



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA
CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Proyecto Integrador previo a la obtención del
Título de Ingeniera en Diseño Industrial

**“Diseño de un dispositivo de rehabilitación para lesión de esguince
agudo en la rodilla para los deportistas de la academia de fútbol
Palomo Luzuriaga en la ciudad de Ambato”.**

Autora: Stephanie Caroline Granda Sailema

Tutor: PhD. Roberto Carlos Moya Jiménez

Enero, 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular sobre el tema:

Diseño de un dispositivo de rehabilitación para lesión de esguince agudo en la rodilla para los deportistas de la academia de fútbol Palomo Luzuriaga en la ciudad de Ambato de la alumna Stephanie Caroline, Granda Sailema, estudiante de la carrera de Diseño Industrial considero que dicho Proyecto de Integración Curricular bajo la Modalidad Proyecto Integrador ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software de similitud de contenidos, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, enero 2024

TUTOR



.....!

PhD. Roberto Carlos Moya Jiménez

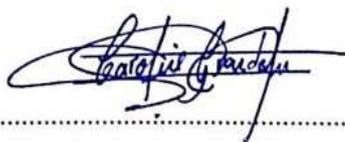
C.C.: 1720663614

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Stephanie Caroline, Granda Sailema con cédula de ciudadanía No 185017596-7 declaro que los criterios emitidos en el trabajo de integración curricular, Modalidad Proyecto Integrador bajo el tema: **Diseño de un dispositivo de rehabilitación para lesión de esguince agudo en la rodilla para los deportistas de la academia de fútbol Palomo Luzuriaga en la ciudad de Ambato**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este trabajo de integración curricular.

Ambato, enero 2024

AUTORA



.....
Stephanie Caroline, Granda Sailema

C.C.: 185017596-7

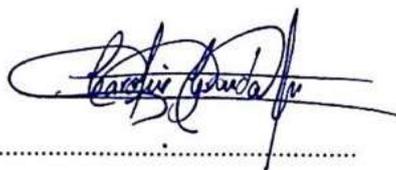
DERECHOS DE AUTOR

Yo, Granda Sailema, Stephanie Caroline con C.C.: 185017596-7 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación: **DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE REHABILITACIÓN PARA LESIÓN DE ESGUINCE AGUDO EN LA RODILLA PARA LOS DEPORTISTAS DE LA ACADEMIA DE FÚTBOL PALOMO LUZURIAGA EN LA CIUDAD DE AMBATO**, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de integración curricular o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi proyecto de Integración Curricular a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor/a, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, enero 2024

AUTORA



.....
Stephanie Caroline, Granda Sailema

C.C.: 185017596-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Integración Curricular, Modalidad Proyecto Integrador sobre el **DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE REHABILITACIÓN PARA LESIÓN DE ESGUINCE AGUDO EN LA RODILLA PARA LOS DEPORTISTAS DE LA ACADEMIA DE FÚTBOL PALOMO LUZURIAGA EN LA CIUDAD DE AMBATO** de Stephanie Caroline, Granda Sailema, estudiante de la carrera de Diseño Industrial de la Facultad de Diseño y Arquitectura de conformidad con el Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, enero 2024

Para constancia firman:

Título. Nombres y Apellidos

PRESIDENTE

C.C.

Título. Nombres Apellidos

MIEMBRO CALIFICADOR

C.C.

Título. Nombres Apellidos

MIEMBRO CALIFICADOR

C. C.

DEDICATORIA

Todos los éxitos pasados, presentes y futuros han tenido un eje principal, mi madre.

Este proyecto va dedicado a ella, la persona más importante en mi vida, quien nunca ha desconfiado ni dudado del potencial que pueda desarrollar, sino que cada día me reta a conocerme más y pone a prueba mis limitaciones para que entienda que aún hay mucho por descubrir. Quien me ha enseñado a luchar por mis sueños, no conformarme y siempre aspirar a ser mejor, no solo como profesional sino personalmente.

Ella que es la primera en aconsejar y aplaudir cada uno de mis pasos como si fueran los suyos, el esfuerzo invertido en este proyecto es por ella y para ella.

Confío en que vendrán mayores éxitos que serán dedicados a ti.

