



# thermis

SISTEMA DE CRIOMASAJE Y  
TERMOMASAJE PORTÁTIL PARA  
EL TRATAMIENTO PERSONAL DE  
ARTROSIS A DISTANCIA

---

Memoria para optar al título de  
Diseñador, mención Diseño de Productos

---

AUTORA  
Macarena Gleiser Barison

PROFESOR GUÍA  
Jorge Cartes Sanhueza

---

TALCA, 2020

## CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022



ESCUELA DE DISEÑO

SISTEMA DE CRIOMASAJE Y TERMOMASAJE PORTÁTIL PARA EL  
TRATAMIENTO PERSONAL DE ARTROSIS A DISTANCIA

Memoria para optar al título de:  
DISEÑADOR MENCIÓN DISEÑO DE PRODUCTOS  
MACARENA DANIELA GLEISER BARISON

PROFESORES

Jorge Cartes

Javier Lorca

Raimundo Hamilton

Luz María González

Gonzalo Muñoz

John Chalmers

Talca, Chile

Año 2020



# AGRADECIMIENTOS

---

Escribo este apartado desde el otro lado del charco, inmensamente agradecida de todas las personas que me condujeron a este momento, en el cual puedo denominarme diseñadora chilena representante de la región.

A mis padres, dos mentes creativas que me enseñaron a observar y quienes siempre me han apoyado con su inteligencia, empatía, cariño y disciplina. Agradezco su confianza en mí y su compañía durante las largas noches de trabajo. Siempre han sido mi principal guía. Fue una suerte haber compartido este camino con ustedes.

A mis hermanas, que me apoyaron en los momentos difíciles y fueron mis confidentes en tiempos de duda.

Agradezco a mis profesores, quienes me educaron y acompañaron en este arduo camino, en especial a aquellos que fomentaron en mí la curiosidad y amor por el diseño.

A mis amigos, compañeros de risas y momentos que conservo para siempre, los abrazo con profundo cariño y gratitud por ser constantes en este proceso. Su apoyo fue invaluable para finalizar esta etapa y estoy ansiosa por explorar el mundo laboral con ustedes.





## Autorización para la publicación de Memorias de Pregrado y Tesis de Postgrado.

Yo, Macarena Daniela Gleiser Barison, cédula de identidad N° 19.247.333-0, autor de la memoria o tesis que se señala a continuación, autorizo a la Universidad de Talca para publicar en forma total o parcial, tanto en formato papel y/o electrónico, copias de mi trabajo.

Esta autorización se otorga en el marco de la ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Universidad.

Título de la memoria o tesis	Sistema de Criomasaje y Termomasaje portátil para el tratamiento personal a distancia de artrosis
Unidad académica	Escuela de Diseño
Carrera o Programa	Diseño de Productos
Título y/o grado al que se opta	Diseñador, Mención en Diseño de Productos
Nota de calificación	7.0

Firma de Alumno:

Rut: 19.247.333-0





**U**  
**TALCA**  
UNIVERSIDAD  
CHILE

**dib**  
escuela de diseño

# 01

## PRESENTACIÓN DE TRASTORNOS FÍSICOS CRÓNICOS

Contexto general de estudio .....	14
1.1 Características de los TME.....	15
1.2 Estadísticas de los TME.....	15
1.3 Enfermedad Crónica.....	16
1.4 Contexto específico de estudio.....	17
1.5 Magnitud del problema.....	18
1.6 Formas de presentación.....	19
1.7 Alteraciones producidas.....	19
1.8 Factores de riesgo.....	20
1.9 Prevalencia.....	21
1.10 Conclusión.....	22

# 02

## MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1 ESCENARIO DE ESTUDIO

2.1.1 Escenario de estudio: el círculo vicioso del dolor .....	24
2.1.2 Protección de las articulaciones .....	25
2.1.3 Actividades para adultos mayores al aire libre .....	25
2.1.4 Envejecimiento activo .....	26
2.1.5 Conclusiones .....	26

### 2.2 TERAPIA COMPLEMENTARIA

2.2.1 Tratamiento conservador.....	28
2.2.2 Garantías explícitas en salud (GES).....	28
2.2.3 Fisioterapia y rehabilitación del paciente.....	29

### 2.3 ANÁLISIS DE CRIOTERAPIA

2.3.1 Definición.....	31
2.3.2 Aplicación de crioterapia.....	31
2.3.3 Entorno de uso.....	32
2.3.4 Análisis técnicas .....	32
2.3.5 Principios terapéuticos .....	33
2.3.6 Principios mecánica.....	35

2.3.7 Precauciones.....	35
2.3.8 Visión terapeuta.....	36
2.3.9 Visión paciente.....	37
2.3.10 Conclusiones.....	38

### 2.4 ANÁLISIS DE TERMOTERAPIA

2.4.1 Definición.....	40
2.4.2 Aplicación de termoterapia.....	40
2.4.3 Comparación de terapias.....	41
2.4.4 Efectos por uso.....	41
2.4.5 Análisis de técnicas.....	41
2.4.6 Principios terapéuticos .....	42
2.4.7 Contradicciones.....	42
2.4.8 Precauciones .....	42
2.4.9 Conclusión.....	42

### 2.5 ANÁLISIS DE MERCADO

2.5.1 Establecimientos de Salud .....	44
2.5.2 Salud Privada .....	44
2.5.3 Gasto en Salud per cápita .....	44
2.5.4 Gasto en terapia kinesiológica.....	44
2.5.5 Crio y termoterapia en Chile.....	45
2.5.6 Tecnologías utilizadas.....	46
2.5.7 Mercado de productos/Masajeadores.....	47
2.5.8 Mercado de productos/Rodilleras .....	51
2.5.9 Conclusiones.....	52

### 2.5 ANÁLISIS ERGONÓMICO

2.6.1 Identificación del usuario.....	54
2.6.2 Ciclo de trabajo.....	55
2.6.3 Confort físico.....	56
2.6.4 Confort sensorial .....	56
2.6.5 Confort psicológico.....	56
2.6.6 Entorno y relaciones dimensionales .....	57

2.6.7 Seguridad y puntos críticos.....	58
2.6.8 Conclusiones .....	58

## 03 METODOLOGÍA TRATAMIENTO PALIATIVO

3.1 Definición de tratamiento paliativo .....	60
3.2 Tratamiento paliativo en artrosis.....	60
3.3 Mapa de flujo del tratamiento paliativo.....	61
3.4 Conclusiones .....	62

## 04 MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACION

### 4.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

4.1.1 Soft Robotics .....	65
4.1.2 Investigaciones.....	66
4.1.3 Cámara de aire sin volumen .....	68
4.1.4 Componentes para fabricación.....	68
4.1.5 Fabricación de Pinza Robótica Suave .....	69
4.1.6 Principio de curvatura .....	69
4.1.7 Exploración.....	71
4.1.8 Comprobaciones.....	73
4.1.9 Conclusiones.....	78

### 4.2 ESTADO DEL ARTE

4.2.1 Cuidado en casa.....	80
4.2.2 E-Wearables .....	81
4.2.3 Conclusiones.....	82

## 05 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

5.1 Planteamiento del problema.....	84
5.2 Diagrama de necesidades .....	85
5.3 Diagrama causal .....	85
5.4 Factores de diseño .....	86
5.5 Objetivos de diseño .....	86
5.6 Objetivos específicos .....	86
5.7 Hipótesis planteada .....	87
5.8 Requerimientos de diseño.....	88
5.9 Alternativas planteadas .....	88
5.10 Oportunidad de diseño .....	89
5.11 Desarrollo de propuestas .....	89
5.12 Definición del concepto.....	94
5.13 Concepto.....	94
5.14 Propuesta conceptual .....	94
5.15 Referentes directos .....	95
5.16 Refrente de forma.....	95
5.17 Evolución de forma .....	96

## 06 PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN Y PROPUESTAS

6.1 Definición de propuesta.....	97
6.2 Usabilidad .....	99
6.3 Características.....	105
6.4 Materialidad.....	108
6.5 Aspectos técnicos.....	114
6.6 Impacto social y económico .....	117
6.8 Factores cumplidos.....	117

## 07 BIBLIOGRAFÍA

7.1 Bibliografía .....	118
------------------------	-----

# INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS



Según la Norma Técnica del Minsal, los Trastorno-Musculoesquelético (TME) se define como una lesión física originada por trauma acumulado, que se desarrolla gradualmente como resultado de repetidos esfuerzos sobre una parte específica del sistema musculoesquelético.

Uno de los TME crónicos más frecuentes es la Osteoartritis (OA), que es el desgaste progresivo del cartílago articular. Comienza de manera asintomática hasta que produce dolor, enrojecimiento y calor, además de impotencia funcional. Termina en dolor mecánico, crepitaciones y deformidad progresiva.

Entre los tratamientos conservadores de la artrosis está la fisioterapia, que consiste en la utilización de elementos naturales, tecnológicos y acciones mecánicas para contribuir a la prevención o la recuperación de un trastorno físico. La fisioterapia busca disminuir el dolor, mejorar la movilidad y ralentizar la evolución del desgaste.

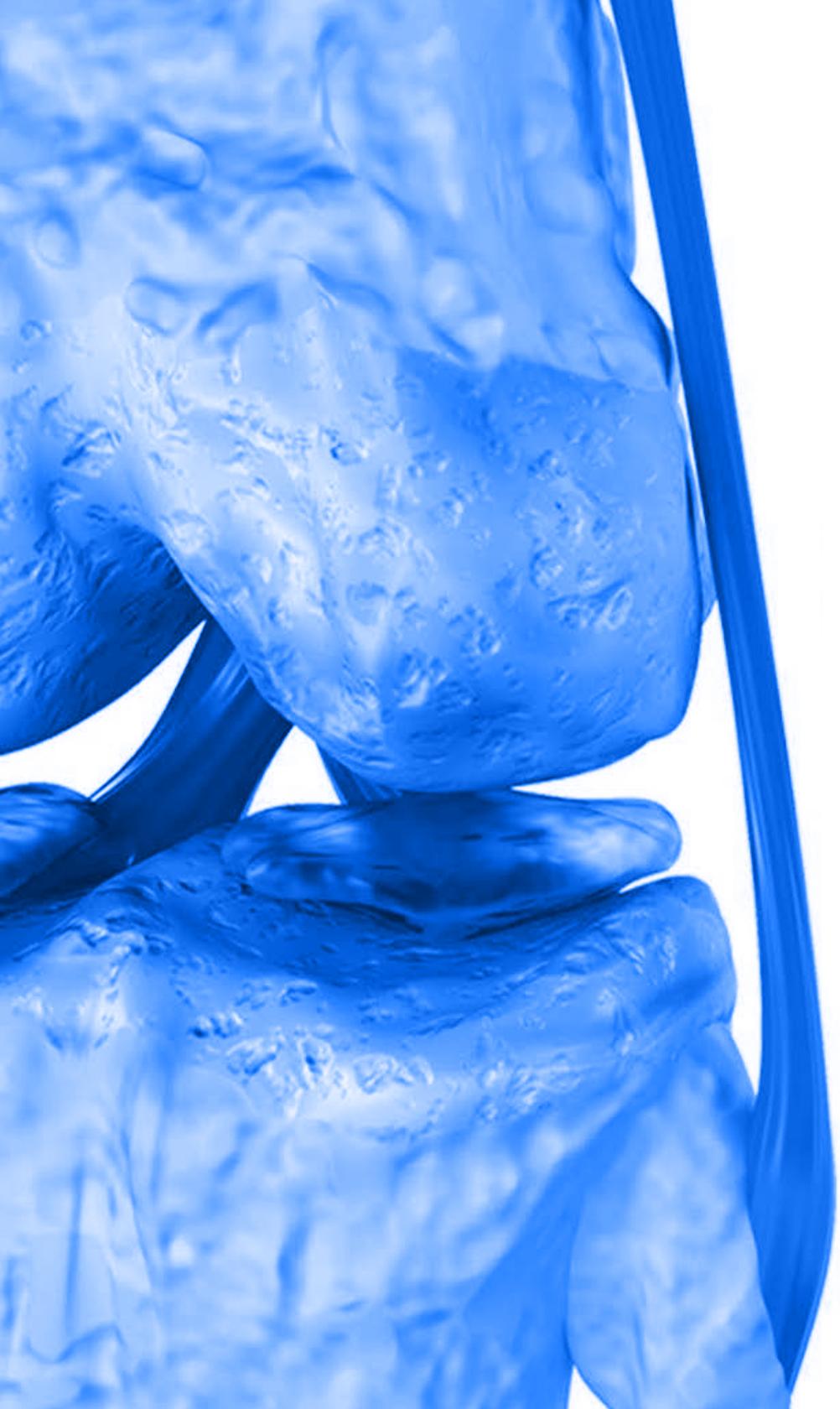
En el primer capítulo corresponde a un análisis de Osteoartritis y las principales características generales que la definen.

El segundo segmento profundiza sobre la técnica de criomasaaje, técnica de recuperación muscular por medio de masaje con hielo. Además, se realizan las primeras observaciones y análisis de las problemáticas presentes en la terapia.

El tercer segmento define los trastornos musculoesqueléticos y sus principales características.

El cuarto segmento inserta al criomasaaje y termoterapia en la industria, demostrando la oferta de productos y el grupo objetivo al cual irá dirigido el futuro diseño.

El quinto punto formula los referentes que contribuirán el futuro proyecto, además de considerar los factores y requerimientos necesarios a considerar. Se formulan las soluciones a las problemáticas y los conceptos.



CAPITULO #1

# PRESENTACIÓN

TRASTORNOS FÍSICOS



# CONTEXTO GENERAL TRASTORNOS FÍSICOS

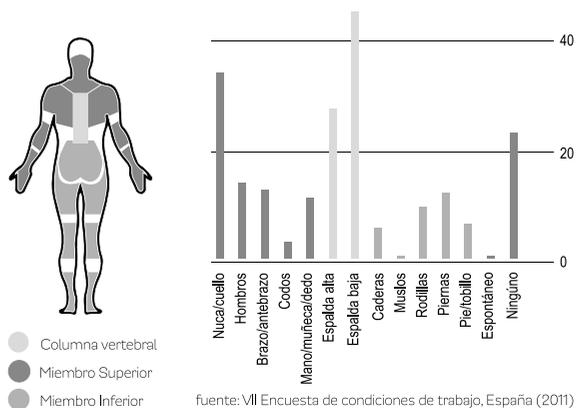
Los TME son la primera causa de incapacidad laboral, por lo que desde el punto de vista social y económico tienen graves impactos sobre la calidad de vida de los pacientes.

Los TME se encuentran entre los problemas más importantes de salud en el trabajo, ya que producen molestias o dolor local y restricción de la movilidad.

Desde el punto de vista socio-sanitario, el consumo de recursos sanitarios y sociales de los TME es muy elevado. Los cuidados que requiere un paciente repercuten en la vida laboral, económica, social y emocional del paciente y de sus cuidadores

Los TME son muy frecuentes en la población y causa de un impacto socioeconómico. Según el estudio EPISTER, los más prevalentes son la lumbalgia, artrosis, fibromialgia y la osteoporosis.

Según el elemento dañado, pueden ser: Patologías Articulares, Periarticulares y Óseas.



## PRIORIDAD MUNDIAL

A nivel internacional, se trata de uno de los problemas más importantes de salud en el trabajo, tanto en países desarrollados como en vías de. La OMS y EU-OSHA los han calificados como temas prioritarios de la Salud Ocupacional.

(Grieco et al. 1998; NRC/IOM 2001; Punnett y Wegman)



**1 DE CADA 3**

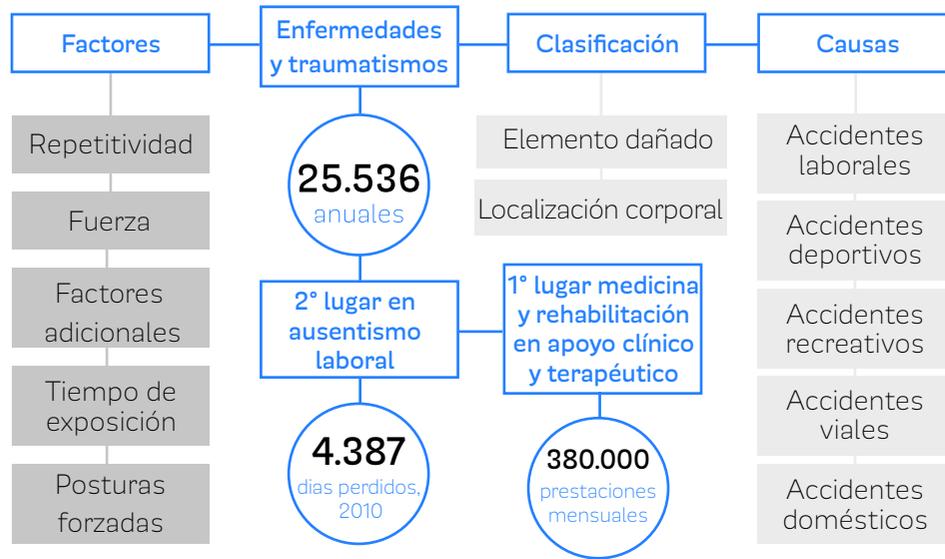
mayores de 20 años van una vez al año al médico por problema osteo-muscular.

**< 6 MILLONES** toman AINEs habitualmente.

**>1.500.000 DE PERSONAS** presentan efectos adversos gastrointestinales.

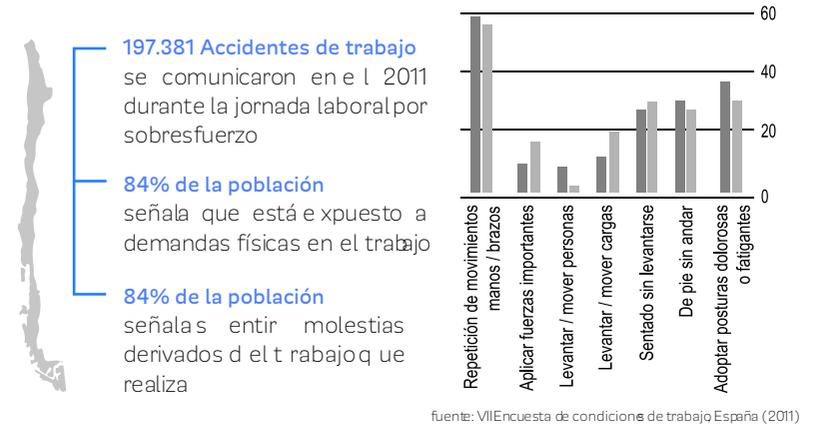


### 3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS TME

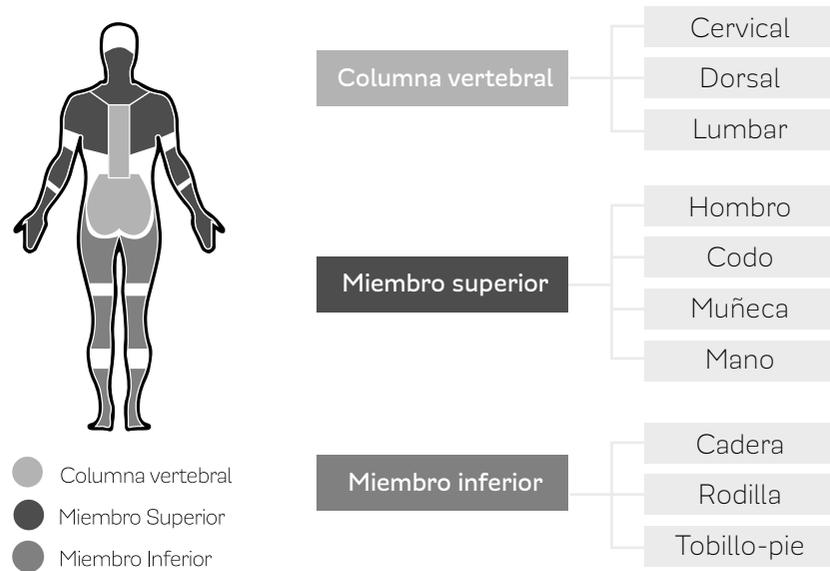


### 3.2 ESTADÍSTICAS DE LOS TME

#### CAUSAS FÍSICAS Y FACTORES DE RIESGO



Atendiendo a la localización corporal, las patologías más prevalentes atendidas son:



Los trastornos musculoesqueléticos siguen siendo uno de los problemas más importantes de salud ocupacional.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, constituyen una de las principales causas de ausentismo laboral en el mundo. Por otra parte, la Agencia Europea para la Salud y Seguridad en el Trabajo, los ha calificado como un área prioritaria de la salud ocupacional.



## 3.3 ENFERMEDADES CRÓNICAS

### Enfermedades Crónicas del Auge GES

- Diabetes Mellitus Tipo 1 y 2
- Síndrome de la inmunodeficiencia adquirida VIH/SIDA
- Hipertensión arterial primaria
- Hemofilia
- Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica de Tratamiento Ambulatorio
- **Tratamiento Médico en personas de 55 años y más con Artrosis de Cadera y/o Rodilla, leve o moderada**
- Fibrosis Quística
- **Artritis Reumatoídea e idiopática juvenil**
- Epilepsia no refractaria en personas de 15 años y más
- Asma bronquial en personas de 15 años y más
- Enfermedad de Parkinson
- Esclerosis múltiple remitente recurrente
- Hepatitis crónica por Virus Hepatitis B
- Hipotiroidismo en personas de 15 años y más
- Lupus Eritematoso Sistémico

### Enfermedades Reumáticas

Las enfermedades reumáticas son aquellas que afectan al aparato locomotor-huesos, músculos y articulaciones- y que no son de causa traumática, es decir que no son producidas por un golpe o traumatismo.

### Osteoporosis | Artrosis

La mayoría de las personas confundes ambas enfermedades, pero son patologías absolutamente diferentes. La artrosis es una enfermedad degenerativa absolutamente diferente. La artrosis afecta principalmente la rodilla, manos y cadera, produce dolor, rigidez y es usual la deformidad de la articulación.

#### 01

##### OSTEOARTROSIS

La artrosis es un grupo de enfermedades crónicas que ocasionan importante incapacidad, que tienen una etiología compleja y que afecta a las articulaciones sinoviales.



#### 02

##### OSTEOPORÓSIS

Se produce una disminución de la densidad de masa ósea. Así, los huesos se vuelven más porosos, aumenta el número y el tamaño de las cavidades o celdillas que existen en su interior, son más frágiles, resisten peor los golpes y se rompen con mayor facilidad.



#### 03

##### ARTRÍTIS REUMATOÍDEA

Enfermedad que causa dolor, hinchazón y rigidez en las articulaciones o coyunturas. Ocurre a menudo en más de una articulación y puede afectar cualquier articulación del cuerpo. Existen más de 100 tipos diferentes.



ADAM



## 1.4 CONTEXTO ESPECÍFICO

### ESTUDIO DE LA ARTROSIS

La mayor parte de las personas que sufren de artrosis o desgaste en las rodillas piensan que no tiene nada que hacer para mejorar sus síntomas y dolores y que debe resignarse a sufrírselos y aprender a vivir con ellos.

La artrosis es la enfermedad articular más frecuente y es el desgaste progresivo del cartílago articular, que recubre los huesos en las uniones articulares del cuerpo. Suele comenzar de manera asintomática hasta que comienza a producir síntomas inflamatorios como dolor, enrojecimiento y calor además de impotencia funcional.

Para su tratamiento existen dos vías: **Tratamiento conservador y tratamiento quirúrgico.**

Tradicionalmente, se ha venido considerando la artrosis como un proceso de carácter degenerativo y prácticamente inherente al envejecimiento, pero en el momento actual, la fisiopatología de las lesiones permite considerarla como una enfermedad, con una incidencia mayor a medida que aumenta la edad, por las pérdidas defensivas del cartílago, como ocurre simultáneamente con otros tejidos, pero no como un proceso necesario, ni

tampoco exclusivo de la tercera edad. Todo ello nos lleva a considerar en su conjunto la artrosis como una enfermedad reumática, de evolución crónica y con periodos de exacerbaciones y remisiones que caracterizan a estos procesos, en muchas ocasiones como ocurre con las articulaciones de carga.

# ENFERMEDAD CRÓNICA

La importancia de la Artrosis u Osteoartritis (OA), radica en su alta frecuencia, las molestias que ocasiona a quienes la padecen y el importante deterioro funcional que suele asociarse al compromiso de rodillas y/o caderas.

## 1.5 MAGNITUD DEL PROBLEMA

La Artrosis u Osteoartritis (OA), es la enfermedad articular más frecuente, aumentando con la edad, y en los mayores de 60 años se estima que más del 80% presenta alteraciones radiológicas de OA en al menos una articulación.

Ha aumentado un 72 % entre 1990 a 2013. La sitúa entre las primeras causas de discapacidad para la población mundial, por delante del alzhéimer, el asma o el abuso de alcohol.

**Chile es el tercer país de Latinoamérica con más artrosis** y se estima que la artrosis de rodilla es la principal causa de deterioro en la movilidad, especialmente en mujeres.

 Es afectado por la **ARTROSIS DE RODILLA**

Las mujeres tienen un **52% DE INCIDENCIA** después de los 60 años

 **RIESGO 2,6 VECES** mayor de padecerla.



### Artrosis: conocerla en primera persona

“Tenía que cuidar tanto mis movimientos, que parecía a un robot. Al intentar subir a la micro siento como si me pusieran un saco de papas en la espalda, las articulaciones no me responden”



### Ana Herrera, 66 años

“Mi esposo cocina porque el dolor en mis manos no me permite ni sostener un cuchillo. Esperé mucho tiempo, si hubiera reaccionado antes podría haber manejado el avance de mi enfermedad”

**Problema de salud AUGE N° 41**  
Tratamiento en personas de 55 años y más con Artrosis de Cadera y/o Rodilla, en etapa leve o moderada.

### PREVALENCIA

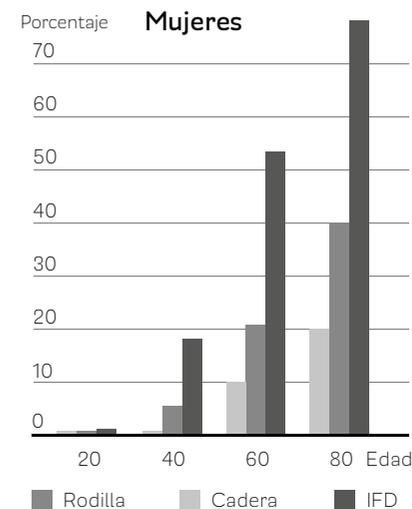
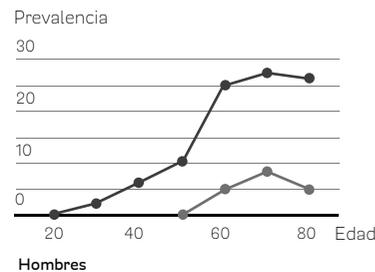
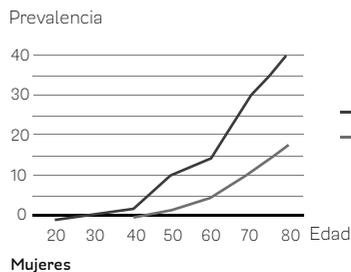
25 a 35 años: 0.1%  
35 a 65 años: 30%  
**>80 años: 80-100%**

### EN EL 2020

La artrosis será la **4ta causa de discapacidad.**

Es la causa más importante de discapacidad funcional del aparato locomotor en todas las razas y zonas geográficas.

Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. Bull World Health Organ 2003;81:646-56

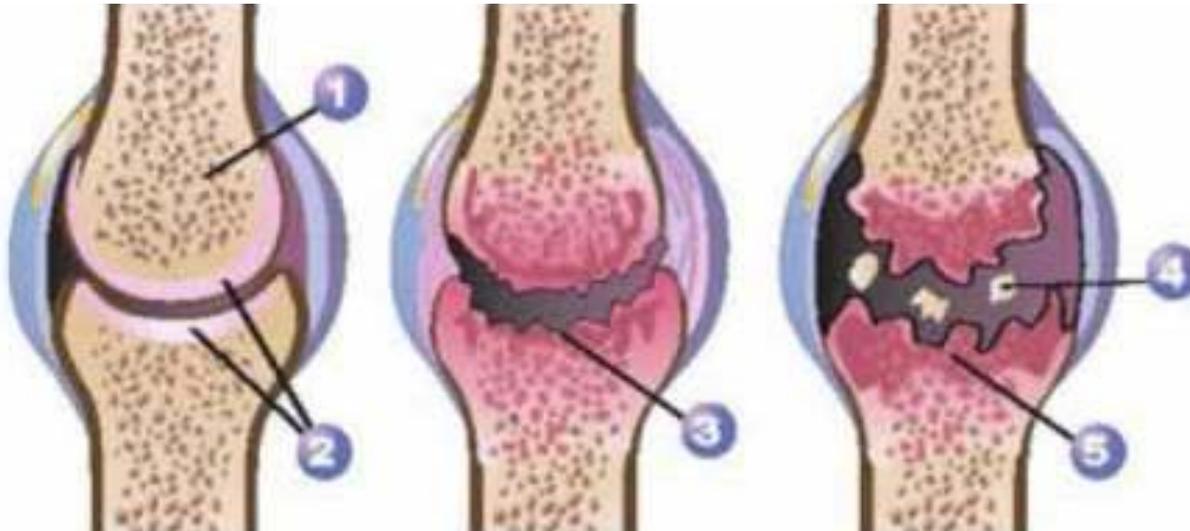


## 1.6 FORMAS DE PRESENTACIÓN

**Primaria:** la más frecuente, en que la articulación se encontraba previamente sana y no se logra un factor claro que explique la enfermedad.

**Secundaria:** existe una causa conocida. Hay daños estructurales locales y anomalías anatómicas de las articulaciones o por enfermedades sistémicas.

## 1.7 ALTERACIONES PRODUCIDAS POR ARTROSIS



### 01

Se produce una alteración del cartilago. Poco a poco la superficie se erosiona, con el tiempo el cartilago se desgasta y puede llegar a desaparecer, dejando que los extremos de los huesos contacten directamente.

### 02

A medida que se pierde cartilago, el hueso que está debajo reacciona y prolifera hacia los lados, con lo que la articulación se deforma por los llamados osteofitos.

### 03

La membrana sinovial se engruesa y produce un líquido de poca calidad, más abundante y que lubrica menos. La enfermedad está muy avanzada y el cartilago desaparece, el proceso ya es irreversible.

## EPIDEMIOLOGÍA

La artrosis es un importante motivo de consulta. Un estudio realizado en un consultorio de atención primaria registró un total de 22.650 consultas durante el periodo de 1 año, de ellas, 4.580 (20%) eran por enfermedades reumatológicas, siendo 1 de cada 4 consultas por artrosis.

## ETIOLOGÍA

La génesis de la primaria es multifactorial: edad, obesidad, herencia, alteraciones hormonales, factores laborales, tensionales, y metabólicas. Por otro lado, la artrosis secundaria suele estar asociada a lesiones articulares agudas y crónicas, enfermedades congénitas, entre otras.

## TOXICIDAD

Gastrointestinal inducida por antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) La HDA es un efecto adverso grave y frecuente de los AINEs. Incidencia: 401 casos por millón de personas y año. Más de la mitad mayores de 65 años. El riesgo de HDA depende sobretodo del fármaco y de la dosis utilizada.

# INFLAMACIÓN CRÓNICA

La sinovitis es la inflamación de la membrana sinovial. La OA se describe comúnmente como una enfermedad no inflamatoria, sin embargo, cada vez se tiene más en cuenta la **presencia de inflamación en la OA, ya que contribuye a la manifestación de los síntomas y a la progresión de esta enfermedad.**

La inflamación en la OA puede ser un signo primario, pero también puede ser secundario a otros aspectos de la enfermedad, como son los cambios bioquímicos que se producen en el cartílago. De forma ocasional e intermitente, los signos de sinovitis aguda pueden presentarse en la OA. Sin embargo, el grado de inflamación subclínica es ahora cada vez más reconocido en la OA. La sinovitis se caracteriza por la presencia de derrame sinovial, el engrosamiento de la membrana sinovial acompañada de un incremento de la vascularización a ese nivel.

El tratamiento de la inflamación es una opción atractiva puesto que, además de retardar la progresión de la enfermedad, alivia los síntomas de dolor y rigidez. Los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) y los SYSADOA representan una buena alternativa

terapéutica en la OA.

Recientes estudios sugieren una asociación entre inflamación y progresión de los cambios estructurales en la OA. **En este sentido, la presencia de inflamación sinovial en la OA puede ser de suma importancia en el proceso crónico de degeneración articular,** dado que la membrana sinovial activada sintetiza y libera diversos mediadores de la inflamación.

