



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Aragón
Licenciatura en Diseño Industrial

Joyería Ortopédica
(Férula en Plata para la Desviación Cubital en fase I)

Proyecto Final más Réplica Oral que, para obtener el
Título de Licenciado en Diseño Industrial, Presenta:

Erika Salas Tapia.

Asesor:
D.I Ricardo Alberto Obregón Sánchez

México 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Joyería Ortopédica

Introducción

I.	Generalidades	01
	Antecedentes del Proyecto	
I.1	Definición de conceptos	03
	Artritis Reumatoide (AR)	
	Articulación Sinovial	
	Cuadro Clínico Articular	
	Fases Evolutivas de la AR	
	Deformaciones Articulares	
I.2	Desviación cubital en articulaciones Metacarpofalángicas (MCF)	08
	Anatomía de la articulación MCF	
	Naturaleza de la deformación	
	Proceso patológico	
	Primera etapa	
I.3	Anatomía y Biomecánica de la mano	13
	Anatomía osteoarticular y arcos de la mano	
	Músculos interóseos dorsales y palmares	
	Piel y pliegues palmares	
	Rangos de Movilidad Articular	
	Biomecánica del movimiento de agarre	
I.4	Férulas para la desviación cubital	19
	Características funcionales	
I.5	Joyería ortopédica	20
	Joya	
	Férulas en plata	
	Plata	
	Fundición a la cera perdida	
	Tendencia estética (Armor jewelry)	
2.	Definición del proyecto	25
	Planteamiento del problema	
	Objetivo General	
	Objetivos Específicos	
	Argumentación del proyecto	
	Perfil del usuario	
2.1	Productos análogos y similares	30
2.2	Requerimientos de diseño	44
3.	Desarrollo del proyecto	48
	Modelos y simuladores (fase 1 y fase 2)	
	Desarrollo morfológico de la Propuesta final	
3.1	Concepto de diseño	71
	Descripción de la propuesta final	
	Secuencias de uso y función	
3.2	Análisis ergonómico	84
	Dimensiones Antropométricas del usuario	
	Instrumentos para toma de medidas	
3.3	Proceso Productivo	88
	Descripción del proceso productivo	
	Costos	
	Diseño de imagen corporativa y empaque	
	Conclusiones	
	Anexos	
	Planos técnicos	
	Bibliografía	94

De acuerdo a la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos (U.S. Bureau of Labor Statistics) la demanda de los Diseñadores Industriales (DI) aumentará a medida que las empresas hagan hincapié en la calidad y la seguridad de sus productos, las industrias con un mayor crecimiento y demanda de estos profesionistas son la medicina y el transporte.¹

En la búsqueda, por diseñar un producto innovador, trascendente y con una carga social importante, me enfoqué en el ámbito médico, en la rama de la Ortopedia, donde existe una colaboración directa y frecuente de los Diseñadores Industriales.

Las ortesis son dispositivos externos, cuyo objetivo es modificar las características estructurales y funcionales de los sistemas neuromuscular y esquelético, reemplazando o reforzando las funciones de algún miembro. El término ortesis se usa para denominar aparatos o dispositivos, ayudas técnicas, soportes y férulas (Hsu, J. D., 2009, p.227).

Las férulas se clasifican de acuerdo a la región anatómica en la que se enfoquen pudiendo ser de extremidad superior o inferior.

Las férulas de extremidad superior particularmente las férulas para mano implican una combinación única de creatividad y conocimientos: anatómicos y biomecánicos, la patología o proceso de la enfermedad y las consecuencias o limitaciones funcionales que provocan en el paciente (Jacobs M. L., 2003, p.3).

Existen diversos padecimientos que pueden afectar el funcionamiento de la mano y donde es necesario el uso de una férula, los más frecuentes son los padecimientos traumáticos (accidentes) y enfermedades degenerativas, en el caso de los padecimientos traumáticos el tratamiento ortopédico es a corto plazo, por lo que es necesario el uso de una férula temporal, caso contrario a los padecimientos degenerativos donde la férula debe de cumplir un .

tiempo de vida mayor al de las férulas convencionales de plástico.

Dentro de los padecimientos degenerativos la Artritis Reumatoide AR, es considerada la enfermedad que causa mayor invalidez a nivel osteoarticular afectando principalmente las articulaciones de la mano, sobre todo en las mujeres, la incidencia de casos es de tres mujeres por un hombre (GUIPCAR, 2007, p. 24).

En México padecen AR aproximadamente un millón y medio de personas y se estima que 1% de la población mundial, está afectada por esta enfermedad.

La AR afecta principalmente la membrana sinovial, comprometiendo los tendones flexores y extensores de la mano; la persistencia de esta sinovitis puede dar lugar a deformaciones o desalineaciones articulares. Estas pueden ser reversibles en las etapas iniciales y es en estos momentos cuando el tratamiento puede llegar a ser mas eficaz, incluyendo además del farmacológico los ejercicios de fisioterapia y el uso de diferentes férulas (De Cillis V., 2010).

El tema de la joyería ortopédica no es nuevo, la empresa norteamericana Silver Ring Splints comercializa diferentes tipos de férulas de anillos en plata desde 1985 y se ha comprobado por medio de diversos estudios su mayor eficacia en comparación a las férulas de plástico, este éxito se basa en tres aspectos:

El aspecto psicológico y emocional del paciente artrítico, al ser elementos estéticos la mayor aceptación de uso y por el material de fabricación el mayor tiempo de vida útil de la férula.

Este proyecto tiene como finalidad conjugar los requerimientos funcionales, ergonómicos, anatomofisiológicos y estéticos para diseñar una férula funcional en plata para la desviación cubital en etapa temprana para mujeres que padecen AR.

1. Training for a Career in Industrial Design. Consultado septiembre 2010, <http://education-portal.com/articles>

2. Padecen más de un millón en México Artritis reumatoide, Consultado mayo 2010. <http://www.eluniversal.com.mx>



1. Generalidades

En este capítulo abordaré los antecedentes del proyecto y la definición de diversos conceptos como: que es Artritis Rumatoide (AR), que es una articulación, como afecta gradualmente la AR a las articulaciones de la mano, en que etapa suelen desarrollarse las deformaciones articulares y en cuál de estas voy a enfocarme para el diseño de Joyería Ortopédica.

Una de las principales estructuras con que cuenta el hombre para explorar y comunicarse con el exterior es la mano, considerada el conjunto de articulaciones más especializado del cuerpo capaz de una multitud de tareas motrices una lesión le impide la ejecución de sus funciones fundamentales, produciendo en el mejor de los casos alguna alteración en sus patrones de uso y en el peor una mano discapacitada (La O Ramos R., 2007).

La inflamación y dolor que provoca la AR en las articulaciones, producen desequilibrios musculares y estos a su vez deformaciones, cuyo progreso se puede detener en las fases iniciales con un tratamiento multidisciplinario donde se involucre; la farmacología, la fisioterapia y terapia ocupacional, los especialistas de estas dos últimas disciplinas recomiendan al paciente el uso de diferentes férulas, de acuerdo a los cambios en la actividad inflamatoria.

El profesor Y. Allieu cirujano ortopeda de la escuela de Montpellier explica que las deformidades de la mano reumatoide, aunque polimorfas son previsibles si tenemos en cuenta su anatomía y fisiología, precisamente al ser previsibles pueden ser, sino evitadas totalmente, si minimizadas por medio de una terapia adecuada que incluya el aprendizaje, el impedimento de gestos nocivos y el uso de férulas (Núñez C., 2008).

Aunque no existe evidencia concluyente respecto al papel preventivo de las férulas en las deformaciones articulares de las manos, son utilizadas como elementos auxiliares para evitar contracturas, provocadas por la posición no funcional de la mano, manteniendo la articulación en una óptima alineación (Melvin, Jeanne L, 1982).

Para el diseño idóneo de una férula se debe tomar en cuenta cuatro aspectos: el tipo de padecimiento, la anatomía de la mano, las limitaciones funcionales del paciente y el más importante el objetivo de la férula (GUIPCAR, 2007).

Las manos son una parte del cuerpo visible la mayor parte del tiempo, por esta razón las férulas para mano deberían cubrir un quinto aspecto: la estética, que en los últimos años ha tomado mayor relevancia dadas las conclusiones en diversos estudios sobre la psicología del paciente artrítico y su difícil asimilación de los cambios en la imagen corporal (Méndez S. F., p. 40-47).

Las conclusiones de estos estudios están comprobadas en los resultados que se obtuvieron en la investigación "Three dimensional function motion analysis of silver ring splints in Rheumatoid Arthritis" llevada a cabo por un grupo interdisciplinario de la Universidad Southampton en el Reino Unido, donde se concluye que: las férulas de anillo en plata, ofrecen por su material de fabricación una resistencia y durabilidad mayor a las férulas de plástico y por ser elementos estéticos existe una mayor aceptación de uso por parte de los pacientes artríticos.³

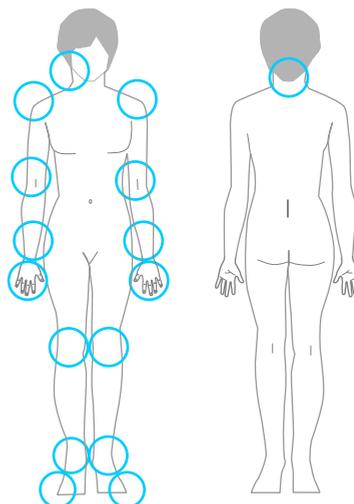
3. Metcalf Cheryl, Ring Splints Project. Consultado marzo 2010, de <http://users.ecs.soton.ac.uk>

1.1 Definición de Conceptos Artritis Reumatoide

La AR, es una enfermedad progresiva e incapacitante que afecta al portador en diversos aspectos; físico, psicológico, social, económico y emocional. Su gravedad puede variar desde leve hasta invalidante, afectando con mayor frecuencia a las mujeres, la prevalencia oscila entre 0,3% de hombres por el 1,2%, de mujeres entre los 38 y 50 años (Burgos R., 2006).

La AR es degenerativa, crónica y sistemática, se caracteriza por cambios inflamatorios de las articulaciones, los tendones y sus vainas originando dolor, debilidad y disfunción, afecta primordialmente las (articulaciones diartrodiales)¹ en forma simétrica, con (períodos de remisión)² y (exacerbaciones).³

La evolución de esta patología es muy variable: el 70% de los pacientes presentan un curso crónico con manifestaciones discretas, mientras que en el 15% restante, la enfermedad progresa rápidamente hacia la incapacidad grave (Vainio K, p. 122).



▲ 1. Articulaciones que con frecuencia son afectadas en la AR ○ Dibujo esquemático tomado del Panfleto "Lo que usted necesita saber sobre la artritis" American Physical Therapy Association

Una articulación está formada por la unión de dos huesos o cartílagos próximos, utilizando una red de músculos, tendones y ligamentos (fig. 2).

Las articulaciones pueden ser clasificadas en dos criterios:

- Por su estructura (morfológicamente), según el tejido que las une y la forma de las caras articulares.
- Por su función (fisiológicamente), con relación al grado y libertad de movimiento.⁴

Clasificación según sus características estructurales:

- Articulación fibrosa
- Articulación cartilaginosa
- Articulación sinovial (diartrosis)

4. Articulación y Articulación Diartrosis. Consultado mayo 2010, <http://www.unap.cl/metadot>

- Articulación diartrodial o sinovial: pag. 04
- Periodo de remisión: Etapa en la que el paciente tiene una disminución en la intensidad de la enfermedad.
- Periodo de exacerbación: Episodio agudo de la enfermedad.

Articulación



- Hueso
- Cartílago Articular
- Membrana sinovial (sinovium)
- Ligamentos
- Tendones
- Cápsula articular
- Músculo

▲ 2. Partes de una articulación Dibujo esquemático de la articulación Interfalángica Distal IFD no artrítica

Articulación sinovial

También llamada articulación diartrodial, se caracteriza por la presencia de una cavidad articular con una membrana sinovial y por su gran movilidad (fig 3).

Esta formada por las siguientes estructuras:

Superficie articular:

Caras articulares, formadas de tejido óseo denso.

Cartílago articular:

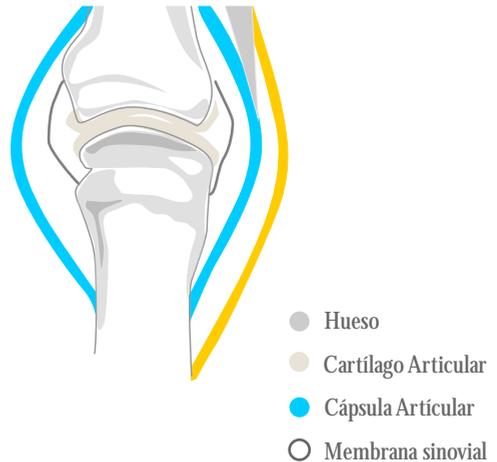
Capas de diversos grosores que revisten la superficie articular, el grosor aumenta en áreas con mayor presión y contacto.

Cápsula articular:

Se compone de dos capas; una externa compuesta de tejido fibroso y una interna (membrana sinovial).

Membrana sinovial

Capa que cubre la articulación y que secreta la sinovia, líquido que lubrica la articulación.



▲ 3. Estructuras de la articulación diartrodial
Dibujo esquemático de la articulación Interfalángica Distal IFD, no artrítica.

Cuadro clínico articular

El cuadro clínico general se manifiesta usualmente después de varios meses del establecimiento de la enfermedad, aproximadamente dos terceras partes de las mujeres con AR comienzan de forma insidiosa (lentamente).

Se distinguen tres períodos de acuerdo a la evolución de la Artritis Reumatoide (Piña L., 2009).

Período de comienzo:

Afectación poliarticular especialmente; las articulaciones pequeñas de las manos: falanges y muñecas, por lo general en forma simultánea, simétrica y con una evolución lentamente progresiva, además pueden desarrollarse (nódulos subcutáneos)⁴ y (tendosinovitis).⁵

Las articulaciones afectadas en los estados iniciales, están inflamadas y duelen.

Período de estado:

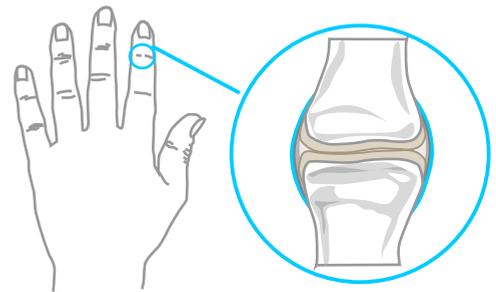
Se caracteriza por la plena afirmación de todos los caracteres clínicos y radiológicos de la enfermedad, que comienza con la inflamación de la membrana sinovial conocida como Sinovitis, manifestándose con disminución de la movilidad articular acompañada por inflamación y dolor que varía desde una pequeña molestia hasta un dolor intenso y persistente (fig. 5).

Período de secuelas:

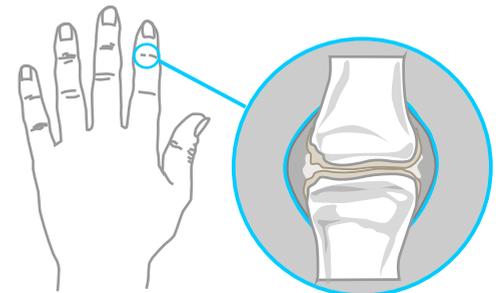
Las deformaciones articulares son consecuencia de la destrucción del cartílago y del hueso, de la hiperlaxitud (mayor flexibilidad en las articulaciones), de alteraciones tendinosas y de contracturas o atrofas musculares (fig. 6).

4. Nódulos reumatoides: protuberancias que se desarrollan lentamente en la superficie dorsal de los dedos, son indoloros si no se encuentran en una zona sometida a presión, aparecen en aproximadamente en el 30% de los pacientes con AR.

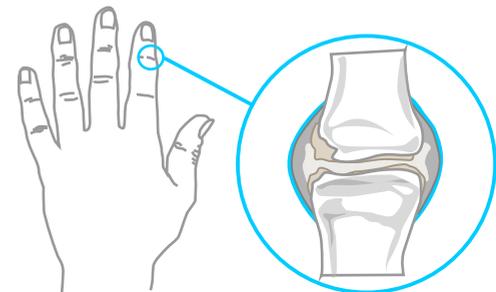
5. Tendosinovitis: Es la inflamación del revestimiento de la vaina que rodea al tendón.



▲ 4. Período de comienzo.
Dibujo esquemático de la articulación Interfalángica Distal IFD, con inflamación temprana, AR en fase I.



▲ 5. Período de estado
Dibujo esquemático de la articulación Interfalángica Distal IFD, con inflamación y erosión del hueso, AR en fase II.



▲ 6. Período de secuelas
Dibujo esquemático de la articulación Interfalángica Distal IFD, con disminución del cartílago y del hueso, AR en fase III.

- Hueso
- Cartílago
- Membrana sinovial
- Fluido sinovial
- Cápsula

Fases evolutivas de la AR

De acuerdo al progreso o evolución de la Artritis Reumatoide en el paciente, pueden aparecer síntomas articulares y extrarticulares distintos, en el cuadro 1 se resalta: que a finales de la fase II e inicios de la fase III aparecen las desalineaciones o deformaciones articulares (Vainio K, p. 123).

Periodos	Signos en las articulaciones	Síntomas físicos
Período de inicio Fase I	Sinovitis	Anorexia, fatiga y debilidad generalizada
Período de estado Fase II	Rigidez matutina Dolor Articular Aumento de calor	Aumento de calor en las articulaciones, inflamación y dolor, limitación en el rango de movimiento y fuerza. Se desarrolla la sinovitis y los nódulos reumatoides.
Período de secuelas Fase III	Intenso dolor Articular Debilidad	Además de lo observado en el período de estado se manifiestan <u>desalineaciones articulares</u> y alteraciones en el mecanismo de pinza del pulgar.

▲ Cuadro 1. Fases o períodos de acuerdo a la evolución de la AR

Fases de la actividad inflamatoria

Como ya se había mencionado, en la AR hay una actividad inflamatoria con fases de exacerbaciones (fase aguda) y de remisiones (fase subaguda), generalmente parciales, que con el paso de los años tienden a estabilizarse (Fearnley G, p. 126).

Fase	Estado de la mano	Recomendaciones Terapéuticas
Fase Aguda Exacerbación	Los dedos se encuentran parcialmente rígidos por el dolor, el pulgar se encuentra en aducción y el resto de los dedos en una posición de ligera flexión	Reposo prolongado de ciertas articulaciones en (posición funcional) ⁶ , por medio de férulas pasivas y (ejercicios de movilidad pasivos) ⁷ (activos asistidos). ⁸
Fase Subaguda Remisión	El dolor y la rigidez disminuyen, el paciente comienza a usar mas sus manos.	Uso de una férula parcial funcional

▲ Cuadro 2. Fases evolutivas de la AR

6. Mano en posición funcional: Extensión del carpo de 20 a 30°, pulgar y articulaciones de los dedos en semi flexión.

7. Ejercicios pasivos: Ejercicios terapéuticos que se aplican sobre las estructuras afectadas, sin que el paciente realice ningún movimiento voluntario.

8. Ejercicios asistidos: Realizados por el paciente con su propia fuerza de forma voluntaria auxiliados por el fisioterapeuta.

Deformaciones articulares

Una articulación es normalmente, la unión de dos huesos que se ensamblan y se mueven con suavidad uno con el otro, gracias a la cubierta de cartilago en el área de contacto, en una articulación artrítica la inflamación causada por la proliferación sinovial origina erosiones del cartilago articular, el hueso y los tejidos blandos, los tejidos inflamados pueden estirar las estructuras de apoyo de las articulaciones, como los ligamentos y tendones que sostienen los huesos, causando desequilibrio muscular y tendinoso, (luxación)⁹ y (subluxación)¹⁰ de las articulaciones (Vainio K, p. 122).



- Hueso
- Cartilago Articular
- Membrana sinovial
- Tendones
- ▲ 7. Daño artrítico
- Daño Artrítico
- Erosión ósea
- Cartilagos invadidos y destruidos por la sinovitis, se vuelven irregulares
- Inflamación de la membrana sinovial sinovitis
- Los tejidos inflamados pueden causar inestabilidad articular
- Dibujo esquemático de la articulación Interfalángica Distal IFD, con sus principales partes.

En cuanto a la incidencia de las articulaciones afectadas varía de acuerdo a si la enfermedad es de inicio o de larga evolución (Díaz Petit J., 2002, p.12).

Articulación	Enfermedad inicial	Enfermedad avanzada
Metacarpofalángicas	52	87
Muñecas	48	82
Interfalángicas proximales	45	63
Metatarsofalángicas	43	48
Hombros	30	47
Rodillas	24	56
Caderas	18	53
Codos	14	21

▲ Cuadro 3. Porcentaje de la afectación articular en la AR

9. Luxación: lesión cápsulo-ligamentosa con pérdida permanente del contacto de las superficies articulares.

10. Subluxación: Desplazamiento de una articulación por estiramiento de tejidos blandos, desencadenando múltiples problemas físicos.



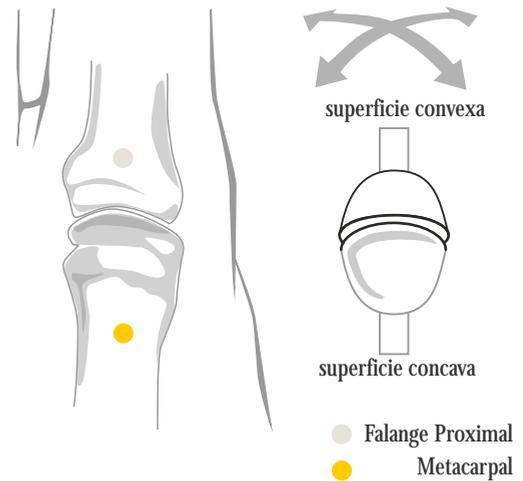
1.2 Desviación Cubital

La deformación articular en la que me enfocó es la Desviación Cubital en Articulaciones Metacarpofalángicas (MCF), en este capítulo abordaré desde la anatomía y funcionamiento normal de la articulación MCF, hasta la naturaleza de la deformación a partir de su proceso patológico, delimitando la etapa o grado en el cuál es recomendado el uso de férulas por parte de especialistas en ortopedia.

Anatomía de la articulación MCF

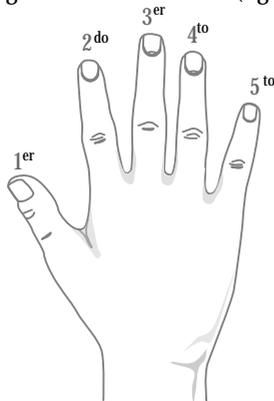
Las articulaciones grandes de la mano en la base de cada dedo se conocen como Metacarpofalángicas, sus siglas son MCF. Considerada la articulación más importante del dedo, desde el punto de vista funcional, actúan como una compleja bisagra para llevar a cabo los movimientos de agarre y prensión.⁵

Estas articulaciones se encuentran entre las cabezas convexas de los huesos metacarpales que se insertan en las superficies concavas de los huesos de las falanges proximales (fig. 8), esta forma les permite movimientos en dos planos; sagital y frontal, por esa razón se les conoce como (articulación condílea)¹¹ con excepción de la articulación del pulgar.⁶

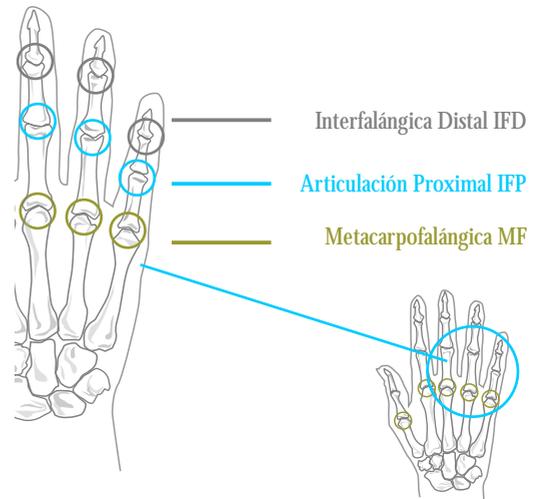


▲ 8. Articulaciones Metacarpofalángica
Dibujo esquemático del V dedo, mano derecha. Vista palmar

En cada mano la articulación metacarpofalángica, conecta los huesos metacarpales con los huesos de la falange en los cinco dedos (fig. 9).



- 1^{er}: Pulgar
- 2^{do}: Dedo índice
- 3^{er}: Dedo medio
- 4^{to}: Dedo anular
- 5^{to}: Dedo meñique



▲ 9. Articulaciones de los dedos
Dibujo esquemático de la mano derecha vista palmar

5. Anatomía de la Articulación MCF. Recuperado enero 2011, http://en.wikipedia.org/wiki/Metacarpophalangeal_joint

6. Metacarpophalangeal joint. Recuperado enero 2011 <http://www.medcyclopaedia.com>.

11. Articulación condílea: Articulación que permite realizar movimientos de flexión, extensión, aducción, abducción y circunducción. Consultar p. 17.

La articulación Metacarpofalángica MCF junto con las articulaciones de la muñeca, resultan afectadas en las primeras etapas de la AR.

La desviación cubital se le considera un desplazamiento progresivo de las articulaciones MCF hacia el cubito, aproximadamente un tercio de pacientes con AR pueden presentar este tipo de deformación.⁷ Diversos factores contribuyen al avance de esta deformidad; anatómicos, funcionales y (patológicos)¹² mencionaré solo algunas causas en cada factor.

En el factor anatómico, esta la asimetría y la inclinación cubital de las cabezas metacarpales, la dirección de empuje de los tendones flexores y extensores; en el factor funcional se encuentra la gravedad, la fuerza de oposición del pulgar con los otros dedos y por último el factor patológico que es el resultado de la inflamación crónica de las articulaciones que causan daños en la cápsula articular y los ligamentos que la rodean provocando la pérdida del equilibrio muscular.⁸

7. Ulnar deviation. Recuperado enero 2011. de http://en.wikipedia.org/wiki/Ulnar_deviation

8. Causes of Ulnar Drift in Rheumatoid Arthritis. Recuperado enero 2011, de <http://www.orthopaedia.com>

12. Patología: Parte de la medicina encargada del estudio de las enfermedades en su más amplio sentido, es decir, como procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas.

Como se ha mencionado la desviación cubital, es una deformación progresiva, que puede desarrollarse en las dos manos o si se llegará a desarrollar solo en una con frecuencia es la mano derecha (Vainio K, p. 122).

De acuerdo a la severidad o grado de avance de la Desviación Cubital, esta se divide en tres etapas (Courtyllon A, p. 3).

Etapa inicial:

La desviación solo es visible durante la flexión de las articulaciones Metacarpofalángicas (fig. 10). Se presenta contracción y debilidad en los (músculos interóseos dorsales)¹³ y laxitud (falta de fuerza o de tensión) del ligamento colateral radial. Mayor movilidad lateral de las articulaciones MCF. Desplazamiento cubital de los tendones flexores, especialmente del 5^{to} y 4^{to} dedos.

Etapa de estado:

La desviación se vuelve permanente, en flexión y extensión de las articulaciones MCF, pero se puede frenar su progreso.

Se desarrolla la subluxación palmar de las falanges, existe una falta de extensión completa activa de las de las articulaciones MCF, lo que lleva a una (contractura)¹⁴, durante la flexión.

Desplazamiento cubital de los tendones extensores al borde cubital de la palma de la mano.

Presión en los músculos del hipotenar (eminencia en tendón) (fig. 11).

Luxación del extensor cubital del carpo (ECU).

