



DISEÑO DE UNA FÉRULA PARA CORREGIR EL POSICIONAMIENTO
SEGMENTARIO DE LAS MANOS Y DISMINUIR LA DEFORMACIÓN
PRODUCIDA POR LA ARTRITIS REUMÁTICA
(ESTUDIO DE CASO)

RONALD WILSON GARCIA OSORIO

1082925146

Mayo, 2017

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA Y DISEÑO INDUSTRIAL
2017





DISEÑO DE UNA FÉRULA PARA CORREGIR EL POSICIONAMIENTO
SEGMENTARIO DE LAS MANOS Y DISMINUIR LA DEFORMACIÓN
PRODUCIDA POR LA ARTRITIS REUMÁTICA
(ESTUDIO DE CASO)

RONALD WILSON GARCIA OSORIO

1082925146

Trabajo de grado presentado para optar por el título de Diseñador Industrial

ASESOR:

D.I. ANDRÉS FELIPE DÍAZ

COASESOR – Ph.D. MARCO FREDDY JAIMES

COASESORA – DOC. ANDREINA SILVA

COASESORA – DOC. ANGIE MILLEN SARMIENTO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
PAMPLONA, 2017





CAPÍTULO II	41
11. ENTENDER	42
11.1 Radiografía de las manos de la usuaria.	42
12. DICTAMEN MÉDICO	43
12.1 Posición anatómica correcta de la mano	44
13. MOVIMIENTOS ADECUADOS DE LA MANO	45
14. DESCRIPCIÓN DE LA USUARIA	53
14.1 Usuaria	53
Para el tratamiento y corrección de la postura de los segmentos articulares, en miembros superiores (las manos) en los pacientes que poseen artritis reumatoide, es necesario la utilización de férulas, las cuales le permitan a los usuarios el mejoramiento de su calidad de vida, debido a la inflamación extra articular de los tejidos y a la desviación de las falanges, permitiendo que estos usuarios no alcancen un estado irreversible de la patología.....	54
La usuaria anteriormente utilizaba la férula Cock-up descrita por el manual de las Órtesis en el 2004 con este nombre. El material que se utilizaba era el OMEGA.....	54
Descripción de la férula	54





Férula estática de muñeca, que se extiende por la zona palmar del tercio proximal de antebrazo hasta pliegue palmar distal de la mano, conteniendo e inmovilizando la articulación de la muñeca, permitiendo la movilidad de los dedos. 54

14.2 Fotografías de las férulas vigentes de la usuaria (Antebrazo –Mano) 55

58

15. TABLA DE COMPARACIÓN DE MATERIALES 58

16. BOCETOS –ETAPAS DE IDEACIÓN – IDEAS DE FUNCIONAMIENTO 64

17. SECUENCIA DE ARMADO DEL DISEÑO DE LA FÉRULA 71

19. COLORES QUE PODEMOS ENCONTRAR EN LAS LAMINAS DE ORFIT 78

20. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA FÉRULA 79

21. TABLA DE COSTOS 94

22. ETAPAS DEL MERCADO 95

22.1 Canales de Distribución del Producto 95





24.	COMPROBACIONES	96
25.	TABLA DE ACTIVIDADES.....	96
25.1	Ensayo de usuario	96
26.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS – COMPARACIÓN.....	99
27.	NOVEDAD DE LA FÉRULA	103
28.	INNOVACIÓN.....	103
29.	ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA PROPUESTA.....	105
30.	RELACIÓN CON EL USUARIO.....	109
31.	RENDER.....	112
32.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113



Fig. 30: Evaluación de la movilidad, 2006. Extensión de las metacarpo falanges (MCF) del pulgar	50
Fig. 32: Goniometría, 2001 Flexión metacarpo falángica del dedo índice a partir de la posición 0.	51
Fig. 31: Goniometría, 2001 Extensión interfalángica del pulgar a partir de la posición 0.	51
Fig. 33: Anatomía para el movimiento, 1999. Metacarpo falángico del dedo índice.	51
Fig. 34: Anatomía para el movimiento, 1999. Flexión de la articulación interfalángica proximal del dedo índice	51
Fig. 35: Anatomía para el movimiento, 1999. Metacarpo falángico del dedo índice	52
Fig. 36: Anatomía para el movimiento, 1999. Flexión de la articulación interfalángica proximal del dedo índice.	52
Fig. 38 Manos de la usuaria Ronald Wilson García Osorio	53 53
Fig. 37 Manos de la usuaria	53
Fig. 39 Antiguas férulas de la usuaria	55
Fig. 40 Antiguas férulas de la usuaria	56
Fig. 41 Antiguas férulas de la usuaria Ronald Wilson García Osorio	56 56
Fig. 42 Antiguas férulas de la usuaria Ronald Wilson García Osorio	56 56
Fig. 43 Antiguas férulas de la usuaria Ronald Wilson García Osorio	57 57
Fig. 46 Antiguas férulas de la usuaria Ronald Wilson García Osorio	57 57
Fig. 45 Antiguas férulas de la usuaria	57
Fig. 44 Antiguas férulas de la usuaria	57
Fig. 47 Pliegues de las manos	63
Fig.48: Guante estabilizador de las falanges (1)	64
Fig. 49: Estabilización del antebrazo y el metacarpo falanges (2)	65
Fig. 50: Estabilización del antebrazo y las manos (3)	66
Fig. 51: Estabilización del Pulgar, muñeca y las falanges mediales (4)	67
Fig. 52: Estabilización del Pulgar, muñeca y las falanges mediales (5)	68
Fig. 53 Férula de desviación cubital – Orfit, estabilización del (6)	69
Fig. 54, Manual del usuario, ilustraciones propias.	71
Fig.: 54 Secuencia de armado	71
Fig. 55 Secuencia de armado 1	72
Fig. 56 Secuencia de armado 2	73



DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a mis padres que con su amor y esfuerzo me han dado la guía necesaria para alcanzar mis objetivos.





En primer y último lugar, quiero dar las gracias a Dios quien me enseñó a través de la experiencia, que la vida está llena de pequeños obstáculos los cuales, entorpecen nuestro camino, pero tarde o temprano son parte del olvido.

En segundo término, quiero dar las gracias a mis maestros que dieron hasta la última gota de su aliento en miras a que aprendiera lo realmente importante del diseño frente a la vida profesional.

En tercer lugar y no menos importante mi asesor (Andrés Díaz), Co-asesor (Marco Freddy Jaime) y la usuaria, quienes aportaron su tiempo y disposición para sacar adelante este proyecto.

Gracias Andrés Díaz por guiar mis pasos en la oscuridad, gracias por soportar mis tristezas y alegrías, gracias por creer en mí y gracias por enseñarme aceptar las cosas que no puedo cambiar, valor para cambiar las que sí puedo y sabiduría para reconocer la diferencia.





RESUMEN

TÍTULO: Diseño de una férula para corregir el posicionamiento segmentario de las manos y disminuir la deformación producida por la artritis reumática (estudio de caso)

AUTOR: Ronald Wilson García Osorio

PALABRAS CLAVES: Férulas Dinámicas, Férulas estáticas, artritis reumatoide, Polímeros, Orfit, OMEGA, Neopreno.

DESCRIPCIÓN: Diseño de una férula para corregir el posicionamiento segmentario de las manos y disminuir la deformación producida por la artritis reumática.

Según la Fundación de Ayuda al Reumático, en Colombia más de 400.000 personas están afectadas por la AR. Las primeras articulaciones que se ven afectadas por la enfermedad son: carpo metacarpiano, metacarpo falángico e inter falángico. Fundare, (2009)

Se toma como referencia el estudio de caso en una usuaria de la Universidad de Pamplona Norte de Santander, la cual presenta la patología.



Se analizaron las actividades rutinarias de la usuaria, tanto laborales como personales, detectando que las férulas formuladas por los médicos especialistas que la han tratado durante 20 años, a pesar de ayudarle a corregir los rangos de movilidad articular, no le permitían realizar sus actividades rutinarias (comer, conducir un auto, abrir puertas, escribir, etc.) debía quitárselas y por tanto reducía la frecuencia y uso del tiempo de las mismas.

Además, estas férulas que comercialmente se consiguen en tallas estandarizadas según el Dr. Alonso Mujica, (2004). No conferían ningún valor estético que agradara a la usuaria, sumando el hecho de que producían laceraciones en la piel por puntos de presión.

La solución ofrecida a la usuaria permite realizar varias actividades que con las férulas comerciales no podía realizar, manteniendo así el uso de las férulas en mayor frecuencia y tiempo, elementos necesarios para su tratamiento; además de permitirle hacer variaciones de forma sin necesidad de remplazar la férula, atendiendo a situaciones como variaciones de peso o algún punto de presión o molestia detectado después de haberse elaborado el elemento.

Respecto a la férula propuesta, se logró ofrecer una mejora en el valor estético, que la hace agradable para la usuaria. Las mejoras se dan en aspectos como el color de la férula, las dimensiones en los elementos que conforman el sistema de ajuste, la unión conformada por la parte que corrige los rangos de movilidad de las falanges y la estabilización de la muñeca es más pequeña, en su parte inferior la estabilización de la muñeca y el antebrazo se ajustan mejor a la anatomía de la usuaria, además el color percibido en la parte superior de la férula permite una similitud con el color piel de la usuaria y en la parte inferior se escogió un color que se asemeja a los uniformes de



trabajo, generando un menor contraste visual que disimula la presencia de la férula. El material utilizado ofrece siete colores en caso de que la usuaria desee combinar sus férulas con las prendas de vestir.

CAPÍTULO I





1. INTRODUCCIÓN

La sociedad española de reumatología, define la artritis reumatoide (AR) como enfermedad inflamatoria crónica, de causas desconocidas esta enfermedad afecta la membrana sinovial de múltiples articulaciones su proceso de manifestación puede ser articular o extra articular suele iniciar entre los 20 y 41 años de edad. En la AR, las mujeres se afectan con una frecuencia tres veces mayor a la de los hombres. La revista Opinión y salud, 2016 expresa que “La artritis reumatoide afecta 1 de cada 100 personas en el mundo.” Según la Fundación de ayuda al Reumático en Colombia más de 400.000 mil personas están afectadas, (FUNDARE 2009)

Al considerar la AR como enfermedad degenerativa progresiva, la terapia farmacología empleada en la AR es en gran medida analgésica, tanto en la disminución del dolor como en la desinflamación articular presente en la mayoría de los usuarios.

Se presenta un estudio de caso, la cual presenta AR conociendo que los elementos existentes en el mercado para el tratamiento y corrección de los rangos de movilidad de los dedos de la mano en aquellas personas que presentan AR, no se adaptan adecuadamente a las necesidades de la usuaria como: color, textura, sudoración y carecen de una diferenciación por el valor estético; además son comercializados por tallas estandarizadas según el Dr. Alonso Mujica, (2004) dejando a un lado las condiciones ergonómicas específicas del ser humano. Esto genera molestias e inconformidad en el uso de las férulas, debido a que no permiten la adaptación a sus actividades diarias, y no se alcanza el nivel deseado de satisfacción.





2. JUSTIFICACIÓN

Mediante el estudio de la usuaria, la cual presenta AR se puede optimizar en gran medida el uso de las férulas, las cuales cumplen la función de sostener las extremidades lesionadas durante su proceso de rehabilitación.

Debido a los riesgos de la enfermedad es recomendable que la usuaria utilice continuamente este tipo de elementos, para cumplir a cabalidad cada una de sus funciones diarias como comer, escribir, teclear, abrir puertas etc.

La usuaria tiene 41 años de edad, se encuentra en un estado dos Según American College Of Rheumatology (ACR 1991), y según el análisis del referente anterior por la terapeuta ocupacional Angie Millen Sarmiento, es capaz de realizar sus labores habituales a pesar de presentar dolor o limitación en una o más articulaciones. Manifestaba inconformidad en aspectos estéticos debido a que los colores, acabados, formas y texturas de las férulas no le agradaban, rechazando el uso continuo de éstas. Por medio de la colaboración interdisciplinar de un Diseñador Industrial, un terapeuta ocupacional y una fisioterapeuta se realizó una nueva férula personalizada, que le aporta a su tratamiento al corregir los rangos de movilidad articular de los dedos de la mano, con la que se le facilita realizar actividades rutinarias, con mejores materiales y acabados que permitan ser aceptados, visual y funcionalmente por la usuaria.





3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los elementos que posee la usuaria para el tratamiento y corrección de la postura debido a la AR, no se adaptan adecuadamente a las actividades que realiza diariamente, debido a que debe quitárselas para poder realizar sus tareas cotidianas.

Las férulas fueron elaboradas para ella, pero basadas en patrones dados por tallas “S” para este caso, dejando a un lado las condiciones ergonómicas y anatómicas que resultan en laceraciones, puntos de presión, un peso que le produce fatiga, además debe utilizar un guante debajo de la férula para minimizar las molestias, generan sudoración excesiva y por ende mal olor; sumado a todo esto el aspecto visual (estético) de las férulas no le agrada a la usuaria, por factores como color y texturas.

Las inconformidades anteriormente mencionadas abren un campo para generar un aporte que solucione la situación de la usuaria.

3.1 Formulación del problema

¿Cómo mejorar las características formales y funcionales en la férula de la usuaria, para el tratamiento de la AR a nivel de las manos?



3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general:

Corregir los rangos de movilidad articular causados por la deformación de la artritis reumática en la usuaria

3.2.2 Objetivos específicos:

- Facilitar la correcta posición de la mano en la usuaria al realizar actividades cotidianas.
- Mejorar las características estéticas de la férula para el tratamiento de artritis reumática en la usuaria.
- Aumentar el uso de la férula por parte de la usuaria.

4. MARCO TEÓRICO

La AR, es una degeneración del cartílago y articulaciones de las manos, aunque benigna puede producir dolor, dificultad para mover los dedos y deformidad.

Suele presentarse en personas de ambos sexos, aunque tiene un marcado predominio en mujeres. Suele comenzar a la edad de 40-50 años, aunque hay casos de comienzo más tardío. (Sociedad española de Reumatología, 2015).

Araujo, (2016) afirma que: Se identifican cuatro articulaciones afectadas con mayor frecuencia (Figura1).

“Articulación Trapecio- metacarpiana: Circulo azul claro.

Articulación metacarpo falángico: Circulo azul oscuro.

Articulación interfalángica proximal: Circulo verde claro.

Articulación interfalángica distal: Circulo verde oscuro.”

En la artrosis de mano, después de dos a tres años las articulaciones quedan deformadas, pero dejan de doler y la mano mantiene una capacidad funcional limitada respecto a sus condiciones normales.

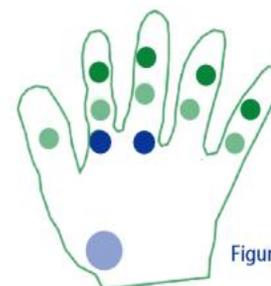


Figura 1

Figura 1 Articulaciones afectadas
(Mano & Mano, n.d.) www.ser.es/wp-content/uploads/2015/09/guia_artrosis_mano

4.1 Movilidad articular

El rango de movilidad articular es la posición adecuada de la mano, para cumplir sus actividades de forma natural. (Cada articulación tiene su grado de movilidad.)

(Jaimes, 2016)

El rango de movilidad articular, se define como la cantidad de flexibilidad permitida por una articulación y se mide en grados de un ángulo desde el punto inicial hasta el punto final del posible movimiento. (Rigel, 2016) – (Merck, Physical Therapy, 2016)

4.2 Posicionamiento segmentario de miembro superior (las manos)

Las manos tienen posiciones y rangos naturales permitiéndole al ser humano desarrollar maniobras complejas en su diario vivir. (A. Leroy, 2005) - Miembros superiores.

4.3 Etiología:

Esta enfermedad articular puede ser causada por:

4.2.1 Envejecimiento: Ya que los pacientes poseen una menor capacidad de regeneración de los tejidos. (Riancho, 2016).

4.2.2 Herencia: Existe una predisposición familiar entre las mujeres por una proteína llamada colágeno, la cual es muy importante en la composición del cartílago. Esta patología se trasmite de padres a hijos, si estos genes se encuentran alterados generan

en el paciente un colágeno poco funcional, aumentando el riesgo de sufrir artrosis.
(Riancho, 2016)

4.2.3 Cargas articulares excesivas que producen daño en el cartílago y el hueso.
(Riancho, 2016)

4.2.4 Edad avanzada (se incrementa el riesgo a partir de los 50 años)
(Cepeda, 2016)

4.2.5 Secuelas tras una cirugía y golpes repetidos sobre alguna articulación. (Cepeda, 2016)

4.4 Sintomatología:

Los síntomas más frecuentes son el dolor articular, la limitación de los movimientos, los crujidos y en algunas ocasiones, rigidez y deformidad articular. (Riancho, 2016)

- Incidencia de edad: Según la Revista Cubana de Farmacia, (2011). Afirman que, la prevalencia en la población mundial es del 1- 4%, El sexo femenino de 3:1 y el inicio de la patología es entre los 20-40 años de edad. Este padecimiento afecta al 20% de la población a partir de los 45 años y al 30% de la población mayor de 60 años.



- **Patogenia:** Las articulaciones unen los huesos entre sí por medio de estructuras permitiendo flexibilidad al cuerpo humano y los huesos al final están cubiertos de una superficie lisa llamada cartilagos los cuales se encargan de un rozamiento suave entre los huesos

4.5 Definición de una Férula:

Según el instituto nacional de rehabilitación, son dispositivos biomecánicos aplicados con la finalidad de restaurar o mejorar la funcionalidad del sistema musculo esquelético.

4.5. Tipos de Férulas utilizados en la AR:

4.5.1. Fijas o rígidas: Deben mantener una adecuada posición anatómica sin interferir en las funciones normales de cuerpo.

4.5.2. Flexibles: Permiten la movilidad y estabilidad del miembro o parte afectada, solo se utilizan en algunas patologías, las cuales, permitan el desplazamiento de las articulaciones o partes luxadas.