**El dolor, el síntoma predominante en la OA, y, por lo tanto, la sinovitis, es un factor que participa en la definición y caracterización del dolor artrósico.** El dolor en la OA es multidimensional en su naturaleza y mediado a través de una variedad de factores. Resulta de la interacción entre la inflamación y otras características de la enfermedad, incluida la gravedad radiológica, la inervación de las estructuras articulares, la sensibilización central y periférica, y los factores psicológicos. **La contribución precisa de la inflamación al dolor en la OA puede variar de un momento a otro y también varía de un paciente a otro.**

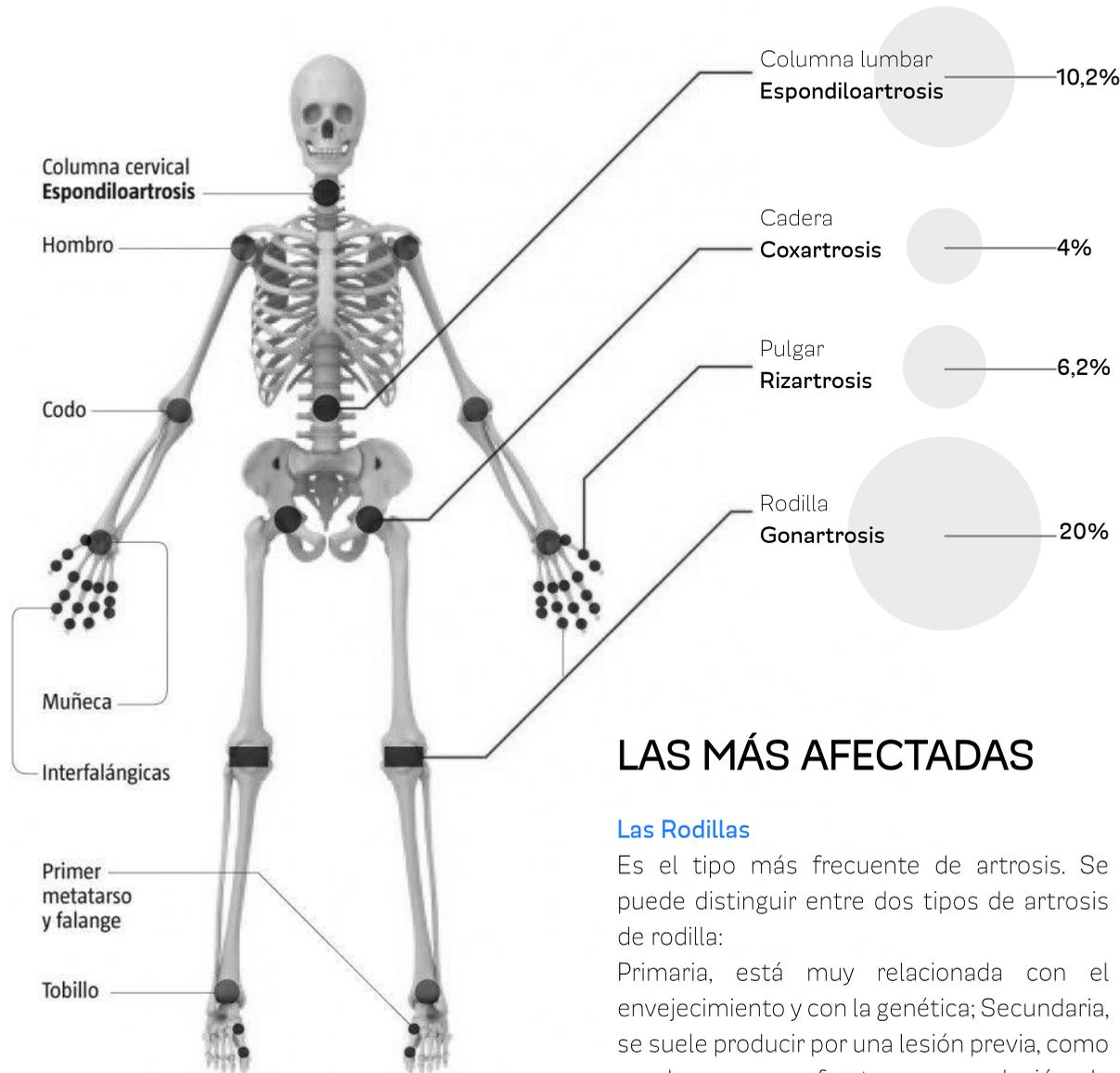
Las causas de los brotes inflamatorios agudos en la OA son múltiples. Los pacientes a menudo se lo **atribuyen a las actividades físicas intensas,** lo que indica que el trauma físico puede jugar un papel.



# 1.9 PREVALENCIA DE LA OSTEOARTÍTIS (OA)

## ARTROSIS FRECUENTE

Porcentaje de la población afectada.



## LAS MÁS AFECTADAS

### Las Rodillas

Es el tipo más frecuente de artrosis. Se puede distinguir entre dos tipos de artrosis de rodilla:

Primaria, está muy relacionada con el envejecimiento y con la genética; Secundaria, se suele producir por una lesión previa, como pueden ser una fractura o una lesión de ligamentos.

### Las Manos

Es el segundo tipo de artrosis más común y suele estar ligado al sexo femenino y a la herencia genética. Se origina en una articulación y, después, puede extenderse al resto de la mano.

### La Cadera

Afecta a la parte superior de la pierna. Es bastante frecuente, aunque no tanto como la artrosis de rodilla o mano. El dolor sólo aparece al caminar y al subir o bajar escaleras.

### La Columna

Está formada por muchas articulaciones, lo que provoca que se pueda desarrollar artrosis en esta zona, frecuentemente en el área lumbar y cervical. El dolor puede aparecer al realizar actividades mecánicas. Además, el clima suelen agravar el dolor.

## OTRAS ARTICULACIONES

### El hombro

A menudo, la osteoartritis del hombro es una consecuencia de un traumatismo o a una patología local.

### Los codos

Esta osteoartritis es bastante rara. Se ve favorecida por los pequeños traumatismos repetidos, especialmente profesionales.

### Los tobillos

En general, resulta de un traumatismo (une esguince grave o una fractura) pero también existen osteoartritis de tobillo primitivo.



## 1.10 CONCLUSIONES

### Trastornos Físicos

Los traumatismos músculoesqueléticos son una de las principales afecciones de nuestra sociedad, provocadas principalmente por accidentes laborales, deportivos, recreativos, domésticos o viales.

En el caso de la artrosis, es más común que afecte articulaciones que soporten peso, como la columna, rodillas y caderas. La artrosis es un grupo de enfermedades crónicas que ocasionan importante incapacidad, que tienen una etiología compleja y que afecta a las articulaciones sinoviales.

Producto de la discapacidad que va produciendo durante su avance,

y más que nada el dolor sin tratamiento, el paciente desarrolla estrés, rechazo a la enfermedad, desánimo, baja autoestima, incapacidad funcional, alteraciones y cambios en la rutina, y en la realización de las actividades diarias.

En estos momentos, el tratamiento se centra en controlar el dolor y frenar la progresión de la enfermedad para evitar el desenlace final de implantar una prótesis articular. La inflamación articular y la sinovitis en concreto están adquiriendo gran relevancia desde el punto de vista patogénico de la enfermedad y, por lo tanto, también desde el punto de vista del diagnóstico y del tratamiento.



CAPITULO #2

**MARCO TEÓRICO**

DE LA INVESTIGACIÓN

## 2.1.1 ESCENARIO DE ESTUDIO: EL CIRCULO VICIOSO DEL DOLOR

El círculo vicioso del dolor que produce la artrosis frena su prevención. No solo es un tema de edad, genética o género, sino también de un amplio desconocimiento por parte de la población. El problema de padecer un dolor tan intenso como el de artrosis, es que se produce un círculo vicioso que fomenta al sedentarismo y promueve el deterioro de la o las articulaciones afectadas. En resumen, el paciente siente dolor; prefiere no someter la zona afectada a movimiento y sin movimiento su artrosis empeora.



Durante las visitas a centros kinesiológicos, se observa que la mayoría de los pacientes son mujeres mayores de 60 años, que sufren enfermedades como diabetes, hipertensión, artritis y artrosis, entre otras, simultáneamente.

- Las terapias en estos casos son de meses o años, debido a que el ejercicio se debe volver parte de la vida del paciente. Se debe lograr crear hábitos en el paciente a través de la educación.
- La mayoría de los pacientes son derivados desde otro especialista y son casos avanzados. Esto ocurre, porque el dolor es ignorado hasta que empieza a intervenir con las tareas diarias.
- No todos se operan, debido a los requisitos que impone el sistema o la falta de disposición al post operatorio.
- La gran mayoría consume más de 5 remedios diariamente, siendo 13 el máximo al momento de la entrevista, pero preferirían no tomar nada, porque son conscientes del daño colateral que producen.
- Las sesiones son de 1 hora en que se hacen ejercicios para fortalecer la musculatura que soporta la articulación y se aplica termo y electroterapia en casa sesión.
- El paciente debe permanecer sentado/acostado por los 20 minutos que dura cada aplicación. Esto aumenta la dependencia y el tiempo de cada sesión, restando tiempo a otros procedimientos que beneficiarían al paciente.
- La mayoría de los pacientes trata su dolor en casa con remedios caseros, como fuentes de agua para sumergir el área afectada, pero se dificulta cuando es una zona extensa como piernas, o zonas de difícil sumersión, como la cadera y hombros.



## 2.1.2 PROTECCIÓN DE LAS ARTICULACIONES

En ocasiones, debido al reposo y a la falta de ejercicio, los músculos que rodean la articulación se atrofian, mientras que en otros el dolor y las deformaciones óseas producen contracturas musculares. En ambos casos, la alteración de los músculos produce más dolor, complicación en la movilidad normal de la articulación y mayor tendencia a la progresión de la enfermedad.

Hacer ejercicio con las articulaciones enfermas es fundamental. El ejercicio es para mantener el movimiento articular y fortalecer los músculos, evitando que la articulación quede flácida y reduciendo la rigidez. El ejercicio no debe ser brusco y tampoco provocar dolor.

## 2.1.3 ACTIVIDADES PARA ADULTOS MAYORES **AL AIRE LIBRE**

La ciencia ha comprobado que la actividad física y cognitiva tiene una incidencia específica sobre los sistemas que producen la involución, retrasando la misma de forma considerable, previniendo enfermedades y contribuyendo a mantener la independencia motora, beneficios sociales y afectivos.

Actualmente se está promoviendo el “turismo senior” como forma de envejecimiento activo para disminuir el sedentarismo, aumentar la independencia, recreación, disminuir niveles de estrés, rechazo a la enfermedad, bajo autoestima y desánimo. En resumen, mejorar la calidad de vida de las personas mayores.

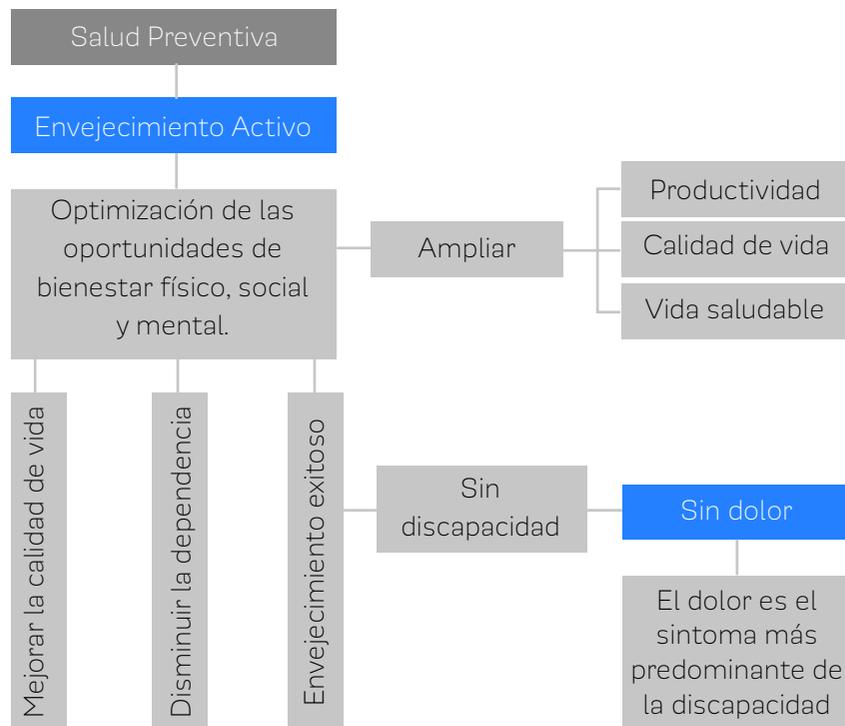
Sin embargo, hay un gran porcentaje de personas con distintas etapas de artrosis, que prefieren evitar el uso de la articulación producto del dolor, quedando en el círculo vicioso provocado por la falta de ejercicio, que en el tiempo aumenta la espasticidad y reduce la amplitud de movimiento.



## 2.1.4 ENVEJECIMIENTO ACTIVO

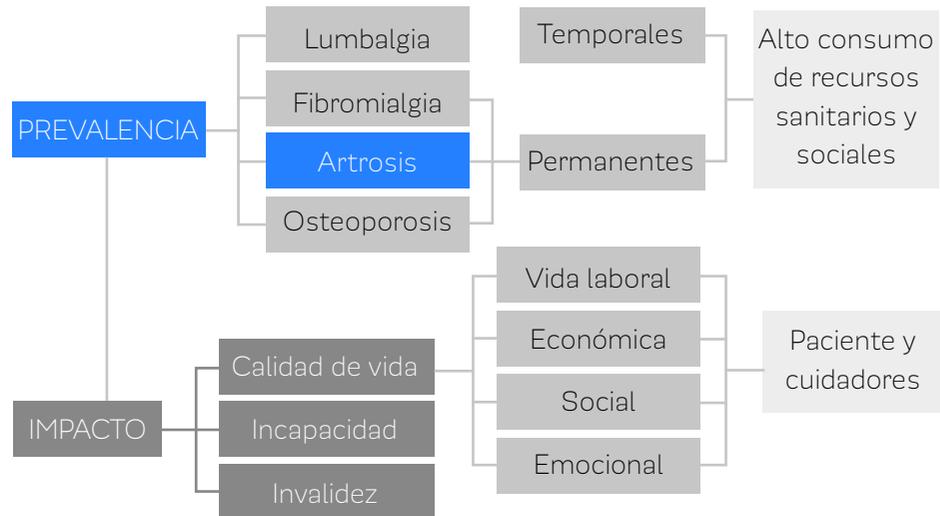
En la Estrategia en enfermedades reumáticas y musculoesqueléticas del Sistema Nacional de Salud, se menciona que los factores que pueden facilitar la aparición o empeorar la evolución de muchas de las enfermedades reumáticas y musculoesqueléticas más frecuentes, están relacionados con las condiciones de vida y de trabajo y las conductas de salud con ellas relacionadas. Estos factores son comunes a otras condiciones crónicas de salud. Por ello, las acciones dirigidas a promover la adquisición de hábitos de vida saludables y a fomentar un entorno social y medioambiental adecuado, en el que las opciones saludables sean las más fáciles de elegir, podrán prevenir el desarrollo y aparición de estas enfermedades.

La promoción del autocuidado posibilita que los pacientes adquieran un papel más activo, participando en la toma de decisiones más adecuadas en relación con su salud y enfermedad.



## 2.1.5 CONCLUSIONES

### Marco Teórico



El dolor es el síntoma más prominente en quienes tienen padecimientos musculoesqueléticos, siendo el determinante principal de discapacidad. Los problemas de este tipo van aumentando con la edad y en los adultos mayores son la principal causa de discapacidad, afectando su funcionamiento social y su salud mental, determinando un importante deterioro de la calidad de vida.

El dolor crónico se considera un problema de salud pública por su magnitud, por las implicaciones que tiene en la calidad de vida de las personas debido al sufrimiento que genera e incapacidades laborales, y por su impacto en los sistemas de salud.

La artrosis provoca un círculo vicioso de dolor, inmovilidad y más dolor debido al sedentarismo. Por ello, se debe incentivar a las personas a mantener una vida activa y salir a adelante con estas complicaciones.

El entretenimiento y actividades para personas mayores, sin duda son un medio para que se sientan revitalizados y para que se relacionen con otras personas, se mantengan activos y desarrollen actividades motivadoras. Mantener y establecer relaciones interpersonales es fundamental para el estado de ánimo del adulto mayor. Compartir con otros tiene muchísimos beneficios, mejorando notoriamente su calidad de vida.

Esto permitirán reforzar la seguridad y confort en la práctica de las actividades, como el ecoturismo y turismo de aventura.

CAPITULO #2

MARCO

# TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

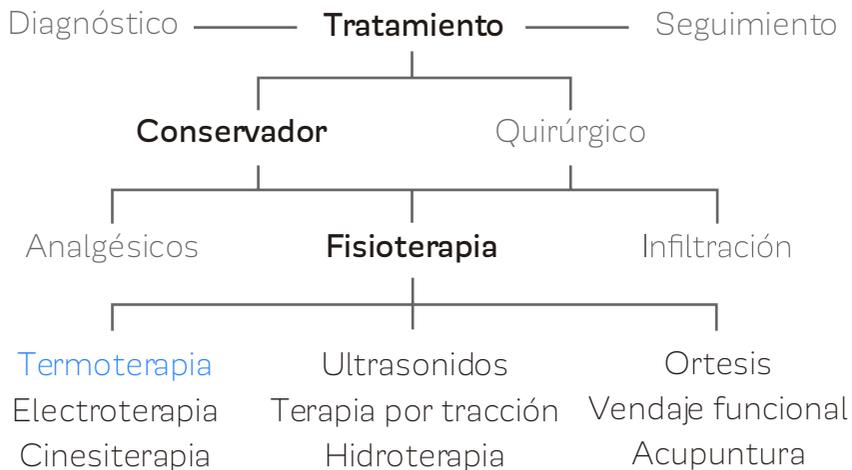
2. TERAPIA COMPLEMENTARIA

- 2.1 Tratamiento conservador
- 2.2 Fisioterapia y rehabilitación del paciente
- 2.3 Garantías explícitas en salud (GES)

## 2.2.1 TRATAMIENTO CONSERVADOR PARA LA ARTROSIS

Con relación a las características del dolor crónico, en una institución hospitalaria de Colombia, se observó que el tipo de dolor crónico más frecuente fue el osteomuscular (77,7 %), seguido por la migraña (15 %) y la neuralgia (9,1 %).

Actualmente no existe ningún tratamiento que cure la artrosis, pero sí pueden aliviarse los síntomas, retardar su evolución y mejorar la calidad de vida de los pacientes



SOCHIRE: Sociedad Chilena de Reumatología

**TABLA 1. Evidencia de diferentes tipos de tratamiento no farmacológico**

Evidencia sólida (1a, 1b) de mejora clínica	Evidencia no concluyente	Evidencia de mejora estadística pero no clínica	Evidencia negativa (no hay mejora)
Ejercicio Educación TENS Termoterapia (frío) Ortesis de rodilla	Tapping Ortesis plantares Láser	Campos magnéticos Estimulación muscular	Ultrasonidos

TENS: estimulación nerviosa eléctrica transcutánea.

Climent Barberá JM. La evidencia de la terapia no farmacológica en la artrosis. Rev Esp Reumatol. 2005;32(1):8-12

## FLUJOGRAMA DE MANEJO MÉDICO DE PACIENTES

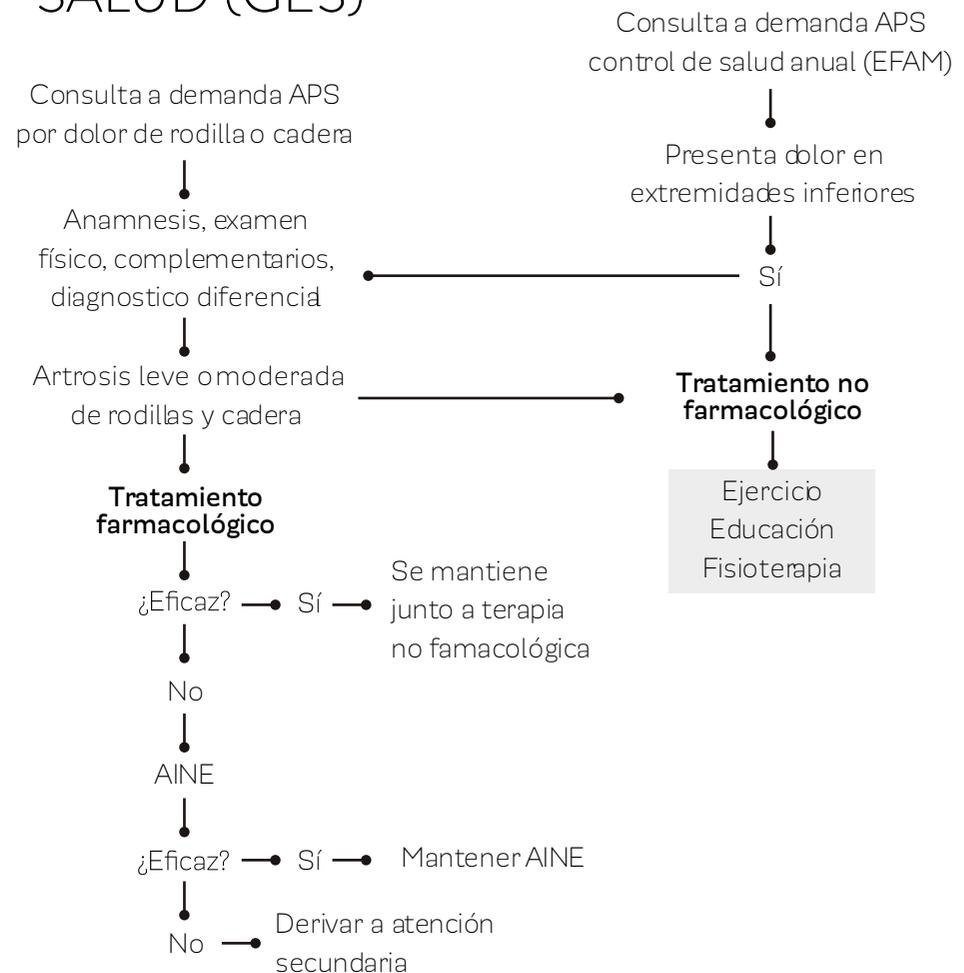
de 55 años o más con artrosis de cadera y/o rodilla, leve o moderada.

MINSAL | Subsecretaría de Salud Pública.

Para el Programa GES, se evalúa el grado de degeneración, edad y nivel de discapacidad.

No todos se operan, debido al costo de la operación o disposición del paciente. Los que no se operan deben seguir un tratamiento conservador.

## 2.2.2 GARANTÍAS EXPLÍCITAS EN SALUD (GES)



## 2.2.3 FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN DEL PACIENTE

Los tratamientos de rehabilitación corresponden principalmente a trastornos musculoesqueléticos degenerativos, enfermedades crónicas, secuelas de traumatismos, cuadros de artrosis, artritis, lumbalgias, cervicalgias. Los índices principales recaen en patologías físicas, accidentes laborales, viales o domésticos.



### CINESITERAPIA

Parte de la medicina física que utiliza el movimiento como tratamiento a las diferentes dolencias que afectan al sistema musculoesquelético.



### HIDROTERAPIA

Balnearios turísticos y centros de rehabilitación que utilizan el agua para el tratamiento de enfermedades crónicas, degenerativas, reumatismos, traumatismos, entre otros.



### CRIOTERAPIA

Es un método frecuente e importante para el tratamiento de lesiones agudas de las partes blandas. Su finalidad es minimizar la hemorragia y la inflamación. El frío local también se usa para el tratamiento del dolor y en las lesiones por sobrecarga o abuso.



### ELECTROTERAPIA

Aplicación de energía electromagnética al organismo para producir reacciones biológicas y fisiológicas, que se aprovecharan para mejorar distintos tejidos alterados.



### PRESOTERAPIA

Técnica médica indicada para lograr un drenaje linfático en personas que presentan problemas médicos y estéticos, como alteraciones en el sistema circulatorio.



### TERMOTERAPIA

El calor se puede usar para la prevención y rehabilitación de lesiones por sobrecarga o enfermedades degenerativas del aparato locomotor; así como para combatir los efectos secundarios de la rotura muscular y tendinosa.

CAPITULO #2

MARCO

TEÓRICO DE LA  
INVESTIGACIÓN

3. ANÁLISIS DE CRIOTERAPIA

- 3.1 Definición
- 3.2 Aplicación de crioterapia
- 3.3 Entorno de uso
- 3.4 Análisis técnicas
- 3.5 Principios terapéuticos
- 3.6 Principios mecánico
- 3.7 Precauciones
- 3.8 Visión terapeuta
- 3.9 Visión profesional
- 3.10 Conclusiones

## PROCEDIMIENTO FISIOTERAPÉUTICO

Consiste en la utilización de elementos naturales, tecnológicos y acciones mecánicas para contribuir a la prevención o la recuperación de un trastorno físico. La fisioterapia busca disminuir el dolor, mejorar la movilidad y lentecer la evolución del desgaste. Los tratamientos de rehabilitación corresponden principalmente TME degenerativos, enfermedades crónicas, secuelas de traumatismos, cuadros de artrosis, artritis, lumbalgias, cervicalgias.



## GRADIENTE TÉRMICO

El efecto de la aplicación de frío o calor, se basa en la aparición de un gradiente térmico. Este es el cambio progresivo de temperatura entre dos cuerpos que están a temperatura diferentes los gradientes térmicos se modifican para enfriar o calentar la interfase.

## 2.3.1 DEFINIÓN DE CRIOTERAPIA, VASOCONSTRICTORA

**Crioterapia significa frío curativo. Aprovecha el efecto vasoconstrictor para aumentar la movilidad articular, aporta sensación de bienestar, mejora la microcirculación local y descontracturar.**

Esta modalidad ha sido aplicada para la disminución del edema y ha mostrado efectos positivos en comparación con otras modalidades físicas mucho más costosas como la diatermia de onda corta, lo que favorece la aplicación de la crioterapia en el ámbito clínico teniendo en cuenta los costos y la accesibilidad.

### BASE CIENTÍFICA

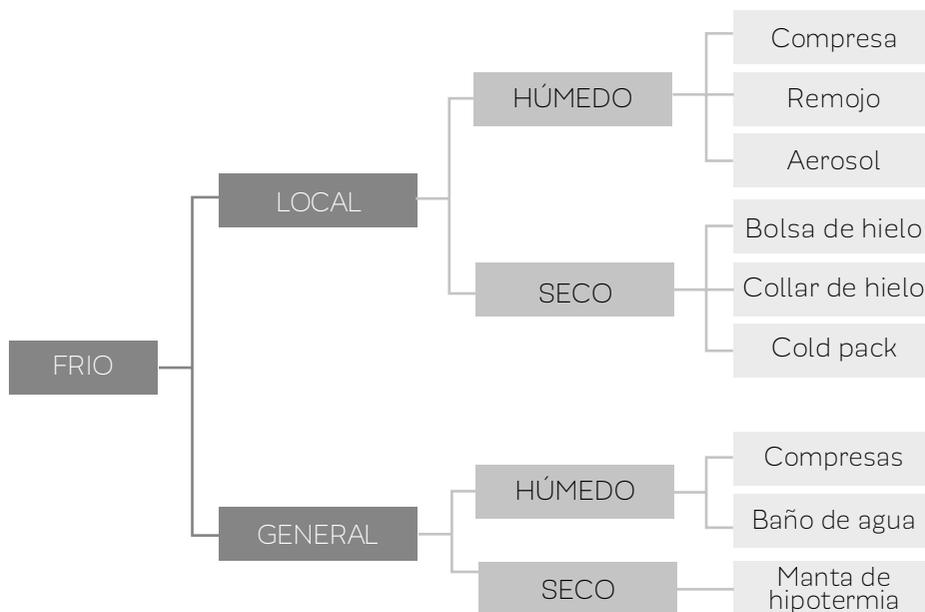
Una de las ideas predominantes en la biofísica medica es que la velocidad del proceso de curación en un tejido puede aumentar si se aumenta el caudal sanguíneo que pasa a través de él.

### RELACIÓN CRIOTERAPIA-RESPUESTA INFLAMATORIA

La inflamación es una respuesta del organismo frente a un daño, su propósito es organizar al organismo frente a la invasión de agentes extraños, y preparar el tejido lesionado para su reparación, que se produce en la medida que ésta se adecua al estímulo lesional.

## 2.3.2 APLICACIÓN DE CRIOTERAPIA

Siempre que hay un traumatismo o lesión, hay una liberación de sustancias inflamatorias. La primera respuesta de un tejido frente al frío es el descenso de la temperatura. Los cambios fisiológicos posteriores son consecuencia de esto. Es recomendable hacer un masaje drenante alrededor de la zona de forma suave y siempre con el mínimo dolor, para ayudar a evacuar los líquidos.



## DURACIÓN DEL TRATAMIENTO

Con el efecto del frío se reduce la espasticidad, aumentar la relajación, permitir una movilización más precoz, y promover una mayor amplitud de movimientos.

**20 min**  
máximo

- Disminución del dolor: El frío tiene efecto analgésico. Produce sedación local, disminuyendo la sensibilidad y la percepción del dolor músculo-esquelético.
- Vasoconstricción: El frío reduce el aporte sanguíneo a la zona. Esto es útil para tratar con inflamaciones provocadas por traumatismos, por ejemplo.
- Disminución del espasmo muscular: El frío produce acción miorrelajante, pudiendo reducir la espasticidad, es decir, relaja al músculo que está demasiado tenso.

## 2.3.3 ENTORNOS DE USO



**01**  
CUIDADOS  
INMEDIATOS

**02**  
REHABILITACIÓN

**03**  
CRIOCIRUGÍA

## 2.3.4 ANÁLISIS DE TÉCNICAS

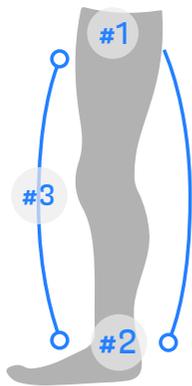
### 2.3.4 Criomasaje terapéutico en seco (CTS)

Se combina la crioterapia con el masaje profundo consiguiendo un efecto relajante, descontracturante, antiespasmódico y antiinflamatorio en un breve espacio de tiempo, rompiendo el círculo dolor-espasmo-dolor. También enfría los tejidos superficiales, evitando la inflamación local que suele acompañar las manipulaciones profundas del masaje terapéutico. Se pueden hacer varios tipos de manipulaciones para estimular uniformemente un gran número de receptores cutáneos y relajar inmediatamente la musculatura.



## 2.3.4 Criomasaaje terapéutico húmedo

Técnica de aplicación local de crioterapia para la recuperación muscular por medio de masaje con hielo. Suele prepararse congelando vasos desechables o con bolsas de hielo, que son frotados sobre el cuerpo. Estimula mejor los mecanorreceptores, por eso produce una mayor sensación de adormecimiento que otras formas de terapia.



### Descripción técnica

Primero, el trabajo será global y después analítico. Primero se vacían las grandes ramas venosas, luego las pequeñas, y después todo el conjunto.



### Descripción técnica

Las **presiones deslizantes** permiten reconocer el estado subcutáneo, mejoran y aceleran la circulación, elevan la  $t^{\circ}$  local y consiguen barrer sustancias nocivas.



## 2.3.4 Vendas Criogénicas

Se utilizan mucho en tratamientos estéticos y como medio terapéutico utilizado en diversos tratamientos para conseguir efectos tales como: analgesia, desinflamación, reducción de edemas o hinchazones.

Al impregnar las vendas con el líquido, se envuelve con ellas la zona a tratar en dirección de distal a proximal. Se produce un frío máximo a los 15 minutos. El frío intenso se sostiene hasta 30 minutos.

Se pueden realizar aplicaciones por 45 minutos. El líquido enfría el cuerpo por conducción y convección con aire. En profundidad de tejidos locales, hay una disminución de 4 grados centígrados de temperatura.

## 2.3.4 Crioterapia de Cuerpo Entero

La Crioterapia de Cuerpo Entero en Criosaua es notablemente más efectiva y cómoda que la terapia tradicional, que utiliza agua fría y hielo. Es la ausencia de humedad en el Criosaua, producida por la conversión de nitrógeno líquido a gaseoso, lo que permite que el cuerpo pueda tolerar esas temperaturas ambientes en extremo bajas.

El cuerpo humano es capaz de soportar temperaturas de frío en seco de hasta  $-196$  grados centígrados, a diferencia del frío húmedo que puede causar hipotermia o incluso la muerte con tan sólo 5 grados sobre cero.