Etapa de desviación Fija:

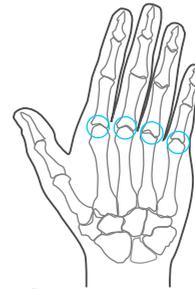
Desviación irreducible la deformidad es fija, y poca o ninguna corrección pasiva es posible (fig. 12). Se presenta desviación radial de la muñeca y deformación de cuello de cisne en la articulación interfalángica proximal.

13. Interóseos dorsales: cuatro músculos que sirven para la abducción de los dedos, es decir el movimiento que los aleja del dedo medio (p. 15).

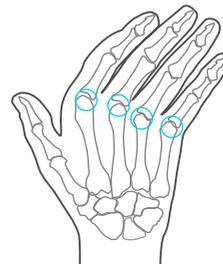
14. Contractura: contracción continuada e involuntaria del músculo.



▲ 10. Etapa inicial
Dibujo esquemático, vista dorsal de la mano derecha



▲ 11. Etapa de estado
Dibujo esquemático, vista dorsal de la mano derecha



▲ 12. Etapa de Desviación fija
Dibujo esquemático, vista dorsal de la mano derecha

De acuerdo a las conclusiones de la investigación, en el primer periodo o etapa de comienzo de la Desviación Cubital, es posible la corrección activa asistida con un alto porcentaje de resultados favorables.

En esta etapa, muchos de los pacientes no tienen una deformidad de los dedos evidente, el uso normal y completo de la mano es posible, pero con limitantes, el diagnóstico suele confirmarse por medio de radiografías (Burgos R., 2006, p. 62-66).

Articulaciones comprometidas

Articulaciones metacarpofalángicas MCF:

En la fase aguda se presenta inflamación entre las articulaciones y durante el reposo se encuentran en una posición de flexión. Su movilidad aumenta en el plano lateral cubital.

Interfalángica Proximales IFP:

Se desarrolla subluxación en las articulaciones (Fearnley R., p.126).

Limitaciones funcionales

El 4^{to} y 5^{to} dedos son los primeros afectados en la desviación cubital (fig. 13).

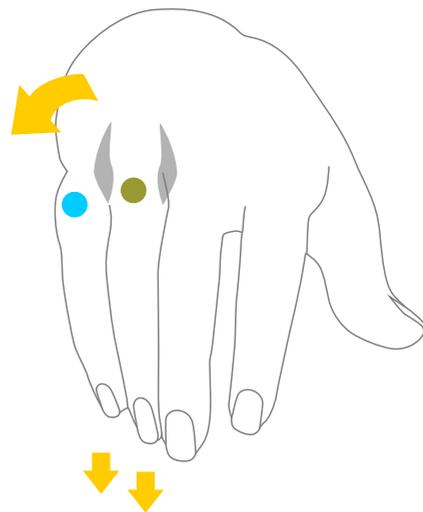
Limitación de movimientos en flexión y en extensión, los pacientes por lo general se quejan de dolor profundo en las articulaciones que se ve agravado por movimientos de agarre y actividades de prensión. Se presenta una limitación en la extensión de las articulaciones Metacarpofalángicas MCF.

Distribución de la deformación.

- 5^{to} Dedo meñique: es primordial para determinar el grado de afectación de los otros dedos, se presentan casos donde puede ser el único afectado.
- 4^{to} Dedo anular: presenta junto con el 5^{to} dedo una mayor flexión.

Todos los dedos se encuentran en aducción (juntos).

Mecánica patológica



- Dirección de las fuerzas deformantes
- Contracción y debilidad de los músculos interóseos dorsales

▲ 13. Primer Etapa de la desviación Cubital
Dibujo esquemático de la mano derecha.

1.3 Anatomía y Biomecánica de la mano

Retomando los aspectos más importantes del capítulo anterior la deformación articular en la que se basa este proyecto es la Desviación Cubital en etapa inicial, en la cual los dedos más afectados son el 4^{to} y el 5^{to} (anular y meñique).

En el diseño de férulas para personas con Artritis Reumatoide, se debe considerar cuatro aspectos; el primero la enfermedad o padecimiento, en este caso la Desviación Cubital de las articulaciones MCF, la mecánica patológica de la mano artrítica, las limitaciones y necesidades funcionales del paciente y la anatomía de la mano.

Es fundamental el conocimiento anatómico de la mano no artrítica (normal)*, para establecer parámetros y comparativas con el estado de la mano con desviación cubital en primer etapa, esta información va a determinar requerimientos y a delimitar los objetivos de diseño para la Joyería Ortopédica.

Se abordará el tema desde la anatomía interior (osteoarticular, arcos de la mano y músculos) hasta la anatomía exterior (piel y pliegues palmares) y posteriormente se hablará de los rangos de movilidad articular.

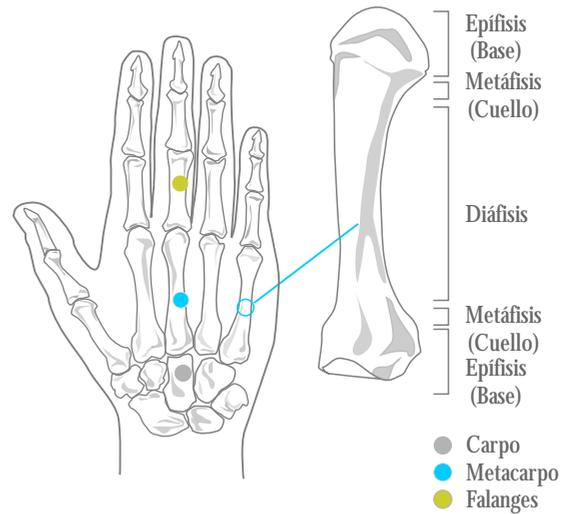
* Normal: hace referencia a la mano sana y que puede realizar todas sus funciones.

Anatomía osteoarticular

Un total de 27 huesos constituyen el esqueleto de la muñeca y mano, divididos en tres grupos: el carpo, los metacarpianos y las falanges.

La mano tiene 5 huesos metacarpales, cada metacarpal se caracteriza por tener una base, cuello y cabeza (fig. 14) el primer hueso metacarpal (pulgarte), es el más corto y mas móvil, los otros cuatro metacarpales se unen con el trapezoide en cada cabeza distal metacarpal articulando con las falanges proximales.

Cada dígito tiene 3 falanges (proximal, media y distal).



▲ 14. Anatomía Ósea de la Articulación MCF
Dibujo esquemático, vista frontal de la mano derecha

Arcos de la mano

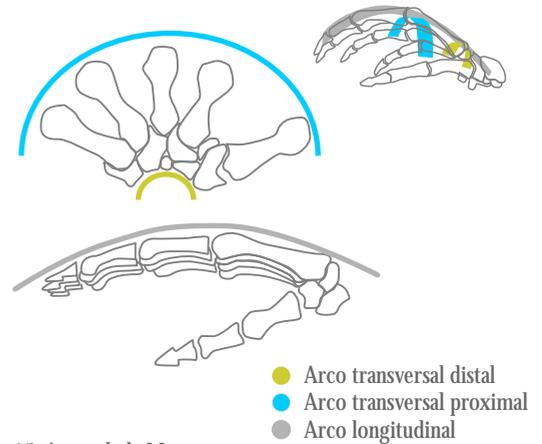
En conjunto el carpo, los metacarpianos y las falanges adoptan la forma de tres arcos, dos transversales (distal y proximal) y un arco longitudinal (fig. 15). Los arcos de la mano permiten que esta se ajuste en el agarre de objetos aumentando la superficie de contacto e información sensorial.

La pérdida de alguno de estos arcos resulta un impedimento en el uso funcional de la mano.

El arco proximal transversal o arco carpal transversal, es un arco relativamente fijo (conserva su posición aun si la mano está abierta).

Arco distal transversal se encuentra en el nivel de la articulación Metacarpofalángica MCF.

El arco longitudinal va desde la muñeca hasta la punta de los dedos, se profundiza con la flexión de los mismos.



▲ 15. Arcos de la Mano

Músculos Interóseos Dorsales

Son cuatro músculos, situados en cada uno de los espacios interóseos. Se nombran del 1° al 4° y de afuera hacia adentro (fig. 16).

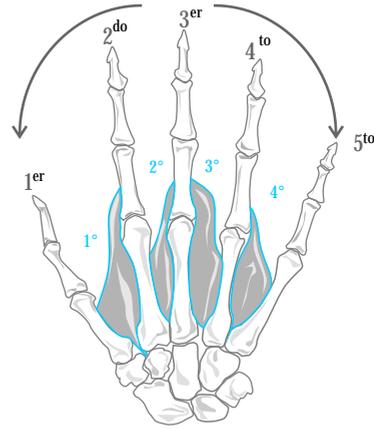
Se originan en la (diáfisis)¹⁵ de los metacarpianos vecinos, se insertan en la base de la 1ª falange del dedo por su cara dorsal y en su aparato extensor.

Por tanto:

- 1^{er} Dedo (pulgar): no tiene ningún interóseo dorsal.
- 2^{do} Dedo (índice): tiene 1 interóseo dorsal.
- 3^{er} Dedo (medio): tiene 2 interósseos dorsales.
- 4^{to} Dedo (anular): tiene 1 interóseo dorsal.
- 5^{to} Dedo (meñique): no tiene ningún interóseo dorsal

Función

Los músculos interóseos dorsales permiten la abducción de los dedos, es decir, el movimiento que los separa del dedo medio.



▲ 16. Músculos interóseos dorsales
Dibujo esquemático de la mano derecha, vista dorsal

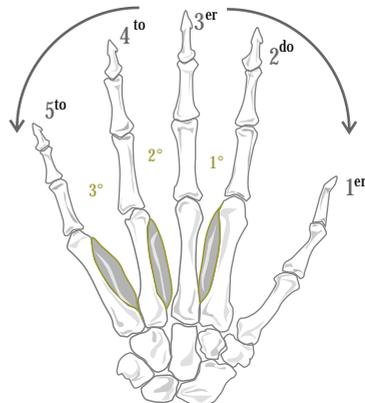
Músculos Interóseos Palmares

Los interóseos palmares son tres músculos, enumerados; se originan en la base de los metacarpianos de los dedos 2^{do}, 4^{to} y 5^{to}, y se insertan en la (aponeurosis dorsal)¹⁶ (fig. 17).

- 1^{er} Dedo (pulgar): no tiene ningún interóseo palmar.
- 2^{do} Dedo (índice): tiene 1 interóseo palmar.
- 3^{er} Dedo (medio): no tiene ningún interóseo palmar.
- 4^{to} Dedo (anular): tiene 1 interóseo dorsal.
- 5^{to} Dedo (meñique): tiene 1 interóseo dorsal.

Función

Actúan como aductores (aproximación de los dedos) y en la flexión de las articulaciones MCF.



▲ 17. Músculos interóseos palmares
Dibujo esquemático de la mano derecha, vista palmar

15. Diáfisis: Porción central o cuerpo de los huesos mas largos.

16. Aponeurosis: Variedad de tendón que tiene como función principal unir músculos a otras partes del cuerpo.

La piel está formada por dos capas, la capa externa se denomina epidermis y la interna dermis. La piel del dorso y la palma de la mano, tienen diferentes características:

La piel del dorso se le conoce como piel estática; es delgada y flexible, se inserta en el esqueleto de la mano sólo por (tejido areolar).¹⁷

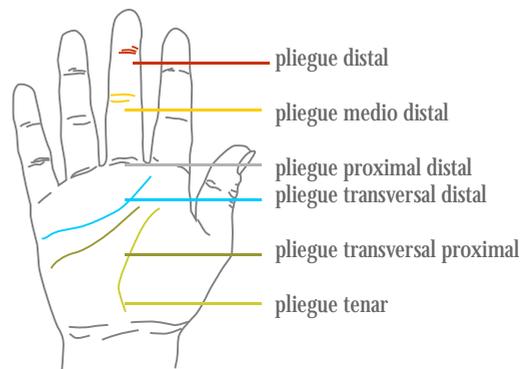
La superficie de la piel en la palma de la mano está profundamente anclada a las estructuras de los pliegues palmares, es gruesa y glabra (sin vellocidades), estas características brindan estabilidad a la piel en las actividades de agarre, además se encuentra sometida a las variaciones de tensión en los movimientos.⁸



▲ 1. Piel dorsal de la mano
Manos, doctorignaciomariano.blogdiario.com

Pliegues palmares

Pliegues de Flexión Palmar son las líneas pronunciadas, que se forman en las zonas sometidas a repetidos movimientos de flexión (fig. 18).



▲ 18. Pliegues palmares
Dibujo esquemático, vista palmar de la mano derecha

9. Guía de Músculo. Recuperado febrero 2011.
<http://www.musculos.org>

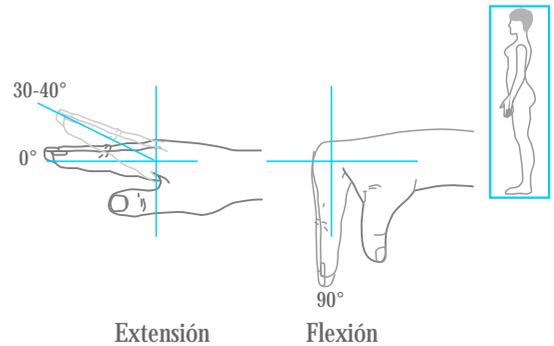
17. Tejido areolar: Se conoce como "tejido conectivo laxo", une a los diferentes tipos de tejidos, proporcionando flexibilidad y amortiguación en los movimientos.

Rangos de movilidad articular

Movimiento de la articulación en plano sagital

La flexión y extensión son movimientos opuestos, en la flexión disminuye el ángulo entre los huesos articulares, mientras que en la extensión aumenta (Jacobs M. L., 2003, p. 2) (fig 19).

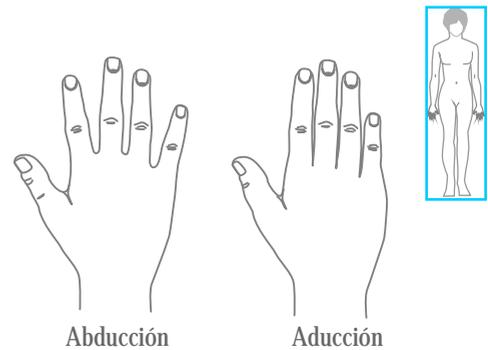
La flexión activa alcanza casi 90° en el índice y aumenta de manera progresiva hasta el meñique, (cuando se flexionan todos los dedos a la vez), ya que la flexión aislada de un dedo esta limitada por el ligamento palmar interdigital (Viladot A., 2000, p.173) La extensión activa puede alcanzar de 30 a 40°, según variaciones individuales fisiológicas.



▲ 19. Movimiento de la articulación en plano sagital
Dibujo esquemático de la mano derecha

Movimiento de la articulación en plano Frontal

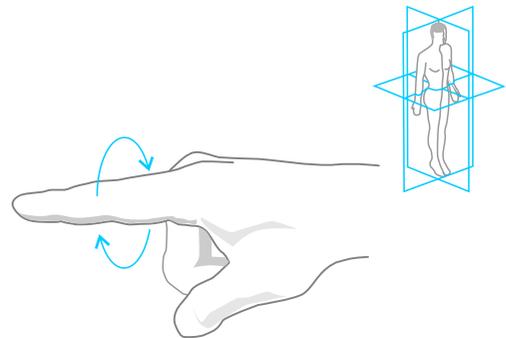
El movimiento abducción de los dedos (separación) ocurre en los interóseos dorsales y la aducción de los dedos (acercamiento hacia el dedo medio) ocurre en los interóseos palmares, ambos movimientos se desarrollan en el plano frontal o coronal (fig. 20).



▲ 20. Movimiento de la articulación en plano Frontal
abducción (separación) y aducción (juntar)

Movimiento de Circunducción

La circunducción es un movimiento circular que combina la flexión, extensión, separación y aproximación, de tal forma que en la falange distal el movimiento dibuja un círculo (fig. 21).



▲ 21. Movimiento de circunducción del 2º dedo (índice) de la mano derecha.

Biomecánica del movimiento de agarre

Cuando se toman objetos la mano se abre y se aplana de tal forma que el contacto con el objeto se establece en las (eminencias tenar)¹⁸ e (hipotenar)¹⁹ en las cabezas de los metacarpianos y en las superficies de las falanges proximales.

La libertad relativa del índice es importante al momento de tomar objetos (Field D, 2000, p.116)

Prensión (agarre):

La forma en que se emplea la mano depende de varios factores entre los que destacan el tamaño, forma y peso del objeto, así como el uso que se haga con él. En términos generales la prensión se puede clasificar en:

Prensión de precisión

El objeto suele ser pequeño y a veces frágil. Se toma entre los (pulpejos)²⁰ de los dedos, que se ajustan y adaptan a la forma del objeto. La acción comprende movimientos de rotación de la articulación carpometacarpiana y MCF del pulgar, así como las articulaciones MCF de los otros dedos.

Dentro de esta clase de prensión se identifican varios tipos:

1. Oposición terminal (prensión en pinza): en la que las puntas de los pulpejos y a veces los bordes de las uñas se emplean para coger objetos pequeños y delicados como; tomar un alfiler (fig. 22.1).
2. Oposición subterminal: las superficies palmares del pulgar y el índice u otro dedo entran en contacto, como; tomar un bolígrafo (fig. 22.2).
3. Oposición subterminalateral (asir una llave): la yema del pulgar hace presión sobre el lado de cualquiera de las falanges del dedo, la prensión es menos precisa pero más fuerte (fig. 22.3).

Prensión de fuerza:

Los largos músculos flexores y extensores trabajan en parte para fijar la muñeca y en parte para asir el objeto. Se identifican dos tipos de agarre:

4. Prensión palmar: la más fuerte y en la que toda la mano toma el objeto, el pulgar actúa de contra parte para que los dedos se adapten de acuerdo a la forma del objeto (fig. 22.4).

5. Prensión en gancho: el objeto se toma con firmeza entre la palma, los dedos flexionados, el pulgar no ejerce fuerza alguna, (fig. 22.5).



▲ 22. Diferentes tipos de Prensión

18. Eminencia tenar: masa muscular de la mano, con forma de gota de agua, que constituye la base del pulgar.

19. Eminencia hipotenar: borde de la palma de la mano, opuesta al pulgar.

20. Pulpejo: Parte carnosa y blanda de un miembro pequeño del cuerpo humano.

1.4 Férulas para la Desviación Cubital

El uso normal y constante de la mano con desviación cubital sin ningún apoyo o soporte externo, provocará un rápido progreso en la inestabilidad de las articulaciones MCF (Balcázar J., 2002), aumentando la presión y los esfuerzos por mantener los objetos entre la palma central y los dedos, fomentando la destrucción y sobreestiramiento de los tejidos suaves.

Las férulas para la desviación cubital, tienen como funciones principales; proporcionar soporte y estabilidad a las articulaciones afectadas para controlar el dolor, protección frente a las cargas y tensiones excesivas, reposo a las estructuras articulares debilitadas, limitar la flexión y contribuir a una alineación correcta al ejercer una fuerza sobre los dedos en sentido radial contra el desplazamiento de la desviación cubital (Melvin, Jeanne L,1982).

Principios de las férulas

Las férulas forman parte de la ortopedia ligera, son dispositivos biomecánicos que se sirven de las fuerzas externas para contrarrestar el desequilibrio de las fuerzas internas (Hsu, J. D., 2009, p.5).

Se clasifican según la región anatómica en la que vayan a ser usadas y su mecanismo de función.

Clasificación de acuerdo a la región anatómica:

1. Férulas para extremidad superior: dedos, mano, muñeca, mano-muñeca, brazo, hombro, etc.
2. Férulas para extremidad inferior: pie, tobillo, rodilla, cadera etc.

Clasificación de acuerdo a su función:

Pasivas No articuladas: Existen dos tipos las de uso nocturno y las de uso en el día o funcionales.

Férulas pasivas de uso nocturno

Su principal función es postural o inmovilizadora, estabiliza las articulaciones afectadas, durante la fase de inflamación aguda, manteniendo a la mano en una posición funcional permitiendo que se relajen los ligamentos y partes blandas (fig. 23.1).

Férulas pasivas funcionales

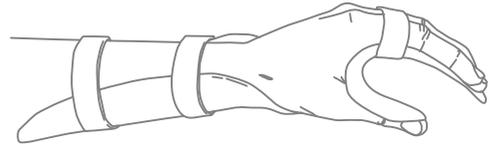
Ofrece protección y reposo de las articulaciones afectadas y permite el uso de las otras articulaciones con determinado Rango de Movimientos (fig. 23.2).

Férulas estáticas progresivas

Usan componentes no dinámicos como cierres de velcro, tornillos o tensores para favorecer una fuerza movilizadora, destinada a recuperar el movimiento articular, son diseñadas para que desarrollen funciones biomecánicas diferentes de acuerdo al desarrollo del proceso patológico (fig. 23.3).

Dinámicas Articuladas

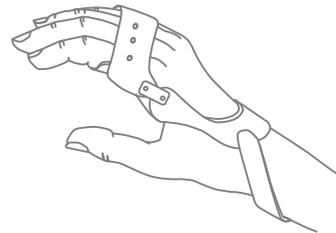
Son importantes para la rehabilitación postoperatoria de la mano artrítica, auxilian la actividad motora residual, sustituyen la actividad motora pérdida por medio de fuerzas constantes y reducidas, utilizando partes móviles que permiten, controlan o favorecen los movimientos (fig. 23.4).



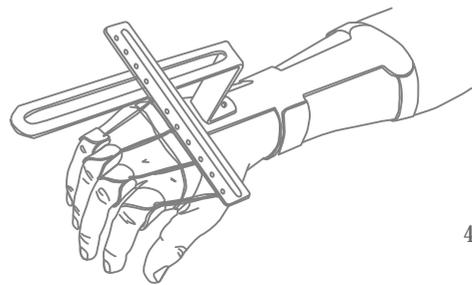
1



2



3



4

▲ 23. Diferentes tipos de Férulas de acuerdo a su función

1.5 Joyería ortopédica

Toda persona con una enfermedad crónica y deformaciones articulares sabe que se enfrenta a un tratamiento ortopédico de largo plazo, hace algunos años los ortopedistas y terapeutas ocupacionales no contemplaban este factor, fabricando y diseñando la mayoría de las férulas en plástico o tela, cuyo tiempo de vida útil no satisfacía los requerimientos del tratamiento.⁹

La joyería ortopédica en plata, se ha vuelto una alternativa que conjuga diferentes beneficios para el paciente los más evidentes y que ya han sido mencionados, son su prolongado tiempo de vida útil y la mayor aceptación de uso en los pacientes.

10. Silver Ring Splints Resources. Consultado agosto 2011
<http://www.silverringsplint.com/>

Desde el paleolítico, el ser humano a utilizado objetos de la naturaleza, minerales y animales como ornamento, para reforzar su imagen o personalidad (Casobó J., 2010, p. 7).

Las joyas son prendas ornamentales llevadas en el cuerpo, que generalmente se fabrican con piedras y metales preciosos, su sentido simbólico se ancla en los parámetros de la estética social.

La joya, puede tener un significado de estatus, poder o simbólico religioso.¹⁰

Una de las características fundamentales de la joyería fina es su durabilidad, pues comúnmente se utilizan en su fabricación (metales nobles)²¹ o sus (aleaciones)²² para mejorar su propiedades.



▲ 2. Joya, Anillo en plata.
GROC | Handmade Jewelry.

Joyería Ortopédica

La Joyería Ortopédica es el resultado de agrupar las características funcionales de una férula (soporte, protección y estabilización a las articulaciones afectadas) y las cualidades y belleza de una joya (material acabados, durabilidad y cualidades formales). Actualmente existen empresas en Europa y Estados Unidos que diseñan y comercializan Joyería Ortopédica, cada una ofrece modelos de férula en plata enfocados a diversas deformaciones articulares. En el análisis de productos análogos se incluyen tres férulas en plata enfocadas en el tratamiento de la desviación cubital:

Siris Buddy Ring Splint de la compañía Silver Ring Splints Brazaletes para la corrección cubital de la empresa holandesa WE-Design y una férula de la empresa británica The Beautiful Splint Company*.



▲ 3. SIRIS 2½ Buddy Ring Splint
<http://www.silverringsplint.com/>

11. Joya. Consultado abril 2011, <http://es.wikipedia.org/>

21. Metales nobles: No reaccionan químicamente con otros compuestos químicos, son poco susceptibles de corroerse y oxidarse

22. Aleación: Mezcla homogénea, que está compuesta de dos o más elementos, de los cuales, al menos uno es un metal.

* Consultar Productos análogos p.30

(Metal de transición)²³ de alto brillo blanco metálico, más duro que el oro, dúctil (permite la formación de hilos o alambres) y maleable (obtención de láminas).

La plata fina (99.9% pureza) es generalmente blanda, esto dificulta la producción de objetos funcionales, por lo que se usan aleaciones con cobre para darle mayor fuerza al material pero preservando su ductibilidad y belleza, esta aleación es conocida como *Plata Esterlina (Sterling)* o *plata Ley*.

Plata esterlina o plata Ley

Aleación de plata pura en un 92.5% y cobre en un 7.5%. La adición de cobre no alteran el color de la plata incluso hasta contenidos del 50%.



▲ 4. Anillo de plata esterlina

Fundición²⁴ a la cera perdida

El moldeo por fundición a la cera perdida o microfundición, es una de las técnicas de orfebrería y joyería más antiguas, se utiliza para obtener piezas iguales a partir de un modelo original.

Este proceso se puede dividir en once etapas:

1. Original o master
2. Moldes
3. Inyección de cera
4. Investido
5. Horneado
6. Fundición
7. Centrifugado
8. Extracción
9. Corte
10. Limpieza de piezas
11. Acabado



▲ 5. Pulsera de plata. Fabricada en microfundición.

23. Metales de transición: de elevada dureza, con puntos de fusión y ebullición altos, buenos conductores de calor y electricidad.

24. Fundición: proceso de producción de piezas metálicas a través del vertido de un metal o una aleación fundida sobre un molde hueco.

Los factores estéticos en la joyería están determinados por la moda y las (tendencias).²⁵

Moda es lo actual, o lo que está en vigor e interesa a la mayoría en un momento determinado. La moda es algo cultural, expresa el espíritu del tiempo y es uno de los indicios más inmediatos de los cambios sociales, políticos, económicos y culturales, los cuales influyen en nuestra manera de vestirnos y desenvolvemos (Escrivá A, 2009, p.96).

Para determinar la tendencia estética que influiría en el diseño final de la Joyería Ortopédica, me enfoqué; en el perfil de usuario* y en que la joyería sería colocada en una parte del cuerpo no habitual, en este caso la parte central de la mano y además las piezas que la integrarían tendrían cierta movilidad.

Concepto:

Armor Jewelry Urban, joyería urbana tipo armadura. Las piezas de joyería basadas en esta tendencia van desde el minimalismo sobrio hasta objetos más vanguardistas, son objetos versátiles y diseñados para partes del cuerpo no convencionales, como: hombros, espalda y manos, en los dedos y en las muñecas es común la extensión de la pieza cubriendo una mayor área de la parte del cuerpo donde se ubique.

Como su nombre lo indica esta tendencia se inspira en las armaduras utilizadas para el combate en el siglo XV, retomando algunos de sus elementos característicos como: la coraza de placas metálicas articuladas, unidas por tiras metálicas.