A continuación, se observa unas imágenes de la figura 2 la cual corresponde a las férulas rígidas o estáticas y la figura 3 a las férulas flexibles para la artritis reumatoide.



(Funciones & Características, 2005)

Fig. 2 Fotografía de una Férula Rígida o estática para la AR. D.R Arce, C. (2005), Recuperado de http://www.arcesw.com/o_m_s.pdf

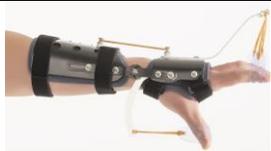


Fig. 3 Fotografía de una Férula flexible para la AR. D.R Arce, C. (2005), Recuperado de http://www.arcesw.com/o_m_s.pdf

4.6. Costos de las Férulas

Los costos de las férulas pueden variar según la marca y los materiales a utilizar en el mercado. Podemos encontrar férulas desde lo más alto \$100.000 a \$155.000, hasta lo más bajo \$25.000 a \$45.000 pesos.

Tabla 1 costos de las Férulas

Costos	Férula 1 - \$155.000	Férula 2 - \$100.000	Férula 3 - \$ 45.000	Férula 4 - \$ 25.000
				

www.ortosoluciones.com

4.7. Pamplona Norte de Santander (Férulas AR)

En Pamplona, únicamente se consiguen férulas que proporcionan estabilidad articular, confeccionadas en neopreno y polivinilo de cloruro.

A continuación, se pueden observar imágenes de férulas en polivinilo de cloruro (PVC) y en neopreno.

Tabla 2 Muestra de PVC y neopreno.

PVC	Neopreno
	

www.ortoweb.com/deporte-y-rehabilitacion/ortesis-miembro-superior

4.8. Elementos existentes en el mercado. – Tipologías

Se puede observar a continuación – (Material- Color - Función – Talla- Modelo)

ELEMENTOS EXISTENTES EN EL MERCADO

Fig 4.
 Material: OMEGA
 Color: Blanco
 Talla: S, M, L, XL
 Férula Dinámica

Fig 5.
 Material: PVC
 Color: Blanco
 Talla: S, M, L, XL
 Férula para inmovilización

Fig 6.
 Material: Termoplástico
 Color: Blanco
 Modelo: TP61-02D
 Férula para inmovilización de la Mano y la muñeca

Fig 6.
 Material: Termoplástico
 Color: Blanco
 Modelo: TP61-02D
 Férula para inmovilización de la Mano y la muñeca

Fig 7.
 Material: Neopreno
 Color: Negro
 Talla: S, M, L, XL
 Férula con una capacidad de extensión de 20 grados

Fig 8.
 Material: Neopreno
 Color: Blanco
 Talla: S, M, L
 Férula Dinámica

Fig 9.
 Material: Neopreno - Espuma
 Color: Blanco
 Talla: S, M, L
 Férula para inmovilización de la muñeca - Movilidad de la mano

Fig 10.
 Material: PVC - OMEGA
 Color: Blanco
 Talla: S, M, L
 Férula para inmovilización de la Mano y la muñeca

Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Tipologías

4.8.1. Accesorios para Férula

Los siguientes elementos son los adecuados para la construcción de una férula.

Se observa en la figura 11 la cinta velcro, esta cumple la función de mejorar sujeción entre espacios abiertos de las férulas.



Fig.11 (Hogar & Comercio, n.d.) .2016, Ilustración de Cinta Velcro
<http://multimedia.3m.com/mws/media/5720990/ferreteria.pdf>

En la figura 12 se presenta un doblador de tubos de plástico que permite generar los ángulos adecuados para cada falange.



Fig.12 (Works & Applications, n.d.) .2016, Ilustración de Orfit Tube
<http://www.orfit.com/gallery/documents/leaflets/dynasyst.pdf>

La figura 13 se muestra los pellets de Orfit, que se utilizan para hacer aditamentos que no pueden ser utilizados normalmente por los usuarios que presentan AR como, cepillo de dientes, esfero, cuchillo.



Fig. 13 (Industries, n.d.-b). 2016, Ilustración Pellet Orfit
<http://www.orfit.com/gallery/documents/leaflets/allfit.pdf>

En la figura 14 se muestra la cinta flexible para estabilizar los dedos.



Fig. 14 (Industries, n.d.-a). 2016, Ilustración de Orficast
<http://www.orfit.com/gallery/documents/leaflets/orficast-thermoplastic-tape.pdf>

4.8.2. Antropometría

Según Orollo, (1999) disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano y estudia las dimensiones considerando como referencia las estructuras anatómicas.

En la siguiente imagen se observa la medida de la muñeca en centímetros de varios usuarios provenientes de la empresa Orfit, las cuales son tomadas en cuenta a la hora de la fabricación del material, clasificándolas en extra pequeñas, pequeñas, medianas y largas dependiendo de las medidas.



ORFIZIP® NS AND ORFIZIP® BLACK NS		
Type	Size in cm	Size in inch
Small	12 - 15 cm	4.72" - 5.9"
Medium	16 - 19 cm	6.29" - 7.48"
Large	20 - 25 cm	7.87" - 9.84"
ORFIZIP® WRIST SPLINT AND ORFIZIP® WRIST/THUMB SPLINT		
Type	Size in cm	Size in inch
Extra-small	11 - 13 cm	4" - 5"
Small	14 - 18 cm	5 1/2" - 7"
Medium	19 - 22 cm	7 1/2" - 8 1/2"
Large	23- 26 cm	9" - 10"

Fig. 15 Ilustración Mano y muñeca (Quality & Life, n.d.). 2016, Recuperado de file:///E:/101016%20final%20trabajo%20d%20grado/Catalogo%20Completo%20de%20Orfit_-oib-splinting-materials_laminas.pdf



5. MARCO CONCEPTUAL

5.1 Férula:

Según el instituto nacional de rehabilitación, (2006) son dispositivos biomecánicos aplicados con la finalidad de restaurar o mejorar la funcionalidad del sistema musculo esquelético.

5.2 Órtesis:

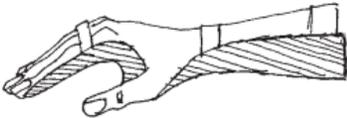
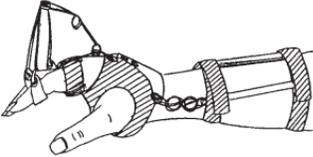
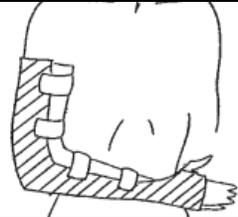
Según el Sistema Nacional de Salud, (2006) se definen como: un apoyo u otro dispositivo externo aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético.

Se pueden clasificar con base a su función en: estabilizadoras, funcionales, correctoras.

El siguiente cuadro nos muestra ejemplos de la clasificación de las Órtesis de miembro superior.



Tabla 3 Ejemplos de Órtesis estabilizadoras, Funcionales y Correctoras.

Órtesis	Estabilizadoras	Funcionales	Correctoras
			

(Ii & Inferior, n.d.) Guía descriptiva de Orto prótesis tomo II, 2013.

5.3 Goniometría:

Según la Real Academia Española (2014), se conoce goniometría a la ciencia y técnica de la medición de ángulos anatómicos del ser humano.

- **Férulas Fijas o rígidas:** Deben mantener una adecuada posición anatómica sin interferir en las funciones normales de cuerpo.
- **Férula Flexibles:** Permiten la movilidad y estabilidad del miembro o parte afectada, solo se utilizan en algunas patologías, las cuales, permitan el desplazamiento de las articulaciones o partes luxadas.

7. MARCO LEGAL

En la Resolución 0705 de (2007) se da el aval a la prestación de los servicios de prescripción, elaboración y ayudas técnicas por parte de los terapeutas ocupacionales y fisioterapeutas frente a las patologías de los usuarios, ayudando a la prevención de riesgos, rehabilitación y análisis de puestos de trabajo. En el presente estudio de caso de la usuaria, los profesionales de la salud verifican y dan buena fe que los diseños planteados por parte de un externo en este caso un diseñador industrial, cumplen a cabalidad con la funcionalidad deseada a tratar en cierto tipo de patología desde su punto de vista profesional y de esta manera ser comprobado.

RESOLUCIÓN 0705 DE 2007

(septiembre 3)

Por medio de la cual se desarrollan los contenidos técnicos del Acuerdo Distrital No. 949 del 2005 y se dictan otras disposiciones.

CONSIDERANDO:

“(Artículo 18. Capítulo III) confiere al terapeuta ocupacional la autonomía e independencia consecuentes para el apropiado ejercicio de su actividad profesional. Se podrá autónomamente prescribir, diseñar, elaborar o adaptar las ayudas técnicas que requieran los usuarios de los servicios para su adecuada prestación. Como lo son los terapeutas.”



8. MARCO METODOLÓGICO

8.1 Metodología de la investigación

La usuaria presenta una serie de condiciones particulares respecto a su patología como el hecho de que no le agradan las férulas que se le han formulado, además de lastimarla y agotarla, teniendo que utilizarlas menos tiempo del necesario; por tanto se realiza un estudio de caso de la usuaria.

La férula que se propone debe ajustarse a las necesidades actuales de la usuaria, teniendo en cuenta que pueden cambiar las condiciones respecto a la patología se considera de corte transversal.

En lo referente al enfoque hay mediciones que se realizaron para comprobar que la solución se ajusta a las necesidades de la usuaria, aunque también se requiere que ella misma de su concepto positivo de los acabados formales y funcionales de la férula, por lo tanto, se aborda un enfoque mixto.

El alcance se define como cuasi experimental debido a que no todas las variables se pueden controlar.



8.2 Definición del modelo de proyectación – Diseño Industrial

Esta metodología permite un acercamiento a la usuaria con el acompañamiento de varias disciplinas como: fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y experto en biomecánica.

Esta Metodología tiene cinco pasos elementales:

- Entender: Es la base del proceso de diseño que está centrado en las personas, en conocer sus comportamientos desde el contexto de sus vidas.
- Definir: En esta etapa se clasifica la información que se ha reunido anteriormente, teniendo en cuenta relevancia y prioridad.
- Idear: Es aquí donde empieza la generación de múltiples ideas. Es un espacio para desarrollar planes. En esta etapa se conciben una gran cantidad de conceptos- opiniones que se dan a elegir como posibles soluciones.
 - Primeras ideas llevadas al papel.
 - Propuesta de lluvia de ideas.
 - Bocetos
 - Propuesta de funcionamiento.
- Prototipo: La etapa de prototipos es la generación de elementos informativos como dibujos, artefactos y objetos con la intención de responder preguntas que



acerquen a la solución final. Debe ser un artefacto con que el usuario pueda trabajar y experimentar.

- **Evaluar:** Consiste en la retroalimentación de opiniones y comprobaciones sobre los prototipos que se han creado para la usuaria y generar empatía con la usuaria.

9. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DEL PROYECTO

Los conceptos mencionados a continuación serán de utilidad desde el punto de vista del diseño industrial, estos buscan mitigar el exceso de material (Reutilización), adecuación en diferentes espacios del puesto de trabajo de la usuaria (Versatilidad), cumpla con las características exigidas por el estudio de caso (Estético) y permitan una afinidad hacia el artefacto por parte de la usuaria (Color), teniendo en cuenta sus necesidades.

- **Reutilización:** pretende que el material una vez culmine su vida útil cumpla con otra funcionalidad, además los sobrantes del material en el proceso de producción puedan ser reutilizados.
- **Versatilidad:** El artefacto pueda ser utilizado en los diferentes espacios de trabajo e interacción de la usuaria.



- Estética: Ser acorde con las necesidades de la usuaria (color, textura, forma, ventilación, tamaño, sujeción).
- Color: Como fuente de atracción e interrelación con otros espacios ajenos al del trabajo. Según (Eva Heller, 2004) el color posee una excelente influencia en las emociones y en los estados mentales del ser humano.

10. CONDICIONES DE DISEÑO DEL PRODUCTO

(Mge, n.d.), México, S.A., 2016, Gerardo Rodríguez

10.1 Condiciones del diseño en uso:

- Que se pueda portar y trasladar con facilidad (permitiendo que la usuaria pueda llevarlo a cualquier lugar que disponga para cumplir con sus actividades diarias).
- Que genere comodidad y confort a la usuaria (estética adecuada a las necesidades de la usuaria en forma y color).
- Materiales que no causen laceraciones en la piel (permitirán un mayor confort y aceptación por parte de la usuaria).
- Facilidad a la hora de ajuste del elemento (ayudar estabilizar las partes afectadas con menor dificultad posible).

- Liviano que no supere los 190 gramos (este es el peso de la férula Cock-up que utilizaba anteriormente la usuaria, la cual manifestaba cansancio o fatiga al realizar sus tareas diarias).

10.2 Condiciones del diseño en función:

- Se ajuste a las condiciones ergonómicas de la usuaria (solucionando la estandarización por tallas según el Dr. Alonso Mujica, (2004)).
- Materiales resistentes a la intemperie, que pueda estar expuesto al calor o al frío sin ninguna afectación.
- Que garantice la ventilación del brazo y el antebrazo en el uso de la férula (que permita el paso del aire) (que evite el mal olor).
- Que se alineen los rangos de movilidad articular de los dedos de las manos de la usuaria (estabilizar los dedos a su posición adecuada).
- El sistema debe ser claro en su lectura (la usuaria pueda utilizarlo con la mayor practicidad posible).

10.3 Condiciones del diseño ergonómico

Medidas correspondiente de la usuaria, anchos de la palma, diámetros del antebrazo y la muñeca. Estas medidas se tomaron con la ayuda de instrumentos de medición como la cinta métrica el cual, en el protocolo de goniometría, son los adecuados para este tipo de procedimientos y se realizó un acompañamiento con la terapeuta ocupacional Andreina Silva (Co-asesora).



Fig. 16. Requerimiento ergonómico – Medidas de la usuaria



CAPÍTULO II



11. ENTENDER

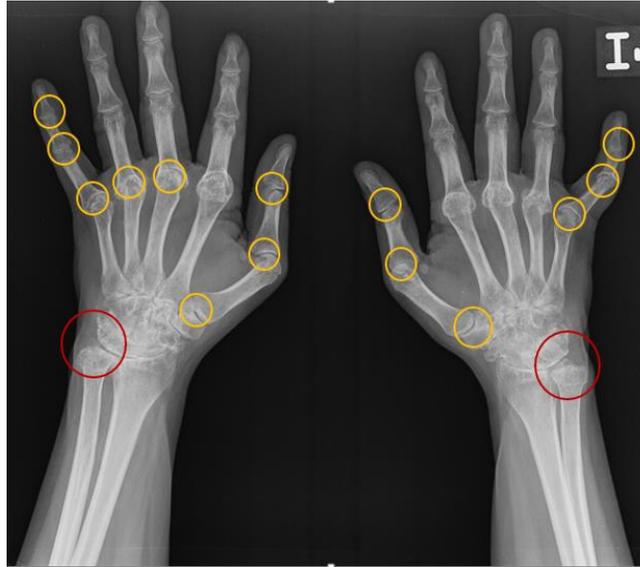
11.1 Radiografía de las manos de la usuaria.

La radiografía siguiente muestra la desviación de las falanges tanto en la mano derecha como en la mano izquierda. Corresponde a la figura 17



*Fig. 17 Radiografía. Hospital universitario
(Fundación Santa Fe de Bogotá)
Santa Fe de Bogotá, 2015*

12. DICTAMEN MÉDICO



Helena Aschner Montoya 2015, podemos observar las articulaciones radios carpianas, con fusión de la primera y segunda línea del carpo, articulaciones metacarpo falángico e interfalángica de predominio proximal figura 17.

- En la mano derecha se observa una desviación en la falange distal, media y proximal del meñique, en la falange distal, proximal y metacarpiana del pulgar.
- En la mano izquierda se observa una desviación en la falange distal, media y proximal del meñique, una desviación en la falange proximal del anular y el corazón y una desviación en la falange distal, proximal y metacarpiana del pulgar.

12.1 Posición anatómica correcta de la mano

En el siguiente gráfico se hace una comparación de la posición anatómica correcta de una mano en perfecto estado y la afectada por la AR de la usuaria en la figura 17

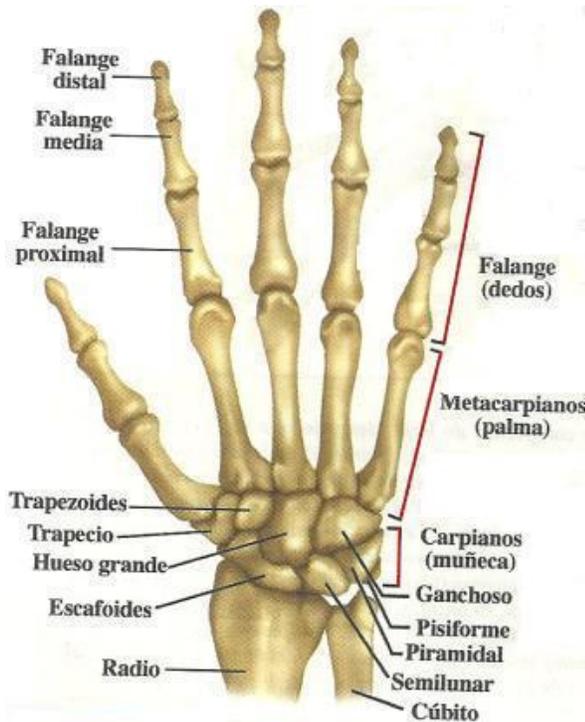


Fig. 18 Posición anatómica correcta de la mano Referencia: *Morfología de la mano, 2010 Posición correcta de la mano – Estructura ósea*

13.MOVIMIENTOS ADECUADOS DE LA MANO

Las siguientes figuras nos muestran los grados de movilidad articular adecuados de la mano, en condiciones anatómicas normales.