AGRADECIMIENTO

Antes que nada, quiero expresar mi gratitud incondicional a Dios, por ser mi fuente de sabiduría y vida, por motivarme a ser mejor persona cada día.

En primer lugar, expreso mi eterna gratitud a mi madre, quien ha estado conmigo desde que sale el sol hasta que se oculta. Gracias por no escatimar nada, por estar en cada momento de mi vida, por levantarme cuando ha sido necesario y sobre todo por tanta paciencia, faltarían palabras para agradecer tanto amor que se me ha sido otorgado.

Quiero expresar un agradecimiento profundo y sincero a todos los profesionales en las diferentes ramas que han apoyado significativamente para el desarrollo de este proyecto, en especial a mi tutor PhD. Roberto Moya quien, desde su experiencia y conocimiento, orientó el proyecto. Muchas gracias por su tiempo, paciencia y recomendaciones acertadas.

Un agradecimiento al centro de rehabilitación NeurovitalFit, y en particular a la CEO Lic. Gabriela Chicaiza, por dedicar su tiempo y compartir su valioso conocimiento, contribuyendo significativamente al desarrollo de este proyecto.

Finalmente, a la academia de fútbol Palomo Luzuriaga y a sus deportistas, por el apoyo de recursos humanos e instalaciones para el proceso de investigación en el área deportiva.

Un agradecimiento especial a Carito y André, por su amistad a lo largo de todos estos años. Hemos aprendido muchas cosas juntos y compartido varias experiencias, gracias por las risas y las peleas, que hoy en día nos han permitido ser auténticos.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
TABLA DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
ABSTRACT.....	xix

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES GENERALES	18
1.1. Introducción	19
1.1.1. Nombre del proyecto.	19
1.1.2. Definición del problema.	20
1.1.3. Contextualización.	21
1.2. Justificación	22
1.3. Objetivos	23
1.3.1. Objetivo general.	23
1.3.2. Objetivos específicos.	23
1.4. Conclusión	23

CAPÍTULO 2

2. MARCO REFERENCIAL	25
2.1 Introducción.....	26
2.2 El diseño industrial.....	26
2.3 Antecedentes investigativos	27
2.4 Estado del arte	31
2.4.1 Movimientos pasivos.....	31
2.4.2 Movimientos activos.	37
2.5 Marco teórico	43
2.5.1 Variable dependiente.	43
2.5.1.1 Tipos de lesiones más comunes.	44
2.5.1.2 Lesiones de rodilla.	46
2.5.1.3 Tipos de lesiones en la rodilla.	47
2.5.1.3.1 Clasificación de las lesiones de rodilla.	47
2.5.1.4 Grados de lesión.	48

2.5.1.5	Anatomía de la rodilla.	49
2.5.1.6	Estructura de la rodilla.	49
2.5.1.6.1	Huesos.	50
2.5.1.6.2	Fémur.	51
2.5.1.6.3	Rótula.	52
2.5.1.6.4	Meniscos.....	53
2.5.1.6.5	Ligamentos.	54
2.5.1.6.6	Músculos.	56
2.5.1.7	Importancia de la estabilidad de la rodilla en la práctica de fútbol.....	57
2.5.1.8	Epidemiología de lesiones en futbolistas.	58
2.5.2	Variable independiente.....	59
2.5.2.1	Tratamiento y rehabilitación de lesiones de rodilla.	60
2.5.2.2	Dispositivos utilizados en la rehabilitación de lesiones de rodilla.....	63
2.5.2.3	Cinesiterapia.....	65
2.5.2.3.1	Rehabilitación pasiva.	65
2.5.2.3.2	Rehabilitación activa.	66
2.5.2.4	Ergonomía.	66
2.5.2.5	Antropometría.	67
2.5.2.6	Medidas antropométricas.	70
2.5.2.7	Biomecánica.	73
2.5.2.7.1	Planos de movimiento.	74
2.5.2.7.2	Movimientos básicos del cuerpo humano.	75
2.5.2.7.3	Flexión.....	76
2.5.2.7.4	Extensión.....	77
2.5.2.7.5	Grados de libertad.	77