## 2.3.4 Comparación de terapias

### 01 CRIOMASAJE TERAPÉUTICO EN SECO



Dependencia



Transferencia  
térmica



Masaje  
mecánico

### 02 CRIOMASAJE TERAPÉUTICO HÚMEDO



Dependencia



Transferencia  
térmica



Masaje  
mecánico

### 03 VENDAS CRIOGÉNICAS



Dependencia



Transferencia  
térmica



Masaje  
mecánico

### 04 CRIOAUNA



Dependencia



Transferencia  
térmica



Masaje  
mecánico

## 2.3.5 PRINCIPIOS TERAPÉUTICOS

### 2.3.5 Principio Térmico

#### Sobre el metabolismo del tejido lesionado:

El estímulo provoca la disminución de la temperatura tisular asociada a una disminución del metabolismo de este tejido.

#### Sobre la circulación:

Produce una alternancia entre dilatación y contracción de la pared vascular. Dicha respuesta no es el precursor del efecto beneficioso del frío, sino los procesos que se desencadenan.

#### Sobre el sistema neuromuscular:

Sobre los receptores, el frío produce un aumento de su actividad, y por tanto, una mayor transmisión de estímulos en el encéfalo. Modifican la velocidad de conducción en nervios sensitivos.

### 2.3.5 Mecanismo de transferencia

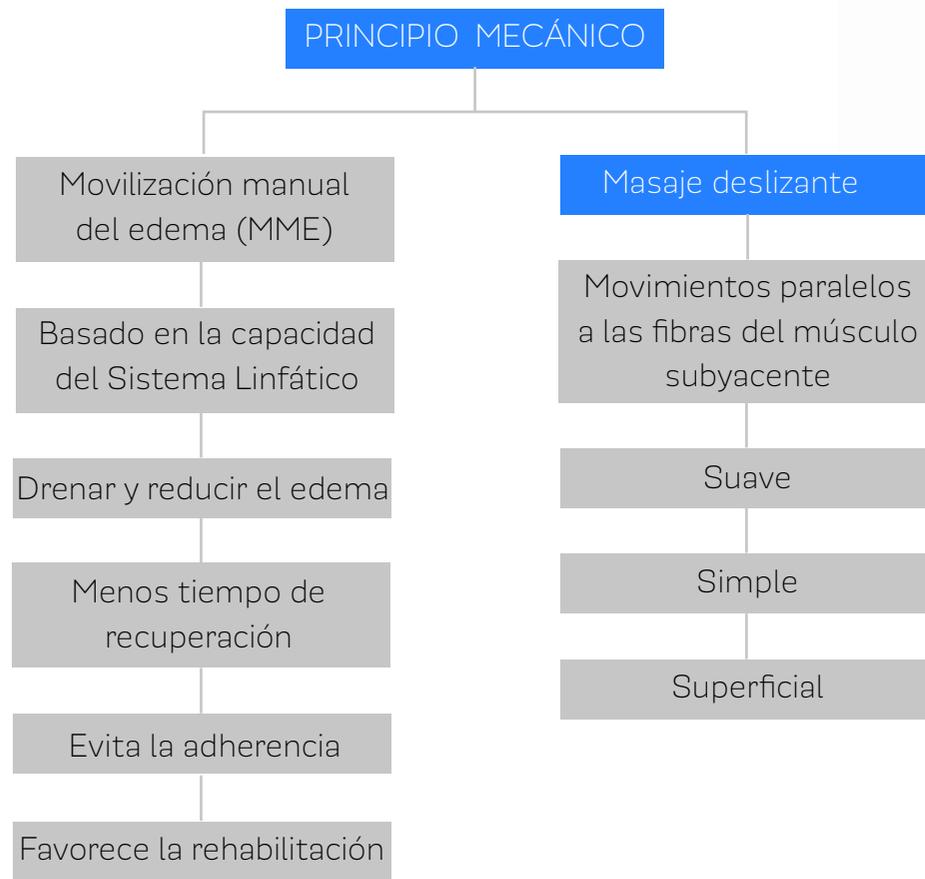
El frío o calor se transfiere por conducción, que varía en función de:

- Diferencia de temperatura entre el cuerpo y la modalidad frío/ calor.
- Regeneración del calor corporal.
- Capacidad de la modalidad para almacenar frío/calor.
- Tamaño de la fuente.
- Área y profundidad del cuerpo en contacto.
- Duración de la aplicación.

## 2.3.6 PRINCIPIOS MECÁNICO

### Principio de compresión manual

La movilización manual de edema (MME), un método de reducción basado en la capacidad del sistema linfático para drenar y reducir el edema frente a un tratamiento tradicional. Puede disminuir el tiempo de recuperación de la funcionalidad a través del mantenimiento de la integridad de las estructuras articulares, evitando así las adherencias y favoreciendo las siguientes etapas en el proceso de rehabilitación.



## 2.3.7 PRECUACIONES

Tanto el calor como el frío son agentes lesivos para la piel del individuo, por tanto y como normas generales se debe tener las siguientes precauciones:

- No poner en contacto directo con piel, para ello proteger con algún elemento que impida el contacto directo y que permita al tiempo el efecto beneficioso perseguido.
- Prevenir la transmisión de infecciones de unos pacientes a otros.
- En pacientes con poca sensibilidad parcial o general, valorar las zonas de aplicación, en prevención de posibles lesiones.

## 2.3.8 VISIÓN PROFESIONAL



“La aplicación de crioterapia debe ser localizada por 15 minutos continuos. Si se supera ese tiempo, el sistema vascular se adapta y el efecto no se consigue”.

“En invierno sigue siendo necesario aplicar crioterapia, porque la inflamación es la misma. Lo ideal es que la crioterapia sea localizada y separada del masaje, porque producen efectos contrarios.”

“El masaje deslizante es la mejor opción para el caso de artrosis, ya que favorece la reducción del edema. Es simple, superficial y suave.”

“El masaje por percusión puede tener un efecto negativo sobre el paciente vascular.”

**Lily Berrios Contreras, Kinesióloga,  
Centro Regional Activa del Adulto Mayor.**



“Siempre usamos frío después de cualquier actividad o ejercicio.”

“Con 10° se alcanza un frío terapéutico ideal”.

“Es mejor meterse al agua que aplicar hielo localizado, porque el control de temperatura es central.”

“A 6 min de la aplicación de frío se puede producir un efecto rebote que aumenta el flujo sanguíneo”.

“Para los pacientes con artrosis, lo mejor es tener una buena musculatura, así que siempre los animo a hacer ejercicio después de terminar una terapia.”

“Se debe esperar 5 minutos después de la aplicación de frío para devolver la elasticidad a la piel y poder seguir con el ejercicio.”

**Miguel Salas, Kinesiólogo,  
Centro de Alto Rendimiento, Talca.**



“El dolor de la artrosis se puede describir como un dolor interior, sensación de pesadez localizado o claudicación”.

“Se puede tener más de un tipo de artrosis”.

“Las personas que esperan o no quieren operarse tienen que seguir un tratamiento conservador”.

“Es de suma importancia educar al paciente de su enfermedad. Tienen que crear nuevos hábitos para hacer más llevadera su condición.”

“Se debe tener cuidado con los pacientes diabéticos, porque parte de la enfermedad es perder sensibilidad y se pueden quemar”.

“El tratamiento depende la severidad de la artrosis. Se aplica frío al comienzo y calor en la etapa final”.

**Paulina González, Practicante de kinesiología,  
CCR, CESFAM Carlos Trupp.**

## 2.3.9 VISIÓN PACIENTE



“Tengo 69 años y el 2005 sufrí dos infartos, el 2009 comenzó la artrosis de columna y el 2012 la del tobillo.”

“Mi dolor comenzó cuando me quedé quieta. Antes era muy activa, salía a gimnasia, yoga, baile, pero cuando me separé, me dio ansiedad y me encerré en la casa.”

“Después de la gimnasia terminaba super alegre, mis dolores cambiaban.”

“Tuve que dejar de hacer muchas cosas básicas, como hacer la cama o amasar.”

“Ahora si puedo salir de paseo, lo hago. Es poco si, porque nadie me acompaña.”

“Me cuesta salir de la casa. Desde ahí puedo hacer de todo.”

**Teresita Alcántara, Dueña de casa,  
Centro Regional Activa del Adulto Mayor.**



“Tengo 63 años y hace dos años que me estoy tratando la artrosis de codo y manos.”

“Vine al kinesiólogo por recomendación de mi médico hace dos años. Esperé mucho tiempo y el dolor se hizo muy intenso.”

“Lo más invalidante es el dolor, pero trato de ignorarlo. El manejo del dolor depende mucho de la persona.”

“Todavía hago algunas cosas en la casa, pero tuve que contratar a alguien que fuera a limpiar profundo una vez a la semana. Salgo sola y no necesito ayudas técnicas aún.”

**María Hernández, Dueña de casa,  
Centro de Alto Rendimiento, Talca.**



“Tengo 73 años y llevo 24 con artrosis de rodilla y manos. También tengo hipertensión, diabetes y artritis.”

“En los últimos 2 meses he tenido varias crisis de dolor.”

“Ahora estoy tomando 13 remedios, pero siento que no me hacen nada. Me encantaría dejarlos.”

“Cuando estoy en la casa y tengo mucho dolor me acuesto o lleno un balde con agua caliente para meter mis pies adentro. Es tan pesado que le tengo que pedir ayuda a mi marido. También lavo los platos con agua caliente para aliviar el dolor de las manos.”

“Una vez me puse paños calientes, pero me quedé dormida y me quemé.”

**Julia Rodríguez, Dueña de casa,  
CCR, CESFAM .**



## 2.3.10 CONCLUSIONES

### Análisis de la Crioterapia

La crioterapia es una técnica de fisioterapia que complementa la cinesiterapia en la rehabilitación física. Se clasifica según la extensión de la zona a tratar, la profundidad y el formato de aplicación. Es un tratamiento barato en donde el paciente siente una mejoría inmediata y rápida de sus síntomas. El tratamiento es fácil de realizar y se tolera bien, además de que existen pocas contraindicaciones.

Para la prevención o la recuperación de un trastorno físico donde haya inflamación, se utiliza el frío como primera técnica antes de comenzar con otro tratamiento, porque las modalidades físicas favorecen la disminución de la intensidad del dolor y el edema.

Para tratar zonas de difícil acceso o no sumergible, como la cadera o el hombro, se utiliza principalmente el criomasaaje, debido a que es un método eficaz que permite al terapeuta y paciente enfriar zonas sin sumergirlas.

La técnica más básica es la más utilizada, porque no necesita de una infraestructura compleja y adormece más rápido que la inmersión o los paquetes helados. Sin embargo, existe una inconveniencia para mantener un descenso regular de la temperatura y al ser vasos con hielo, el terapeuta se ve expuesto al frío casi directamente.

Se utiliza tanto en el área deportiva como de rehabilitación. Se realiza con movimientos paralelos a las fibras del músculo subyacente, debiendo abarcar toda el área a tratar. Generalmente, un terapeuta usa una bolsa de guisantes o de hielo con un agujero para que el agua se mezcle con el jabón a forma de lubricante. Es un proceso desordenado, que requiere secar la zona de trabajo constantemente.

A medida que se va masajeando el área, en seguida los tejidos quedan expuestos a la temperatura ambiente, lo que es un inconveniente cuando se trata de obtener un descenso regular de la temperatura de los tejidos. También, produce un adormecimiento de la zona más rápido que la inmersión o los paquetes helados. La oportunidad está en hacer el proceso más eficiente y autónomo para aprovechar que puede utilizarse fácilmente en zonas no sumergibles, a diferencia de la hidroterapia en turbiones.

La técnica de criomasaaje en seco es la única que reúne los factores de independencia, transmisión térmica y masaje mecánico. Estos factores producen el efecto analgésico y desinflamante, manteniendo un grado de independencia para que el paciente pueda aplicarlo sin dificultad.

Se debe poner énfasis en la independencia para el confort del paciente durante la aplicación de la terapia y la libertad que supone poder aplicarlo en distintas situaciones fuera del centro kinesiológico.

CAPITULO #2

MARCO

TEÓRICO DE LA  
INVESTIGACIÓN

4. ANÁLISIS DE TERMOTERAPIA

- 4.1 Definición
- 4.2 Aplicación de termoterapia
- 4.3 Comparación de terapias
- 4.4 Efectos por uso
- 4.5 Análisis de técnicas
- 4.6 Principios terapéuticos
- 4.7 Contradicciones
- 4.8 Precauciones
- 4.9 Conclusión



## 2.4.1 DEFINIÓN TERMOTERAPIA, VASODILATADORA

Es la aplicación de calor en sus diferentes grados sobre el organismo con fines terapéuticos. Esta aplicación se da mediante agentes térmicos, los cuales son materiales que están en una temperatura mayor a los límites fisiológicos.

El calor se ha utilizado durante cientos de años en el tratamiento de los diferentes tipos de dolor. La experiencia demuestra que tiene un efecto beneficioso en el dolor subagudo o crónico que cursa con inflamación, por ser el mecanismo de defensa del organismo en los casos de procesos lesionales.

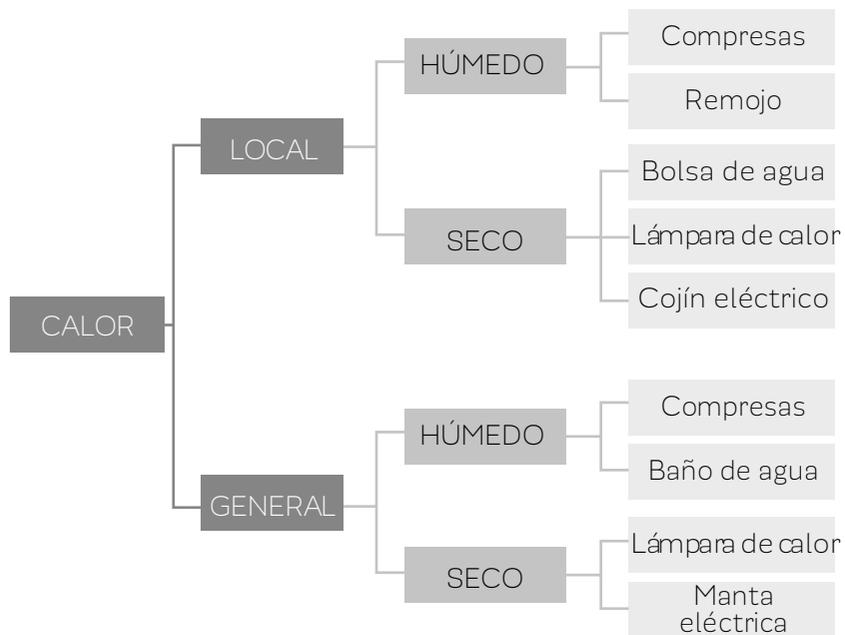
Las lesiones producidas por traumatismo o por sobrecarga, suelen tratarse durante la fase aguda con enfriamiento local y vendaje para limitar la hemorragia en el área lesionada.

## 2.4.2 APLICACIÓN DE TERMOTERAPIA

Con respecto a la aplicación del calor, se debe utilizar durante 10 minutos alternos y entre sus propiedades destacan que aumenta la movilidad articular, aporta sensación de bienestar, mejora la microcirculación local y es descontracturante.

Tras las primeras 48 horas iniciales, puede introducirse el tratamiento con calor para ayudar al proceso de cicatrización, que se beneficia del aumento del flujo sanguíneo.

Existen diversas variedades de transmisión del calor al aparato locomotor, desde directamente mediante una fuente de calor, a la transmisión de éste por diferentes ondas. Esto hace catalogar la termoterapia en dos modalidades: calor húmedo y calor seco, indicados para diferentes procesos de lesiones y degeneraciones de las estructuras del aparato locomotor.



## 2.4.4 EFECTOS POR USO

10 min  
mínimo

**Vasodilatación:** Aumento del flujo de sangre a la zona (hiperemia). La hiperemia tiene efecto analgésico, favoreciendo la nutrición de los tejidos y la eliminación de productos de deshecho.

**Disminución de la presión arterial:** El calor afecta al corazón y reduce la presión sanguínea. Si baja en exceso, pueden producirse mareos, por lo que es necesario supervisar para evitarlo.

**Efecto sedante:** El estímulo de calor de larga duración tiene efecto sedante, ya que favorece la relajación muscular, evita el espasmo muscular, alivia la fatiga y ralentiza la conducción nerviosa de estímulos dolorosos.

## 2.4.3 COMPARACIÓN TERAPIAS

Efecto	Crioterapia	Termoterapia
Analgesia	+++	++
Inflamación	Disminuye	Aumenta
Edema	Disminuye	Aumenta
Circulación	Disminuye	Aumenta
Metabolismo celular	Disminuye	Aumenta
Captación O <sub>2</sub>	Disminuye	Aumenta
Conducción nerviosa	Disminuye	Aumenta
Rigidez articular	Aumenta	Disminuye
Relajación general	Disminuye	Aumenta

## 2.4.5 ANÁLISIS DE TÉCNICAS

### Conducción

Bolsa caliente

Bolsa de agua caliente

Almohadilla eléctrica

Envoltura y compresa

Arena caliente

Parafina

Peloides (fango)

Parafango

### Convección

Baño de agua

Ducha caliente

Hidromasaje

Sauna

Balo de vapor

Aire caliente

Fluidoterapia

### Radiación

Infrarrojo



## 2.4.6 PRINCIPIOS TERAPÉUTICOS

El calor aumenta la elasticidad y plasticidad, de forma que, tras su aplicación, las fibras de colágeno se hacen más extensibles y más capaces para los ejercicios de rehabilitación. El calor también reduce la rigidez articular y mejora el espasmo muscular, con lo que se reduce el riesgo de lesión.

- Aumenta el aporte de O<sub>2</sub> y la eliminación de sustancias de desecho.
- Cierta efecto de analgesia local.
- Aumento de la temperatura corporal.
- Relajación muscular.

## 2.4.7 CONTRADICCIONES

Al aplicar calor como medio terapéutico hay que tener cuidado y preferiblemente evitarlo y sustituirlo por otro agente en casos de:

- Cardiopatías
- Pacientes anticoagulados
- Procesos infecciosos
- Neoplasias
- Glaucoma
- Hipotensión grave
- Hemorragia activa
- Insuficiencia hepática
- Inflamación aguda
- Trastornos dermaticos activos
- Colagenopatias activas
- Alteraciones de la sensibilidad

## 2.4.8 PRECAUCIONES

En las aplicaciones de calor por radiaciones, en el uso de las lámparas se dejará al descubierto únicamente la zona afectada. Entre el cuerpo y la lámpara debe haber un mínimo de 60 cm. de distancia. El tiempo de exposición será prescrito por el médico, aprox. 10-20min. Se debe indicar al paciente que no debe mirar la lámpara, provoca opacificación del cristalino (cataratas).

Las radiaciones por ultrasonidos están contraindicadas en paciente con implantes quirúrgicos en huesoso articulaciones, que lleven marcapasos, o con infecciones.

## 2.4.9 CONCLUSIONES

### Análisis de la Termoterapia

La termoterapia es otra forma de fisioterapia, que al igual que la crioterapia, utiliza los efectos fisiológicos producidos por el gradiente térmico para lograr efectos benéficos.

El calor, a diferencia del frío, es una técnica que se aplica posterior a la lesión, alrededor de 48 a 72 horas después de una inflamación.

Su efecto analgésico y sedante llega a ser más agradable para los pacientes que el producido por la crioterapia.

Sin embargo, al ser vasodilatador, su efecto está contraindicado para tratar la inflamación de las primeras etapas de la artrosis, pero es útil para tratar el dolor articular cuando la artrosis es más severa.

Las técnicas más utilizadas son los hotpacks e infrarrojo. Ambas deben ser supervisadas por riesgo a quemaduras. El paciente debe estar acostado durante todo el tratamiento, aumentando su dependencia.

CAPITULO #2

MARCO

TEÓRICO DE LA  
INVESTIGACIÓN

5. ANÁLISIS DEL MERCADO

- 5.1 Establecimientos de Salud
- 5.2 Salud Privada
- 5.3 Gasto en Salud per cápita
- 5.4 Gasto en terapia kinesiológica
- 5.5 Crio y termoterapia en Chile
- 5.6 Tecnologías utilizadas
- 5.7 Mercado de productos/Masajeadores
- 5.8 Mercado de productos/Rodilleras
- 5.9 Conclusiones



## 2.5.1 ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

En Chile existen 2.902 establecimientos de salud (públicos y privados), observándose en los últimos 10 años un crecimiento de la inversión y la velocidad de renovación del activo fijo.

Entre las instituciones públicas que ofrecen atención kinesiológica para artrosis, se encuentra la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), la cual posee 96 centros de atención; en los 458 Centros de Salud Familiar (Cesfam) en Chile; y el programa de Rehabilitación Integral, el cual permite a las personas con discapacidad permanente o transitoria acceder a terapias de rehabilitación, además de programas de prevención de discapacidad y promoción de la actividad física con enfoque biopsicosocial y familiar; a través de las Salas de Rehabilitación Osteomuscular (RIO), Centros de Rehabilitación Comunitaria (CCR) y Equipos de Rehabilitación Rural (ERR) dependientes del Ministerio de Salud y los municipios.

## 2.5.2 SALUD PRIVADA

De acuerdo al informe elaborado por Clínicas de Chile A. G. Chile posee 83 Clínicas privadas, representando el 45,1 % del total de instituciones no pertenecientes al sistema de salud público. El resto de la oferta privada de prestaciones proviene de instituciones dependientes de las Fuerzas Armadas y de Orden, Mutuales, Centros de Recuperación, Conin y Teletón.

## 2.5.3 GASTO EN SALUD PER CÁPITA

Chile - Gasto Público Salud						
Fecha	G. Público Salud Total	%G.Salud	Gasto Salud (M. €)	G. Salud (%G. Público Total)	G. Salud %PIB	G. Público Salud Per Capita
2018		58,31%	13.107,4		5,20%	707€
2017		59,87%	13.226,8		5,38%	720€
2016		58,47%	11.270,0	19,74%	4,98%	629€
2015		58,75%	10.719,8	19,60%	4,88%	604€
2014		58,95%	9.021,2	19,38%	4,60%	512€
2013		59,35%	9.261,8	19,17%	4,42%	530€
2012		60,00%	8.766,6	18,24%	4,21%	506€
2011		59,46%	7.300,1	17,67%	4,03%	425€
2010		59,03%	6.595,8	17,14%	4,00%	388€
2009		59,03%	5.719,9	16,95%	4,61%	309€
2008		56,40%	4.633,8	17,44%	3,80%	279€

Fuente: Datos Macro, Chile, Gasto Público Salud.

El gasto público en sanidad en Chile disminuyó 119,4 millones en 2018, es decir un 3,6%, hasta 13.107,4 millones de euros, con lo que representó el 19,74% del gasto público total. Esta cifra supone que el gasto público en sanidad en 2018 alcanzó el 5,2% del PIB, una caída de 0,18 puntos respecto a 2017, cuando el gasto fue el 5,38% del PIB.

En 2018, el gasto público per cápita en sanidad en Chile fue de 707 euros por habitante. Se trata del gasto total en salud dividido entre todos sus habitantes, independientemente de la edad o situación de éstos. (19)

## 2.5.4 GASTO EN TERÁPIA KINESIOLÓGICA

10 Sesiones Kinesioterapia / Rehabilitación o Reintegro Deportivo

\$ 180.000

20 Sesiones Kinesioterapia / Rehabilitación o Reintegro Deportivo

\$ 300.000

Fuente: Eje Salud Chile.

## 2.5.5 CRIO Y TERMOTERÁPIA EN CHILE

La crio y termoterapia son técnicas que se utilizan en el ámbito deportivo, salud y belleza, y de rehabilitación. En el área de medicina física y rehabilitación, sector que ocupa el primer lugar en el apoyo terapéutico, alcanzando más de 380.000 atenciones al año en el país.

Las técnicas y tecnologías son variadas, presentandose de lo más básico como una bolsa de hielo sujeta con una venda, a sistemas importados como el criosauna o crioterapia de cuerpo entero que alcanza temperaturas de  $-196^{\circ}\text{C}$ .

### IMPROVISACIÓN



HIELO DIRECTO



BOLSA DE HIELO

### TENDENCIAS

HYPERICE



HYPERVYPER



CRIOAUNA



Los nuevos formatos introducen otras funciones aparte de enfriar, como masaje localizado, que es administrado por el mismo usuario y presoterapia, que complementa la terapia de la inflamación.

## 2.5.6 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

### CRIMASAJE TERAPÉUTICO HÚMEDO



Nivel de tecnología básico, donde el control de los factores de temperatura y presión no son homogéneos.

### CRIMASAJE TERAPÉUTICO SECO



Métodos de masaje localizado con mayor nivel de complejidad. La versión en seco permite el mismo resultado de masaje mecánico con transferencia de temperatura, pero con un nivel de confort mayor y menos dependencia en su uso.

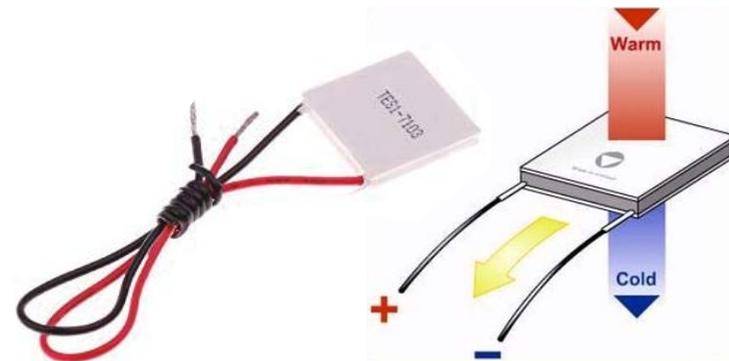
### CRIOTERAPIA DE CUERPO ENTERO



Esta técnica utiliza la ausencia de humedad en el Criosaua, producida por la conversión de nitrógeno líquido a gaseoso, lo que permite que el cuerpo pueda tolerar esas temperaturas ambientales en extremo bajas.

El cuerpo humano es capaz de soportar temperaturas de frío en seco de hasta -196 grados centígrados, a diferencia del frío húmedo que puede causar hipotermia o incluso la muerte con tan sólo 5 grados sobre cero.

### TEMPERATURA DUAL LOCALIZADA



Un refrigerador o calentador Peltier o una bomba de calor termoeléctrica es una bomba de calor activa en estado sólido que transfiere calor de un lado del dispositivo a otro oponiéndose al gradiente de temperatura, consumiendo para ello energía eléctrica.

## 2.5.7 MERCADO DE PRODUCTOS MASAJEADOR CORPORAL



**\$8.990**  
**Homedics Mini Masajeador  
Personal Quatro**

Los 4 nodos, brindan un estimulante masaje localizado. El diseño ergonómico del tamaño de la palma de la mano y los colores surtidos, hacen que esta experiencia de masaje sea más divertida y emocionante.



**\$9000**  
**Bolas de masaje manual de  
MARNUR**

Cómodos cabezales de gel que alivian la fatiga muscular, tensiones y otros síntomas de cansancio corporal.



**\$13.000**  
**Gama Mini Glow 3 Mm-100  
Relax Antistress**

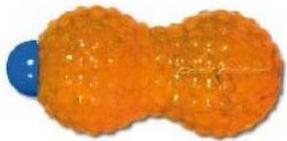
Cómodos cabezales de gel que alivian la fatiga muscular, tensiones y otros síntomas de cansancio corporal.



**\$20.300**  
**Masajeador GAMA Roll On Ojos**

Masaje por iontoforesis y vibración. Adoptando la vibración ultrasónica, se promueve la circulación de la sangre dentro de la dermis, acelerando la descarga de toxinas acumuladas en las partes más profundas de la piel y eliminando las células muertas

## 4.2.7 MERCADO DE PRODUCTOS MASAJEADOR CORPORAL



**\$22.600**  
**Cool Roller**

Se ajusta a todas las partes del cuerpo. Produce una relajación muscular inmediata. No enfría las manos del t° proporcionando un frescor agradable al paciente con efectos relajantes. Unifica las propiedades del hielo y del masaje; trabaja la musculatura más profunda a la vez que desinflama, relaja y repara los tejidos.



**\$23.000**  
**MASAJEADOR A PERCUSION  
GAMA**

Masajeador individual con calor infrarrojo. Es liviano y fácil de usar; ergonómico e ideal para masaje descontracturante.



**\$27.300**  
**Masajeador de contraste para  
ojos y labios**

Función de termoterapia de temperatura constante de 42 a 19°grados, iontoforesis, frecuencia única de masaje de potencia central, alternancia de masaje frío y caliente.



**\$29.000**  
**Homedics Masajeador  
Recuperativo Sport Recovery**

Agua caliente o fría para un beneficio adicional en temperatura. La superficie acu-node proporciona un masaje vigorizante a la parte inferior de los pies. Rodillos con goma evitan que el masajeador se deslice durante el uso.

## 4.2.7 MERCADO DE PRODUCTOS MASAJEADOR CORPORAL



**\$35.000**  
**Mini corrientes galvánicas**

Funciones de masaje por vibración e iontoforesis con corrientes galvánicas.  
Ion +: la suciedad de línea de salida (limpieza profunda)  
Ion -: Lead-in nutrientes (nutritiva profunda)



**\$ 39.990**  
**Masajeador facial La Forett**

Limpiador y Masajeador facial y corporal por vibración 8.000 RPM. Características: 3 tipos de cerdas de silicona diseñadas para lograr una limpieza profunda



**\$69.990**  
**Masajeador facial Ga.Ma**

El calor a 42 grados ayuda a aumentar la circulación sanguínea y el masaje sónico con frío a 6 grados ayuda remover arrugas y líneas finas, a disminuir el tamaño de los poros, aliviar las tensiones musculares y colaborar con la tensión de la piel.



**\$39.000**  
**Jchao Hot and Cold Hammer Ice Fire**

Cuidado alterno con calor y frío. Masaje de vibración leve. Diseño de ventilación (filtros EMI evitan la interferencia magnética entre dispositivos eléctricos). Fácil de operar.

## 4.2.7 MERCADO DE PRODUCTOS MASAJEADOR CORPORAL



\$71.500

270.000 Homedics Dual Temp  
Percussion Pro

Masajeador con tecnología Peltier, que proporciona calor o frío instantáneos y se puede usar de forma independiente o combinada con el masaje. Percusión de doble cabezal para un masaje profundo con 5 velocidades para ajustar la intensidad del masaje. El mango de agarre delantero facilita la conducción de la acción de masaje.



\$69.990

SIEGEN SG-6200

Rejuvenecedor y reafirmante facial con función ultrasónica y función de iones galvánicos (iontoforesis).



\$266.500

Dispositivo de masaje portátil  
Hyperice Hypervolt

Ayuda a aliviar el dolor muscular y la rigidez con 4 accesorios para la cabeza intercambiables. Los 3 ajustes de velocidad ofrecen hasta 3200 percusiones por minuto. Promueve la circulación y mejora el rango de movimiento y ayuda a acelerar el calentamiento y la recuperación



\$390.000

ETheraGun G2PRO

Tratamiento muscular profundo a diferencia de los masajeadores típicos. Médico calibrado (16 mm de amplitud combinada con 2.400 percusiones por minuto)

## 2.5.8 MERCADO DE PRODUCTOS RODILLERAS



\$32.000

Rodillera térmica genérica

Rodillera eléctrica de terapia térmica para el alivio de dolor articular y rehabilitación.



\$52.000

Generic Purpl220V Heating  
Kneepad Support

Almohadilla eléctrica para el alivio del dolor. Material de tela suave en el exterior para proteger la pérdida de calor, se mantiene caliente incluso después de apagarlo.



\$45.000

Genumedi® knee support

Soporte que estabiliza la rodilla de textura elástica con sistema antideslizante y zonas de confort especialmente tejidas. Se produce un efecto de masaje compresivo a través de la tela y silicona inserta en el soporte.



Size:  
Universal -  
for shoe size  
5 to 14

\$136.000

Aircast Cryo Cuff IC Cooler

La unidad Cryo Cuff IC combina compresión focalizada con terapia de frío. La simplicidad de diseño y la facilidad de operación hacen que este dispositivo de terapia de frío sea ideal para la recuperación postoperatoria, el trauma, el entrenamiento deportivo y el uso en el hogar.