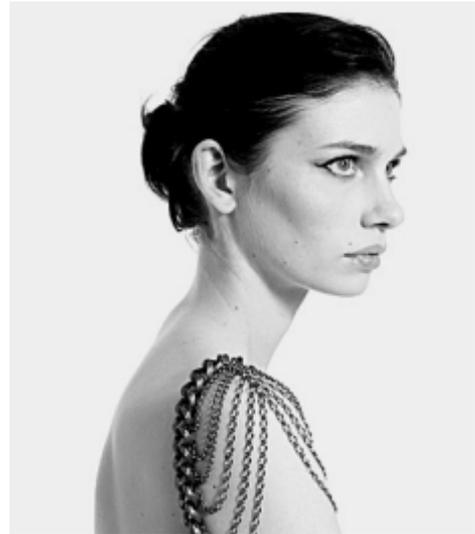
Formas sugeridas: cadenas de tejidos finos y láminas enlazadas en un elemento central, extensión de las piezas cubriendo de dos a tres partes del cuerpo

Materiales: mezcla de metales oro, plata y cobre.

Color: negro, óxidos y colores metálicos.

25. Tendencia: Es un patrón de comportamiento de los elementos de un entorno particular durante un período de tiempo.

*Consultar p. 28, Perfil del usuario.



▲ 6. Joyería para el hombro
<http://www.armorjewelry.com>



▲ 7. Armor Ring
<http://www.armorjewelry.com>



2. Definición del proyecto

Planteamiento del problema

El abordaje de la Medicina Física y de Rehabilitación para el manejo del paciente reumático se extiende a lo largo de las diferentes fases de la enfermedad, haciendo propuestas basadas en los diagnósticos de deficiencia, discapacidad y minusvalía (Méndez S. E.).

En las etapas iniciales de la AR es importante la intervención de la terapia ocupacional y el uso de férulas adecuadas de acuerdo al tipo y grado de deformidad articular.

Bajo estas premisas y retomando que la Desviación Cubital en etapas tempranas se manifiesta frecuentemente en mujeres con una edad promedio de 42 años y estas presentan solo una leve disminución funcional de la mano, específicamente una limitación en la extensión de las art. MCF (p. 12), se determina qué; la paciente puede y debe continuar con la movilidad de sus articulaciones, por lo tanto la férula idónea que reúne las características de soporte y permite la movilidad de la mano es una Férula Funcional.

Férula funcional en la desviación cubital.

El mayor desafío en el diseño de este tipo de férulas es el de conjugar y priorizar los objetivos, por un lado la férula tiene que proporcionar soporte y protección a las articulaciones afectadas y por el otro deberá permitir el uso y la función “normal” de la mano.²⁶

En las etapas iniciales de la desviación cubital las articulaciones afectadas son las metacarpofalángicas (MCF) del 4^{to} y 5^{to} dedos, el soporte que ofrecerá la férula será sobre la falange proximal en el lateral cubital de ambos dedos y sobre la (diáfasis)²⁷ del 5^{to} dedo.

Las actividades más importantes de la mano son la prensión, agarre, manipulación de objetos (p. 18) y ser un vínculo sensitivo con el exterior. Para la continuidad de estas funciones es necesario que la

férula contemple ciertos requerimientos como el no obstruir los movimientos sobre la articulación MCF (flexión /extensión y abducción /aducción) (p. 17) y evitar cubrir una amplia parte palmar o que el volumen del material en este sector de la mano limite la ejecución de las actividades antes mencionadas.

Joyería Ortopédica

A estas particularidades se suma un tercer aspecto el diseñar un elemento ornamental, pues uno de los objetivos de este proyecto es el conjugar las problemáticas planteadas para diseñar un objeto que retome una tendencia basada en el estilo de vida y preferencias del usuario, de tal forma que pueda ser utilizado como joyería para la mano.

26. La función normal de la mano hace referencia a las actividades principales de la mano (prensión y agarre), recordando la leve limitación funcional que se presenta en la desviación cubital

27. Diáfasis p. 14 fig. 14

Objetivos del proyecto

Objetivo general:

1. Diseño de Joyería Ortopédica (férula funcional), fabricada en plata esterlina auxiliar en el tratamiento Ortopédico de la Desviación Cubital de las articulaciones Metacarpofalángicas en etapa inicial, en manos de mujeres con Artritis Reumatoide.

Objetivos Específicos

1.1 Joyería Ortopédica que proporcione soporte, protección y brinde una alineación esquelética óptima de las articulaciones afectadas en la Desviación Cubital en primer etapa.

1.2 El diseño de la Joyería Ortopédica deberá permitir el movimiento articular de las manos del usuario, de tal forma que esté pueda ejercer las actividades de prensión, agarre y toma de objetos.

1.3 Diseñar una Férula Funcional en Plata que conjugue los objetivos antes mencionados en elementos estéticos acordes al perfil del usuario, estilo de vida y necesidades.

1.4 Considerar que la Joyería Ortopédica será fabricada con el proceso de moldeo por fundición a la cera perdida o microfusión.

Ciertas características en el perfil del usuario fueron determinadas por los datos arrojados en la investigación de antecedentes del proyecto (p. 01 - 12)

Usuario de sexo femenino de entre 38 a 50 años de edad, que se encuentre en una etapa inicial de la desviación cubital en las articulaciones MCF.

Otro factor importante para delimitar el perfil del usuario es el nivel socioeconómico²⁸ (Hsu, J. D., 2009), pues este define rasgos como:

- Estilo de vida (medio ambiente en el que vive y trabaja el usuario, así como sus actividades de ocio).
- Nivel educativo (capacidad para comprender el objetivo y las indicaciones para el adecuado uso de la férula).

En México el Nivel Socioeconómico se mide a través de la regla AMAI 10 x 6, que clasifica a los hogares en 6 niveles, considerando 10 variables de acuerdo a las posesiones del hogar y la escolaridad del jefe de familia o persona que más aporta al gasto.

Nivel Socioeconómico A/B

Este es el estrato con el más alto nivel de vida e ingresos del país y representan el 7.2% de la población.

Características de la vivienda:

En su mayoría viviendas propias, grandes y con más de 8 habitaciones en promedio, que cuentan con un sistema óptimo de sanidad y agua corriente dentro del hogar.

Infraestructura Práctica

Poseen todos los enseres y electrodomésticos para facilitar la vida en el hogar y dos automóviles en promedio.

Entretenimiento y Tecnología

Cuentan con todo el equipamiento necesario para el esparcimiento y comunicación dentro del hogar.

Asisten a clubes privados y tienen casa de campo.

Escolaridad del Jefe de Familia

En promedio universitario y posgrados.



▲ 8. Mujer de Nivel Socioeconómico A/B



▲ 9. Vivienda de Nivel Socioeconómico A/B.

28. El nivel socioeconómico es una segmentación del consumidor y define la capacidad económica y social de un hogar.

Argumentación del proyecto

El proyecto de joyería ortopédica se argumenta con tres bases:

Aspecto psicológico y emocional del paciente

Entre las variables que más afectan el factor psico-social del paciente con AR se hallan: la pérdida en mayor o menor grado de su autonomía, debido a la limitación física y funcional y al deterioro de su imagen corporal.

La imagen corporal es una fotografía mental que tenemos de nosotros mismos y a la cual la persona con discapacidad tiene que readaptarse para poder aceptarse en su nueva condición (Reyes G., 2008, p. 3).

Es importante, tomar en cuenta el aspecto psicológico en el tratamiento de un paciente artrítico, pues es común la manifestación de un estado depresivo.

La depresión sigue siendo un grave problema clínico para casi todos los pacientes con AR (Parker y Wright 2005).

La depresión empeora el curso natural de la enfermedad, manifestando un mayor nivel de incapacidad funcional, así como niveles más altos de dolor y por lo tanto la calidad de vida disminuye aún más.

La AR es una enfermedad crónica (durará toda la vida y no tiene cura) actualmente solo es posible estabilizar el proceso y el mantenimiento en la calidad de vida, por ello es importante la motivación del paciente para el cumplimiento y seguimiento de sus tratamientos, ligado a este tema esta la segunda base con que se sustenta este proyecto:

La mayor aceptación de uso

Según Donald Norman en su libro: *Emotional Design: Why we love or hate every day design*, asegura que la emoción influye en la facilidad con que utilizamos los objetos.

Los objetos atractivos funcionan mejor, su atractivo produce emociones positivas, provocando que los procesos mentales sean más creativos y más tolerantes a las dificultades menores.

Esta teoría la obtiene a partir de estudios realizados en biología, neurociencia y psicología.

De acuerdo a las conclusiones de la tesis *Diseño Estético de Ortesis* (Reyes G., 2008), se determina que el usuario de aparatos ortopédicos, prefiere utilizar un objeto funcional y estético visualmente.

El tercer factor con el que se argumenta la Joyería Ortopédica es:

Mayor tiempo de vida útil

Como ya se había mencionado la mayoría de las férulas están contempladas para tratamientos a corto plazo, por esa razón son fabricados en materiales desechables sin acabados y la mayoría sin recubrimientos, su forma se basa en una lámina que envuelve ciertas áreas de la mano, con cierres de velcro cuya vida útil se estima de 6 a 8 meses.

La ventaja de la Joyería Ortopédica es que será fabricada en plata esterlina o plata ley .925, metal cuyas propiedades físicas (extrema dureza y su poca susceptibilidad de corroerse y oxidarse), lo convierten en un material de prolongada vida útil.

2.1 Productos análogos

El mejor resultado que obtendrá el paciente con una férula dependerá de una adecuada elección de acuerdo a las recomendaciones terapéuticas y al conocimiento de los objetivos y pautas para el uso de la misma.

Para la evaluación de los productos análogos se tomaron en cuenta diversos factores: primero se realizó una breve descripción: exponiendo las indicaciones (en que casos se recomienda su uso), el objetivo de la férula (preventivo o correctivo) y el tiempo de uso.

Los aspectos evaluados fueron: el aspecto ergonómico (forma de colocación y retiro, ajuste y comodidad), el aspecto funcional (soporte y estabilidad de la mano y si permite o no el funcionamiento de la mano) y el tiempo de vida de la férula.

Siris 2½ Buddy Ring Splint

Indicaciones:

Desviación cubital en primer periodo

Objetivo:

Alineación y soporte de las articulaciones MCF de tres dedos contiguos (3^{er}, 4^o y 5^o), evita el desplazamiento de los dedos en tijera.

Tiempo de uso:

Férula pasiva funcional para uso diario.

Materiales:

Plata esterlina

Aspecto Ergonómico

Colocación y retiro:

Se coloca como cualquier anillo, se introducen los tres dedos y se ajustan hasta llegar al pliegue palmar proximal.

El usuario puede colocarse y retirarse la férula sin asistencia.

Ajuste:

La forma del anillo provee de soporte y ajuste.

Tallas:

Existen tres espesores de anillo de 3 y 4mm, las medidas de los diámetros las toma el ortopedista o terapeuta ocupacional con el equipo de Medición Siris.

Comodidad:

Por su forma y tamaño, no abarca ninguna prominencia ósea o superficie de contacto palmar.

Aspecto funcional

Estabilidad y Soporte

La férula provee de soporte en una limitada área, no abarca el extremo cubital del muñequete. No ejerce ninguna fuerza activa contra la desviación cubital.

Funcionalidad de la mano

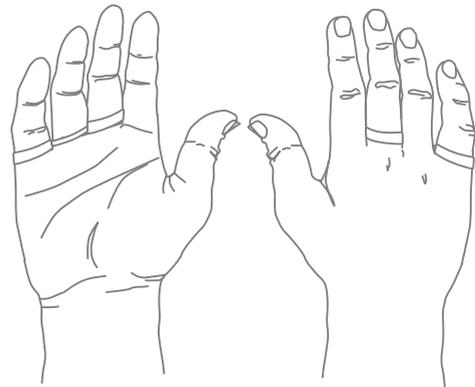
Permite realizar las actividades habituales.

Costo*: \$125 dolares/\$1465 MN.

* Datos consultados el 25 de junio 2011, Silver Ring Splints
<http://www.silverringsplint.com/our-splints/>
Banamex.com: Divisas y Metales. Consultado junio 2011,
<http://www.banamex.com>



▲ 10. Férula para soporte cubital Garris.
Vista Frontal de la férula.



▲ 24. Férula para soporte cubital Garris.
Vista palmar y dorsal de la mano derecha.

Brazaletes para la corrección cubital

Indicaciones:

Desviación cubital menor a 20°

Objetivos:

Brindar soporte lateral cubital desde el 2^{do} al 5^{to} dedos y en la parte lateral radial*.

Tiempo de uso:

Férula pasiva funcional para uso diario.

Materiales:

Plata esterlina

Aspecto Ergonómico

Colocación y retiro:

Se desplaza el brazaletes hacia la parte central de la mano, tratando de posicionar los dedos en los espacios designados para cada uno.

Al paciente se le dificulta encontrar la posición adecuada para la correcta colocación del brazaletes. Los diversos elementos y sus vértices llegan a rozar la piel de la mano.

Ajuste:

Se ajusta en toda la mano por los elementos que se adaptan a sus dimensiones.

Tallas:

Las dimensiones que se adaptan son los diámetros de los anillos y los espacios internos del soporte central.

Comodidad:

Por su forma y tamaño cubre una limitada superficie de contacto palmar.

Aspecto funcional

Estabilidad y Soporte:

Los soportes interfalángicos están unidos a un soporte central, el soporte central abarca desde la parte lateral cubital hasta la parte radial del 2^{do} , dedo y como soporte auxiliar están los elementos interfalángicos.

Funcionalidad de la mano:

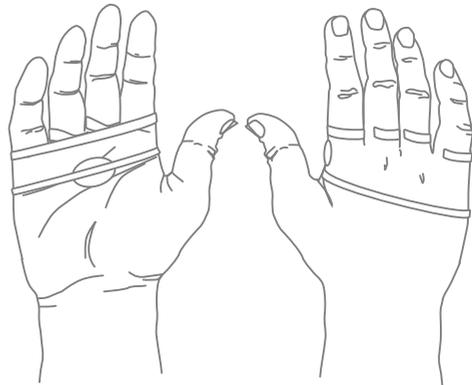
Permite una función parcial de la mano, pues se ve limitada la flexión de las articulaciones MCF.

*Datos consultados el 26 de junio 2011, MCP handbrace

<http://www.silversplints.com/en/>



▲ 11. Brazaletes para la corrección cubital



▲ 25. Brazaletes para la corrección cubital
Correas de Velcro desmontables

Indicaciones:

Desviación cubital en articulaciones MCF

Objetivos:

Soporte y apoyo en puntos clave de la desviación cubital: lateral radial del 2^{do} dedo, falange proximal del 5^{to} dedo y la diáfisis de la art. MCF del mismo*.

Tiempo de uso:

Férula pasiva funcional para uso diario.

Materiales:

Plata esterlina

Aspecto Ergonómico

Colocación y retiro:

Se ubican los dedos (3^{er}, 4^{to} y 5^{to}) y el pulgar en los espacios designados para los mismos, se desplaza y presiona la joyería en la mano.

Debido a que su forma es un elemento continuó, el usuario cuenta con un manual de uso para la correcta colocación de la férula.

Ajuste:

Su forma permite un adecuado ajuste en la mano.

Tallas:

Se adapta a las dimensiones de cada paciente; al ser una forma abierta de plata permite el ajuste de sus dimensiones.

Comodidad:

Por su forma y tamaño, no abarca ninguna prominencia ósea o superficie de contacto palmar.

Aspecto funcional

Estabilidad y Soporte

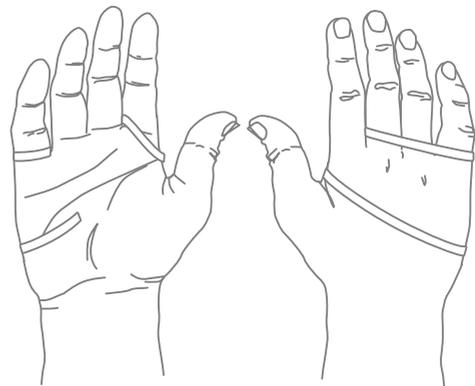
Ofrece puntos de soporte en la parte lateral cubital (debajo del pliegue transversal distal) y sobre la falange proximal de la art. MCF del 5^{to}dedo, estos puntos de soporte parten de un mismo elemento que rodea la mano y sujeta al pulgar

Funcionalidad de la mano

Permite una función parcial de la mano, pues se ve limitada la abducción de los dedos (3^{er}, 4^{to} y 5^{to}) meñique, anular y medio



▲ 12. Brazaete para la corrección cubital



▲ 26. Brazaete para la corrección cubital
Correas de Velcro desmontables

*Datos consultados el 25 de junio 2011, de <http://www.thebeautifulsplintcompany.co.uk/>

Férula Policéntrica con Bisagra

Indicaciones:

Desviación cubital en primer periodo

Objetivo:

Estabiliza la desviación cubital que ocurre en las actividades de pinza y agarre, alineando las articulaciones MCF en un posición neutral a lo largo del eje medio de la mano y el antebrazo.

Tiempo de uso:

Férula funcional para uso diario

Materiales*:

Termoplástico Kydex® ultra delgado (1.6mm) con Plastisol™ (Melvin, Jeanne L, 1982).

Aspecto Ergonómico

Colocación y retiro:

Cinta ajustable que abarca los pliegues palmares de la muñeca hasta los extremos con velcro, situados en la parte dorsal de la mano, cuenta con anillos, del 2 al 5^{to} dedo, maleables, se pueden abrir y cerrar para su fácil colocación, esto es una ventaja si el usuario presenta inflamación en las falanges .

Ajuste

La cinta ajustable, permite el movimiento de la mano evitando el desplazamiento de la férula. Se fabrican cuatro tallas para las manos derecha e izquierda, se toman las medidas de acuerdo al diámetro de los dedos (2^{do} al 5^{to}) sobre las art. MCF.

Tallas

Extra Chica 5.72cm - 7cm

Chica 7cm - 7.62cm

Mediana 7.62cm - 8.57cm

Grande 8.57cm - 9.2cm

Comodidad

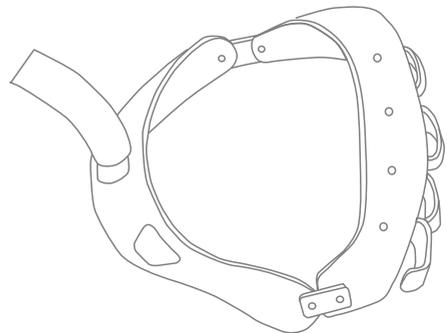
Los extremos distal y proximal, en la parte dorsal de la férula, están fabricados con un material plástico flexible al igual que los anillos de los dedos, que están cubiertos para amortiguar y suavizar el contacto.

La forma de la férula no obstaculiza la toma de objetos y no se encuentra sobre ninguna prominencia ósea.

Datos consultados el 25 de marzo 2011. Polycentric Hinged Ulnar Deviation Splint, <http://www.3pointproducts.com>



▲ 13. Férula Policéntrica con Bisagra.
Vista dorsal y palmar.



▲ 27. Férula Policéntrica con Bisagra.

Férula Policéntrica con Bisagra

Aspecto Funcional

Soporte y Estabilidad

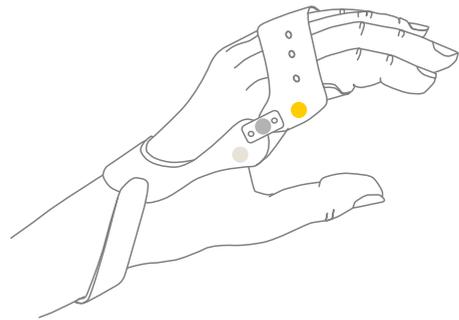
Esta férula está conformada por una parte proximal y una distal, en oposición sobre el dorso (fig. 28), unidas por una bisagra que forma un multieje policéntrico en alineación con las art. MCF, esta férula también incluye componentes de alineación de los dedos que se adjunta en la porción distal. La férula no cuenta con un soporte en el extremo cubital, por lo cual cuando la mano está en reposo, la férula no actúa o ejerce alguna fuerza sobre la articulación.

Funcionamiento normal de la mano

Permite un movimiento controlado de cada articulación.

Las bisagras policéntricas garantizan la libre flexión y extensión de las art. MCF durante su uso diario, pero como la cinta ajustable se coloca sobre los pliegues de la muñeca, esta dificulta la flexión total de la mano.

Costo*: \$84.95 dolares/ \$990 MN



- Elemento Proximal
- Elemento Distal
- Multieje policéntrico

▲ 28. Férula policéntrica con bisagra.
Vista lateral radial.

Banamex.com: Divisas y Metales. Consultado marzo 2011,
<http://www.banamex.com>

Férula de termoplástico para protección

Indicaciones:

Desviación cubital en primer periodo

Objetivo:

Protección de las articulaciones MCF con desviación cubital, manteniendo las articulaciones en una alineación normal con 0 a 25 ° de flexión.

Tiempo de uso:

Férula pasiva funcional para uso diario.

Materiales:

Termoplástico de baja temperatura

Aspecto Ergonómico

Colocación y retiro:

Cinta ajustable con velcro que parte del lateral cubital, hacia la parte dorsal lateral radial (fig. 29)

El paciente puede colocarse la férula de un solo lado, pero si el padecimiento es biaxial, necesita asistencia, pues la férula al no ser flexible dificulta al usuario su colocación.

Ajuste:

La correa en la parte dorsal impide el desplazamiento de la férula durante su uso y ejerce una fuerza para que las falanges se mantengan en aducción.

Tallas:

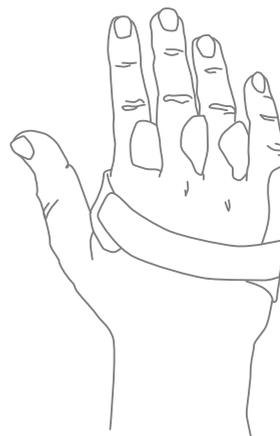
Esta férula se hace a la medida de la mano del paciente, se traza una platilla y se termoforma con agua caliente.

Comodidad:

Todos sus extremos y bordes están redondeados. La férula no se encuentra sobre ninguna prominencia ósea, pero cubre gran parte de la superficie palmar, limitando la superficie de contacto y la transpiración (fig.30).

Peso:

Ligero, aproximadamente 30 g



▲ 29. Férula de termoplástico para protección
Vista dorsal de la mano derecha.



▲ 30. Férula de termoplástico para protección
Vista palmar de la mano derecha.

Férula de termoplástico para protección

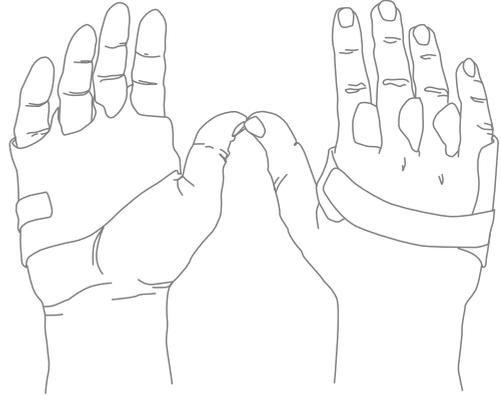
Aspecto Funcional

Soporte y Estabilidad

Tiene una mayor área protección en el extremo cubital rodeando el 5^{to} dedo hasta la parte dorsal, también proporciona soporte para cada dedo (del 2^{do} al 5^{to} en la falange proximal en el lateral cubital).

Funcionamiento normal de la mano

Una de las mayores desventajas de la férula es que abarca desde el pliegue proximal distal hasta parte del pliegue tenar, impidiendo la flexión de las articulaciones MCF, limitando la movilidad del pulgar, por lo tanto no permite el funcionamiento normal de la mano.



▲ 31. Férula de termoplástico para protección

Férula para soporte cubital Garris

Indicaciones:

Desviación cubital en primer periodo

Objetivo:

Reducir la desviación de los dedos en dirección cubital (Garris C.).

Tiempo de uso:

Férula pasiva funcional para uso diario.

Materiales:

Termoplástico de baja temperatura

Aspecto Ergonómico

Colocación y retiro:

Cuenta con una correa ajustable, opcional que parte del lateral dorsal cubital del 5^{to} dedo hacia el eje dorsal de la férula.

Por su material de fabricación rígido se dificulta su colocación y retiro.

Ajuste:

La forma de la férula rodea desde el extremo cubital del 5^{to} dedo hasta los pliegues palmares de la muñeca, esta forma permite un ajuste total en la mano.

Tallas:

Esta férula se fabrica a la medida de la mano del paciente, se traza una plantilla y se termoforma con agua caliente.

Comodidad:

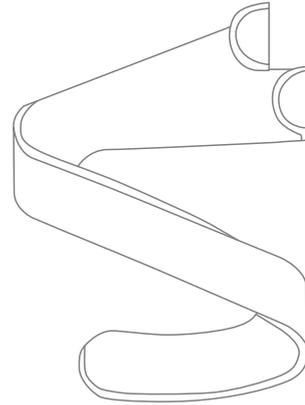
Todos sus bordes y extremos son redondeados, la superficie de la férula no abarca ninguna prominencia ósea y cubre una limitada área de la palma de la mano.

Aspecto Funcional: Soporte y Estabilidad

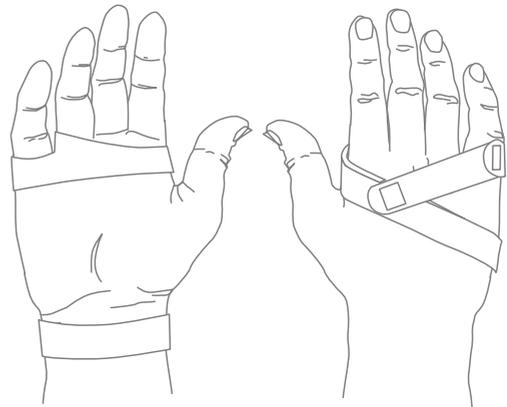
Una ventaja del diseño es que provee de soporte sobre tres puntos clave en la desviación cubital: lateral cubital del 5^{to} y el 4^{to} dedos, la parte radial del 2^{do} dedo y el extremo cubital palmar.

Funcionamiento normal de la mano

Por su material de fabricación no flexible y por su forma se ve restringida la flexión de las articulaciones MCF del 5^{to} y 4^{to} dedos (meñique e índice) y también la flexión total de la mano.



▲ 32. Férula para soporte cubital Garris.
Vista Frontal de la férula.



▲ 33. Férula para soporte cubital Garris.
Vista palmar y dorsal de la mano derecha.

Férula con núcleo de alambre

Indicaciones:

Desviación cubital en primer periodo

Objetivo:

Soporte a las articulaciones MCF y resistencia lateral en contra de la desviación cubital, permite una ligera flexión de las articulaciones MCF y el uso normal de la mano.

Tiempo de uso:

Férula pasiva funcional para uso diario.

Materiales:

Estructura interna de alambre termosellada en espuma de polietileno.

Aspecto Ergonómico

Colocación y retiro:

Cuenta con dos correas de velcro desmontables que parten del extremo radial y rodean la mano abarcando el área dorsal (f. 12).

La ubicación y el tipo de cierres de velcro, permiten al paciente la colocación y el retiro de la férula de una forma sencilla y sin asistencia aún si la deformación es biaxial (en las dos manos).

Ajuste:

Las dos correas desmontables permiten dos tipos de ajuste el primero es para la colocación y retiro de la férula, y el segundo es en la parte dorsal, donde se ajustan los extremos de las cintas, contribuyendo a la aducción de los dedos, ambas correas evitan el deslizamiento de la férula durante su uso.