2.5.2.7.6 Características articulares.....	78
2.5.3 Tendencias emergentes en el mercado de dispositivos para rehabilitación.....	80
2.5.4 Normativas y regulaciones aplicables a dispositivos de rehabilitación.....	82
2.6 Importancia del diseño industrial en los dispositivos para rehabilitación.....	84
2.7 Conclusión.....	85

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DEL CONTEXTO.....	87
3.1 Introducción.....	88
3.2 Análisis externo.....	88
3.2.1 Análisis del usuario.....	88
3.2.2 Segmentación del mercado potencial.....	89
3.2.3 Análisis PEST.....	91
3.2.3.1 Entorno político.....	91
3.2.3.2 Entorno económico.....	92
3.2.3.3 Entorno social / cultural.....	93
3.2.3.4 Entorno tecnológico.....	94
3.2.4 Tendencias de consumo del entorno.....	95
3.2.5 Análisis del sector y del entorno de referencia.....	96
3.2.6 Análisis estratégico de la competencia.....	97
3.3 Conclusión.....	98

CAPÍTULO 4

4. MARCO METODOLÓGICO	100
4.1 Introducción.....	101
4.2 Ubicación.....	101

4.3	Equipos y materiales	103
4.4	Tipo de investigación	103
4.4.1	Método.....	103
4.4.2	Enfoque.	105
4.4.3	Modalidad de investigación.....	106
4.5	Idea para defender	106
4.6	Población y muestra	106
4.7	Recolección de información	108
4.7.1	Plan de recolección de datos (entrevistas).....	110
4.7.2	Plan de procesamiento de la información.....	110
4.8	Análisis de los resultados	111
4.9	Conclusiones	117
4.10	Recomendaciones	117

CAPÍTULO 5

5.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	119
5.1	Descripción del producto	120
5.2	Brief de diseño	121
5.3	Moodboard	125
5.4	Desarrollo de las propuestas.....	126
5.4.1	Propuesta uno.	126
5.4.2	Propuesta dos.	127
5.4.3	Propuesta tres.	128
5.5	Desarrollo de modelos.....	129
5.5.1	Modelo de la propuesta uno.	129
5.5.2	Modelo de la propuesta dos.....	130
5.5.3	Modelo de la propuesta tres.	131

5.6 Evaluación de las propuestas	132
5.7 Pruebas del mecanismo usando técnicas de prototipado rápido	133
5.8 Medidas generales del producto (cm)	140
5.9 Diseño detallado del producto.....	142
5.9.1 Tabla de especificaciones técnicas del producto.....	143
5.10 Producción e implementación	146
5.10.1 Análisis de costos para una producción de 10 unidades	146
5.10.2 Análisis de costos para una producción de 100 unidades	147
5.10.3 Implantación para la comercialización.....	148
5.11 Evaluación y validación del producto	149
5.11.1 Test de Fisher desarrollado por la fisioterapeuta a deportistas .	149
5.11.2 Resultados de la encuesta de satisfacción desarrollada a los deportistas lesionados.....	150
5.12 Renders del producto.....	151
5.13 Conclusiones	156
5.14 Recomendaciones.....	157
CONCLUSIONES.....	158
RECOMENDACIONES.....	159
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	160
BIBLIOGRAFÍA.....	163
ANEXOS	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Análisis de la relación entre apoyo social y lesiones en futbolistas federados</i>	30
Tabla 2. <i>Una iniciativa deportiva sin lesiones, estudio con entrenadores de fútbol y fútbol sala</i>	31
Tabla 3. <i>Biofeedback electromiográfico en la rehabilitación de lesiones de rodilla. Estudio de dos casos en futbolistas profesionales</i>	32
Tabla 4. <i>Revisión de la literatura científica sobre los avances en rehabilitación de lesiones de rodilla en patinaje</i>	33
Tabla 5. <i>Kinetec Performa – Máquina CPM Rodilla</i>	34
Tabla 6. <i>Vibramoov para CPM Kinetec</i>	35
Tabla 7. <i>Dispositivo de ejercicio de rehabilitación de miembros inferiores</i>	36
Tabla 8. <i>Compex mini</i>	37
Tabla 9. <i>Dispositivo para auto rehabilitación pasiva de rodilla</i>	38
Tabla 10. <i>Kinetec Prima Advance CPM Máquina de rodilla</i>	39
Tabla 11. <i>Dr. Aktive CCT Rodilla</i>	40
Tabla 12. <i>Secutec Genu Flex</i>	41
Tabla 13. <i>SofTec Genu</i>	42
Tabla 14. <i>Equipo de rehabilitación de rodilla</i>	43
Tabla 15. <i>Active Knee Rehabilitation Orthotic Device</i>	44
Tabla 16. <i>Los tipos de lesiones de rodilla</i>	50