## 2.5.9 CONCLUSIONES

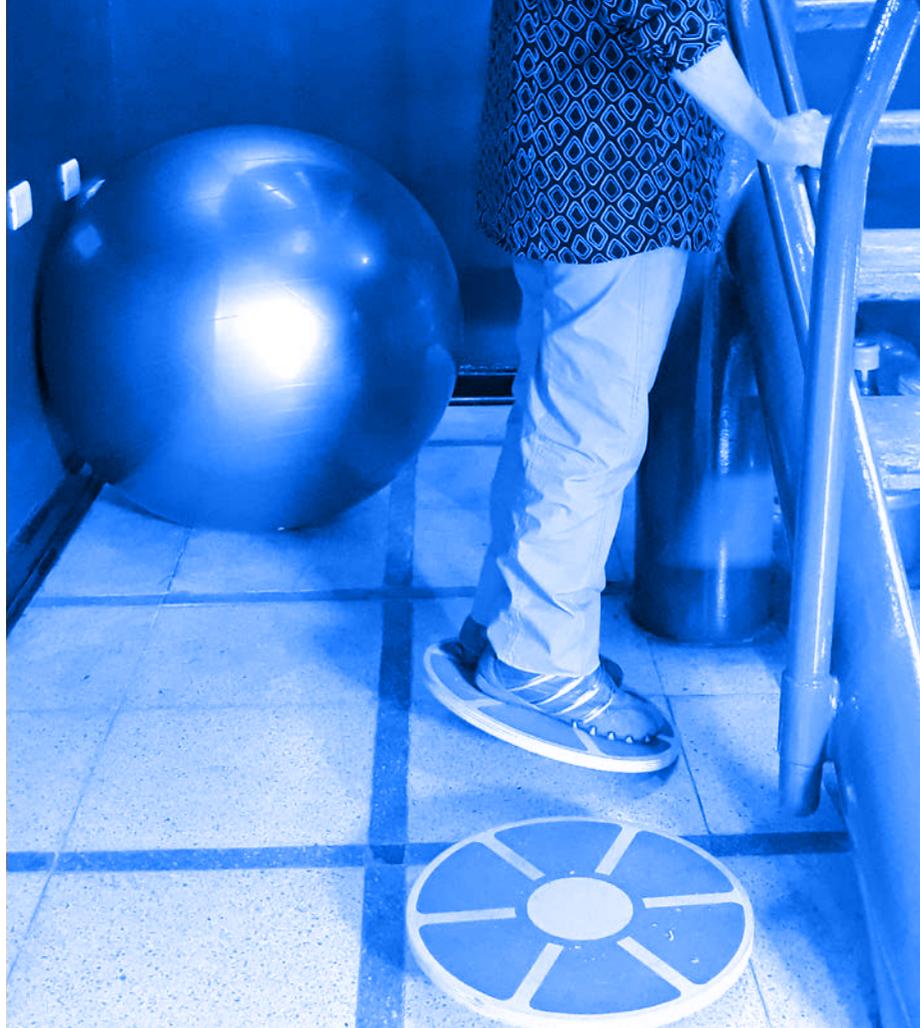
### Análisis de Mercado

El tratamiento paliativo para la artrosis conlleva el trabajo grupal de varios especialistas como también el del paciente y sus cuidadores. Entre ellos están Médicos, enfermeras, kinesiólogos, nutricionistas de Atención Primaria, reumatólogos, internistas, traumatólogos, fisiatras, kinesiólogos, geriatras del nivel secundario.

Los pacientes que gozan del beneficio del GES son aquellos que consultan por dolor persistente (de a lo menos 30 días), de rodilla(s) o cadera(s), que han sido atendidos por un médico y se les ha diagnosticado artrosis (osteoartritis) de rodilla o cadera y que su OA ha sido clasificada como leve o moderada. Los pacientes en la categoría 4, lo más probable es que tengan enfermedad avanzada y no obtendrían beneficios con la terapia médica. Los pacientes en categoría 4 con alta probabilidad, requerirán de tratamiento quirúrgico con prótesis de rodilla o cadera.

Existe un gran grupo de pacientes que deben solventar su propia terapia en centros privados o hasta que pasen la categoría 4 de las etapas de avance de la enfermedad. Además de los pacientes que deben esperar con dolor hasta calificar para la intervención quirúrgica.

La gran mayoría de los productos que se encuentran en el mercado para tratar síntomas de dolor son importados, lo cual aumenta su valor y accesibilidad. De esta misma manera, quedan fuera del alcance de la gran mayoría de pacientes la gama de productos con tecnologías en seco, ya que son productos profesionales caros, donde los compradores no son los usuarios, sino los centros de rehabilitación, clínicas privadas, centros deportivos, etc.



Los nuevos formatos de frío y termoterapia, además de introducir más funciones y comodidad en su uso, presentan una interfaz mucho más compleja, propia del sector deportivo de élite. La mayoría va acompañado de una aplicación para modificar los parámetros como el frío, calor, presión, entre otros, y mantener un seguimiento del tratamiento. De esta forma el deportista, el entrenador y equipo médico pueden revisar los avances. Considerando estas características y los elevados precios, limitan el público objetivo de gran manera.

Existen otros nichos de mercado además de rehabilitación, considerando belleza, tratamiento de dolores musculares, como puntos gatillos, o tratamiento post entrenamiento.

CAPITULO #2

MARCO

TEÓRICO DE LA  
INVESTIGACIÓN

6. ANÁLISIS ERGONÓMICO

- 5.1 Identificación del usuario
- 5.2 Ciclo de trabajo
- 5.3 Confort físico
- 5.4 Confort sensorial
- 5.5 Confort psicológico
- 5.6 Entorno y relaciones dimensionales
- 5.7 Seguridad y puntos críticos
- 5.8 Conclusiones

## 2.6.1 DESCRIPCIÓN DEL USUARIO

El dolor es el síntoma más prominente en quienes tienen padecimientos músculoesqueléticos, siendo el determinante principal de discapacidad. **Los problemas de este tipo van aumentando con la edad y en los adultos mayores son la principal causa de discapacidad**, afectando su funcionamiento social y su salud mental, determinando un importante deterioro de la calidad de vida. (Riedemann, P. 2004)

La incidencia, en general, es mayor en las mujeres que en los hombres. En ellas, la máxima incidencia se produce entre los 65 y 74 años de edad, siendo aproximadamente de 13,5 casos por 1.000 personas/año. En los hombres, la máxima incidencia está en los mayores de 75 años, y es de alrededor de 9 casos por 100/año.

La prevalencia aumenta en forma constante con la edad, como se aprecia en la figura 4. Se estima que a nivel mundial 9,6% de los hombres y 18% de las mujeres mayores de 60 años tienen OA sintomática, y por otro lado, estudios radiológicos en población mayor de 45 años han detectado una prevalencia de OA de rodillas de 14,1% en hombres y de 22% en mujeres.

Se cree que las enfermedades reumáticas son múltiples y solamente se presentan en adultos mayores, pero pueden desarrollarse a cualquier edad, ya que también puede ser consecuencia de lesiones, del sobrepeso o de defectos genéticos.

Los deportistas, en especial aquellos de alto rendimiento, son más propensos a desarrollar enfermedades músculoesqueléticas debido al alto desgaste físico que imponen a sus cuerpos. Este grupo tiene mayor acceso a centros de atención para su pronta rehabilitación y nuevas tecnologías.



Principalmente mujeres de 65 y 74 años de edad con estado físico deficiente, debilidad muscular general.

Hombres y mujeres adultos de 18 a 65 años de edad con mayor capacidad física y dolor en una zona específica.

Hombres y mujeres de 18 a 65 años deportistas con un alto estado físico y rápido desgaste.

Alta supervisión y cuidado.

Autovalente, poseen control.

Autovalente, poseen control.

Condición anterior, desgaste físico.

Accidente por actividad laboral, desgaste físico, condición anterior.

Rehabilitación, desgaste o sobre-esfuerzo físico.

## USUARIO PACIENTE



El usuario directo es todo aquel paciente adulto y adulto mayor, predominantemente mujeres adultas entre los 65 a 74 años, que sufra artrosis desde las primeras etapas hasta las más avanzadas.

**Motivaciones:** Aliviar el dolor crónico para continuar con las actividades diarias que le dan independencia.

**Actitudes:** Es proactiva con su enfermedad, desea sentirse mejor y trabaja en lograrlo. Tiene distintos grados de dependencia y la posible invalidez les afecta su salud mental.

## USUARIO TERAPEUTA

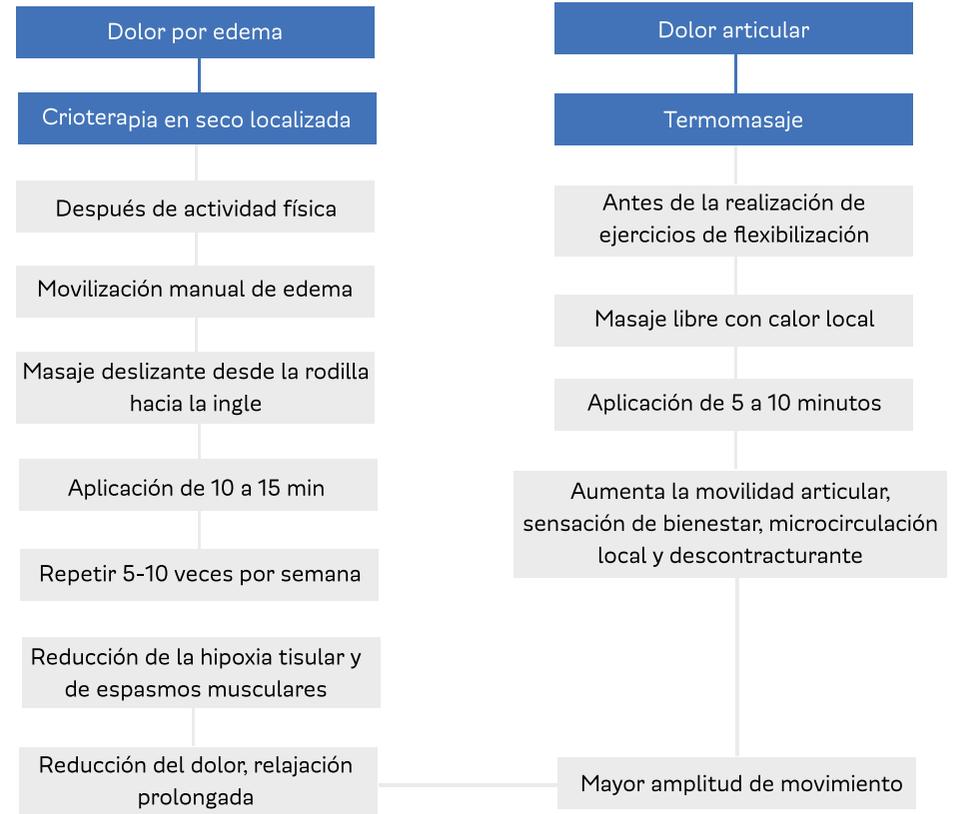


El usuario secundario es el kinesiólogo a cargo de la terapia. Es un hombre o mujer entre los 26 a 60 años, con estudios superiores y calificado en fisioterapia.

**Motivaciones:** Realizar un trabajo constante y paciente para conseguir logros con el paciente a largo plazo.

**Actitudes:** Se adecua a nuevos artefactos médicos y está preocupado de la educación del paciente sobre la enfermedad y su nuevo estilo de vida.

## 2.6.2 CICLOS DE TRABAJO



Este ciclo representa parte de la terapia desarrollada por el kinesiólogo, que se divide según la etapa de la enfermedad. Como se vio anteriormente, la artrosis produce dolor por distintos motivos, y se aquello depende el tratamiento a seguir.



## 2.6.3 CONFORT FÍSICO

Durante la terapia, el paciente debe rescostarse mirando hacia arriba, con ambas piernas paralelas a la superficie de reposo.

Dependiendo del formato de crioterapia, puede presentar malestares al paciente y al especialista. Esto se debe a que si se utiliza la versión húmeda y no hay una buena aislación para que el terapeuta use el artefacto, va a ser afectado por frío constante sobre su mano.

El masaje es suave y lento por lo que no presenta molestias para el paciente o terapeuta.

En los centros de rehabilitación se atienden varios pacientes a la vez, por lo que se deben improvisar para acomodar al paciente.



## 2.6.4 CONFORT SENSORIAL

El mayor estímulo es el táctil, debido a la combinación de masaje con un gradiente térmico. Se generan estimulaciones y reacciones biológicas que se aprovechan para favorecer la sensación de bienestar. Ambos formatos se manejan en un rango térmico que debe ser alterado solamente por el especialista. Puede ser regulada, según la sensibilidad de la piel y factores de edad.

## 2.6.5 CONFORT PSICOLÓGICO

### ESTRÉS - TENSION

El paciente comprometido con su mejoría tiene la preocupación de ser una parte activa en el cuidado de su enfermedad o enfermedades para eliminar el dolor crónico que siente. Además, tiene la preocupación de tener el tiempo para atender a las sesiones semanales.

### NIVEL DE ATENCIÓN - DISTRACTORES

En cuanto a las distracciones, a parte de las personales, está el factor ruido, que al ser muchas veces salas comunes, no se puede evadir.

### CONOCIMIENTOS NECESARIOS

Es necesario que el especialista eduque al paciente para conocer su enfermedad y los factores que la empeoran para hacer un cambio en su estilo de vida. Debe guiarlo para tratar el dolor y ser parte activa del avance. Ambos deben saber como diferenciar la etapa de artrosis que tiene el paciente para comenzar el tratamiento correcto.

### OPERACIONES MENTALES

El especialista debe seguir los parámetros de tiempo, temperatura y movimiento que fueron demostrados efectivos en las investigaciones.

## 2.6.6 ENTORNO Y RELACIONES DIMENSIONALES

### Entorno del establecimiento



Fotografías de dos establecimientos kinésicos de la ciudad de Talca, Chile. La primera fila muestra una clínica de rehabilitación para adulto mayor y la fila inferior muestra el área de kinesiología en un CESFAM de la ciudad. Ambos cuentan con material para ejercitar, sin embargo, la mayor diferencia es el espacio destinado a los pacientes, lo que se refleja en la comodidad para el paciente y terapeuta.

### Medidas antropométricas

Características antropométricas de la población chilena de 17 a 60 años de edad. Las dimensiones marcadas con color son las que se considerarán para el diseño de masajeador.

#### Mujeres 17 - 60 años años

Medidas antropométricas				
Peso	60,7	10,1	44,1	77,2
Estatura	154,9	6,2	144,8	165,0
Altura ojo / suelo	146,1	5,8	136,6	155,5
Altura hombro / suelo	128,0	5,1	119,7	136,3
Altura codo / suelo	96,6	3,9	90,2	103,0
Altura nudillo / suelo	68,1	3,7	62,1	74,1
Medidas sentado				
Estatura sentado	84,5	3,3	79,0	90,0
Estatura ojo / asiento	75,8	3,6	69,9	81,7
Altura hombro / asiento	57,7	3,2	52,5	52,8
Altura codo / asiento	26,6	3,1	21,5	31,7
Altura muslo / asiento	14,9	1,8	12,0	17,8
Profundidad abdomen	25,1	4,0	18,6	31,6
Altura poplítea	35,5	2,4	31,5	39,4
Distancia glúteo - poplítea	43,9	2,9	39,1	48,7
Distancia glúteo - rotular	54,7	3,0	49,8	59,6
Alcances				
Alcance frontal	68,0	3,6	62,1	73,9
Alcance antebrazo	42,2	3,4	36,8	47,8
Ancho hombros	38,9	2,7	34,5	43,3
Ancho entre codos	48,1	4,8	40,3	55,9
Ancho caderas	36,4	2,8	31,8	41,0

## Hombre 17 - 60 años años

Medidas antropométricas				
Peso	70,8	12	55	88
Estatura	168,8	6,7	157,8	79,8
Altura ojo / suelo	158,4	6,7	147,3	169,4
Altura hombro / suelo	139,2	6,0	129,3	149,0
Altura codo / suelo	104,5	4,9	96,4	112,5
Altura nudillo / suelo	74,2	4,5	66,7	81,6
Medidas sentado				
Estatura sentado	89,7	3,5	83,9	95,5
Estatura ojo / asiento	79,4	4,2	72,5	86,3
Altura hombro / asiento	60,2	3,8	54,0	66,4
Altura codo / asiento	25,4	4,0	18,9	31,9
Altura muslo / asiento	14,0	1,8	11,2	16,9
Profundidad abdomen	25,6	4,0	19,1	32,2
Altura poplítea	40,1	2,8	35,5	44,8
Distancia glúteo - poplítea	46,0	3,1	41,0	51,0
Distancia glúteo - rotular	57,5	3,6	51,6	63,4
Alcances				
Alcance frontal	75,0	4,5	67,7	82,4
Alcance antebrazo	42,2	2,4	38,3	46,1
Ancho hombros	41,4	3,2	36,2	46,6
Ancho entre codos	51,9	4,9	43,9	59,9
Ancho caderas	34,4	2,9	29,7	39,2

Fuente: Características antropométricas 1736 trabajadores, 17 - 60 años de edad, Manual de ergonomía, UdeC.

## 2.6.7 SEGURIDAD Y PUNTOS CRÍTICOS

### PROTECCIÓN

- No es recomendado para pacientes con trastornos vasculares periféricos e hipertensos.
- Afecciones que cursan con vasoespasmos (enfermedad de Raynaud contraindicación absoluta).

## USOS INDEBIDOS

- No se debe usar por más tiempo del recomendado para evitar quemaduras por uso extensivo.
- Usar por un tiempo inferior y con temperaturas inadecuadas a lo recomendado.

## RIESGOS

- Riesgo de quemadura por falta de sensibilidad (anestesia o hipoestesia cutánea).
- El uso del formato térmico erróneo aumentaría el dolor.
- Aumento de la viscosidad sanguínea en los capilares y a la producción de masas oclusivas en éstos.
- Aversión al frío.
- Evitar la aplicación directamente sobre lasheridas.
- Evitar la aplicación sobre áreas en las que las formaciones nerviosas se encuentran situadas superficialmente.

## 2.6.8 CONCLUSIONES

### Análisis ergonómico

Al decidir las opciones terapéuticas, es necesario tener en cuenta los factores sociales y psicológicos, como la función, la calidad de vida, la ocupación, el estado de ánimo, las relaciones y las actividades del tiempo libre. El objetivo de los cuidados paliativos es ayudar a las personas a sentirse mejor. También se tratan problemas emocionales, sociales, prácticos y espirituales que la enfermedad plantea. Cuando las personas se sienten mejor en estas áreas, tienen una mejor calidad de vida.

Como se vió en capítulos anteriores, en ambas técnicas hay inconveniencias durante el uso que le restan independencia para autoaplicar el tratamiento. Es fundamental conseguir una técnica que reúna los factores de independencia, transmisión térmica y masaje mecánico sin dificultad y de manera segura.

CAPITULO #3  
METODOLOGÍA

TRATAMIENTO PALIATIVO



## 3.1 DEFINICIÓN DE TRATAMIENTO PALIATIVO

El objetivo de los cuidados paliativos es ayudar a las personas a sentirse mejor. Estos previenen o tratan los síntomas y efectos secundarios de la enfermedad y tratamientos. Con los cuidados paliativos, también se tratan problemas emocionales, sociales, prácticos y espirituales que la enfermedad plantea. Cuando las personas se sienten mejor en estas áreas, tienen una mejor calidad de vida. (10)

## 3.2 TRATAMIENTO PALIATIVO EN ARTROSIS

No existe tratamiento curativo de la artrosis. Su abordaje terapéutico debe ser individualizado e incluir una combinación de estrategias no farmacológicas, farmacológicas y quirúrgicas cuya finalidad es la mejora del dolor y la función articular y la prevención de la discapacidad.

Como ratifica el doctor Mauricio Wainer, traumatólogo especialista en rodilla de Clínica Las Condes “Como enfermedad, no tiene cura. Una vez que se produce el daño del cartílago desde cierta etapa no tiene vuelta atrás, no existe medicamento que lo solucione. Hay tratamientos para distintas etapas, los iniciales no son agresivos, hasta los terminales que son agresivos”.

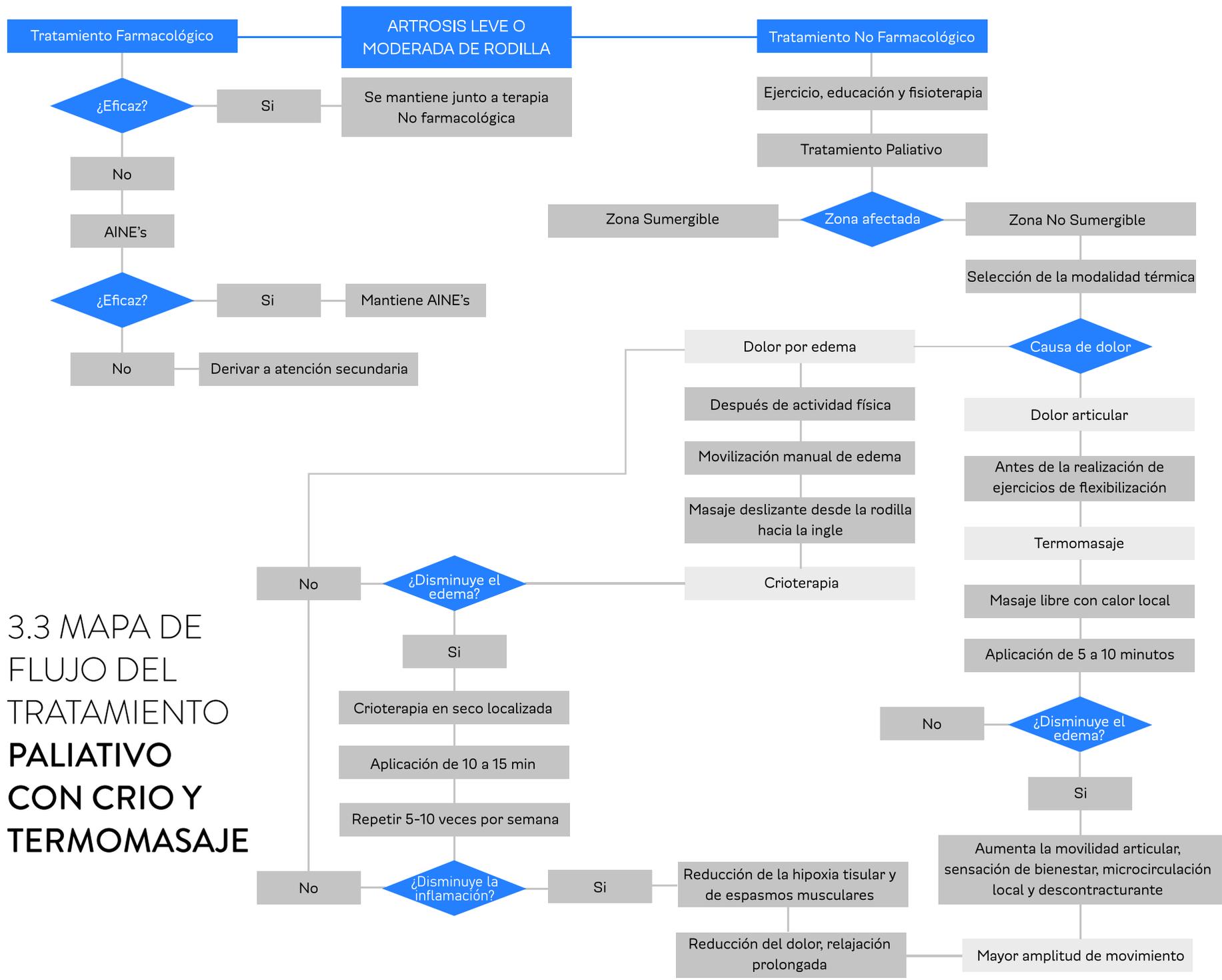
**El foco es siempre mejorar la capacidad del paciente para hacer actividades laborales y físicas. Si la artrosis avanza, lo más indicado sería pensar en una cirugía.**

No existe tratamiento curativo de la artrosis. Su abordaje terapéutico debe ser individualizado e incluir una combinación de estrategias no farmacológicas, farmacológicas y quirúrgicas cuya finalidad es la mejora del dolor y la función articular y la prevención de la discapacidad.

Como ratifica el doctor Mauricio Wainer, traumatólogo especialista en rodilla de Clínica Las Condes “Como enfermedad, no tiene cura. Una vez que se produce el daño del cartílago desde cierta etapa no tiene vuelta atrás, no existe medicamento que lo solucione. Hay tratamientos para distintas etapas, los iniciales no son agresivos, hasta los terminales que son agresivos”.

La prótesis de rodilla nunca es la primera opción, pues duran entre 15 y 20 años, “por lo que si se la pone a los 43, va a necesitar recambio, que es un procedimiento mayor. Lo ideal es avanzar con todos los tratamientos médicos y dejar la prótesis para último momento”, indica el doctor Roberto Negrín, traumatólogo jefe del equipo de rodilla de Clínica Las Condes. Esto significa que la persona que está desarrollando una artrosis debe comenzar con un tratamiento conservador y paliativo para tratar los síntomas inmovilizantes de la enfermedad y frenar su avance. (11)



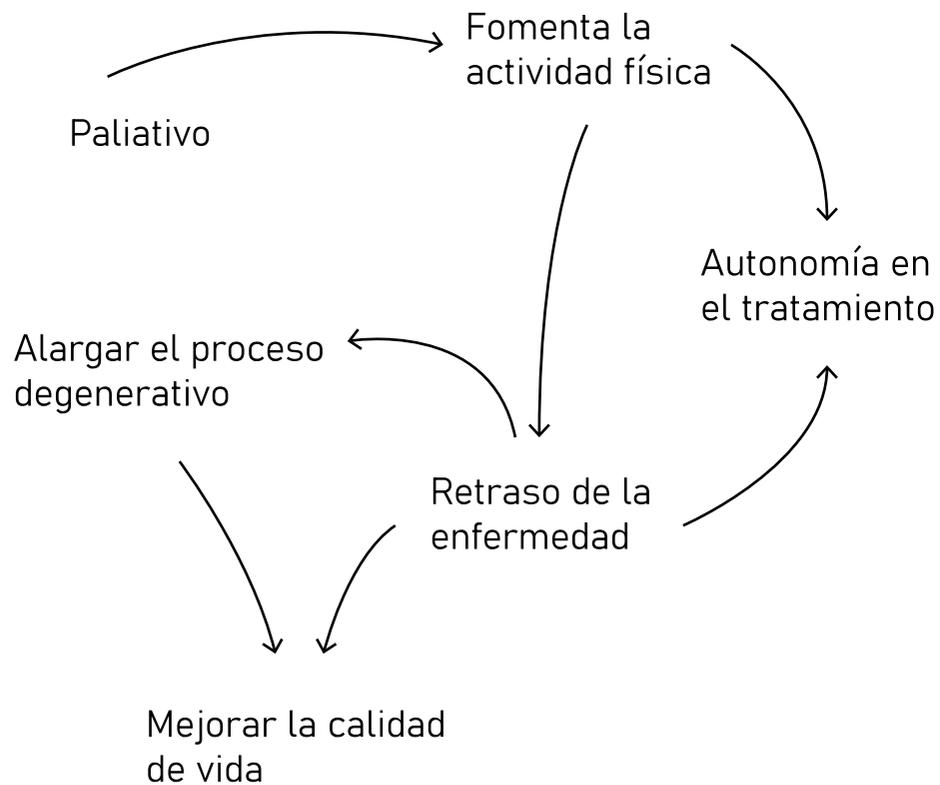


3.3 MAPA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO PALIATIVO CON CRIO Y TERMOMASAJE

## 3.4 CONCLUSIONES

### Tratamiento Paliativo

Lo que se está impulsando hoy es la Medicina Preventiva, que son prácticas médicas para prevenir y evitar enfermedades a través del trabajo en común entre pacientes y personal de la salud. La importancia de un tratamiento paliativo es que a medida que se trabajan los síntomas de la artrosis, no sólo se libera al paciente del dolor y molestias, también se está atrasando su avance degenerativo y las complicaciones que trae con ella. Por lo tanto, funciona también como medicina preventiva.





CAPITULO #4

**MARCO REFERENCIAL**

**DE LA INVESTIGACIÓN**

CAPITULO #4

MARCO

REFERENCIAL

1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

- 4.1 Soft Robotics
- 4.2 Investigaciones
- 4.3 Cámara de aire sin volumen
- 4.4 Componentes para fabricación
- 4.5 Fabricación de Pinza Robótica Suave
- 4.6 Principio de curvatura
- 4.7 Exploración
- 4.8 Comprobaciones
- 4.9 Conclusiones

# ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Como ya se estableció anteriormente, existen dos ramas en la fisioterapia que han demostrado ser útiles para el tratamiento paliativo de la artrosis. Cada una responde al tratamiento de un tipo de dolor presente durante las etapas de avance de la enfermedad.

En la búsqueda de antecedentes que establezcan la existencia de métodos que permitan recrear el Movilización Manual de Edema (MME) con frío o calor, se establecieron ciertos requerimientos que proporcionan parámetros para realizar la acción de manera autónoma y correcta.

Se estableció a través de visitas a centros kinésicos, que el masaje necesario para el criomasaaje es el “deslizante” de manera ascendente y en el termomasaaje no existe un movimiento predeterminado, por lo que se puede utilizar el mismo. El movimiento es repetitivo y con una temperatura que puede llegar a ser molesta para el usuario, por lo que debe ser autónomo y sin perjudicar la transferencia de temperatura al tejido. El uso no debe significar un desgaste de la propia articulación, aún más si el usuario padece de otros tipos de trastornos musculoesqueléticos en las manos/muñeca. La fuente de calor y frío debe de ser portátil y fácil de adquirir para su uso en el exterior del centro asistencial. Por último, debe ser fácil de fabricar localmente para cuidar el costo del producto.

## 4.1.1 SOFT ROBOTICS

Desde músculos artificiales, los antecedentes conducen a una nueva rama de robótica basada en elastómeros que logran movimientos programados a través pliegues en el material o inflación por aire/agua.

Dependiendo de las características del material blando, como el comportamiento mecánico primario, la alta tolerancia al estrés, la elasticidad y la adaptabilidad, los comportamientos controlables presentan un amplio espectro de oportunidades de diseño (Wihart 2015).

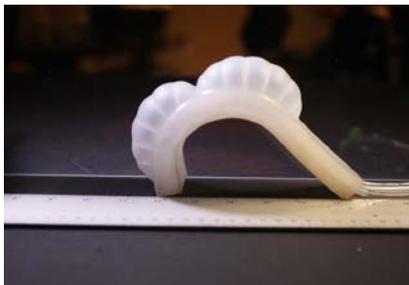
Sin embargo, los robots blandos, que están compuestos de materiales blandos con el potencial de inflarse, doblarse, torcerse y estirarse, proporcionan un número impredecible de grados de libertad. Como consecuencia, los movimientos de los robots de cuerpo blando son más difíciles de definir y controlar y requieren una serie de nuevos enfoques de diseño, fabricación y control.

Un robot blando consiste principalmente en un actuador, un sensor y controladores. El actuador es responsable de mover el robot. Requiere una señal de control y una fuente de energía. El sensor es un dispositivo que puede detectar y responder a información de entrada y entornos físicos. Los controladores son los dispositivos instalados o activados para guiar o regular los movimientos de una máquina. En lo que respecta a las fuentes de energía, los actuadores robóticos blandos normalmente funcionan con fluidos por gas o líquido.

Básicamente, los comportamientos del robot, como inflar, doblar y torcer se logran por deformación neumática. Normalmente, la deformación neumática es causada por el cambio de presión dentro de las cámaras de aire. Una cámara de aire es un espacio cerrado en el que puede ocurrir deformación neumática. El comportamiento suave del actuador robótico depende del diseño de la cámara de aire. Por ejemplo, una sola cámara de aire con forma geométrica puede inflarse, mientras que una serie de cámaras dispuestas en una fila puede doblarse. Un ejemplo sería el actuador PneuNet.

Rus y Tolley (2015) resumen brevemente las ventajas de los robots blandos de la siguiente manera: los robots blandos ofrecen la oportunidad de cerrar la brecha entre máquinas y humanos y tienen un nivel relativamente más

alto de multifuncionalidad en comparación con los robots de cuerpo rígido debido a su estructura continuamente deformable con actuación muscular inspirada en bio; Los robots blandos poseen el potencial de exhibir adaptabilidad avanzada, agilidad y sensibilidad. Una característica clave del dispositivo es el diseño bidimensional de los músculos elastómeros que no solo permite la compacidad del dispositivo, pero también significativamente simplifica el proceso de fabricación. Además, hacen que el dispositivo sea fácil de usar y liviano.

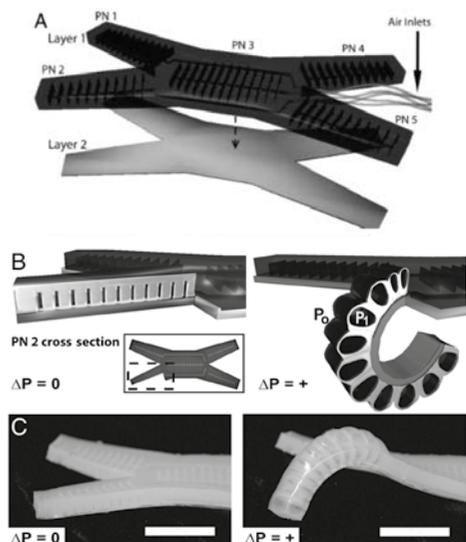


Soft robotics



Robotica tradicional

Actuadores y Sensores
Flúidico
Eléctrico
Térmico
Magnético
Químico
Biológico
Híbrido



Robert F. Shepherd et al. PNAS. 2011;108:20400-20403

## 4.1.2 INVESTIGACIONES

**PneuNets (redes neumáticas)** son una clase de actuador suave desarrollado originalmente por el Grupo de Investigación Whitesides en Harvard. Están formados por una serie de canales y cámaras dentro de un elastómero. Estos canales se inflan cuando están presurizados, creando movimiento.