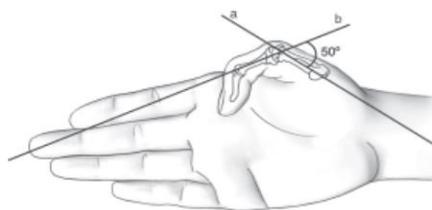


Fig. 19, Evaluación clínica del movimiento articular, 1997. Prolongación de los ejes longitudinales del primer meta- carpiano (a) y de la primera falange (b) con un ángulo de 50° a nivel de la articulación metacarpo falángica.

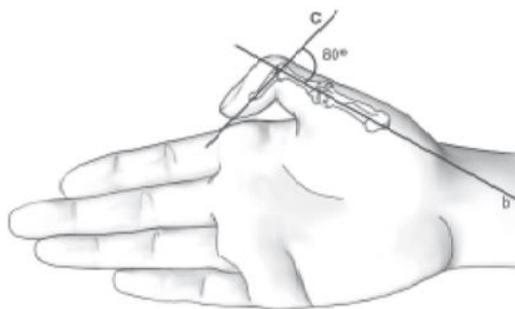


Fig. 20, Test de movilidad articular, 1995 Medición estática de una articulación interfalángica del pulgar se encuentra fija en 80° de flexión.

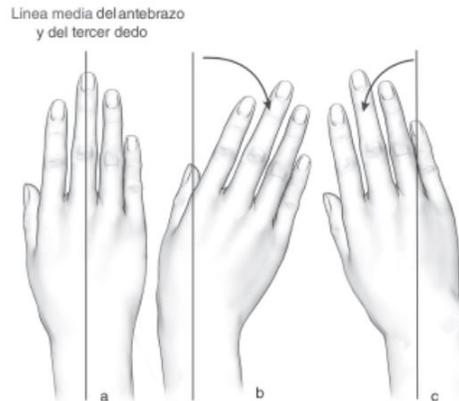


Fig. 21: Anatomía para el movimiento, 1999 Movimiento en Abducción-aducción de los dedos de la mano.



Fig.22, Anatomía para el paciente Movimiento, 1999. De la posición neutra a), b) desviación cubital, y c) desviación radial.

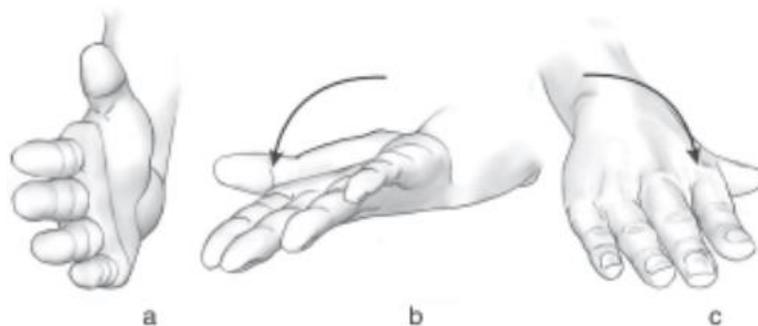


Fig. 23: *Anatomía para el movimiento, 1999. Pronación-supinación en el antebrazo: a) posición neutra; b) supinación: palma de la mano hacia arriba, y c) pronación: palma de la mano hacia abajo.*

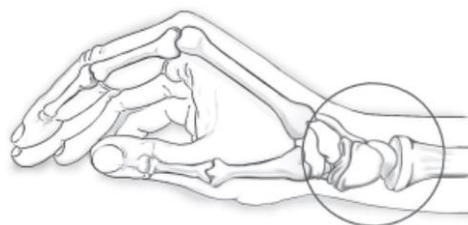


Fig. 24: *Test de movilidad articular, 1995. La articulación de la muñeca.*



Fig.25: Anatomía para el movimiento 1995. Articulaciones del pulgar: a) carpo metacarpiano; b) metacarpo falángico, y c) interfalángica.

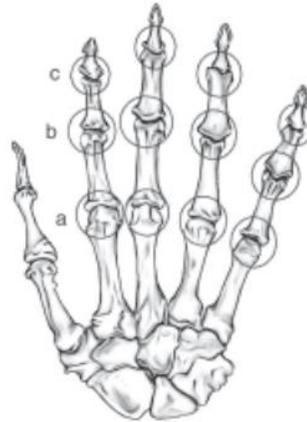


Fig.26: Anatomía para el Paciente Movimiento, 1995. Coyunturas de los dedos de la mano: a) metacarpo falángico; b) interfalángica proximal, y c) interfalángica distal

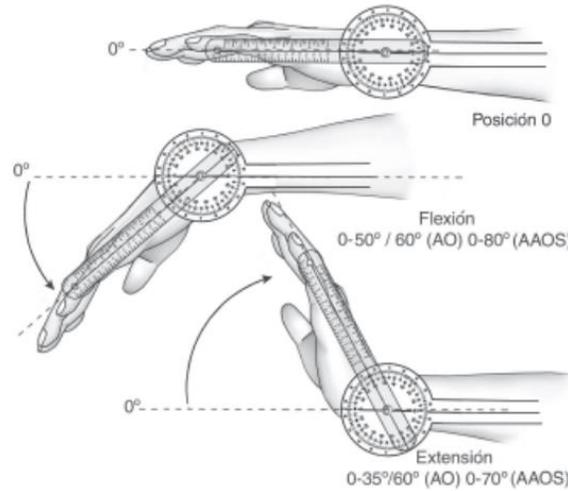


Fig. 27: Evaluación de la movilidad articular, 2006. Movimiento de Flexión y extensión de la muñeca, a partir de una posición neutra (0)

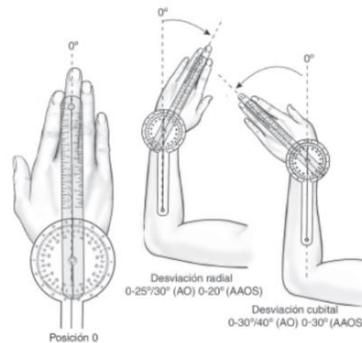


Fig. 28: Test de movilidad articular, 1995. A partir de la posición 0 podemos observar la desviación radial y cubital de la muñeca.

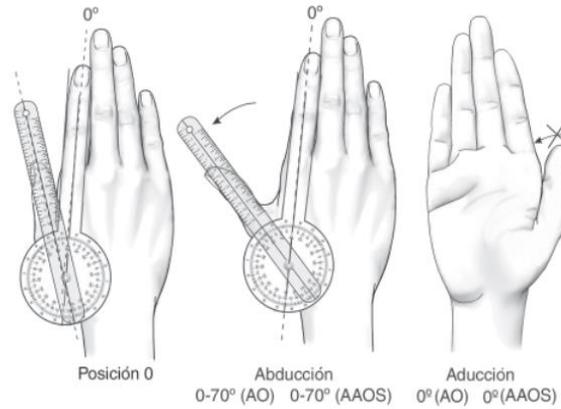


Fig. 29: Evaluación de la movilidad articular, 2006. A de la posición 0, podemos observar la abducción-aducción del pulgar.

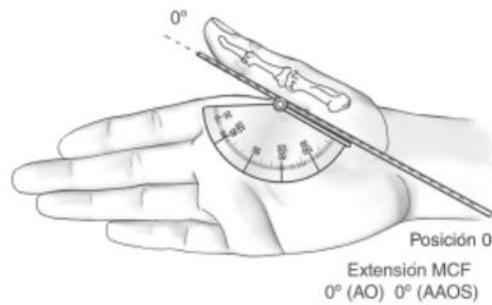


Fig. 30: Evaluación de la movilidad, 2006. Extensión del metacarpo falanges (MCF) del pulgar

Flexión IF del pulgar: 0-80° (AO) y 0-80° (AAOS).

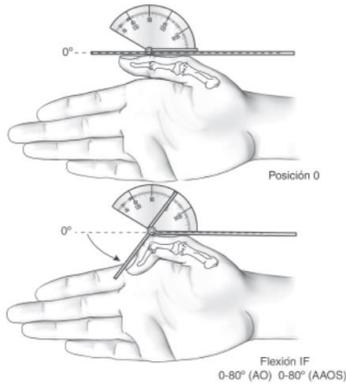


Fig. 31: Goniometría, 2001 Extensión interfalángica del pulgar a partir de la posición 0.

Extensión IF del pulgar: 0-20° (AO) y 0-20° (AAOS).

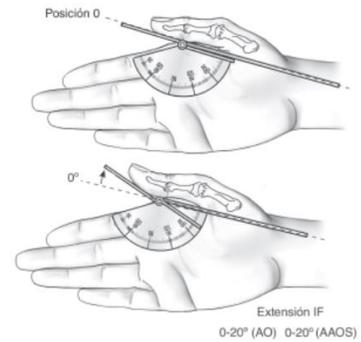


Fig. 32: Goniometría, 2001 Flexión metacarpo falángica del dedo índice a partir de la posición 0.

Extensión IF del pulgar: 0-20° (AO) y 0-20° (AAOS).

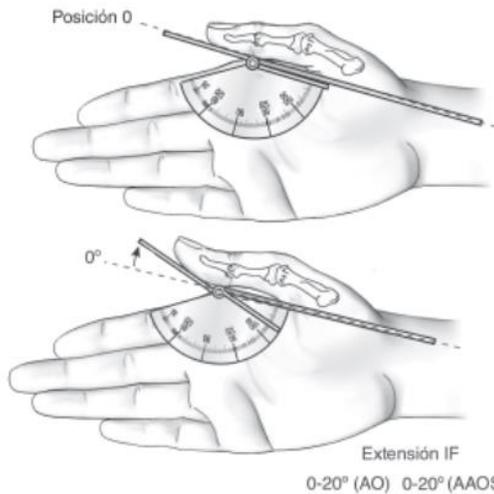


Fig. 33: Anatomía para el movimiento, 1999. Metacarpo falángico del dedo índice.

Flexión MCF de los dedos de la mano: 0-90° (AO) y 0-90° (AAOS).

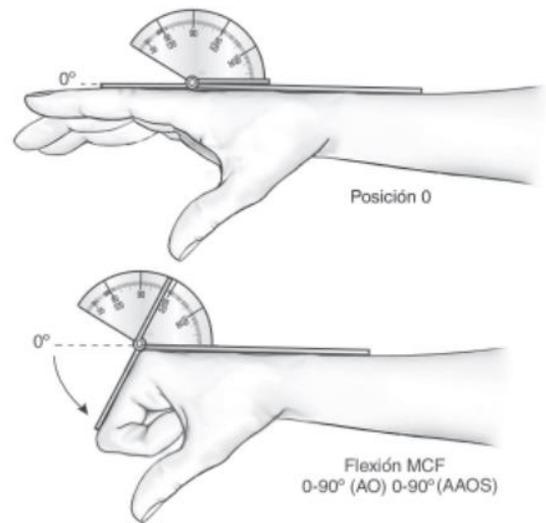


Fig. 34: Anatomía para el movimiento, 1999. Flexión de la articulación interfalángica proximal del dedo índice.

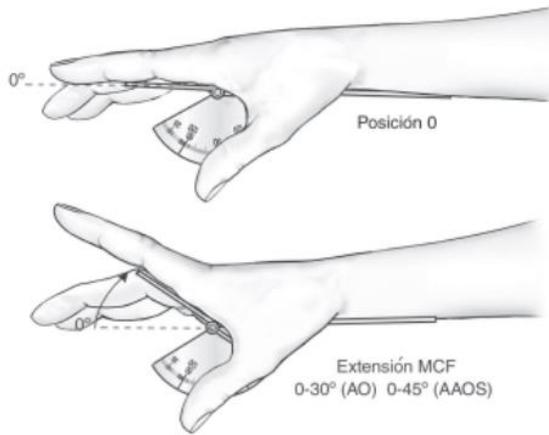


Fig. 35: Anatomía para el movimiento, 1999.
 Metacarpo falángico del dedo índice.

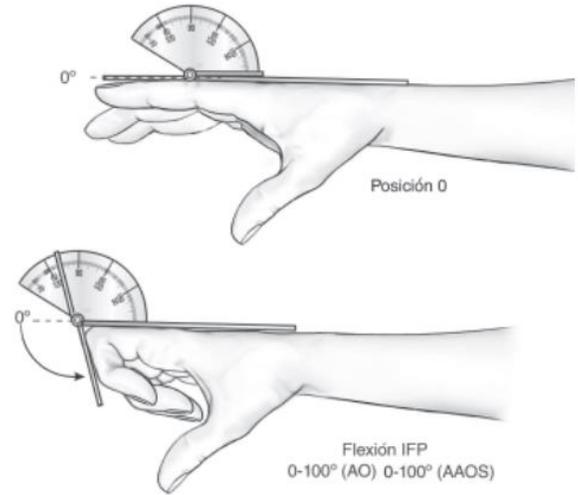


Fig. 36: Anatomía para el movimiento, 1999. Flexión de la articulación interfalángica proximal del dedo índice.

14. DESCRIPCIÓN DE LA USUARIA

14.1 Usuaría

- Sexo: Femenino
- Edad: 41 años
- Estado de la enfermedad: 2 según American College of Rheumatology (ACR)
- Síntomas: Dolor articular, rigidez, deformidad de los dedos

Según el libro de biomecánica escrito por (Kajsa Forssen, 2004) los segmentos de color azul corresponden a la posición correcta de las falanges de la usuaria y según la imagen se puede observar la desviación producida por la artritis reumática



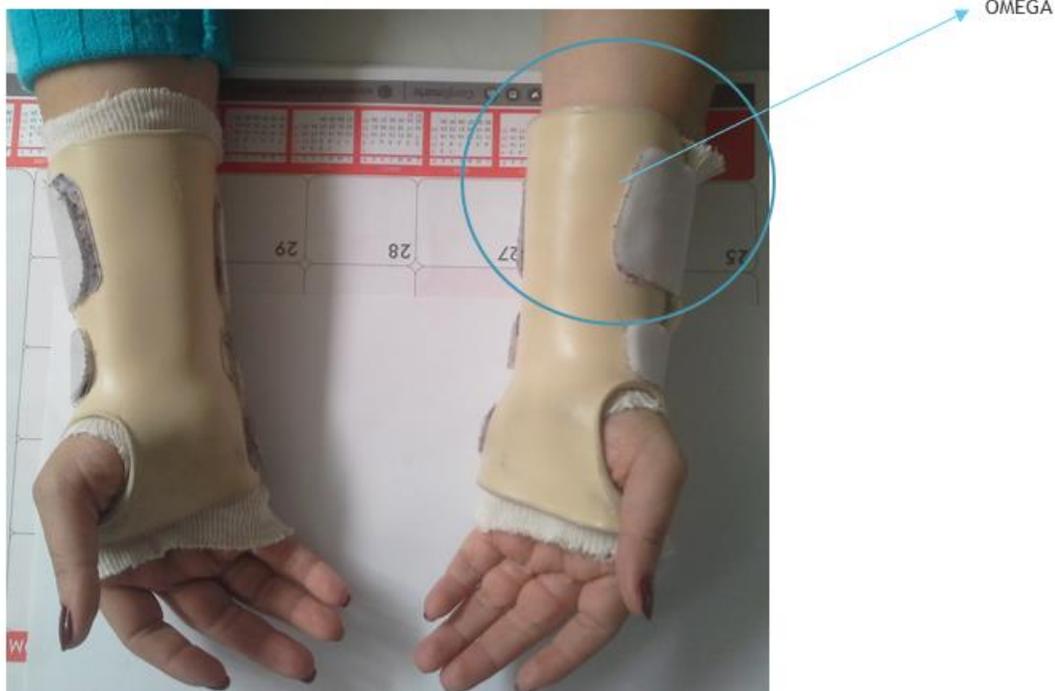
Fig. 37 Manos de la usuaria
Ronald Wilson García Osorio
Facultad de Salud Universidad De Pamplona
2016
Pamplona Norte de Santander



Fig. 38 Manos de la usuaria
Ronald Wilson García Osorio
Facultad de Salud Universidad De Pamplona
2016
Pamplona Norte de Santander

Para el tratamiento y corrección de la postura de los segmentos articulares, en miembros superiores (las manos) en los pacientes que poseen artritis reumatoide, es necesario la utilización de férulas, las cuales le permitan a los usuarios el mejoramiento de su calidad de vida, debido a la inflamación extra articular de los tejidos y a la desviación de las falanges, permitiendo que estos usuarios no alcancen un estado irreversible de la patología.

La usuaria anteriormente utilizaba la férula Cock-up descrita por el manual de las Órtesis en el 2004 con este nombre. El material que se utilizaba era el OMEGA.



Descripción de la férula

Férula estática de muñeca, que se extiende por la zona palmar del tercio proximal de antebrazo hasta pliegue palmar distal de la mano, conteniendo e inmovilizando la articulación de la muñeca, permitiendo la movilidad de los dedos.

14.2 Fotografías de las férulas vigentes de la usuaria (Antebrazo –Mano)

Las fotografías a continuación de las férulas que utilizaba la usuaria tanto para estabilizar la muñeca y el antebrazo como la de estabilización de los dedos – (La usuaria manifiesta inconformidad por su apariencia formal estética, por la sudoración obsesiva, por su robustez, por su peso (190 gramos), por el color hueso, por laceraciones en la piel y puntos de presión, por lo tanto, se reusa a utilizarlas continuamente.



Fig. 39 Antiguas férulas de la usuaria

Ronald Wilson García Osorio
Facultad de Salud Universidad De Pamplona
2016
Pamplona Norte de Santander



Fig. 40 Antiguas férulas de la usuaria

Ronald Wilson García Osorio
 Facultad de Salud Universidad De Pamplona
 2016
 Pamplona Norte de Santander



Fig. 41 Antiguas férulas de la usuaria

Ronald Wilson García Osorio
 Facultad de Salud Universidad De Pamplona
 2016
 Pamplona Norte de Santander



Fig. 42 Antiguas férulas de la usuaria

Ronald Wilson García Osorio
 Facultad de Salud Universidad De Pamplona
 2016
 Pamplona Norte de Santander



Fig. 43 Antiguas férulas de la usuaria

Ronald Wilson García Osorio
 Facultad de Salud Universidad De Pamplona
 2016



Fig. 44 Antiguas férulas de la usuaria

Ronald Wilson García Osorio
 Facultad de Salud Universidad De Pamplona
 2016
 Pamplona Norte de Santander



Fig. 45 Antiguas férulas de la usuaria

Ronald Wilson García Osorio
 Facultad de Salud Universidad De Pamplona
 2016
 Pamplona Norte de Santander



Fig. 46 Antiguas férulas de la usuaria

Ronald Wilson García Osorio
 Facultad de Salud Universidad De Pamplona
 2016
 Pamplona Norte de Santander



- Robusto
- Guante – laceraciones, presión
- Ausencia de color
- Ventilación – sudoración excesiva – mal olor

15. TABLA DE COMPARACIÓN DE MATERIALES

El siguiente grafico podemos observar las características de los materiales que se han estudiado para cumplir a satisfacción con las necesidades de la usuaria.

