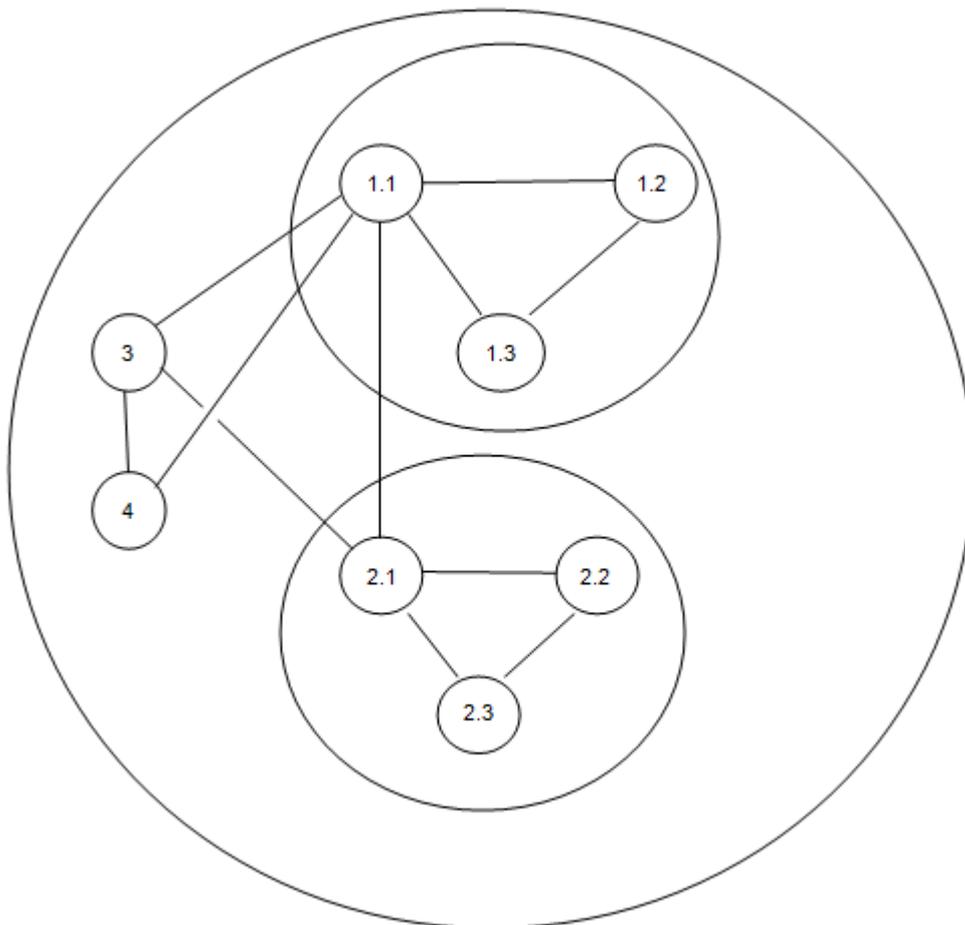


10. DIAGRAMA SISTÉMICO

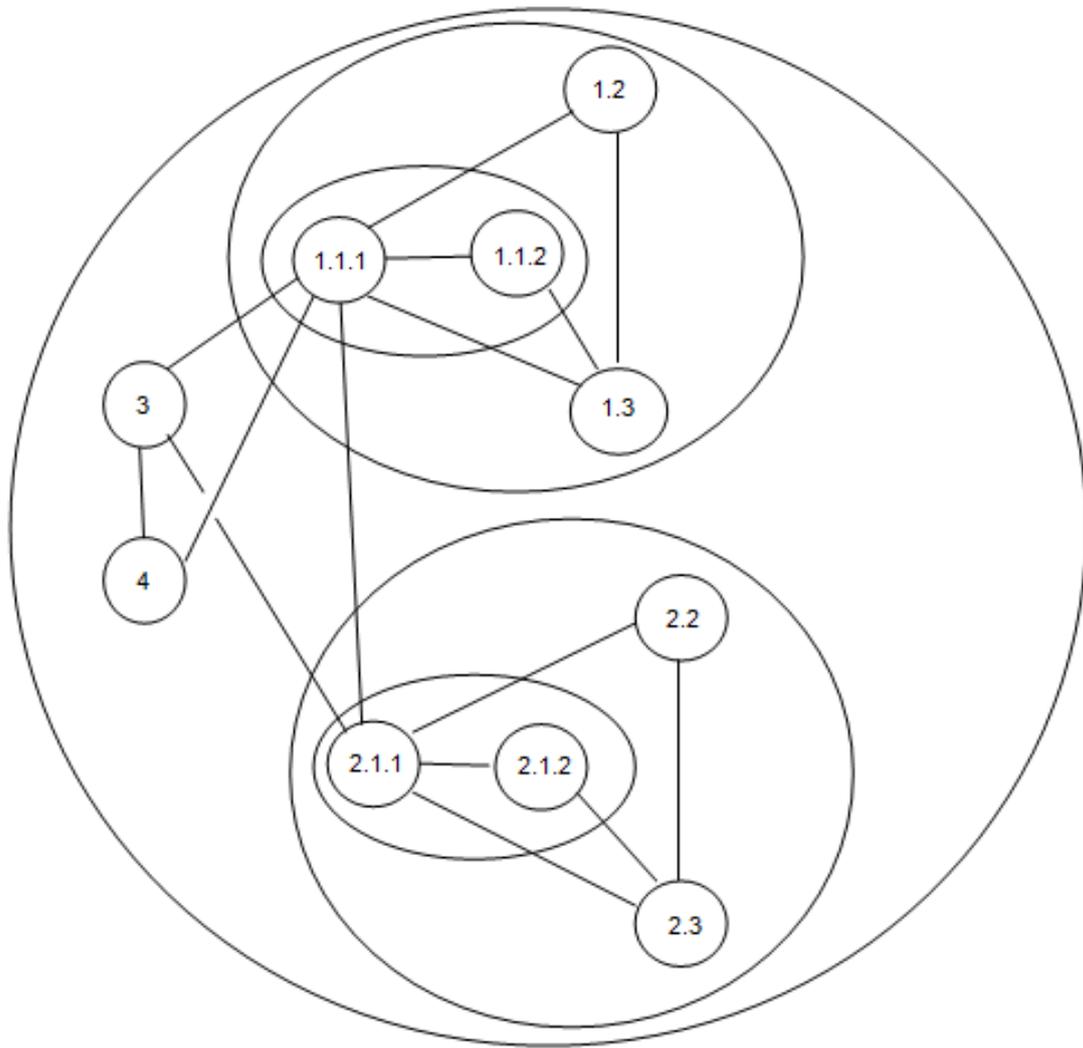
PRIMERA SECUENCIA



SEGUNDA SECUENCIA



TERCERA SECUENCIA



11. DIMENSIONADO PREVIO

A continuación, se desarrolla la tabla de relaciones de los elementos. Las relaciones entre elementos se exponen en el diagrama sistémico expuesto en Anexo 10.

Marca	Denominación	Tipo	Nº Relaciones	Orden
1.1.1	Carcasa antebrazo	A fabricar	6	1º
2.1.1	Carcasa mano	A fabricar	5	2º
1.3	Remache antebrazo	Normalizado	3	3º
2.3	Remache mano	Normalizado	3	4º
3	Tornillo	Normalizado	3	5º
4	Tuerca	Normalizado	2	6º
1.1.2	Protector antebrazo	A fabricar	2	7º
2.1.2	Protector mano	A fabricar	2	8º
1.2	Velcro antebrazo	A fabricar	2	9º
2.2	Velcro mano	A fabricar	2	10º

La normalización de las dimensiones de los elementos se realiza en base a las normas, elementos normalizados, herramientas y elementos comerciales que se describen en los Anexos 5, 18, 19, 20 y 21.

- ELEMENTO 1.1.1

ELEMENTO	NOMBRE
1.1.2	Protección antebrazo
1.2	Velcro antebrazo
1.3	Remache antebrazo
2.1.1	Carcas mano
3	Tornillo
4	Tuerca

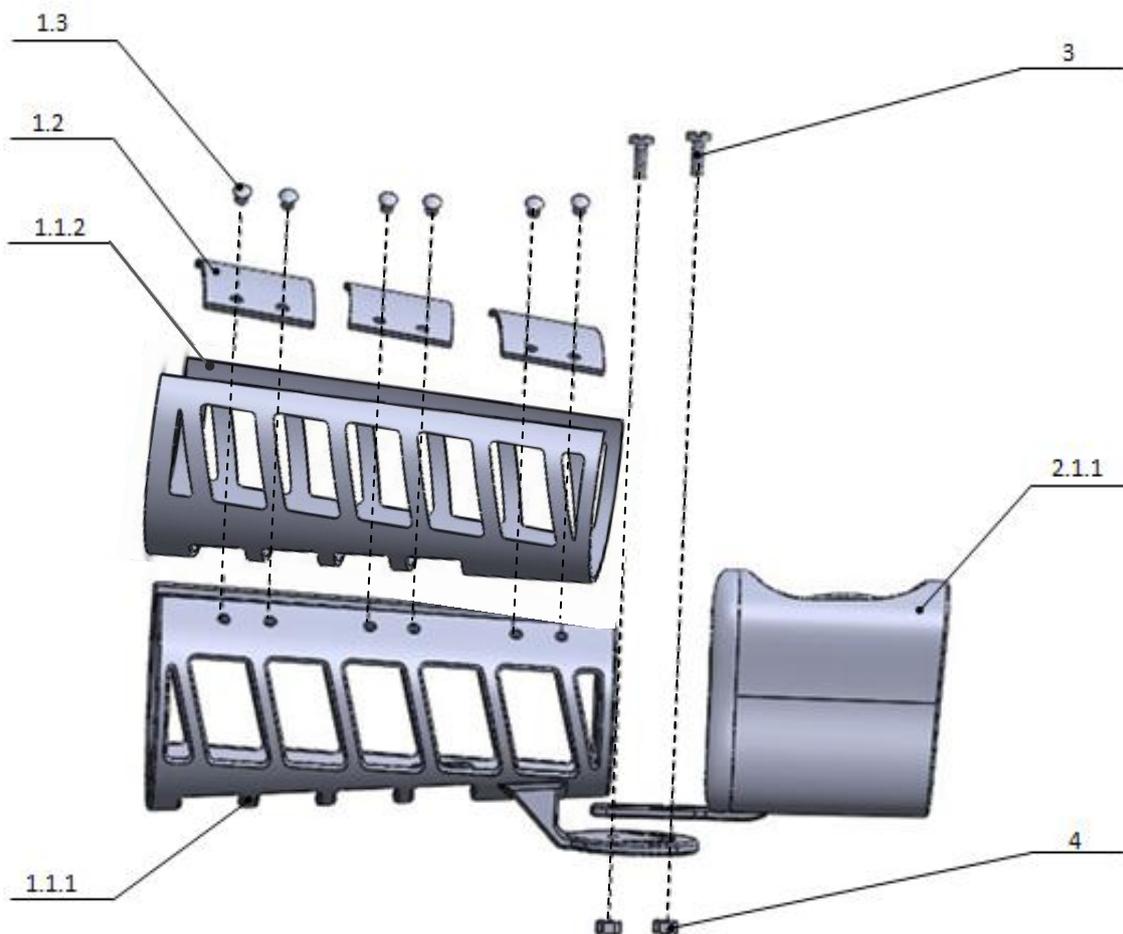


Figura 74. Vista explosionada de elementos

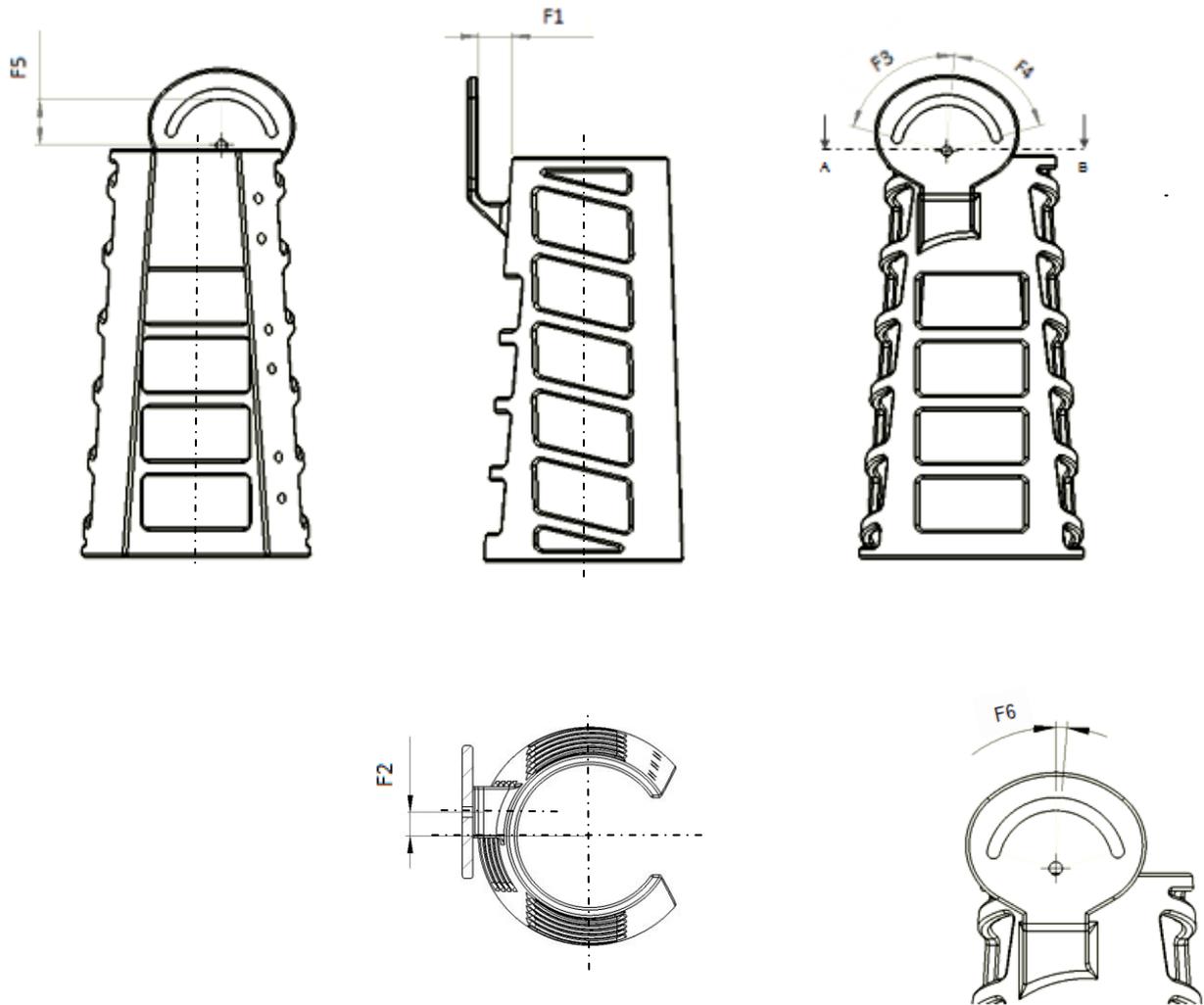


Figura 75. Vistas costas funcionales carcasa antebrazo

F1: Distancia entre el cilindro central de la carcasa del antebrazo y la base del sistema de accionamiento. Es la distancia mínima necesaria para que no exista ningún tipo de colisión entre las piezas y el brazo. F1=13mm.

F2: Distancia entre el eje central del cilindro (1.1.1) y el centro del agujero en el cual se introduce el tornillo de amarre entre ambas carcasas (2.1.1). F2=9.5mm

F3: Ángulo máximo para la flexión dorsal de la muñeca. F3=70mm

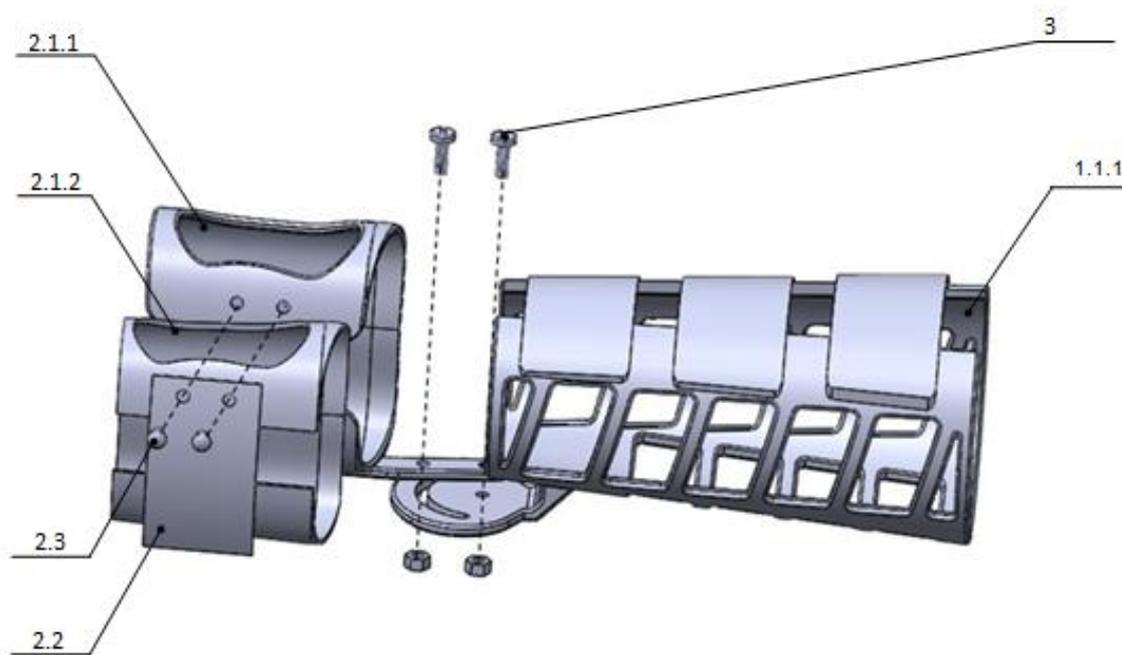
F4: Ángulo máximo para la flexión palmar de la muñeca. F4=80mm

F5: Distancia entre el agujero de amarre entre ambas carcasas (1.1.1) y (2.1.1) y la ranura que abarca los ángulos de la flexión palmar y dorsal. F5=19.5mm

F6: Ángulo necesario para corregir la desviación del punto pivote. F6=5°

ELEMENTO 2.1.1

ELEMENTO	NOMBRE
1.1.1	Carcasa antebrazo
2.1.2	Protección mano
2.2	Velcro mano
2.3	Remache mano
3	Tornillo



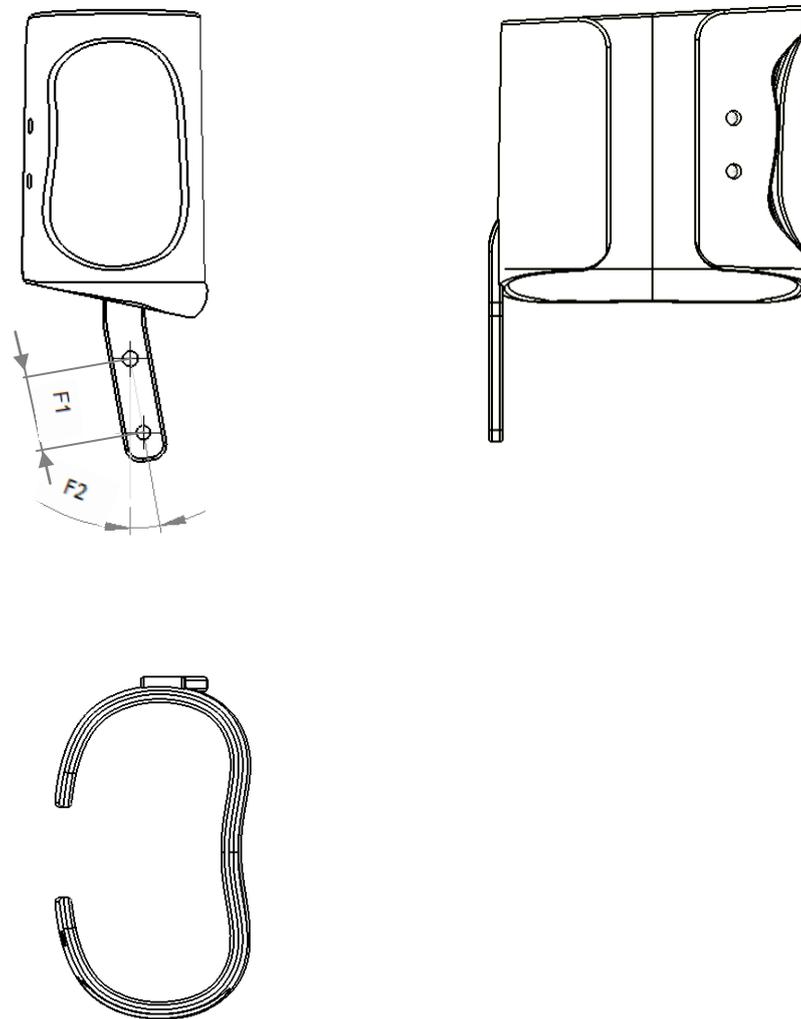


Figura 76. Vistas de costas funcionales carcasa mano

F1: Distancia entre ambos agujeros del saliente de la carcasa de la mano (2.1.1). Corresponde a la misma distancia que la cota funcional F5 de la carcasa del antebrazo (1.1.1.). F1=19.5mm

F2: Ángulo entre la vertical del primer agujero y el punto central del segundo. Coincide con el mismo ángulo que la cota funcional F6 de la carcasa del antebrazo (1.1.1). F2=5°

12. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En el presente apartado se realiza un análisis de las fuerzas y tensiones realizadas sobre la estructura de la férula articulada. Este análisis se ha realizado mediante el programa NX Nastran, es una herramienta avanzada de simulación de elementos finitos. En dicho programa, se va a plantear tres hipótesis de ensayo: en dirección (-Z) representando el peso de la mano, en dirección (X) representando un movimiento lateral de la mano y en dirección (-X) representando otro movimiento lateral. Estos vienen detallados más abajo. Esta representación de las hipótesis sirve para establecer el grosor adecuado para la pieza.