La naturaleza de este movimiento se controla modificando la geometría de las cámaras incrustadas y las propiedades del material de sus paredes. Cuando un actuador PneuNets está presurizado, la expansión se produce en las regiones más compatibles (menos rígidas).

El estudio titulado **“Printflatables: Printing Human-scale, Functional and Dynamic Inflatable Objects”** (12) desarrollado en el MIT MEDIA LAB por Harpreet Sareen, Udayan Umapathi, Patrick Shin, Yasuaki Kakehi, Jifei Ou, Pattie Maes, Hiroshi Ishii, aporta con el principio clave de la introducción de pliegues y sellado térmico en tela termoplástica inextensible como materia prima para la creación de formas tridimensionales y actuadores neumáticos para interfaces de cambio de forma.

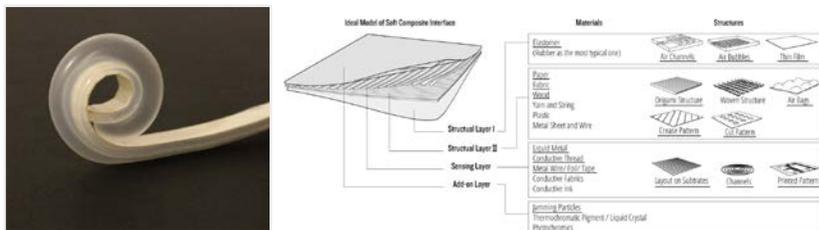
Se concluye con la demostración del diseño de outputs en múltiples objetos que podrían motivar la fabricación de medios inflables e interfaces basadas en presión.



Otro estudio posterior llamado **“PneUI: Pneumatically Actuated Soft Composite Materials for Shape Changing Interfaces”** (13) desarrollado por Lining Yao, Ryuma Niiyama, Jifei Ou, Sean Follmer, Clark Della Silva, Hiroshi Ishii en el MIT MEDIA LAB, presenta PneUI, una tecnología que permite construir interfaces de cambio de forma a través de accionamiento neumático a través de materiales compuestos blandos.

Los materiales compuestos integran las capacidades de detección de inputs y outputs activos. Esto está habilitado por las múltiples capas de los compuestos estructurados con diferentes propiedades mecánicas o eléctricas. Los estados de cambio de forma son computacionalmente controlables a través de neumática y una estructura predefinida.

Se concluye que el material compuesto es una fusión de detección y actuación sobre una pieza única de material maleable. Además, mediante la introducción de restricciones de materiales con estructuras preprogramadas se puede diseñar y controlar la dirección, ubicación y ángulo de deformación.



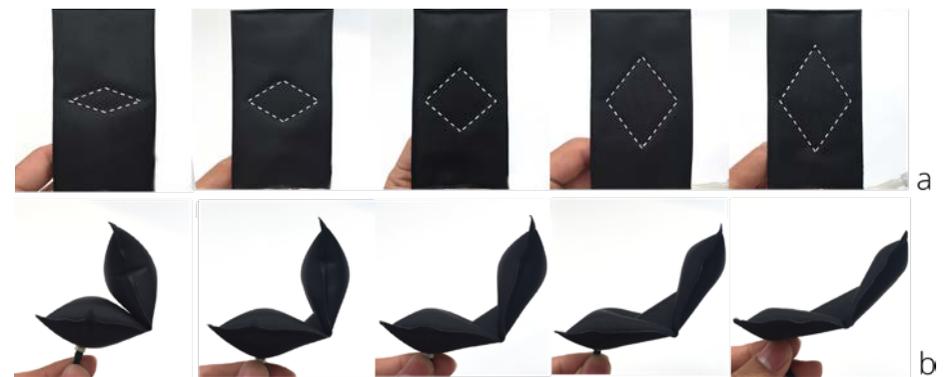
El estudio **“AeroMorph - Heat-sealing Inflatable Shape-change Materials for Interaction Design”** (14) También desarrollado en el MIT MEDIA LAB por Jifei Ou, Mélina Skouras, Nikolaos Vlavianos, Felix Heibeck, Chin-Yi Cheng<sup>3</sup> Jannik Peters<sup>1</sup> Hiroshi Ishii.

Este artículo presenta una guía de diseño, simulación y fabricación para hacer inflables transformables con diversos materiales.

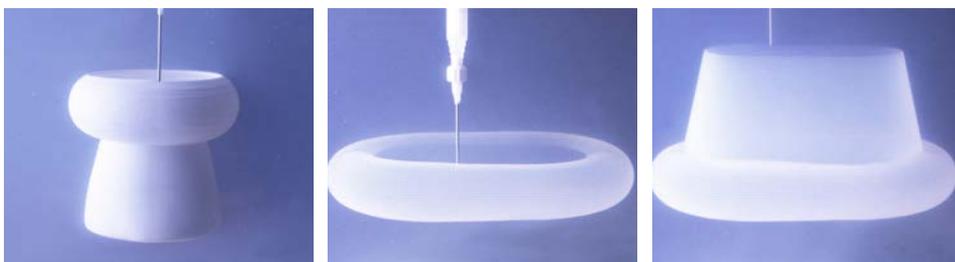
Se introduce un mecanismo de flexión que crea múltiples comportamientos programables de cambio de forma con

materiales inextensibles incluidos papel, plásticos y telas. Se muestra un avance en la gama de métodos de fabricación, desde sellado manual hasta calor prensado con plantillas personalizadas y un cabezal de termosellado personalizado que se puede montar en máquinas CNC habituales de 3 ejes para fabricar el material.

La conclusión de este estudio es la biblioteca de métodos y materiales que demuestran que el mecanismo de doblado universal se puede utilizar para crear múltiples comportamientos que cambian de forma de manera programable con varias aplicaciones potenciales.



Otro estudio relacionado es el de **“Rapid Liquid Printing”** desarrollado por el MIT Self-Assembly Lab compuesto por Bjorn Sparrman, Schendy Kernizan, Jared Laucks, Skylar Tibbits. Ellos generaron un nuevo proceso de fabricación llamado Impresión líquida rápida (Rapid Liquid Printing) para crear productos grandes, personalizados y dinámicos con formas complejas, cámaras internas, superficies intrincadas y otras características únicas. Este proceso de impresión permite la producción individualizada de objetos a gran escala en cuestión de minutos, que van desde un florero hasta un sofá. Consiste en un robot que “dibuja” un objeto con un material líquido dentro de un tanque de suspensión con gel. El objeto impreso se retira del tanque, se lava con agua y se infla para que tome la forma deseada. La ventaja de este proceso es la gran reducción de tiempo y complejidad de fabricación en comparación a otros métodos de fabricación por adición.



Las investigaciones anteriores sirven como apoyo y guía para la fabricación de estructuras inflables compuestas blandas que reciben un input y entregan un output activo. El establecimiento de patrones, canales, vejigas de inflación y del comportamiento de distintos materiales, contribuyen en la comprensión de ritmos y movimientos generados durante su inflación que servirían para recrear el MME deslizante.

### 4.1.3 CÁMARAS DE AIRE S/VOLUMEN

El proceso se basa en el trabajo de investigación de Kevin C. Galloway et al. sobre **“Cámaras de aire de volumen cero”**(15). El equipo descubrió que podían verter una capa delgada de caucho de silicona en un molde plano, luego aplicar selectivamente un patrón de desmoldante a la superficie de la capa curada usando una máscara cortada con láser y luego verter una segunda capa de silicona en la parte superior. El desmoldante evita que las dos capas de silicona se unan, dejando atrás canales de aire inflables que requieren un volumen cercano a cero cuando no se presurizan.

El nuevo concepto de cámara de aire de volumen cero elimina por completo el volumen vacío inútil y hace que la estructura sea compacta.



### 4.1.4 COMPONENTES PARA FABRICACIÓN

La forma más fácil de crear una carga homogénea en una pieza deformable de material es aumentar la presión aplicada mediante el uso de algún medio fluido. Este concepto es la base de una gran cantidad de actuadores robóticos blandos y sus diversas implementaciones.

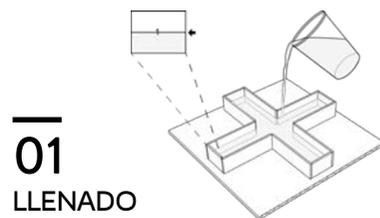
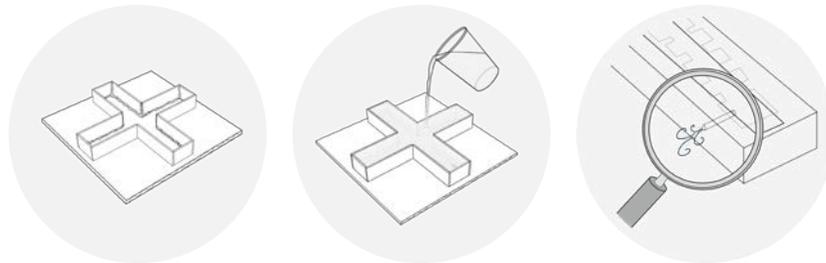


Los diseños más simples de actuadores de fluidos suaves involucran vejigas que pueden inflarse rápidamente con aire comprimido, generando así el impulso necesario para robots saltadores (Ni et al., 2015), o creando movimiento de fluido a partir de la acción mecánica (Giorgio-Serchi et al., 2016) o de combustión interna (Loepfe et al., 2014; Schumacher et al., 2014). Al darle a la vejiga una arquitectura espacial específica (Tolley et al., 2014b; Digumarti et al., 2017), o al engrosar sus extremidades (Qi et al., 2015), se puede favorecer una dirección de expansión con respecto a los demás.

## 4.1.5 FABRICACIÓN PINZA ROBÓTICA SUAVE NEUMÁTICA

Una de las formas más básicas de este tipo de robots es la pinza, compuesta por cuatro piernas, que se inflan a través de canales interconectados. El molde que propone la guía para fabricación de “Soft Robotics Toolkit” (16), es una versión simple que pone énfasis en el aprendizaje de fabricación por capas.

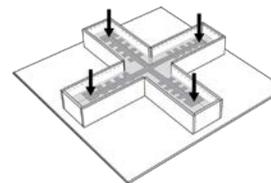
La gran mayoría de las estructuras blandas se construyen con polímeros catalizados, como los cauchos de silicona, que se obtienen mezclando dos componentes antes de las operaciones de moldeo. Sin embargo, los pasos de homogeneización necesarios agregan burbujas de aire a la mezcla. Debido a que pueden agregar debilidades a la estructura final, esas burbujas deben eliminarse, generalmente mediante desgasificación al vacío de la mezcla.



**01**  
LLENADO

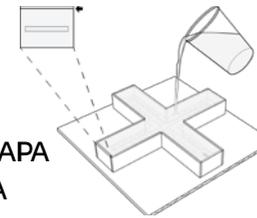
Llenar medio molde con silicona caucho y curar.

**02**  
DEFINIR  
CANALES



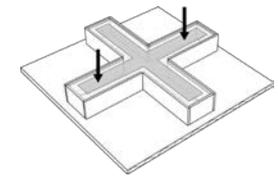
Agregar capa de acetato para definir los canales internos.

**03**  
SEGUNDA CAPA  
DE SILICONA



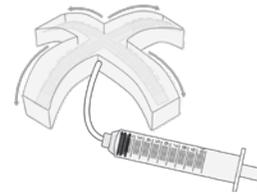
Agregar la segunda mitad de silicona al molde.

**04**  
AGREGAR  
TELA



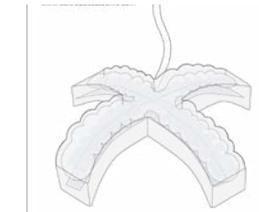
Agregar una capa de tela sobre la silicona sin curar para dar rigidez.

**05**  
INFLAR



Perforar la silicona y agregar un tubo de alimentación de aire e inflar.

**06**  
UTILIZAR



Al aumentar la presión con más aire para conseguir que las piernas se curven.

## 4.1.6 PRINCIPIO PARA CURVATURA

### Actuadores de flexión por fluido

Otra categoría de actuadores estudiada es la familia de actuadores suaves de flexión por fluidos que presentan una geometría general en forma de viga con una cámara inflable a lo largo de su eje longitudinal.

Su movimiento de flexión resulta de un cambio de extensibilidad de dos lados opuestos de la viga. Esta propiedad también puede ser modulada por diseño. Los actuadores obtenidos pueden exhibir un amplio rango de movimiento en una o más direcciones dependiendo del número de cámaras internas, su topología y el método de actuación. En estructuras de un solo material, las variaciones simples en el grosor de la pared conducen a diversos grados de deformación bajo la misma presión (Gorissen et al., 2013), creando el movimiento de flexión deseado. Otra posibilidad es reforzar un lado del actuador utilizando un material más rígido (Polygerinos et al., 2015b).

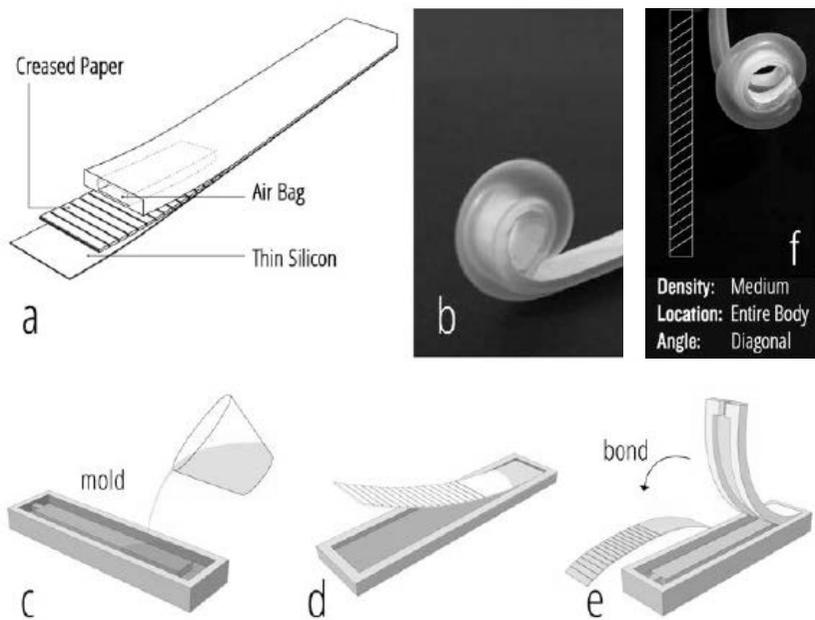
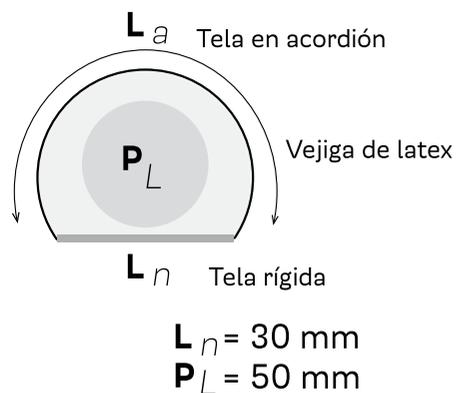


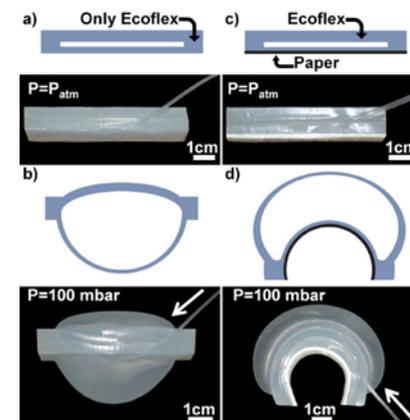
Figura 5: (a, b) Estructura del compuesto. (c, d, e) Fabricación proceso. (c) Premezcla de silicona (EcoFlex 00-30, Smooth-on, Inc) se vierte en un molde impreso en 3D diseñado para formar una forma con canales de aire. (d) El papel arrugado se sumerge en la misma mezcla de silicona. (e) La silicona y la capa de papel se despegan de los moldes por separado una vez curados térmicamente. Luego se unen dos capas con silicona sin curar.

### Utilización de capa rígida contenedora

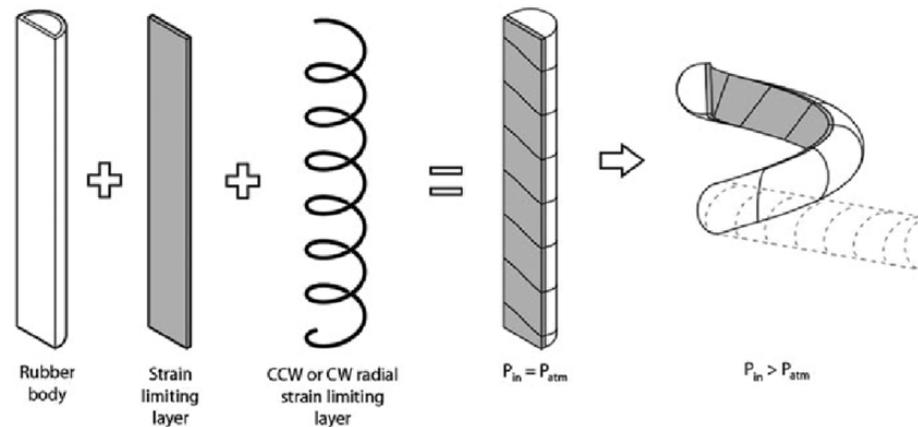
En el caso estudiado en “PneUI: Pneumatically Actuated Soft Composite Materials for Shape Changing Interfaces”, se determina el control dinámico de la curvatura por dos factores: presión de aire y patrón de pliegues. Primero, la presión del aire puede controlar el grado de curvatura. Los experimentos muestran cómo bombear aire adicional hará que flexión simple se convierte en un rizado con flexión continua. En segundo lugar, el diseño de los patrones de pliegues de papel afectarán la deformación. Los investigadores variaron tres factores de patrones de pliegues en los experimentos: densidad, ubicación y ángulo. Uno de los resultados fue comprobar que el trazado de las líneas de pliegue en diagonal genera formas helicoidales en lugar de curvarse en un solo plano (figura f). (13)



### A LIMITACIÓN CON TELA



### B LIMITACIÓN CON PAPEL



### C LIMITACIÓN RADIAL

Figura A: (Hong Kai Yap, 2017) B, C: Componentes de un actuador de tipo boa reforzado con fibra (adaptado de Polygerinos et al. 26).

## 4.1.7 EXPLORACIÓN

Una investigación desarrollada por el **Interactive Architecture Lab** (Peng ,S. 2017) revisa el método de “Diseño con propiedades variables” (17) para optimizar el diseño de los Soft Robotics.

### Material: Comportamiento bajo fuerzas externas

Los materiales blandos, en comparación con los materiales rígidos, tienen una mayor adaptabilidad a los cambios ambientales externos. Por lo tanto, la comparación y el análisis del comportamiento del material bajo fuerza externa son esenciales para el diseño de robots blandos y su control.

En la definición de robótica blanda, el material blando se refiere a materiales con un Módulo de Young similar al tejido natural, como el músculo y la piel humana, que normalmente tienen módulos entre 104-109 Pa. En estas condiciones, los materiales blandos de elección son el elastómero de silicona con un módulo entre 104-105 Pa, látex con un módulo entre 105-106 Pa y caucho de mayor deformación con un módulo entre 107-108 Pa.

Para comparar y analizar nueve materiales seleccionados, los datos relevantes de las propiedades del material se enumeran en la tabla, incluida la dureza Shore (dureza Shore A y dureza Shore 00), resistencia a la tracción, alargamiento a la rotura, módulo 100%, tiempo de curado y contracción.



		Shore Hardness	Tensile Strength	Elongation at Break	100% Modulus	Cure Time	Shrinkage
Latex	Trylon Latex Liquid Rubber						0.1 in. / in. 10%
	Smooth-On Ecoflex® 00-30	00-30	200 psi	900%	10 psi	4 hours	<.001 in. / in. 0.1%
Silicone rubber	Smooth-On Ecoflex® 00-35 Fast	00-35	200 psi	900%	10 psi	5 minutes	<.001 in. / in. 0.1%
	Smooth-On Ecoflex® 00-50	00-50	312 psi	980%	12 psi	3 hours	<.001 in. / in. 0.1%
	Smooth-On Dragon Skin® 10 Fast	10A	475 psi	1000%	22 psi	75 minutes	<.001 in. / in. 0.1%
	Smooth-On Mold Star® 20T	20A	420 psi	470%	47 psi	30 minutes	<.001 in. / in. 0.1%
	Smooth-On SORTA Clear® 37	37A	600 psi	400%	90 psi	4 hours	<.001 in. / in. 0.1%
Polyurethane rubber	Smooth-On SORTA Clear® 40	40A	800 psi	400%	90 psi	16 hours	<.001 in. / in. 0.1%
	Smooth-On Econ® 60	60A	350 psi	500%	82 psi	16 hours	<.001 in. / in. 0.1%

Propiedades de los materiales suaves. Peng, S. (2017)

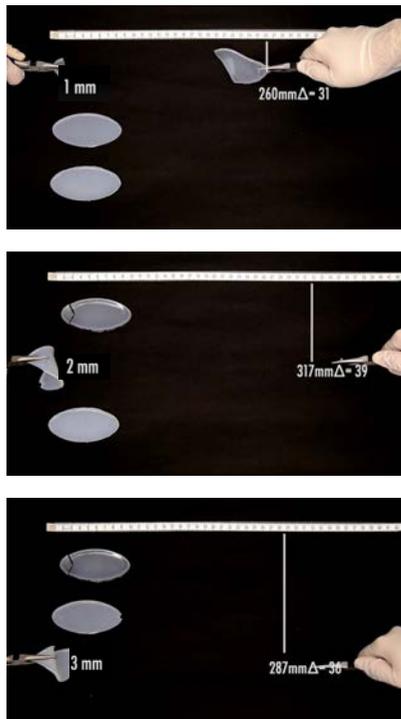
En siete cauchos de silicona seleccionados, Ecoflex® 00-30 tiene la dureza Shore más baja 00 a 30, lo que indica un nivel de dureza muy bajo equivalente a una bola de raqueta o una plantilla de zapato de gel, mientras que SORTA Clear® 40 tiene la dureza Shore A más alta a 40, que es similar a un tubo interno o borrador de lápiz. Con la menor resistencia a la tracción de 200 psi (pounds-force per square inch) y el módulo más pequeño al 100% a 10 psi, Ecoflex® 00-30 es el material más elástico y flexible. Al mostrar las mismas propiedades que Ecoflex® 00-30 en resistencia a la tracción, alargamiento a la rotura y 100% de módulo, Ecoflex® 00-35 Fast tiene la notable propiedad del tiempo de curado más corto. Como resultado, Ecoflex® 00-35 Fast es más eficiente en fundición rápida y muestra un mejor rendimiento cuando se usa como adhesivo, mientras que Ecoflex® 00-30 funciona mejor en fundición con más detalle.

# 01

## ELONGACIÓN AL QUIEBRE

La resistencia a la tracción, medida en psi, se refiere a la fuerza necesaria para estirar el material hasta que se rompa. Es decir, representa la capacidad de estiramiento del material.

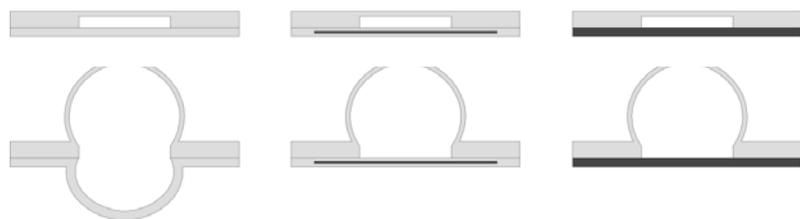
Mayor resistencia a la tracción indica menor capacidad de estiramiento. El alargamiento en la rotura se refiere al grado en que el material se estira antes de romperse. Por lo tanto, el alargamiento en los datos de rotura expresa tenacidad material, en la que el valor más alto representa una tenacidad más alta.



Meyer, A. Soft Robotics (2019)

### Inflación Unilateral

Básicamente, hay dos métodos para hacer una capa no inflable. El primer método consiste en colocar una capa rígida como papel o chapa dentro de una capa de material blando. El segundo método es emplear el material más rígido.

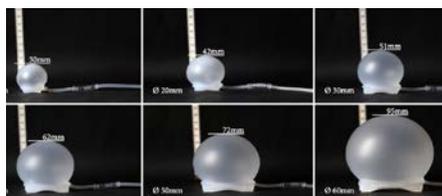
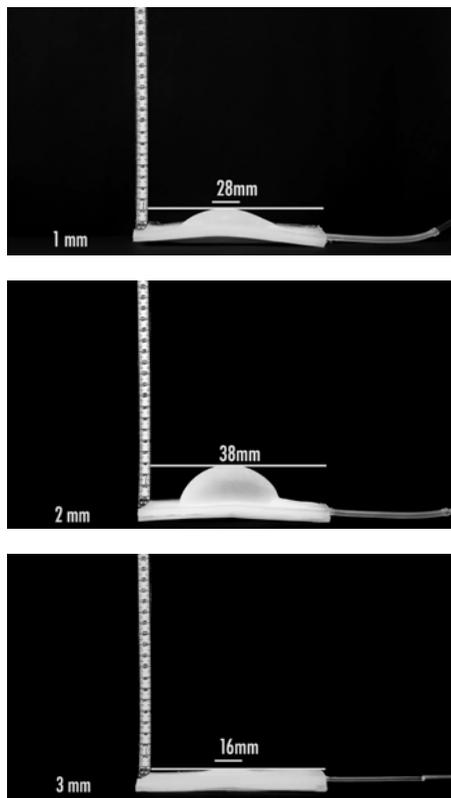


Inflado de doble cara, inflación de una cara con lámina rígida, inflación de una cara con capa rígida. Peng, S. (2017)

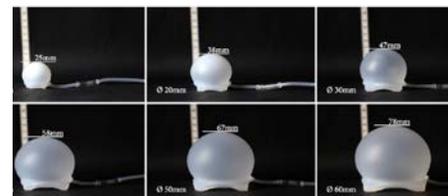
# 02

## INFLACIÓN UNILATERAL

Con el objetivo de medir el comportamiento de la inflación y dado que el comportamiento de inflado depende más de la flexibilidad de un material, en el estudio se aplicaron dos de los materiales más flexibles para obtener resultados más aparentes. Se utilizó Ecoflex® 00-30 y Ecoflex® 00-50, limitando el grosor de la capa superior de las cámaras de aire a 2 mm. Se concluyó que el material con mayor flexibilidad puede lograr una mayor deformación. Además, las cámaras de aire más grandes contribuyeron a un mayor resultado de inflación.



Ecoflex® 00-30. Peng, S. (2017)



Ecoflex® 00-50. Peng, S. (2017)

Diameter	Smooth-On Ecoflex® 00-30	Smooth-On Ecoflex® 00-50
10mm	30mm	25mm
20mm	42mm	38mm
30mm	51mm	47mm
40mm	62mm	58mm
50mm	72mm	67mm
60mm	95mm	78mm

Datos de inflación unilateral. Peng, S. (2017)

## 4.1.8 COMPROBACIONES

01

### FABRICACIÓN DEL MOLDE

La primera prueba fue de bolsas plásticas selladas. No se usó molde, sino que a través de los pliegues del material se consiguió dar forma al plástico.



02

### PROCESO DE SELLADO

Se probaron distintos patrones y dirección de sellado. Ambos factores afectan el resultado de la inflación.



03

### RESULTADOS

La selladora manual es un elemento fácil de conseguir y de usar, sin embargo no es exacta y limita la forma de sellado, y por tanto, la exploración de nuevos patrones.



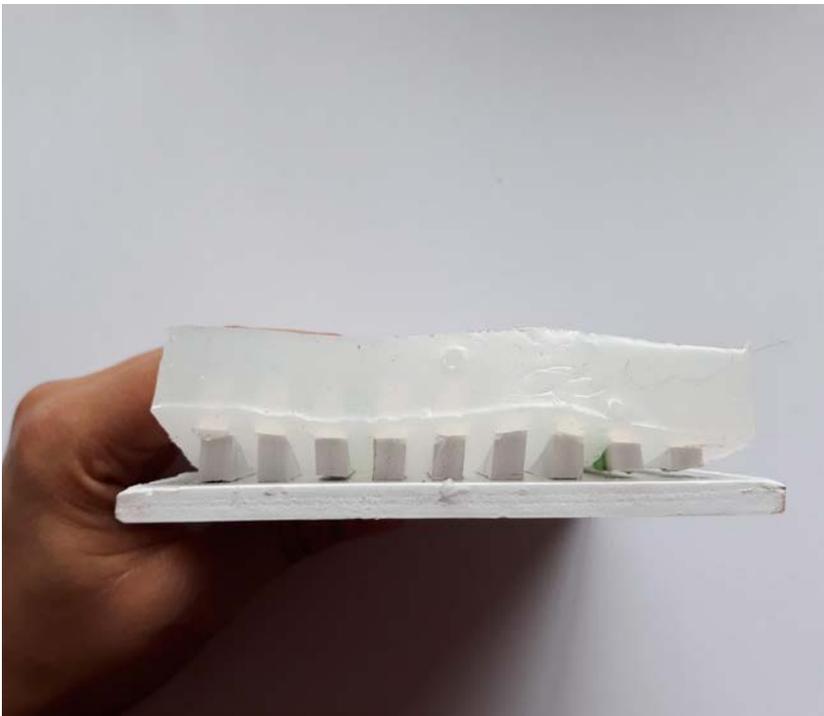
A continuación, se probó un patrón de inflación por vejigas conectadas, con la intención de demostrar el paso controlado de un fluido.

Para ello, se utilizó una tela recubierta de PU, lo cual entrega un material más flexible y a la vez, sellable. A diferencia del plástico, este material necesita otra fuente de sellado, por lo que se adquirieron dos cautines diferentes.

El prueba no tuvo éxito, puesto que ambas fuentes manuales entorpecían el sellado al exceder el área o quemar el material.

Para manejar este tipo de material, es necesario una CNC con un cabezal de sellado customizado. Por lo tanto, se descartó el uso del material y comenzó la búsqueda de otro formato de fabricación que fuese fácil de replicar.

## 4.1.8 COMPROBACIONES



01

### FABRICACIÓN DEL MOLDE

Molde fabricado en PVC espumado cortado a mano y silicona cuacho XL 9220.



02

### PROCESO DE LLENADO

El material se prepara con 1 parte de la formula A y otra parte igual de la formula B. Luego de llenar, se extrae el aire y se deja secar por mínimo 24 horas. Para terminar, se agrega la cara de silicona que queda abierta.



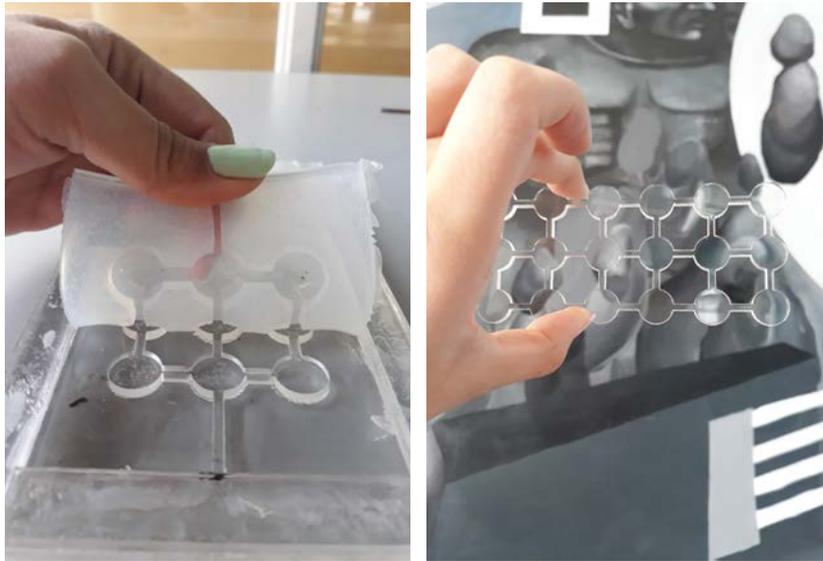
03

### RESULTADOS

El uso de presión manual para ajustar la pieza al momento de terminar de sellar la cara, produce que unos canales tengan más material que otros, lo cual muestra el comportamiento del material en distintos espesores.