Tabla 4 Características de los materiales

Neopreno	Orfit	OMEGA	Termoplásticos FDM	Fotopolímeros PolyJet
Rigido				
Mantiene el calor corporal	Resistente al agua	Maleable	Resistente a impactos	Resistente a impactos
No se distorsiona con la flexión	Permite el paso del aire	Permite el paso del aire	Rígido	Rígido
Es inodoro	Gran variedad de colores	Resistente a los rayos del sol	Costoso	Costoso
Es tóxico	Excelente memoria de forma		Tarda en mecanizar	Tarda en mecanizar
Excelente flexibilidad	Propiedades Anti- bacteriales		Propiedades Anti- bacteriales	Propiedades Anti- bacteriales
Buena barrera de vapor de agua	Se puede reutilizar		Tóxico	Tóxico
Difícil de degradar por medios naturales	Fácil de cortar		Variedad de color	Variedad de color
Su combustión es peligrosa porque genera gases tóxicos	Mantiene la férula mucho más limpia		Resistente al agua	Resistente al agua
Tarda en degradarse en 450 años			Resistente al calor	Resistente al calor
Resistente a la luz del sol				
Posee una alta durabilidad				

15.1. Tablas de ventajas y desventajas

Tabla 5 Ventajas y desventajas de los materiales

	Ventajas	Desventajas
Neopreno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es bueno para bajas temperaturas 2. Protege de golpes 3. Tiene un efecto de compresión muscular y circulatoria, el cual mejora el rendimiento 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Te sentirás acartonado al no poder mover bien los dedos, brazos o demás extremidades 2. Muy complicado al quitarlo, se ciñe al cuerpo 3. Es tóxica su combustión.
Orfit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resistente al agua 2. Intemperie 3. Acanalado 4. Maleable 5. Variedad de colores 6. Propiedades antibacteriales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Costo \$155.000 Lamina 20x20 cm 2. No es fácil de conseguir
OMEGA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maleable 2. Varios colores 3. Resistente al agua 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demora en secarse 2. Se pega en las manos \$100.000
Termoplásticos FDM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resistente a impactos 2. Rígido 3. Variedad de color 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Precios muy altos, \$120.000 el carrete 2. Tiempo de conformado o mecanizado largos 1 día o más
Fotopolímeros PolyJet	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resistente impactos 2. Rígido 3. Flexible 4. Variedad de color 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Precios muy altos, \$120.000 el carrete 2. Tiempo de conformado o mecanizado largos 1 día o más



Tabla de ventajas y desventajas de los materiales, permitiendo entender sus características, su comportamiento de trabajo y aspecto físicos.

Para ampliar la información acerca de los materiales busque los siguientes links

Orfit - http://www.orfit.com/en/mod_catalog/cat/orfit-colors-ns-2.0mm-112/

Omega Max -http://dyrrehab.com.ar/e-shop/index.php?id_cms=22&controller=cms

Neopreno http://cauchoselcacique.com/bogota_cauchos_cacique/65/2/21/fabrica-neopreno-en-colombia.html.

Termoplástico FDM y Fotopolímero Polyjet - <http://www.stratasys.com/es/materiales>





La ponderación más alta corresponderá al material más adecuado para el desarrollo del proyecto, en este caso el Orfit cumple con las características y las necesidades que aportan a un buen desempeño de acabados, colores y moldeado de formas complejas, los cuales brindan un magnifico aporte al proyecto y a la solución de las necesidades de la usuaria.

Orfit

Se utiliza para la realización de férulas para los brazos, mano, tobillo-pie y refuerzo de fracturas, para la fabricación de máscaras de presión con exterior rígido usadas para garantizar una excelente cicatrización en el tratamiento de usuarios con quemaduras.

En el siguiente proceso de ideación se observan las posibles soluciones teniendo en cuenta los aspectos más relevantes de cada idea, de esta manera evolucionar una sola alternativa la cual cumpla con los conceptos de diseño las características de los materiales y las necesidades de la usuaria. También es importante conocer los pliegues de las manos para evitar laceraciones en la piel y puntos de presión.



Pliegues cutáneos

Puntos de referencia para elaborar las férulas

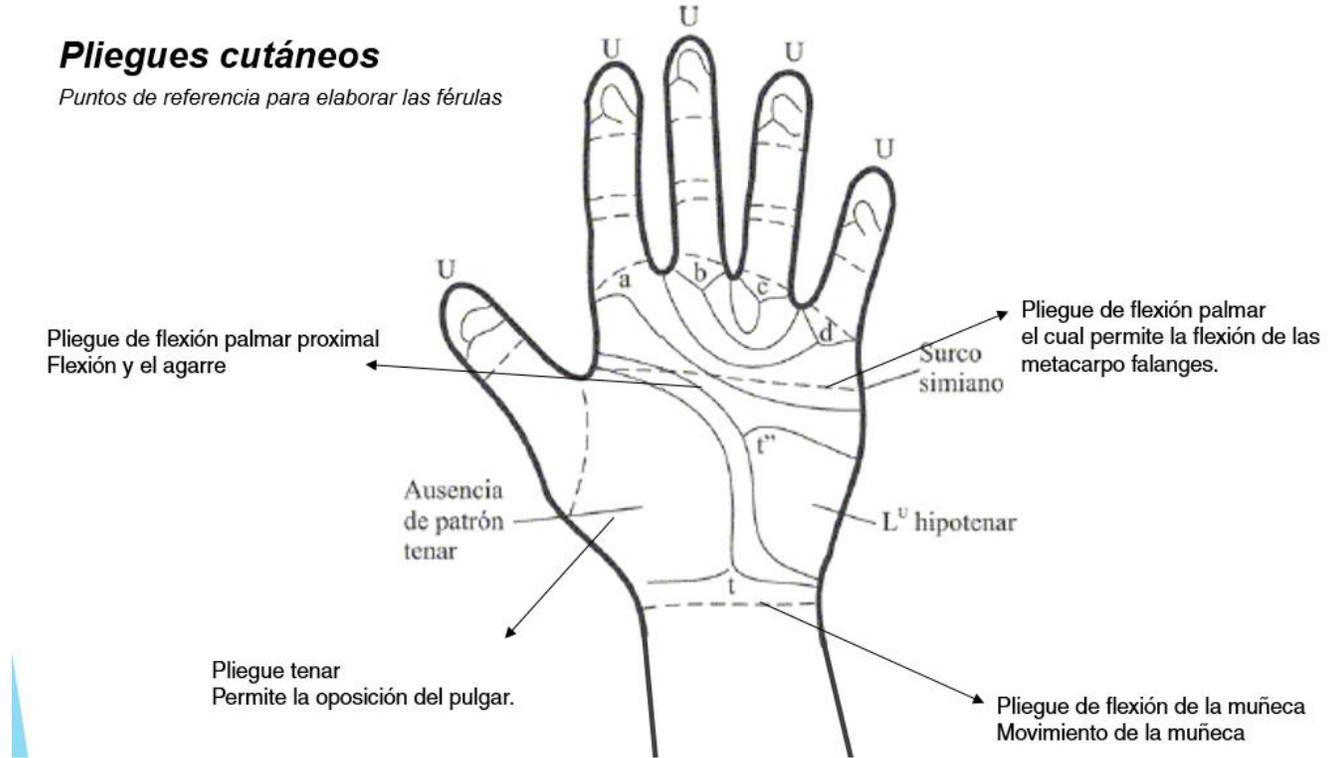
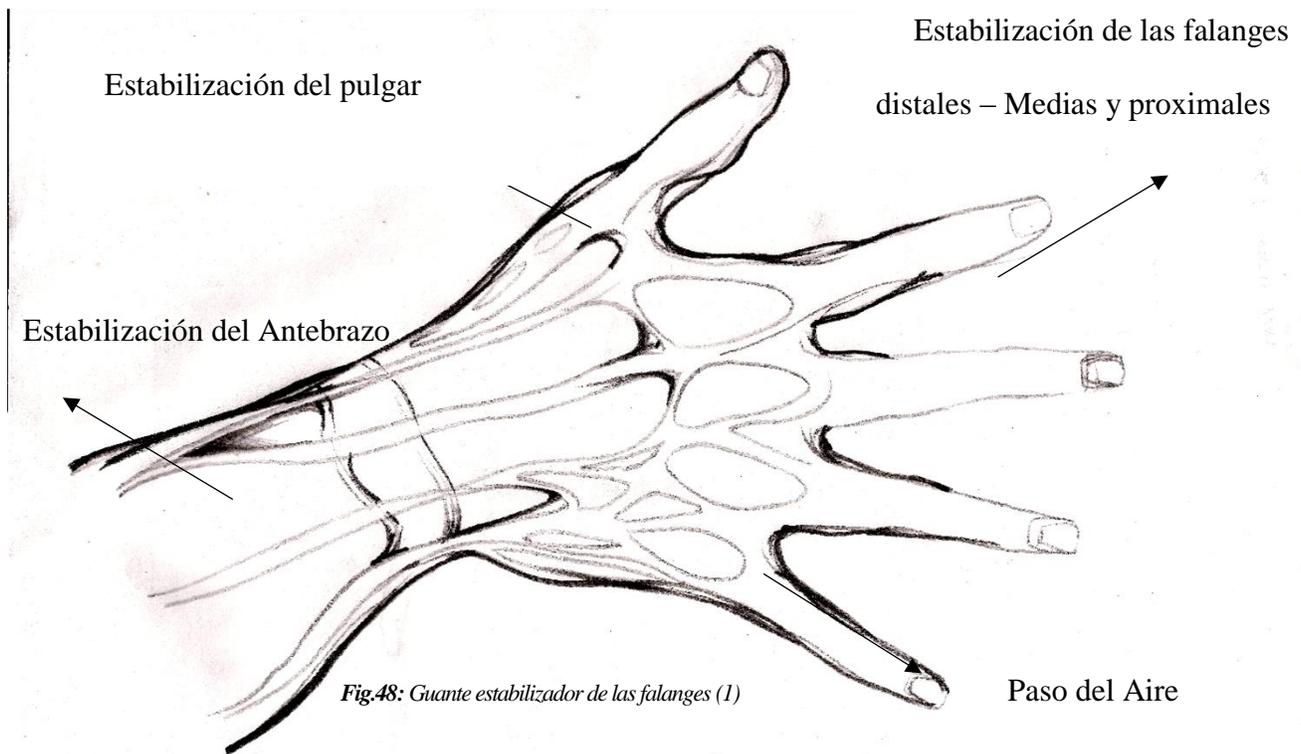


Fig. 47 Pliegues de las manos

Puntos de referencia para conocer las funciones y los movimientos que puede otorgar cada pliegue frente a la mano. Permitted estabilizar las partes que necesita la usuaria y permitir el movimiento de las falanges en su postura adecuada o lo más cercana posible.

16. BOCETOS –ETAPAS DE IDEACIÓN – IDEAS DE FUNCIONAMIENTO



La figura 48 Alternativa (1) Un guante, para estabilizar las falanges afectadas con unos módulos de repetición huecos dando paso del aire, estabilización del pulgar y del antebrazo, la forma no solo proviene de los módulos de repetición de las serpientes sino también de los músculos extensores de los dedos. (Pensado en neopreno)

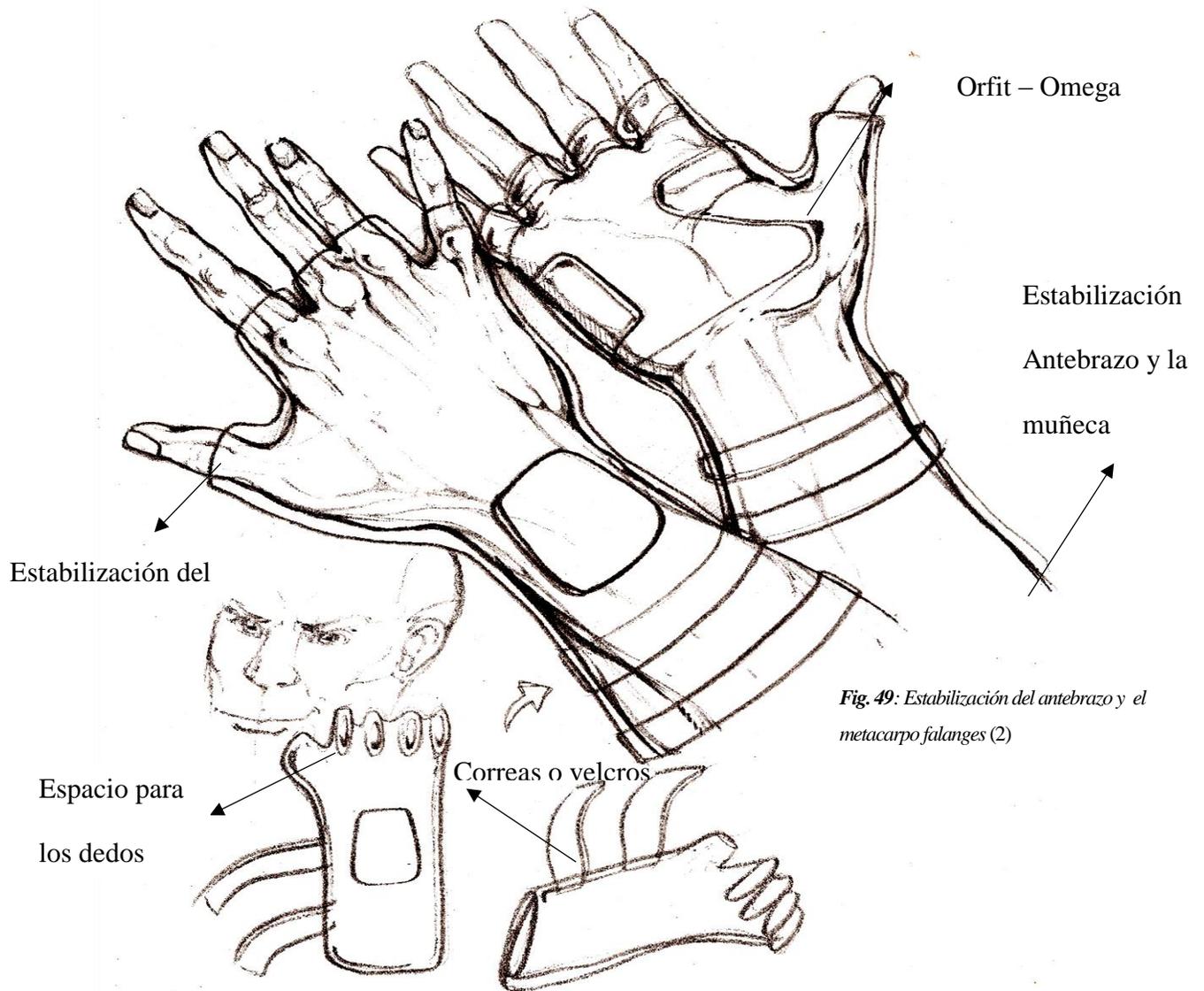


Fig. 49: Estabilización del antebrazo y el metacarpo falanges (2)

La figura 49 Alternativa (2) Estabilización del antebrazo apertura de la muñeca, apertura en la superficie palmar, estabilización del pulgar y sujeción del antebrazo por medio de dos velcros.