Tallas:

Existe tres tallas para la mano derecha e izquierda de acuerdo al ancho de las art. MCF del 2^{do} al 5^{to} dedos

Chica 5.7cm a 7cm

Mediana 7.3 a 8.3 cm

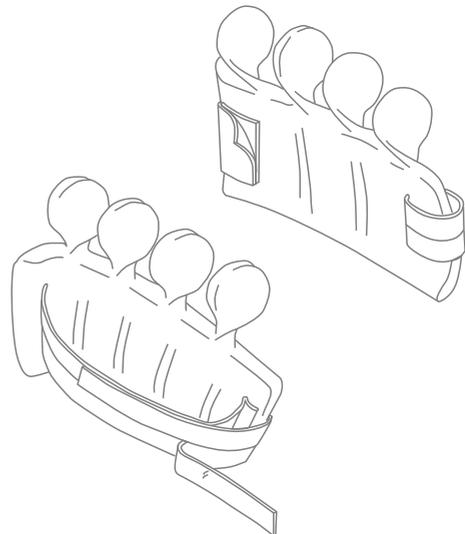
Grande 8.3 a 9.5 cm

Comodidad:

La férula esta recubierta de espuma de polietileno (Barber M.), material acolchonado y flexible que provee de soporte y confort durante su uso.



▲ 14. Férula con núcleo de alambre
Vista dorsal y palmar



▲ 34. Férula con núcleo de Alambre.
Correas de Vélcro desmontables

Férula con núcleo de alambre

Una desventaja de esta férula es que cubre más de la mitad de la superficie palmar central, obstruyendo la transpiración.

Peso:

Ligero, aproximadamente 28.34 g.

Aspecto funcional.

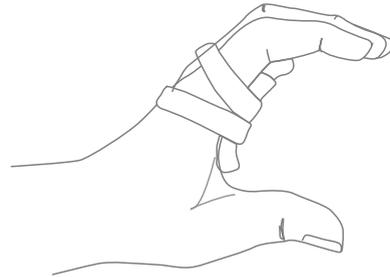
Soporte y Estabilidad:

El marco interior de alambre de la férula, rodea el 5^{to} dedo (meñique), dando un mayor soporte en el extremo cubital, además cuenta con separadores interfalángicos (del 5^o al 4^o dedos) cuya estructura interna de alambre se gira hacia el lado radial, para que ejerzan una fuerza contraria a la desviación.

Funcionamiento normal de la mano:

La férula permite que el paciente pueda ejercer movimientos de prensión, porque el marco interior de alambre, se adapta a la forma del arco palmar, permite el libre uso del pulgar y la flexión de las articulaciones MCF, pero esta última se ve limitada por el espesor de la férula en la parte palmar y como consecuencia el usuario tiene dificultad para asir objetos (llevar a cabo la prensión de precisión y la prensión palmar), además de que se ve limitada la superficie de contacto palmar.

Costo *:\$372.22 MN



▲ 35. Férula con núcleo de alambre
Vista lateral radial.

* Datos consultados en marzo 2011, LMB Soft-Core™

<http://www.ncmedical.com>

Banamex.com: Divisas y Metales. Consultado marzo 2011,

<http://www.banamex.com>

Evaluación de Productos análogos

A cada férula analizada se le asignó una calificación, de acuerdo a si cumplía o no con los tres parámetros determinados en cada aspecto evaluado (cuadro 4).

Se decidió no evaluar el aspecto ergonómico del peso ya que todas las férulas analizadas cumplían este factor.

Las calificaciones asignadas fueron:

Cumple un parámetro =1

Cumple dos parámetros=2

Cumple tres parámetros=3

Aspectos y parámetros a evaluar:

Aspecto ergonómico: Colocación y retiro

- Si el usuario por sí mismo es capaz de colocar y retirar la férula.
- Si el usuario puede colocarse y retirarse la férula aún si la desviación es biaxial (en las dos manos).
- Semiótica (la férula comunica como debe ser colocada).

Ajuste

- Individual (variabilidad de tallas, elementos elásticos o cierres ajustables).
- En la colocación.
- Durante el uso de la mano.

Comodidad

- Bordes redondeados
- Transpiración de la piel.
- Presión sobre prominencias óseas.

Aspecto Funcional

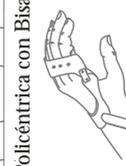
- Soporte.
- Protección a la articulación afectada.
- Estabilización de las articulaciones.

Permite el funcionamiento de la mano

- Superficie de contacto palmar.
- Movilidad del pulgar.
- Flexión de las articulaciones MCF.

Tiempo de vida

Se evaluó el tiempo de vida aproximado de la férula de acuerdo a sus materiales de fabricación a los tipos de cierres o elementos de ajuste con los que cuenta.

Aspecto ergonómico			Aspecto funcional			Funcionamiento de la mano	Tiempo de vida
Modelo de Férula	Colocación y retiro	Ajuste	Comodidad	SopORTE y estabilidad	Funcionamiento de la mano	Funcionamiento de la mano	Tiempo de vida
<p>Siris 2½ Buddy Ring Splint</p> 	<p>3</p> <p>Se colocan como cualquier anillo, el usuario puede colocarse y retirarse la férula sin asistencia.</p>	<p>3</p> <p>La forma del anillo ajusta adecuadamente en las partes de la mano donde se ubica.</p>	<p>3</p> <p>Por su forma y tamaño cubre una limitada área de la superficie palmar</p>	<p>1</p> <p>Provee de soporte en una limitada área.</p>	<p>3</p> <p>No obstruye el movimiento de ninguna articulación.</p>	<p>Mayor a 3 años</p>	
<p>Brazaletes para la corrección cubital</p> 	<p>2</p> <p>Sus diversos elementos llegan a rozar la piel de la mano.</p>	<p>3</p> <p>Se ajusta de manera óptima en las partes de la mano donde se ubica</p>	<p>3</p> <p>Su forma y dimensiones evitan el contacto en prominencias óseas.</p>	<p>3</p> <p>Elemento central que proporciona soporte en el lateral cubital y radial y soportes interfalángicos.</p>	<p>2</p> <p>Permite una función parcial de la mano, pues se ve limitada la flexión de las art. MCF.</p>	<p>Mayor a 3 años</p>	
<p>Joyería para de la desviación cubital</p> 	<p>3</p> <p>Cuenta con un manual para su correcto uso y su forma facilita su colocación</p>	<p>3</p> <p>Su forma permite un adecuado ajuste en la mano.</p>	<p>3</p> <p>No abarca ninguna prominencia ósea o superficie de contacto palmar.</p>	<p>3</p> <p>Abarca la parte lateral cubital en dos puntos unidos a un mismo elemento que rodea la mano.</p>	<p>2</p> <p>Abducción limitada de los dedos meñique, anular e índice.</p>	<p>Mayor a 3 años</p>	
<p>Férula Policéntrica con Bisagra</p> 	<p>3</p> <p>Solo cuenta con una cinta con velcro que se ajusta en la parte dorsal.</p>	<p>2</p> <p>No existen elementos de ajuste que abarquen el área de las art. MCF</p>	<p>3</p> <p>No obstaculiza la toma de objetos, no se encuentra sobre ninguna prominencia ósea y permite la transpiración</p>	<p>1</p> <p>No cuenta con elementos de soporte en el extremo cubital o en las art. MCF.</p>	<p>2</p> <p>La cinta ajustable se encuentra sobre los pliegues palmares de la muñeca limitando la flexión de la misma.</p>	<p>De 6 a 8 meses</p>	
<p>Férula de termoplástico para protección</p> 	<p>2</p> <p>La férula esta fabricada en un material rígido que dificulta la colocación y el retiro de la misma.</p>	<p>3</p> <p>Férula fabricada a la medida del usuario</p>	<p>2</p> <p>Abarca parte de la superficie palmar, al ser fabricada en un material termoplástico y sin aeroverntilas se dificulta la transpiración.</p>	<p>3</p> <p>Protección en el extremo cubital y soportes para cada dedo.</p>	<p>1</p> <p>Se encuentra sobre pliegues palmares, impidiendo la flexión de las art. MCF y la movilidad del pulgar.</p>	<p>De 4 a 6 meses</p>	
<p>Férula para soporte cubital Garris</p> 	<p>2</p> <p>La férula esta fabricada en un material rígido que dificulta la colocación y el retiro de la misma.</p>	<p>3</p> <p>Férula fabricada a la medida del usuario</p>	<p>3</p> <p>La superficie de la férula cubre una limitada área de la palma de la mano, permitiendo la transpiración*.</p>	<p>3</p> <p>Una ventaja de este diseño es que provee de soporte sobre tres puntos clave en la desviación cubital*.</p>	<p>2</p> <p>La forma de la férula dificulta la flexión de las art. MCF y la flexión total de la mano.</p>	<p>De 4 a 6 meses</p>	
<p>Férula con núcleo de alambre</p> 	<p>3</p> <p>La ubicación y el tipo de cierres de velcro, permiten al paciente la colocación y el retiro de la férula.</p>	<p>3</p> <p>Se fabrica en tres tallas y cuenta con dos correas desmontables que impiden el deslizamiento de la férula.</p>	<p>2</p> <p>Abarca gran parte de la superficie palmar y dificulta la transpiración.</p>	<p>3</p> <p>Mayor protección en el perfil cubital de la mano y separadores interfalángicos.</p>	<p>2</p> <p>Limita la superficie de contacto, la flexión de las articulaciones MCP y la movilidad del pulgar.</p>	<p>De 5 a 6 meses</p>	

*Consultar p.37.

▲ Cuadro 4. Evaluación de Productos analógicos

Se analizaron siete férulas funcionales, las tres primeras se les considera Joyería Ortopédica (férulas en plata) las cuatro restantes son frecuentemente indicadas a pacientes con desviación cubital en primeras etapas.

El primer aspecto evaluado fue la colocación y retiro, las férulas que obtuvieron un mejor resultado son: la férula con núcleo de alambre, la férula Policéntrica con Bisagra, Siris 2½ Buddy Ring y Joyería para de la desviación cubital de la empresa The beautiful Splint, en el caso de las dos primeras la fácil colocación y retiro se asocia a su material de fabricación flexible, el paciente puede manipularlo o adaptarlo (abrirlo o cerrarlo) al colocarlo y retirarlo, en el caso de las férulas en plata es gracias a su forma simple y delimitada.

El segundo aspecto fue el ajuste aquí las férulas mejor evaluadas fueron las que están fabricadas con termoplásticos de baja temperatura, porque se diseñan a la medida de la mano del usuario y además cuentan con cintas elásticas y cierres de velcro, en este aspecto las férulas en plata también obtuvieron un puntaje alto, porque su fabricación es personalizada (se adaptan a las diversas medidas de la mano).

En general todas las férulas evaluadas cumplieron el aspecto de comodidad excepto: la férula con núcleo de alambre y la férula de termoplástico para protección, porque cubren parte de la superficie palmar (debajo del pliegue transversal distal), limitando la transpiración en esta área y la superficie de contacto.

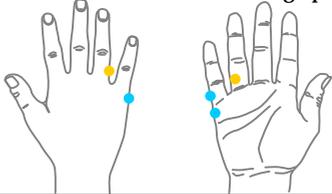
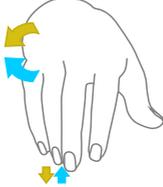
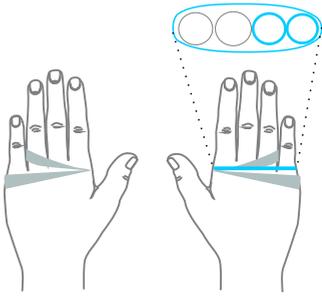
En el aspecto funcional, se resaltan aquellas férulas, que contemplan la protección del extremo cubital del dedo meñique, la parte proximal cubital del 4^{to} y 5^{to} dedos y que abarcan el extremo radial del 2^{do} dedo.

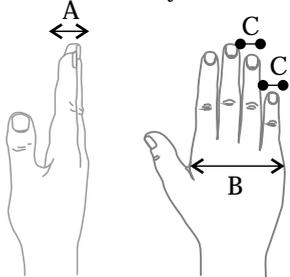
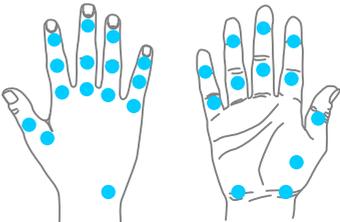
Las férulas que se evaluaron se les considera férulas funcionales, porque deben de permitir la movilidad aunque sea limitada, la mano debe ser capaz de realizar las funciones de prensión y agarre. La Férula de termoplástico para protección, fue la que obtuvo el puntaje más bajo en el aspecto de permitibilidad de funcionamiento de la mano debido a que la superficie de está abarca pliegues palmares, limitando la movilidad de las articulaciones.

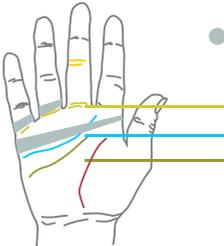
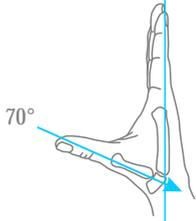
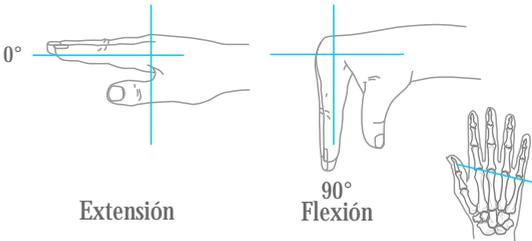
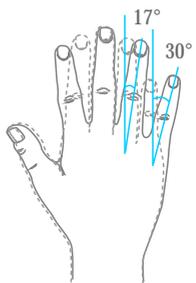
El Tiempo de vida, como se menciono, fue estimado dependiendo de los materiales de fabricación y los tipos de cierres. En las férulas de termoplástico se estimo de 4 a 8 meses el tiempo de vida útil, pues estos materiales se ven afectados por el calor y sustancias abrasivas, además los cierres de velcro no resisten el uso constante y prolongado de una férula funcional, en este factor las férulas mejor evaluadas fueron las férulas en plata, pues se estimo un tiempo de vida útil de 3 años.



2.2 Requerimientos de diseño

Requerimiento	Parámetro
<p>1. Funcionales 1.1 Soporte La joyería ortopédica deberá brindar protección y soporte a la articulación afectada.</p>	<p>Puntos de soporte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Parte palmar y lateral cubital del 5^{to} dedo sobre falange proximal y diáfisis ● lateral cubital del 4^{to} dedo sobre falange proximal 
<p>1.2 Estabilidad en la articulación MCF. Tomar en cuenta que la desviación cubital en primera etapa solo es visible y afecta en mayor medida durante la flexión de las articulaciones Metacarpofalángicas.</p>	<p>Los puntos de soporte y sus elementos de unión deberán proporcionar una fuerza en dirección contraria a la de las fuerzas deformantes.</p>  <ul style="list-style-type: none"> ● Dirección de las fuerzas deformantes ● Dirección de las fuerzas de empuje de la férula
<p>2. Ergonómicos 2.1 Colocación y retiro Considerar que el usuario pueda colocarse y retirarse la joyería ortopédica sin asistencia, aún si la deformación es biaxial (en las dos manos). La joyería ortopédica deberá de tener envolventes definidas para cada una de las partes de la mano donde será colocada de manera que se pueda reconocer la posición correcta de colocación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 5^{to}dedo (meñique): el diámetro de la envolvente será menor al del 4^{to} dedo (dedo anular). Parte central de la mano: será de forma elíptica horizontal - La mayor área de protección se ubicará en el extremo cubital del 5^{to} dedo. 

Requerimiento	Parámetro
<p>2.2 Ajuste Considerar que para un ajuste óptimo de la férula, esta se tendrá que adaptar a las dimensiones del usuario.</p>	<p>Las medidas a considerar son: A. Espesor de la mano sobre las articulación MCF. B. Ancho total en las art. MCF del 2^{do} al 5^{to} dedo C. Diámetro de los dedos 4^{to} y 5^{to}</p> 
<p>2.3 Bordes Redondeados Todos los bordes y extremos de la Joyería Ortopédica tendrán que estar redondeados.</p>	<p>Este requerimiento es importante sobre todo en los pliegues palmares, donde se presenta el movimiento de alguna articulación.</p>
<p>2.4 Transpiración de la piel En el diseño se deberá considerar la permeabilidad, para la libre transpiración de la piel, evitando así la sudoración y el calor excesivos.</p>	<p>Cubrir la menor área de la superficie palmar.</p>
<p>2.5 Presión sobre prominencias Considerar que la piel sobre las prominencias óseas es más delgada y por lo tanto más sensible.</p>	<p>En el diseño formal, evitar la colocación de material rígido sobre estos puntos.</p>  <p>▲ Prominencias de la mano, principios básicos en las férulas de mano, Rebeca Duncan</p>

Requerimiento	Parámetro
<p>3. Movimiento de la mano</p> <p>3.1 Superficie de contacto palmar</p> <p>Cubrir la menor área posible para no afectar la capacidad de percepción y evitar la colocación sobre pliegues palmares, para permitir la movilidad de las articulaciones.</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ● posibles áreas palmares a cubrir pliegue proximal distal pliegue transversal distal pliegue transversal proximal
<p>3.2 Movilidad del pulgar</p> <p>Los principales movimientos del pulgar son la abducción/ aducción, flexión / extensión y la oposición es importante que la férula no abarque el pliegue tenar para garantizar la libre movilidad del pulgar.</p>	  <p>A. Movimiento de abducción B. Movimiento de oposición</p>
<p>3.3 Flexión de las articulaciones MCF</p> <p>Evitar la colocación de la joyería sobre los pliegues transversal distal y transversal proximal, para que no se obstaculice el movimiento de flexión/extensión de las articulaciones MCF.</p>	 <p>0° 90°</p> <p>Extensión Flexión</p>
<p>3.4 Abducción/aducción de las articulaciones MCF</p> <p>Contemplar la movilidad de las articulaciones en el plano frontal sobre todo la art. MCF del 5 dedo (índice) pues posee una mayor amplitud de movimientos de abducción y aducción.</p>	 <p>17° 30°</p>

Imágenes A y B, obtenidas del documento en línea, Ortopédica y Traumatología, Dr. Emilio L. Juan García, 6 marzo 2011 www.traumazaragoza.com

Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor
Escrito por Antonio Viladot Voegeli P. 171, Springer, 2000.



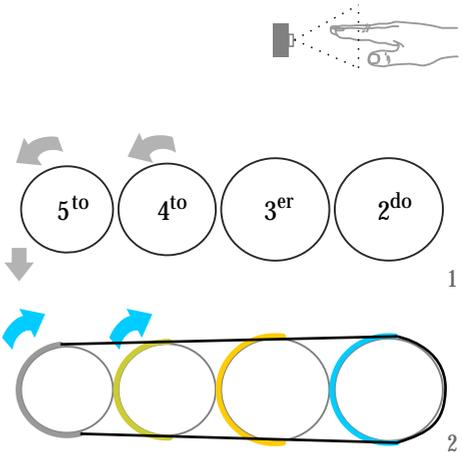
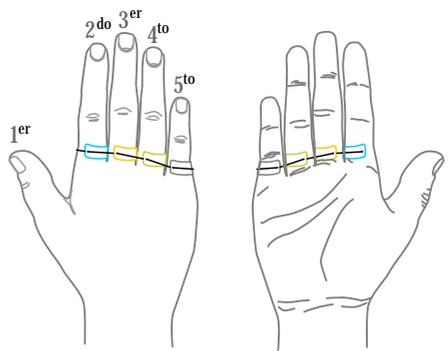
3. Desarrollo de proyecto

El proyecto de Joyería Ortopédica se desarrolló en dos fases; en la primera se diseñaron y elaboraron tres modelos (A, B y C), tomando en cuenta los requerimientos del punto 2 al 3.3, este proceso sirvió para delimitar los requerimientos finales (1 y 1.2)

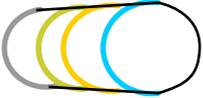
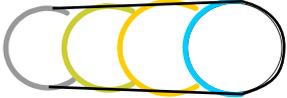
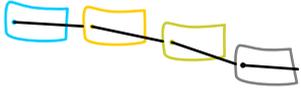
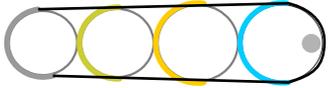
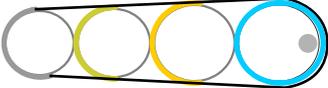
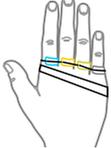
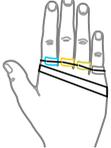
La forma de los modelos A, B y C parten de envoltentes que cubren el perímetro de los dedos (del 2^{do} al 5^{to}), sobre la falange proximal en el lateral cubital. El objetivo de estas envoltentes era actuar en contra de las direcciones de las fuerzas deformantes en la desviación cubital proporcionando un empuje en dirección contraria (radial).

Estas envoltentes fueron elaboradas en lámina de estireno termoformado, se experimento con diferentes tipos de unión: hilos elásticos de diferentes diámetros (modelos A y B), y unión por medio de la forma de las envoltentes (modelo C).

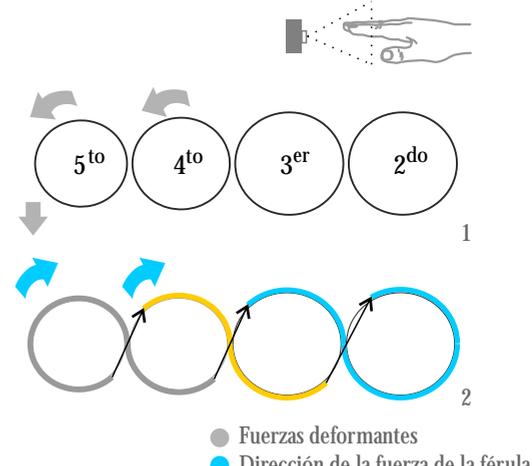
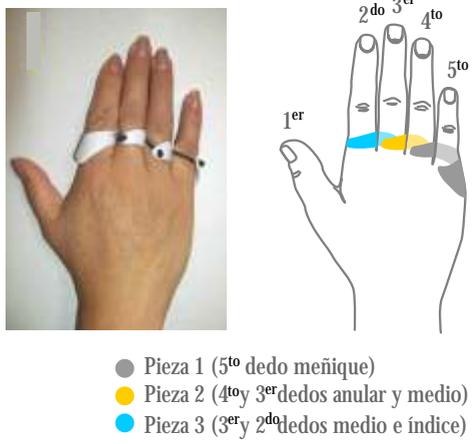
Para comprobar su funcionalidad se realizaron pruebas como: la colocación y el retiro del modelo, ajuste (durante el uso de la mano), la comodidad, el aspecto funcional (soporte y protección a las articulaciones afectadas) y si permitía el funcionamiento de la mano (flexión de las articulaciones MCF, movimientos de los dedos la aducción y abducción, la prensión y toma de objetos).

Desarrollo	Diagramas
<p>Modelo A Material: Lámina de estireno de 6mm. Elemento de unión: elástico tubular Diámetro: 1mm</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se dibujaron las siluetas de los dedos desde una vista sagital. 2. Posteriormente se marcaron las líneas de las fuerzas deformantes que actúan en la desviación cubital. 3. Después se señaló las líneas de fuerza en dirección contraria a estas fuerzas deformantes. 4. Con base en estas líneas de fuerza se marcaron cuatro envolventes que abarcaban el lateral cubital sobre la falange proximal del 2^{do} al 5^{to} dedos (del índice al meñique) (fig. 35.2). <ul style="list-style-type: none"> ● Primer anillo: lateral cubital del 5^{to} dedo ● Segundo anillo: lateral cubital del 4^{to} dedo ● Tercer anillo: lateral cubital del 3^{er} dedo ● Cuarto anillo: lateral cubital del 2^{do} dedo <ol style="list-style-type: none"> 5. Las cuatro piezas se unen por medio de un hilo (tensor elástico) continuo del lado dorsal y palmar, unidos en el extremo radial. 	 <p>35.1 Vista sagital de la mano derecha. .2 Vista superior de las envolventes.</p>  <p>36. Vista dorsal y palmar. Mano derecha de mujer de 50 años.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pieza 1 5^{to}dedo meñique ● Pieza 2 4^{to}dedo anular ● Pieza 3 3^{er}dedo medio ● Pieza 4 2^{do}dedo índice

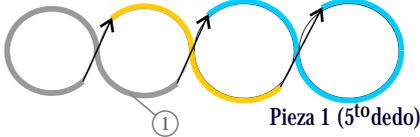
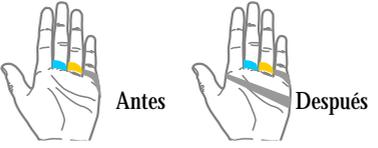
Modelo A. Evaluación

Factores evaluados	Problemas detectados	Conclusiones
Colocación y retiro	<p>Las envoltentes tienden a juntarse dejando un espacio limitado para la colocación de los dedos.</p> 	<p>Las siluetas de las envoltentes deben ser más cerradas, es decir abarcar un mayor perímetro del dedo.</p> 
Ajuste	<p>Algunas piezas tienden a girar sobre el hilo elástico.</p> 	<p>Este problema se asocia al tamaño de la perforación hecha en cada pieza, que es mayor al diámetro del hilo elástico.</p> 
Comodidad	<p>Se presenta un contacto directo del hilo elástico con la piel, en la pieza 4 ubicada en el 2^{do} dedo, (índice) provocando presión y roce constante.</p> 	<p>Se recomienda: Quinta pieza que abarque la parte radial del 2^{do}dedo.</p> 
Soporte	<p>Pesé a que en este modelo el usuario, siente la línea de fuerza en dirección radial, es necesaria una mayor área de soporte del lado cubital del meñique.</p> <p style="text-align: center;">Antes</p> 	<p>Se debe considerar una envoltente que cubra el punto de soporte del lateral cubital del meñique.</p> <p style="text-align: center;">Después</p> 
Funcionamiento de la mano	<p>El usuario puede llevar acabo los movimientos de flexión/extensión, abducción /aducción, este último con ciertas limitantes ya que como se menciona en el factor de comodidad el hilo elástico ubicado en la parte radial del 2^{do} dedo, está en contacto directo con la piel lastimandola al estar en tensión.</p>	<p>Al igual que en el factor de comodidad se recomienda una quinta pieza que abarque la parte radial del 2^{do} dedo, esta problemática también se asocia a que el hilo elástico al estar en tensión llega a disminuir su diámetro teniendo una acción cortante sobre la piel.</p>

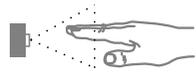
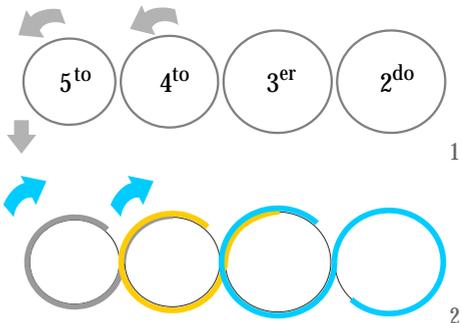
▲ Cuadro 5. Evaluación. Modelo A

Desarrollo	Diagramas
<p>Modelo B Material: Estireno Elemento de unión: elástico tubular Diámetro: 2mm</p> <ol style="list-style-type: none"> Se dibujaron las siluetas de los dedos desde una vista sagital. Posteriormente se marcaron las líneas de las fuerzas deformantes que actúan en la desviación cubital. Después se resaltaron las líneas de fuerza en dirección contraria a las fuerzas deformantes y por medio de estas se trazaron tres envolventes, que abarcaban desde el 2^{do} al 5^{to} dedo (del índice al meñique). Estas envolventes formaron tres anillos (fig. 37.2): <ul style="list-style-type: none"> ● Primer anillo: abarca desde la parte dorsal y plamar del 5^{to} dedo hasta la parte dorsal del 4^{to} dedo. ● Segundo anillo: abarca desde la parte palmar del 4^{to} dedo hasta la parte dorsal del 3^{er} dedo. ● Tercer anillo: abarca desde la parte palmar del 3^{er} hasta la parte dorsal y palmar del 2^{do} dedo. Sobre las siluetas de la mano en una vista dorsal y palmar se marcaron los puntos de soporte y la forma que tendrían los anillos para abarcar estos puntos. Después de obtener la forma de las envolventes se trazaron en papel y se superpusieron en la mano, esto se llevo a cabo para determinar la ubicación de los bordes y que no obstruyeran los movimientos de flexión /extensión de las articulaciones MCF . Una vez determinadas las siluetas de las envolventes, se desarrollaron las piezas en estireno. Cada pieza estaba unida por un material elástico tubular de 2mm, que atravesaba los barrenos ubicados en los extremos de las piezas (f. 13). 	 <p>● Fuerzas deformantes ● Dirección de la fuerza de la férula</p> <p>▲ 37.1 Vista sagital de la mano izquierda. .2 Vista superior de las envolventes en la mano derecha.</p>  <p>● Pieza 1 (5^{to} dedo meñique) ● Pieza 2 (4^{to} y 3^{er} dedos anular y medio) ● Pieza 3 (3^{er} y 2^{do} dedos medio e índice)</p> <p>▲ 15. Simulador de estireno de modelo A.. 38. Vista dorsal, mano derecha de mujer de 50 años.</p>

Modelo B. Evaluación

Factores evaluados	Problemas detectados	Conclusiones
Colocación y retiro	<ul style="list-style-type: none"> - La pieza 1, ubicada en el 5^{to}dedo (meñique) presenta un diámetro limitado en la parte superior, que dificulta su colocación hasta la parte proximal de este mismo dedo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Está problemática la asociación en parte a la silueta final obtenida en el termoformado de la pieza de estireno y también a la forma de la envoltente, que se ubica debajo de la articulación Interfalángica Proximal IFP.
	<ul style="list-style-type: none"> - Desplazamiento de las piezas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Por la longitud del tensor elástico, las piezas fuera de la mano se llegaban a enredar
Ajuste	<p>En este modelo lo que se pretendía, es que las tres envoltentes fueran de un tamaño estándar para todos los usuarios y que el ajuste se diera por medio de los elementos elásticos, pero se encontraron algunas problemáticas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El roce y fricción constante de la piel expuesta con el tensor elástico. 	<ul style="list-style-type: none"> - No deben existir partes del tensor elástico en contacto directo con la piel, por ello se sugiere: <p>Que este tensor se coloque en la parte externa de las envoltentes y que estas abarquen un mayor perímetro del dedo.</p>
Comodidad	<p>Durante el movimiento de la mano las piezas tienden a girar sobre los dedos, sobre todo la pieza 1, desplazando el área de protección lateral hacia la parte palmar.</p>	<p>Esta inestabilidad se asocia a que no hay un equilibrio en las líneas de fuerza de la pieza 1.</p>  <p>Pieza 1 (5^{to}dedo)</p>
Soporte	<p>Se abarcan los puntos de soporte indicados en los requerimientos, pero la línea de fuerza se ubica sobre las falanges proximales y no existe un área de soporte en la parte lateral cubital del dedo meñique.</p>	<p>Es necesaria una línea de fuerza que vaya del extremo cubital de la art. MCF del 5^{to}dedo al extremo radial del 2^{do}dedo.</p>  <p>Antes Después</p>
Funcionamiento de la mano	<ul style="list-style-type: none"> - El borde inferior de la pieza 1, ubicado debajo del pliegue transversal distal, dificultaba la flexión de las art. MCF.  <p>Antes Después</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Es necesario dividir esta pieza en el extremo cubital, de tal manera, que cubra la parte inferior y superior que divide el pliegue transversal distal. - Se debe tomar en cuenta, en el trazo de las envoltentes, que durante la flexión se reduce el área de contacto palmar.