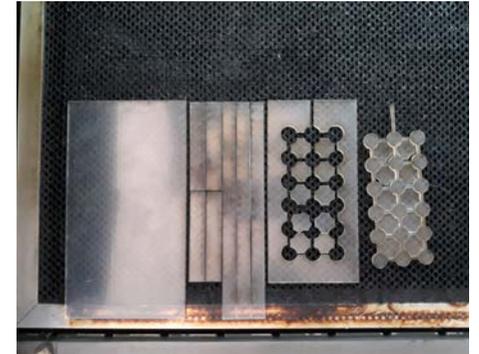
## 4.1.8 COMPROBACIONES



01

### FABRICACIÓN DEL MOLDE

Fabricación de molde con otro patrón de vejigas conectadas para el paso de un fluido. Se utilizó acrílico de 2 mm.



02

### PROCESO DE LLENADO

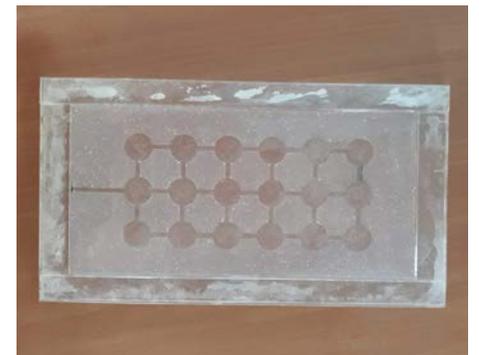
Este proceso es el mismo que se describió anteriormente. En este caso, la intención es dejar una cara el doble de ancha para mostrar la curvatura que se produce con la diferencia de espesor y rigidez.



03

### RESULTADOS

El acrílico es un buen material para hacer el molde, permite desmoldar la pieza fácilmente, pero es necesario el uso de corte láser.



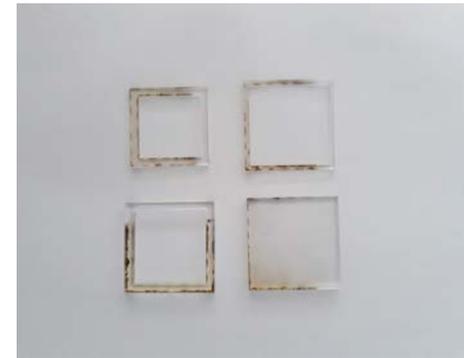
## 4.1.8 COMPROBACIONES



01

### FABRICACIÓN DEL MOLDE

Otra forma de fabricar inflables suaves, es la de Inflables Planos, que se diferencia por tener un menor espesor al no dejar canales internos abiertos.



02

### PROCESO DE LLENADO

El molde se llena por capas y para crear vejigas internas se utiliza desmoldante en zonas definida con un stencil.



03

### RESULTADOS

Este formato requiere más tiempo para hacer el molde, pero es fácil de replicar y tiene la gran ventaja de reducir el volumen del objeto.



## 4.1.8 COMPROBACIONES



01

### FABRICACIÓN DEL MOLDE

Otra prueba de concepto en la que mezclan capas y canales internos con el primero método de fabricación.



02

### PROCESO DE LLENADO

El proceso se repite como se vió antes, pero esta vez se aplicó calor con una pistola para ayudar a desgasificar el material.



03

### RESULTADOS

El uso de calor disminuyó el tiempo de secado a temperatura ambiente. Se ve cómo la deferencia de espesor provoca que las burbújas se expandan en una dirección más que en la otra.



## 4.1.9 CONCLUSIONES

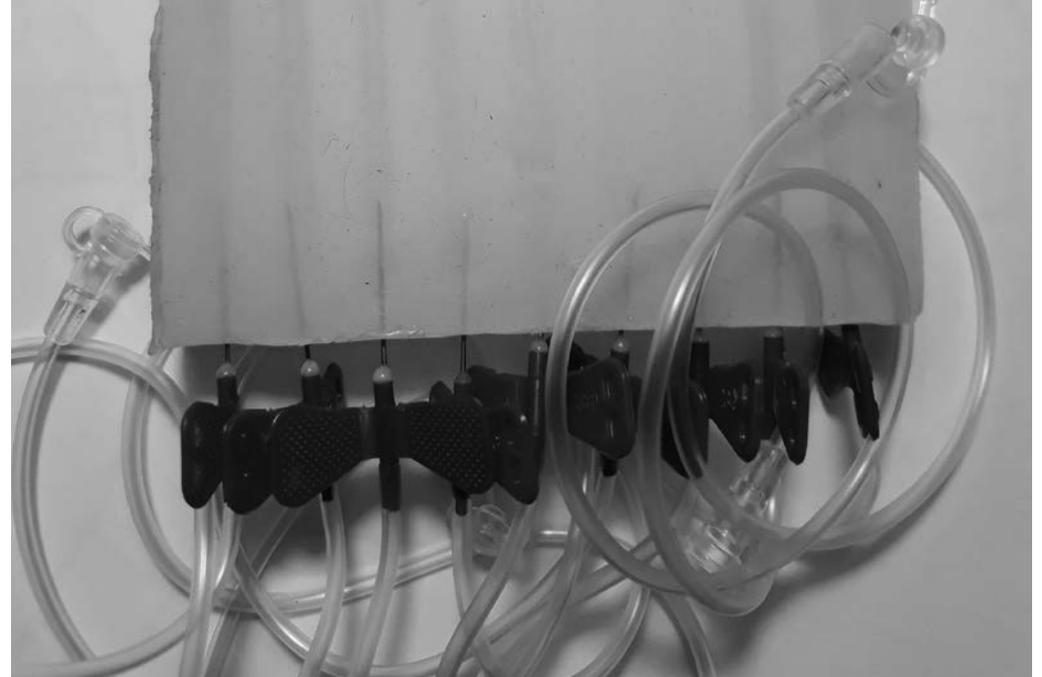
### Antecedentes Investigativos

La principal ventaja de los sistemas de robots blandos en comparación con los robots convencionales de cuerpo rígido, es su compatibilidad material con los organismos naturales. Por lo tanto, los robots blandos tienen el potencial de integrar un grado de cumplimiento en los dispositivos portátiles, mientras que los robots compuestos de materiales rígidos tienen más dificultades para interactuar con los humanos y rara vez logran el movimiento generado por los componentes y las articulaciones naturales.

Este nuevo sistema de fabricación de músculos artificiales a base de elastómeros, supera los límites de estructuras rígidas y mecánicas que separan a las máquinas tradicionales con el ser humano. La transmisión de presión variable que se puede lograr con este sistema, que es guiado por las propiedades biomecánicas del cuerpo humano para que los componentes sintéticos aprovechen las propiedades elásticas de los tejidos blandos, cierra la brecha de un tratamiento mecánico desvinculado con el paciente, por un tratamiento multisensorial y coherente.

Como se revisó anteriormente, existen dos métodos de fabricación para fluidos, sin embargo, el nuevo concepto de cámara de aire de volumen cero elimina por completo el volumen vacío restante y hace que la estructura sea compacta.

La construcción del producto estará inspirada por el concepto de transformación de forma a través del comportamiento de rizado bajo cambio de grosor en superficies y la distribución variable de material. Se concluye, además, que los materiales adecuados para el desarrollo del proyecto son el Ecoflex®00-30 y Ecoflex®00-50



para obtener propiedades que alcancen el alto funcionamiento requerido.

Las tecnologías de fabricación subyacentes ya permiten abordar algunos de los desafíos que surgen del uso de materiales blandos en robótica, y continuarán desarrollándose con los avances de varias comunidades científicas que convergen en la robótica blanda.

Existen varios materiales blandos, como el caucho de poliuretano y el caucho de silicona, que son distintos entre sí debido a sus diferentes niveles de dureza, su flexibilidad y capacidad de estiramiento que contribuyen a los comportamientos de rendimiento variable.

En las pruebas se emplearon materiales sin propiedades variables en cámaras de aire, pero se complementó con el estudio de diferentes fuentes de desarrollo de robótica blanda para evaluar comportamientos de inflado que son esenciales para el diseño de actuadores robóticos suaves. Los experimentos con distintos métodos de moldaje indicaron principios de fabricación para el caucho de silicona que provocan diferentes comportamientos de inflado.

CAPITULO #4

MARCO

REFERENCIAL

2. ESTADO DEL ARTE

- 4.1 Cuidado en casa
- 4.2 E-Wearables
- 4.3 Conclusiones

## 4.2.1 CUIDADO EN CASA

Hay un aumento en la participación del paciente en el tratamiento como consumidor de dispositivos para su propia atención domiciliaria, con el fin de disminuir gastos médicos, reducir el rechazo a la enfermedad y aumentar su independencia.

Se espera que cada vez más los consumidores desempeñen un papel más importante en “curarse a sí mismo”. Estadías más cortas en el hospital, menos casos de medicamentos administrados por el médico y más casos de asistencia domiciliaria por cuenta propia hacen que sea necesario contar con dispositivos innovadores de atención domiciliaria.



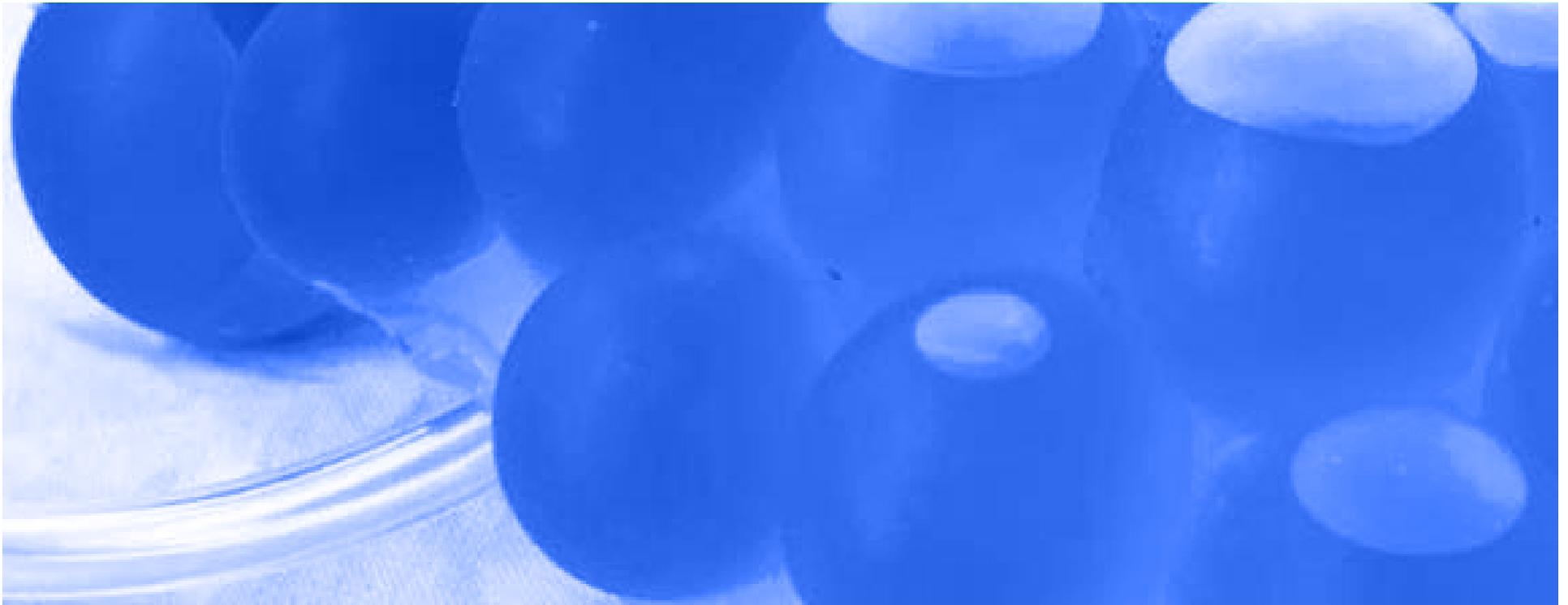


## 4.2.2 E-WEARABLES

Son dispositivos portátiles que monitorean los estados fisiológicos y traducen los sentimientos en exhibiciones auditivas, visuales o táctiles. La interfaz tangible ofrece biorretroalimentación y expresión para promover la conciencia y la empatía. Dan al cuerpo una voz, con un lenguaje emotivo fundamental.

Estos dispositivos son especulaciones del cuidado del cuerpo a futuro. El sistema es un circuito de retroalimentación para el cambio de comportamiento y es aplicable a muchas relaciones entre pacientes y cuidadores.

Ziyun, Q. (2018). *RE-Inflatable Vest. Soft Robotic Mask*. Meyer, A; Rueda, S; Peng, S. (2017). *Aposema*. Dyvik, J. *Design Academy Eindhoven*. (2010). *Ref*. Ciges, M (2018). *MOT: Bodymimicry*. *Fabricademy*.



## 4.2.3 CONCLUSIONES

### Antecedentes Investigativos

Al introducir robots o interacciones automatizadas en la atención médica, el componente que falta es el contacto humano. El toque curativo es una conexión que comunica emoción y energía. Muchas formas de entrenamiento y fisioterapia dependen del contacto físico. El contacto físico es esencial para el bienestar y mejora enormemente la efectividad terapéutica. En este momento, es casi imposible transmitir este sentido del tacto en un sentido mediado. Si bien el tiempo disponible para entrenamiento o terapia por parte de terapeutas profesionales es limitado. Un dispositivo portátil que pueda emular el contacto físico puede satisfacer esta necesidad.

(Sensoree, 2019) (18). Es fundamental para este proyecto conseguir un vínculo entre salud y tecnología para transmitir el cuidado humano al paciente.

En este aspecto, hay un impulso de generar artefactos inteligentes vestibles que integren el cuidado diario de un paciente con la percepción del tratamiento médico personalizado. Se busca monitorear y curar el cuerpo a través de la conciencia de los sentidos y el biofeedback generado en tiempo real como una herramienta para la autoconciencia y la expresión.

CAPITULO #5  
**PRESENTACIÓN**  
DEL PROBLEMA



## 5.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pacientes que sufren de artrosis desean seguir sus vidas y actividades cotidianas sin depender de fármacos para aliviar el dolor crónico provocado por la enfermedad. Por lo tanto, necesitan un sistema paliativo que los acompañe.

Después del análisis de la información anterior, se puede decir que la crioterapia es el método más eficaz para tratar el dolor que produce la inflamación en las primeras etapas de la enfermedad y la termoterapia es realmente eficaz para combatir el dolor articular una vez que la enfermedad ha avanzado.

Hasta ahora, la única opción para acabar con el dolor es la intervención quirúrgica, pero es una operación que se retrasa lo más posible, debido a que es necesario un recambio de prótesis luego de 15 años, por lo que los médicos evalúan si el tiempo de uso restante equivale a las complicaciones de la operación y post operatorio. Por lo tanto, el paciente debe vivir con el dolor, que va aumentando, hasta que es operado.

Los médicos recomiendan a los pacientes que se mantengan activos, pero gran parte de ellos se limita por el dolor que siente luego de cualquier actividad. Si esto continúa, se activa el círculo vicioso de la artrosis. El foco es siempre mejorar la capacidad del paciente para hacer actividades laborales y físicas. Esta estrategia de cuidados se denomina Paliativa y su objetivo es prevenir o tratar los síntomas y efectos secundarios, además de tratar problemas emocionales, sociales, prácticos y espirituales que la enfermedad plantea.

El problema se encuentra en la aplicación de la crioterapia, específicamente en la falta de independencia que tiene el paciente en la aplicación y el tiempo que ocupa de la sesión kinesiológica. Para

un tratamiento fuera del centro de rehabilitación, los formatos básicos son los más fáciles de transportar, pero tienen deficiencias ergonómicas para la auto aplicación, inconveniencia para conseguir el descenso regular de la temperatura y mantener el frío para múltiples aplicaciones en sectores remotos. Esto disminuye la efectividad real del tratamiento, genera entorpecimiento en el proceso y dependencia e incomodidad en su aplicación. Si un paciente se aplica calor o frío sin supervisión, puede llevar a quemaduras o malas prácticas que genera entorpecimiento y afectan la efectividad del tratamiento.

El paciente definitivamente necesita acompañamiento kinésico para llevar de mejor manera la artrosis, ya que es una enfermedad crónica y degenerativa que afecta directamente la calidad de vida del paciente. Para imitar y transmitir el cuidado que ofrece el tacto humano al paciente fuera del centro de rehabilitación, se encuentra la problemática de hallar la relación que vincula la tecnología con el cuidado del cuerpo desde el hogar.

### Efectos del problema

Dependencia en la aplicación.
No es replicable en casa.
Seguridad en aplicación.
Aumento de la necesidad de uso a través del tiempo.
Dependencia afecta la salud mental del paciente.
Zonas difíciles de alcanzar.
Dependencia a elementos como hielo, electricidad, etc.
Descenso irregular de la temperatura.
Baja accesibilidad a artefactos médicos.



## 5.4 FACTORES DE DISEÑO

### FACTOR HUMANO

- Edad del paciente
- Etapa de la enfermedad
- Dimensiones antropométricas
- Nivel de dependencia
- Posible otras enfermedades
- Zona afectada

### FACTOR PRODUCTIVO

- Sustentabilidad
- Materialidad
- Número de componentes
- Fabricación en serie

### FACTOR AMBIENTAL

- Lugar de uso fuera del centro de rehabilitación
- Estilo de vida del paciente
- Acceso a conexión de electricidad y agua

### FACTOR CULTURAL

- Actitud del paciente frente a la enfermedad
- Conocimiento de la enfermedad
- Tiempo disponible destinado al tratamiento
- Manejo tecnológico

### FACTOR MERCADO

- Destinatario
- Canales de distribución
- Fabricación nacional

## 5.5 OBJETIVOS DE DISEÑO



Conseguir el efecto del tacto humano para asemejar el tratamiento terapéutico inmediato, paliativo no farmacológico y portátil por medio del criomasaaje y termomasaaje localizados que alivia el dolor articular temporalmente y reduce la inflamación producida por el ejercicio sobre una o más articulaciones afectadas por Osteoartritis (OA) con el objetivo de recuperar la movilidad y función articular.

## 5.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1

Entregar un efecto de criomasaaje y termomasaaje portátil para distintos contextos, de abundancia y precariedad, sin la necesidad de depender de un sistema de refrigeración o calefacción para cada aplicación.

2

Producto que permita la atención autónoma del paciente/usuario con un tratamiento paliativo inmediato al dolor articular e inflamación.

3

Incluir al adulto mayor autovalente y con dependencia moderada en el diseño del sistema teniendo en cuenta el deterioro de las habilidades cognitivas y motrices propias del envejecimiento.

4

Promover la adquisición de hábitos de vida saludables y a fomentar un entorno social y medioambiental adecuado, para prevenir el desarrollo de la enfermedad, y así, evitar el dolor. Es fundamental hacer ejercicio con las articulaciones enfermas, ya que mantiene el movimiento articular y fortalece los músculos, y además se promueve la socialización, que es parte importante para un estilo de vida saludable.

5

Aprovechar nuevas tecnologías y formas de fabricación que acercan a las máquinas con el paciente a través de biofeedbacks e interfaces de uso.

6

Estética contemporánea que trabaje en torno al lenguaje estético de las formas blandas y semi transparentes que entrega la silicona.

7

Generar autonomía en el proceso terapéutico.

8

Disminución del dolor provocado por inflamación articular o edema para mantener y aumentar la movilidad articular, y así, retrasar el avance de la enfermedad y mejorar la independencia funcional.



## 5.7 HIPÓTESIS PLANTEADA

El paciente de artrosis debe ser acompañado y atendido durante las etapas de avance de la enfermedad para tratar los síntomas y, en lo posible, frenar el deterioro articular. Los pacientes que sufren dolor crónico están sometidos a estrés, dependencia y son vulnerables al círculo vicioso de dolor-sedentarismo, punto crítico de la enfermedad.

Como solución se presenta el desarrollo de un sistema de tratamiento paliativo, que integra el criomasaaje y termomasaaje para tratar la artrosis de rodilla en sus distintas etapas. Como inicio, se desarrollará el sistema enfocado en la rodilla, puesto que es la articulación más afectada en la población.

El sistema aprovecha el desarrollo de nuevas tecnologías y el formato de fabricación blando para semejar el tacto humano del terapeuta fuera del centro de rehabilitación.

En este proyecto se plantea el uso de una banda inflable suave para asistir en el tratamiento conservador de artrosis de rodilla, que proveerá un masaje ascendente, adaptable y autónomo, replicando la acción mecánica del terapeuta. Este masaje se produce a través de la aplicación de presión en dirección ascendente, combinado con un gradiente térmico en el formato de crioterapia y termoterapia, lo cual sirve como tratamiento paliativo complementario a la terapia física.

Si el sistema consigue, a través de un artefacto portátil, entregar alivio al dolor crónico, contribuir a la independencia y autonomía para que el paciente pueda tratar su dolor inmediatamente en cualquier contexto que se encuentre, además de integrarlo como miembro activo del tratamiento, entonces su utilización contribuirá al alivio más eficaz de todos los pacientes que están sufriendo dolor y a la salud mental de las personas que se sienten limitadas por la enfermedad.

Si el sistema integra dos modalidades de uso, entonces el paciente solo necesita un artefacto para seguir el tratamiento desde la comodidad de su casa o en un contexto remoto.

## 5.8 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

- Que sea portátil, es decir, que se pueda utilizar sin depender de conexión eléctrica.
- Que combine el masaje manual con un gradiente térmico.
- Que genere agua fría y caliente.
- Permita el descenso o aumento homogéneo de la temperatura superficial de la zona afectada.
- Que durante la sesión se haga un recorrido del agua en forma ascendente a través de los canales internos de la banda y la botella, para mantener la temperatura y reproducir el efecto ascendente.
- Que entregue sensación de alivio, evitando la constricción o quemaduras. Que permita al terapeuta profesional regular las configuraciones de tiempo y temperatura a través de una aplicación móvil. Que el funcionamiento sea automático para que el usuario no pueda modificar los ajustes de temperatura o tiempo de sesión por razones de seguridad.
- Uso de materiales sustentables.
- No poner en contacto directo con piel para evitar quemaduras.
- Lavable y reutilizable.
- El periodo de aplicación no debe superar los 20 minutos.
- Alcanzar una temperatura estable entre 2 a 10 grados en la versión crioterapia.
- Alcanzar una temperatura estable entre 37 a 45 grados en la versión de termoterapia.
- La interfaz de uso debe ser sencilla para incluir el rango de adultos mayores.
- Se debe integrar al estilo de vida del usuario, ya que éste se mueve con él.

## 5.9 ALTERNATIVAS PLANTEADAS

A

Generación de un masajeador manual compacto que alude a la forma de aplicación más sencilla de crio y termomasaje que se utiliza por fisioterapeutas. Con una superficie que se adapta a la forma orgánica del cuerpo, permite al usuario deslizar el masajeador manualmente con calor o frío sobre el área afectada.

B

Generación de una férula blanda que produzca el criomasaje y termomasaje a través de la inflación de cámaras internas con agua o gel.

C

Generación de un sistema compuesto por una banda blanda bajo el principio de fabricación de Soft robotics y un contenedor que caliente o enfríe agua de manera autónoma. De esta manera, se evita la dependencia de un sistema externo que caliente el agua o disponibilidad de hielo.

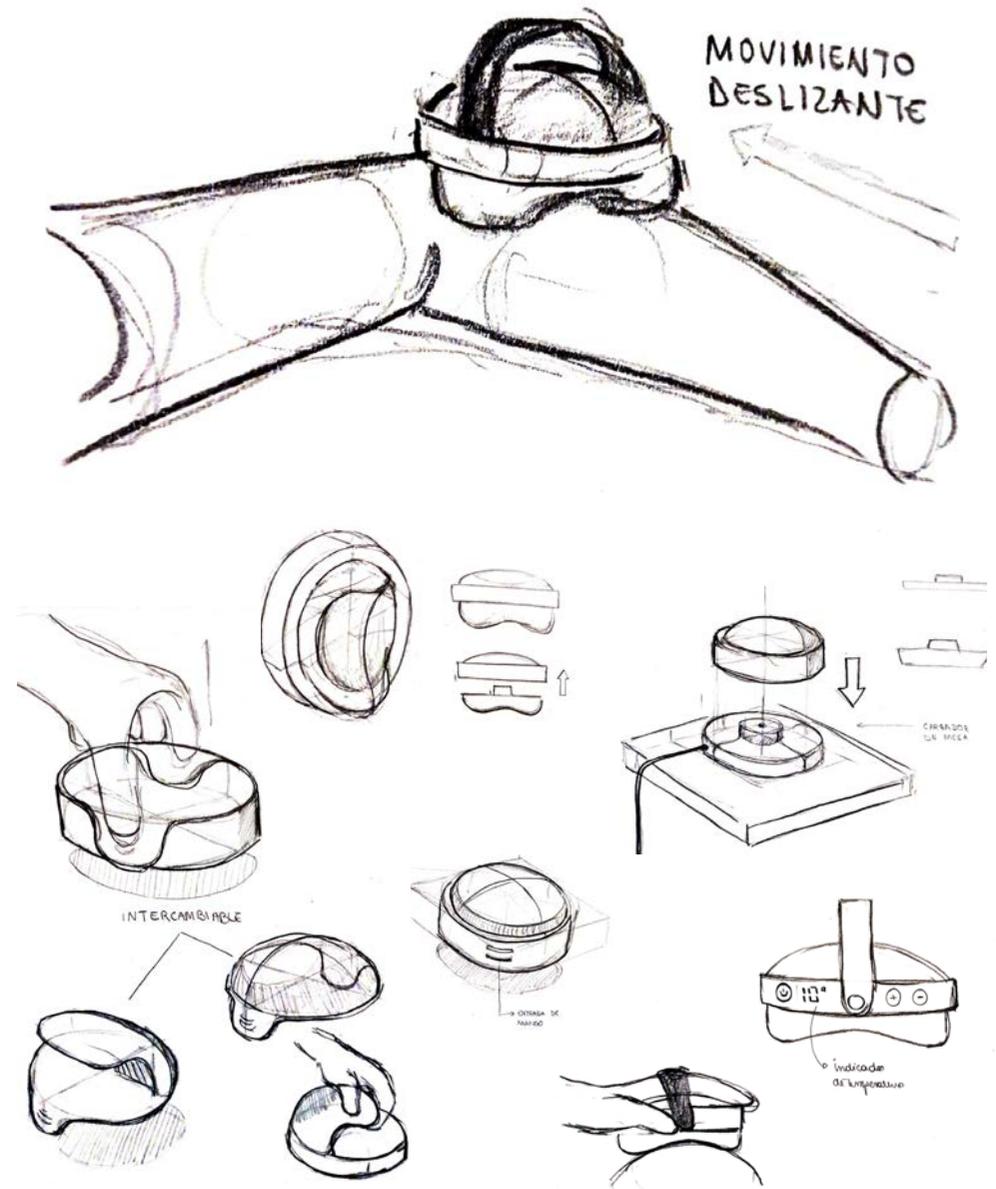
## 5.10 OPORTUNIDAD DE DISEÑO

Diseñar un artefacto portátil que integre el criomasaje y termomasaje para efectuar una terapia paliativa complementaria sin asistencia, que replique la acción mecánica del tratamiento y el tacto humano del terapeuta, mejorando el confort físico y la independencia en su aplicación con respecto de las opciones actuales.

## 5.11 DESARROLLO DE PROPUESTAS

### PRIMERAS IDEAS

Alternativa A | Desarrollo



## PRIMERAS IDEAS

### Alternativa A/ Visualizaciones

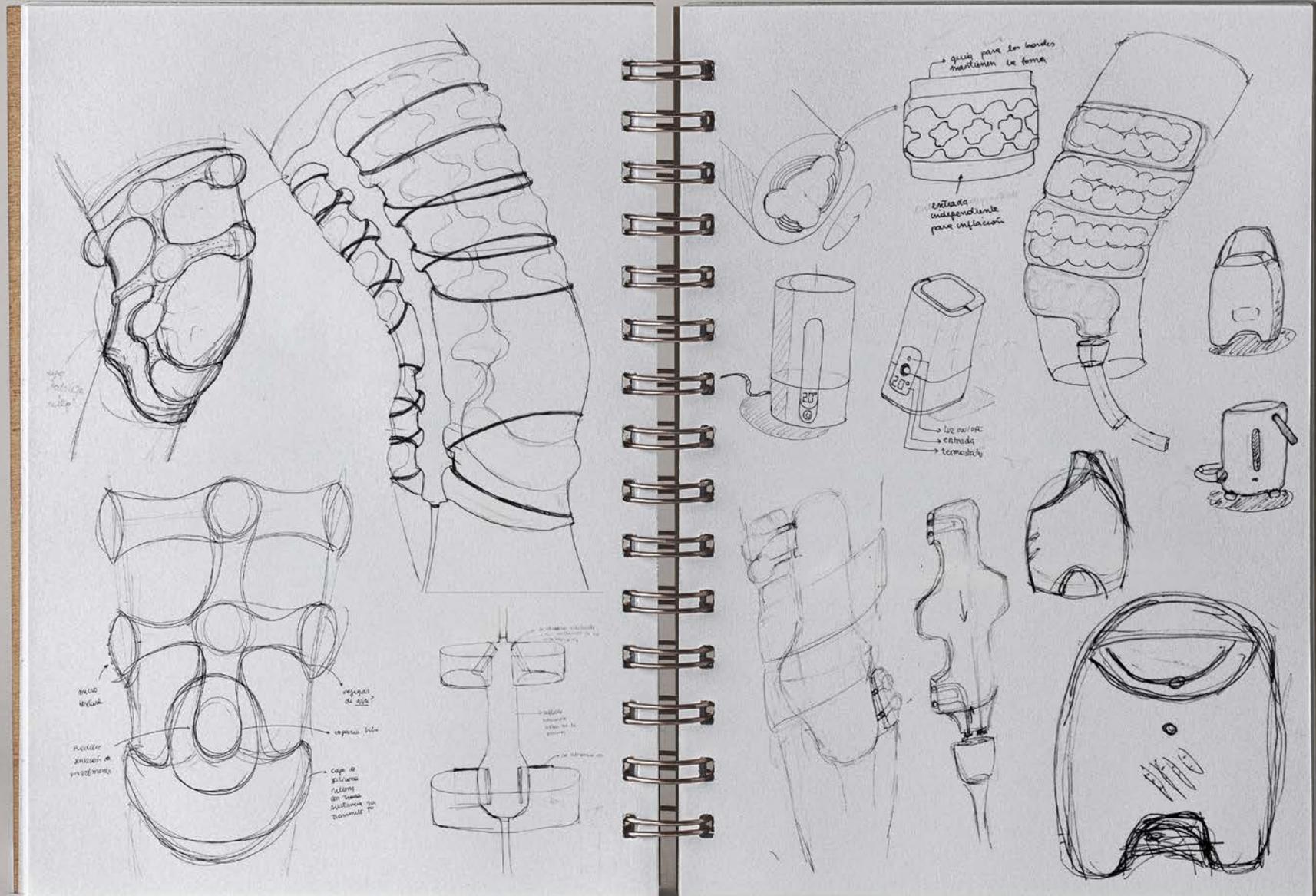


## 01 VERSIÓN A

Teniendo en cuenta que las personas que sufren de artrosis de rodilla son susceptibles a padecerla en las manos, se hizo el cambio a un tratamiento autónomo para liberar al usuario del masaje mecánico. Además se reemplazó el método de fabricación por materiales blandos y la fuente de calor y frío, que originalmente eran placas peltier.