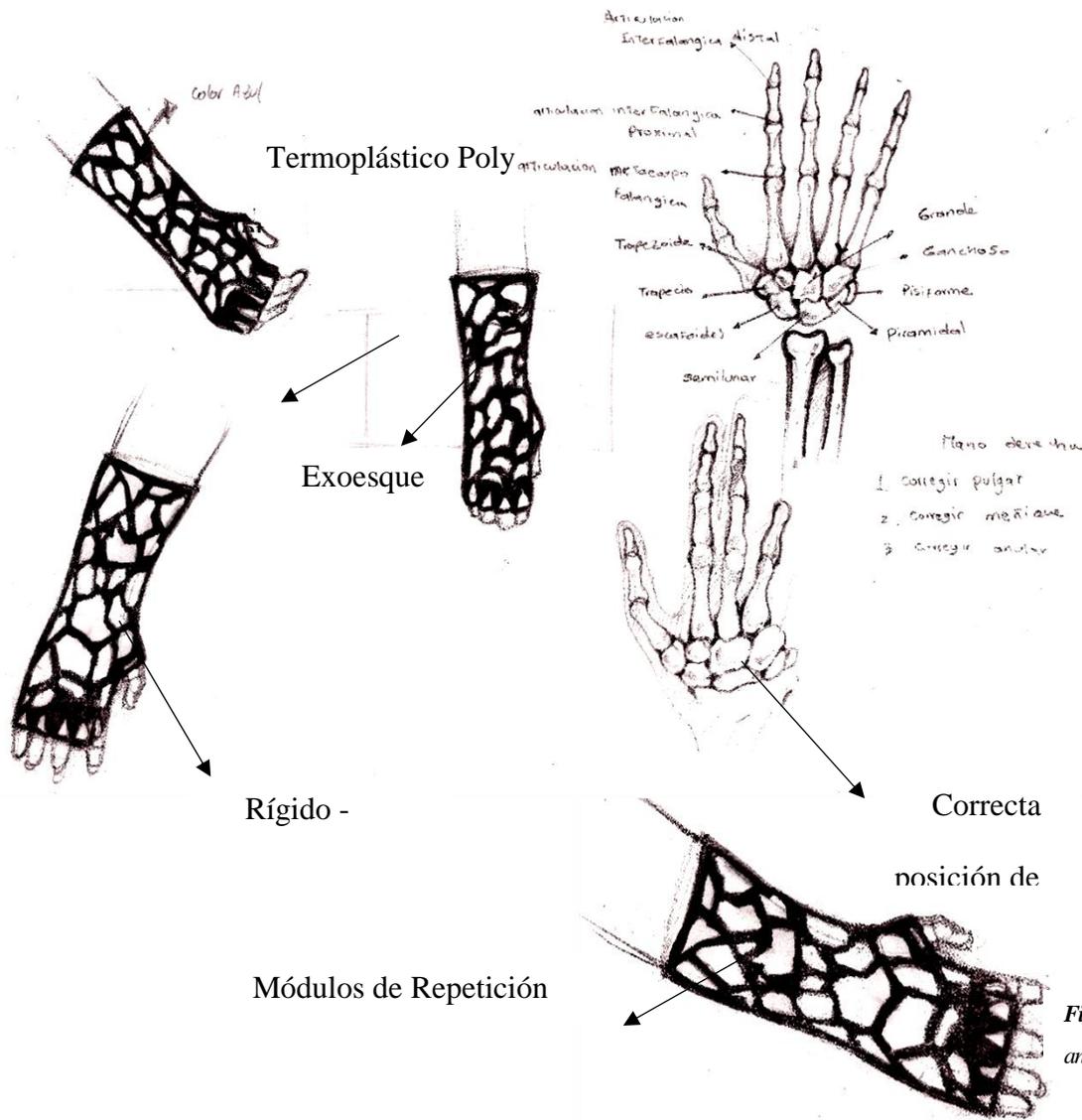


Fig. 50: Estabilización del antebrazo y las manos (3)

La figura 50 Alternativa (3) Estabilización del antebrazo hasta las falanges mediales, módulos de repetición continuos en todo el diseño para permitir el paso del aire y evitar el mal olor pensado en un termoplástico flexible como el Poly Jet

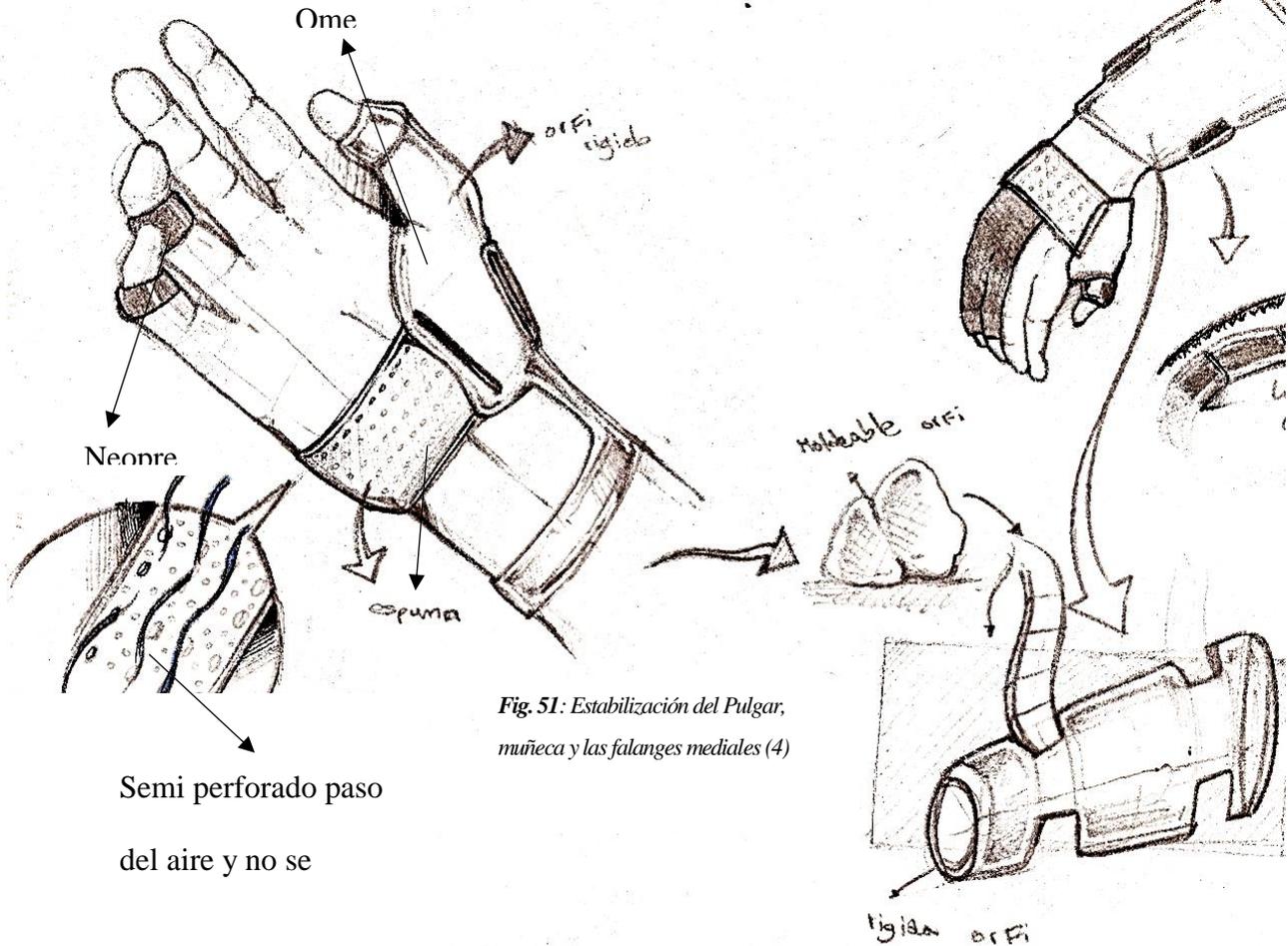


Fig. 51: Estabilización del Pulgar, muñeca y las falanges mediales (4)

La figura 51 Alternativa (4) estabilización de las falanges afectadas con protección del pulgar, movilidad de la muñeca y sujeción del antebrazo con velcro.

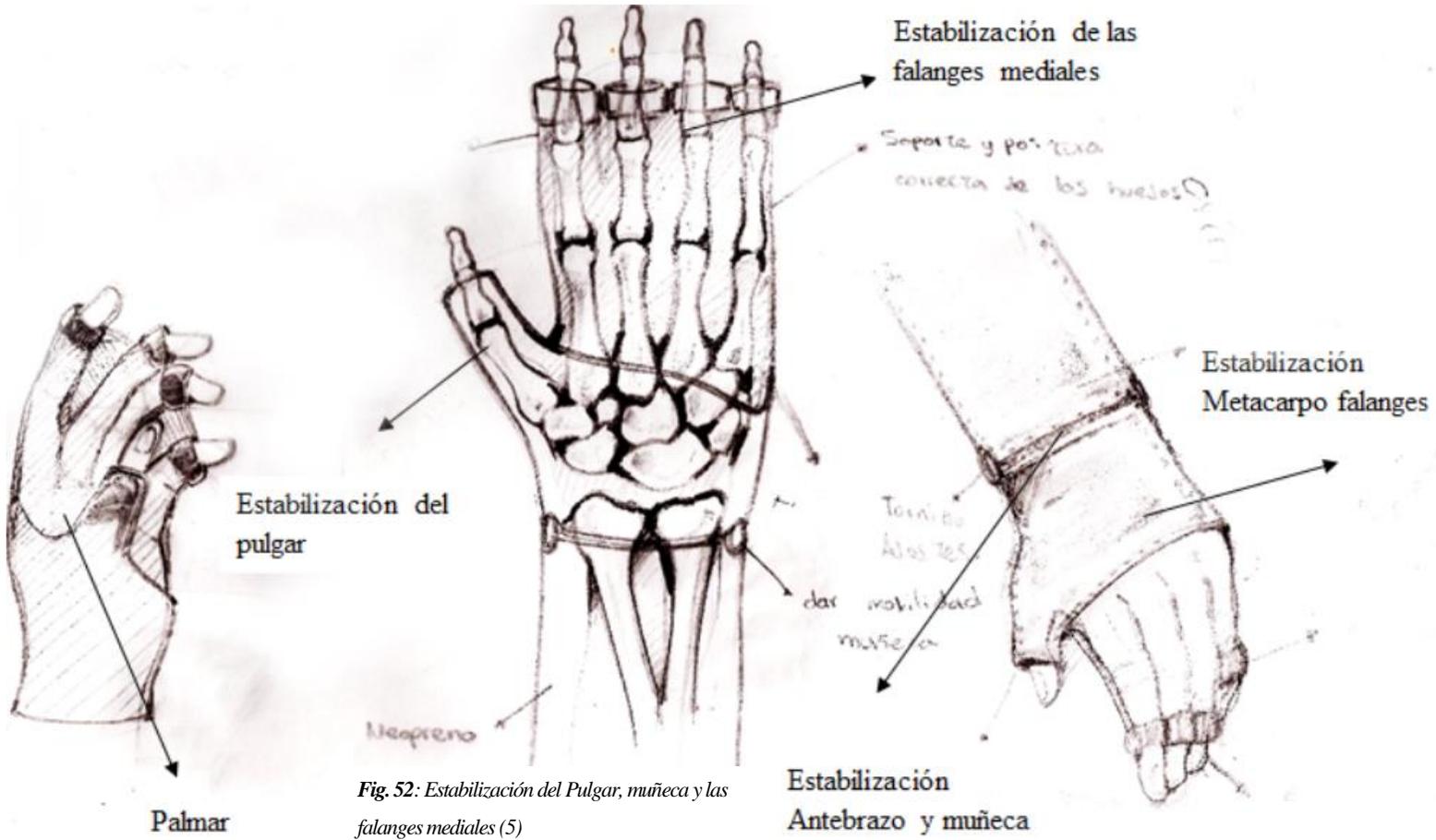
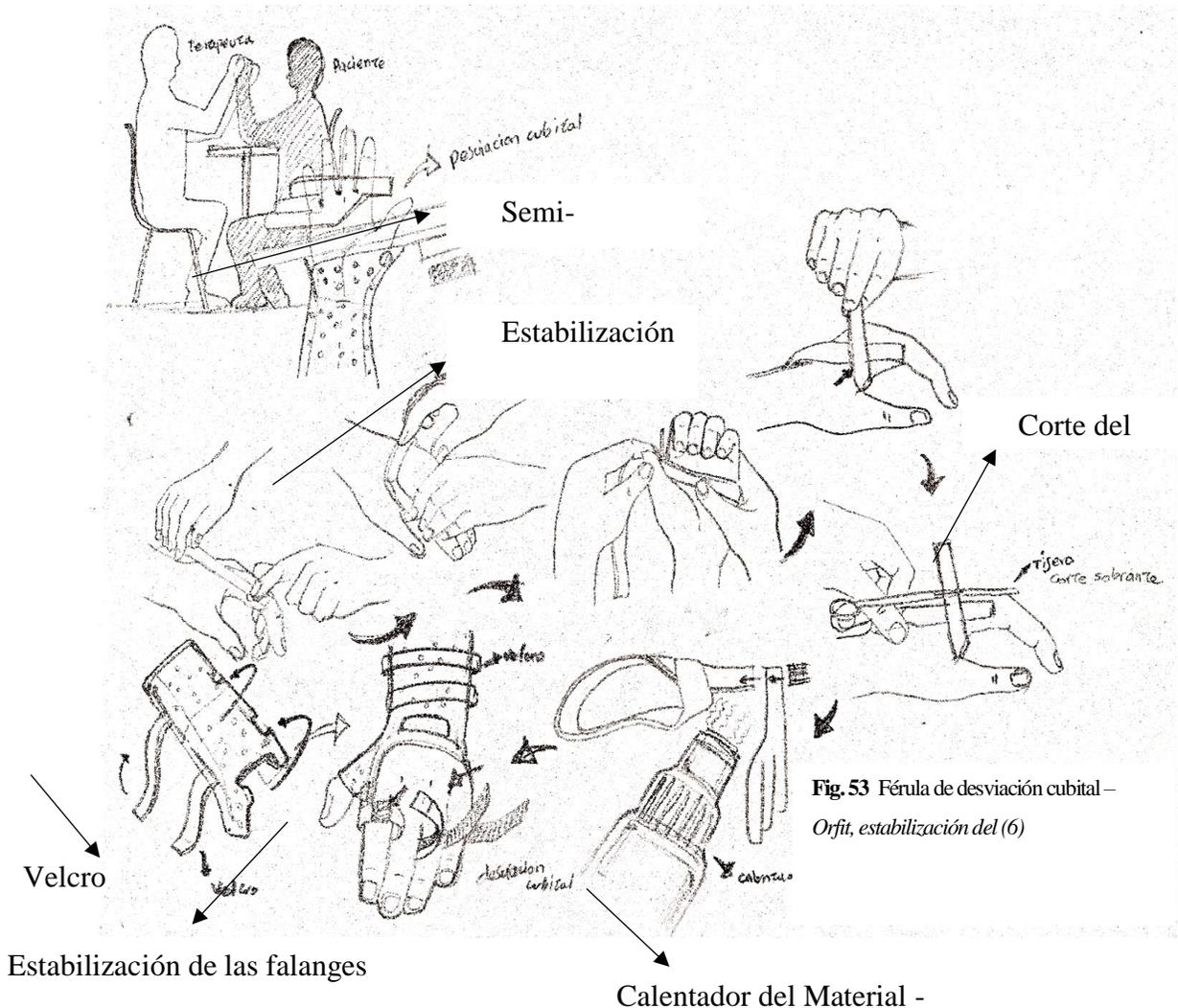


Fig. 52: Estabilización del Pulgar, muñeca y las falanges mediales (5)

La figura 52 Alternativa (5) estabilización de cada una de las falanges, apertura dorsal hasta el pliegue palmar proximal y pliegue palmar distal.



La figura 53 Alternativa (6) estabilización del antebrazo y la muñeca con unión en las Metacarpo falanges evitando la desviación cubital, estabilizando el dedo índice y el meñique más unión por pistola de calor de anillos para los dedos de la mano.

Tabla 7 Matriz de evaluación de la fase de ideación

En la siguiente tabla, se presenta una numeración a partir de las características más relevantes en el proceso de ideación, teniendo en cuenta los conceptos de resistencia, versatilidad, estética, entre otros que se observan en esta y las necesidades de la usuaria.

Tabla de Numeración del 1-10 donde el número 1 es el menos favorable y el número 10 el más favorable a partir de la definición conceptual del proyecto

Conceptos	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Resistente	2	8	10	5	8	9
Reutilizar	1	10	5	2	6	10
Pigmentar	10	10	10	10	10	10
Estética Agradable para el usuaria	5	8	10	3	9	9
Versátil	10	5	10	3	5	10
Semi-perforado	5	0	10	10	0	10
Ponderación	33	41	55	33	38	58

17. SECUENCIA DE ARMADO DEL DISEÑO DE LA FÉRULA

Las siguientes figuras 54 – 55 – 56 muestran cómo se elabora la construcción de la férula paso a paso. *Secuencia de armado de la Férula*

Con las medidas establecidas de la usuaria, se realiza un pre-molde en yeso dejando 2 centímetros de margen fuera de las medidas del plano original, en caso de que sea necesario corregir errores. En esta secuencia de armado, se observa que la férula se divide en dos partes:

1. La inferior para la estabilización de la muñeca y el antebrazo
2. La superior para la estabilización de las falanges.

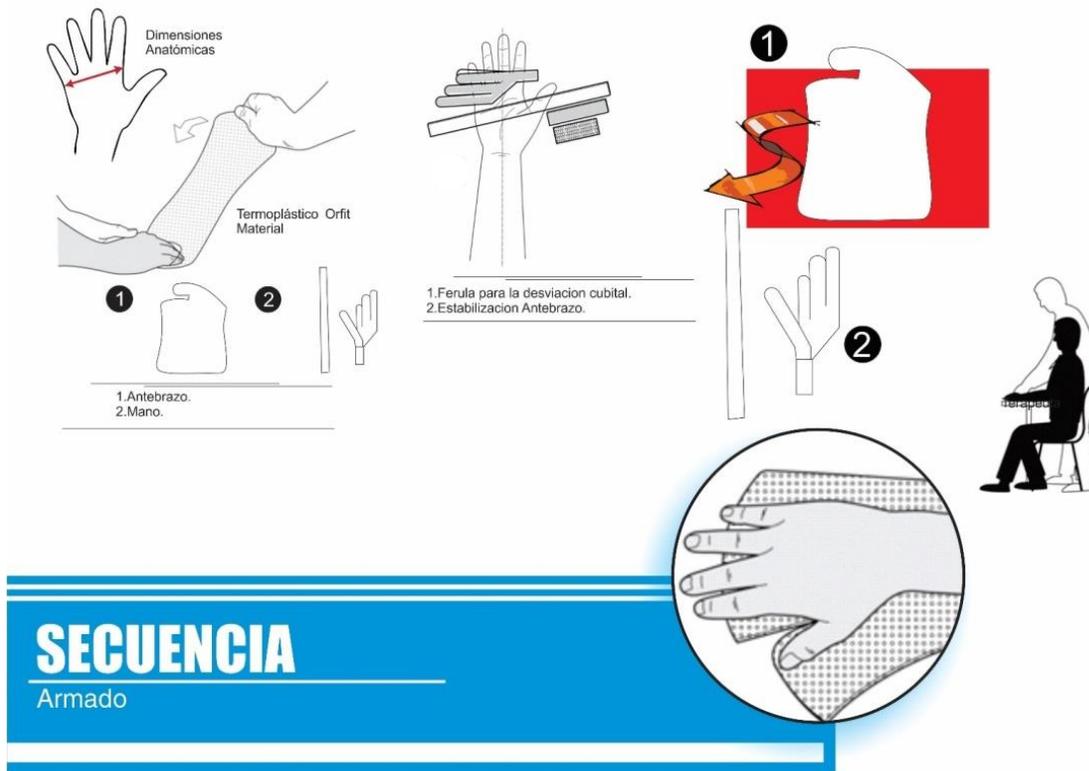


Fig.: 54 Secuencia de armado

Para la parte superior:

1. Se estabiliza el dedo índice con el material previamente calentado (60°C – 65°C), 2. El material se desplaza alrededor de la mano en sentido dorsal y palmar de las MCF, 3. Se hace llegar el material hasta la estabilización del índice, 4. Se pasa el material por encima de la estabilización del índice, 5. Se retira el exceso del material, 6. Se une la estabilización de las MCF con el estabilizador de los dedos por medio de una pistola de calor, 7. El estabilizador de los dedos se ajusta a cada una de las falanges afectadas de la usuaria.