Tabla 17. <i>Los grados de lesión de rodilla</i>	51
Tabla 18. <i>Tratamiento de fisioterapia deportiva</i>	64
Tabla 19. <i>Evaluación de lesiones de rodilla</i>	65
Tabla 20. <i>Tratamiento para lesiones comunes de rodilla</i>	66
Tabla 21. <i>Dispositivos de rehabilitación</i>	67
Tabla 22. <i>Fases de la antropometría</i>	71
Tabla 23. <i>Medidas en bipedestación básicas</i>	72
Tabla 24. <i>Medidas en sedestación básicas</i>	73
Tabla 25. <i>Datos antropométricos en bipedestación</i>	74
Tabla 26. <i>Datos antropométricos en sedestación</i>	75
Tabla 27. <i>Datos goniométricos de la rodilla</i>	76
Tabla 28. <i>Planos de movimiento del cuerpo humano</i>	78
Tabla 29. <i>Movimientos básicos</i>	79
Tabla 30. <i>Eje de movimiento de la rodilla</i>	80
Tabla 31. <i>La cinemática y la cinética</i>	82
Tabla 32. <i>Países creadores de invenciones relacionadas con la rehabilitación</i>	83
Tabla 33. <i>Segmentación del usuario</i>	91
Tabla 34. <i>Estadística deportiva Ecuador</i>	95
Tabla 35. <i>Tendencias en dispositivos de rehabilitación</i>	98
Tabla 33. <i>Ubicación de Neurovitalfit</i>	99
Tabla 34. <i>Ubicación de la academia de fútbol PL</i>	104

Tabla 35. <i>Características relevantes del grupo objetivo</i>	105
Tabla 36. <i>Información de las principales empresas de insumos médicos del Ecuador</i>	109
Tabla 37. <i>Ubicación de Neurovitalfit</i>	110
Tabla 38. <i>Ubicación de la academia de fútbol PL</i>	111
Tabla 39. <i>Características relevantes del grupo objetivo</i>	113
Tabla 40. <i>Muestra de personas a entrevistar</i>	115
Tabla 41. <i>Directrices para la recolección de información</i>	117
Tabla 42. <i>Conclusiones de las entrevistas realizadas a los diseñadores de productos</i>	120
Tabla 43. <i>Conclusiones de las entrevistas realizadas a los deportistas afectados</i>	122
Tabla 44. <i>Parámetros de impresión prueba 1</i>	135
Tabla 45. <i>Parámetros de impresión prueba 2</i>	136
Tabla 46. <i>Parámetros de impresión prueba 3</i>	137
Tabla 47. <i>Parámetros de impresión prueba 4</i>	138
Tabla 48. <i>Parámetros de impresión prueba 5</i>	139
Tabla 49. <i>Parámetros de impresión prueba 6</i>	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Variable dependiente</i>	47
Figura 2. <i>Porcentaje de probabilidad de lesiones en el cuerpo</i>	48
Figura 3. <i>Estructura de la rodilla</i>	49
Figura 4. <i>Anatomía de la rodilla</i>	53
Figura 5. <i>Vista del fémur</i>	55
Figura 6. <i>Visualización de la rótula</i>	56
Figura 7. <i>Mecanismo lesivo</i>	57
Figura 8. <i>Lesión del LCA</i>	58
Figura 9. <i>Lesión del LCP</i>	58
Figura 10. <i>Representación del core</i>	60
Figura 11. <i>Variable independiente</i>	62
Figura 12. <i>Datos sobre detalles de productos de rehabilitación</i>	100
Figura 13. <i>Metodología combinada</i>	107
Figura 14. <i>Evaluación de las propuestas - Especialistas</i>	132