PRIMERAS IDEAS

Alternativa B | Desarrollo

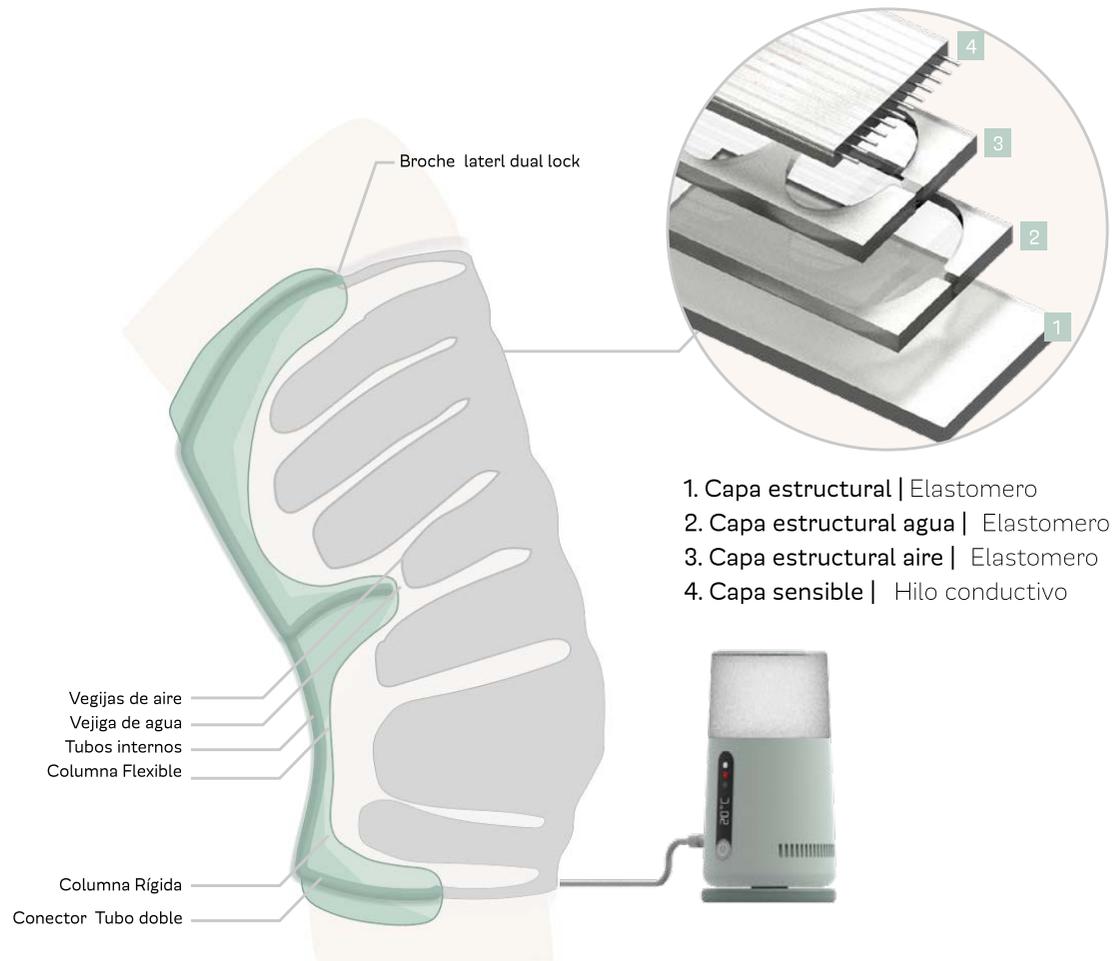


## PRIMERAS IDEAS

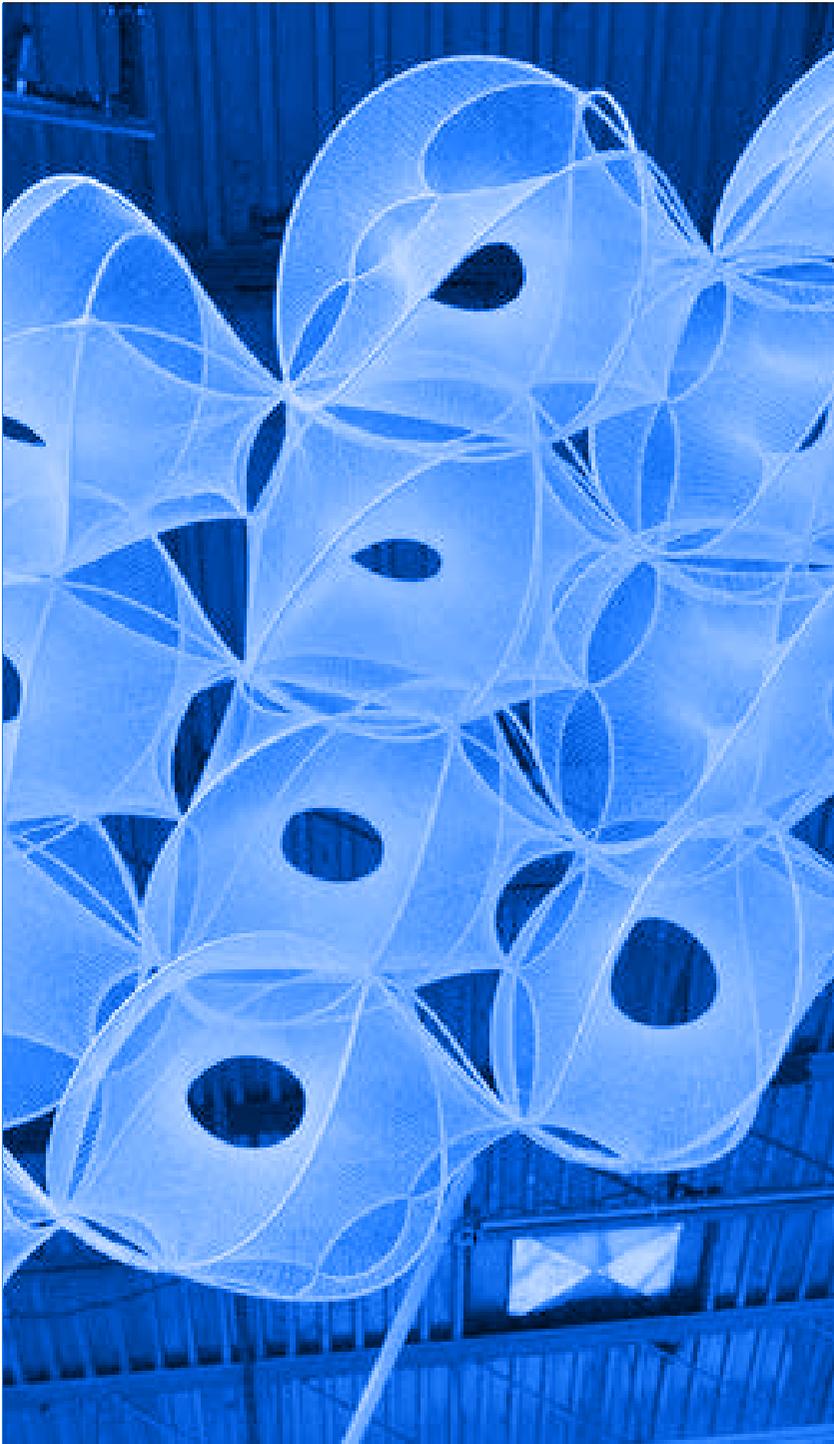
### Alternativa B | Visualizaciones

Se presenta una férula inflable suave para asistir en el tratamiento conservador de artrosis de rodilla en las etapas de iniciales y más avanzadas de la enfermedad.

La férula suave está diseñada para proveer un masaje autónomo, sin asistencia, en la modalidad de crio o termomasaje como tratamiento paliativo complementario a la terapia física. La estructura está compuesta por cuatro capas de material suave que permiten replicar una acción mecánica caracterizada por la presencia de un gradiente de temperatura y aplicación de presión y movimiento ascendente. La férula además funciona como actuador para detectar la presencia de edema en la articulación afectada para generar un feedback que guiará al usuario a seleccionar la modalidad del masaje.



La férula se complementa con un contenedor externo que cumple la función de calentar y enfriar el agua, además de impulsar aire para reproducir el masaje. Se conecta a través de un único tubo a la parte lateral de la columna rígida de la férula. Esta tiene tubos internos que distribuyen el agua y aire a las vejigas, creando un ritmo de entrada y salida que representa un masaje adaptativo deslizante.



## 5.12 DEFINICIÓN DEL CONCEPTO

### Propuesta

La intención es lograr una experiencia de terapia a distancia con un masaje envolvente personalizado, que sumerja al paciente en la terapia a través de los sentidos, en específico, el tacto. El paciente será acompañado a lo largo de su tratamiento por un producto que representa el terapeuta, sinónimo de bienestar, confort y contención.

## 5.13 CONCEPTO ENVOLVENCIA SENSORIAL

El concepto busca representar la experiencia de inmersión que vive el paciente al utilizar el sistema terapéutico, el cual activa sus sentidos mientras envuelve suavemente la zona adolorida para protegerla. Refleja la acción del tacto terapéutico a través de la actuación del sistema en un nuevo lenguaje háptico.

## 5.14 PROPUESTA CONCEPTUAL

### SISTEMA DE CRIOMASAJE Y TERMOMASAJE PORTÁTIL PARA EL TRATAMIENTO PERSONAL A DISTANCIA DE ARTROSIS

Sistema portátil de terapia paliativa física que permite la continuación del tratamiento de artrosis fuera del centro de rehabilitación, que combina la crioterapia y termoterapia con el masaje manual para el tratamiento remoto de artrosis de rodilla durante las distintas etapas de la enfermedad.

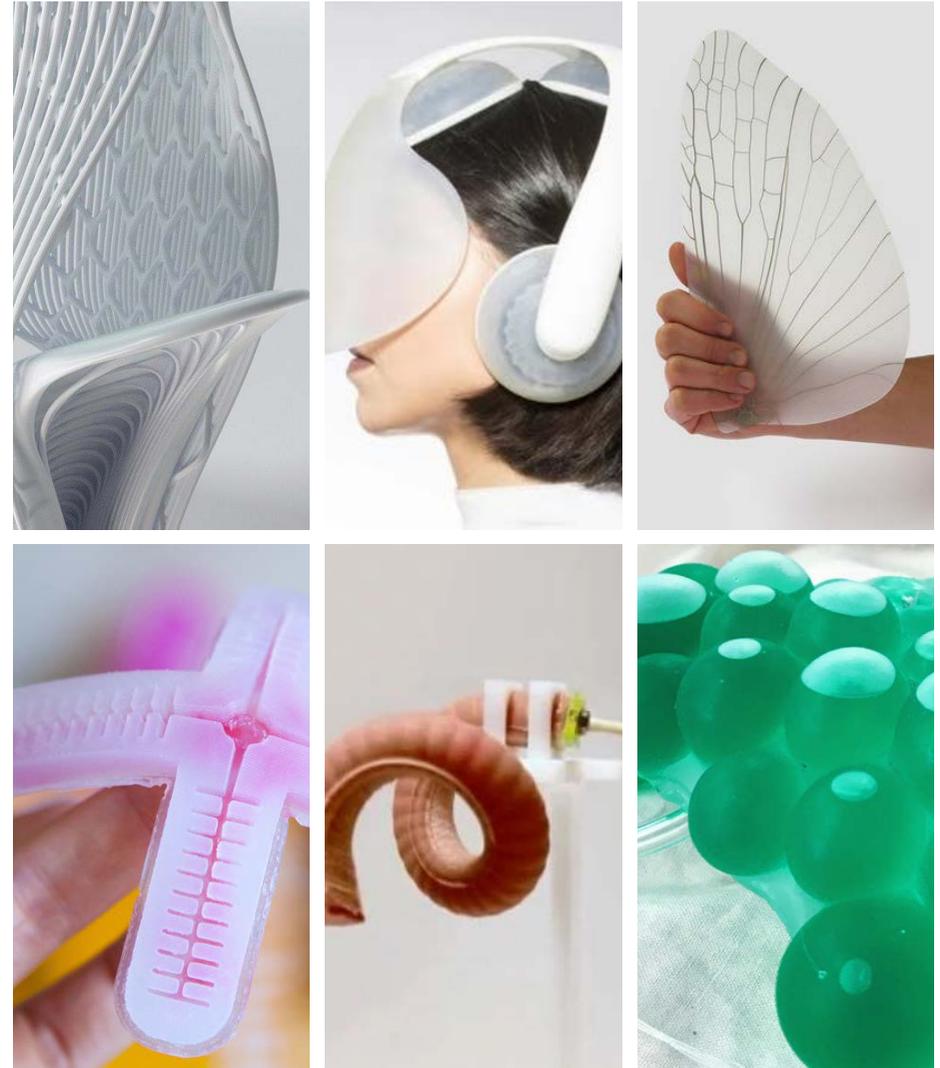
## 5.15 REFERENTES DIRECTO

Referentes de adaptación y envoltura al cuerpo.



## 5.16 REFERENTES DE FORMA

Referentes de soft robotics, transparencias y formas naturales.



# 5.17 EVOLUCIÓN DE FORMA





CAPITULO #6

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN Y PROPUESTAS

## 6.1 DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA

Sistema portátil de terapia paliativa física que permite continuar el tratamiento de artrosis fuera del centro de rehabilitación, combinando frío y termoterapia con masaje manual sin asistencia, para el tratamiento remoto de artrosis de rodilla durante las distintas etapas de la enfermedad.

Presenta una banda inflable suave para asistir en el tratamiento conservador durante las etapas iniciales hasta las más avanzada. La estructura está compuesta por cuatro capas de material suave que permiten replicar una acción mecánica caracterizada por la presencia de un gradiente de temperatura y aplicación de presión y movimiento ascendente.

La intención es lograr una experiencia de terapia a distancia con un masaje envolvente personalizado, que sumerja al paciente en la terapia a través del tacto. El paciente será acompañado a lo largo de su tratamiento por un producto que representa el terapeuta, sinónimo de bienestar, confort y contención.

### VISIÓN

*DISPOSITIVO PORTÁTIL QUE PUEDA EMULAR EL CONTACTO FÍSICO*





## ¿QUÉ ES THERMIS?

ENVOLVENCIA SENSORIAL

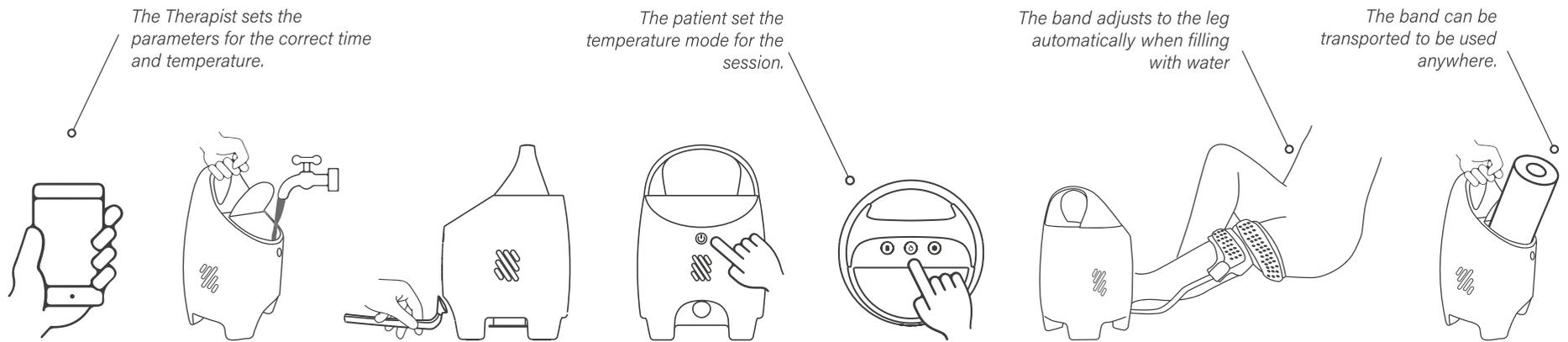
*Sistema de criomasaaje y termomasaaje portátil para el tratamiento personal a distancia de artrosis.*



## 6.2 USABILIDAD SECUENCIA DE USO

## 6.2 USABILIDAD SECUENCIA DE USO

### Terapeuta - Paciente - Producto



El sistema contempla tres partes: La aplicación que maneja el terapeuta, la banda masajeadora y el contenedor de agua.

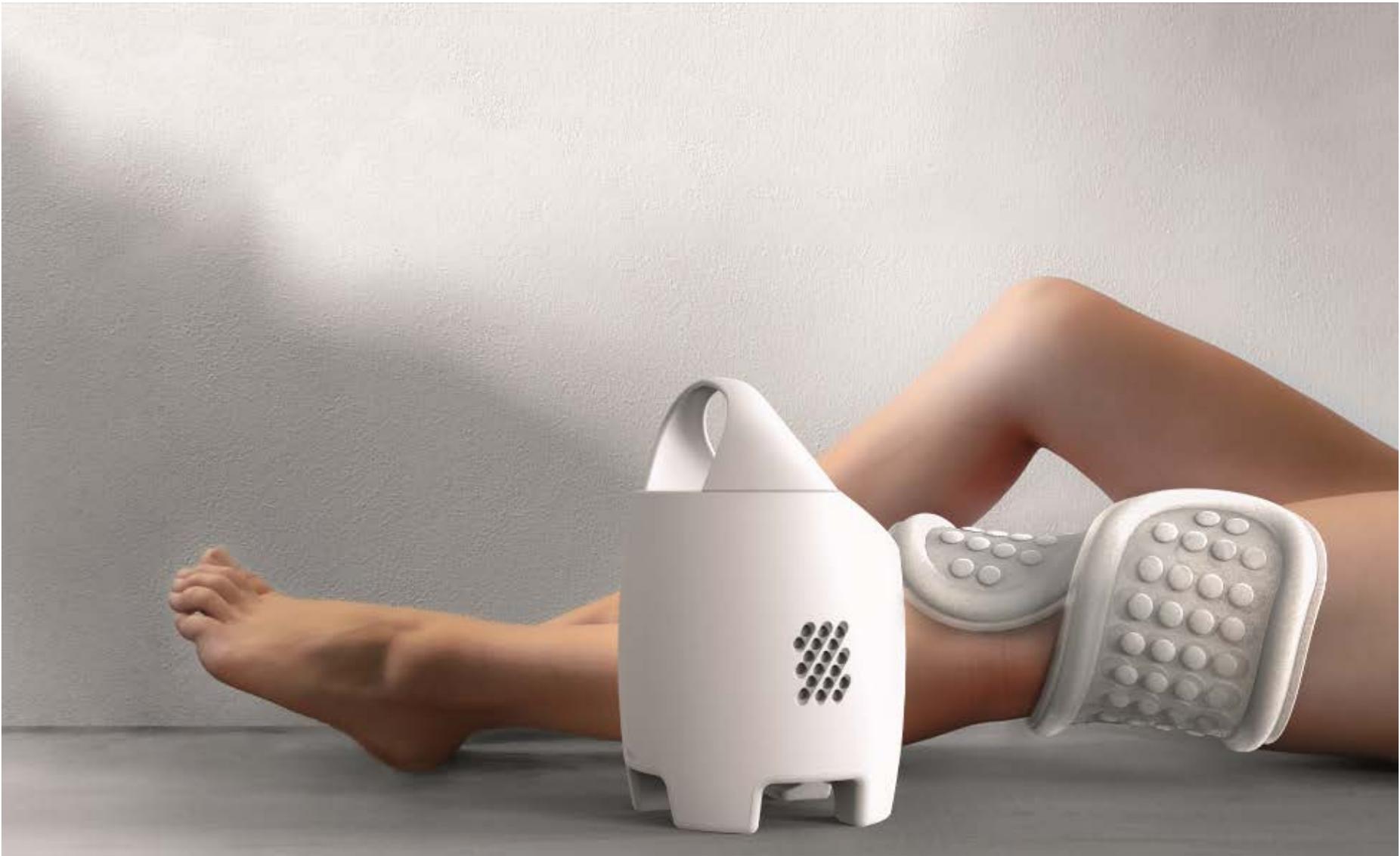
Primero, el terapeuta configura las variantes de temperatura y tiempo para preparar las sesiones a distancia. De este modo el paciente no puede alterar estas variables y afectar la eficacia del tratamiento.

Desde la aplicación, el terapeuta puede tener registro de las sesiones, además de comunicación directa con los distintos pacientes.

Al momento del uso, el paciente debe llenar la botella con agua y conectar la manguera según las instrucciones.

Precionar el botón frontal on/off, para luego seleccionar el modo de funcionamiento según especificaciones del terapeuta. Al empezar a llenarse de agua, la banda se enrollará sobre la pierna del paciente que se encuentra recostado.

Para transportar, enrollar la banda y depositar dentro del contenedor.



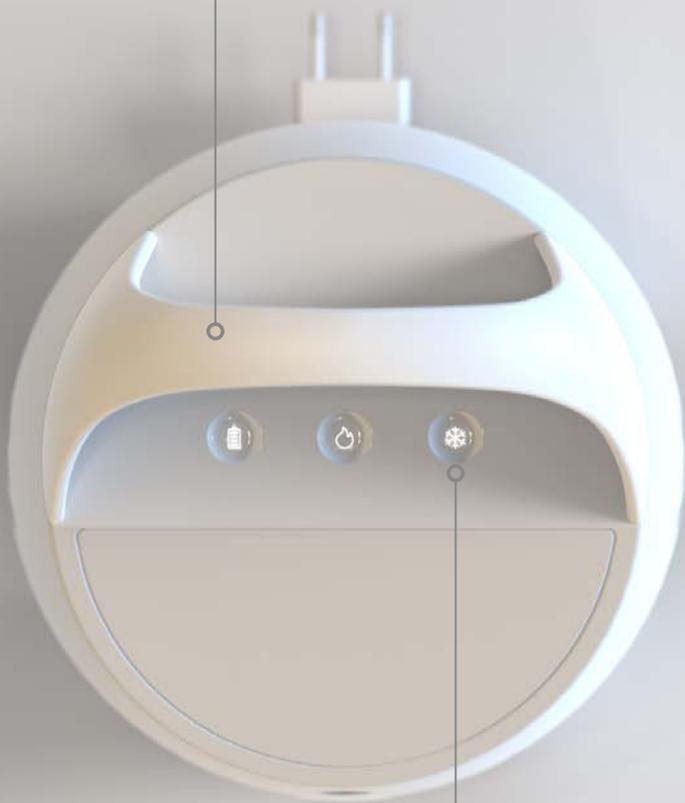
Luego que el usuario llena la botella según las instrucciones y selecciona el modo de uso en el panel superior, la banda se empezará a llenar a través de los canales y vejigas internas, haciendo un circuito constante y ascendente.

Una vez se llena la última vejiga de la banda, el agua sigue su camino de regreso al contenedor a través de una canaleta paralela. De esta forma, se consigue que se mantenga un ritmo constante de compresión y temperatura estable durante la sesión.

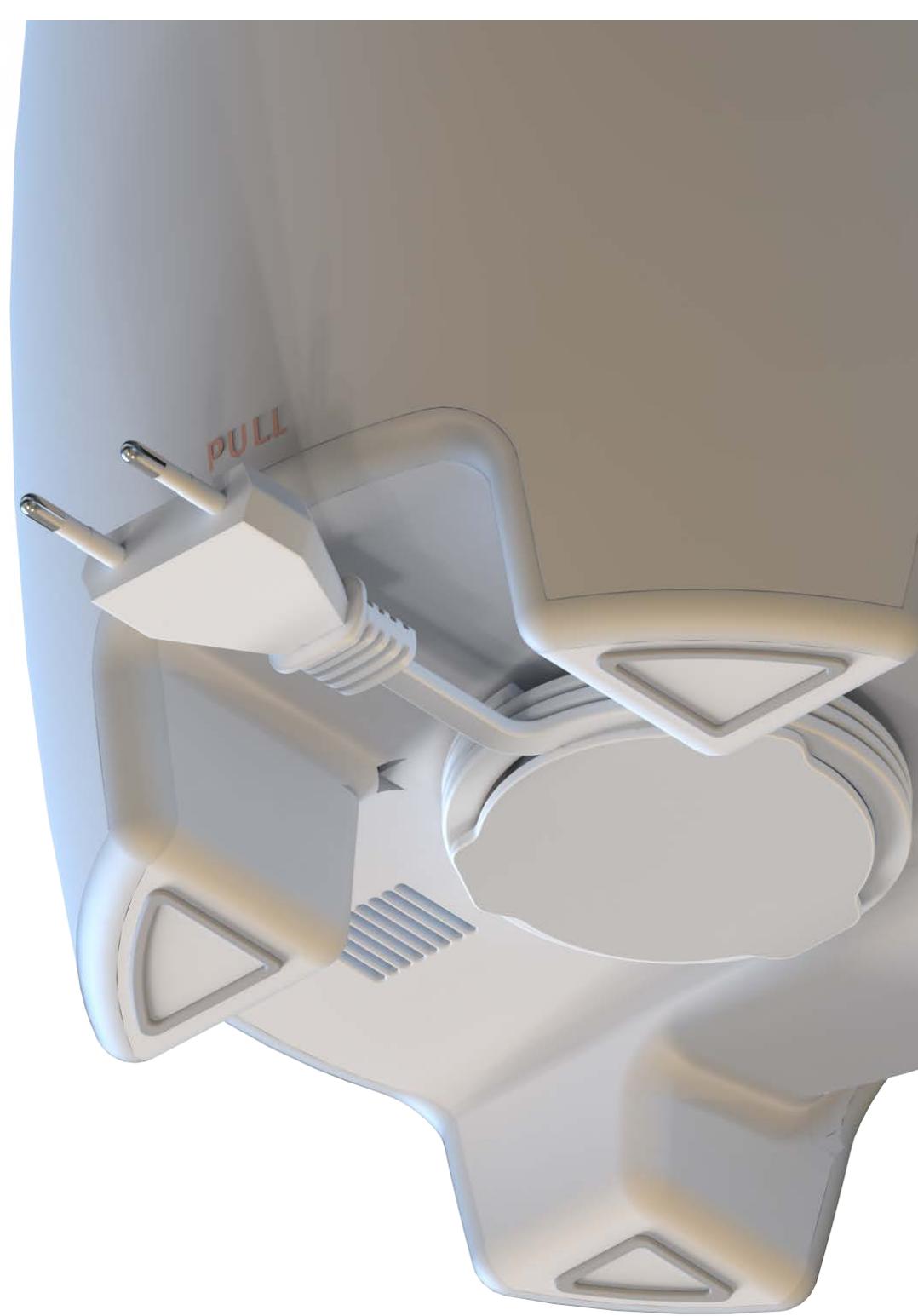
Por seguridad, el terapeuta tiene una App que le permite configurar los parámetros para el correcto uso de la banda.



El diseño de la Unidad de Control permite al usuario llevar el tratamiento donde sea necesario.



Al progresar la artritis, la causa del dolor cambia, por lo que el paciente pasa de necesitar frío a calor para aliviar el dolor. Thermis acompaña al paciente durante todas las etapas de la enfermedad.





## **MOBILIDAD**

Permite la transmisión del tacto humano dónde y cuándo sea.

## 6.3 CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES

### BANDA SUAVE

Banda de tratamiento inflable fabricada en silicona.

### APP DE CONTROL

Aplicación de control y configuración de variantes para el terapeuta.

### UNIDAD DE CONTROL Y TRANSPORTE

Unidad de almacenamiento de agua para enfriar o calentar el agua.  
Almacenamiento de banda para transporte.



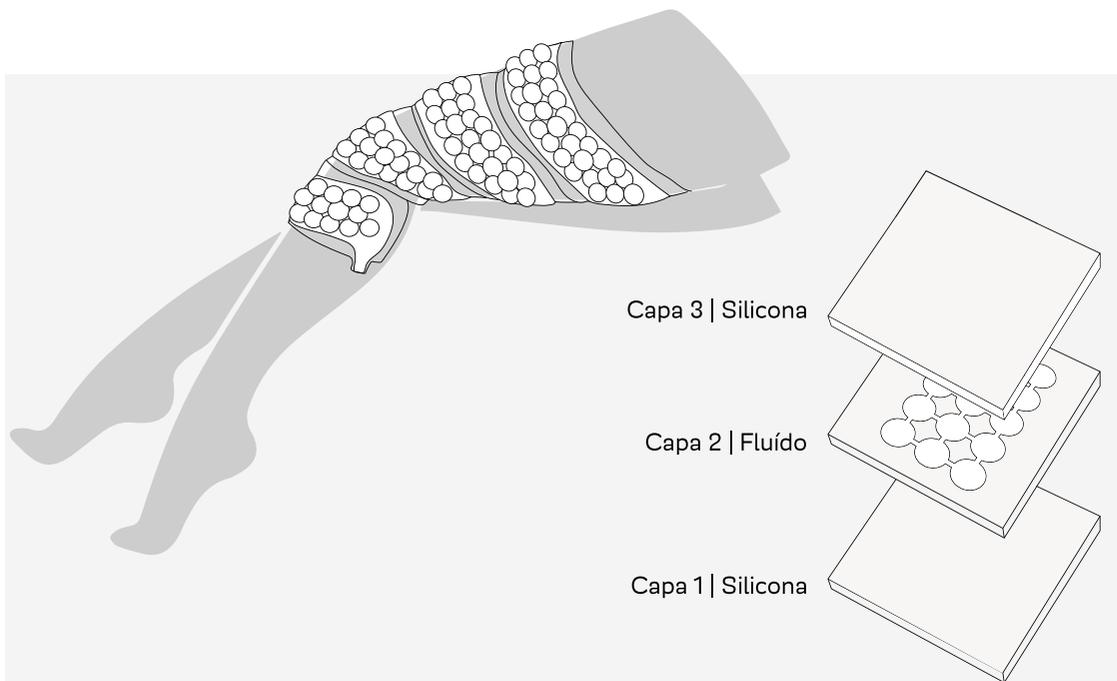
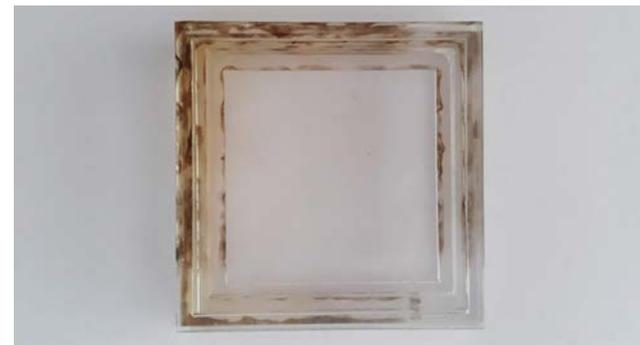
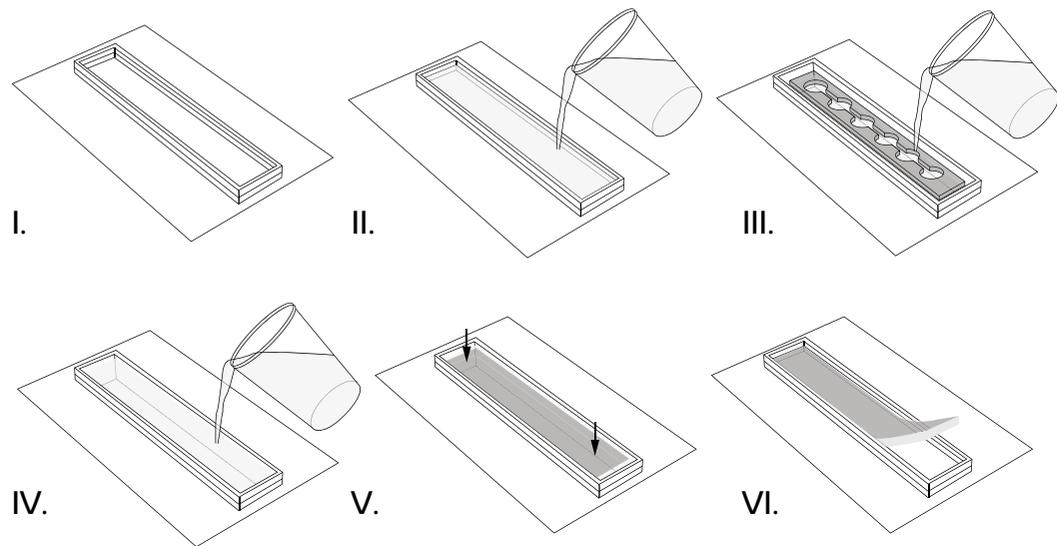


*Por un masaje  
autónomo, adaptable  
y ascendente.*



# 6.5 MATERIALIDAD

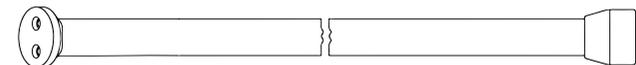
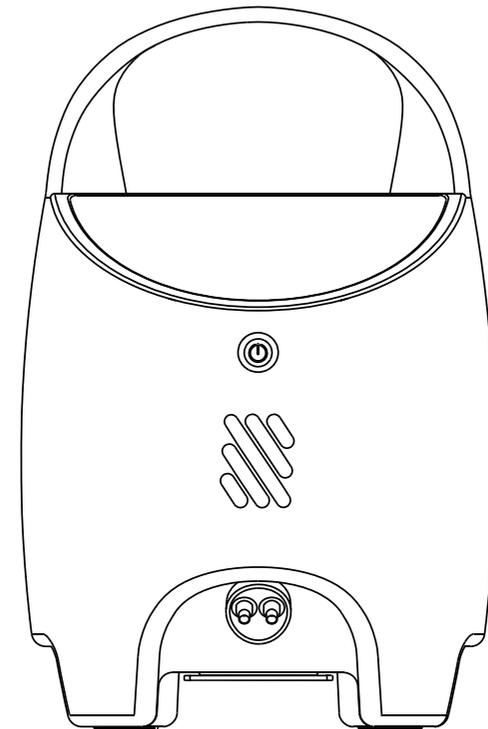
## Proceso de fabricación de la Banda