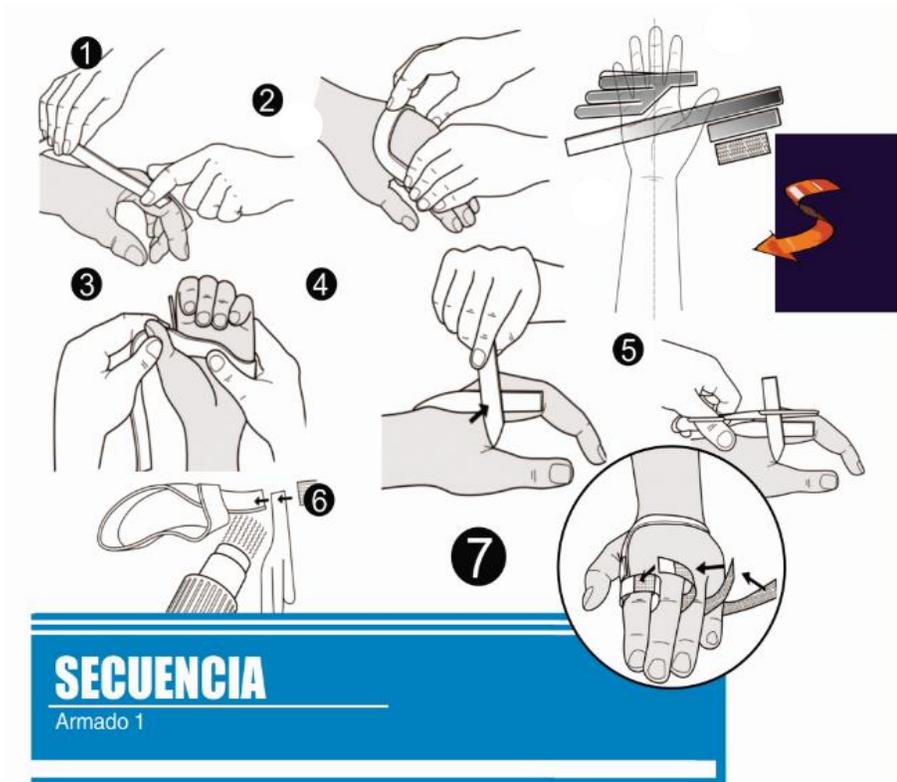


Fig. 55 Secuencia de armado 1

Para la parte inferior:

1. Teniendo en cuenta el pre-molde en yeso se dibuja la plantilla sobre el material (Orfit), 2. Se calienta el material (60°C – 65°C) y se recorta siguiendo el molde el cual es plano, es necesario retirar el exceso de calor (producido por el vapor de agua) secando el material con una toalla para posteriormente adecuarlo sobre la mano de la usuaria (moldear el material sobre la mano la muñeca y el antebrazo), 3. Se deja enfriar el material para que adopte la forma de la mano de la usuaria y se retira para cortar el exceso de material y por último se pulen los bordes de la férula.

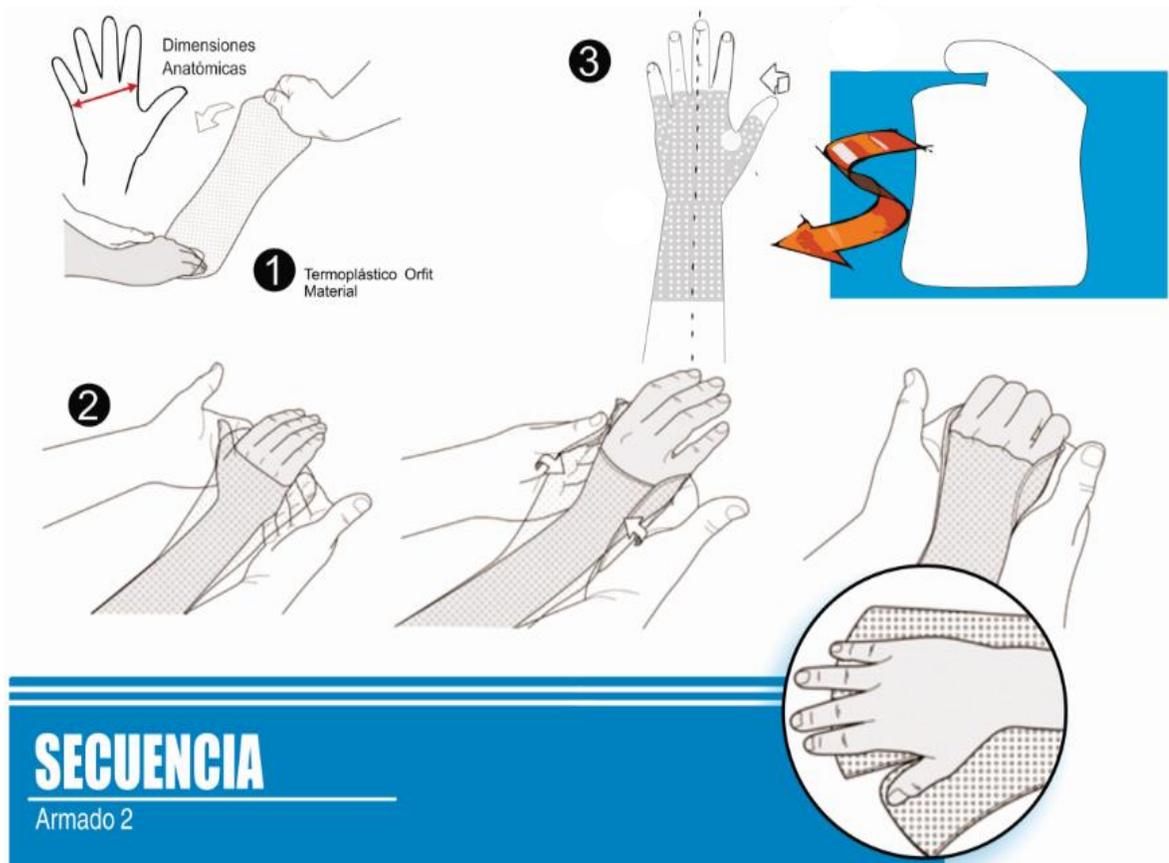


Fig. 56 Secuencia de armado 2

18. Proceso de prueba del diseño de la férula

Se realizó un proceso de adaptación del kit de desviación cubital, el cual se utiliza para la estabilización de los metacarpos y de las falanges afectadas, por medio de una barra rígida que pasa por la parte dorsal y palmar de la mano, este diseño seleccionado en el proceso de ideación, con las características más relevantes de cada idea, al representarlo formalmente en un objeto, presentaba una dificultad tanto en la postura como en el retiro de la férula, por lo tanto se ajustan una serie de cambios para el mejoramiento, evitando puntos de presión en la piel y molestias para la usuaria.

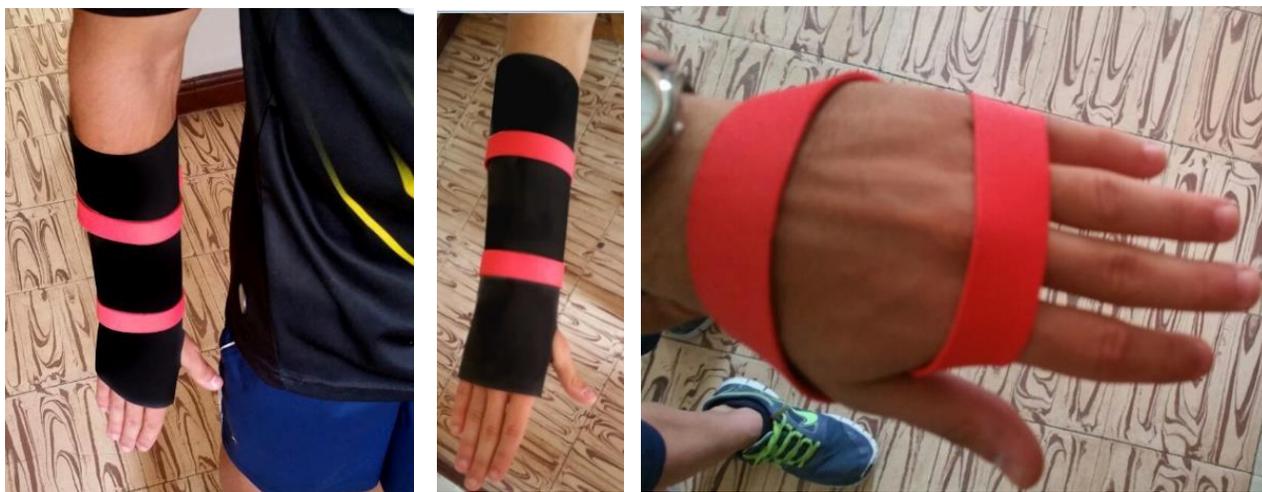


Fig. 57- 58 – 59 Diseño seleccionado en etapa de evolutiva.

A continuación, se observa la evolución del diseño anterior (figura 57, 58, 59), el cual hubiese causado laceraciones en la piel y puntos de presión en la usuaria, al retirar la férula de sus manos, por ello se da apertura en la parte superior del antebrazo, se retira el material de las MCF y se reemplaza por un estabilizador para el dedo meñique y por la estabilización de las falanges.

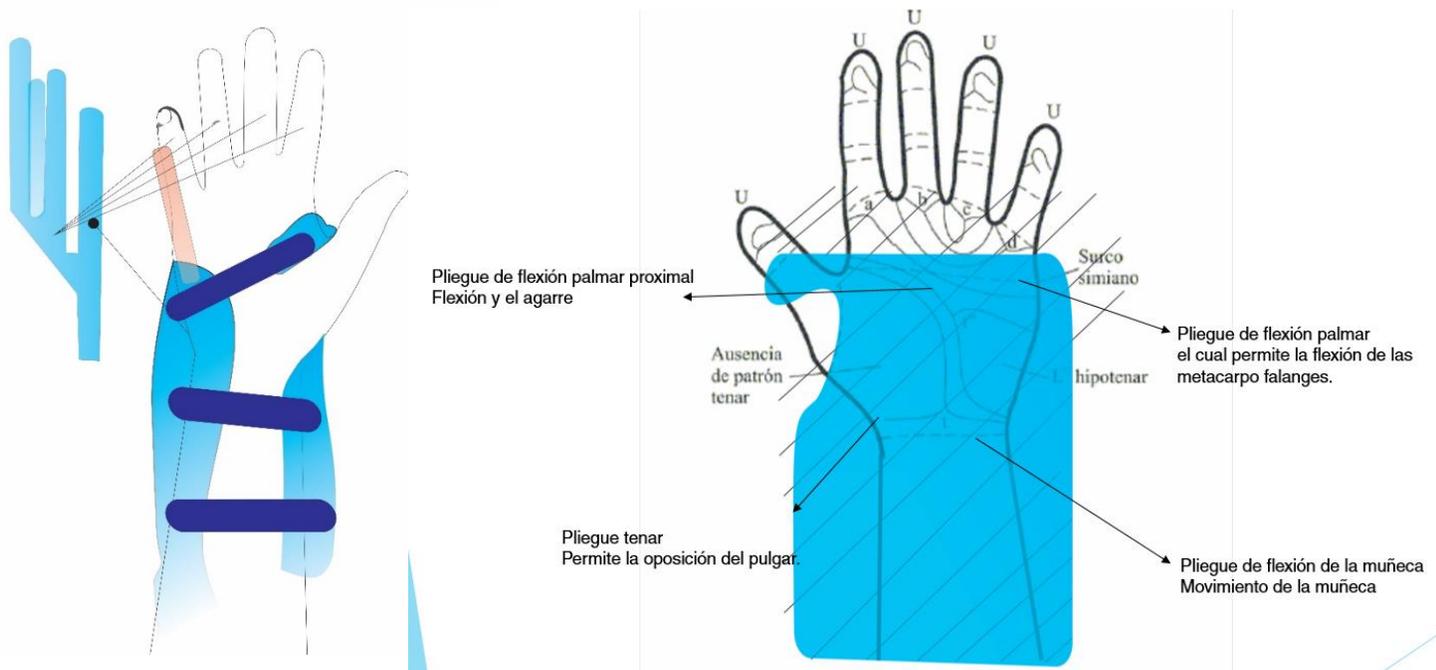


Fig. 60 - Rediseño del Elemento



El siguiente elemento cuenta con 3 velcros de sujeción, pueden ser retirados para ser cambiados, los velcros se aseguran en ambas partes de la férula para poder reemplazarlos cuando hayan cumplido su vida útil (180 – 240 ajustes), y que sea más fácil para la usuaria poder graduarlos en el desarrollo de sus actividades cotidianas. Posee micro perforaciones las cuales ceden el paso del aire y ayudan a que no se produzca mal olor por el uso constante.

Posee un estabilizador para cada uno de los dedos (Unión del estabilizador con la férula inferior por medio de una cinta doble faz) y soporte para prevenir la desviación cubital. Esta férula fue entregada a la usuaria el 10 de febrero 2017, tiempo de uso fue de 1 hora y fue retirada por causar puntos de presión. Para su posterior ajuste.



El siguiente gráfico cumple con los procesos de elaboración anteriormente explicados (figuras 54,56) el único cambio es la estabilización de las MCF (figura 55) por la estabilización del dedo meñique, este se adhiere a la férula inferior por medio de una pistola de calor.



Fig. 61 pasos para la elaboración del rediseño

19. COLORES QUE PODEMOS ENCONTRAR EN LAS LAMINAS DE ORFIT

Fig. 62 Color del material Use, I. F. O. R. (n.d.). Orfit® colors ns, 1-4.



La siguiente figura resume, el sistema de producción de la férula (página. 77)



Fig. 63, Proceso de creación y producción de la férula.

20. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA FÉRULA

Molde adecuado para la patología de la usuaria

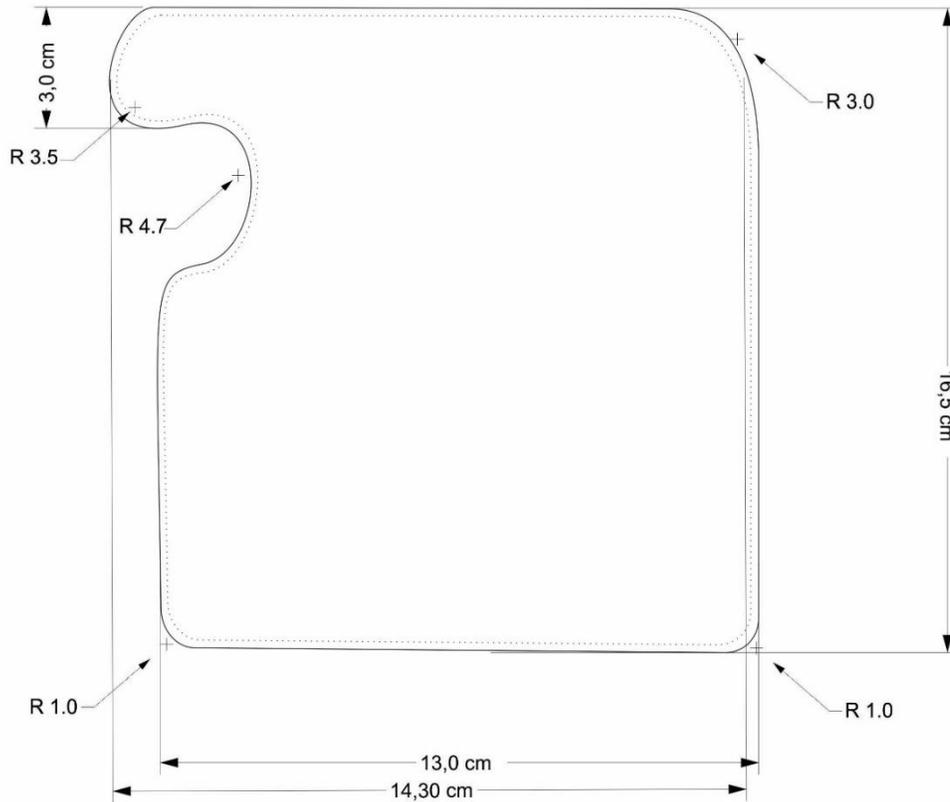


Fig.64 Medidas de la plantilla

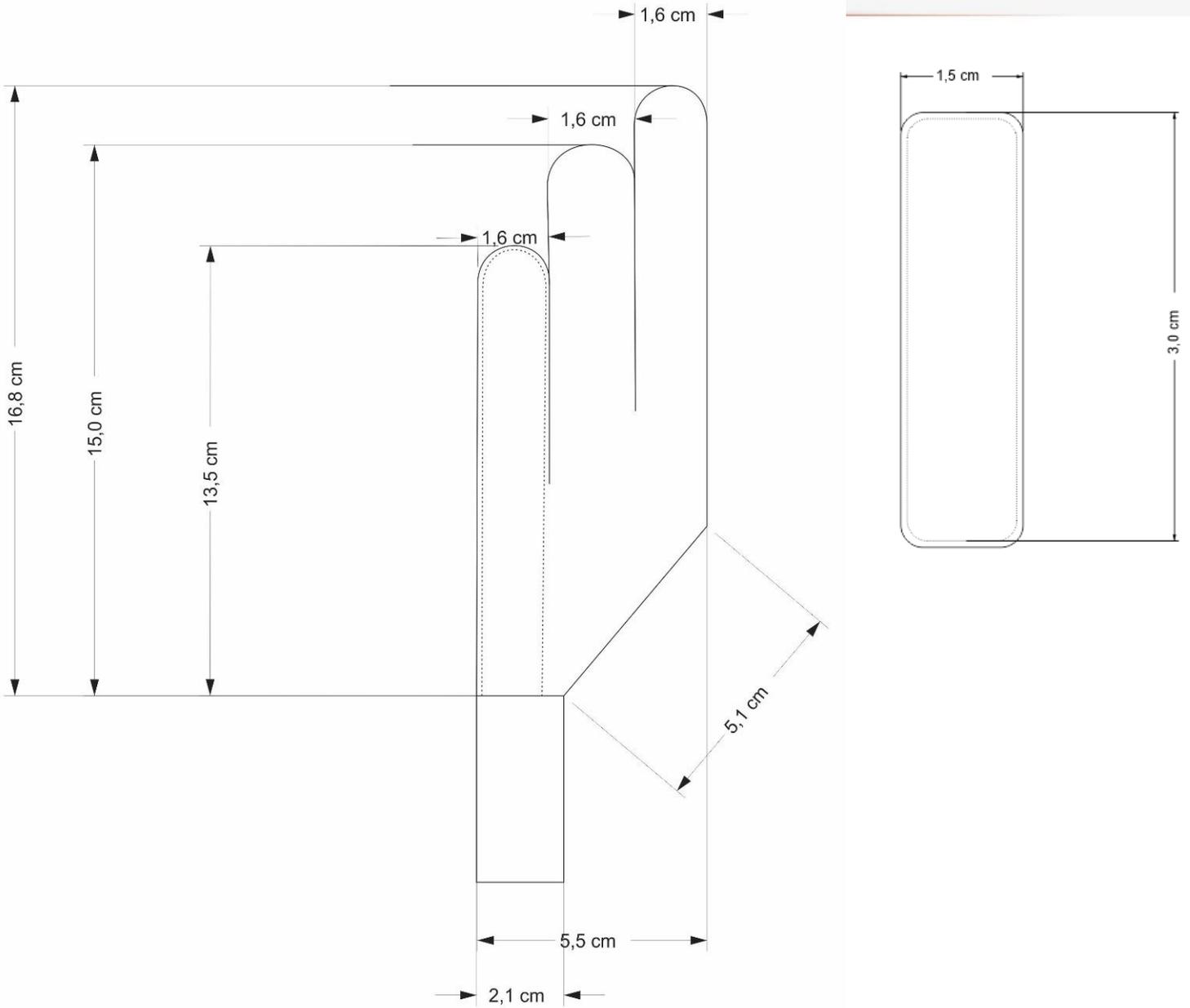


Fig. 65,66 Medidas del estabilizador de las falanges y del dedo meñique

Análisis dictamen médico de la doctora Helena Aschner Montoya 2015 por la Terapeuta Angie Millen sarmiento – Andreina Silva determinando los rangos de movilidad articular, se decide sobre cuales falanges actuar para regresar las articulaciones a su estado funcional ideal o lo más cercano posible.

1. Se realiza un pre-molde en yeso, teniendo en cuenta las medidas de la usuaria y las medidas de la plantilla (previamente sacado en foamy). Este pre-molde posee dos centímetros adicionales, en caso de que sea necesario ajustar las medidas o de que haya algún error durante el proceso de moldeado.

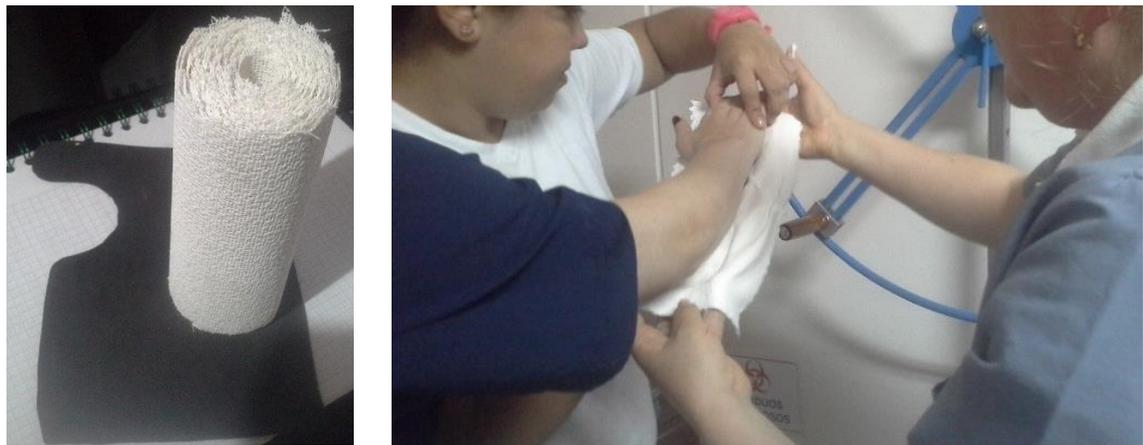


Fig. 67,68 Pre-molde en yeso – Plantilla con las medidas en foamy

4. Ajustadas las medidas, se realiza el corte de los diámetros, el ajuste de los bordes y la apertura del pre-molde de yeso, para plasmarlo sobre el material Orfit.



Fig. 75, 76 Apertura del pre-molde en yeso para pasarlo al material Orfit

5. Se plasma el pre-molde abierto sobre el material Orfit.



Fig. 77 Se traza el pre-molde sobre el material Orfit.

- El pliegue tenar: para evitar laceraciones en la cabeza del pulgar y su movilidad, con un diámetro de 4.0 cm para la mano derecha y 3.5 cm de diámetro para la mano izquierda.
- Posición del pulgar en ligera abducción
- Se prepara el largo del borde cubital y se procede a quitar la férula de la usuaria para recortar las áreas sobrantes.
- Redondear todas las esquinas para que no exista laceraciones en la piel y un aspecto estético agradable.
- Calentar brevemente el borde proximal de recorte de la Órtesis a una ligera llamada de distancia
- Asegurarse que los pliegues palmares y distales se encuentren libres para los dedos.



Fig. 80, 81, 82 Estabilizan los pliegues de la mano y acabados.

8. Se agrega el estabilizador del dedo meñique por medio de una pistola de calor, o calentando ambos materiales en el Hidrocolector para facilitar la unión de ambos materiales.



Fig. 83, 84 Estabilizador del dedo meñique por medio de calor.

Rediseño del elemento se eliminan los puntos de presión, el material rígido complementario (dedo meñique) para la postura adecuada de los dedos y se une la férula 1 (estabilizar la muñeca y el antebrazo con la férula 2 (estabilizar los segmentos articulares).



Fig. 85 Se eliminan los puntos de presión de la férula.



Fig. 86, 87, 88 Se eliminan los puntos de presión de la férula en el Hidrocolector evitando tocar la parte interna de la férula.



Fig. 89 Material rígido complementario es retirado, para mejorar la Estática de la férula y es reemplazado por la férula número 1 La cual cumple una mejor función de la postura adecuada de los dedos.



Fig. 90 puntos de presión eliminados en el Hidrocolector.

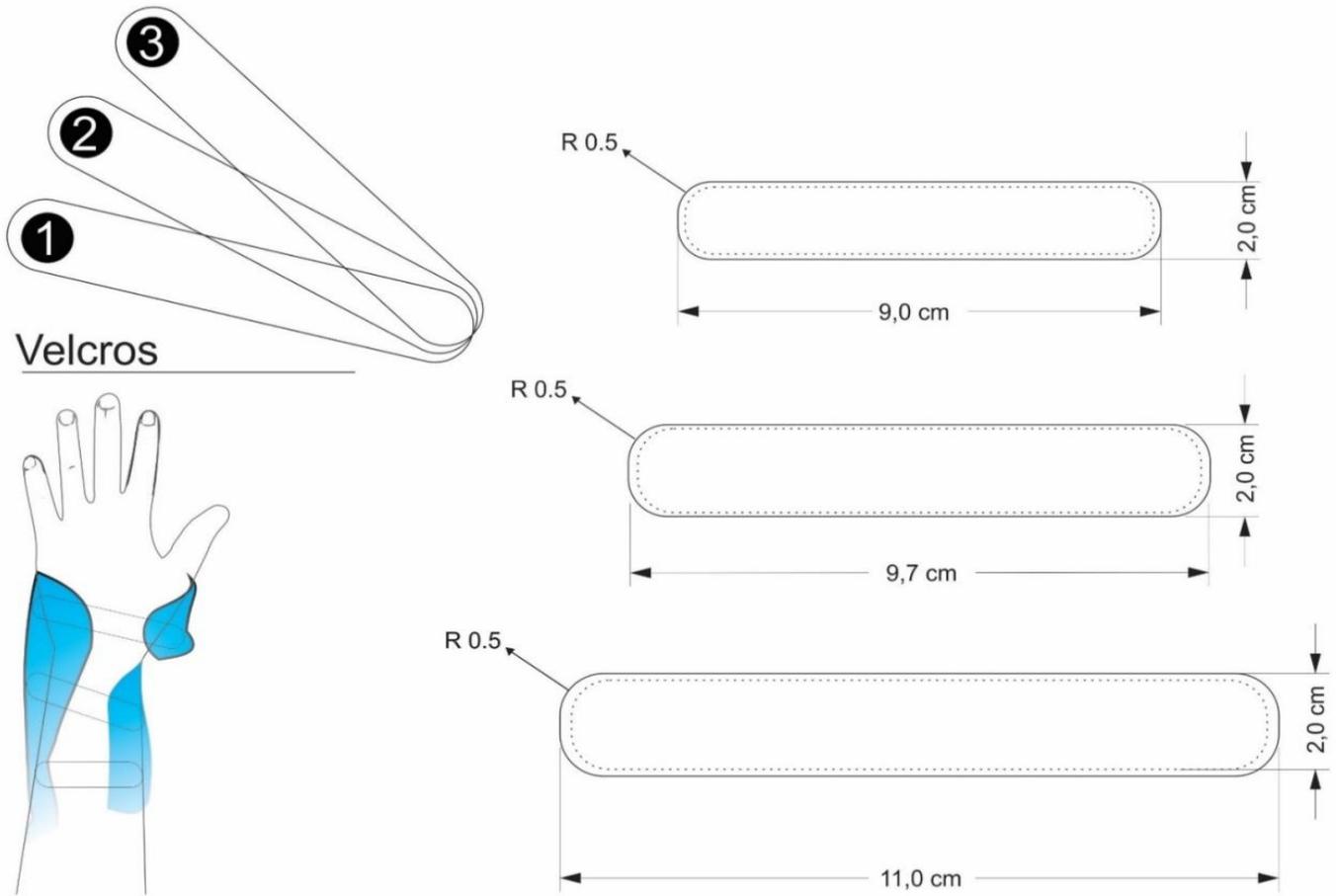


Fig. 91 velcros de sujeción superior, medio e inferior para la férula de la usuaria



Fig. 92 Corte del velcro de sujeción para la férula superior, media e inferior.



Fig. 93 Adhesivo por presión de la férula número 1 con la férula número 2.



Fig. 94 Pegar los velcros superiores medios e inferiores.



Fig. 95 Acabado final del rediseño



A continuación, podemos observar la férula actual de la usuaria sin puntos de presión, ni el estabilizador del dedo índice (retirado por estética y no cumplir mayor relevancia en su función).

Esta férula fue entregada a la usuaria el 20 de febrero del 2017 hasta el momento no ha presentado ninguna molestia en la realización de sus actividades cotidianas, ni inconformidad en la parte estética formal.

Consta de una parte superior para estabilizar las falanges y una parte inferior para estabilizar la muñeca y el antebrazo permitiendo la correcta postura de sus manos, estas dos partes se unen por medio de un remache de cabeza plana, el cual fue sugerido por la Terapeuta Ocupacional.



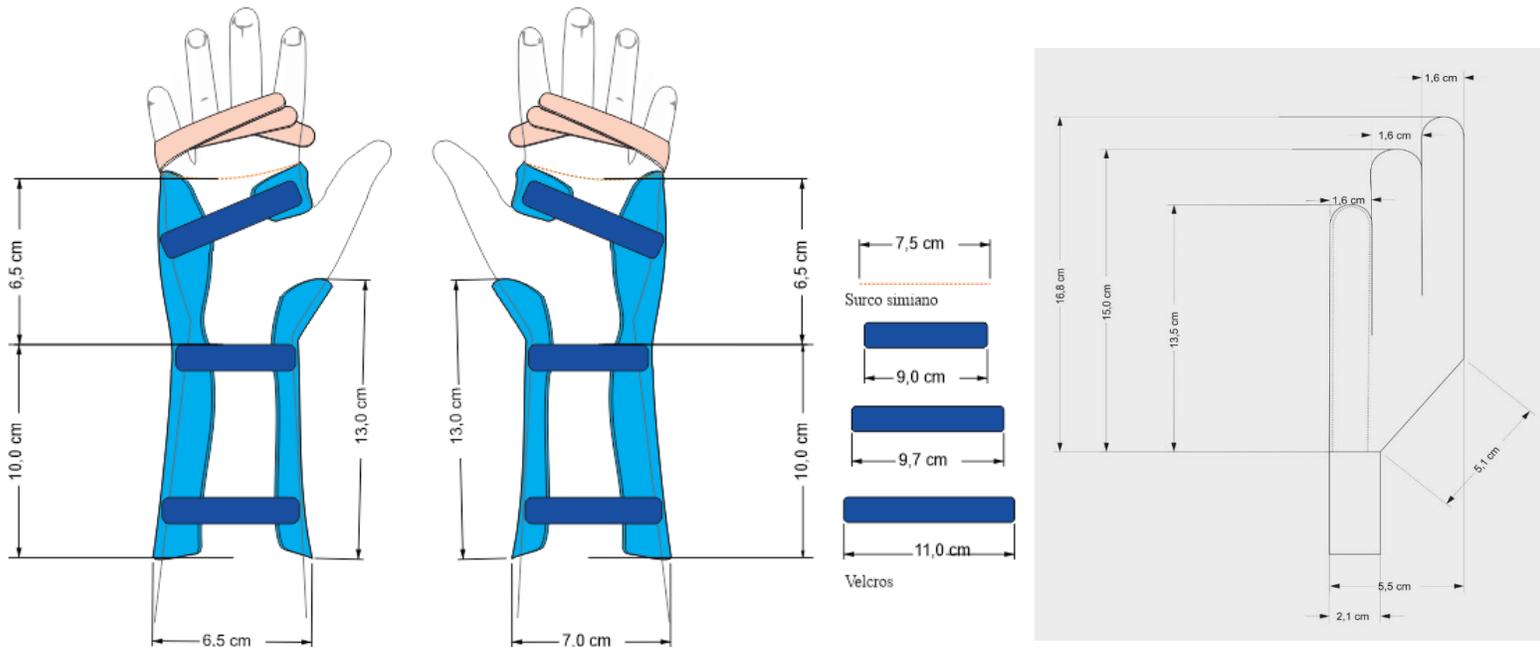


Fig. 96 Férula actual de la usuaria.

Se tienen en cuenta las medidas de ajuste de las férulas sobre las manos de la usuaria

1. Cabeza del pulgar: Para la mano derecha como la izquierda se observa una medida de 13 centímetros desde el antebrazo hasta la cabeza del pulgar.
2. Pliegue de flexión de la muñeca: Para la mano derecha como la izquierda se observa una medida de 10 centímetros desde el antebrazo hasta la muñeca.
3. Pliegue de flexión palmar: Para la mano derecha como la izquierda se observa una medida de 6,5 centímetros desde el pliegue de flexión de la muñeca hasta el surco simiano.
4. Ancho del antebrazo: En el antebrazo derecho se observa un diámetro de 7 centímetros, y en el antebrazo izquierdo un diámetro de 6,5 centímetros.

21. TABLA DE COSTOS

El grafico nos refleja el costo de cada uno de los elementos que se utilizaron para la elaboración del nuevo artefacto que será utilizado por la usuaria.

Los valores de los costos del material Orfit fueron proporcionados por la empresa SANAS S.A los cuales corresponden a las láminas atomice blue, los 2 metros de velcro y el kit de desviación cubital el cual, ayuda a el posicionamiento segmentario de las manos.