RESUMEN EJECUTIVO

La rehabilitación de lesiones de rodilla es uno de los temas que ha tomado gran realce en los últimos años, es por ello que la industria busca satisfacer las necesidades que surgen en esta área. La rodilla es una de las articulaciones más importantes del cuerpo humano, ya que es la encargada de facilitar la movilidad de los miembros inferiores. También es la articulación más vulnerable a sufrir lesiones, esto se debe a que sobre ella se descarga todo el peso del cuerpo, es por eso que requiere de una fuerza muscular mayor para poder sobrellevar los altercados que se pueden presentar al desarrollar algún tipo de movimiento. En el deporte, una de las actividades más practicadas a nivel mundial, es el fútbol, donde se desarrollan dinámicas que pueden impulsar el desarrollo de lesiones, ya que: el salto, cambios bruscos de velocidad, cambio de dirección y contacto físico son detonantes que afectan notoriamente la rodilla y su desempeño. Por medio de la investigación documental bibliográfica se ha logrado recopilar información relevante en asuntos médicos y de movilidad articular que aportan con el uso de la metodología de diseño DCU y Triz para priorizar al usuario en todo el proceso de conceptualización y resolver las contradicciones que pueden surgir a lo largo del proyecto. El objetivo principal de este proyecto es promover la industrialización local de los dispositivos de rehabilitación, mejorar la experiencia terapéutica en tratamientos de lesiones de rodilla y regular costos de adquisición de dispositivos de uso de Fortis.

PALABRAS CLAVE:

RODILLA, REHABILITACIÓN, FÚTBOL, TERAPIA DE LESIONES, DISPOSITIVOS DE REHABILITACIÓN, ARTICULACIÓN.

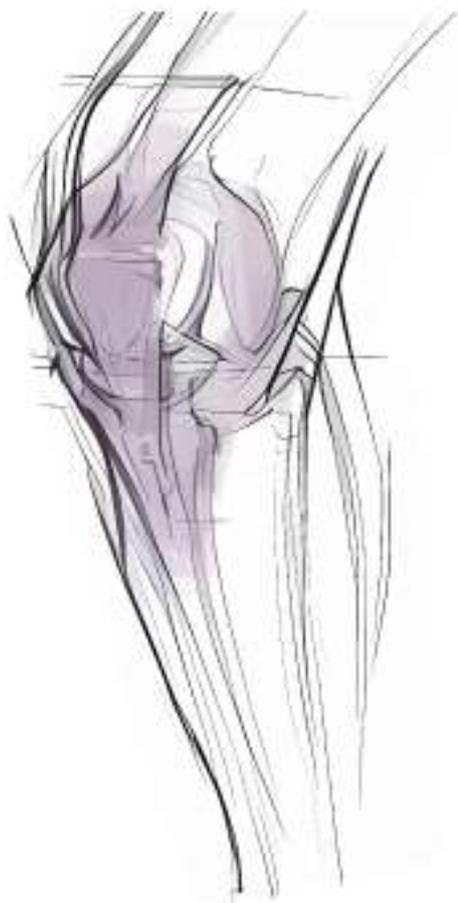
ABSTRACT

Rehabilitation of knee injuries is one of the topics that has gained great attention in recent years, which is why the industry seeks to satisfy the needs that arise in this area. The knee is one of the most important joints in the human body, since it is responsible for facilitating the mobility of the lower limbs. It is also the joint most vulnerable to injury, this is because the entire weight of the body is discharged on it, which is why it requires greater muscle strength to be able to cope with the altercations that may occur when developing some type of movement. . In sport, one of the most practiced activities worldwide is football, where dynamics develop that can drive the development of injuries, since: jumping, sudden changes in speed, change of direction and physical contact are triggers that They noticeably affect the knee and its performance. Through bibliographic documentary research, it has been possible to compile relevant information on medical and joint mobility issues that contribute with the use of the DCU and Triz design methodology to prioritize the user throughout the conceptualization process and resolve contradictions that may arise. throughout the project. The main objective of this project is to promote the local industrialization of rehabilitation devices, improve therapeutic experience in knee injury treatments and regulate device acquisition costs. The results obtained in this project favor the use of Fortis Knee in a period of 5 sessions with a weekly frequency of 2 to a 3.