▲ Cuadro 6. Evaluación. Modelo B

Desarrollo	Diagramas
<p>Modelo C Material: Estireno Elemento de unión: La forma de los anillos</p> <p>1. Este simulador parte del desarrollo del modelo B, pero en este caso las envolventes de los anillos abarcan hasta la parte dorsal del dedo continuo.</p> <p>2. La primera pieza tendría una abertura, a través de la cual se haría pasar la segunda pieza, se pretendía que las piezas formaran una especie de cadena y que no fuera necesario un elemento externo de unión, la propuesta era que la línea de fuerza fuera continuo en dirección radial.</p> <p>Las envolventes resultantes son (fig. 39.2):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Primer anillo: abarca la parte dorsal y palmar del 5^{to} dedo hasta la parte dorsal del 4^{to} dedo. ● Segundo anillo: abarca desde la parte dorsal y palmar del 4^{to} hasta la parte dorsal del 3^{er} dedo. ● Tercer anillo: abarca desde la parte dorsal y palmar del 3^{er} hasta la parte dorsal y palmar del 2^{do} dedo. 	  <p>▲ 39.1 Vista sagital de la mano izquierda. .2 Vista superior de las envolventes en la mano izquierda</p>  <p>▲ 16. Simulador y render modelo c, vista dorsal. Mano izquierda de mujer de 50 años.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pieza 1 (5^{to} y 4^{to} dedos meñique y anular) ● Pieza 2 (4^{to} y 3^{er} dedos anular y medio) ● Pieza 3 (3^{er} y 2^{do} dedos medio e índice)

Modelo C. Evaluación

Factores evaluados	Problemas detectados	Conclusiones
Colocación y retiro	Se pretendía que las piezas se fueran colocando, una por una, es decir la pieza 1 se acomodaría en el meñique y posteriormente la pieza 2 se insertaría en la pieza 1, pero el usuario tenía problemas en el acomodo de la última pieza por ello se recomendó que las piezas se agruparan fuera de la mano, para su posterior colocación.	Se deben considerar los diámetros de los dedos (del 2 ^{do} al 5 ^{to} del índice al meñique) y la distancia a la que se encuentra la falange distal.
Ajuste	No se logro un adecuado ajuste, las piezas tienden a moverse y a desplazarse hacia la falange distal durante el uso de la mano.	Esta problemática se asocia en parte por la forma de construcción del modelo que no ofrece la envolvente adecuada de acuerdo a la silueta del dedo. y también al tipo de unión entre las piezas.
Comodidad desde 74.0 desde 68.5	Por el espesor de los anillos en los espacios interfalángicos, el usuario no puede ejercer el movimiento de aducción (juntar los dedos).	Considerar los diámetros de los dedos y el espacio interfalángico en la falange proximal
Soporte desde 64.5	La forma de los anillos brinda protección en los puntos de soporte, pero no existe una fuerza constante en dirección radial durante el movimiento y uso de la mano.	El tipo de unión de las piezas no conduce ningún tipo de fuerza o empuje sobre las articulaciones MCF.
Funcionamiento de la mano	<i>Dificultad para llevar a cabo los movimientos en los dedos: abducción (separación) y la aducción (unión), así como; la hyperextensión y la flexión individual.</i>	En el caso de los movimientos de abducción/aducción se debe al tipo de unión de las piezas que no permite, el desplazamiento o movimiento entre las mismas, y en el caso de la hyperextensión y flexión se debe a que los bordes de las piezas están ubicadas sobre pliegues palmares.

▲ Cuadro 7. Evaluación. Modelo C

Modelos y simuladores

Fase 1: Conclusiones

Se desarrollaron tres simuladores, con propuestas morfológicas distintas en cada uno se evaluó su desempeño en cinco aspectos.

Los aspectos evaluados fueron:

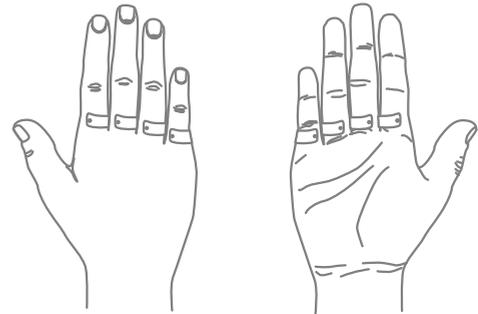
Colocación y Retiro. el modelo A, tuvo un mejor desempeño en este criterio, por su forma simplificada y por la envolvente de sus formas que son fáciles de ubicar y colocar en cada dedo. En este aspecto se sugiere que en la nueva propuesta se delimite la forma de sus piezas o componentes de acuerdo a la parte de la mano donde vayan a ser colocadas.

Ajuste. En este criterio el modelo A y el modelo B tuvieron mejores resultados, pero en ambos se detectó el mismo problema: las partes de la mano que estaban en contacto directo con el tensor elástico, sufrían un roce constante con el movimiento de las piezas, por ello se determinó que las piezas cubrieran el mayor perímetro de las partes de la mano y evitar en lo posible el contacto directo del tensor elástico y la piel.

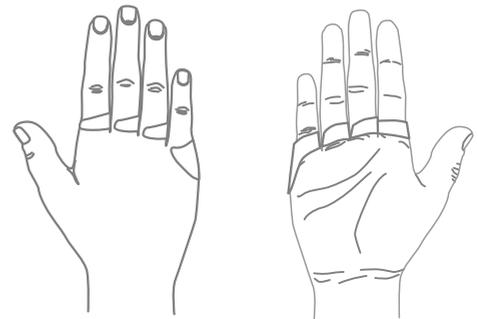
Comodidad: El modelo A, fue el que presentó mejores resultados, esto se debe a que a diferencia de los modelos B y C, sus piezas no se encuentran sobre alguna prominencia ósea o pliegue palmar.

Soporte: En todos los simuladores realizados se observó que es necesario un elemento que cubra el extremo lateral cubital del dedo meñique y que abarque hasta el extremo radial del 2° dedo.

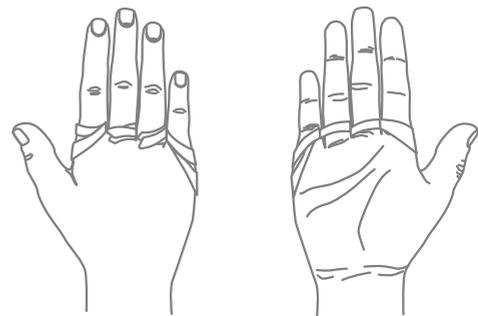
Permite el funcionamiento de la mano. Nuevamente el modelo A tiene un mejor desempeño, en este aspecto, porque permite los movimientos de flexión /extensión y la abducción/ aducción. Esto se debe a la ubicación del hilo (tensor elástico) que une a las piezas y que a diferencia de los modelos B y C cada pieza está ubicada en un solo dedo permitiendo la movilidad individual de las articulaciones.



▲ 40. Modelo A
Vista dorsal y palmar, mano izquierda.



▲ 41. Modelo B
Vista dorsal y palmar, mano izquierda.



▲ 42. Modelo C
Vista dorsal y palmar, mano izquierda.

Considerando las conclusiones obtenidas en las pruebas realizadas sobre los modelos de la fase 1, se desarrolló una serie de simuladores que cubrían los tres puntos de soporte indicados en el requerimiento 1.1* estos tres puntos se unieron por medio de un tensor elástico en un cuarto punto ubicado en el lateral radial de la articulación metacarpofalángica MCF del 2^{do} dedo (índice).

Como medio de unión se seleccionó un hilo tensor elástico, de 1 mm de diámetro, por su capacidad de (elongación),²⁹ cuando está sometido a una fuerza de tracción, como la generada en los movimientos de abducción y aducción de las art. MCF.

En la páginas siguientes se expone una descripción de los cuatro simuladores desarrollados abarcando puntos como: la forma, la dimensión de sus piezas y la evaluación de los aspectos ergonómico y funcional.

29. Elongación: una magnitud que mide el aumento de longitud que tiene un material cuando se le somete a un esfuerzo de tracción antes de producirse su rompimiento.

* Consultar p. 44, Requerimientos de Diseño.

Fase 2. Simulador 1

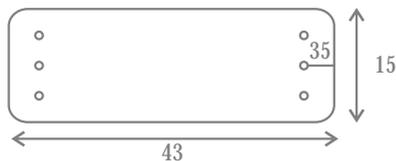
Simulador 1

Material: Estireno Espesor de las piezas: 2mm
Elemento de unión: elástico tubular, diámetro: 1mm

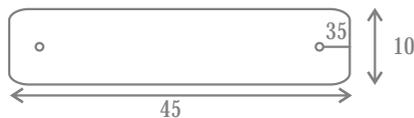
Este simulador lo componen cuatro piezas, unidas por medio de un hilo (tensor elástico), sujeto en el extremo radial del 2^{do} dedo (índice).

Descripción por pieza* (fig. 43):

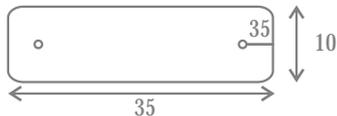
Pieza 1: ubicada en el lateral radial sobre la art. MCF del 2^{do} dedo (índice).



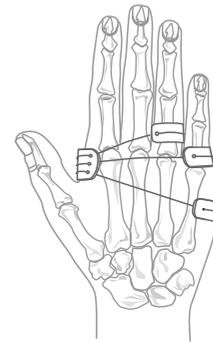
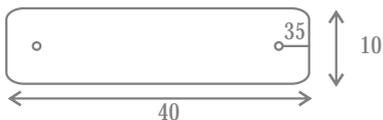
Pieza 2: ubicada en el lateral cubital de la art. MCF del 5^{to} dedo (meñique).



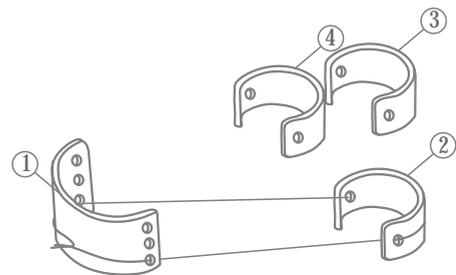
Pieza 3: ubicada en la falange proximal de la articulación MCF del 5^{to} dedo (meñique).



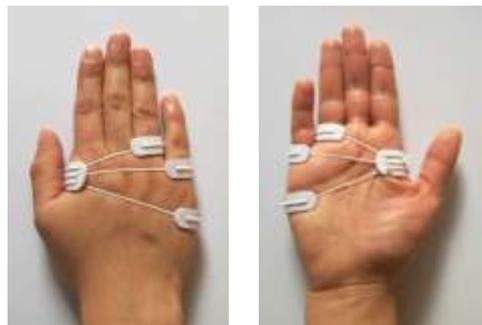
Pieza 4: Brinda soporte sobre la falange proximal de la articulación MCF del 4^{to} dedo (anular).



▲ 43. Simulador 1
Vista dorsal, mano derecha.



▲ 44. Componentes
Isométrico de simulador 1.



▲ 17. Fotografías de simulador
Vista dorsal y palmar mano derecha.

* Dimensiones en milímetros (mm)

Fase 2. Simulador 2

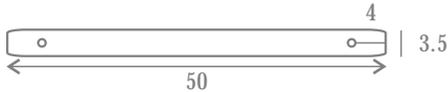
Simulador 2

Material: Estireno Espesor de las piezas: 2mm
Elemento de unión: elástico tubular, diámetro: 1mm

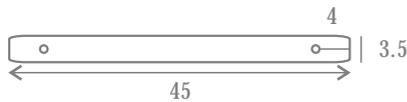
Este simulador parte del anterior, se incluyen las cuatro piezas previamente descritas del simulador 1 unidas por medio de tensores elásticos, sujetos en el extremo radial del 2^{do} dedo, la diferencia en este simulador es que se agregan en la parte dorsal tres elementos que cruzan horizontalmente la mano y por medio de perforaciones ubicadas en los extremos de la piezas se hace pasar el tensor elástico, evitando el roce del mismo con la piel dorsal (f. 16).

Descripción de elementos horizontales* (fig. 46):

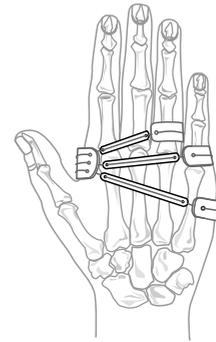
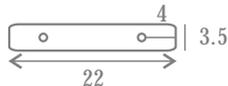
Pieza 5: Ubicada entre la pieza 1 y la pieza 2.



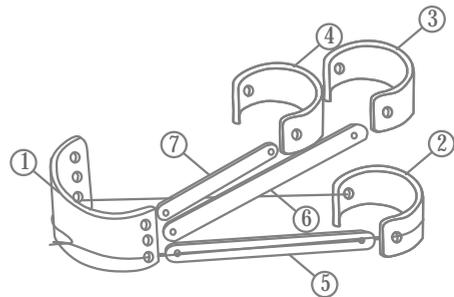
Pieza 6: Ubicada entre la pieza 1 y la pieza 3



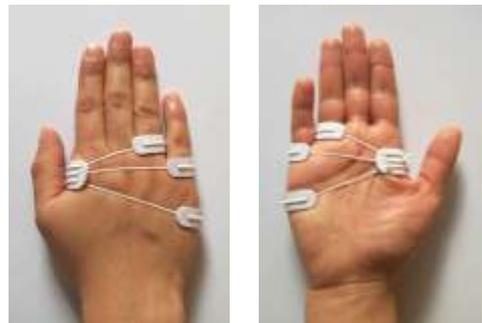
Pieza 7: Parte de la pieza 1 hacia la pieza 4.



▲ 45. Simulador 2
Vista dorsal, mano derecha.



▲ 46. Componentes
Isométrico de simulador 2.



▲ 18. Fotografías de simulador
Vista dorsal y palmar mano derecha.

* Dimensiones en milímetros (mm)

Fase 2. Simulador 3

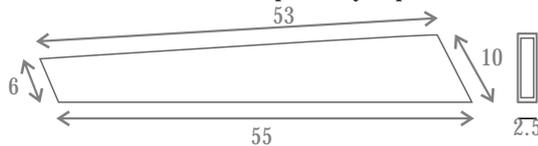
Simulador 3

Material: Estireno Espesor de las piezas: 2mm
 Elemento de unión: elástico tubular, transparente
 diámetro: 1mm.

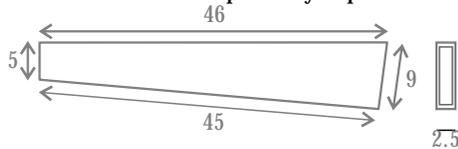
Como resultado de las problemáticas detectadas en el simulador previo, se propuso que los extremos de las piezas horizontales (5, 6 y 7) se acoplaran a los extremos de las piezas (1, 2, 3 y 4) (fig. 48), además se elaboraron con un espacio intermedio de tal forma que el tensor elástico pasara a través de estas piezas horizontales.

Descripción de elementos horizontales *(f. 17):

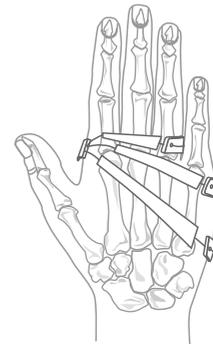
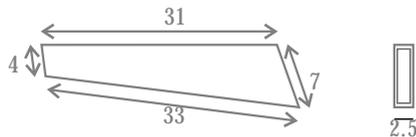
Pieza 5: Ubicada entre la pieza 1 y la pieza 2.



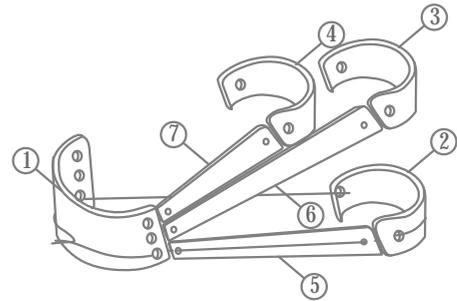
Pieza 6: ubicada entre la pieza 1 y la pieza 3



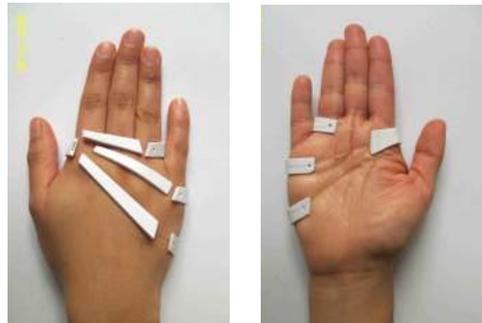
Pieza 7: parte de la pieza 1 hacia la pieza 4.



▲ 47. Simulador 3
 Vista dorsal, mano derecha.



▲ 48. Componentes
 Isométrico de simulador 3.



▲ 19. Fotografías de simulador
 Vista dorsal y palmar mano derecha.

* Dimensiones en milímetros (mm)

Fase 2. Simulador 4

Simulador 4

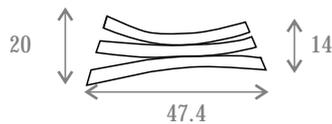
Material: Estireno

Elemento de unión: elástico tubular, diámetro: 1mm.

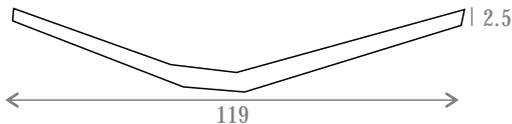
En este simulador se unen los elementos horizontales (5, 6 y 7) con las piezas (2, 3 y 4), para crear tres piezas continuas que abarcan los puntos de soporte unidos con la pieza 1 por medio de un hilo elástico.

Descripción de elementos horizontales (fig. 50):

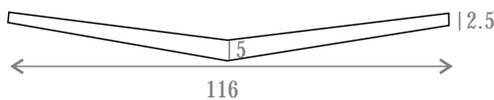
Pieza 1: ubicada en el lateral radial de la art. MCF del 2^{do} dedo (índice).



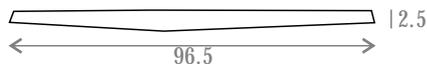
Pieza 2: Su parte central se ubica sobre la diáfisis del 5^{to} dedo (meñique)



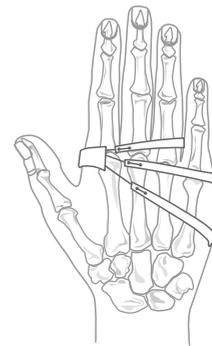
Pieza 3: Ubicada sobre la falange proximal del 5^{to} dedo.



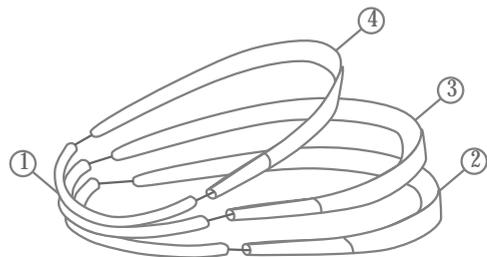
Pieza 4: Su parte central abarcala falange proximal cubital del 4^{to} dedo



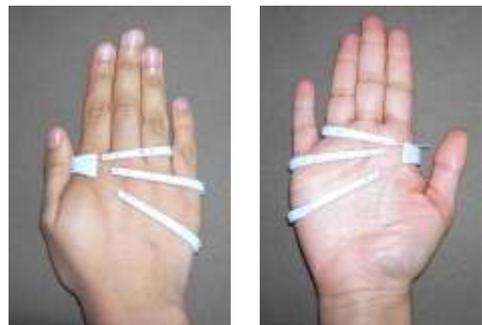
* Piezas a escala 1:2 Dimensiones en milímetros (mm)



▲ 49. Simulador 3
Vista dorsal, mano derecha.



▲ 50. Componentes
Isométrico de simulador 3.



▲ 20. Fotografías de simulador
Vista dorsal y palmar mano derecha.

Simulador 1 (fig. 51.1)

Este modelo cumple de manera satisfactoria los parámetros de ajuste, funcionales, comodidad y permite que la mano pueda realizar sus funciones. Una problemática que presenta es que las piezas fuera de la mano se entrelazan y juntan, esto se debe a la distancia de separación entre las distintas piezas y a la longitud del listón elástico que las une. Se recomienda la colocación de elementos que cubran la distancia de separación a lo largo del tensor elástico y que además evite el contacto directo de este con la piel del dorso de la mano, además es necesario reducir el ancho de las piezas sobretodo en la parte palmar, para no obstaculizar la flexión.

Simulador 2 (fig. 51.2).

En este simulador se encontró una problemática: en el factor de ajuste y comodidad; es necesario que las piezas 5, 6 y 7 (fig. 46) ubicadas en la parte dorsal tengan una curvatura longitudinal, además se sugiere que los extremos de las piezas posean formas coincidentes con los extremos de las piezas contiguas, esto con el fin de evitar un desajuste en la colocación y retiro.

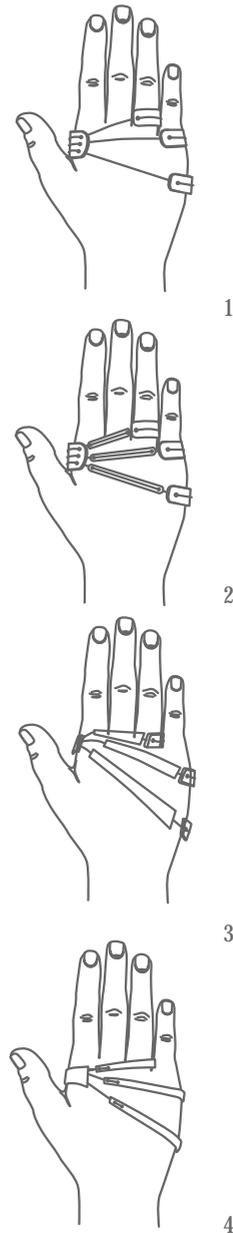
Simulador 3 (fig. 51.3).

Resulta difícil la colocación del tensor elástico, pues este debe pasar a lo largo de las piezas 5, 6 y 7 (fig. 48) se sugiere que el tensor elástico se sitúe en la parte externa de las caras dorsal y palmar.

En la colocación y retiro se sigue presentando el desorden y movimiento de las piezas fuera de la mano, por esto se concluyó que: las piezas horizontales 5, 6 y 7 y las piezas 2, 3 y 4 formaran una pieza continua hasta la parte palmar de la mano.

Simulador 4.

Este simulador logra mantener en orden las piezas fuera de la mano y para el usuario es más fácil la identificación de las piezas para su correcta colocación, cumpliendo de manera satisfactoria los parámetros de colocación y retiro, ajuste, comodidad y función y permite el movimiento de la mano.



▲ 51. Simuladores



Desarrollo Morfológico de la Propuesta Final

Se realizó una propuesta morfológica, con base en las conclusiones obtenidas en la evaluación de simuladores fase 2, a los requerimientos y objetivos planteados de la Joyería Ortopédica para la Desviación Cubital. Esta propuesta no fue concluyente se realizaron modificaciones considerando el método productivo (fundición a la cera perdida), algunos cambios surgidos fueron morfológicos, de dimensiones y aumento de grosor en las paredes de las piezas.

Propuesta morfológica 1

Material: Plata Esterlina.

Elemento de unión: elástico tubular, diámetro: 1mm.

Integrada por 4 piezas, las cuales se ubican en la parte central de la mano dorso y palma, cubriendo los tres puntos de soporte mencionados en el requerimiento 1.1 (piezas 2,3 y 4), apoyándose sobre el lateral cubital de la art. MCF del 2^{do} dedo (índice) (pieza 1).

Descripción de las piezas (f. 20):

Pieza 1: Formada por 3 tubos curvos unidos en la parte central, cada tubo tiene 1.4mm de diámetro y 0.25mm de espesor.