La metodología empleada para el estudio ha sido exportar todo el conjunto de la férula, diseñada previamente con el programa SolidWorks, al Siemens NX 10. Una vez abierta la pieza, se dispone a abrirse el módulo de simulación del programa. Es aquí cuando se emplea el programa NX Nastran.

A continuación, se crea una pieza idealizada de la férula, se ocultan todos los elementos dispensables para la realización del análisis, en este caso son los tornillos (3), las tuercas hexagonales (4), las protecciones del antebrazo y la manos (1.1.2 y 2.1.2) y el velcro del antebrazo y la mano (1.2 y 2.2). Seguidamente, se ascienden todas las partes necesarias para el desarrollo del estudio, que son las carcasas del antebrazo y de la mano (1.1.1 y 2.1.1).

Para poder realizar el análisis de forma correcta se deben suprimir los redondeos de ambas piezas, para ello, se idealiza la geometría de las piezas. Quitando los redondeos que van desde 1mm hasta 15mm de radio "Figura 77".



Figura 77. Redondeos idealizados en la férula mediante programa Nastran

En segundo lugar, se crea un mallado 3D de ambos elementos (1.1.1) y (2.1.1). Concretamente se le aplica una malla tetraédrica 3D “CTETRA (10)” a los dos elementos pero con una diferencia en el tamaño del mallado. Para la carcasa del antebrazo son 3.2mm y para la carcasa de la mano son 3mm “Figura 78”.

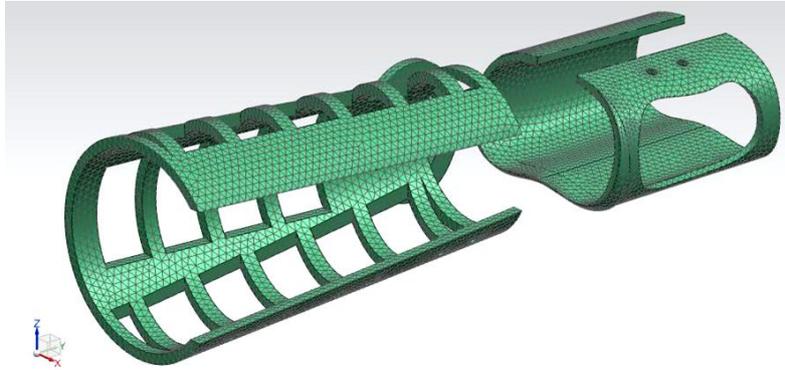


Figura 78. Malla 3D para la férula ortopédica

Una vez introducido esto en el programa, se asigna el material a las piezas. En este caso a las dos piezas son de ABS.

En tercer lugar, se procede a realizar a simulación de fuerzas y a establecer las fijaciones y restricciones. Para realizar la simulación de la fijación entre las dos carcasas de la férula, las cuales van fijadas por dos tronillos y dos tuercas, se realiza una adherencia de superficie con superficie “Figura 79”. De tal forma que se evita que se pueda mover el ensamblaje y así realizar posteriormente su estudio.

Se le aplica la simulación de las restricciones fijas a la férula, éstas son las partes de las piezas que no se pueden mover. Están dispuestas en la carcasa del antebrazo como se observa en la “Figura 80”, con flechas de color azul.

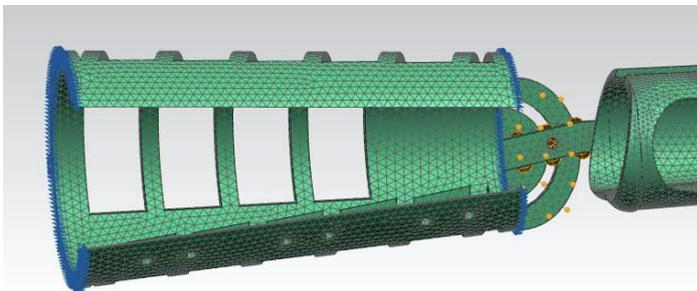


Figura 79. Restricciones fijas

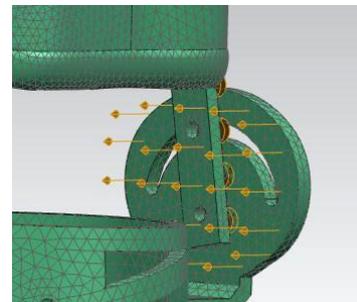


Figura 80. Adherencia superficie con superficie

Este apartado se puede realizar de muchas maneras distintas, ya que el programa abarca gran cantidad de fijaciones, adherencias y cargas, pero se ha seleccionado esta porque se adecua perfectamente a los esfuerzos que se realizaría con el uso cotidiano del producto.

Por último, se realiza la aplicación de las cargas. En este caso se ha aplicado una carga de 10N en distintas posiciones en la carcasa de la mano para comprobar la repercusión que tendría en la férula. Se le aplica la carga de 10N, simulando un caso extremo, generalmente en un uso normal la carga oscilaría entre los 3 y 6N, véase Anexo 6. La dirección de la carga que es necesaria para el estudio es (-Z), ya que es la que el usuario ejerce en todo momento con la utilización de la férula, como se ha mencionado antes, representa el peso de la mano. Además de esta dirección, también se ha estudiado para la dirección (X) y (-X), ya que son posibles cargas laterales que podría ejercer un usuario en un momento determinado.

En un primer lugar, se realiza el estudio estableciendo un grosor a las piezas de 3mm. En el cual tras analizar los resultados obtenidos, el esfuerzo que tiene que soportar la férula en las distintas hipótesis se encontraba casi en el límite para obtener un coeficiente de seguridad adecuado. Concretamente el mayor esfuerzo que debía soportar la pieza se estableció en 30.22MPa, como se puede observar en la “Figura 81”. Debido a que este esfuerzo es muy alto y se aproxima a la media del límite elástico del ABS que se establece de media en unos 34 MPa, el grosor de 3mm para las piezas se descarta y se inicia el mismo estudio pero empleando 4mm de grosor para las piezas.

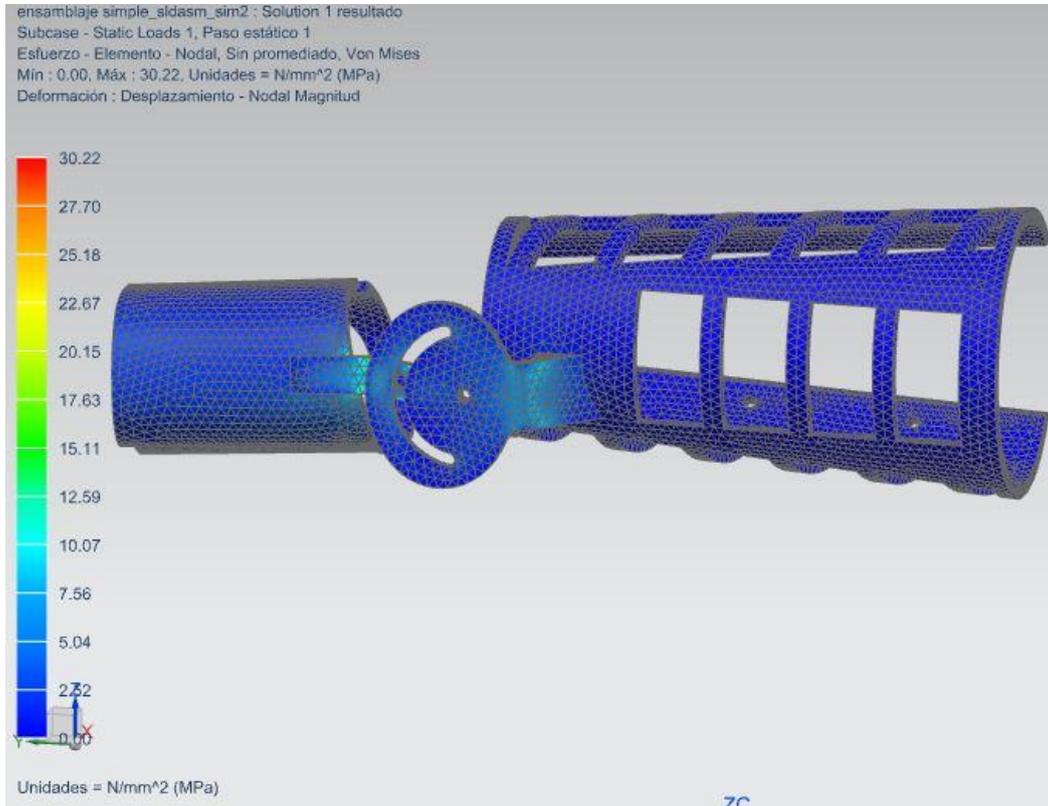


Figura 81. Esfuerzo carcasa de 3mm de grosor

Los resultados obtenidos para un grosor de 4mm en las piezas de la férula y aplicando las distintas hipótesis son los siguientes:

- Carga de 10 N aplicada en dirección-Z “Figura 82”:

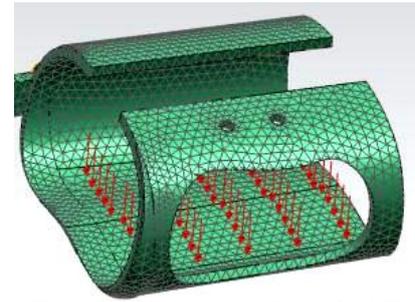


Figura 82. Fuerza en dirección (-Z)

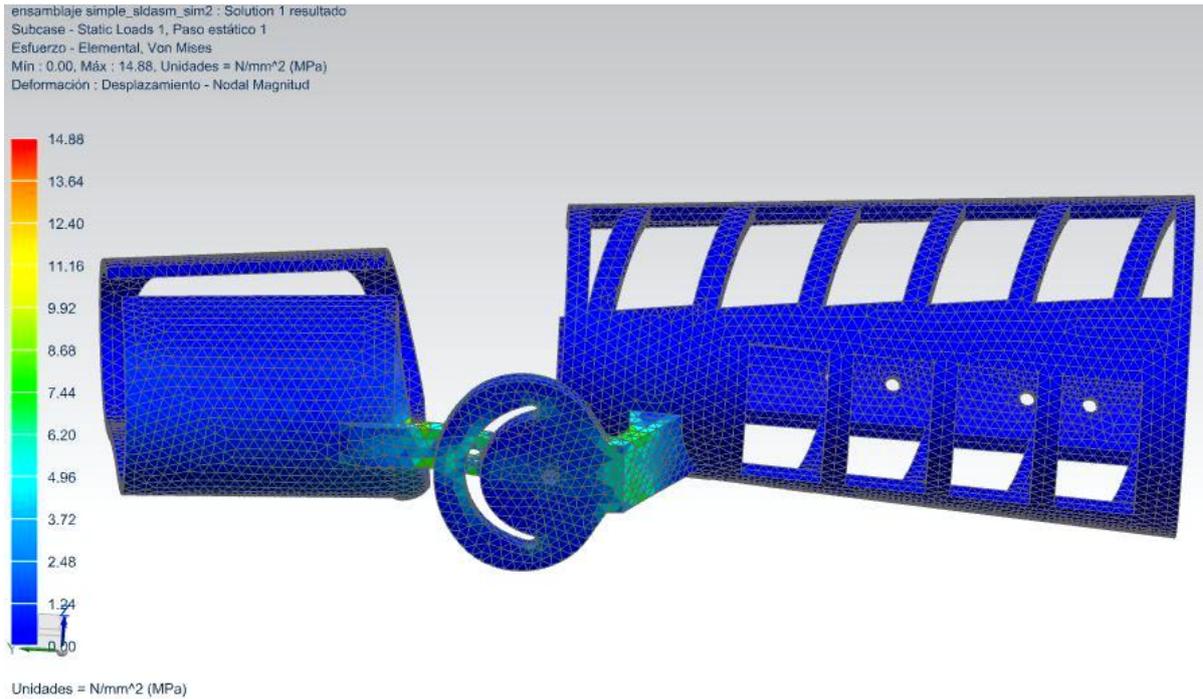


Figura 83. Esfuerzo en la férula con la dirección (-Z)

Como se observa en la “Figura88” los valores van desde 0MPa representado en azul oscura hasta 14.88 MPa representado en color rojo. El valor en rojo es el más elevado pero tan solo aparecen en un lugar puntal de la pieza.

La representación de estos valores indica que la pieza no va a deformarse debido a que el límite elástico del material es mayor que el esfuerzo que tiene que soportar. Por tanto tiene un coeficiente de seguridad adecuado.

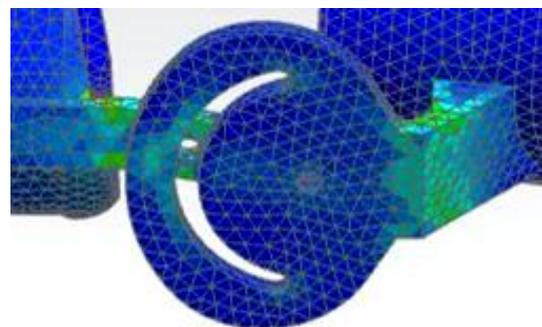


Figura 84. Sector donde se alberga el esfuerzo en (Z)

- Carga de 10N aplicada en dirección X “Figura 85”:

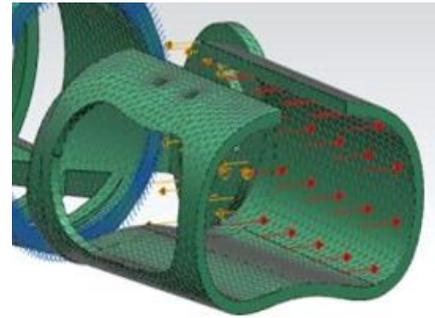


Figura 85. Fuerza en dirección (X)

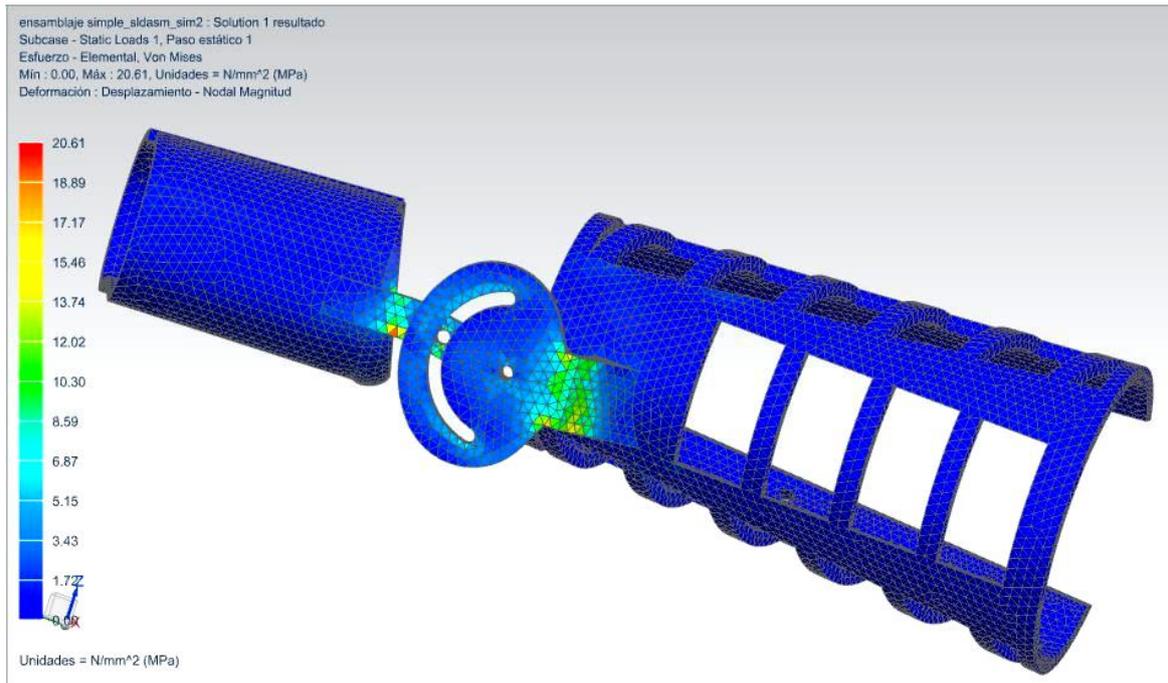


Figura 86. Esfuerzo en la férula con dirección (X)

En la “Figura 86” se observa que los valores del esfuerzo soportado la carga van desde 0MPa representado en azul oscuro hasta 20.61MPa representado de color rojo. Éste último es el más elevado y como en el apartado anterior aparece en un lugar puntual de la pieza.

La representación de estos valores indica que la pieza no va a deformarse debido a que el límite elástico del material es mayor que el esfuerzo que tiene que soportar. Por tanto tiene un coeficiente de seguridad adecuado.

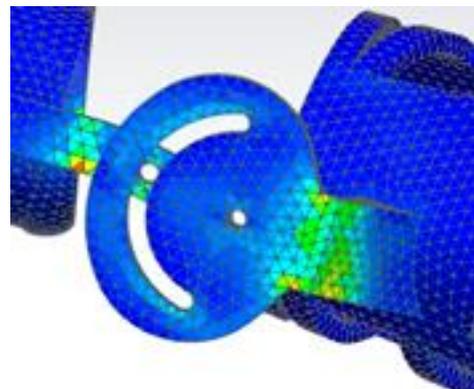


Figura 87. Sector donde se alberga el esfuerzo en (X)

- Carga de 10N aplicada en dirección -X “Figura 88”

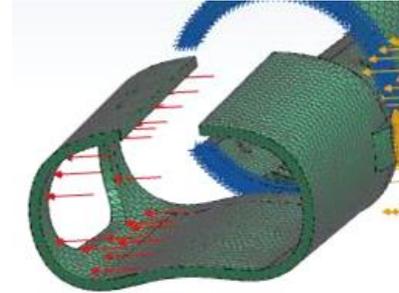


Figura 88. Fuerza en dirección (-X)

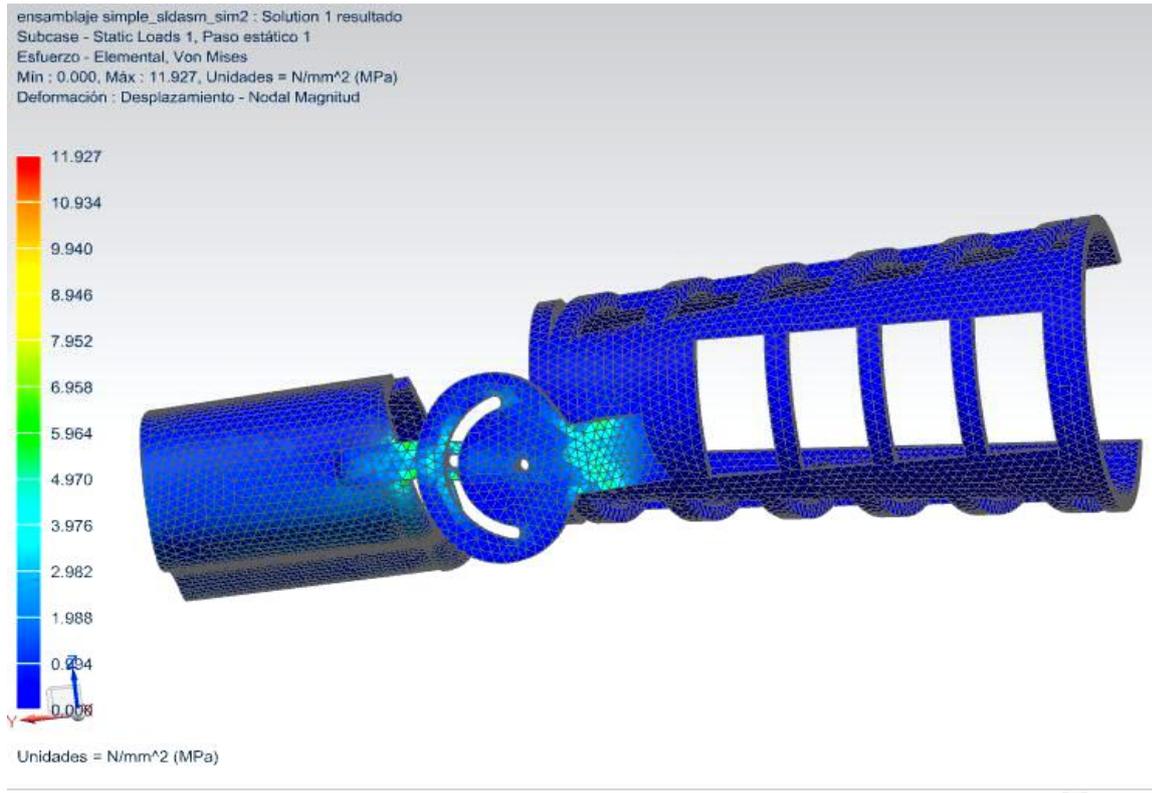


Figura 89. Esfuerzo en la férula con dirección (-X)

En la “Figura 89” se observa que los valores del esfuerzo soportado la carga van desde 0MPa representado en azul oscuro hasta 11.92MPa representado de color rojo. Éste último es el más elevado y como en el apartado anterior aparece en un lugar puntual de la pieza.

Del mismo modo que en los apartados anteriores, la representación de estos valores indica que la pieza no va a deformarse debido a que el límite elástico del material es mayor que el esfuerzo que tiene que soportar. Por tanto tiene un coeficiente de seguridad adecuado.