# 6.4 ASPECTOS TÉCNICOS

## Componentes - CONTENEDOR Y MANGUERA

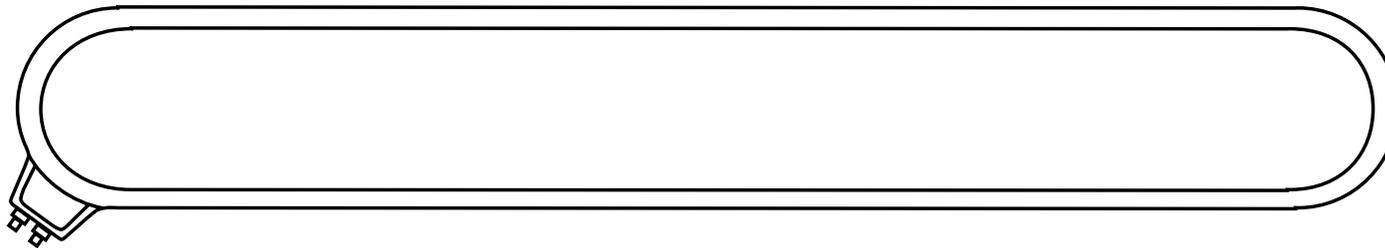
CONTENEDOR				
nº pieza	Nombre	Cantidad	Material	Proceso
1	Mango	1	Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)	inyección
2	Carcasa	1		
3	Tapa	1		
4	Cubierta inferior	1		
5	Conector	2		
6	Botones	4	Caucho de Silicona	Moldeo por compresión
7	Manguera	1	Policloruro de vinilo (PVC)	Extrusión
8	botella interior	1	Acero Inoxidable	estándar
9	sensor de temperatura	1	estándar	estándar
10	Almohadilla térmica	1		
11	Módulo Peltier Enfriador Termoeléctrico	1		
12	Batería de polímero de litio	1		
13	Aislante térmico	1		



## 6.4 ASPECTOS TÉCNICOS

### Componentes - BANDA

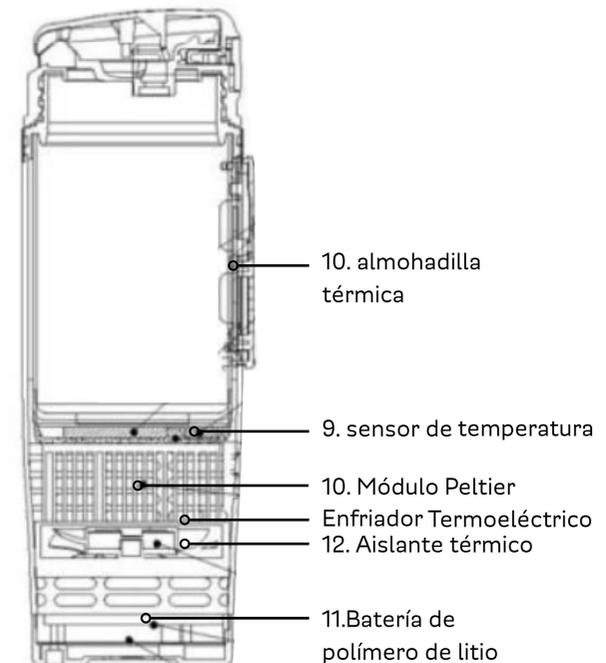
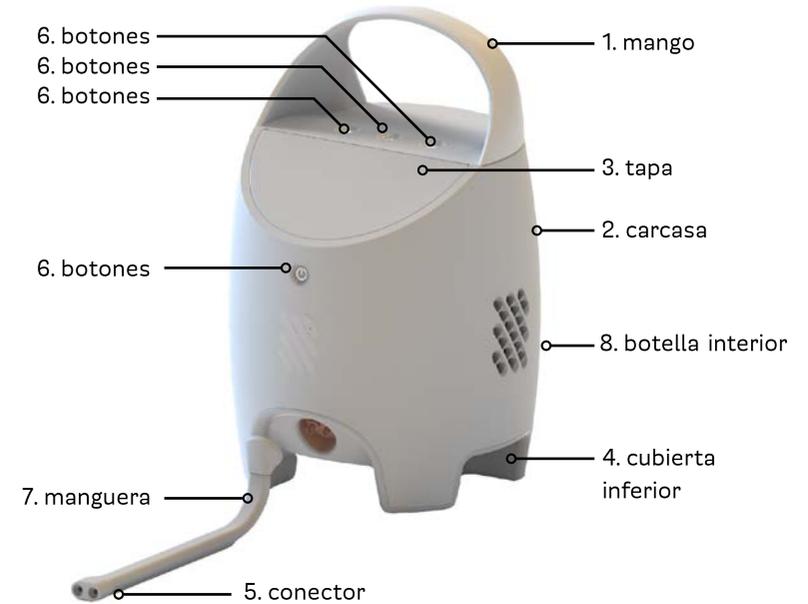
BANDA				
nº pieza	Nombre	Cantidad	Material	Proceso
1	cubierta	1	Goma de silicona de grado médico	Moldeo por inyección
2	cinta velcro	1	estándar	estándar
3	Textil no tejido	1	Polipropileno	estándar



# 6.5 MATERIALIDAD

## Desglose de componentes

nº pieza	Nombre	Cantidad	Material	Proceso
1	Mango	1	Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)	inyección
2	Carcasa	1		
3	Tapa	1		
4	Cubierta inferior	1		
5	Conector	2		
6	Botones	4	Caucho de Silicona	Moldeo por compresión
7	Manguera	1	Policloruro de vinilo (PVC)	Extrusión
8	botella interior	1	Acero Inoxidable	estándar
9	sensor de temperatura	1	estándar	estándar
10	Almohadilla térmica	1		
11	Módulo Peltier Enfriador Termoeléctrico	1		
12	Batería de polímero de litio	1		
13	Aislante térmico	1		



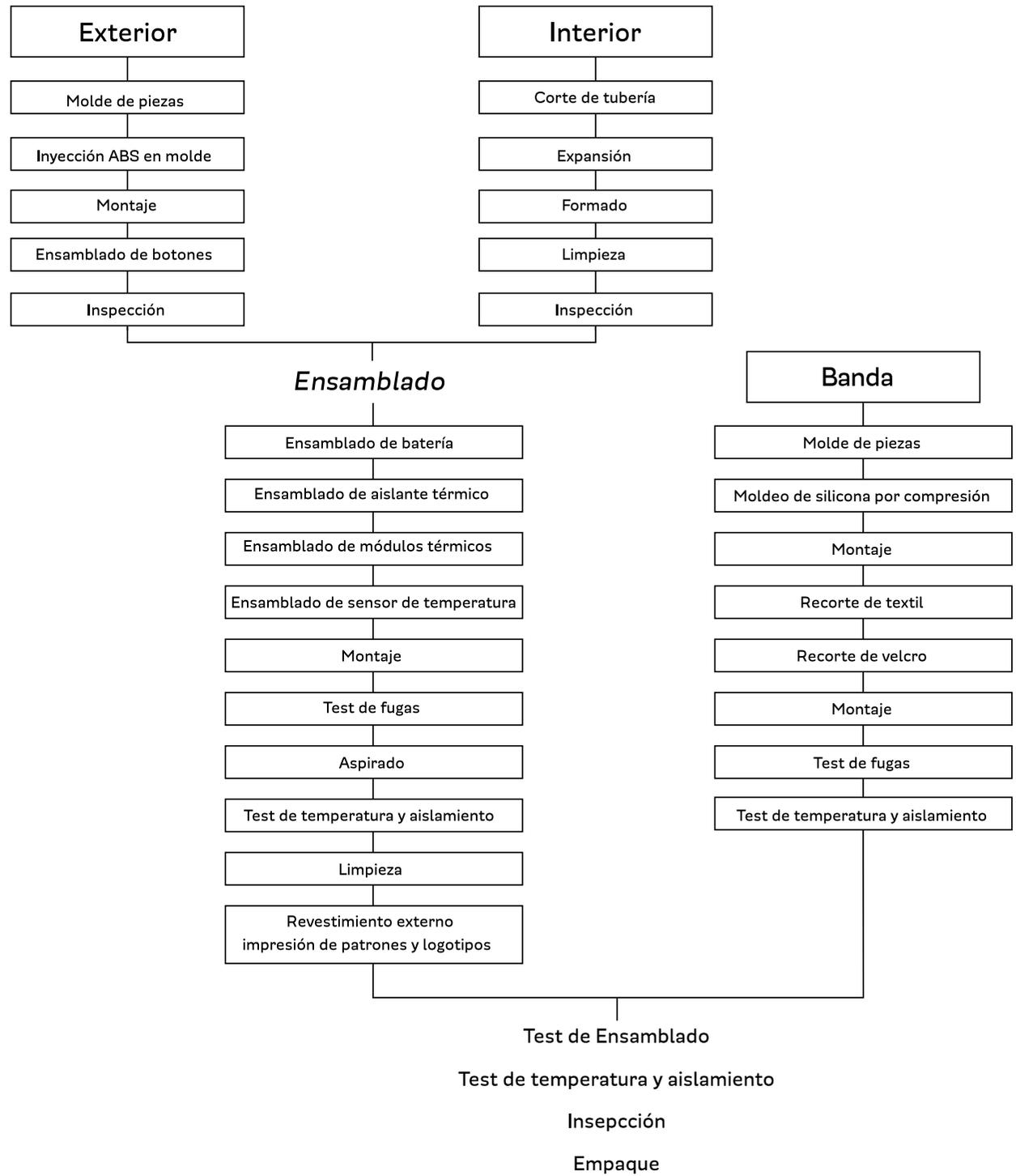
## 6.5 MATERIALIDAD

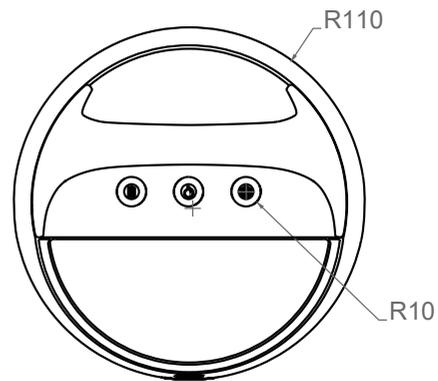
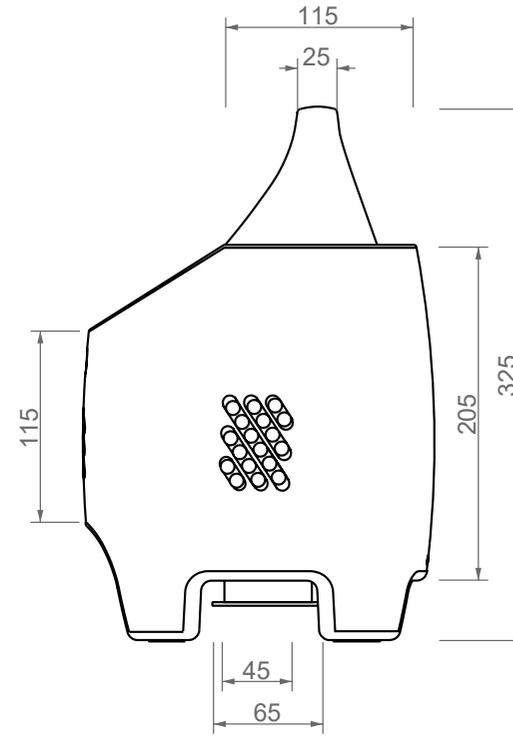
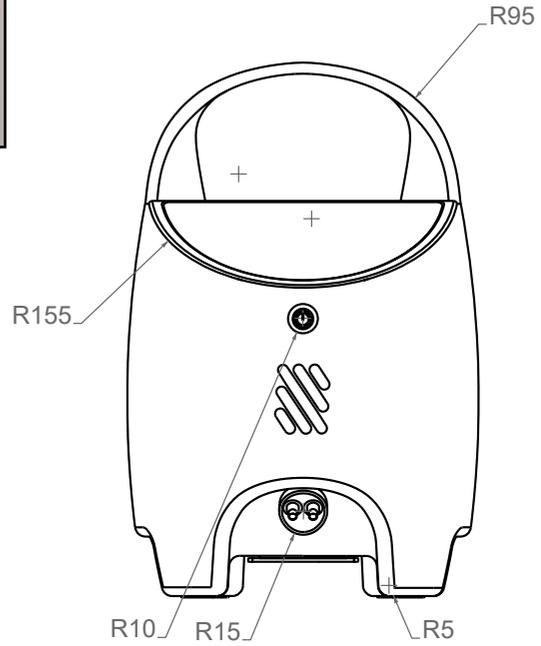
### Costos de materiales

Material	Proveedor	Origen	Unidad	Precio
ABS	Siko	China	Kilo	\$2.286
Botones	Dongguan Dong Cheng Electronic	China	Unidad	\$3.941
Manguera	Yuyao Wenting	China	Unidad	\$263
Sensor de temperatura	AFEL	Chile	Unidad	\$2.500
Almohadilla térmica	Adafruit	USA	Unidad	\$3.114
Módulo Peltier Termoeléctrico	Adafruit	USA	Unidad	\$9.420
Batería de polímero de Litio	Adafruit	USA	Unidad	\$6.300
Aislante Térmico	Kingbali	China	Unidad	\$788
Goma de silicona grado médico	DC Silicone	China	Kilo	\$6.527

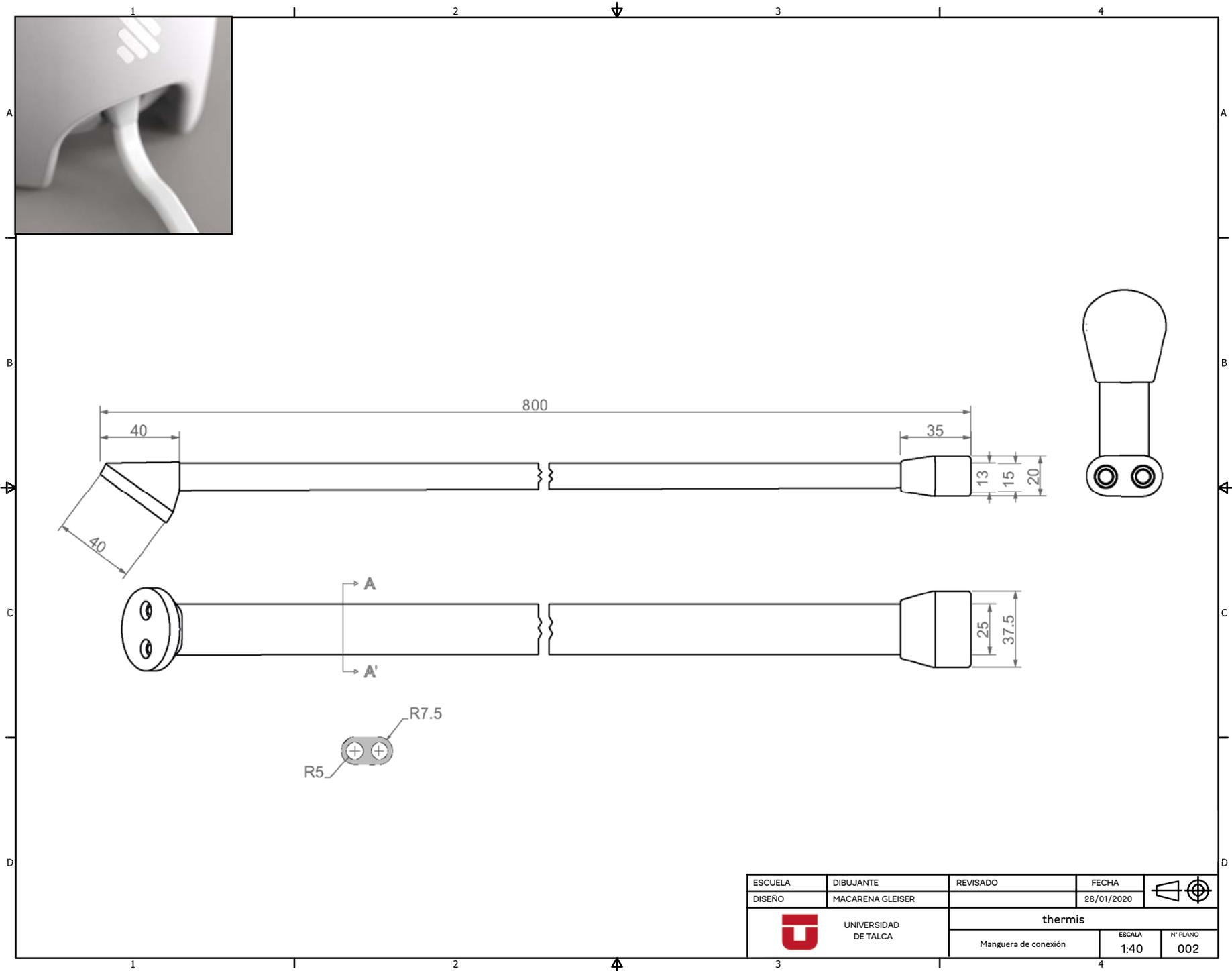
# 6.5 MATERIALIDAD

## Proceso de fabricación

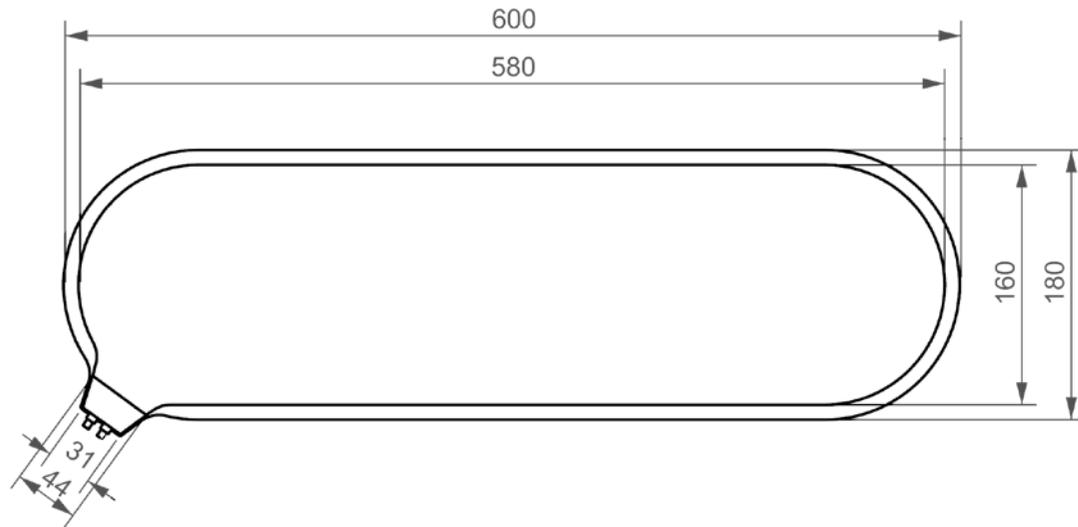




ESCUELA	DIBUJANTE	REVISADO	FECHA	
DISEÑO	MACARENA GLEISER		28/01/2020	
 UNIVERSIDAD DE TALCA		thermis		
		BOTELLA	ESCALA 1:20	N° PLANO 001



ESCUELA	DIBUJANTE	REVISADO	FECHA	
DISEÑO	MACARENA GLEISER		28/01/2020	
UNIVERSIDAD DE TALCA				<b>thermis</b> Manguera de conexión
			ESCALA 1:40	



ESCUELA	DIBUJANTE	REVISADO	FECHA	
DISEÑO	MACARENA GLEISER		28/01/2020	
UNIVERSIDAD DE TALCA		thermis		
		Banda	ESCALA	N° PLANO
			1:5	003

## 6.6 FACTORES CUMPLIDOS

Comparación de antes y después

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA NUEVO
Dependencia de establecimiento	Portátil
Necesidad de distintos artefactos para conseguir las dos terapias	Tratamiento dual
Deficiencias ergonómicas por improvisación	Sensación de bienestar
Paciente excluido	Paciente integrado
Poco control de la temperatura	Control exacto de la temperatura
No apto para autoaplicación	Seguro
Masaje manual por terapeuta	Masaje autónomo
Tiempo de espera en C.R.	Inmediato
Efectividad entorpecida	Efectividad potenciada
Obliga al tratamiento en un C.R.	Promueve el ejercicio al aire libre

### PORTABILIDAD

Debido a sus dimensiones y el reemplazo de la fuente térmica, el sistema permite ser transportado sin problema a cualquier sitio remoto para una terapia a distancia.

Permite ser utilizado sin depender de electricidad, ya que cuenta con una batería en el contenedor de agua.

### SEGURIDAD EN EL USO

El sistema a distancia asegura que el terapeuta es quien maneja las configuraciones de tiempo y temperatura según sus conocimientos técnicos, para completar cada sesión de manera segura y con resultados beneficiosos para el paciente.

### MASAJE CON GRADIENTE TÉRMICO ESTABLE

La fuente térmica del sistema permite alcanzar una temperatura estable y mantenerla según las configuraciones que entregue el terapeuta.

El circuito que hace el agua permite, que a través del retorno al contenedor, se mantenga la temperatura ideal

## 7.1 BIBLIOGRAFÍA

Kay S, Haensel N, Stiller K. The effect of passive mobilisation following fractures involving the distal radius: a randomised study. *Aust J Physiother*. 2000;46(2):93-101. <http://doi.org/cc9q>.

Kisner C, Colby LA. *Ejercicio terapéutico*. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005.

Osada D, Kamei S, Masuzaki K, Takai M, Kameda M, Tamai K. Prospective study of distal radius fractures treated with a volar locking plate system. *J Hand Surg Am*. 2008;33(5):691-700. <http://doi.org/bwwg2m>.

Handoll HH, Elliott J. Rehabilitation for distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(9):CD003324. <http://doi.org/cc9w>.

Filipova V, Lonžarić D, Jesenšek Papež B. Efficacy of combined physical and occupational therapy in patients with conservatively treated distal radius fracture: randomized controlled trial. *Wien Klin Wochenschr*. 2015;127(Suppl 5):S282-7. <http://doi.org/f74875>.

Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The Mechanisms of Manual Therapy in the Treatment of Musculoskeletal Pain: a comprehensive model. *Man Ther*. 2009;14(5):531-8. <http://doi.org/bfr48v>

Moreno-Montoya, Claudia Liliana; Breishell Gómez-Bernal, Kenny; Rodríguez-Grande, Eliana Isabel. (2016). Efecto de las intervenciones fisioterapéuticas en personas con fractura distal de radio . *Scielo*, 65, 3.

PUBLICACIONES PERMANYER. (2009). Inflamación crónica en la artrosis. *ARTHROS*, Volumen VII - Número 3/2009, 6;10

AINES Y HEMORRAGIA DIGESTIVA “Drug Safety 2004; 27(6): 411-420” “Butlletí groc vol. 17, nº 3. Junio 2004”

Zhang W, Doherty M, Peat G, Bierma-Zeinstra MA, Arden Nk, Bresnihan B, et al. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2010;69:483-9.

Pacheco D, Vizcarra G, Castillo V, et al. *Rev Reumatología*. 1997; 13:101.

Ministerio de Salud de Chile. Guía Clínica Tratamiento médico en personas de 55 años y más con artrosis de cadera y/o rodilla, leve o moderada. Santiago: Minsal, 2009. 2

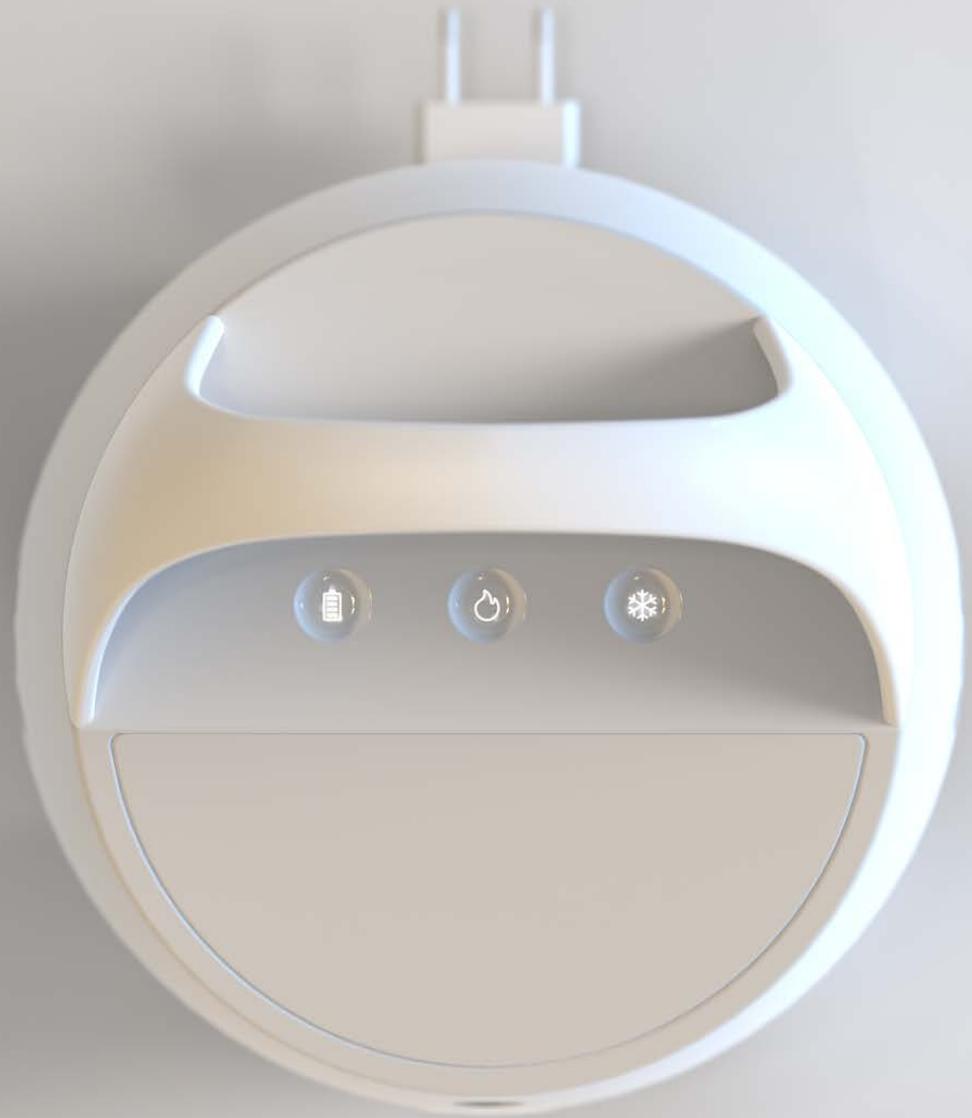
## 7.1 BIBLIOGRAFÍA

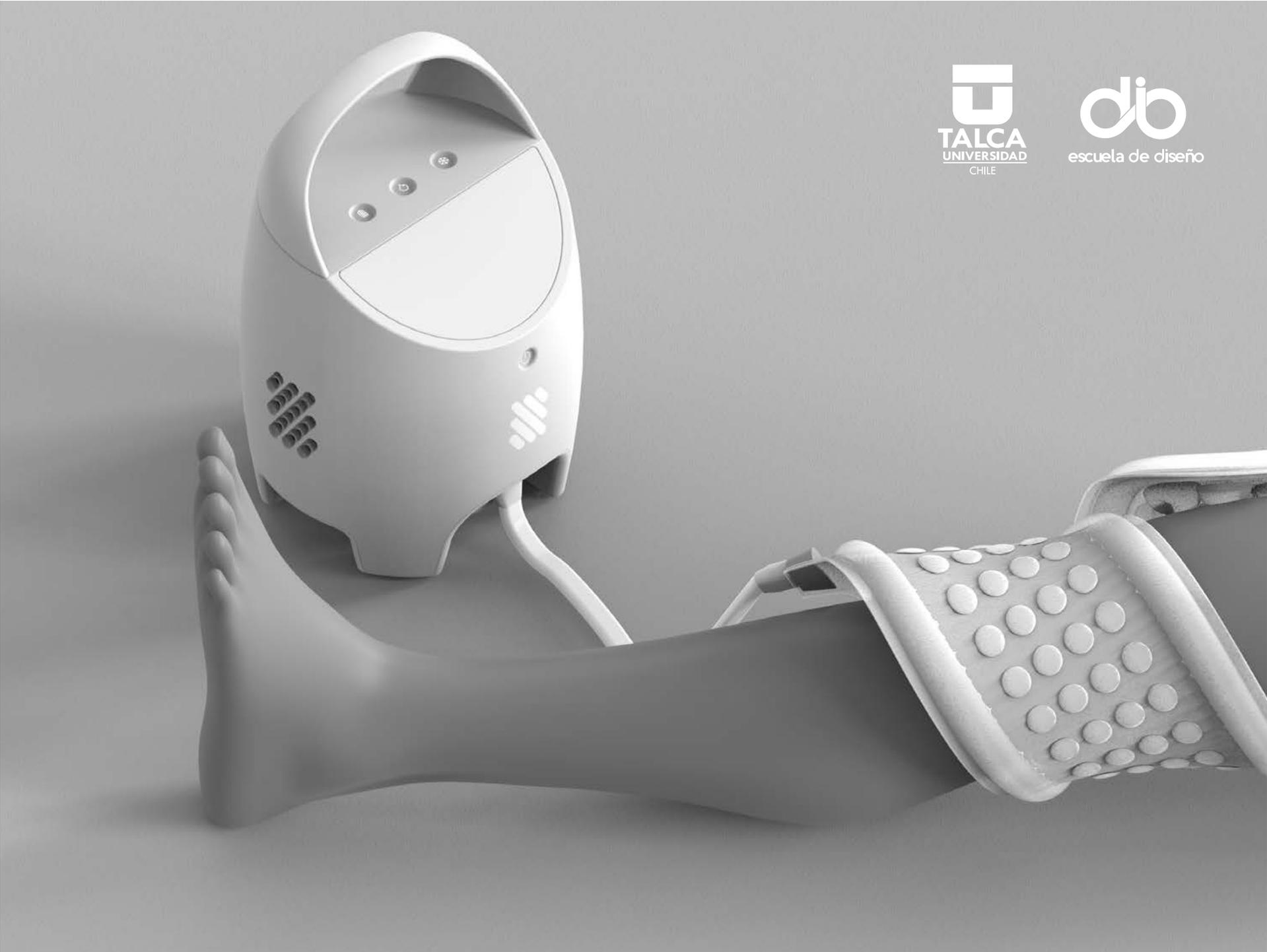
10. Linda J. Vorvick. (2018). ¿Qué son los cuidados paliativos?, 2019, de MedlinePlus Sitio web: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000536.htm>
11. Clinica Las Condes. (2019). ARTROSIS DE RODILLA: CRÓNICA, PERO MANEJABLE. Sitio web: <https://www.clinicalascondes.cl/BLOG/Listado/Traumatologia/artrosis-de-rodilla-cronica-pero-manejable>
12. H Sareen, U Umapathi, P Shin, Y Kakehi, J Ou, H Ishii, P Maes. Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2017.
13. Lining Yao, Ryuma Niiyama, Jifei Ou, Sean Follmer, Clark Della Silva, and Hiroshi Ishii. 2013. PneuUI: pneumatically actuated soft composite materials for shape changing interfaces. In Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '13). ACM, New York, NY, USA, 13-22.
14. Jifei Ou, Mélina Skouras, Nikolaos Vlavianos, Felix Heibeck, Chin-Yi Cheng, Jannik Peters, Hiroshi Ishii. 2016. aeroMorph: Heat-sealing Inflatable Shape-change Materials for Interaction Design. In Proc of UIST '16. ACM, NY, NY, USA, 121-132.
15. Y.L. Park, J. Santos, K.C. Galloway, E.C. Goldfield, R. Wood, "A Soft Wearable Robotic Device for Active Knee Motions through Development of Compact Flat Pneumatic Artificial Muscles," IEEE ICRA, 2014.
16. A Fabrication Guide, 2016. Soft robotic Toolkit. <https://softroboticstoolkit.com/resources-for-educators/soft-gripper>
17. Peng, S. (2017). A wearable soft robot with variable material distribution. Retrieved 17 January 2020, from <http://www.interactivearchitecture.org/a-wearable-soft-robot-with-variable-material-distribution.html>
18. Neidlinger, K.. (2019). FleXo, Artifact. 2020, enero 18, de Sensoree Recuperado de <https://sensoree.com/artifacts/flexo/>
19. Datosmacro. (2018). Chile - Gasto público Salud. 2020, enero 18, de Datosmacro Recuperado de <https://datosmacro.expansion.com/estado/gasto/salud/chile>.
20. Pablo Riedemann. (2004). Epidemiology of rheumatic diseases in the elderly. 2019, de Medwave Sitio web: <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/PuestaDia/Cursos/3228>



# thermis

Sistema de criomasaaje y termomasaaje portátil para el tratamiento personal de artrosis a distancia.





**TALCA**  
UNIVERSIDAD  
CHILE

**dio**  
escuela de diseño