Piezas 2, 3 y 4: Sus extremos son tubulares de 13mm de longitud, 1.8mm de diámetro, 0.25mm de espesor en sus paredes y 0.6mm de espesor en el elemento central.

Funcionamiento:

Por medio de los tres tensores elásticos (ubicados a lo largo de los tubulares en la pieza 1 y anudados en los extremos sobre las piezas 2, 3 y 4), se pretende ejercer una fuerza y tensión continua y soportable para el usuario durante el movimiento de la mano.

Problemas detectados:

Ergonomía: Durante el movimiento de la mano, las piezas se desplazan hacia la falange distal.

Función: Durante el movimiento de flexión /extensión* las piezas 2, 3 y 4, no se reincorporan a la silueta inicial, desplazándose de los extremos de la pieza 1.

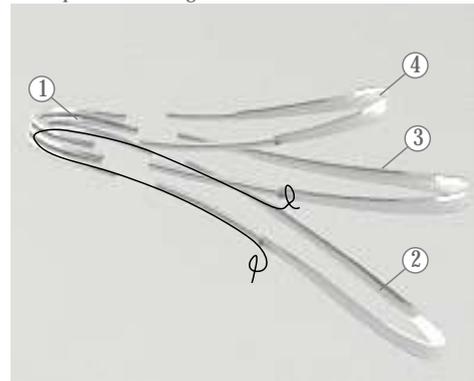
Proceso Productivo: Dificultad para la obtención de los moldes de caucho** de la pieza 1 por el reducido espesor de sus paredes y porque esta formada por tubos cerrados que se curvan, el caucho no cubre toda el área interna, por lo que no se puede obtener el tubo por donde se haría pasar el hilo tensor.

*Consultar p. 17, Rangos de movilidad Articular.

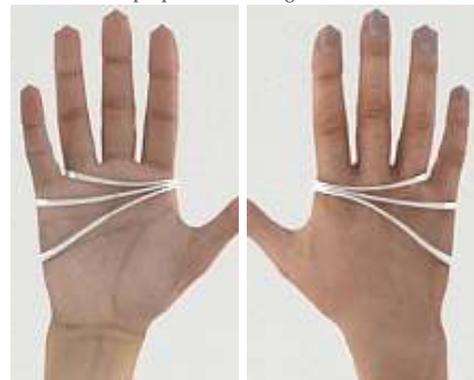
**consultar p. x., cuadro 4



▲ 21. Propuesta morfológica 1



▲ 22. Piezas de la propuesta morfológica 1.



▲ 23. Vista palmar y dorsal de la mano derecha.

Propuesta morfológica 2

Material: Plata Esterlina.

Elemento de unión: elástico tubular, diámetro: 1mm.

Descripción de las piezas (f. 22).

Pieza 1: Formada por tres láminas curvas de 1.5mm de espesor unidas en su parte media, los extremos de estas láminas son de forma tubular de 12mm de longitud, 1.5 mm de diámetro y 0.6mm de espesor.

Piezas 2, 3 y 4: Sus dos extremos son de forma tubular de 2.2mm de diámetro, 15mm de longitud y 0.6mm de espesor en sus paredes, en su parte central se abre el perímetro del tubo formando una lámina de 0.6mm de espesor.

Función:

Para lograr los objetivos de estabilización, la propuesta 2 al igual que la propuesta 1 se apoya en un hilo elástico para generar una fuerza en contra de las direcciones deformantes, pero con la diferencia de que el hilo solo se encuentra en la cara dorsal y palmar de la mano, específicamente en el espacio interno donde se introducen los extremos tubulares de la pieza 1 con las otras piezas (f. 23).

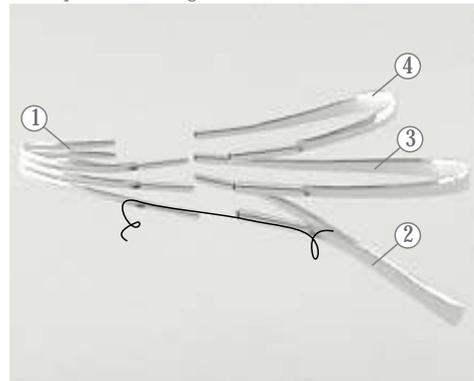
Problemas detectados:

Ergonomía: Es complicada la colocación del hilo tensor en las piezas por su limitada longitud y porque va anudado en ambos extremos, además esta actividad (el anudado del hilo tensor) la tiene que repetir la persona encargada de colocar la férula hasta 6 veces.

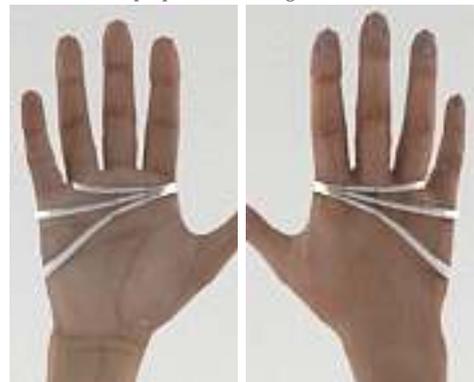
Función: La longitud de los extremos tubulares de la pieza 1 que se introduce en los extremos de las otras piezas dificulta la flexión de las articulaciones metacarpofalángicas MCF.



▲ 24. Propuesta morfológica 2



▲ 25. Piezas de la propuesta morfológica 2.



▲ 26. Vista palmar y dorsal de la mano derecha.

*Consultar p. 45, Requerimientos de Diseño.

Puntos de soporte:

- Parte palmar y lateral cubital del 5^{to} dedo sobre la falange proximal y diáfisis.
- Parte cubital del 4^{to} dedo sobre falange proximal.

Propuesta morfológica 3

Material: Plata Esterlina.

Elemento de unión: elástico tubular, diámetro: 1mm.

Descripción de las piezas (f. 26):

Pieza 1: formada por una lámina de 2 mm de espesor la pieza se separa en sus extremos en tres partes iguales, cuenta con un relieve tubular en la parte central exterior de 2mm de diámetro interno y 0.45mm de espesor en sus paredes.

A diferencia de las propuestas previas, en este modelo los extremos de la pieza 1 no se introducen, en las otras piezas, solamente se prolongan los extremos frontales (dorso de mano) por encima de las piezas 2, 3 y 4, en la parte posterior (palma de la mano) la pieza 1 esta separada 3mm de los extremos de las otros elementos.

Piezas 2, 3 y 4: Lámina curva con un espesor máximo de 2mm en su parte central y 1mm en sus extremos, con un barreno en cada límite de 1.6mm de diámetro.

Función:

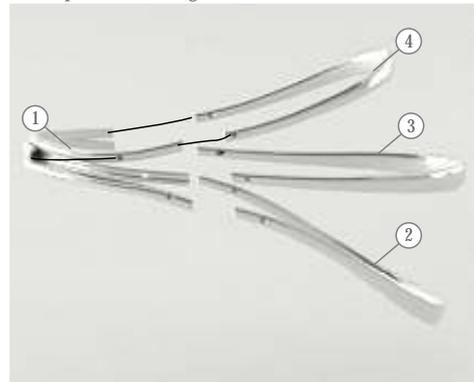
Tomando en cuenta las problemáticas detectadas en los modelos previos con el hilo tensor elástico, se propone que en este modelo, el hilo atraviese por unos barrenos ubicados en la parte frontal y posterior (dorso y palma de la mano) de las piezas: 1, 2, 3 y 4, y que se introduzca en el tubo central de la pieza 1 hasta colocar el hilo tensor anudado en los barrenos posteriores.

Problemáticas detectadas:

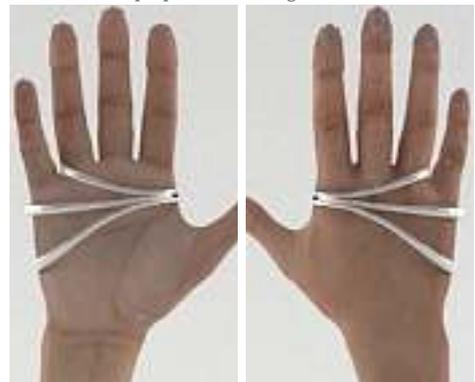
Proceso Productivo: La pieza 1 presenta un mayor grado de dificultad en su fabricación debido al tubo central exterior que no permite que esta pieza se obtenga en un solo molde, por lo tanto primero se produce la lámina curva en plata y posteriormente se le añade el tubo central exterior en plata.



▲ 27. Propuesta morfológica 3



▲ 28. Piezas de la propuesta morfológica 3.



▲ 29. Vista palmar y dorsal de la mano derecha.

Propuesta morfológica 1:

Dorso de la mano: La pieza 1 esta colocada sobre la prominencia osea de la art. MCF del 2^{do} dedo, (índice).

El delgado espesor de la pieza 1 en su parte central permite la adecuada aducción del 1^{er} dedo, al igual que el espesor de la pieza 4 que permite la aducción entre el 4^{to} y 5^{to} dedos (anular y meñique).

Palma de la mano: Las dimensiones y ubicación de los extremos de la pieza 1, provocan aflicción y limitan la flexión de las articulaciones MCF.

Propuesta morfológica 2:

Dorso de la mano: Al igual que en la primera propuesta la pieza 1 se ubica sobre la art. MCF del dedo índice, este factor disminuye la flexión de las articulaciones. El espesor y el volumen de los extremos tubulares en la parte dorsal, limita la actividad de la mano pues se puede llegar a obstruir en ciertas prendas o al introducir la mano en algún objeto.

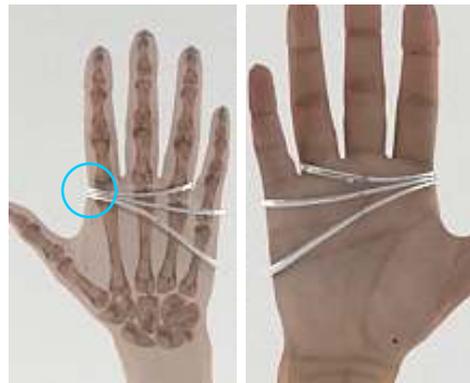
Palma de la mano: Dificultad para poder realizar la prensión palmar debido al espesor total de las piezas en sus limites tubulares.

Propuesta morfológica 3:

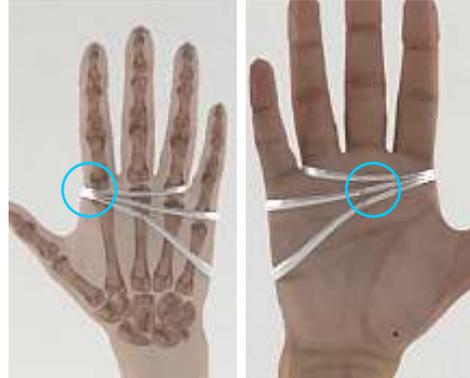
Dorso de la mano: Desplazamiento de la pieza 1 por debajo de la art. MCF del 2^{do} dedo (índice), con esta modificación se permite un rango de movimiento mayor de las articulaciones metacarpofalángicas, pero este cambio evidencio la necesidad de desplazar la pieza hasta la diáfisis del dedo índice.

Palma de la mano: Considerando las problemáticas ocasionadas por el volumen de los extremos tubulares y que los vértices de la pieza 1, limitaban la prensión palmar se optó porque se eliminarán los extremos tubulares y que en la cara palmar existiera un espacio de 3mm entre los extremos de las piezas 2, 3, y 4 y la pieza 1.

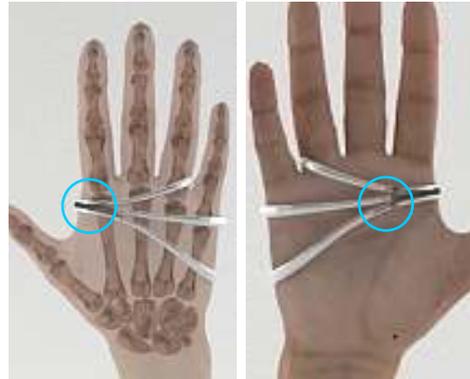
*Consultar p. 17, Biomecánica del movimiento de agarre.
Consultar p. 13 Anatomía de la mano.



▲ 30. Esqueleto vista dorsal y palma de la mano, Propuesta 1.



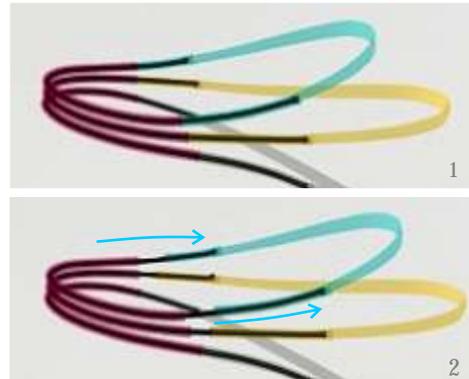
▲ 31. Esqueleto vista dorsal y palma de la mano, Propuesta 2.



▲ 32. Esqueleto vista dorsal y palma de la mano, Propuesta 3.

Propuesta morfológica 1:

Los hilos tensores se colocan desde la parte frontal (dorso de la mano) en las formas tubulares de las piezas 2, 3 y 4, en su límite derecho externo estos tubos tiene un espacio cónico en el cuál se pretende ocultar y retener el anudado del hilo, posteriormente el hilo se colocará en el interior de los tubos curvos de la pieza 1 y en la forma tubular posterior (palma de la mano) de la pieza correspondiente (f. 33.1). Cuando se ejerza una fuerza de tensión (abducción de los dedos), el hilo elástico se estirara proporcionando la distancia necesaria para ejercer el movimiento (f. 33.2).

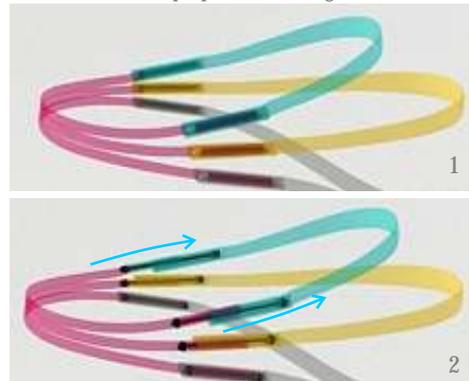


▲ 33. Funcionamiento propuesta morfológica1

Propuesta morfológica 2:

En este caso los límites de la pieza 1 se prolongan en la parte frontal y posterior (dorso y palma), colocándose en los extremos tubulares de las piezas subsecuentes (2, 3 y 4), en el interior estas piezas cuentan con un relieve que limita el desplazamiento de la pieza 1 y que sirve para retener el anudado del hilo tensor.

La propuesta era; que el hilo tensor solamente se ubicara en la cara dorsal y palmar de la mano, pero las dificultades observadas en su colocación inicial, propiciaron algunos cambios.

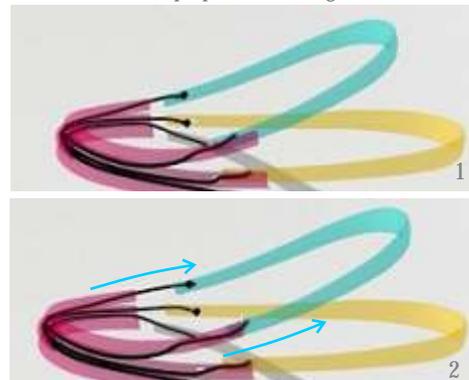


▲ 34. Funcionamiento propuesta morfológica1

Propuesta morfológica 3:

Los cambios más significativos en esta propuesta a nivel funcional fue la sustitución de los límites tubulares por elementos planos.

La pieza 1 se prolonga en la parte frontal por dos motivos, el primero por apariencia; evitar que sea visible el desplazamiento de las piezas 2, 3, y 4 y el segundo motivo para que funcionara como elemento de soporte y guía del tensor elástico por medio de un barreno. De esta propuesta se desarrollo un prototipo, el cual demostró que el hilo tensor es un elemento poco funcional por su tiempo de vida útil y por los problemas surgidos en la colocación y retiro de las piezas, además se observo que el rango de movimiento articular no lo requiere.



▲ 35. Funcionamiento propuesta morfológica1

- Pieza 1
- Pieza 2
- Pieza 3
- Pieza 4

Propuesta morfológica 1:

Como se menciona en la descripción de esta propuesta*, la pieza 1 no puede fabricarse por el proceso seleccionado (fundición a la cera perdida) ya que no es posible obtener el diámetro interno de las tres piezas tubulares en un molde de caucho, otra problema observado es la limitada superficie de contacto entre los tubos que desestabiliza la estructura de la pieza.

Los delgados espesores de las paredes de los tubos tanto de la pieza 1 como de las piezas 2, 3 y 4, dificultan la elaboración de un original.

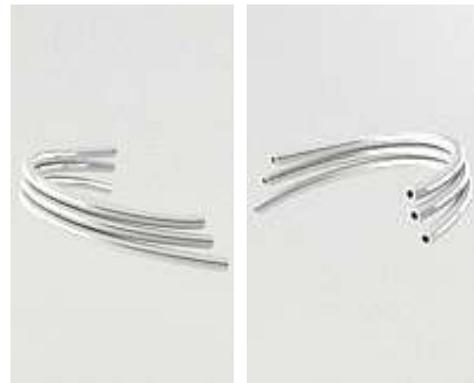
Propuesta morfológica 2:

Se substituyó la forma tubular central por láminas que insinuaban la separación entre las piezas, se aumento la superficie de contacto entre las láminas y se conservaron los limites tubulares, pero aumentando el espesor de sus paredes, esta cambio resuelve las problemáticas del proceso productivo, pero se ve afecta la ergonomía y funcionamiento de la mano.

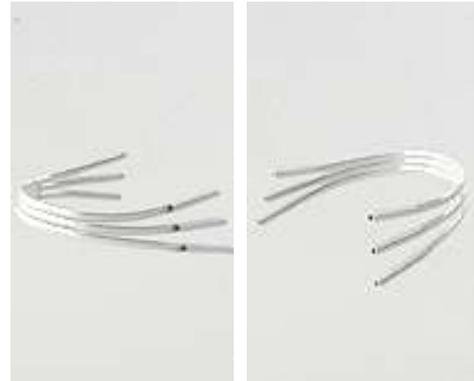
Propuesta morfológica 3:

En este caso las pieza1 representa un trabajo complejo tanto en la fabricación del máster como del molde de caucho, por el relieve externo.

De esta propuesta morfológica se llevó a cabo el prototipo en plata, donde se pudo comprobar la poca eficacia del hilo tensor elástico y la necesidad de un diseño personalizado de acuerdo a las dimensiones de cada usuario (f.38.2) .



▲ 36. Pieza 1, primer propuesta morfológica.



▲ 37. Pieza 1, segunda propuesta morfológica.



▲ 38. Pieza 1, tercer propuesta morfológica.

*Consultar p. 63, Propuesta morfológica 1.

**Consultar p. Proceso prouctivo.

Propuesta morfológica final

Evaluación Ergonómica:

Considerando las observaciones en los modelos previos se propuso cubrir lo menos posible las prominencias óseas*, desplazando las piezas en el lateral radial hasta la diáfisis de la art. MCF del 2^{do} dedo (índice), se acentuó la curvatura horizontal de la pieza 3 de tal forma que esta se colocara por encima de la prominencia ósea del 4^{to} dedo (anular) y que pasara por debajo de la prominencia ósea del 3^{er} dedo (medio), la pieza 2 se colocó por arriba de la prominencia ósea del 5^{to} dedo (meñique). Estos cambios permitieron la adecuada flexión de las articulaciones metacarpofalángicas (MCF) y las actividades prensiles de la mano (f. 39).

Se redujo el espesor de todas las piezas en el lateral derecho (lateral radial) a 2mm y se aumentó el espesor en el lateral izquierdo (cubital) a 3mm, de tal manera que existiera soporte mayor en esta área.

Evaluación funcional:

En esta propuesta se eliminó el uso de hilos tensores elásticos, pues se demostró que no cumplía con los objetivos propuestos**.

La propuesta morfológica final esta integrada por tres piezas, aros elípticos en plata, que se colocan en el centro de la mano y que abarcan los puntos de soporte y protección (lateral cubital del 5^{to} dedo sobre falange proximal y diáfisis y protección sobre la falange proximal del 4^{to} dedo) (f. 40).

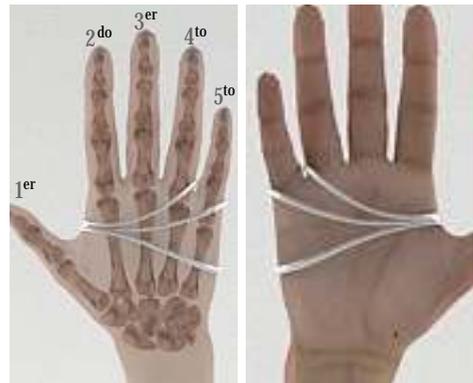
Las tres piezas trabajaban en conjunto para evitar el desplazamiento de las articulaciones hacia la dirección palmar cubital.

Evaluación Proceso Productivo:

Por la forma y las superficie de las piezas estas no presentan dificultad alguna en el proceso productivo seleccionado, fundición a la cera perdida (f. 41).

*Consultar p. 45, Requerimientos de diseño.

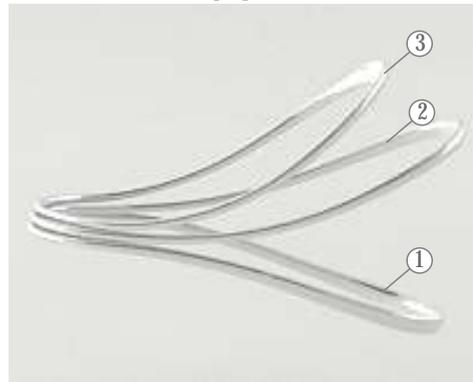
**Consultar p. 24, Objetivos del proyecto.



▲ 39. Esqueleto vista dorsal y palma de la mano.



▲ 40. Evaluación funcional propuesta final



▲ 41. Propuesta morfológica final.



3.1 Concepto de diseño



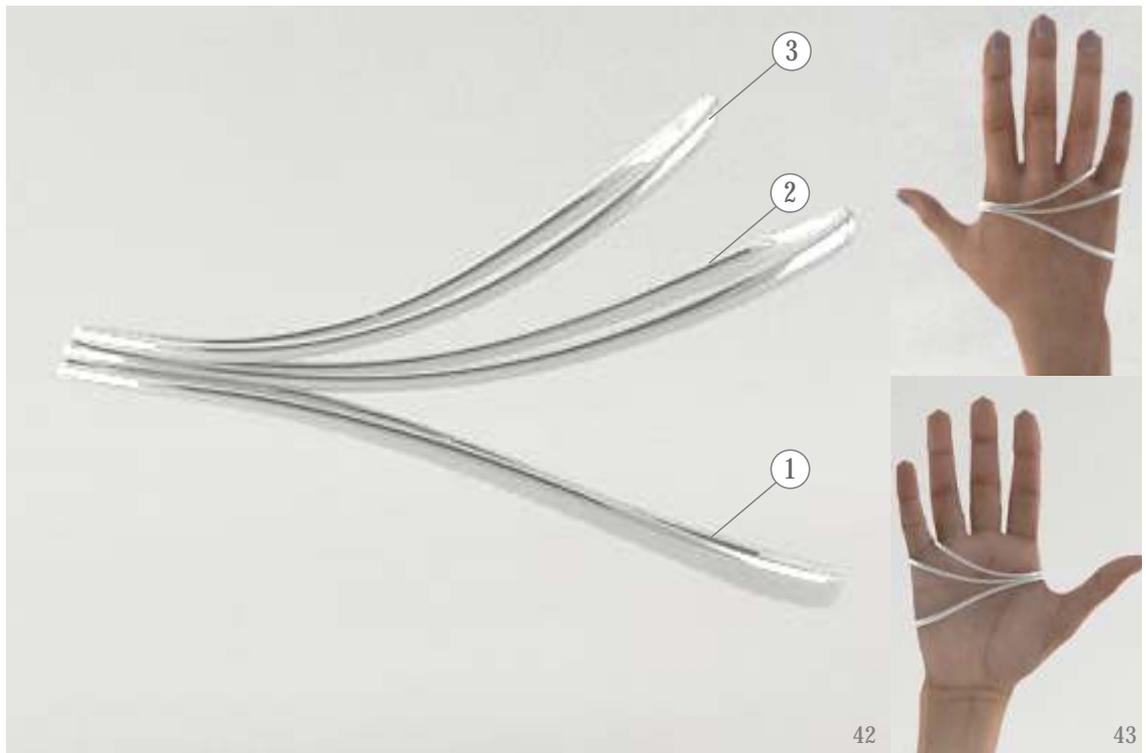
Férula Funcional fabricada en plata esterlina, auxiliar en el Tratamiento Ortopédico de la Desviación Cubital en manos de mujeres que padecen Artritis Reumatoide en etapa inicial (nivel de afectación que involucra en mayor grado las articulaciones metacarpometacarpofalángicas (MCF) del 4^{to} y 5^{to} dedos).

La Joyería Ortopédica tiene la función de: estabilizar, alinear y dar soporte a las articulaciones afectadas durante las actividades diarias o el reposo, por medio de elementos que evitan el desplazamiento cubital palmar de las articulaciones MCF.

La Joyería Ortopédica, está integrada por tres aros de forma elíptica, que colocados en la mano se sobreponen uno por encima del otro (f. 42).

Las tres piezas están fabricadas en plata esterlina elaboradas mediante el proceso de moldeo por fundición a la cera perdida.

Retomando la tendencia Armor Jewelry Urban*, las piezas reflejan una imagen morfológica y estética acorde al estilo de vida del usuario en un ambiente urbano, con superficies lisas y líneas delgadas que rodean la parte central de la mano (f. 43).



- ▲ 42. Propuesta morfológica final
- ▲ 43. Propuesta morfológica final. Vista dorsal y palmar

*Consultar p.24. Tendencia estética Armor Jewelry Urban.

La tendencia estética en la que se basa el diseño morfológico de la Joyería Ortopédica es Armor Jewelry Urban (Joyería Urbana tipo Armadura) por su nombre se pensaría que es una tendencia extravagante o estafalaria, pero este concepto abarca variantes desde elementos complejos y voluminosos, hasta objetos con líneas simples y minimalistas (f. 44) que cumplen con las características de portabilidad, comodidad y versatilidad necesarias en el diseño de la Joyería Ortopédica.

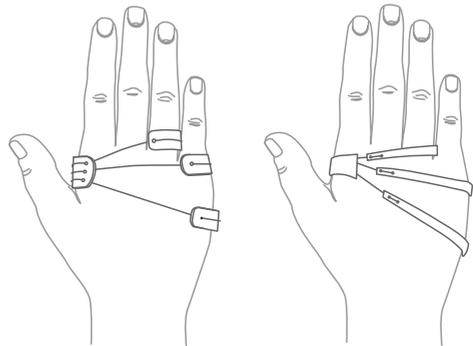
Un parámetro importante para el diseño fue el requerimiento 1.1 (puntos de soporte)* el cuál menciona tres puntos ubicados en el lateral cubital de la mano. Para cubrir estas áreas se propuso que convergieran en un solo espacio del lado opuesto (lateral radial de la mano), como se muestra en los simuladores realizados en la fase 2** (fig. 45).

En las propuestas morfológicas, se procuro que las siluetas de las piezas fueran sutiles, elegantes y que estuvieran acordes a la mor de la mano, sobre todo en las líneas de los pliegues palmares.

Los cambios posteriores en el diseño morfológico, surgieron a partir de la evaluación de aspectos como: la ergonomía, funcionalidad y el proceso productivo, finalmente se logro diseñar un objeto que cumplió con los objetivos funcionales de soporte, estabilidad y alineación esquelética óptima de las articulaciones y que además es un objeto de una apariencia agradable sutil, elegante.