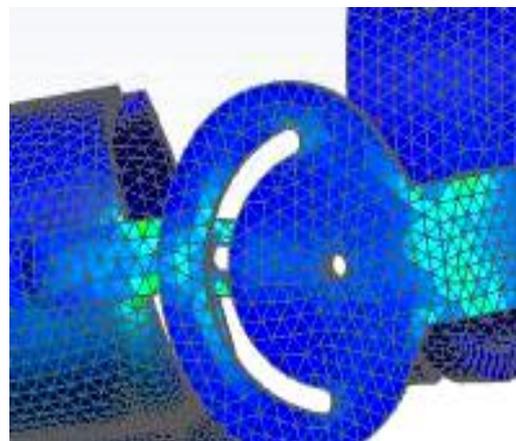


Figura 90. Sector donde se alberga el esfuerzo en (-X)

Los resultados obtenidos en el análisis estructural para las diferentes piezas de la férula con espesor de 4mm son adecuados, y por tanto dicho grosor es suficiente para cumplir las exigencias necesarias en las distintas hipótesis planteadas.

Como consecuencia de emplear estos 4mm para la fabricación de la pieza, hace que todo el conjunto de la férula tenga un peso muy ligero y resistente, ya que el material empleado, ABS, es muy ligero. De esta forma, cumple una de las premisas iniciales del proyecto que era disminuir el peso del producto.

13. PROTOTIPADO

13.1 CONTRUSCCIÓN DE ELEMENTOS

La fabricación de los elementos se realizará mediante una impresión 3D, para ello se ha hecho uso de la impresora Prusa i3, cuyas características las encontramos en el Anexo 20, y mediante un software llamado Cura, dónde se introducen los parámetros de las piezas a imprimir.

Una vez obtenido el diseño 3D de la figura en un programa de CAD, en este caso se ha empleado el programa SolisWorks, se guardan los archivos en modo STL para poderlos analizar con el programa Cura.

Dicho programa es un software gratuito y accesible a todo el mundo, en el cual se introduce la impresora a utilizar, el material y donde además se pueden puede modificar gran cantidad de parámetros y características para realizar una impresión 3D. Entre estas características encontramos la calidad, la carcasa, filamento, el material, la velocidad, la ventilación, lo soportes y la plataforma. “Figura 91”

De tal forma que parar realizar las piezas del prototipo (1.1.1 y 2.1.1) y el mango que ajusta la tuerca, se van a modificar ciertas características para que se adecue a las exigencias estipuladas.

Para ello, la altura de capa se modifica a 0.3 mm, la temperatura del material se establece en 230° y la de la bandeja a 65°, la densidad del relleno al 20%, la velocidad de impresión se mantiene la predeterminada de la impresora y se activa la ventilación. “Figura 92”

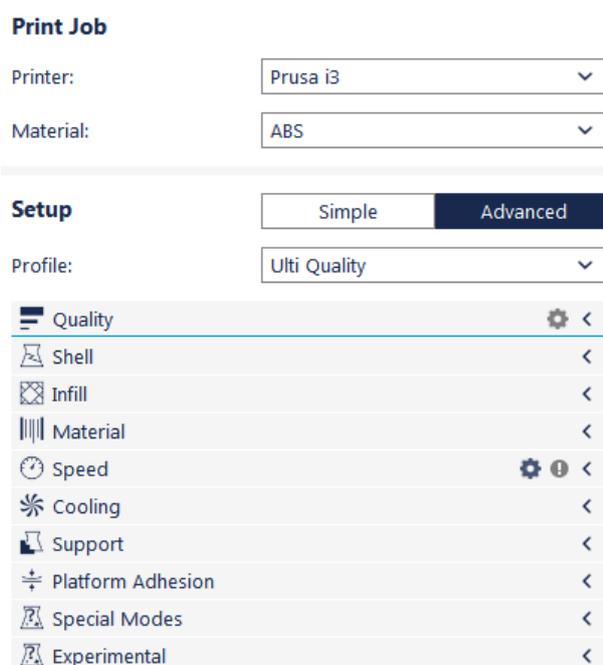


Figura 91. Herramientas del programa Cura

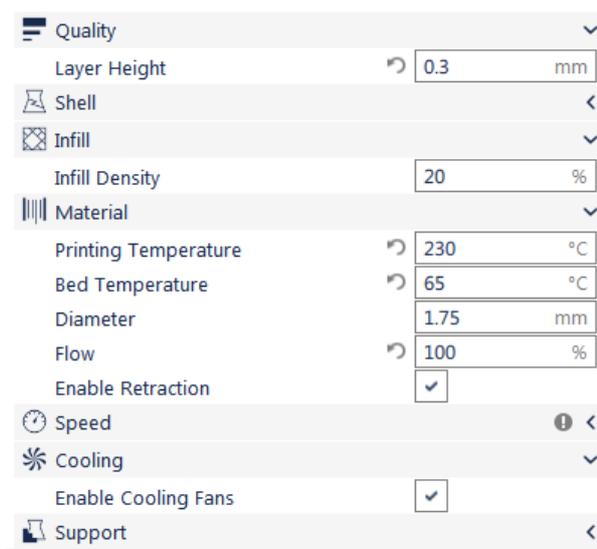


Figura 92. Panel de modificación de parámetros

13.2 COLOCACIÓN DE LA PIEZA Y GENERACION DE SOPORTES.

Antes de poner en funcionamiento la impresora y que empiece a realizar las piezas, hay que realizar un estudio de cómo disponer las piezas para facilitar su impresión. Por tanto, una vez llevado este estudio se ha obtenido que la mejor disposición para su realización sea la siguiente:

- Para la carcasa de la mano (2.1.1), esta posición y con la ayuda de algunos soportes se mantiene perfectamente en equilibrio y favorece el desarrollo de la impresión "Figura 93".

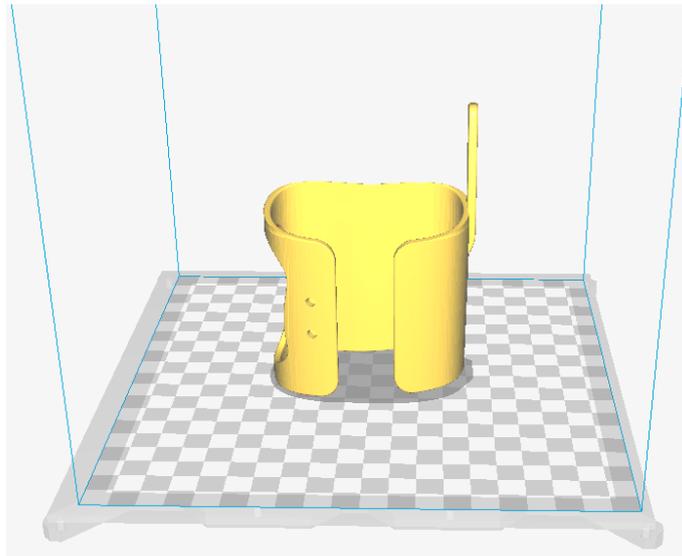


Figura 93. Disposición carcasa mano en la impresora 3D

A continuación, se muestra la secuencia de la fabricación de la pieza y de los soportes correspondientes. Como se puede apreciar los soportes vienen dados con el color azul "Figura 94"

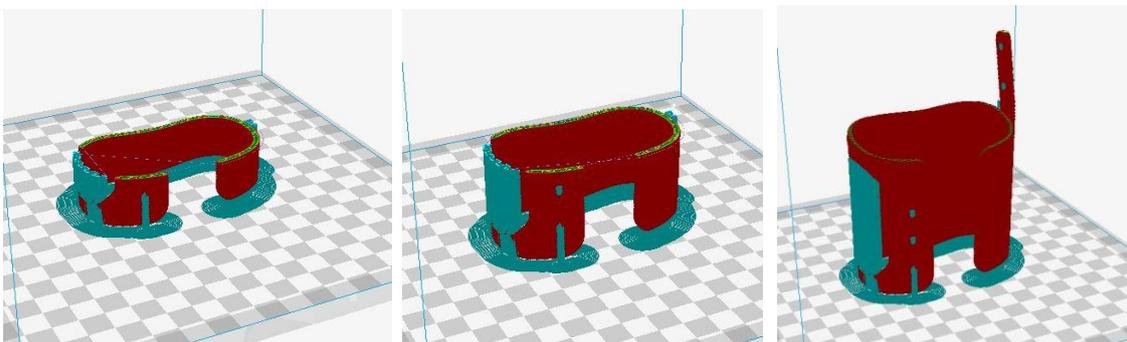


Figura 94. Evolución de la impresión de la carcasa de la mano

El mismo programa además también aporta datos importantes en cuanto a la fabricación, proporciona las dimensiones totales con los soportes de la pieza, el tiempo que tarda en imprimirse con las características que se han marcado y los metros de filamentos que se gastan “Figura 95”.



Figura 95. Datos de la impresión

-Para la carcasa del antebrazo (1.1.1), se dispone de la siguiente posición para poder imprimirse, también dispone de unos soportes “Figura 96”.

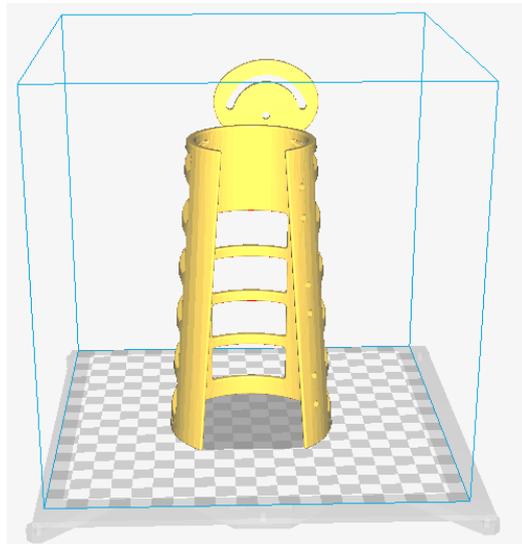


Figura 96. Disposición de la carcasa del antebrazo en la impresora 3D

A continuación se muestra la secuencia de la fabricación de la pieza y de los soportes correspondientes. Como se puede apreciar los soportes vienen dados con el color azul “Figura 4”

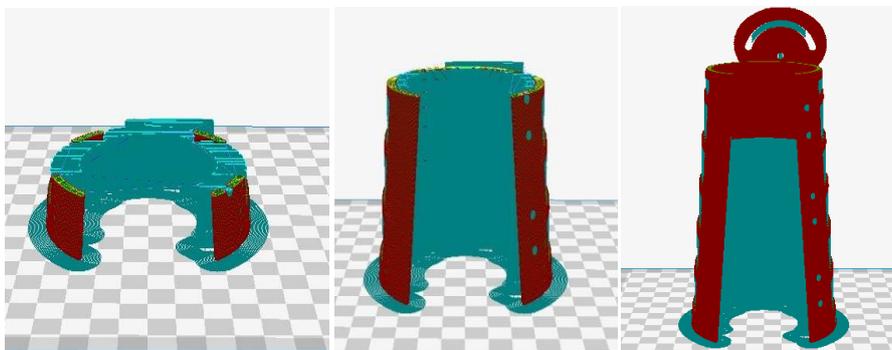


Figura 97. Evolución de la impresión de la carcasa del antebrazo

Las dimensiones totales con los soportes de la pieza, el tiempo que tarda en imprimirse con las características que se han marcado y los metros de filamentos que se gastan para esta pieza son los siguientes “Figura98”:



Figura 98. Datos de la impresión

-El mango para el ajuste de la tuerca, se dispone de la siguiente manera “Figura 99”:

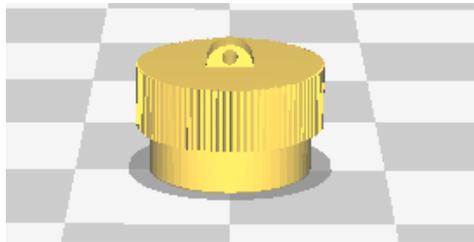


Figura 99. Disposición del mango de ajuste

A continuación se muestra la secuencia de la fabricación de la pieza y de los soportes correspondientes. Como se puede apreciar los soportes vienen dados con el color azul “Figura 100”

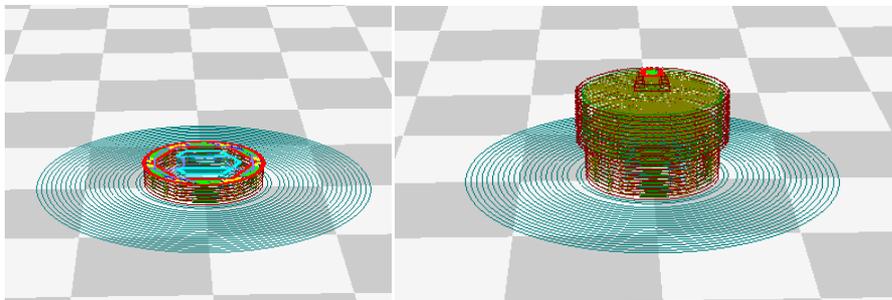


Figura 100. Evolución de la impresión del mango de ajuste

Las dimensiones totales con los soportes de la pieza, el tiempo que tarda en imprimirse con las características que se han marcado y los metros de filamentos que se gastan para esta pieza son los siguientes “Figura 101”:



Figura 101. Datos de la impresión

13.3 EJECUCIÓN DEL PROTOTIPADO

Guardando relación con el apartado anterior, tras la colocación de la pieza y la generación de los soportes, se analiza como se ha ido fabricando la pieza paso a paso y los posibles errores que pueden originarse en la impresión, ya sea por culpa de la máquina o por culpa de la geometría de la pieza.

Se debe realizar cada una de las piezas por separado, primero se realizará la carcasa del antebrazo (1.1.1) y seguidamente la carcasa de la mano (2.1.1).

En primer lugar, los parámetros establecidos en el programa anterior, Cura, y la geometría de la pieza se deben guardar en una tarjeta SD externa, y ésta se introduce en la impresora 3D. Una vez aquí, hay que preparar la impresora. Para ello, se hace uso de su panel de control, desde dónde se inicia el precalentamiento de la base y del extrusor. En la “Figura 102” se puede apreciar el panel de control y rodeado en rojo la temperatura del extrusor a la izquierda y la temperatura de la base a la derecha.



Figura 102. Panel de control de la impresora

Mientras se realiza este proceso de precalentamiento, se rocía una fina capa de laca sobre la base de la impresora, para que de este modo cuando la máquina imprima la pieza, tenga algo más de agarre y no se deslice.

Una vez se ha realizado el proceso de precalentamiento, se inicia la impresión. A partir de aquí, tan sólo hay que llevar a cabo la supervisión y control de la máquina, ya que ella misma se para cuando finalice la impresión por completo de la pieza.

Seguidamente se muestran unas imágenes donde se aprecia el trabajo que realiza la impresora 3D “Figura 103-105”.

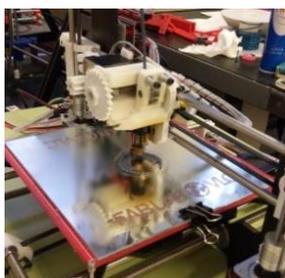


Figura 105. Inicio de impresión

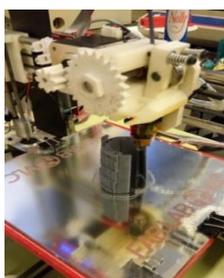


Figura 104. Impresión carcasa antebrazo



Figura 103. Impresión carcasa mano

Cabe mencionar que para la impresión de la carcasa del antebrazo (1.1.1) hicieron falta 3 intentos para conseguir que la pieza saliera por completo. En el primer intento, el filamento de la bobina quedó enganchado con una pieza de la impresora y no se pudo completar la impresión entera de la pieza. En el segundo intento, por la diferencia de temperatura entre la parte inicial de la pieza (que se encontraba fría) y la parte final que se estaba imprimiendo (caliente), la pieza se rompió y tampoco se completó.

En el tercer intento se solucionaron los dos problemas anteriores, y si que se pudo completar de manera satisfactoria la pieza. Para el caso de la carcasa de la mano (2.1.1) no tuvo ningún tipo de problema y se realizó de forma completa al primer intento. El resultado de ambas impresiones es el siguiente “Figura 106 y 107”:



Figura 107. Carcasa antebrazo impresa



Figura 106. Carcasa mano impresa

Este prototipo se ha realizado a escala 1:2 debido a que es una prueba para ver si el diseño que se ha propuesto para la férula es el correcto. Se ha obtenido mediante una de las impresoras educativas que dispone la Universidad Politécnica de Valencia en el Campus de Alcoy “Figura 108”, concretamente la impresora 3D Prusa mencionada anteriormente. Como se observa en las figuras anteriores los detalles no los realiza con calidad y precisión ya que no es una impresora profesional.

Para la realización del producto final, el cual se destina a los usuarios con lesiones se empleará una impresora profesional, la cual aporta al producto la calidad y acabado necesario para una férula ortopédica.

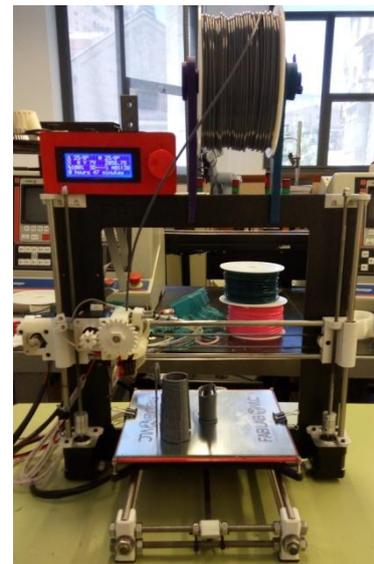


Figura 108. Impresora Prusa de la E.P.S.A.

14. PRUEBAS DE COLOR

Se ha realizado una prueba de color para la férula, dado que debido al material ABS y puede imprimirse en multitud de colores y tonalidades, y además el velcro también puede adquirirse en distintos colores, a continuación se muestran unas posibles propuestas para la férula "Figuras 109 - 119":



Figura 109. Propuesta 1

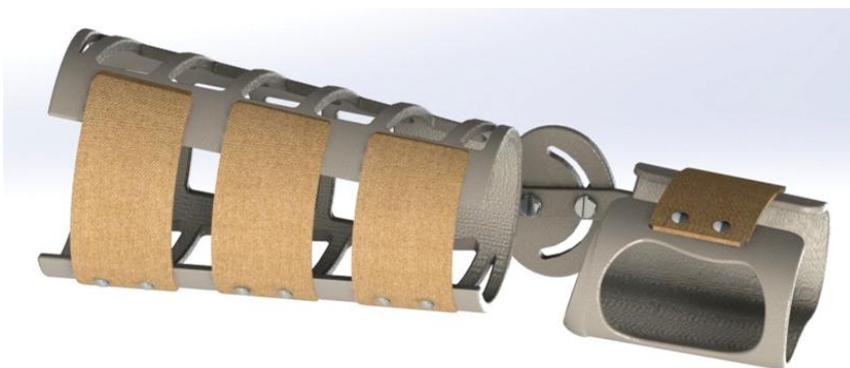


Figura 110. Propuesta 2



Figura 111. Propuesta 3



Figura 112. Propuesta 4

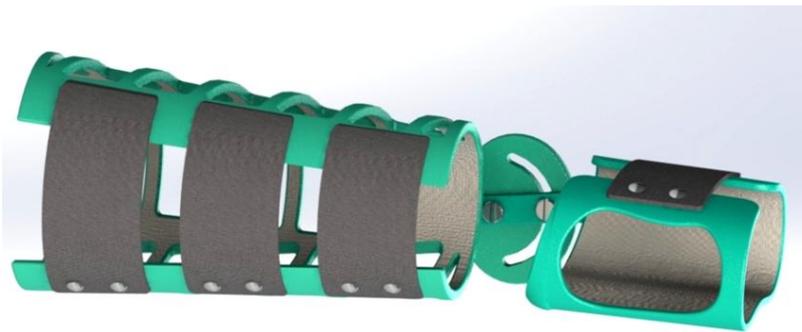


Figura 113. Propuesta 5

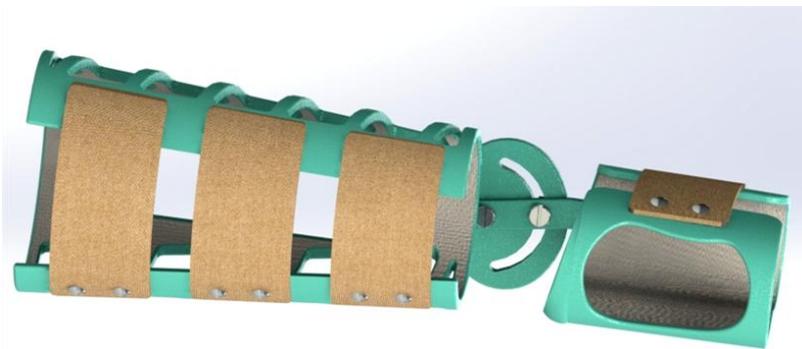


Figura 114. Propuesta 6



Figura 115. Propuesta 7

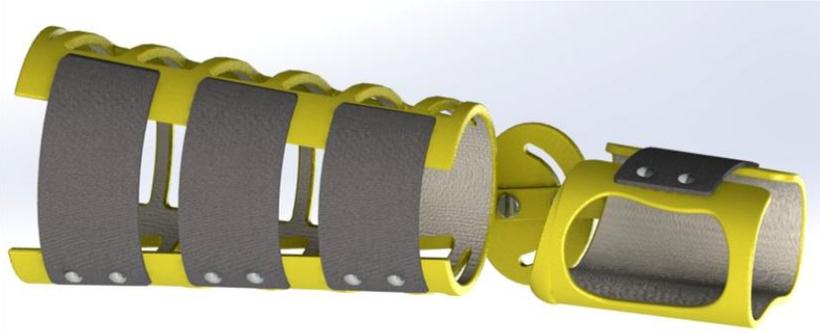


Figura 116. Propuesta 8

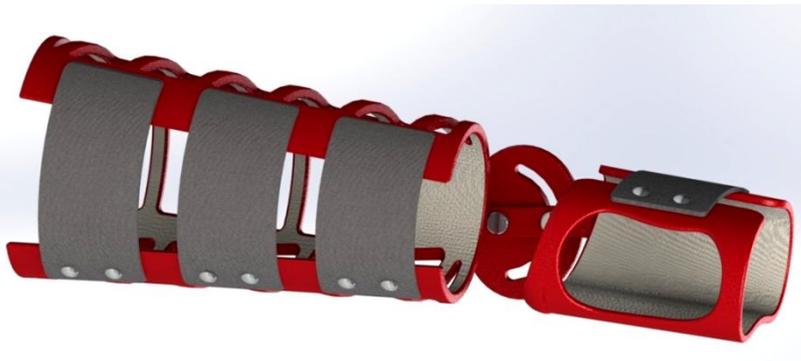


Figura 117. Propuesta 9



Figura 118. Propuesta 10



Figura 119. Propuesta 11



15. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Subcontratando la impresión de las piezas el presupuesto unitario sería el siguiente:

UNIDAD DE OBRA	Medición CANT.	Medición Ud.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (Euros)	TOTAL (Euros)
1.1.1	1	Ud	CARCASA ANTEBRAZO			
			Material:			
	0.073	Kg	ABS	15€/kg	1.095	
			<u>Trabajo de: IMPRESIÓN 3D</u>			
			Maquinaria:			
	4	h	Impresora 3D	3€/h	12	
			Mano de Obra:			
	3	h	Operario 3º	3€/h	9	
			Medios auxiliares:			
			No precisa			
			<u>Trabajo de: RETIRADA DE SOPORTES</u>			
			Maquinaria:			
	0.2	h	Tijeras	6€	0.001	
	0.2	h	Cúter	10€	0.002	
0.1	h	Tenazas	8€	0.001		
		Mano de Obra:				
0.5		Operario 3º	12€/h	4.8		
		Medios auxiliares:				
		No precisa				
		<u>Trabajo de: LIJAR</u>				
		Maquinaria:				
0.4	h	Lijadora de lápiz	35€	0.004		
		Mano de Obra:				
0.4	h	Operario 3º	12€/h	4.8		
		Medios auxiliares:				
		Herramientas:				

	0.4	h	Lija	2€	0.001	
			Trabajo de: FIJACION DEL VELCRO			
			Maquinaria:			
	0.1	h	Remachadora	15€	0.001	
			Mano de Obra:			
	0.1	h	Operario 3º	12€/h	1.2€	
			Medios auxiliares:			
			No precisa			
1.1	1	Ud	SUBCONJUNTO 1.1			
			Material :			
	0.2	ml	Adhesivo Epoxi	2€/30 ml	0.4	
	0.2	Ud	Lámina Herbimed reforzado 1000x1000x2	15€	3	
			Trabajo de: COLOCAR LA PROTECCION			
			Maquinaria:			
	0.1	h	Tijeras	6€	0.001	
			Mano de Obra:			
	0.1	h	Operario 3º	12€/h	1.2	
			Medios auxiliares:			
			No precisa			
2.1.1	1	Ud	CARCASA MANO			
			Material:			
	0.036	Kg	ABS	15€/kg	0.54	
			<u>Trabajo de: IMPRESIÓN 3D</u>			
			Maquinaria:			

	3	h	Impresora 3D	3€/h	9	
	2.5	h	Mano de Obra: Operario 3º	3€/h	7.5	
			Medios auxiliares: No precisa			
			<u>Trabajo de: RETIRADA DE SOPORTES</u>			
	0.2	h	Maquinaria: Tijeras	10€	0.001	
	0.2	h	Cúter	8€	0.001	
	0.1	h	Tenazas			
	0.4	h	Mano de Obra: Operario 3º	12€/h	4.8	
			Medios auxiliares: No precisa			
			<u>Trabajo de: LIJAR</u>			
	0.2	h	Maquinaria: Lijadora de lápiz	35€	0.002	
	0.2	h	Mano de Obra: Operario 3º	12€/h	2.4	
	0.1	h	Medios auxiliares: Herramientas: Lija	2€	0.001	
			Trabajo de: FIJACION DEL VELCRO			
	0.1	h	Maquinaria: Remachadora	15€	0.01	
	0.1	h	Mano de Obra: Operario 3º	12€/h	1.2	

			Medios auxiliares: No precisa			
2.1	1	Ud	SUBCONJUNTO 1.1			
			Material :			
	0.1	ml	Adhesivo Epoxi	2€/30 ml	0.2	
	0.1	Ud	Lámina Herbimed reforzado 1000x1000x2	15€	1.5	
			Trabajo de: COLOCAR LA PROTECCION			
			Maquinaria:			
	0.1	h	Tijeras	6€	0.001	
			Mano de Obra:			
	0.1	h	Operario 3º	12€/h	1.2	
			Medios auxiliares: No precisa			
TOTAL (€)						65.86€

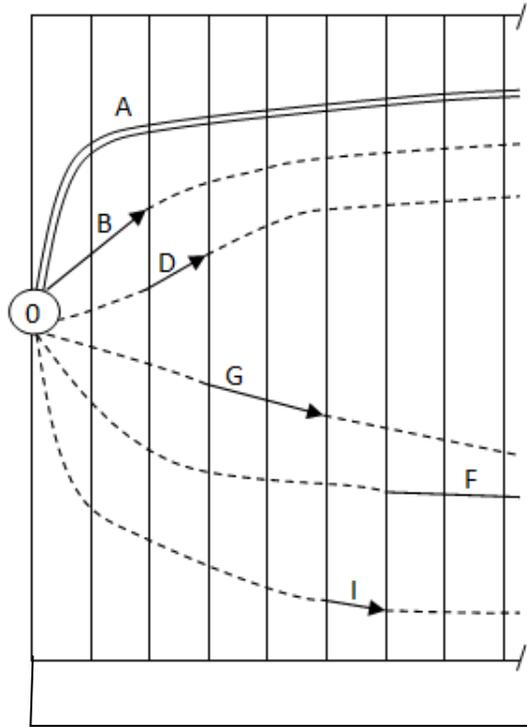
El precio unitario por cada férula sería **65.86€** subcontratando la impresión 3D. En el supuesto caso en que solamente se quiera realizar una única férula, a este precio se le resta el valor del tiempo de impresión subcontratada de ambas piezas y se le suma el precio de compra de una impresora 3D de ámbito profesional. El resultado sería el siguiente:

- Restando el valor del tiempo de impresión subcontratada: $65.86 - 21 = 44.86€$
- Sumando el valor de una impresora 3D profesional: $44.86 + 5000 = 5044.86€$

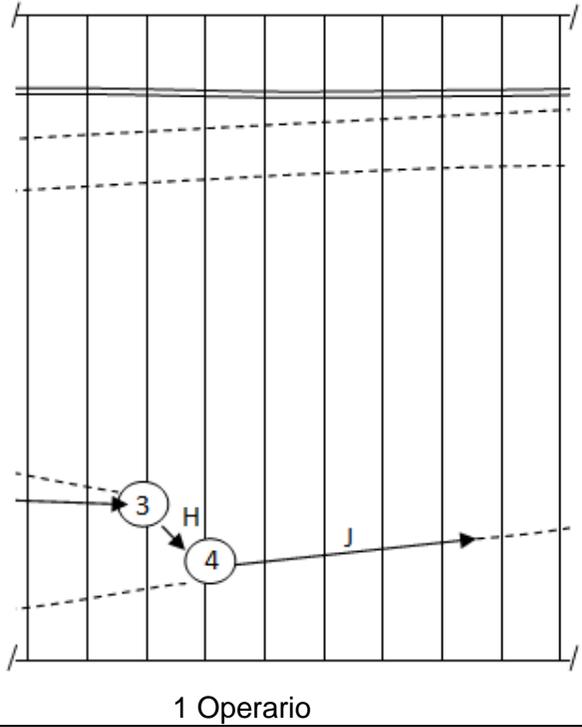
16. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES (PERT)

TABLA DE ACTIVIDADES PARA FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA ARTICULADA						
ELEMENTO	ACTIVIDAD	DESIGNACIÓN	DURACIÓN (h)	ACTIVIDADES INMEDIATAMENTE ANTERIORES	ACTIVIDAD ANTERIOR	GRAFO PARCIAL
1.1.1	Imprimir	A	4	-	-	-
1.1.2	Recortar	B	0.2	-	-	-
1.1	Pegar	C	0.1	A-B	A-B	
1.2	Recortar	D	0.1	-	-	-
1.3	(Pedir suministros)	-	-	-	-	-
1	Montaje	E	0.5	C-D	A-B-C-D	
2.1.1	Imprimir	F	1.8	-	-	-
2.1.2	Recortar	G	0.2	-	-	-
2.1	Pegar	H	0.1	F-G	F-G	
2.2	Recortar	I	0.1	-	-	-
2.3	(Pedir suministros)	-	-	-	-	-
2	Montaje	J	0.5	H-I	F-G-H-I	
3	(Pedir suministros)	-	-	-	-	-
4	(Pedir suministros)	-	-	-	-	-
0	Montaje	K	0.2	E-J	A-B-C-D-E-F-G-H-I	

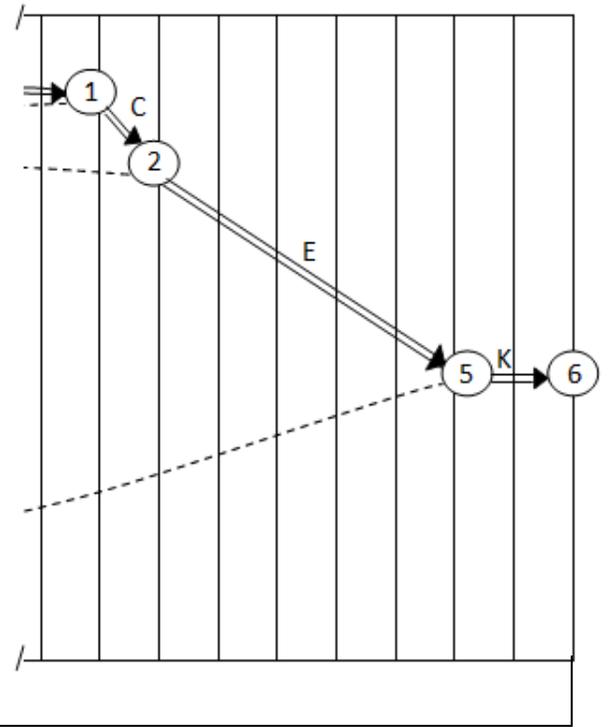
Horas 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8



2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1



3.9 4.0 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8



Nota: La actividad A y C son tareas de control y supervisión, dónde el operario no realiza nada salvo que exista algún fallo durante la impresión, ya que esta tecnología dispone de alarmas en caso de que se produzca el error. Por tanto, el operario puede realizar otro tipo de tarea mientras estas se ejecutan y así ahorrar tiempo en la fabricación.

17. MANUAL DE INSTRUCCIONES

17.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES

Las designaciones de identidad del producto son las siguientes:

- Número de identidad: 00001
- Fecha de publicación: 28/06/2016
- Índice y fecha de revisión: 28/06/2016
- Nombre Editor: Esplugues Calabuig, David
- Dirección: C/ Alacant 6, 2º
03801
Alcoy (Alicante)
España

El usuario debe tener en cuenta la importancia de:

- Considerar los soportes físicos de las instrucciones como una parte del producto.
- Conservarlos durante la vida del producto.
- Transmitirlos a todo propietario o usuario posterior del producto.
- Asegurar, allí donde sea necesario, que toda modificación recibida es incorporada en el documento.

17.2 IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

A continuación se muestra una descripción del producto:

-Identificación:

Nombre: Férula Articulada para Muñeca

Referencia: 00001

Número de serie: 00001

Año de fabricación: 2016

-Suministrador del producto:

Nombre: E.P S.A

Teléfono: 000 00 00 00

Fax: 000 00 00 00

E-mail: epsa@epsa.com

-Tipo de usuario:

La férula debe ser empleada únicamente por el paciente al cual se ha destinado, ya que es un producto fabricado a medida y por tanto las dimensiones son únicas.

-Condiciones de la garantía:

La fecha de expiración de la garantía es de dos años, cuantificable en el día de la compra.

-La garantía no será válida:

- Si se observa que la férula ha sido sometido a un mal uso.
- Si se observa modificaciones en las piezas no efectuadas por el suministrador.
- Si no se presenta la factura de compra del producto junto con dicha garantía.
- Si la garantía carece de sello del establecimiento de venta y firma del vendedor o presenta cualquier otra alteración que haga dudar de su autenticidad.

17.3 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Descripción del producto:

- La férula articulada está constituida por dos subconjuntos estructurales principales: la carcasa del antebrazo (1.1) y la carcasa de la mano (2.1). Está provista de toda la tornillería y herramientas necesarias para su ensamblaje por el operario.
- La férula presta unas altas calidades para su uso diario
- Proporciona una alta seguridad a la resistencia para el usuario
- Las medidas empleadas han sido sutilmente dimensionadas para una adaptación más ergonómica del usuario.

Las características técnicas del producto son las siguientes:

- Dimensiones generales del producto:

Altura=265mm. Ancho: 93 mm. Profundidad: 85 mm.

- Peso: 0.160 kg.

- Capacidad del producto: Férula para uso individual.

A continuación se observa el plano de conjunto de la férula con sus marcas y listado "Figura 120".

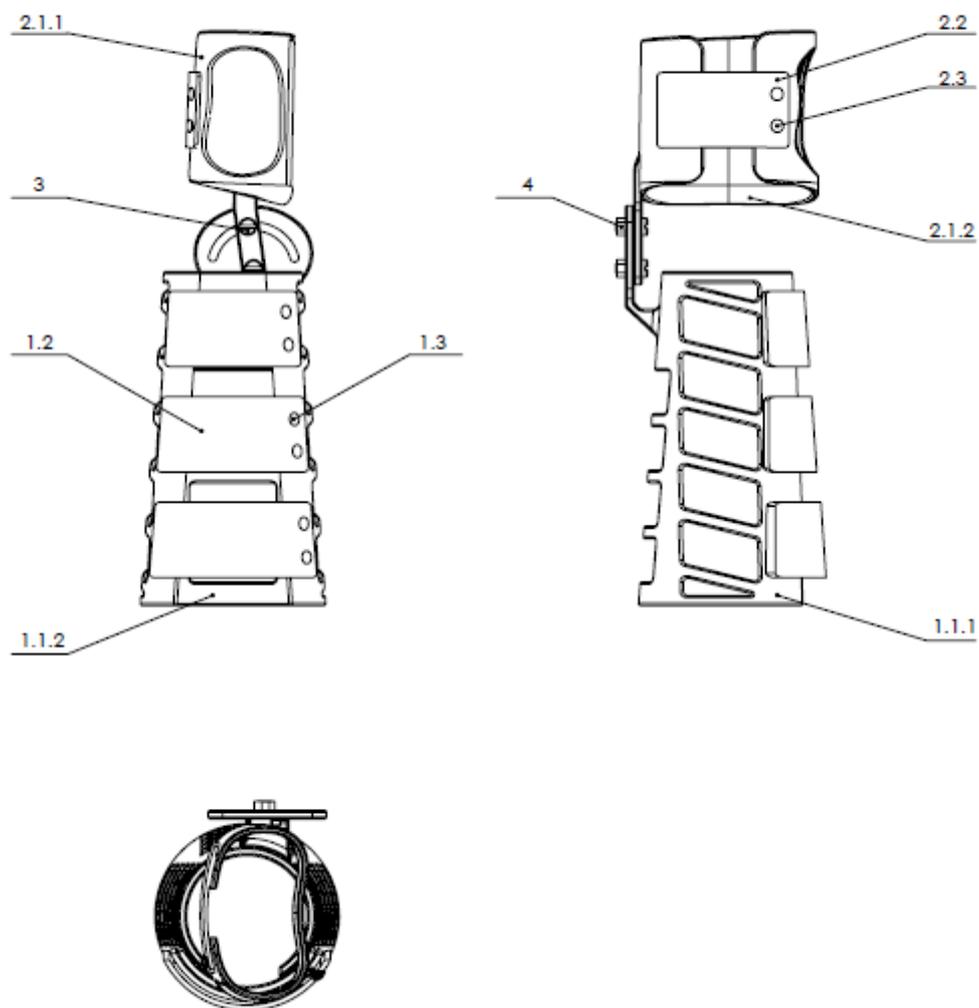
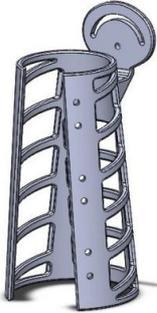
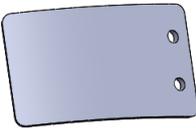


Figura 120. Plano de conjunto de la férula

Maca	Denominación	Cantidad	Referencia	Material
4	Tuerca	2	CELO 934C8	Acero
3	Tornillo	2	CELO 84	Acero
2.3	Remache mano	2	GESIPA14589	Aluminio
2.2	Velcro mano	1	Velcro 30	Velcro
2.1.2	Protección mano	1	HER 11.131.4	Herbimed perforado
2.1.1	Carcasa mano	1		ABS
1.3	Remache antebrazo	6	GESIPA14589	Aluminio
1.2	Velcro antebrazo	3	Velcro 30	Velcro
1.1.2	Protección antebrazo	1	HER 11.131.4	Herbimed perforado
1.1.1	Carcasa antebrazo	1		ABS

17.4 INSTRUCCIONES PARA EL DESEMBALAJE

Elementos:

1 x Carcasa antebrazo (1.1.1)	1x Carcasa mano (2.1.1)
	
1x Protección antebrazo (1.1.2)	1x Protección mano (2.1.2)
	
3x Velcro antebrazo (1.2)	1x Velcro mano (2.2)
	
6x Remache antebrazo (1.3)	2x Remache mano (2.3)
	
2x Tornillo (3)	2x Tuerca (4)
	

Herramientas:

Remachadora	Destornillador
	

17.5 INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y/O ENSAMBLAJE

El ensamblaje de los elementos o partes de los componentes del diseño es el que se muestra a continuación "Figura 121 y 122":

- Paso1:

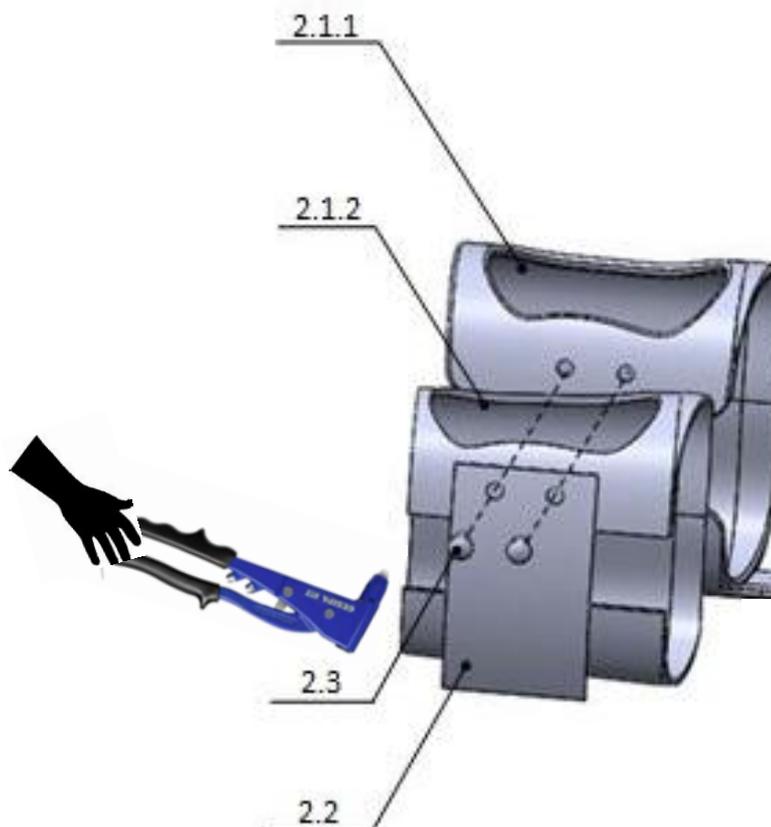


Figura 121. Vista explosión elemento 2.1.1

1º Se coloca la carcasa de la mano (2.1.1) sobre una mesa o una superficie estable

2º Se coloca el velcro de la mano (2.2) en su posición, haciendo coincidir los agujeros del velcro con los de la carcasa de la mano. Con la ayuda de la remachadora se colocan los dos remaches (2.3) de modo que el velcro quede fijado a la carcasa de la mano (2.1.1)

3º Haciendo uso del adhesivo, se pega la protección del antebrazo (1.1.2) a la carcasa de la mano (1.1.1)

- Paso 2:

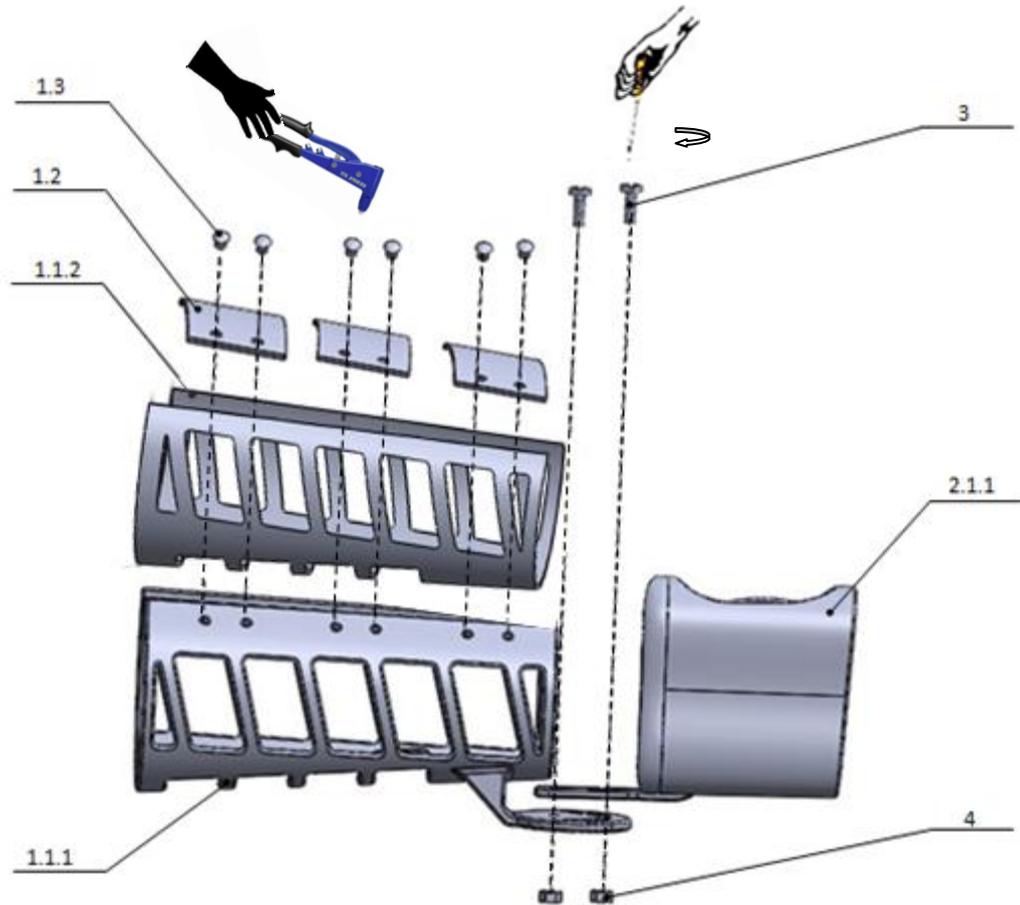


Figura 122. Vista explosión elemento 1.1.1

1º Se coloca la carcasa del antebrazo (1.1.1) sobre una mesa o una superficie estable.