KEYWORDS:

KNEE, REHABILITATION, FOOTBALL, INJURY THERAPY, REHABILITATION DEVICES, JOINT.

Antecedentes Generales



1

CAPÍTULO

1.1. Introducción

El diseño de un dispositivo de rehabilitación ha evolucionado notoriamente a lo largo de los años debido a los avances en la tecnología, la investigación y la priorización de las necesidades de los pacientes. Actualmente, el desarrollo de dispositivos tiene un enfoque multidisciplinario que involucra a varios especialistas con el propósito de mejorar la calidad de vida de los usuarios por medio de los productos. Según la WDO (2017) afirma: “El Diseño Industrial es un proceso estratégico de resolución de problemas que impulsa la innovación , genera éxito empresarial y conduce a una mejor calidad de vida a través de productos, sistemas, servicios y experiencias innovadoras”.

Tomando en cuenta la importancia del diseño industrial en el diario vivir de los seres vivos, se ha considerado que la medicina es uno de los ámbitos de mayor demanda e inversión de los últimos años, entidades gubernamentales y empresas del sector privado invierten grandes cantidades de dinero para cubrir este derecho. Por otro lado, la industria ha crecido considerablemente al mejorar la calidad de los productos que se comercializan en este sector, implementando nueva tecnología y experimentando con nuevos materiales. Este gran paso hacia una mejor experiencia presenta una gran desventaja para el Ecuador, ya que los precios para importar dichos productos demandan de una gran inversión, consecuentemente produce un elevado costo de uso. Por tal motivo, este proyecto integrador muestra el panorama de los dispositivos de rehabilitación en un contexto deportivo para una de las articulaciones más importantes del cuerpo humano, la rodilla, que destaca su importancia en la movilidad y estabilidad del cuerpo humano.

1.1.1. Nombre del proyecto.

“Diseño de un dispositivo de rehabilitación para lesión de esguince agudo en la rodilla para los deportistas de la academia de fútbol Palomo Luzuriaga en la ciudad de Ambato”.

1.1.2. Definición del problema.

En el ámbito de la rehabilitación deportiva, las lesiones de rodilla involucran el uso de productos para el tratamiento que son considerados uno de los grandes problemas que presenta el Ecuador en la actualidad, esto se debe a que los insumos que se utilizan para el desarrollo de terapias son importados por altos intereses económicos desde las grandes potencias internacionales ubicadas en Europa y Estados Unidos, las principales razones radican en la alta vanguardia tecnológica, liderazgo en la investigación y el estándar de calidad que estas industrias manejan. El sistema de salud en países desarrollados promueve el uso de productos locales, lo que permite que el servicio médico tenga mejor calidad, pero a su vez impone precios elevados por la tecnología que se implanta en los procesos de rehabilitación.

La rodilla es una de las articulaciones más vulnerables a sufrir lesiones, ya que sobre ella se descarga todo el peso del cuerpo y además debe facilitar la movilidad de los miembros inferiores para la traslación tanto a nivel general como en la práctica deportiva; al hablar de un deporte en específico como es el caso del fútbol, las lesiones más frecuentes son: el esguince, la rotura del ligamento cruzado anterior o posterior y la rotura de menisco, dichas lesiones surgen por varios factores, tales como la inestabilidad del campo de juego, la fricción con otro jugador, malas maniobras o debilidad en sus miembros inferiores.

"¿Qué características debería tener un dispositivo de rehabilitación para lesiones de esguince agudo en la rodilla, adaptado a las necesidades de los deportistas de la academia de fútbol Palomo Luzuriaga en Ambato, con el fin de mejorar la recuperación y optimizar el rendimiento deportivo?". En este deporte las lesiones pueden llegar al punto de marcar la trayectoria de un futbolista, y que este no se mantenga dentro de su dinámica varios años, sino que sus actividades se encuentren limitadas por el grado de daño que presentan sus articulaciones, llegando al extremo de depender de una intervención quirúrgica para mejorar su condición y sobresalir a la lesión presentada.