▲ 44. Anillo para hombre, Armor Jewelry Urban



▲ 45. Simuladores 1 y 4, fase 2
Vista dorsal, mano derecha.



▲ 46. Concepto de estético, Propuesta morfológica final.

*Consultar p. 45, Requerimientos de diseño.

**Consultar p. 62, Modelos y simuladores, Fase 2.



Descripción de diseño

En las siguientes páginas se hablará de las tres piezas que integran la Joyería Ortopédica para la Desviación Cubital, detallando aspectos como: dimensiones, ubicación, forma, comodidad (presión sobre prominencias óseas, transpiración de la piel y bordes redondeados), función individual (soporte y protección a la articulación afectada) y secuencia de uso de las piezas en conjunto (colocación, actividades funcionales de la mano, y el retiro).

Forma: Aro elíptico, fabricado en plata esterlina

Dimensiones (f. 41):

Largo: 83mm

Ancho interior máximo: 26mm

Ubicación: Parte central de la mano, rodea el lateral radial sobre la diáfisis de la articulación MCF del 2^{do}dedo (índice), abarcando el lateral cubital de la art. MCF del 5^{to}dedo (meñique) (f. 47).

Comodidad:

Dorso de la mano: En la forma de la pieza se consideró la ubicación de las prominencias óseas, no abarca o se coloca sobre las mismas (fig. 48).

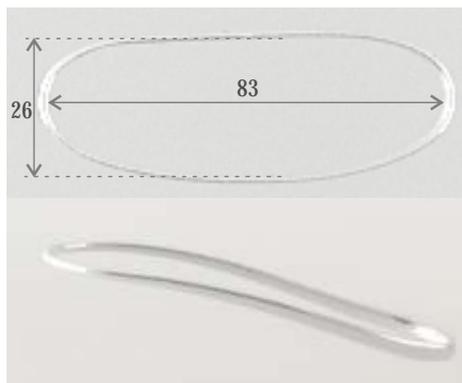
Palma de la mano: La pieza 1 se ubica entre el pliegue transversal distal y proximal, permitiendo la flexión de la mano.

Su delgado espesor (de 2 a 3mm), permite una adecuada transpiración de la piel palmar. Cuenta con todos sus bordes redondeados, evitando la laceración de la piel y logrando una movilidad adecuada de las articulaciones.

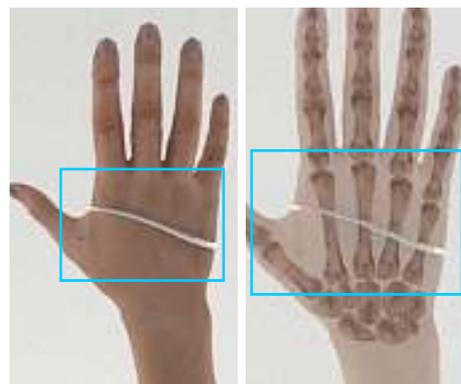
Función individual:

Soporte: Su objetivo es brindar soporte a la art. MCF del 5^{to}dedo (meñique) sobre la diáfisis del metatarso, apoyándose en el lateral radial de la del art. MCF 2^{do}dedo (índice)

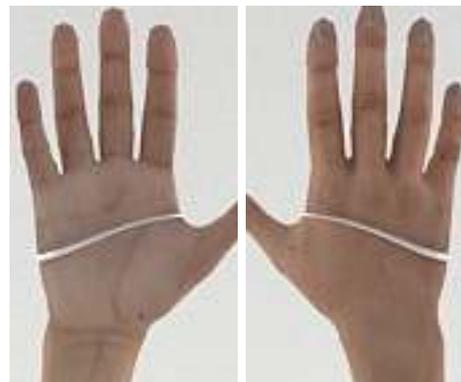
Protección: Actúa en conjunto con la pieza 2 ofreciendo a una de las articulaciones más afectadas en la desviación cubital protección en las actividades diarias y los movimientos de flexión /extensión, y abducción /aducción.



▲ 47. Pieza 1. Dimensiones.



▲ 48. Pieza 1. Vista dorsal ósea, mano derecha.



▲ 49. Vista palmar y dorsal de mano derecha.

Forma: Aro elíptico, fabricado en plata esterlina

Dimensiones (f. 50):

Largo: 80mm

Ancho interior máximo: 26mm

Ubicación: Parte central de la mano, rodea el lateral radial colocándose sobre la pieza 1, abarcando hasta la falange proximal del 5^{to} dedo (meñique) (f. 51).

Comodidad:

Dorso de la mano: Para evitar que la pieza 2 tuviera contacto con prominencias óseas, su forma, en la parte dorsal cubital, cruza entre la art. MCF del 4^{to} y 5^{to} dedos (anular y meñique), (pese a que logra cubrir parte de la art. MCF del 4^{to} dedo, no impide su movilidad* (f. 51).

Palma de la mano: La pieza 2 abarca parte del pliegue transversal distal, pero debido a su delgado espesor y que no está unida a las otras piezas, permite la flexión de la mano (f. 52).

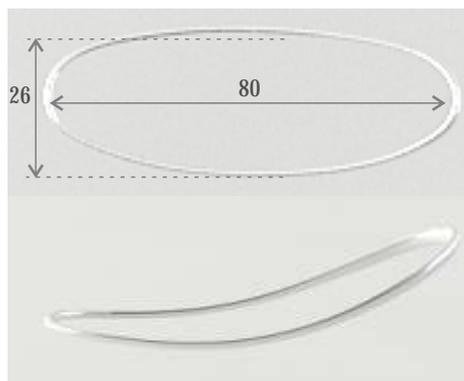
Tiene un espesor de 2 a 3mm el cual permite una adecuada transpiración de la piel palmar. Todos sus bordes están redondeados para evitar la laceración de la piel

Función individual:

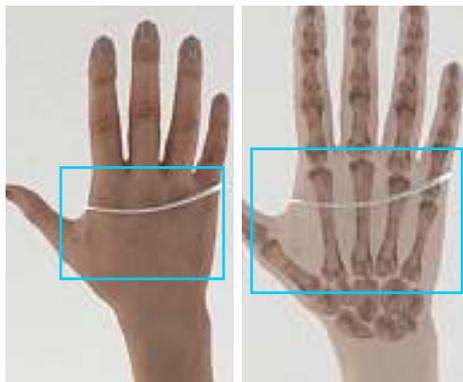
Soporte: Su objetivo es brindar soporte a la art. MCF del 5^{to} dedo (meñique) sobre la falange proximal, cubriendo uno de los requerimientos funcionales más importantes (1.1 puntos de soporte)

La pieza 1 y 2 evitan o impiden el desplazamiento de la articulación hacia una dirección cubital palmar.

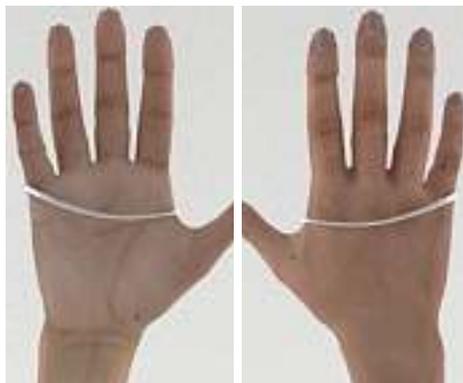
Protección: Junto con la pieza 1, brinda soporte en los movimientos más frecuentes de esta articulación flexión /extensión y abducción /aducción.



▲ 50. Pieza 2. Dimensiones.



▲ 51. Pieza 2. Vista dorsal ósea, mano derecha.



▲ 52. Vista palmar y dorsal de mano derecha.

Forma: Aro elíptico, fabricado en plata esterlina

Dimensiones (f. 53):

Largo: 63mm

Ancho interior máximo en su parte central: 27mm

Ubicación: Parte central de la mano, rodea el lateral radial sobre la diáfisis de la articulación MCF del 2^{do} dedo (índice), abarcando el lateral cubital sobre la falange proximal del 4^{to} dedo (anular) (f. 54).

Comodidad:

Dorso de la mano: Considerando las prominencias óseas de los dedos centrales, se evitó en lo posible abarcarlas, por ello la pieza en el lateral cubital cruza en el espacio que existe entre la art. MCF del 3^{er} y 4^{to} dedos (medio y anular) (f. 54).

Palma de la mano: La pieza cruza el pliegue transversal pero no impide la flexión de las art. MCF

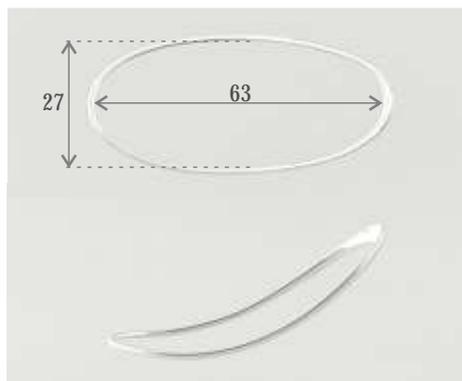
Su espesor (de 2 a 3mm), permite una adecuada transpiración de la piel palmar.

Cuenta con todos sus bordes redondeados, evitando la laceración de la piel y logrando una movilidad adecuada de las articulaciones.

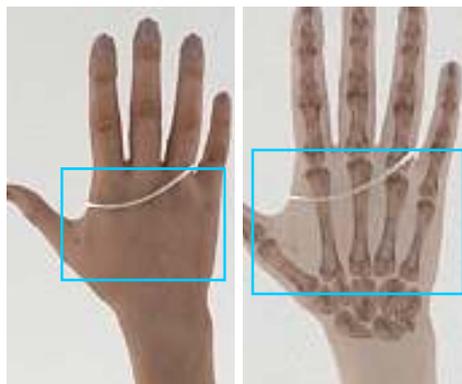
Función individual:

Soporte: Provee de soporte a la segunda articulación más afectada durante las fases iniciales de la Desviación Cubital (art. MCF del 4^{to} dedo anular).

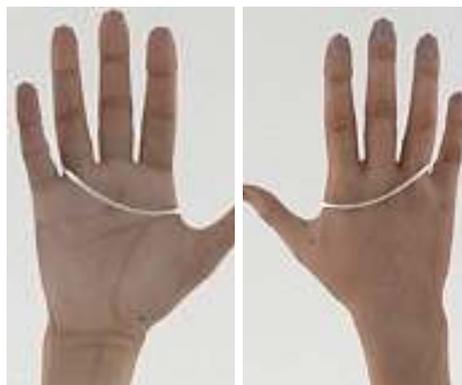
Protección: La pieza 3 tiene como objetivo principal evitar la caída o desplazamiento de la articulación hacia una dirección cubital palmar, en las actividades y movimientos de la mano.



▲ 53. Pieza 3. Dimensiones.



▲ 54. Pieza 3. Vista dorsal ósea, mano derecha.



▲ 55. Vista palmar y dorsal de mano derecha.

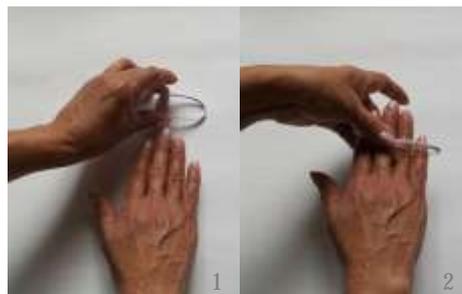
Secuencia de Uso. Colocación

Pieza 1:

Se toma la pieza con la mano izquierda por medio de una prensión en pinza: oposición terminal*, entre el pulpejo del 1^{er} dedo (pulgar) y los otros dedos (f. 56.1).

Se coloca la pieza sobre los dedos (2^{do}, 3^{er}, 4^{to} y 5^{to}), se desplaza hacia el centro de la mano (f. 56.2).
Vista Dorsal: Se ajusta la pieza hasta que del lado radial (izquierda) se ubique debajo de la art. MCF del 2^{do} dedo y del lado cubital (derecha) sobre la diáfisis de la art. MCF del 5^{to} dedo.

Vista palmar: Debe de colocarse debajo del pliegue transversal proximal**



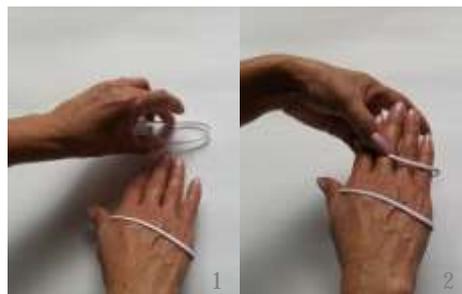
56.1 Toma pieza 1 (prensión en pinza).
2 Colocación en mano derecha de pieza 1.

Pieza 2:

Se toma la pieza con la mano izquierda por medio de una prensión en pinza: oposición terminal, entre el pulpejo del 1^{er} dedo (pulgar) y los otros dedos

Se coloca la pieza sobre los dedos (2^{do}, 3^{er}, 4^{to} y 5^{to}), se desplaza hacia el centro de la mano (f. 57.2).
Vista Dorsal: Se ajusta la pieza hasta que del lado radial (izquierdo) se ubique sobre la pieza 1, debajo de la art. MCF del 2^{do} dedo y del lado cubital (derecha) sobre la falange proximal del 5^{to} dedo (meñique).

Vista palmar: Sobre el pliegue transversal proximal.

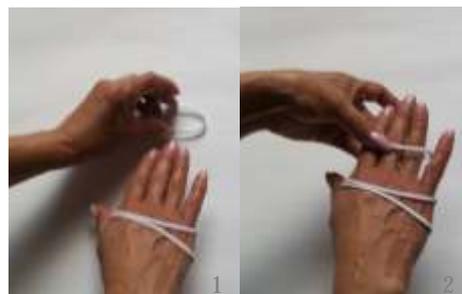


57.1 Toma pieza 2 (prensión en pinza).
2 Colocación en mano derecha de pieza 2.

Pieza 3:

Se toma la pieza con la mano izquierda por medio de una prensión en pinza: oposición terminal, entre el pulpejo del 1^{er} dedo (pulgar) y los otros dedos (f. 58.2).

Se coloca la pieza sobre los dedos (2^{do}, 3^{er} y 4^{to}), se desplaza hacia el centro de la mano (f. 58.1).
Vista Dorsal: Se ajusta la pieza hasta que del lado radial (izquierda) se ubique sobre la pieza 2, debajo de la art. MCF del 2^{do} dedo y del lado cubital (derecha) sobre la falange proximal del 4^{to} dedo.
Vista palmar: Cruza el pliegue transversal distal**



58.1 Toma pieza 3 (prensión en pinza).
2 Colocación en mano derecha de pieza 3.

*Consultar p. 18, Biomecánica del movimiento de agarre.

**Consultar p. 16, Pliegues palmares.

Secuencia de Uso. Funcionamiento de la mano

Flexión*:

Recordando que el rango de movimiento en la flexión activa en una mano no artrítica es de 90° con la Joyería Ortopédica el rango de flexión activa es de 60° (f. 59.1).

Extensión*(f. 59.2):

En una mano no artrítica el rango de movilidad es de 0° (extensión total de la mano) con la Joyería Ortopédica este rango de movimiento se conserva.



- ▲ 59.1 Flexión de las art. MCF con Joyería Ortopédica.
- .2 Extensión de las art. MCF con Joyería Ortopédica.

Abducción (separación de los dedos)*:

4^{to} dedo (anular)

Rango normal: 17°

Con Joyería Ortopédica: 16°

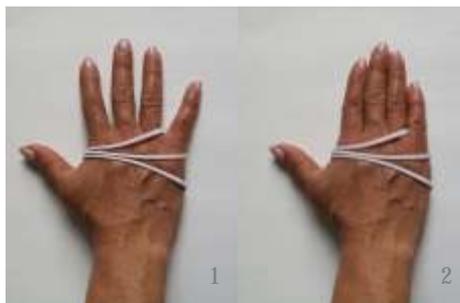
5^{to} dedo (meñique)

Rango normal: 30°

Con Joyería Ortopédica: 21°

Aducción (Unión de los dedos)*:

Este movimiento no se ve limitado, pues el espesor de la pieza 3 (3mm) permite que el 4^{to} y 5^{to} dedo puedan aproximarse debido al espacio entre las falanges proximales de ambos dedos.



- ▲ 60.1 Movimiento de abducción de los dedos (separación).
- .2 Movimiento de aducción de los dedos (unir).

Prensión de precisión**

Oposición terminal (prensión en pinza)

Objeto: aguja de 0.8mm de diámetro.

Este tipo de prensión puede realizarse, solo se limita levemente la flexión de la art. MCF del 2^{do} dedo (índice) (f. 61).



- ▲ 61. Prensión en pinza de la mano derecha con Joyería Ortopédica.

*Consultar p. 17, Rangos de movilidad articular.

**Consultar p. 18, Biomecánica del movimiento de agarre.

Secuencia de Uso. Funcionamiento de la mano

Prensión de precisión**

Oposición subterminal:

Objeto: bolígrafo de 8mm de diámetro.

La prensión se lleva a cabo sin ningún tipo de inconveniente.

La actividad de escribir también se puede llevar a cabo, solamente se muestra una dificultad leve en los movimientos debido al espesor de la joyería en el lateral radial.



▲ 62. Prensión oposición subterminal.

Prensión subterminal lateral:

Objeto: Llave de 2mm de espesor, con un diámetro de 20mm en la cabeza y un cuerpo de 30mm .

El llevar a cabo este tipo de prensión no representa ninguna dificultad al usuario con la Joyería Ortopédica colocada.



▲ 63. Prensión oposición subterminal lateral.

Prensión de fuerza palmar:

Objeto: Vaso de vidrio de 65mm de diámetro y un peso aprox. de 80gr.

El usuario puede llevar a cabo este tipo de prensión considerando que la superficie palmar de la mano que tiene contacto con el objeto se ve levemente limitada.



▲ 64. Prensión oposición de fuerza palmar.

*Consultar p. 17, Rangos de movilidad articular.

**Consultar p. 18, Biomecánica del movimiento de agarre.

Secuencia de Uso. Funcionamiento de la mano

Presión de fuerza en gancho*.

Objeto: bolsa de plástico con un peso aprox. de 600g.
Esta actividad se puede llevar a cabo sin dificultades o limitaciones.



▲ 65. Presión de fuerza en gancho.

Superficie de contacto palmar:

Debido a la forma y al espesor de las piezas de plata que integran la Joyería Ortopédica, solamente se abarca una limitada área de la superficie palmar, evitando así la obstrucción del contacto en esta área.



▲ 66. Superficie de contacto palmar.

Movilidad del pulgar:

Las piezas de la Joyería Ortopédica no se colocan sobre el pliegue palmar tenar** garantizando así los movimientos del pulgar como: la abducción/aducción, la oposición, flexión y extensión*.



▲ 67. Movilidad del pulgar

*Consultar p. 18, Biomecánica del movimiento de agarre.

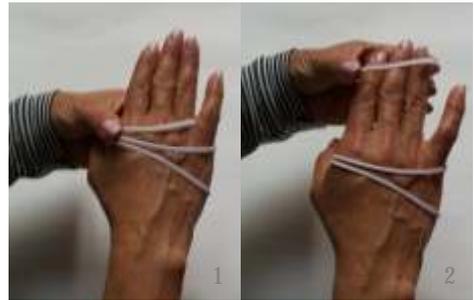
**Consultar p. 16, Pliegues palmares.

Secuencia de Uso. Retiro

Pieza 3:

Se toma la pieza con la mano izquierda por medio de una prensión en pinza: oposición subterminal*, entre el pulpejo del 1^{er} dedo (pulgar) y el 2^{do} dedo índice (f. 68.1).

Se desplaza la pieza hacia la falange distal de los dedos, hasta retirarla por completo (f. 68.2).



- ▲ 68.1 Toma pieza 3 (prensión en pinza).
- .2 Retiro en mano derecha de pieza 3.

Pieza 2:

Se toma la pieza con la mano izquierda por medio de una prensión en pinza: oposición subterminal, entre el pulpejo del 1^{er} dedo (pulgar) y el 2^{do} dedo índice (f. 69.1).

Se desplaza la pieza hacia la falange distal de los dedos, hasta retirarla por completo (f. 69.2).



- ▲ 69.1 Toma pieza 2 (prensión en pinza).
- .2 Retiro en mano derecha de pieza 2.

Pieza 1:

Se toma la pieza con la mano izquierda por medio de una prensión en pinza: oposición subterminal, entre el pulpejo del 1^{er} dedo (pulgar) y el 2^{do} dedo índice (f. 70.1).

Se desplaza la pieza hacia la falange distal de los dedos, hasta retirarla por completo (f. 70.2).



- ▲ 70.1 Toma pieza 1 (prensión en pinza).
- .2 Retiro en mano derecha de pieza 1.

*Consultar p. 18, Biomecánica del movimiento de agarre.



3.2. Análisis Ergonómico

Un factor primordial para el funcionamiento correcto de una ortesis es la obtención precisa de datos, las mediciones físicas correctas garantizarán que el dispositivo se adapte correctamente al segmento corporal del paciente (Hsu, J. D., 2009).

Dimensiones Antropométricas

Para el ajuste óptimo de la joyería ortopédica es necesario considerar diferentes medidas antropométricas de la mano del usuario, que como ya se ha mencionado es de sexo femenino con un rango de edad de 38 a 50 años.

Las dimensiones antropométricas a considerar son¹²:

1. Distancia entre el lateral radial sobre la articulación MCF del 2º dedo (índice) y el lateral cubital sobre la diáfisis de la articulación MCF del 5º dedo (meñique) o sobre pliegue transversal proximal.

2. Distancia entre el lateral radial sobre la articulación MCF del 2º dedo y el lateral cubital sobre la falange proximal del 5º dedo.

3. Distancia entre el lateral radial sobre la articulación MCF del 2º dedo y la parte lateral cubital de la falange proximal del 4º dedo (anular).

En estas tres dimensiones, es necesario considerar el arco transversal proximal (fig. 52).

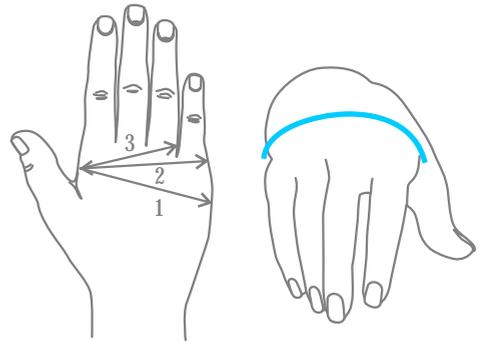
4. Espesor de la mano en el lado derecho o cubital sobre la diáfisis de la art. MCF del 5º dedo.

5. Espesor de la mano en el lado derecho o cubital, sobre la falange proximal del 5º dedo (meñique).

6. Espesor de la mano en el lado derecho o cubital sobre la falange proximal del 4º dedo (anular).

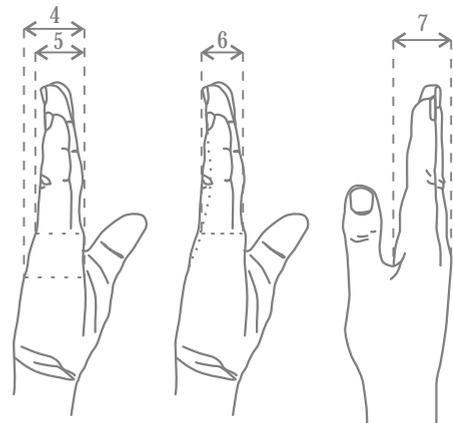
7. Espesor de la mano en el lado izquierdo o radial, sobre la art. MCF del 2º dedo.

Por la variabilidad de las dimensiones mencionadas y por el requerimiento de ajustabilidad de la Joyería Ortopédica para la Desviación Cubital es necesaria la toma personalizada de medidas.



● Arco Transversal Proximal

▲ 52. Dimensiones antropométricas. Vista dorsal



▲ 53. Dimensiones antropométricas de la mano. Vista lateral radial y cubital.

12. Medidas Somatométricas y sus Aplicaciones con Criterio Ergonómico. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Laboratorio de Producción Antropometría. Recuperado el 8 de enero, 2012 de <http://es.scribd.com>

Evaluación del especialista.

El paciente artrítico debe ser valorado por un Ortopedista, Terapeuta ocupacional o Fisioterapeuta este tendrá que:

- Tener conocimiento sobre los procesos de la enfermedad y lesiones del paciente.
- Evaluar el grado de la Desviación Cubital en las articulaciones Metacarpofalángicas y cual de las dos manos presenta un mayor grado de afectación.
- Evaluar la función total de la mano.
- Discutir las inquietudes del paciente con respecto al dolor, debilidad, pérdida de funcional y la apariencia de sus manos.

Posteriormente se realizará la toma de medidas con el equipo de medición.

Equipo de medición.

Integrado por 3 grupos de 20 láminas de polipropileno de 60 puntos, en su interior tiene un corte basado en la silueta de la parte central de la mano, donde será colocada, cada grupo está clasificado de acuerdo al número de pieza (1, 2 y 3), cuenta cada lámina con rótulos serigrafiados en color negro, donde se indican los siguientes datos (fig. 72):

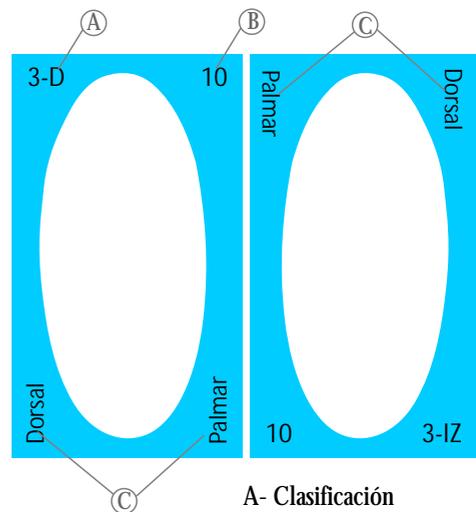
- A - Clasificación: [No. de pieza: 1, 2 ó 3
D: derecha, IZ: izquierda
- B- No. de plantilla: [Normales: 1-10
Especiales*
- C- Sentido de colocación: [Dorsal: Arriba
Palmar: Abajo

*En cada grupo se encuentran 10 plantillas con dimensiones especiales (en cuyo corte se considero un espesor mayor de la mano) y su numeración es: 4.5, 4.6, 5.6, 5.7, 6.7, 6.8, 7.8, 7.9, 8.9 y 8.1

*La clasificación de plantillas y plantillas especiales de acuerdo a las dimensiones de la mano se encuentran en la sig. página.