2º Se coloca los velcros del antebrazo (1.2) en su posición, haciendo coincidir los agujeros del velcro con los de la carcasa del antebrazo. Con la ayuda de la remachadora se colocan los seis remaches (1.3) de modo que el velcro quede fijado a la carcasa.

3º Haciendo uso del adhesivo, se pega la protección del antebrazo (1.1.2) a la carcasa del antebrazo (1.1.1)

4º Empleando un destornillador se atornilla la carcasa del antebrazo (1.1.1) con la carcasa de la mano (2.1.1) empleando el tornillo (3) y la tuerca (4).

17.6 INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO

El producto deberá tener un funcionamiento normal y seguro:

Las aplicaciones para las que está provisto el caballete son las siguientes:

- Es una férula articulada, la cual posee un mecanismo de accionamiento sencillo y seguro que no implica peligro alguno.
- El producto puede ser almacenado en lugar cerrado fuera del alcance de agentes externos para su conservación.

Las limitaciones de uso son las siguientes:

- No debe dejarse a otros usuarios ya que está fabricado a medida y esto podría suponer la rotura del mismo.
- El usuario no debe forzar la posición, ya que está diseñado para una rehabilitación específica. El mal uso podría suponer la rotura de la misma.

Como la férula viene ya ensamblada tan solo hay que ajustar la posición que se requiere, ya sea con flexión palmar o dorsal. Para ello se emplea el mango de ajuste, colocándolo encima de la tuerca, está se rosca y la férula queda fijada en la posición necesaria "Figura 123".

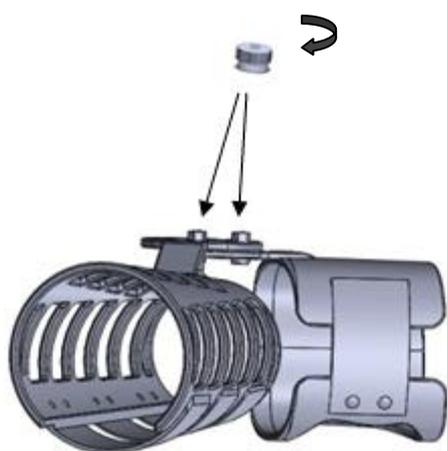


Figura 123. Instrucciones funcionamiento

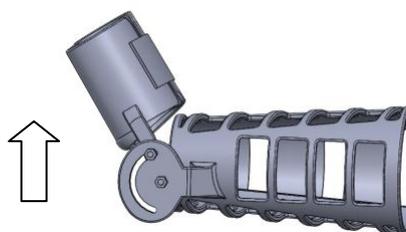


Figura 124. Movimiento dorsal



Figura 125. Movimiento palmar

17.7 INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

Para un buen mantenimiento y conservación de la férula ortopédica se deberá:

- Utilizar para su limpieza productos respetuosos con el ABS.
- Después de un tiempo que dependerá del uso y el ambiente en el que se encuentre la férula, será necesario limpiar el acabado superficial de la misma. Para ello se deberá:
 - Limpiar la superficie con un paño húmedo
 - Limpiar la superficie con un paño seco.

En caso de duda ponerse en contacto con el suministrador del producto:

Nombre: E.P.S.A
Dirección: Alcoy (Alicante)
Teléfono: 000 00 00 00
Fax: 000 00 00 00
E-mail: epsa@epsa.com

17.8 INSTRUCCIONES DE REPARACIÓN

Datos del fabricante:

Nombre: Taburetes

Dirección: Alcoy (Alicante)

Teléfono: 000 00 00 00

Fax: 000 00 00 00

E-mail: taburetes@taburetes.com

Lista de elementos de recambio:

- Elemento 1.1.2
- Elemento 1.2
- Elemento 1.3
- Elemento 2.1.2
- Elemento 2.2
- Elemento 2.3
- Elemento 3
- Elemento 4

Todas las piezas del taburete están disponibles para su suministro en caso de recambio. En la siguiente tabla, aparece un listado completo de todos los elementos que conforman la férula ortopedica, donde se incluyen sus respectivas marcas y referencias.

Marca	Denominación	Cantidad	Referencia	Material
4	Tuerca	2	Celo 934C8	Acero
3	Tornillo	2	Celo 84	Acero
2.3	Remache mano	2	Gesipa 14589	Aluminio
2.2	Velcro mano	1	Velcro® 30	Velcro
2.1.2	Protección mano	1	HER 11.131.4	Herbimed perforado
1.3	Remache antebrazo	6	Gesipa 14589	Aluminio
1.2	Velcro antebrazo	3	Velcro® 30	Velcro
1.1.2	Protección antebrazo	1	HER 11.131.4	Herbimed perforado

17.9 INSTRUCCIONES PARA LA RETIRADA

A continuación se muestra los pasos a seguir para la retirada del producto:

Todas las piezas que componen la férula ortopédica pueden ser reutilizadas y recicladas, salvo los remaches.

Para proceder a la destrucción, reciclaje o reutilización de las piezas que componen el producto habrá que separarlo en las diferentes piezas que lo forman, para ello habrá que realizar las operaciones expuestas en el punto 5 “Instrucciones de instalación y/o ensamblaje” de forma inversa.

Una vez realizado el desmontaje del producto hay que tener en cuenta que:

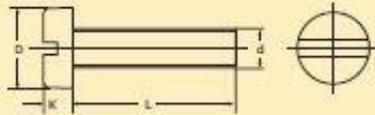
- Las piezas de ABS podrán ser recicladas.
- Los tornillos tuercas pueden ser reutilizados, ya que son normalizados y se les puede dar un nuevo uso, debido a que su ciclo de vida es mayor que el de la madera, o en su defecto también puede ser reciclado.

18. ELEMENTOS NORMALIZADOS

-Tornillo cabeza cilíndrica M4x12:

Tornillos Rosca Métrica

Ref. DIN 84



Diámetro	M2	M2,5	M2,6	M3	M3,5	M4	M5	M6
D	3,8	4,5	5	5,5	6	7	8,5	10
K	1,3	1,6	1,7	2	2,4	2,6	3,3	3,9
Punta Atom.	P2	P3	P3	P3	P35	P4	P5	P6

Medidas en mm.

Datos		Precios (€/1000 u.)					Envasado			
Diámetro	Medida	Cincado	Cincado	Cincado Negro	Niquelado	Bicromatado	Caja	Retractil	Embalaje	Bolsa
		Caja	Bolsa	Bolsa	Bolsa	Bolsa	(unds)	(unds)	(unds)	(unds)
M4	M4 x 5	-	24,75	-	-	-	-	-	-	5.000
	M4 x 6	20,40	19,60	-	-	19,60	500	4.000	16.000	2.500
	M4 x 7	20,45	19,65	-	-	-	500	4.000	16.000	2.500
	M4 x 8	20,50	19,70	-	-	-	500	4.000	16.000	2.500
	M4 x 10	21,95	21,05	-	-	-	500	4.000	16.000	2.500
	M4 x 12	22,45	21,55	-	-	21,55	500	4.000	16.000	2.500
	M4 x 15	-	23,85	-	-	-	-	-	-	2.500
	M4 x 16	24,95	23,95	-	-	-	500	2.000	8.000	2.500
	M4 x (18)	-	26,55*	-	-	-	-	-	-	2.500
	M4 x 20	27,75	26,65	-	-	26,65	500	2.000	8.000	1.250
	M4 x 25	30,25	29,05	-	-	29,05	500	2.000	8.000	1.250
	M4 x 30	38,00	36,50	-	-	-	500	2.000	4.000	1.000
	M4 x 35	46,35	44,50	-	-	44,05	250	1.000	4.000	1.000
	M4 x 40	50,20	48,20	-	-	-	250	1.000	4.000	1.000
	M4 x 45	56,60	54,35	-	-	-	250	1.000	4.000	500
	M4 x 50	70,35	67,55	-	-	-	250	1.000	4.000	500
M4 x 60	88,15	84,60	-	-	-	250	1.000	2.000	500	
M5	M5 x6	32,00	30,70	-	-	-	500	2.000	16.000	2.500
	M5 x 8	29,95	28,75	-	-	-	500	2.000	16.000	1.250
	M5 x 10	31,50	30,25	-	-	-	500	2.000	16.000	1.250
	M5 x 12	36,80	35,35	-	-	35,35	250	1.000	8.000	1.250
	M5 x 15	-	37,90	-	-	-	-	-	-	1.250
	M5 x 16	39,60	38,00	-	-	-	250	1.000	8.000	1.250
	M5 x (18)	-	40,35	-	-	40,35	-	-	-	1.250
	M5 x 20	43,15	41,40	-	-	-	250	1.000	4.000	1.000
	M5 x (22)	-	41,90	-	-	-	-	-	-	1.000
	M5 x 25	45,70	43,85	-	-	-	250	1.000	4.000	1.000
	M5 x 30	56,80	54,55	-	-	-	250	1.000	4.000	1.000
	M5 x 35	62,55	60,05	-	-	-	250	1.000	4.000	500
	M5 x 40	66,05	63,40	-	-	-	250	1.000	2.000	500
	M5 x 45	-	73,25	-	-	-	-	-	-	500
	M5 x 50	90,95	87,30	-	-	-	250	1.000	2.000	500
	M5 x 60	108,70	104,35	-	-	-	250	1.000	2.000	250

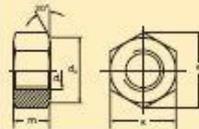
-Tuerca Hexagonal M4:

Tornillo Rosca Métrica

Ref. DIN 934 C8



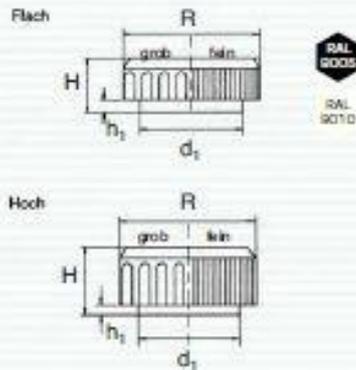
- Tuerca Hexagonal
- Acero Clase 8



Diámetro	Datos				Precios(€/1000u.)			Envasado	
	S (mm)	e (mm)	m (mm)	d2 (mm)	Cincado Caja	Cincado Bolsa	Blocromatado Bolsa	Caja (unds)	Bolsa (unds)
M2	4	4,38	1,6	3,6	-	10,90	-	-	5.000
M2,5	5	5,51	2	4,5	-	11,35	-	-	5.000
M2,6 ¹	5	5,51	2	4,50	-	-	-	-	-
M3 ²	5,5	6,08	2,4	4,95	9,45	7,15	7,15	1.000	5.000
	6	6,64	2	5,40	-	17,10	-	-	5.000
	6	6,64	2,4	5,40	-	12,55	12,55	-	5.000
M3,5	6	6,64	3	5,40	-	15,45	-	-	5.000
	6	6,64	2,8	5,40	-	17,10	-	-	5.000
M4	7	7,74	3,2	6,3	12,95	10,50	10,50	1.000	5.000
M5	8	8,87	4	7,2	16,15	13,80	-	500	5.000
M6	10	11,05	5	9	28,55	26,25	-	500	2.500
M8	13	14,38	6,5	11,7	58,35	52,65	-	200	1.000
M10	17	18,90	8	15,3	115,40	-	-	200	500
M12	19	21,10	10	17,1	176,30	-	-	200	500
W5/32	7	8,1	3,2	6,3	-	16,65*	-	-	5.000
W3/16	8	8,87	3,5	7,2	-	20,00*	-	-	5.000
W5/16	13	14,38	6,5	14,44	-	54,30*	-	-	1.000

* Hasta agotar existencias: ... ¹ Fabricado en latón, ² M3 con S=6 no corresponde al DIN 934.

-Mango anclado con casquillo roscado pasante H1018 M4:



RÄNDELMUTTER

PECO Art.Nr.	R	d	D	d ₁	H	h ₁	Rändel
F 1000	12	M3	x	8,5	5	1,5	fein
F 1001	14	M4	x	8,5	5	1,5	fein
F 1002	16	M4	x	10	6	1,5	fein
F 1003	16	M5	x	10	6	1,5	fein
F 1004	16	M6	x	10	6	1,5	fein
F 1005	16	M4	x	10	6	1,5	grob
F 1006	16	M5	x	10	6	1,5	grob
F 1007	16	M6	x	10	6	1,5	grob
F 1008	20	M4	x	10	7,5	1,5	fein
F 1009	19	M5	x	10	7,5	1,5	fein
F 1010	19	M6	x	10	7,5	1,5	fein
F 1011	20	M4	x	10	6,5	1,5	grob
F 1012	20	M5	x	10	6,5	1,5	grob
F 1013	20	M6	x	10	6,5	1,5	grob
F 1014	24	M5	x	10	7,5	1,8	grob
F 1015	24	M6	x	10	7,5	1,8	grob
F 1016	24	M8	x	13	7,5	1,5	fein

D = Durchgangsgewinde

RÄNDELMUTTER

PECO Art.Nr.	R	d	D	d ₁	H	h ₁	Rändel
H 1017	12	M3	x	7	7	3,5	fein
H 1018	12	M4	x	7	7	3,5	fein
H 1019	14	M5	x	8,8	7	3,5	fein
H 1020	16	M4	x	9,5	8	3,5	fein
H 1021	16	M5	x	9,5	8	3,5	fein
H 1022	16	M6	x	9,5	8	3,5	fein
H 1023	16	M4	x	9,5	8	3,5	grob
H 1024	16	M5	x	9,5	8	3,5	grob
H 1025	16	M6	x	9,5	8	3,5	grob
H 1026	20	M5	x	13	11	5	fein
H 1027	20	M6	x	13	11	5	fein
H 1028	24	M6	x	13	11	5	grob

D = Durchgangsgewinde

Kostenlose Service-Line ☎ 0800 968 968 3

59

-Remache M4x6mm:

Estándar (Cabeza alomada)

Cuerpo : aleación de aluminio
Vástago : acero cincado



	Cuerpo D ₁ x l mm	EM rema- chable en mm	Código	Cantidad por caja
2,4 ∅ Taladro: 2,5 mm	2,4 x 4	0,5 - 1,5	145 4019	A 1.000
	2,4 x 6	1,5 - 3,5	143 3464	*
	2,4 x 8	3,5 - 5,0	145 4020	*
3 ∅ Taladro: 3,1 mm	3 x 4	0,5 - 1,5	143 3466	A 500
	3 x 5	1,5 - 2,5	143 3467	*
	3 x 6	2,5 - 3,5	143 3468	*
	3 x 7	3,5 - 4,5	143 3469	*
	3 x 8	4,5 - 5,0	143 3470	*
	3 x 10	5,0 - 7,0	143 3471	*
	3 x 12	7,0 - 9,0	143 3472	*
	3 x 14	9,0 - 11,0	145 4022	*
	3 x 16	11,0 - 13,0	145 4023	*
	3 x 18	13,0 - 15,0	145 4024	A 250
	3 x 20	15,0 - 17,0	145 4025	*
	3 x 25	17,0 - 22,0	143 3473	*
	3 x 30	22,0 - 26,0	145 4026	*
3,2 ∅ Taladro: 3,3 mm	3,2 x 4	0,5 - 1,5	143 3475	A 500
	3,2 x 6	1,5 - 3,5	143 3476	*
	3,2 x 8	3,5 - 5,0	143 3477	*
	3,2 x 10	5,0 - 7,0	143 3478	*
	3,2 x 12	7,0 - 9,0	143 3479	*
	3,2 x 14	9,0 - 11,0	143 3465	*
	3,2 x 16	11,0 - 13,0	143 3480	B 500
	3,2 x 18	13,0 - 15,0	143 3483	*
	3,2 x 20	15,0 - 17,0	143 3481	*
	3,2 x 25	17,0 - 22,0	143 3482	*
4 ∅ Taladro: 4,1 mm	4 x 5	0,5 - 1,5	143 3484	A 500
	4 x 6	1,5 - 3,0	143 3485	*
	4 x 7	3,0 - 4,0	145 4028	*
	4 x 8	4,0 - 5,0	143 3486	*
	4 x 10	5,0 - 6,5	143 3487	*
	4 x 12	6,5 - 8,5	143 3488	B 500
	4 x 14	8,5 - 10,5	145 4029	*
	4 x 16	10,5 - 12,5	145 4030	*
	4 x 18	12,5 - 14,5	145 4031	*
	4 x 20	14,5 - 16,5	145 4032	*
	4 x 25	16,5 - 21,5	145 4033	*
	4 x 30	21,5 - 26,0	145 4034	B 250
	4 x 35	26,0 - 30,0	145 4035	*

	Cuerpo D ₁ x l mm	EM rema- chable en mm	Código	Cantidad por caja	
4,8 ∅ Taladro: 4,9 mm	4,8 x 6	2,0 - 2,5	143 3493	B 500	
	4,8 x 8	2,5 - 4,5	143 3494	*	
	4,8 x 10	4,5 - 6,0	143 3495	*	
	4,8 x 12	6,0 - 8,0	143 3496	*	
	4,8 x 14	8,0 - 10,0	145 4043	*	
	4,8 x 16	10,0 - 12,0	143 3497	*	
	4,8 x 18	12,0 - 14,0	145 4044	*	
	4,8 x 20	14,0 - 15,0	145 4045	B 250	
	4,8 x 25	15,0 - 20,0	143 3498	*	
	4,8 x 30	20,0 - 25,0	143 3499	A 100	
	5 ∅ Taladro: 5,1 mm CE	5 x 6	2,0 - 2,5	143 3500	B 500
		5 x 8	2,5 - 4,5	143 3501	*
		5 x 10	4,5 - 6,0	143 3502	*
5 x 12		6,0 - 8,0	143 3503	*	
5 x 14		8,0 - 10,0	145 4048	*	
5 x 16		10,0 - 12,0	143 3504	*	
5 x 18		12,0 - 14,0	145 4049	*	
5 x 20		14,0 - 15,0	145 4050	B 250	
5 x 25		15,0 - 20,0	143 3505	*	
5 x 30		20,0 - 25,0	145 4051	A 100	
5 x 35		25,0 - 30,0	145 4052	*	
5 x 40		30,0 - 35,0	145 4053	*	
5 x 45		35,0 - 40,0	145 4054	B 100	
5 x 50	40,0 - 45,0	145 4055	*		
5 x 55	45,0 - 48,0	145 4056	*		
5 x 60	48,0 - 52,0	145 4057	*		
5 x 65	52,0 - 57,0	145 4058	*		
5 x 70	57,0 - 62,0	145 4059	*		
5 x 80	62,0 - 72,0	143 3506	*		
6 ∅ Taladro: 6,1 mm	6 x 8	2,0 - 3,0	145 4060	B 250	
	6 x 10	3,0 - 5,0	145 4061	*	
	6 x 12	5,0 - 7,0	145 4062	*	
	6 x 14	6,5 - 8,5	145 4063	*	
	6 x 16	7,0 - 11,0	143 3507	*	
	6 x 18	11,0 - 13,0	145 4064	*	
	6 x 20	13,0 - 15,0	145 4065	*	
	6 x 25	15,0 - 20,0	145 4066	B 200	
	6 x 30	20,0 - 24,0	145 4067	*	
	6 x 35	24,0 - 29,0	145 4068	B 100	

19. ELEMENTOS COMERCIALES Y SEMIELABORADOS

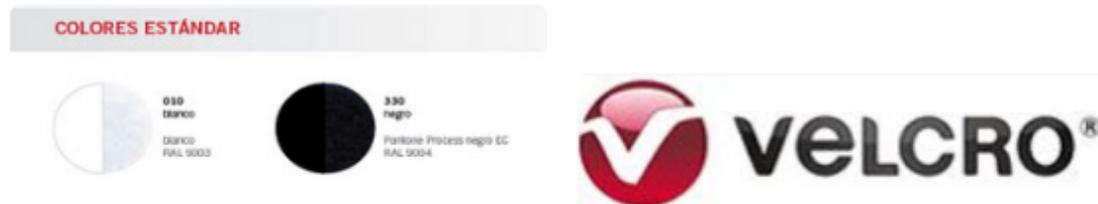
- Velcro Adhesivo 30mm:

VELCRO® ADHESIVO

Disponemos de cintas adhesivas VELCRO® MACHO + HEMBRA en stock y entrega inmediata.