1.1.3. Contextualización.

La rodilla a lo largo de los años ha sido considerada como la articulación más importante del cuerpo humano, debido a que la configuración permite desarrollar acciones de movilidad al estar sometida a un gran peso muscular. Es una articulación vulnerable a sufrir impactos directos de alta energía, es decir, generar traumatismos que causan lesiones muy complejas, las mismas que exigen un tratamiento médico de rehabilitación y en casos más graves intervenciones quirúrgica (Boston medical center, 2023).

Ambos procedimientos médicos mencionados anteriormente conllevan el uso de varios dispositivos que permiten el desarrollo de la terapia, tanto en rehabilitación activa o pasiva, cabe destacar que en el mercado se encuentran presentes varios dispositivos para la rehabilitación, pero estos poseen un alto costo de adquisición y mantenimiento (Martínez, 2013).

Según Rea, Morales, Barraqueta y Guerra (2021) al hablar de un contexto mundial con la temática de lesiones deportivas nos referimos a que son consideradas un problema constante, ya que en Estados Unidos durante el año 2014 se registró las lesiones deportivas de más riesgo, donde el 55% de ellas fueron lesiones de rodilla. Por otro lado, en el Ecuador según el registro presentado de egresos hospitalarios correspondientes al año 2014, se obtuvo que la luxación, esguince y torcedura de la rodilla tuvieron un total de 2973 salidas hospitalarias, de las cuales el 72,8% corresponde a hombres y el 27,2% son mujeres (INEC, 2014).

Motivado por el potencial de los sistemas de rehabilitación de rodilla y el diseño de productos industriales, este proyecto propone un dispositivo que apoye el desarrollo socio económico de la industria de la salud y contribuya con la academia de fútbol Palomo Luzuriaga en la ciudad de Ambato en el proceso de formación y recuperación de los deportistas.

1.2. Justificación

El fútbol es un deporte de alto impacto que conduce a lesiones frecuentes en los deportistas que lo practican. Según la Conmebol se estima que existe un total de 270 millones de personas o un 4% de la población mundial que participa activamente en el fútbol dependiendo del tipo de club o la clasificación según los cuatro niveles de desarrollo que presenta el sistema deportivo ecuatoriano. En comparación con otras lesiones, las que corresponden a las de la rodilla tienen una incidencia del 63 al 80% a nivel mundial, el porcentaje mencionado anteriormente se refiere a actividades de carrera y salto como es la dinámica empleada en el fútbol (FIFA, 2013). El presente proyecto tiene como enfoque principal el diseño de un dispositivo de rehabilitación para lesión de esguince agudo en deportistas hombres dentro del contexto futbolístico en un rango de edad de 20 a 24 años, el mismo que surge de los testimonios de diferentes deportistas que a lo largo de su vida han sufrido este tipo de lesión, no solo afectando su integridad física sino su nivel de juego en competencia.

La recuperación efectiva de las lesiones de rodilla abarca el diagnóstico médico, tratamiento y regreso gradual a las actividades empleadas, este proceso debe ser supervisado continuamente por un especialista que certifique su recuperación, ya que si el paciente no logra alcanzar el fortalecimiento necesario en esta articulación no podrá mantener el rendimiento necesario que la activada deportiva demanda. Por tal motivo, este proyecto no solamente contribuirá a la rehabilitación de lesiones apoyando el desarrollo médico, sino que también aspira contribuir con la academia en el proceso de formación y desempeño de los deportistas. Este dispositivo de rehabilitación de rodilla tiene relevancia operativa, ya que en la ciudad se encuentran profesionales de la salud que pueden aportar con su experticia en aspectos médicos, además el fútbol es considerado una de las fuentes más grandes de ingresos y egresos, al igual que el interés que refleja el mercado comercial. Finalmente, este producto es importante porque mejora la experiencia del paciente durante el proceso de rehabilitación, potencia el uso de su fuerza propia como sistema motor para generar resistencia y dar como resultado una rodilla más fuerte.