Tabla 8 Tabla de costos

costos de la ferula			
Materia prima	Unidad de compra	Costos por unidad	Consumo por unidad
1. Lamina de Orfit Atomic blue	1 lamina de 20x22cm de 2.0 mm	\$ 50.000	
2. Lamina de Orfit Atomic blue	1 lamina de 20x22cm de 2.0 mm	\$ 50.000	
3. Kit desviacion cubital	1 Kit	\$ 55.000	
3. Kit desviacion cubital	1 Kit	\$ 55.000	
4. velcro Macho	2 metros	\$ 0	
		Valor:	\$ 210.000

Muestra de las actividades de la usuaria- Comprobaciones en la usuaria



Fig. 97 Actividades de la usuaria

25. CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS – COMPARACIÓN.

25.1 Facilitar la correcta posición de la mano en la usuaria al realizar actividades cotidianas.

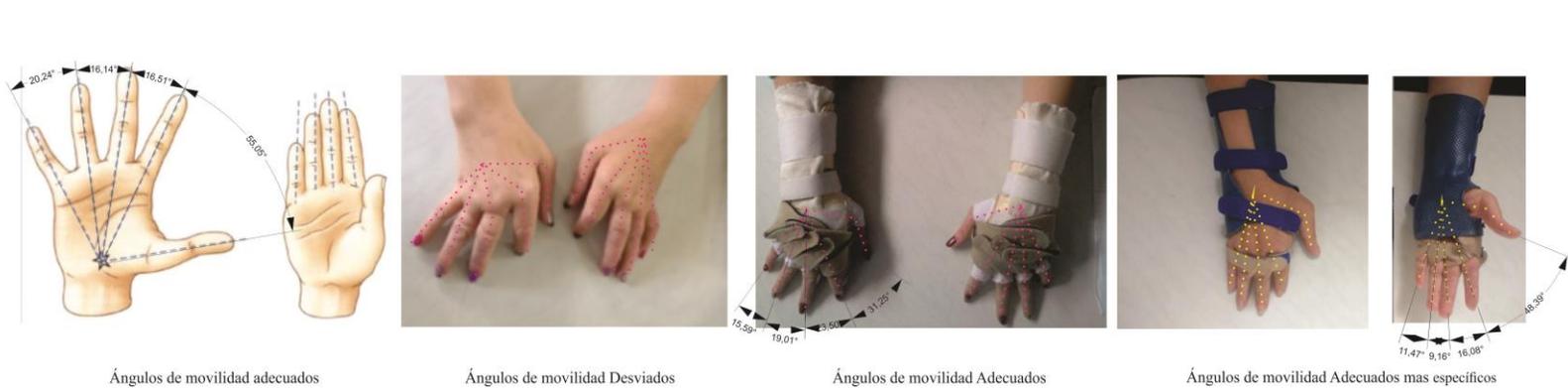


Fig. 98 Ángulos de movilidad articular adecuados y comparación con las férulas antiguas y actuales

Tabla 10 comparación de ángulos

Ubicación de los dedos	Posición correcta	Con la férula antigua	Con la férula actual
De pulgar a índice	55,05°	31,25°	48,39°
De índice a corazón	16,51°	23,50°	16,08°
De corazón a anular	16,14°	19,01°	9,16°
De anular a meñique	20,24°	15,59°	11,47°

25.2 Mejorar las características estéticas de la férula para el tratamiento de artritis reumática en la usuaria.



Las férulas actuales le permiten a la usuaria mayor comodidad, su moldeado es muy preciso debido a que se adapta a la anatomía de sus manos, es completamente remodelable, porque el material posee la capacidad de memoria de forma, es liviano (pesa entre un 15% - 30% menos que los otros materiales).

Posee micro perforaciones las cuales ceden el paso del aire y propiedades anti-bacteriales que la protegen y la mantienen más limpia en comparación a otras férulas en el mercado.

El color azul, fue seleccionado por la usuaria entre toda la gama de colores que ofrece el material, de esta forma se obtuvo una mayor aceptación psicológica del elemento, adecuándose a las diferentes actividades y generando el menor contraste posible con respecto a sus uniformes de trabajo (azules), y por ende lograr una menor percepción del elemento, por las personas con las cuales interactúa diariamente.

La férula permite que todos los accesorios, en este caso los velcros se puedan adherir fácilmente, estos al igual que la férula son de color azul permitiendo una uniformidad en el elemento.

Los velcros se aseguran en ambas partes de la férula para poder reemplazarlos cuando hayan cumplido su vida útil (180 – 240 ajustes), y que sea más fácil para la usuaria poder graduarlos en el desarrollo de sus actividades cotidianas.



En la parte superior de la férula se encuentra un apoyo para estabilizar las falanges afectadas (mantener una posición correcta de los dedos), dicho apoyo es de color piel para simular una continuidad de sus manos y evitar que este elemento sea percibido.

Por sugerencia de la terapeuta, se implementó un remache para unir la parte superior (estabilizador de los dedos), con la parte inferior (estabilizador de la muñeca y el antebrazo), de la férula.

La usuaria no ha manifestado ningún tipo de inconformidad o molestia debido a la pieza que une la parte superior con la parte inferior de la férula.

Tabla 11 Comparación férula anterior con la férula actual

Férulas anteriores	Férulas actuales
	
Son robustas – Pesadas 190 gramos	Son más livianas 95 gramos
No son agradables a la vista según la usuaria	Son más agradables a la vista según la usuaria
Se necesita un guante para protegerse de las laceraciones en la piel y puntos de presión	No tiene que utilizar un guante para las férulas
El material OMEGA es rígido	El material Orfit es flexible
El material de la férula no permite ser re-moldeado	Se puede calentar y volver a moldear el material
Sudor en las manos es molesto debido a la utilización del guante protector y le producen mal olor	la nueva férula le permite el paso del aire evitando el mal olor (micro perforaciones)

Tabla 12 Tiempo de uso de las férulas.

Actividades	Férula Antigua	Férula Actual
Cortar con tijera		✓
Manejar el celular	✓	✓
Amarrarse los cordones		✓
Abrir y cerrar correderas		✓
Tomar vasos	✓	✓
Abrir puertas		✓
Teclar en la pc	✓	✓
Escribir Marcador	✓	✓
Mojar la férula		✓
Comer con Cubiertos		✓
Manejar el auto	✓	✓
Abotonar camisas		✓
	8 horas durante los primeros meses	17 horas diarias

Estas encuestas fueron llenadas por la usuaria teniendo en cuenta que es un estudio de caso.

25.3 Aumentar el uso de la férula en la usuaria.

Comparando el uso de la férula antigua con la actual, la usuaria manifiesta un uso inicial de 8 horas diarias aproximadamente, para los primeros meses con la férula antigua, pero luego deja de usarlas debido a la inconformidad de diversos factores como el peso, la estética, los puntos de presión y el sudor excesivo.

Con las actuales férulas se evidencia un uso de 17 horas diarias, desarrollando actividades como manejar, comer, contestar llamadas, escribir, tomar elementos, teclar y abrir puertas.

26. NOVEDAD DE LA FÉRULA

El grado de novedad radica, en que ningún profesional que la atendió le ofreció solución a los problemas que ella evidenciaba (dificultad en el desarrollo de sus actividades cotidianas y factores estéticos). Por lo tanto, con la férula propuesta, se ofrece una alternativa de solución, teniendo en cuenta que desarrolla sus actividades diarias utilizando la férula, aplicado el tratamiento adecuado respecto al tiempo y de uso y ajuste del segmento articular de los dedos de la mano sugeridos por el médico. Además, el espesor de esta nueva férula es (2 milímetros respecto al anterior que mide 3 milímetros), y sus características visuales son más agradables para la usuaria respecto al color texturas y la forma.

27. INNOVACIÓN

- Se pueden desarrollar la confección y los diseños más sencillos hasta los más complicados por las propiedades que posee el material de memoria de forma, además permite excelentes acabados.
- La férula posee excelentes propiedades de adherencia a la piel, otorgando fiabilidad y durabilidad.
- El diseño de la férula sigue con alta precisión el contorno anatómico de la usuaria dejando a un lado la estandarización por tallas.



- La férula permite diferentes colores para el gusto de la usuaria.
- La férula permite que la usuaria la pueda mojar.
- El artefacto proporciona menos transpiración e irritación en la piel.
- La férula pesa entre un 15% - 30% menos que otros materiales utilizados para el desarrollo de férulas de inmovilización o funcionales (características del Orfit).
- La férula se comporta translucido frete a los rayos x.
- La característica de la férula admite reutilizar el material nuevamente.
- La férula no se ve afectado frete a los rayos ultravioleta.

DQS is member of:



THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK



28. ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA PROPUESTA

- El material una vez cumple su vida útil puede volver a convertirse en materia prima.

La férula una vez cumple su vida útil puede volver a convertirse en materia prima. Los sobrantes del material se utilizan para hacer accesorios de la usuaria u otros tipos de excedentes como: anillos para corrección de los dedos distales, Flexionador de los dedos Deyoral Lmb, Sujetador de seguridad Bunnell, férula tipo 502, Férula para cuello de cisne, Tablilla tipo Stax, tablilla de tensión ajustable, inmovilizado dactilar, Burnnell- Mini- Modificado, férula modelo 504, férula modelo 602.



Fig. 99 Férula modelo 602 United States Federal Census, 1880, Ilustración de Férula Modelo 602 Deyoral Lmb, Rescatada de www.deyoral.com.



Fig. 100 Férula modelo 504 United States Federal Census, 1880, Ilustración de Férula modelo 504 Deyoral Lmb., Rescatada de www.deyoral.com.



Fig. 101 Sujetador de dedo United States Federal Census, 1880, Ilustración de Bunnell mini-modificado sujetador de dedo. Deyoral Lmb., Rescatada de www.deyoral.com.



Fig. 102 Inmovilizador dactilar United States Federal Census, 1880, Ilustración de Inmovilizador dactilar Deyoral Lmb. Rescatada de www.deyoral.com



Fig. 103 Tablilla de tensión ajustable United States Federal Census, 1880, Ilustración de Tablilla de tensión ajustable. Deroyal Lmb. Rescatada de www.deyoral.com.



Fig. 104 Tablilla tipo-stax United States Federal Census, 1880, Ilustración de Tablilla tipo-stax. Deroyal Lmb. Rescatada de www.deyoral.com.



Fig. 105 Férula para cuello de cisne y botonera United States Federal Census, 1880, Ilustración de Férula para cuello de cisne y botonera. Deroyal Lmb. Rescatada de www.deyoral.com



Fig. 106 Férula tipo 502 United States Federal Census, 1880, Ilustración de Férula tipo 502. Deroyal Lmb. Rescatada de www.deyoral.com

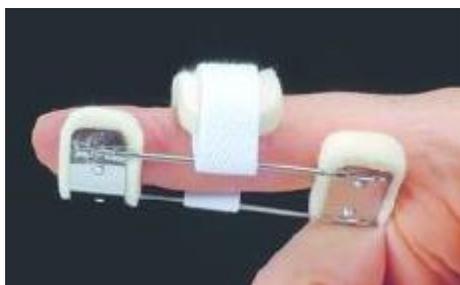


Fig. 107 Sujetador de seguridad United States Federal Census, 1880, Ilustración de Sujetador de seguridad Bunnell. Deroyal Lmb. Rescatada de www.deyoral.com

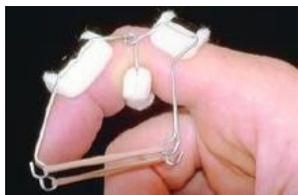


Fig. 108 Flexionador de dedo y nudillo United States Federal Census, 1880, Ilustración de Flexionador de dedo y nudillo Bunnell. Deroyal Lmb. Rescatada de www.deyoral.com

29. RELACIÓN CON EL USUARIO

En las siguientes imágenes se observa la relación del artefacto con la usuaria. En las dos primeras imágenes se puede ver la férula en el proceso de producción, sin el estabilizador de las falanges y la sujeción de los velcros, y en la tercera se observa la terminación del elemento y la usuaria utilizándolo en su lugar de trabajo.



Fig. 109 Relación con el usuario

Ronald Wilson García Osorio

Clínica de Pamplona

2016

Pamplona Norte de Santander



Fig. 110 Relación con el usuario

Ronald Wilson García Osorio

Clínica de Pamplona

2016,

Pamplona Norte de Santander



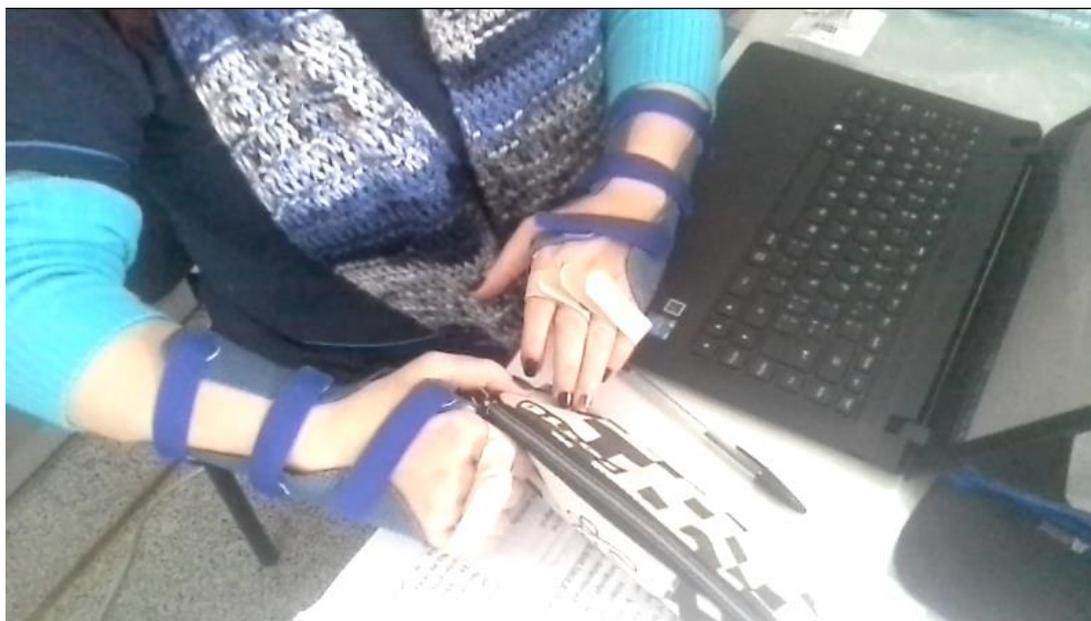


Fig. 111 Relación con el usuario

Ronald Wilson García Osorio

Universidad de Pamplona,

2016

Pamplona Norte de Santander



DQS is member of:



30. RENDER

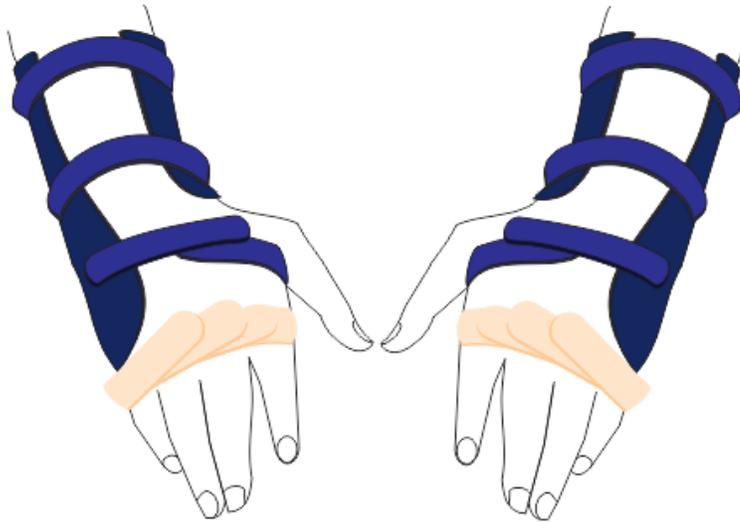


Fig. 112 simulaciones del elemento en computador 1

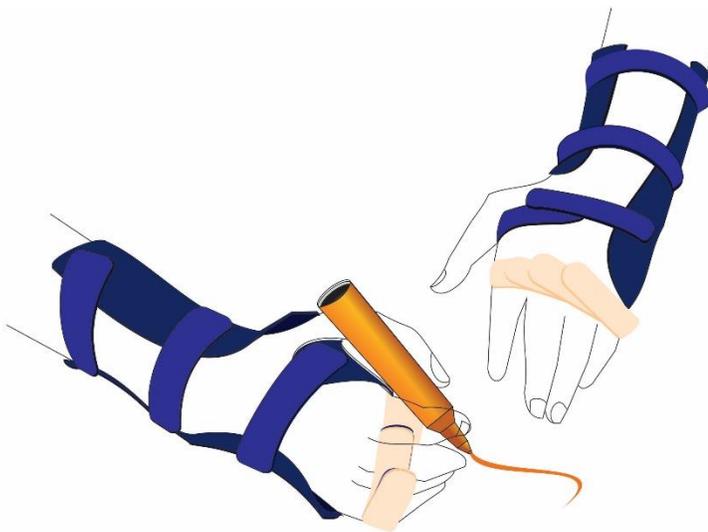


Fig. 113 Simulación del elemento en computador 2



31. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrea, P., & Avila, T. (2005).
- Antibacterial property. (2011), (0), 2110.
- Arias, F. G. (n.d. 2006)
- Autores, J. B. (n.d.). sociedad española de reumatología.
- Diseños, C. D. E. L. O. S., & Experimentales, C. (1966). 6.1. introducción, 1–7.
- En, A., & Mano, L. A. (2014). Artrosis en la mano. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(5), 738–749. [http://doi.org/10.1016/S0716-8640\(14\)70101-4](http://doi.org/10.1016/S0716-8640(14)70101-4)
- Funciones, C., & Características, P. (2005). Ortesis de miembros superiores.
- Generales, D., Ii, T. I. T. U. L. O., & Profesional, P. (2005). Por la cual se dictan normas para el ejercicio de la profesión de terapia ocupacional en Colombia , y se establece el Código de Etica Profesional y el Régimen Disciplinario.
- Hogar, P., & Comercio, P. (n.d.2007). Catálogo de Productos.
- Ii, T., & Inferior, M. (n.d.2007). *MIEMBRO INFERIOR*.
- Industries, O. (n.d.-a 2006). COMFORTABLE ORFICAST™ THERMOPLASTIC TAPE, 4–7.
- Industries, O. (n.d.-b 2006). WHATEVER YOUR, 40–41.
- Luz, D., Lugo, H., & Fisiatra, M. (n.d. 2010). AUTORES □.





Mano, D., & Mano, D. (n.d.2007). La Artrosis de Mano.

Mge, G. R. (n.d.2006). *MANUAL DISEÑO INDUSTRIAL* ;

Morfología de manos y pies 1.

Neilson, G. L., Martin, K. L., Powers, E., Merrifield, R., Calhoun, J., Stevens, D., ...
Jones, G. (2008). and Better, (June).

Nordin y Frankel - Biomecanica basica del sistema muscoesqueletico.pdf. (n.d.2009).

Ocupacional, T. (n.d.2004) . Manual de órtesis.

Quality, T. H. E., & Life, O. F. D. (n.d.2011). *SPLINTING MATERIALS
IMPROVING THE QUALITY.*

Riancho, J. A. (2016). Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología La
artrosis como enfermedad genética, 53(4), 271–277.
<http://doi.org/10.1016/j.recot.2009.01.007>

Taboadela, C. H. (n.d. 1988)

Use, I. F. O. R. (n.d.2011). Orfit ® colors ns, 1–4.

Works, H. O. W. I. T., & Applications, R. (n.d.2004). Dynasyst™ - orfitube™, 46–48.