CINTA ADHESIVA MARCA VELCRO® GAMA DE COLORES:

Los colores que tenemos en stock de forma habitual son:



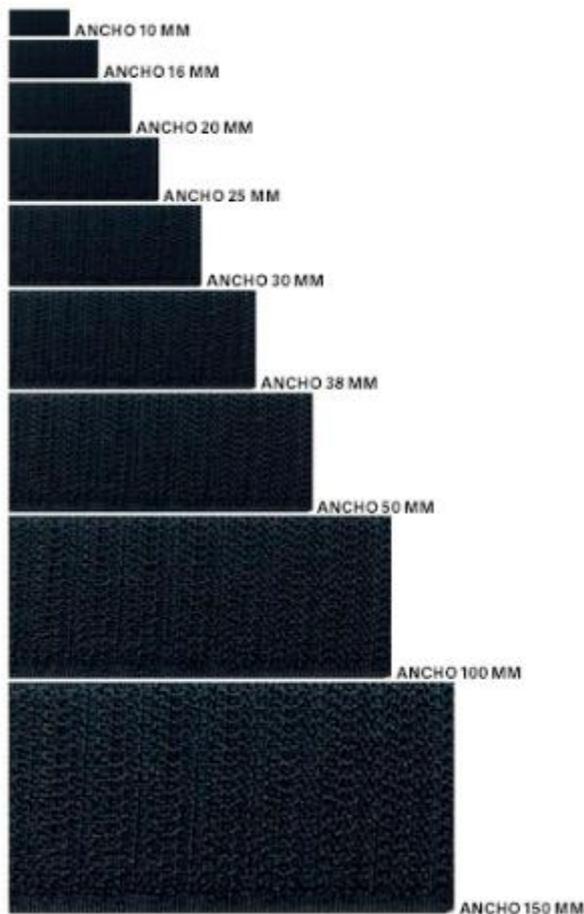
MEDIDAS DISPONIBLES DE ROLLOS MARCA VELCRO®:

De forma estándar los rollos de Velcro® adhesivo son de 25 metros de largo.

Otros largos disponibles, bajo pedido.

ANCHOS DISPONIBLES DE CINTA INDUSTRIAL MARCA VELCRO® CON ADHESIVO:

Se pueden encontrar en nuestro stock para entrega inmediata los siguientes anchos: (en mm)



CARACTERÍSTICAS Y MODO DE EMPLEO DE LAS CINTAS DE VELCRO® ADHESIVAS

Preparación de la cinta marca VELCRO®:

Con el fin de prevenir problemas de levantamiento en las esquinas de las cintas adhesivas macho + hembra (hook + loop) de la marca VELCRO®, se recomienda redondearlas para eliminar el área vulnerable de aplicación.

Condiciones del área de trabajo para trabajar con marca VELCRO® adhesivo:

El área de trabajo debe estar limpia y libre de polvo, así como correctamente ventilada cuando se usen adhesivos reactivables con disolventes. La temperatura idónea para aplicar el Velcro® adhesivo, debe oscilar entre 18 °C y 20 °C, y la humedad relativa entre el 40 % y el 60 % (cuanto más baja sea la humedad, mejor será la adhesión). Si el adhesivo marca VELCRO® se aplica por debajo de la temperatura recomendada, pierde TACK. Una vez aplicada la cinta adhesiva VELCRO® presiónela firmemente sobre el sustrato para evitar burbujas de aire.

Preparación de la superficie, donde vamos aplicar la cinta marca VELCRO®:

Es absolutamente necesario que todas las superficies estén cuidadosamente limpias y secas. Todos los productos de limpieza deben ser verificados antes de usarse, para asegurar que no tengan efectos adversos sobre el sustrato.

Superficies porosas y muy rugosas:

Para este tipo de superficies es recomendable dar una preparación antes de aplicar el adhesivo. Puede consistir en una imprimación, un sellador o una capa de adhesivo líquido que se deberá secar antes de aplicar la cinta marca VELCRO®.

Superficies no porosas:

Para este tipo de superficies están indicados los adhesivos reactivables por disolventes. Se puede conseguir una mejor adhesión cuando se utiliza un adhesivo líquido.

Superficies lisas suaves:

Se puede obtener una adhesión mejor limpiando o lijando la superficie donde aplicar la cinta adhesiva.

20. MÁQUINAS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES PARA FABRICACIÓN

-Impresora Prusa I3:



Características técnicas:

- Dimensiones
 - Impresora sin bobina PLA: 460 x 370 x 510 mm
 - Impresora con bobina PLA: 460 x 370 x 583 mm
 - Área de impresión: 215 x 210 x 180 mm
- Resolución
 - Muy Alta 60 micras
 - Alta 100 micras
 - Media 200 micras
 - Baja 300 micras
- Velocidad de impresión
 - Velocidad recomendada 40-60 mm/sec
 - Velocidad máxima recomendada 80-100 mm/sec
- Electrónica
 - Ramps 1.4
 - Mega 2560
 - Pantalla de LCD con encoder rotativo con pulsador para la navegación
 - Base fría de cristal tamaño 220 x 220 x 3 mm
 - Fuente de alimentación de 220 AC 12 DC 100W
 - Termistores 100k en extrusor
 - Cartucho calefactor 40W 12V
- Mecánica General
 - Marco y base de aluminio pintado al polvo
 - Barras de cromo duro para los carros X,Y,Z
 - Rodamiento lineal de bolas LM8UU para X, Y, Z
 - Rodamiento axial de bolas B623ZZ para las poleas X, Y
 - Cadenas porta cables Igus
 - Acoplamientos flexibles para las varillas roscadas del eje Z

- Sistema de nivelado de base de impresión con 4 puntos y amortiguación
- Sistema de cambio rápido de base de impresión con Clips
- Ventiladores brushless axiales con rodamientos de bolas

Piezas impresas en PLA

- Mecánica extrusor
 - Extrusor de diseño propio
 - Boquilla de 0.4 mm para filamento de 1.75 mm
 - Disipador de aletas con ventilador axial
 - Tobera de refrigeración de pieza
- Materiales PLA, HIPS, FilaFlex entre otros
- Software
 - Firmware derivado de Marlin
 - Entorno recomendado: Cura Software, Slic3r, Repetier, Kisslicer
 - Archivos admitidos: .gcode
 - Sistemas operativos compatibles: Windows XP y superiores, Mac OS X y superiores y Linux
- Comunicaciones
 - Lector de tarjetas SD
 - Puerto USB tipo B
- Seguridad Extrusor protegido con pieza de diseño propio

21. MÁQUINAS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES PARA ENSAMBLAJE

-Destornillador plano:

Destornilladores ERGO™

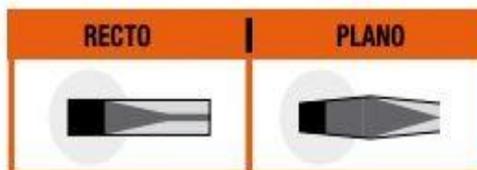
Plana

Recto



Cod.						€
BE-8002	0.3	2.0	60	20x122	5	3,97
BE-8010	0.4	2.5	60	20x122	5	4,09
BE-8210	0.4	2.5	75	20x122	5	4,36
BE-8020	0.5	3.0	60	20x122	5	4,60
BE-8020L	0.5	3.0	75	20x122	5	4,87
BE-8022	0.5	3.0	100	20x122	5	5,05
BE-8220	0.5	3.0	125	20x122	5	5,23
BE-8225	0.5	3.0	200	20x122	5	7,42
BE-8030	0.6	3.5	75	20x122	5	5,29
BE-8235	0.6	3.5	200	20x122	5	8,02
BE-8230	0.6	3.5	125	20x122	5	5,82
BE-8040	0.8	4.0	100	20x122	5	6,09
BE-8240	0.8	4.0	175	20x122	5	7,62
BE-8242	1.0	5.5	150	27x122	5	11,05
BE-8250L	1.0	5.5	200	27x122	5	11,12
BE-8241	1.0	5.5	125	27x122	5	9,12
BE-8251	1.0	6.0	150	36x122	5	11,77
BE-8252	1.2	6.5	150	36x122	5	12,78

¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE PLANO Y RECTO?



Perfil hexagonal



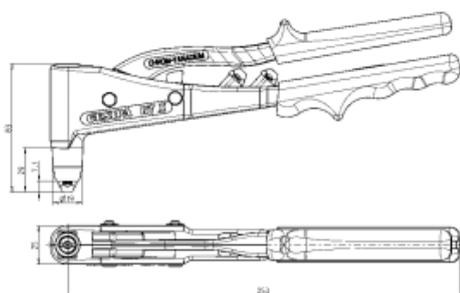
Cod.						€
BE-8158	1.0	5.5	125	27x122	5	16,93
BE-8159	1.2	6.5	150	36x122	5	19,92
BE-8160	1.6	8	125	36x122	5	19,40
BE-8260	1.6	8	175	36x122	5	22,58

-Remachadora:

NTX-F (con resorte de apertura)



Código Art.143 4042



Datos en mm

Campo de aplicación

Remaches de hasta 5 mm Ø de aluminio
y de hasta 4 mm Ø de acero y inoxidable

Datos técnicos

Peso: 575 g
Longitud total: 260 mm
Carrera del aparato: 8 mm

Equipamiento

Boquillas: 10/24, 10/27 y 10/32
1 llave de montaje, manual de instrucciones
con lista de repuestos

Ventajas

- Resorte de apertura para expulsión automática del vástago
- Carcasa de aluminio fundido a presión de alta calidad
- Brazo de la tenaza de cromo-vanadio-acero forjado
- Inserciones metálicas en todos los puntos del cojinete sometidos a sobreesfuerzo
- Sistema de palancas intermedias para reducir el esfuerzo y amortiguar la rotura
- Cabezal de la tenaza estrecho para acceder a puntos de remachado difíciles
- Mango ergonómico
- Mantenimiento sencillo, cambio rápido de las mordazas

22. PLANOS

22.1 PLANOS DE CONJUNTO

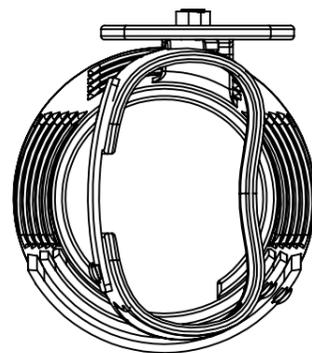
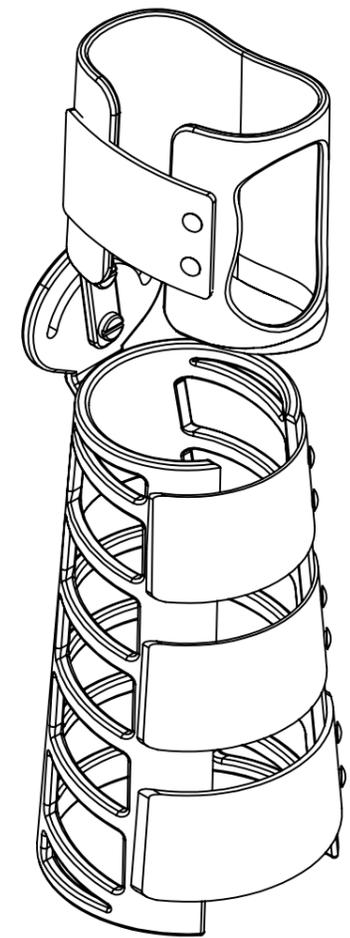
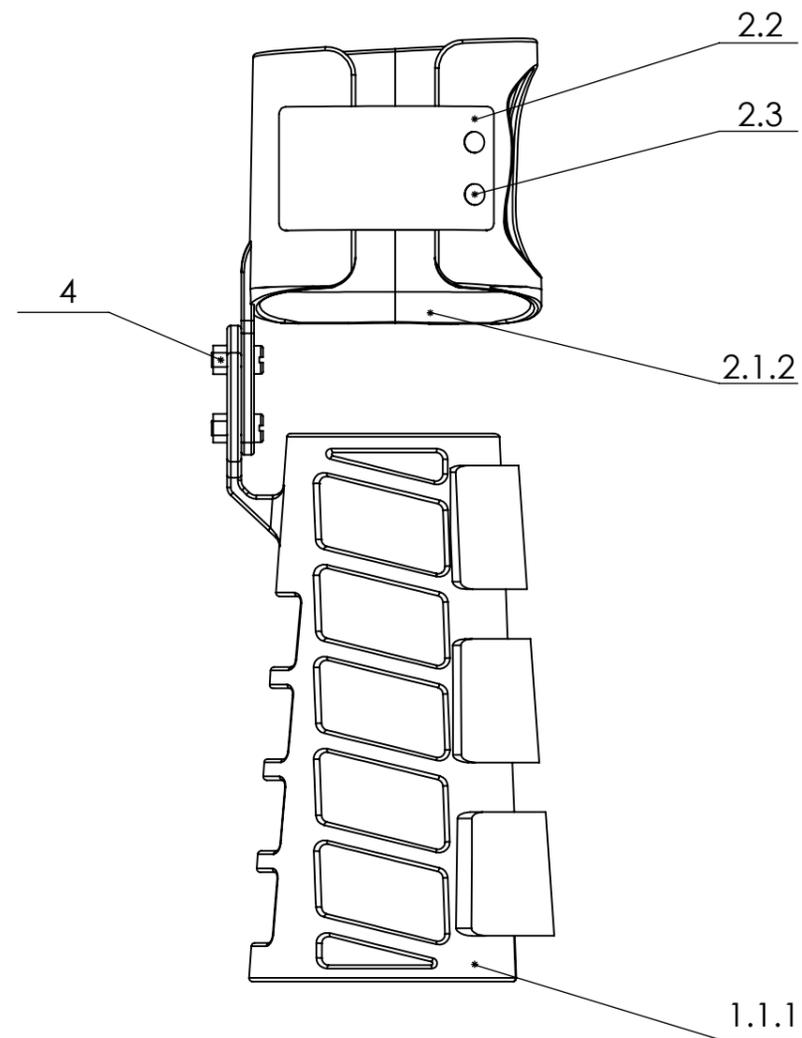
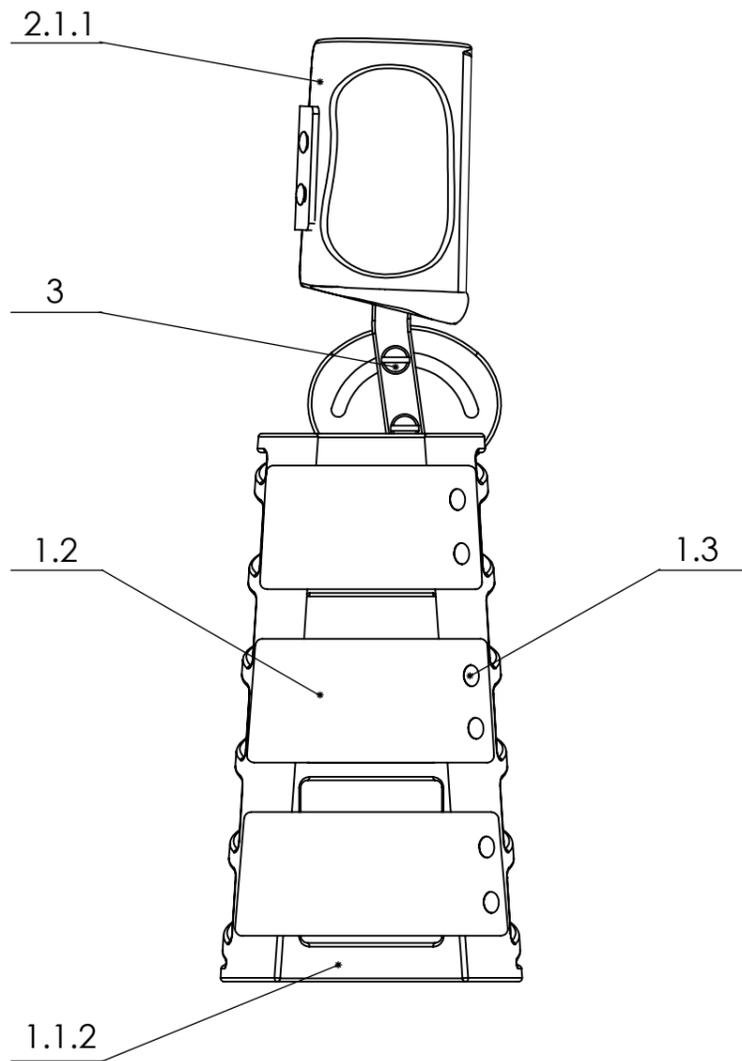
- PLANO 1: PLANOS DE CONJUNTO
- PLANO 2: CONJUNTO GENERAL: LISTA DE ELEMENTOS
- PLANO 3: CONJUNTO GENERAL: MEDIDAS GENERALES

22.2 PLANOS DE SUBCONJUNTO

- PLANO 4: 1 SUBCONJUNTO ANTEBRAZO
- PLANO 5: 1.1 SUBCONJUNTO ANTEBRAZO
- PLANO 6: 2 SUBCONJUNTO MANO
- PLANO 7: 2.1 SUBCONJUNTO MANO

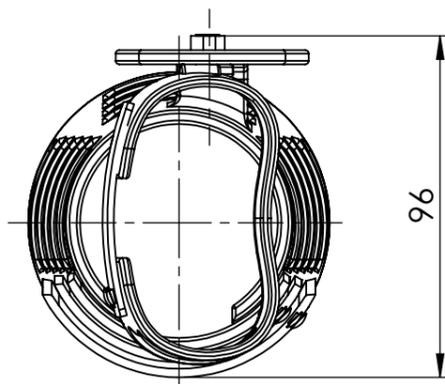
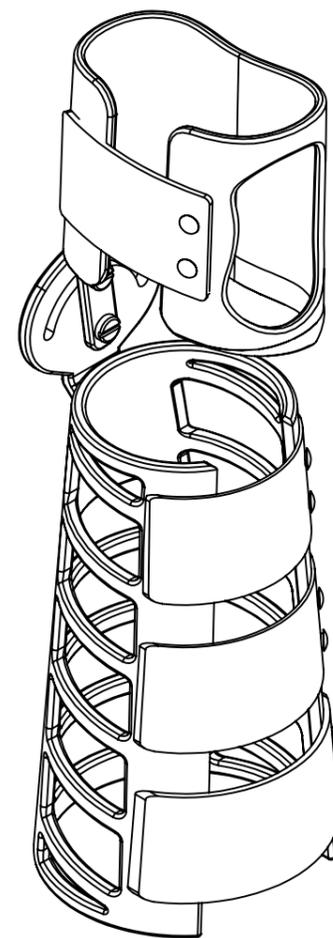
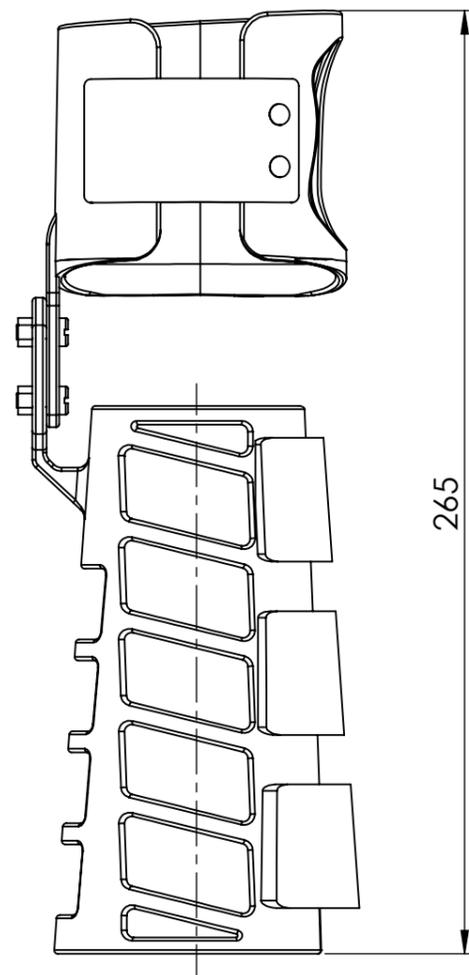
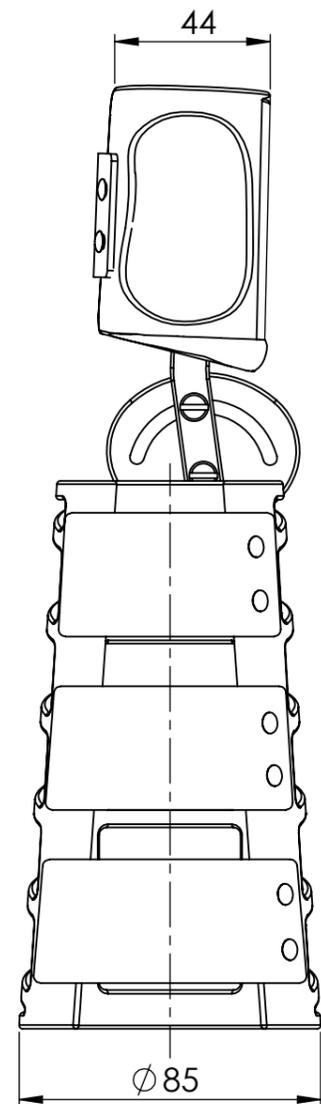
22.3 PLANOS DE DESPIECCE

- PLANO 8: DESPIECE: 1.1.1 CARCASA ANTEBRAZO
- PLANO 9: DESPIECE: 1.1.2 PROTECCIÓN ANTEBRAZO
- PLANO 10: DESPIECE: 1.2 VELCRO ANTEBRAZO
- PLANO 11: DESPIECE: 2.1.1 CARCASA MANO
- PLANO 12: DESPIECE: 2.1.2 PROTECCIÓN MANO
- PLANO 13: DESPIECE: 2.2 VELCRO MANO



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI Dpto. de Ingeniería Gràfica		TÍTULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA MUÑECA	
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESPLUGUES	FECHA: 28/06/2016
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: CALABUIG	
		Nombre: David	HOJA: 1
Formato:		Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL	