▲ 71. Valoración del especialista



▲ 72. Plantilla para toma de medidas. Vista frontal y posterior

Toma de dimensiones

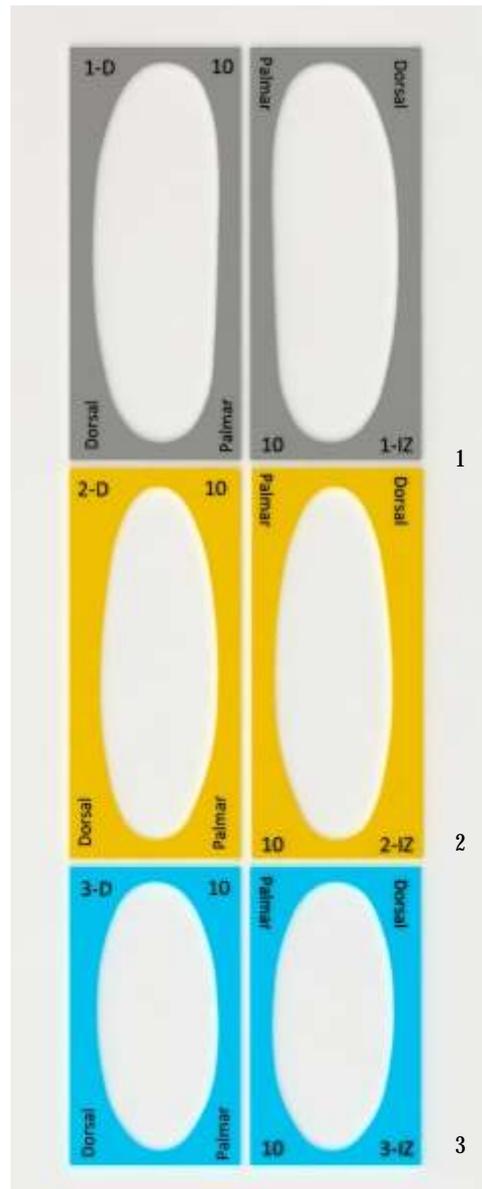
El Ortopedista o Terapista Ocupacional tomará las la distancias correspondientes: desde el lateral radial sobre la articulación MCF del 2^{do} dedo (índice) hacia los tres puntos mencionados en la p. 85 (Dimensiones Antropométricas), sobre la mano afectada con un instrumento de medición (vernier).

De acuerdo las dimensiones obtenidas el Ortopedista evaluará el grupo de plantillas que determinado, valorando aspectos como: ajuste, comodidad en reposo y durante el movimiento de la mano (particularmente en flexión /extensión de las art. MCF).

Cuando se haya seleccionado la plantilla apropiada el especialistas anotará el número de clasificación por ejemplo: 1-D-5, pieza uno de mano derecha plantilla cinco.

No. de pieza	Dimensiones mm	No. de plantilla
Pieza 1	desde 79.5	8-10 E: 7.9, 8.9, 8.1
	desde 73.0	4-7 E:5.7, 6.7, 6.8,7.8
	desde 69.0	1-3 E:4.5, 4.6, 5.6
Pieza 2	desde 74.0	8-10 E: 7.9, 8.9, 8.1
	desde 68.5	4-7 E:5.7, 6.7, 6.8,7.8
	desde 64.5	1-3 E:4.5, 4.6, 5.6
Pieza 3	desde 56.4	8-10 E: 7.9, 8.9, 8.1
	desde 52.0	4-7 E:5.7, 6.7, 6.8,7.8
	desde 49.0	1-3 E:4.5, 4.6, 5.6

▲ Cuadro 7. Plantillas de acuerdo a las dimensiones antropométricas



▲ 73. Plantillas para toma de medidas. Piezas 1, 2, y 3

*consultar dimensiones de plantillas. Anexos p.



3.3 Proceso Productivo

La Joyería Ortopédica para la desviación cubital será fabricada en Plata Esterlina metal precioso que por sus cualidades: hipoalergénicas, de durabilidad y maleabilidad, lo convierten en material idóneo que abarca los requerimientos del proyecto, además de que se distingue por sus propiedades estéticas.

El proceso de fabricación seleccionado fue fundición a la cera perdida, pues resulta el más conveniente para la obtención de las diferentes piezas que constituyen la Joyería Ortopédica.

Código	Actividad	Descripción
01	Original o Master	Moldeado y limado de la pieza final en cera ^{M1} (el modelo debe ser un 10% más grande que la pieza original) contemplar la colocación de bebederos. ³⁰
02	Moldes en caucho	Original o master forrado con caucho especial ^{M2} , colocado en una prensa vulcanizadora a una temperatura de 150°C para fundirlo sobre el diseño original y formar un bloque, posteriormente se corta el molde de caucho en dos partes con un bisturí al abrirlo quedará el negativo de la pieza original.
03	Inyección de cera	La cera líquida ^{M3} caliente es inyectada en el molde de caucho a través de un pivote o válvula de la máquina inyectora, al enfriarse se tendrá la replica de la pieza original, se repite el proceso de acuerdo al número de piezas que se requieran, cada modelo es soldado o unido en un eje central de cera llamado árboles o bebederos.
04	Investido	Se coloca el árbol en un (cubilete) que se llenará con el <i>investido</i> ^{M4} , después es montado en una máquina de vacío, para eliminar las burbujas de aire, se deja secar y endurecer.
05	Horneado	En un horno se coloca el cubilete, para fundir el árbol y las piezas de cera a una temperatura de 750° C, la alta temperatura hace que la cera se pierda por la fusión quedando los espacios que ocupará la plata fundida.
06	Fundición	Se funde la plata esterlina colocada en un crisol de fundición con un soplete de butano a 893° C.
07	Centrifugado	La plata líquida junto con el cubilete se montan en una centrífuga, para que el metal llene todos los espacios y partes del molde.
08	Extracción de piezas	En un recipiente con agua y con ayuda de unas tenazas se mete el molde, el agua produce la desintegración del investido, quedando el árbol y las piezas en plata.
09	Corte de piezas	Una vez fría la pieza, se va cortando con la segueta, separando las piezas finales del árbol.
10	Limpieza	Eliminación de residuos del investido sobre las piezas.
11	Acabado.	Para dar la pieza por terminada aún será necesario: limar, lijar y pulir o aplicar un acabado pieza por pieza, de acuerdo al diseño.

▲ Cuadro 8. Descripción del Proceso de Fundición de plata a la cera perdida.

13.Descripción del Proceso de fundición, Operations Of Wax Melting & Centrifugal Casting. Consultado en junio 2011 <http://www.hswalsh.com/waxcasting.aspx> ep By Step 30.Bebedero: tubo fijado a un molde de fundición que forma un canal por el que se vierte el metal fundido.

31.Cubilete: Vaso pequeño de metal, más ancho en su boca que en su base, que sirve para diversos propósitos.

Código	Material	Características
M1	Cera de escultor	Es fácil de moldear al tacto y adherible entre sí, puede venir en lámina o en barra esta formada por: cera de campeche o de abeja, brea (líquido espeso, de color negro), parafina y chapopote.
M2	Caucho	La goma viene en planchas rectangulares de un kilogramo y sirve para calcar el modelo, normalmente reduce la forma del modelo original entre un 4 y un 5%.
M3	Cera líquida para inyección	Ceras especiales industriales, mezcla de resinas naturales y sintéticas como la parafina y sustancias plásticas que las hacen más elásticas. Su punto de fusión está entre 68 y 85 °C, viene en diferentes colores (azul, verde, roja y rosa).
M4	Investido	Yeso microporoso (silicio, ácido bórico y grafito) es mezclado con agua (21°C a 24°C), 40 partes de agua/100 investimento Piezas finas 42% de agua

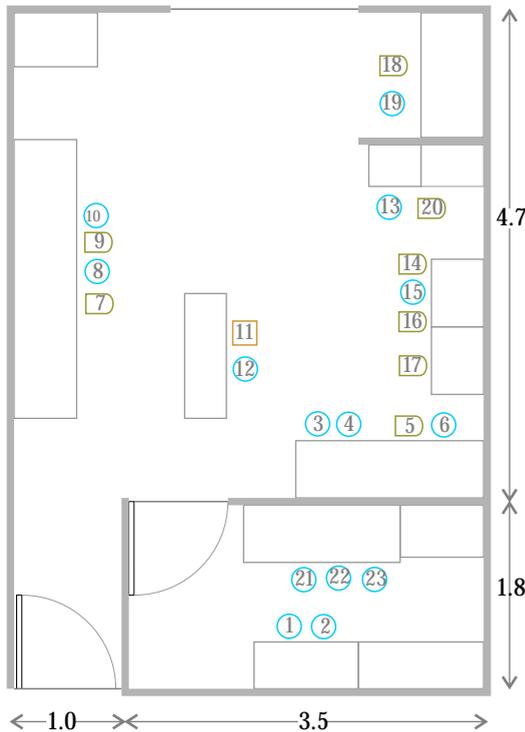
▲ Cuadro 9. Material utilizado en la Fundición de Plata a la cera perdida

Actividad	Herramienta	Equipo	Recursos humanos
Original o Master	Gubias para modelado limas y pinzas	Mechero de alcohol	Modelista en cera
Moldes en caucho	Marcos de aluminio Bases para el marco de aluminio y bisturí	Prensa vulcanizadora	Joyero experto en fundición a la cera perdida
Inyección de cera	Molde de caucho Árboles o bebederos de cera Prensa pequeña con placas metálicas	Inyector de cera	
Investido	Cubilete (cilindro hueco de acero inoxidable) Base (tapa de hule para árbol)	Batidora Máquina de Vacío	
Horneado		Horno para fundición	
Fundición		Crisol para fundición Soplete de gas butano	
Centrifugado		Centrifuga	
Extracción de piezas	Tenazas Recipiente con agua Segueta		
Pulido	limas de esmeril, piedra abrasiva y discos de algodón	Motor para pulir	

▲ Cuadro 10. Descripción de Herramientas, Equipo y Recursos Humanos

Makilo, es una empresa maquiladora de piezas de plata con más de 30 años de experiencia, el joyero Juan Carlos Velázquez, su fundador y actual dueño, es especialista en el proceso de fundición a la cera perdida y fabricación de moldes de silicón.

Makilo, actualmente se ubica en el Centro Histórico de la Cd. de México, ofreciéndole a su clientela, producción y reproducción de piezas en plata de la más alta calidad.



Original o Master

1 Modelado de la pieza original en cera

2 Colocación de bebedero en el modelo

Moldes en caucho

3 Corte de goma o caucho para molde

4 Elaboración de molde

5 Fundición del molde en prensa vulcanizadora

6 Corte del molde

Inyección de cera

7 Fundición de la cera para inyección

8 Inyección de cera en el molde de caucho

9 Endurecimiento de cera

10 Salida de pieza inyectada

11 Revisión de la pieza inyectada

12 Pieza inyectada colocada en un eje central

Investido

13 Mezcla de investimento

14 Investimento en máquina de vacío

15 Vaciado de investimento

16 Endurecimiento de investido

Horneado

17 Horneado de cubiletes

Fundición

18 Fundición de plata

Centrifugado

19 Reposo del cubilete con plata

Extracción de piezas

21 Corte de piezas con segueta

22 Limado de piezas de plata

Acabado.

23 Pulido de piezas de plata

▲ Diagrama1. Flujo de producción

Costos de Prototipo

Concepto	Pieza de J.O.	Unidad	Cantidad	Precio (MN)	Importe
Moldelos Lámina de estireno de 20ptos. 1.20x 0.90m	pieza 1	m	0.0024	35	0.084
	pieza 2		0.0010		0.067
	pieza 3		0.0116		0.407
Monomero de estireno	pieza 1	l	0.05	43.50	2.27
	pieza 2				2.27
	pieza 3				2.27
importe en materiales					1.30
Mano de obra		hora	3	62.33*	186.99
Total:					188.29
Moldes de caucho Hule silicon castaldo de baja temperatura CP5098*		kg	0.01	\$ 338	3.38
Mano de obra		hora	1	62.33	62.33
Total:					65.71
Inyección de cera Cera para inyección plástica CP5140	pieza 1	kg	0.003	194.2	0.58
	pieza 2		0.002		0.39
	pieza 3		0.003		0.58
importe en materiales:					1.75
Investido Investido Diamantex plata CP5274-050		kg	0.05	534	2.67
Mano de obra		hora	0.25	62.33	15.58
Total:					18.25
Horneado Mano de obra		hora	0.5	62.33	31.16
Fundición Plata esterlina	pieza 1	gr	6.3	12*	75.6
	pieza 2		5.6		67.2
	pieza 3		4		48
importe en materiales:					190.8
Mano de obra		hora	0.25	62.33	15.58
Total:					206.38
Centrifugado Mano de obra		hora	0.25	62.33	15.58
Extracción, corte y limpieza Mano de obra		hora	1	62.33	62.33
Acabado Mano de obra		hora	1.5	62.33	93.49
Total:					682.44

Costos de productos para fundición a la cera perdida. Consultados el 30 de Marzo, 2012 de <http://www.diamantex.com>

* Salario mínimo, para oficinas zona A. Vigentes a partir del 1 de enero de 2012. <http://www.sat.gob.mx>

Diseño de Empaque y marca

La marca representa un importante factor en el proceso de toma de decisiones ya que transmite una serie de atributos o de valores que otorgan un grado de confianza hacia la empresa (funcionando como aval o garantía), facilitando la decisión de consumo.

Las empresas necesitan de la marca como modalidad de concurrencia en el mercado, ya que se considera el recurso primario de la comunicación para transmitir la identidad del producto .

En el diseño de marca, sé busco que está representara: solidez, elegancia y dinamismo cualidades que distinguen el diseño, se conservó el nombre de Joyería Ortopédica como título de empresa y como marca de producto DC Bracelet, D: Desviación C: Cubital Bracelet: Brazaletes en inglés, de esta manera la marca cubre las características:

- Funcionales: eficacia comunicativa, es pronunciable, memorable y original.
- Semánticos: Guarda relación con los atributos de la empresa.
- Expresivos: Cualidades literarias del nombre.

Empaque:

Es vital para guardar, proteger y servir de medio para manipular el producto. En el caso de DC Bracelet, el empaque tendría una vida útil prolongada, por las características del producto, es por ello que se propuso su fabricación en acrílico de 3mm, translúcido y opaco color negro en el fondo.



▲ 74. Logotipo de empresa y Diseño de marca de producto.



▲ 75. Diseño de empaque

La Artritis Reumatoide (AR) es considerada la enfermedad reumática que causa mayor incapacidad a nivel osteoarticular en el mundo entero. En nuestro país la AR ocupa el primer lugar de pensiones por invalidez que otorga el IMSS.

En el 2010, debido al fuerte impacto económico y social que genera este padecimiento, el Instituto de Salud del Estado de México junto con otros dependencias se unieron para iniciar el Programa Integral para el Reconocimiento y Tratamiento de la AR, destacando la importancia de una asistencia médica oportuna en las etapas iniciales, pues la ventaja que representa el diagnóstico y tratamiento temprano, se refleja en menos gastos generados por complicaciones, cirugías ortopédicas, incapacidades, cuidadores, etc., y se evita el daño articular irreversible al igual que el desgaste emocional al que se enfrenta el paciente y su círculo más cercano.

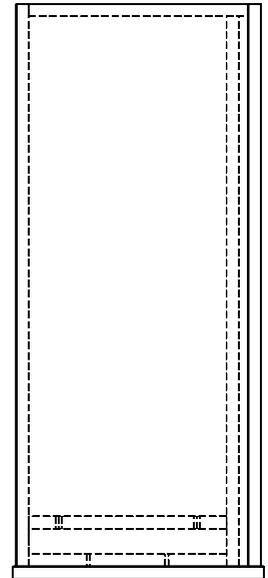
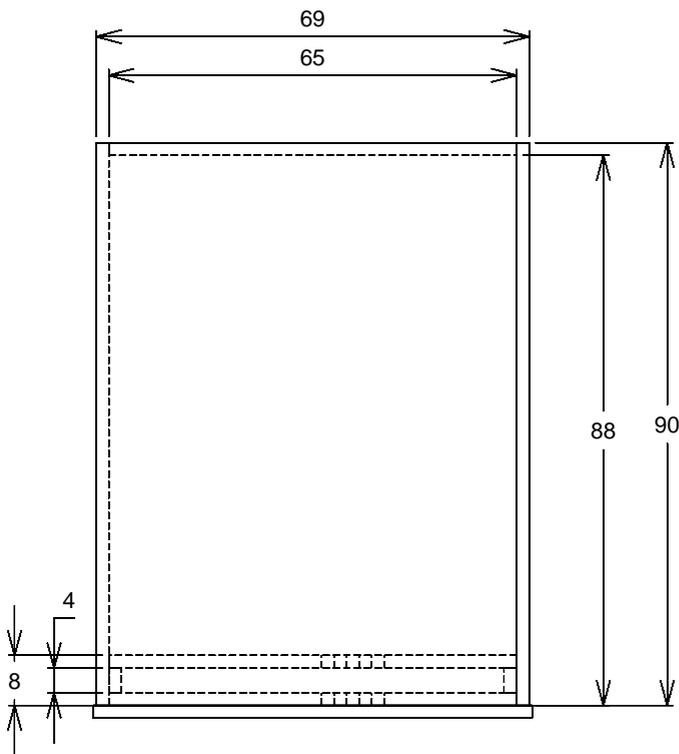
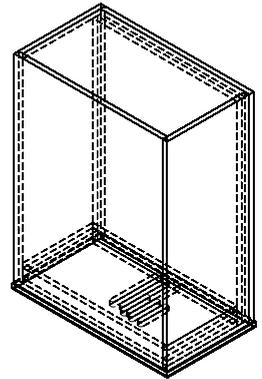
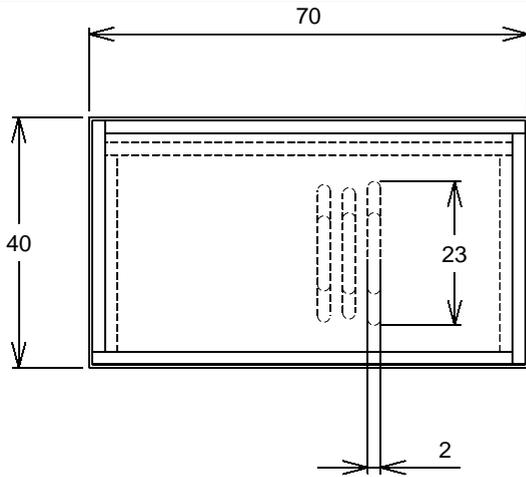
La Joyería Ortopédica para la Desviación Cubital en etapas iniciales, ofrece una solución estética, confortable y funcional, además de una férula de prolongada vida útil para un tratamiento ortopédico a largo plazo.

El reto más importante en este proyecto fue sin duda el conjugar los objetivos de una férula funcional o de uso diario con las cualidades de apariencia de una joya. Para resolver esta cuestión fue necesario el desarrollo y análisis de múltiples modelos, prototipos y dos propuestas previas realizadas en plata, estas últimas evidenciaron que era necesario realizar modificaciones considerando el proceso productivo (fundición a la cera perdida).

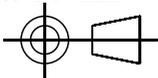
Finalmente el proyecto de Joyería Ortopédica para la Desviación Cubital cubre las deficiencias observadas en productos similares en el aspecto ergonómico: ajuste, comodidad, aspecto funcional: soporte, protección y estabilización de las articulaciones afectadas. y además permite la movilidad de las articulaciones de la mano.



Anexos



esc 1:1 mm



UNAM FES ARAGÓN

enero 2012

Erika Salas Tapia

EMPAQUE
PARA JOYERÍA ORTOPÉDICA

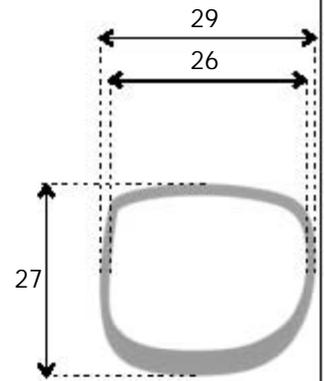
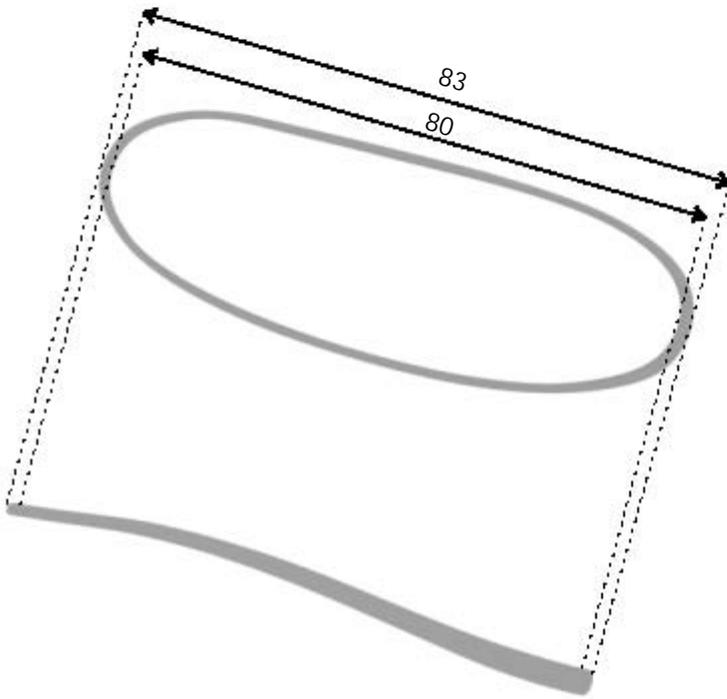
Proyecto Final

Vistas generales

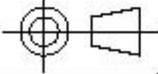
A4 1/1



Planos



esc 1:1 mm



UNAM FES ARAGÓN

enero 2012

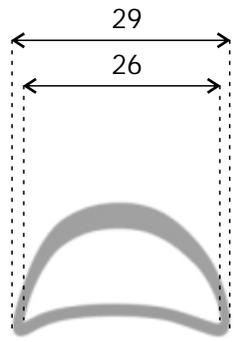
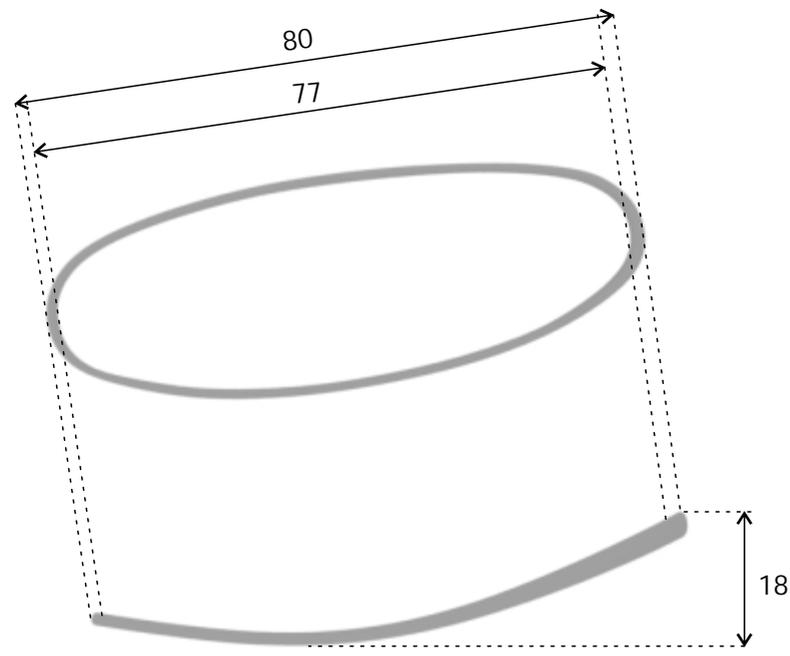
Erika Salas Tapia

JOYERÍA ORTOPÉDICA

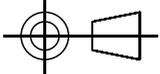
Proyecto Final

Vistas generales Pieza 1

A4 1/1



esc 1:1 mm



UNAM FES ARAGÓN

enero 2012

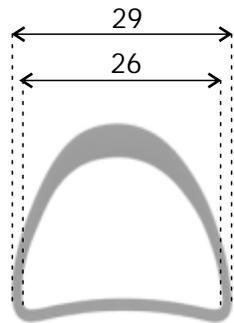
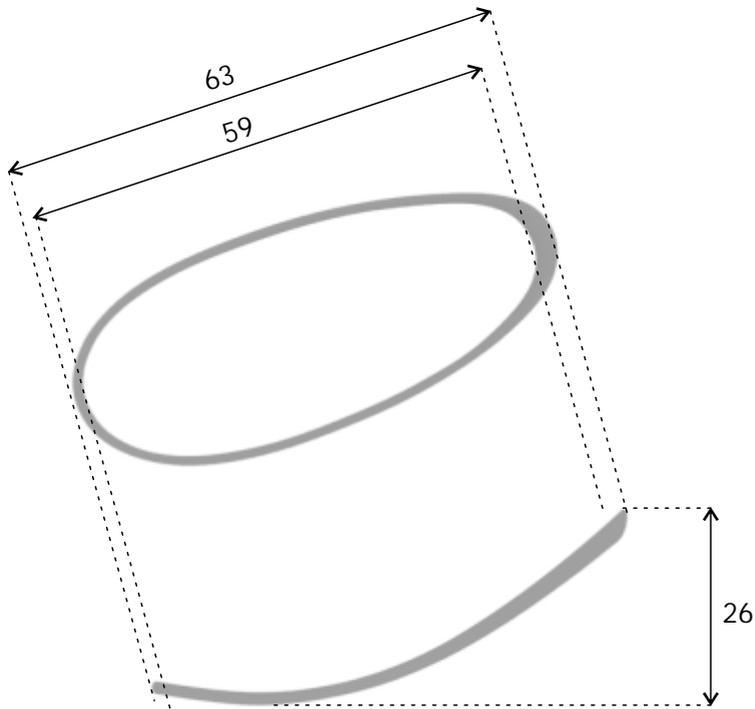
Erika Salas Tapia

JOYERÍA ORTOPÉDICA

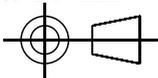
Proyecto Final

Vistas generales Pieza 2

A4 1/1



esc 1:1 mm



UNAM FES ARAGÓN

enero 2012

Erika Salas Tapia

JOYERÍA ORTOPÉDICA

Proyecto Final

Vistas generales Pieza 3

A4 1/1

Referencias Bibliográficas

- Balcázar Rodríguez J., Manual de Normas de Procedimientos en Rehabilitación de Artritis Reumatoide, tesis para obtener el título especialidad de medicina de Rehabilitación, UNAM México D.F., 2002.
- Burgos Portillo R. (2006). Artritis Reumatoide, p. 62-66, Revista paceña de medicina familiar.
- Casobó Juan, Joyería, pag. 7, 41-42, Buenos Aires, Argentina Editorial Albatros, 2010.
- Courtillon D. , Noël J. Fourastier y A. Perdriger, Artritis Reumatoide del adulto Rehabilitación Funcional y Estrategia de Readaptación, Enciclopedia Médico Quirúrgica, p. 3.
- Díaz Petit J. (2002), Rehabilitación en la AR (1era. ed.), Barcelona, Masson.
- Escrivá Ávila, Adriana A., Joyería en plata y cerámica, tesis para obtener el título licenciatura en Diseño Industrial, UNAM México D.F., 2009.
- Field Demer, Palastanga N. y Soames R., Anatomía y movimiento humano: estructura y funcionamiento, Barcelona, 2000. Editorial Paidotribo. p.116
- Hsu, J. D. y Michael, J.W. (2009), Atlas de ortesis y dispositivos de Ayuda, capítulo 17, España, Elsevier-Masson.
- HuPorter S. (2009), Tidy's Physiotherapy, pag. 2, editorial Elsevier, España .
- Jacobs MaryLynn y Noelle M (2003), Splinting the hand and upper extremity: principles and process, pag. 2, Estados Unidos Lippincott Williams & Wilkins,
- Melvin, Jeanne L, (1982) Rheumatic disease: Occupational Therapy and Rehabilitation, Estados Unidos, F. A. Davis.
- Méndez S. Fernando (2002), Rehabilitación en Enfermedades Reumáticas, Guía académica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. pags. 40-47
- Reyes Quiñones G., El Diseño Estético de Ortesis, tesis para obtener el título Maestría en Diseño Industrial, UNAM México D.F., 2008.
- Viladot Voegeli Antonio (2000), Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor, pag 173, Springer.

Versiones electrónicas

- Belkin Julie (2009), Ulnar Deviation Splint [Versión electrónica] p. 4.
- Barber Lols M. (1990) Ulnar Deviation Splint, United States Patent. [Versión electrónica].