1	2	3		4
CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	REFERENCIA	MATERIAL
2	TUERCA	4	CELO 934C8	ACERO
2	TORNILLO	3	CELO 84	ACERO
2	REMACHE MANO	2.3	GESIPA14589	ALUMINIO
1	VELCRO MANO	2.2	VELCRO 30	VELCRO
1	PROTECCIÓN MANO	2.1.2	HER 11.131.4	HERBIMED REFORZADO
1	CARCASA MANO	2.1.1	-	ABS
6	REMACHE ANTEBRAZO	1.3	GESIPA14589	ALUMINIO
3	VELCRO ANTEBRAZO	1.2	VELCRO 30	VELCRO
1	PROTECCIÓN ANTEBRAZO	1.1.2	-	HERBIMED REFORZADO
1	CARCASA ANTEBRAZO	1.1.1	HER 11.131.4	ABS
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI Dpto. de Ingeniería Gràfica		TÍTULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA MUÑECA TÍTULO DEL DIBUJO: CONJUNTO GENERAL: LISTA DE ELEMENTOS		
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESPLUGUES		FECHA: 28/06/2016
Formato:	ESCALA:	2º APELLIDO: CALABUIG		HOJA: 1
		Nombre: David		
		Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL		



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gràfica

TÍTULO DEL TRABAJO:
REDISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA
MUÑECA

TÍTULO DEL DIBUJO:
CONJUNTO GENERAL: MEDIDAS GENERALES

Revisado por:

Unidad:

1er APELLIDO: ESPLUGUES

FECHA:
28/06/2016

ESCALA:
1:2

2º APELLIDO: CALABUIG

Nombre: David

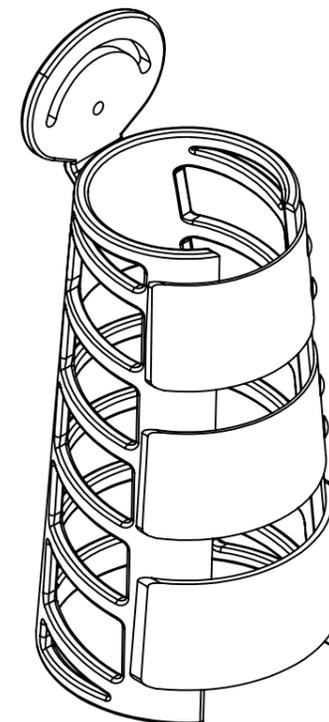
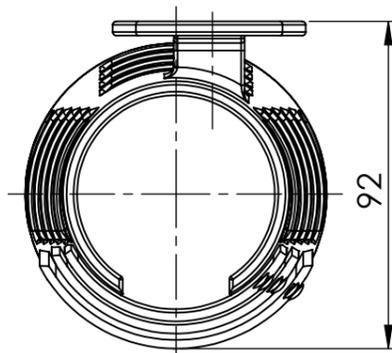
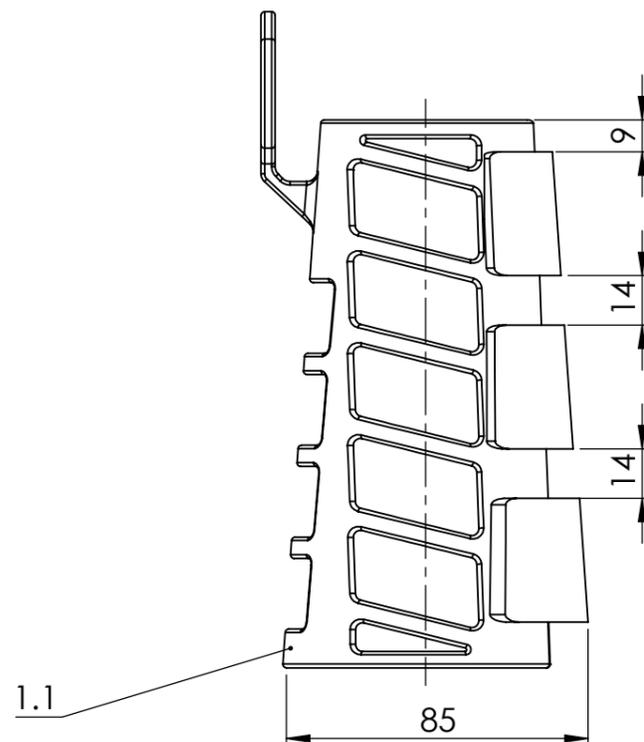
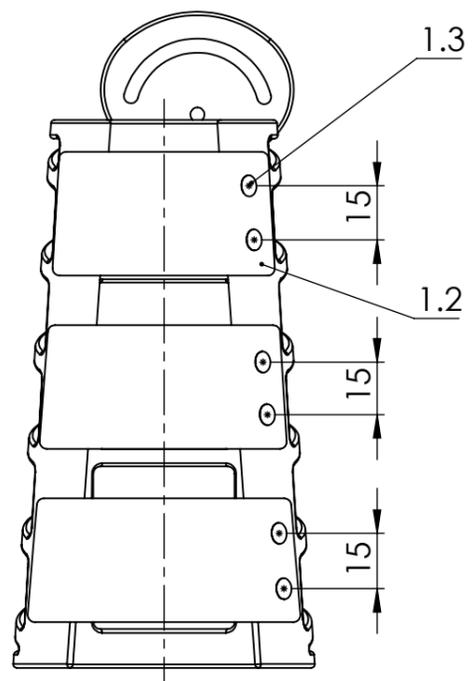
HOJA:

Formato:



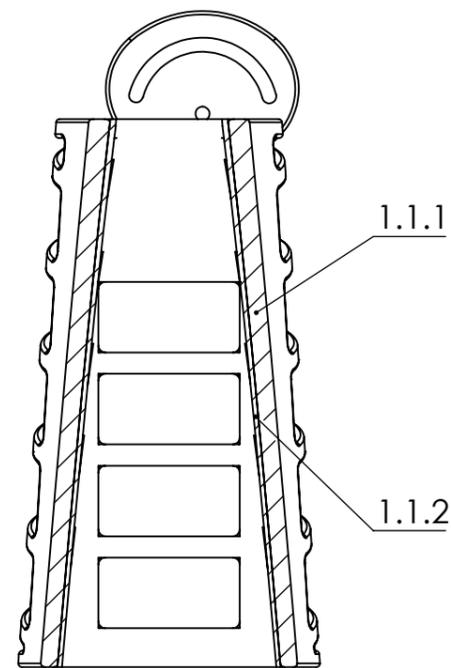
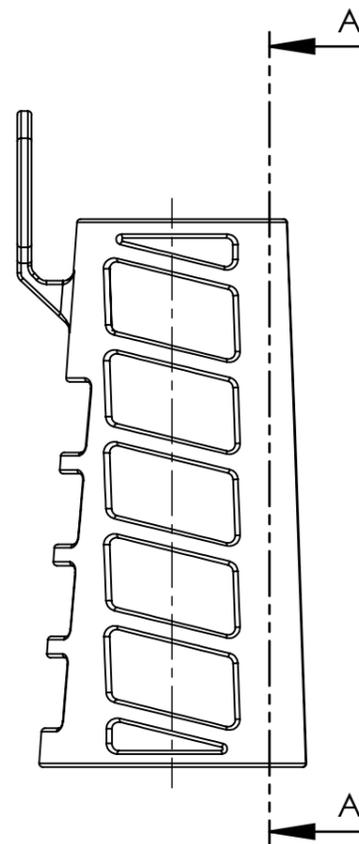
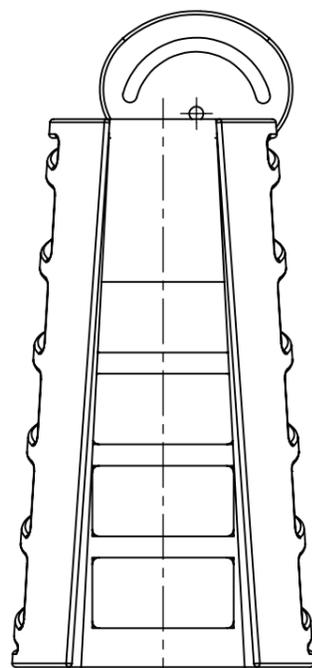
Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL

2

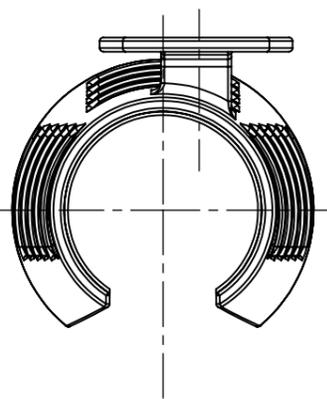
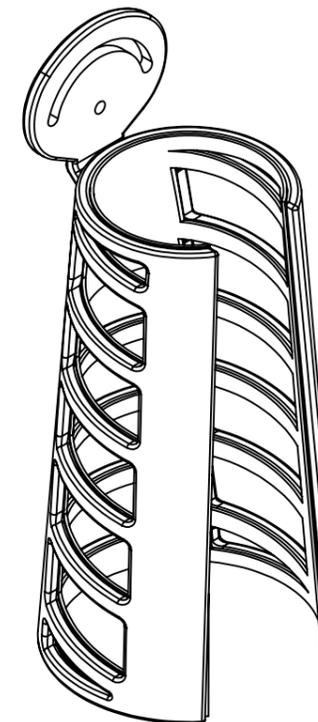


1.3	REMACHE ANTEBRAZO	2	GESIPA14589	ALUMINIO
1.2	VELCRO ANTEBRAZO	1	VELCRO 30	VELCRO
1.1	SUBCONJUNTO ANTEBRAZO	1	-	ABS
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL

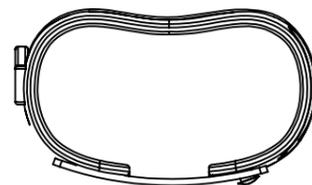
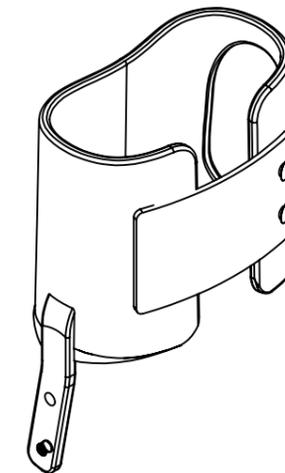
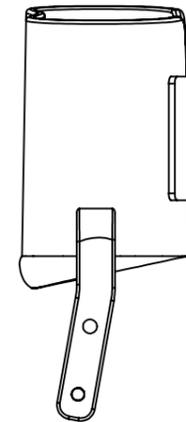
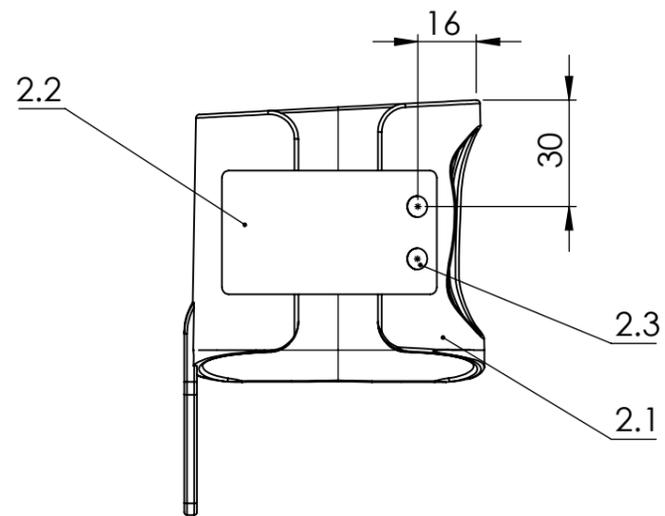
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI Dpto. de Ingeniería Gràfica		TÍTULO DEL TRABAJO: DISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA MUÑECA TÍTULO DEL DIBUJO: 1 SUBCONJUNTO ANTEBRAZO	
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESPLUGUES	FECHA: 28/06/2016
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: CALABUIG	
Formato:		Nombre: David	HOJA: 3
		Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL	



CORTE A-A



1.1.2	PROTECCIÓN ANTEBRAZO	1	HER 11.131.4	HERBIMED PERFORADO
1.1.1	CARCASA ANTEBRAZO	1	-	ABS
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI Dpto. de Ingeniería Gràfica		VELCRO TÍTULO DEL TRABAJO: REDISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA MUNECA TÍTULO DEL DIBUJO: 1.1 SUBCONJUNTO ANTEBRAZO		
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESPLUGUES		FECHA: 28/06/2016
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: CALABUIG		HOJA: 4
Format	⚙	Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL		



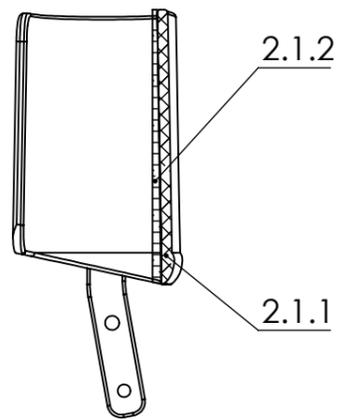
2.3	REMACHE MANO	2	GESIPA14589	ALUMINIO
2.2	VELCRO MANO	1	VELCRO 30	VELCRO
2.1	SUBCONJUNTO MANO	1	-	ABS
MARCA	DENOMINACION	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gràfica

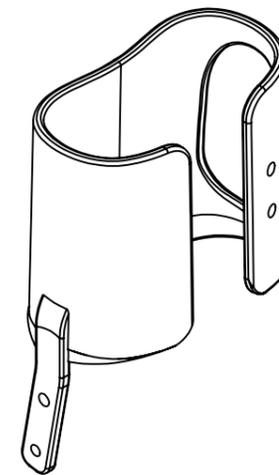
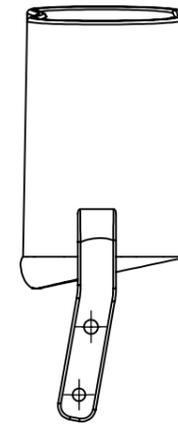
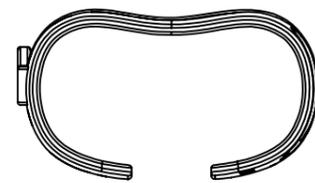
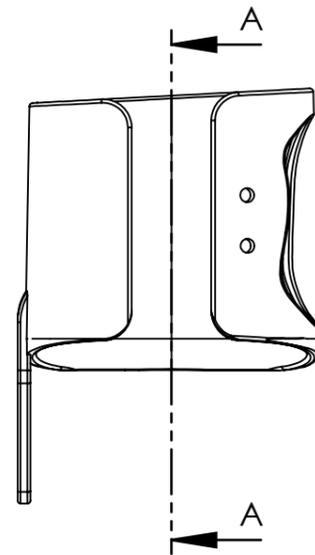
TÍTULO DEL TRABAJO:
REISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA
MUNECA

TÍTULO DEL DIBUJO:
2 SUBCONJUNTO MANO

Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESPLUGUES	FECHA: 28/06/2016
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: CALABUIG	
Formato		Nombre: David	HOJA: 5
		Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL	

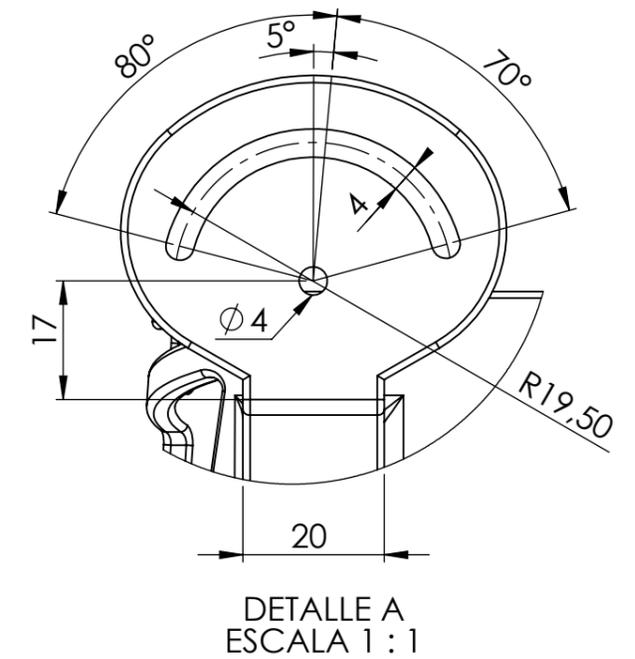
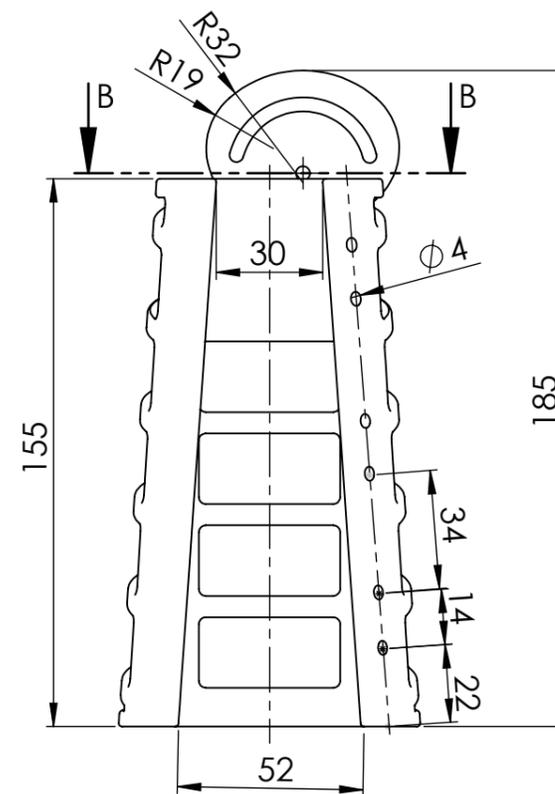
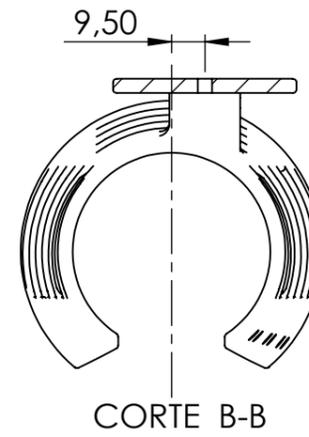
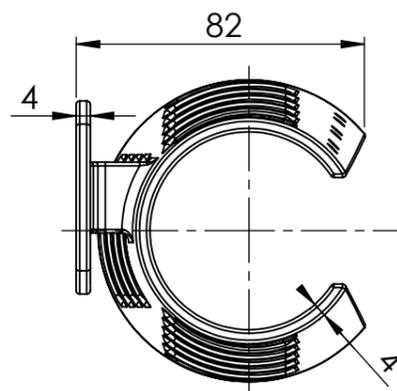
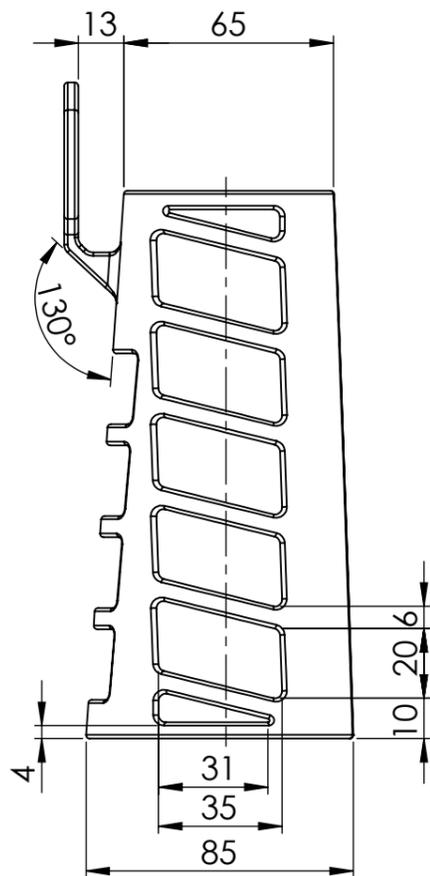
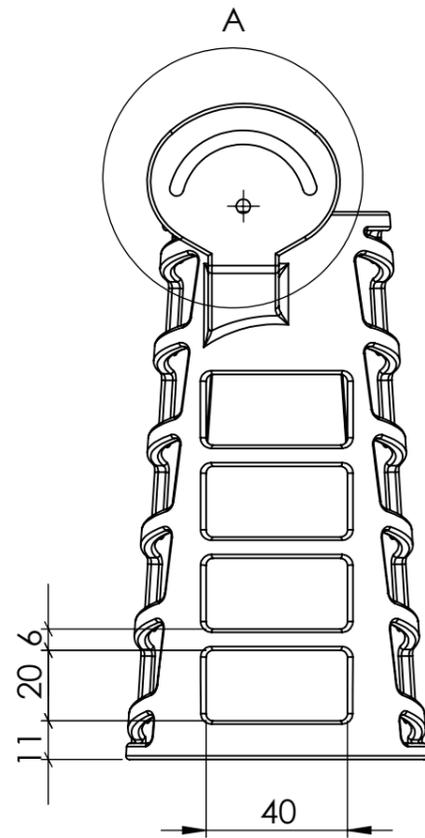


CORTE A-A



MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
	2.1.2 PROTECCIÓN MANO	1	HER 11.131.4	HERBIMED PERFORADO
	2.1.1 CARCASA MANO	1	-	ABS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI Dpto. de Ingeniería Gràfica		TÍTULO DEL TRABAJO: REISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA MUNECA TÍTULO DEL DIBUJO: 2.1 SUBCONJUNTO MANO	
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESPLUGUES	FECHA: 28/06/2016
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: CALABUIG	
		Nombre: David	HOJA: 6
Formato:		Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL	



REDONDEO 1mm TODA LA PIEZA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gràfica

TÍTULO DEL TRABAJO:
REISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA
MUNECA

TÍTULO DEL DIBUJO:
DESPIECE: 1.1.1 CARCASA ANTEBRAZO

Revisado por:

Unidad:

1er APELLIDO: ESPLUGUES

FECHA:
28/06/2016

ESCALA:
1:2

2º APELLIDO: CALABUIG

Nombre: David

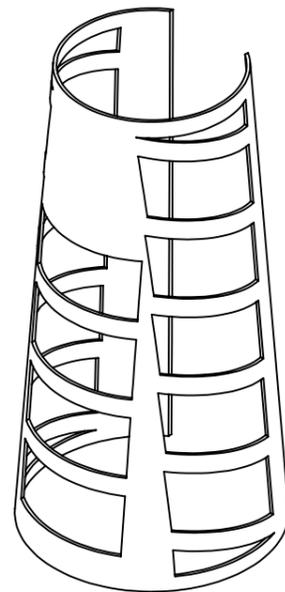
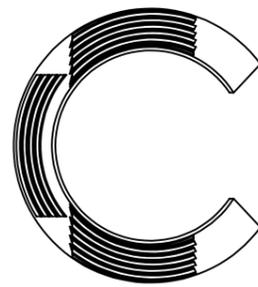
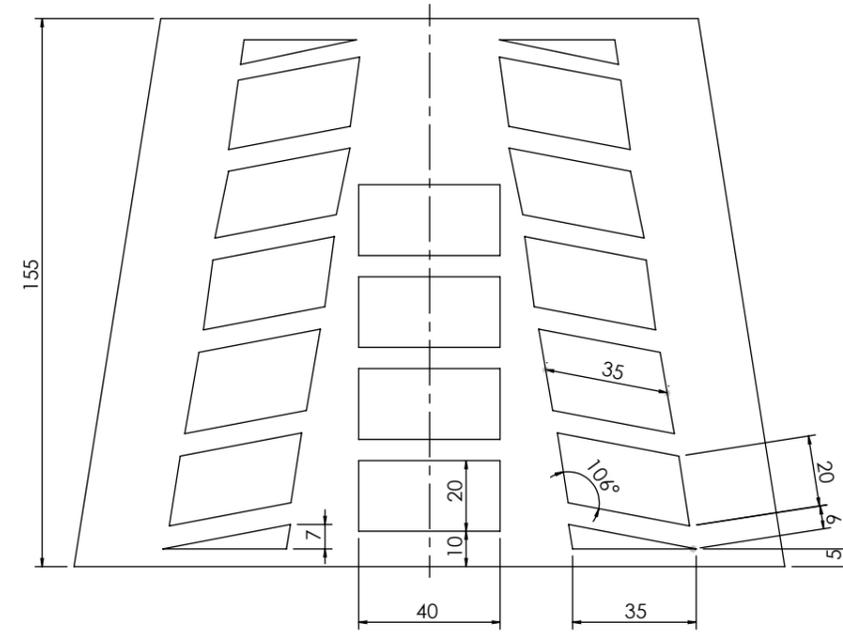
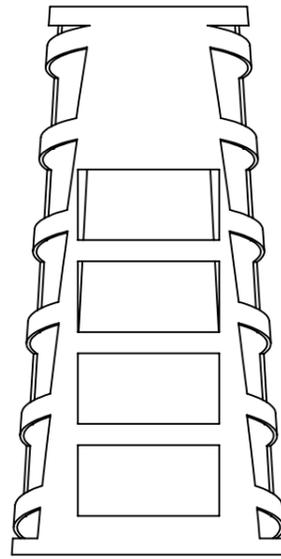
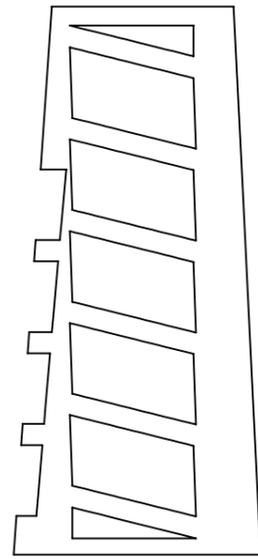
HOJA:

Formato:



Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL

7



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gràfica

TÍTULO DEL TRABAJO:
DISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA
MUÑECA

TÍTULO DEL DIBUJO:
DESPIECE: 1.1.2 CARCASA ANTEBRAZO

Revisado por:

Unidad:

1er APELLIDO: ESPLUGUES

FECHA:
28/06/2016

ESCALA:
1:2

2º APELLIDO: CALABUIG

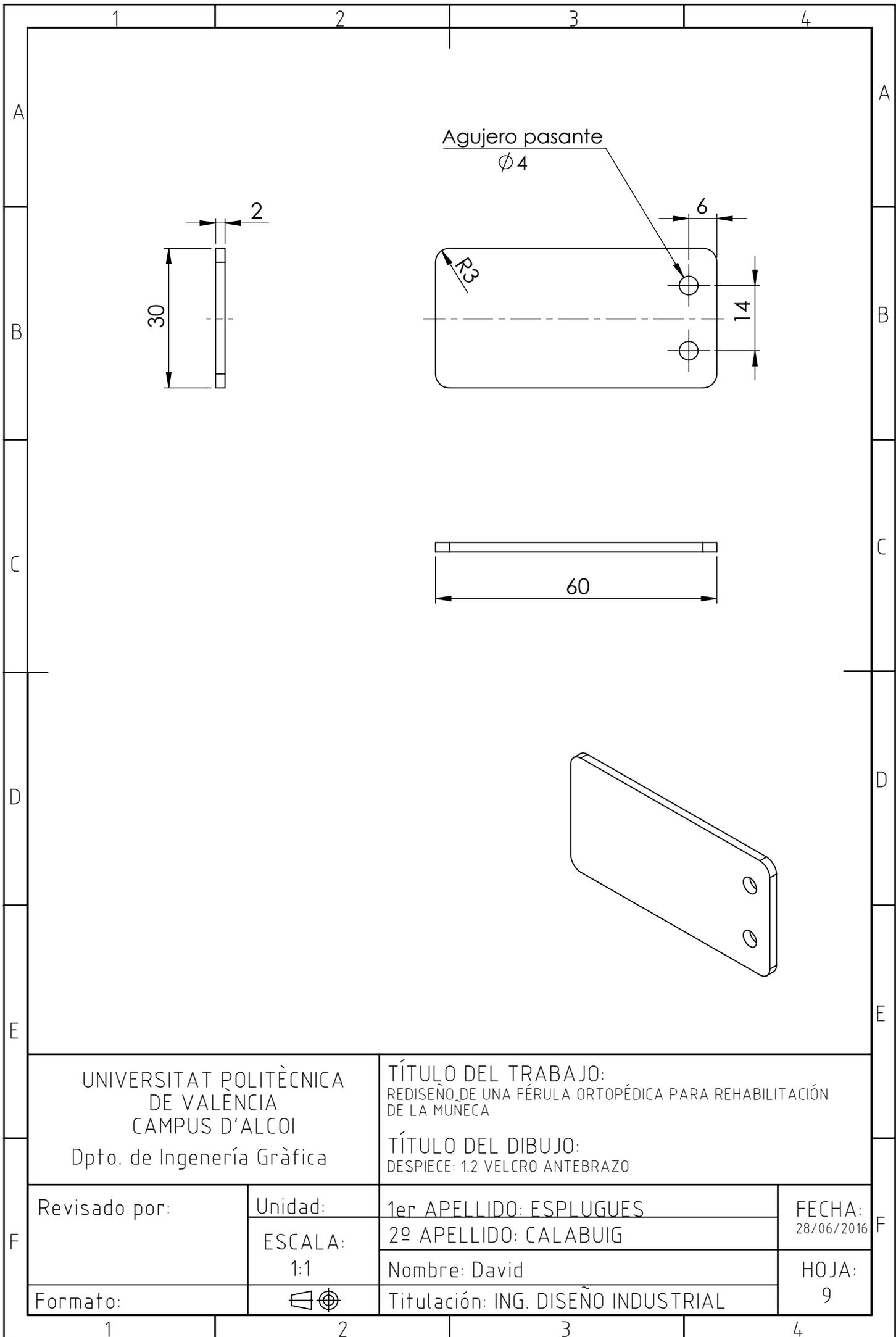
Nombre: David

HOJA:
8

Formato:



Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gràfica

TÍTULO DEL TRABAJO:
REDISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN
DE LA MUÑECA
TÍTULO DEL DIBUJO:
DESPIECE: 1.2 VELCRO ANTEBRAZO

Revisado por:

Unidad:
ESCALA:
1:1

1er APELLIDO: ESPLUGUES
2º APELLIDO: CALABUIG
Nombre: David

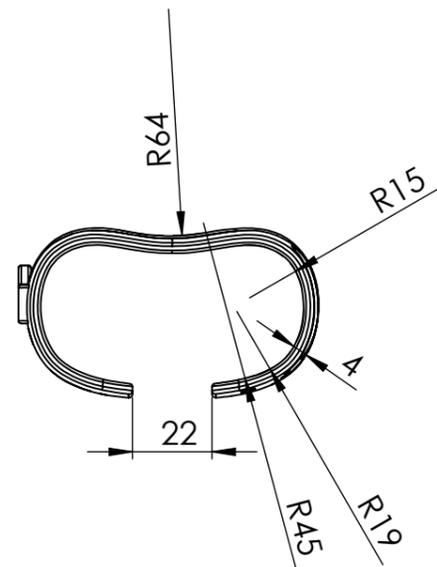
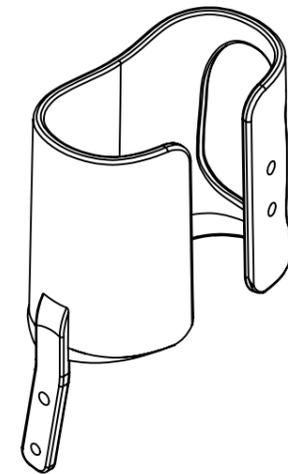
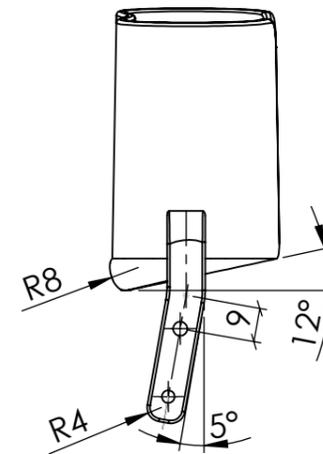
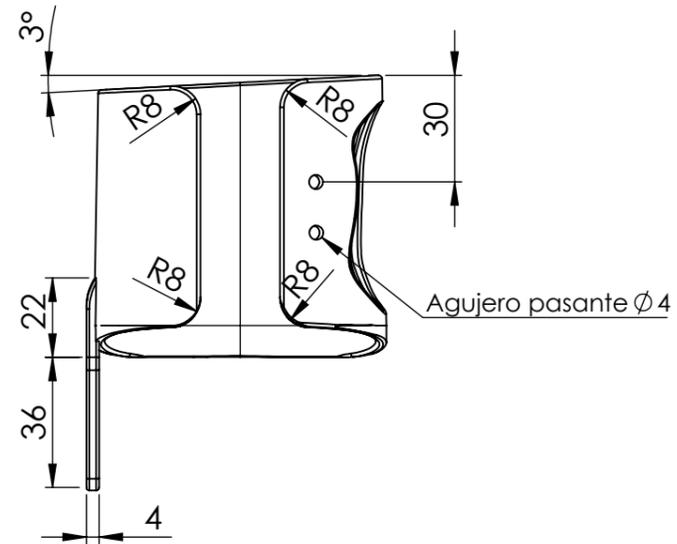
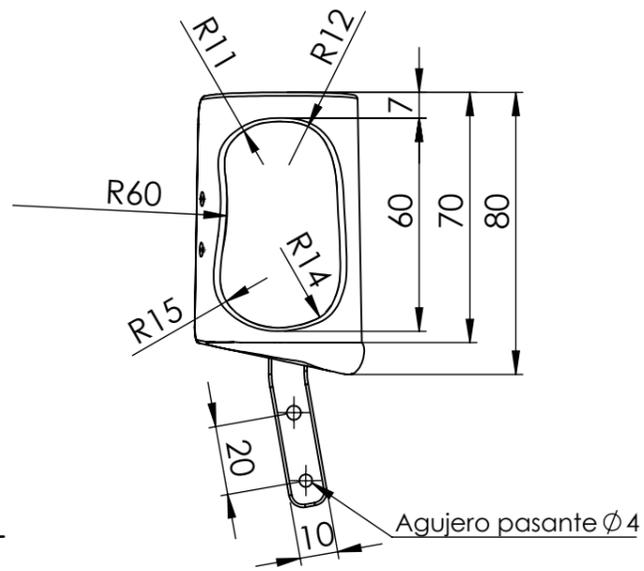
FECHA:
28/06/2016

Formato:



Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL

HOJA:
9



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI Dpto. de Ingeniería Gràfica		TÍTULO DEL TRABAJO: REISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN DE LA MUNECA	
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: ESPLUGUES	FECHA: 28/06/2016
	ESCALA: 1:2	2º APELLIDO: CALABUIG	
Formato:		Nombre: David	HOJA: 11
		Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL	

1

2

3

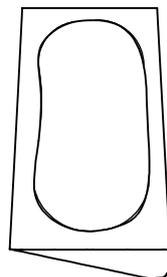
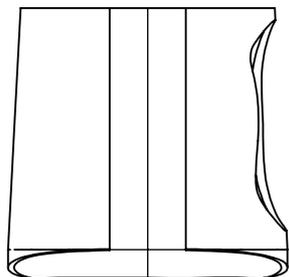
4

A

A

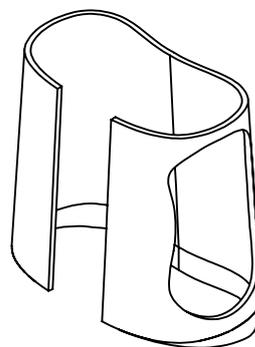
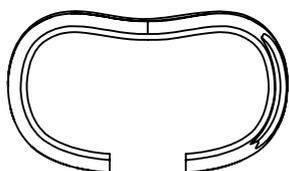
B

B



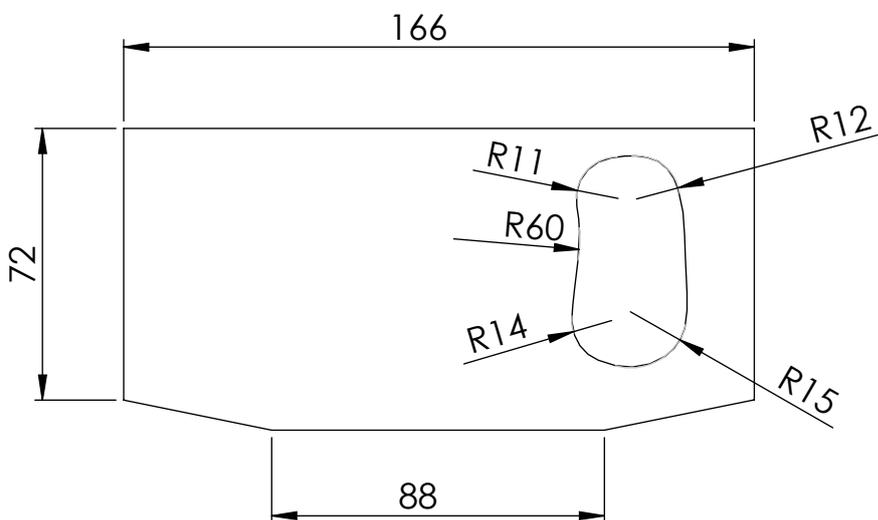
C

C



D

D



E

E

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gràfica

TÍTULO DEL TRABAJO:
REDISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN
DE LA MUÑECA

TÍTULO DEL DIBUJO:
DESPIECE: 2.1.2 PROTECCIÓN MANO

F

F

Revisado por:

Unidad:

1er APELLIDO: ESPLUGUES

FECHA:
28/06/2016

ESCALA:

2º APELLIDO: CALABUIG

Nombre: David

HOJA:

Formato:



Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL

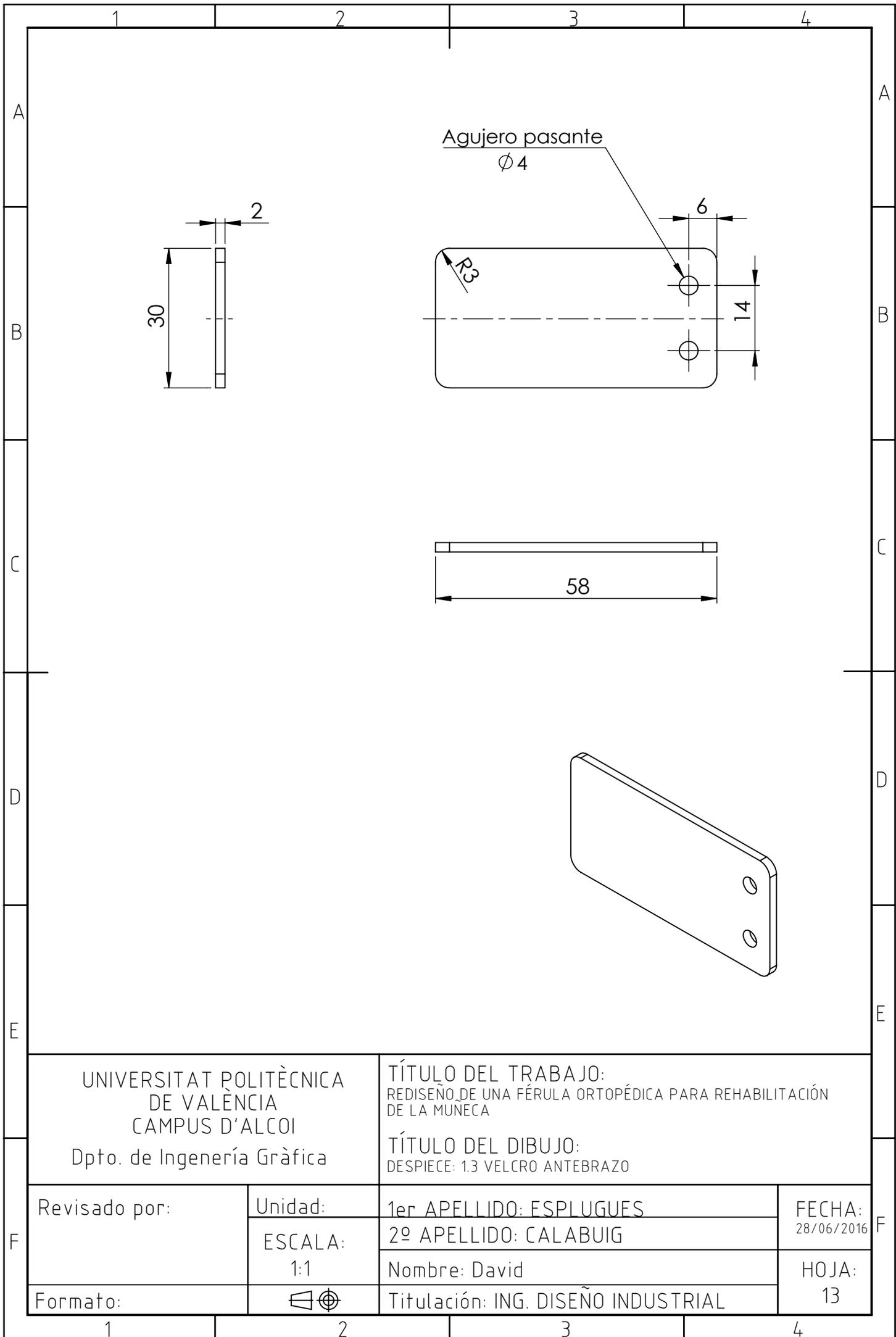
12

1

2

3

4



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gràfica

TÍTULO DEL TRABAJO:
REDISEÑO DE UNA FÉRULA ORTOPÉDICA PARA REHABILITACIÓN
DE LA MUÑECA
TÍTULO DEL DIBUJO:
DESPIECE: 1.3 VELCRO ANTEBRAZO

Revisado por:

Unidad:

1er APELLIDO: ESPLUGUES

FECHA:
28/06/2016

ESCALA:
1:1

2º APELLIDO: CALABUIG

Nombre: David

HOJA:
13

Formato:



Titulación: ING. DISEÑO INDUSTRIAL

23. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (Consulta 10-2-16). Disponible en:
<http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>
- Corisco, María (2016): *Férula impresa en 3D que sustituye a la escayola*, TLIFE.guru. (Consulta 6-4-16). Disponible en:
<http://tlife.guru/bienestar/escayola-ferula-impresora-3d/>
- Croney, John (1978): *Antropometría para diseñadores*, Barcelona (España). (Consulta 22-3-16)
- Celo. (Consulta 22-5-16).Disponible en:
<http://www.celo-apollo.es>
- Gomar Sancho, Vicente (2015): *Guía de Patologías y sus indicaciones ortésicas*. Madrid (España) (Consulta 3-4-16).
- Darco International. (Consulta 27-1-16). Disponible en:
<http://www.darcointernational.com/>
- Goural. (Consulta 16-3-16). Disponible en:
http://www.goural.es/mano-ferula-inmovilizadora-de-mano-xsl-1773_1812.html
- Grex-Technica. (Consulta 5-5-16). Disponible en:
http://www.grex-technica.com/p_instru.php
- Herbitas. (Consulta 5-5-16). Disponible en:
<http://www.herbitas.com/herbiform-standard-perforado-p-4-50-812/>
- Medicaexpo. (Consulta 5-5-16). Disponible en:
<http://www.medicaexpo.es/fabricante-medical/ferula-muneca-27555.html>
- Ortopedia López. (Consulta 22-2-16). Disponible en:
http://www.goural.es/mano-ferula-inmovilizadora-de-mano-xsl-1773_1812.html
- Ortopedia Irati. (Consulta 24-2-16). Disponible en:
http://www.goural.es/mano-ferula-inmovilizadora-de-mano-xsl-1773_1812.htm
- Pérez, Patricia (2016): *Nuevo software permite imprimir férulas de muñeca en 3D para enfermos con artritis*, Tendencias21. (Consulta 10-5-16). Disponible en:
http://www.tendencias21.net/Un-nuevo-software-permite-imprimir-ferulas-de-muneca-en-3D-para-enfermos-de-artritis_a35586.html
- Rehabmart. (Consulta 24-4-16).Disponible en:
http://www.rehabmart.com/category/wrist_and_hand_orthosis.htm

- Repsol. (Consulta 7-3-16). Disponible en:
https://www.repsol.com/es_es/herramientas/no_encontrada.aspx
- Science Daily (2016), *Swapping plaster cats for 3D printing*. (Consulta 28-5-16).
Disponible en:
<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/04/160414145348.htm>