En síntesis, se plantea mejorar la experiencia terapéutica en el proceso de recuperación de la lesión de esguince agudo, promover la recuperación de los deportistas y contribuir con la academia en su proceso de formación, equilibrando el desarrollo socioeconómico en el área médica además de ratificar el derecho ciudadano a desarrollarse en un ambiente que garantice su salud, integridad, seguridad y bienestar (Art. 326-5).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Diseñar un dispositivo de rehabilitación para lesión de esguince agudo en la rodilla para los deportistas de la academia de fútbol Palomo Luzuriaga.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Analizar los beneficios que ofrecen los productos terapéuticos en el fútbol para mejorar su rendimiento.
- Definir los requerimientos mínimos que un producto debe cumplir para el desarrollo de terapias.
- Diseñar un dispositivo ergonómico y seguro para otorgar comodidad de uso.

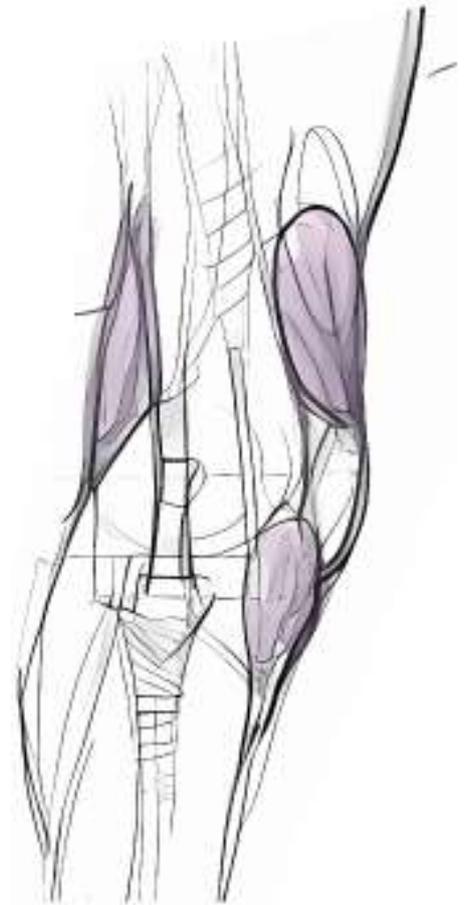
1.4. Conclusión

El diseño de productos dentro del ámbito de la medicina es de gran relevancia y de minucioso cuidado, debido a que involucra el contexto, la experiencia de usuario y los recursos que tiene el lugar en donde se va a desarrollar. La rodilla es considerada una articulación importante para el ser humano, ya que de esta depende su movilidad y estabilidad, es por eso que la terapia de rehabilitación es un procedimiento altamente demandado.

Marco Referencial

2

CAPÍTULO



2.1 Introducción

El diseño y el deporte a lo largo de los años han afianzado sus coyunturas beneficiándose mutuamente y aportando reciprocidad en cuanto al desarrollo de productos. La industria se ha visto involucrada al convertir los diferentes productos personalizados a productos industrializados. La investigación de referentes, terapia de lesiones y conocimiento articular de la rodilla son puntos esenciales que se abordarán dentro de este capítulo.

2.2 El diseño industrial

Maldonado (1961) define el diseño industrial como una actividad proyectual (creadora) que consiste en determinar las propiedades formales (relaciones funcionales y estructurales) de los objetos producidos industrialmente.

Bonsiepe (1934) afirma que no existe una teoría del diseño como tal, sino un discurso del diseño. El diseño no cuenta con un cuerpo teórico propio, sino que toma prestadas teorías de otras disciplinas y las adapta al contexto del diseño.

Papanek (1977) argumenta que el diseño tiene que ser una herramienta innovadora, altamente creativa e interdisciplinaria, que responda a las verdaderas necesidades de la humanidad.

Norman (2005) menciona que el diseño es un modo de entender el humor de la gente y su conducta en respuesta emocional al uso de un producto o servicio.

Con base a el aspecto vivencial y experimental del criterio personal se permite definir al diseño industrial como una actividad que se ha ido perfeccionando a lo largo de los años, esta constante evolución ha permitido que cada vez se vaya estructurando mejor. Adicionalmente es un eje multidisciplinario que toma lo mejor de otras disciplinas para el desarrollo de productos o su reinterpretación.

2.3 Antecedentes investigativos

Se presenta un estudio exploratorio de tipologías existentes para determinar características y levantamiento de requerimientos técnicos para la construcción de una futura propuesta.

El deporte está inmerso en el diario vivir de la sociedad, como se referencia en la **tabla 1** existen varias entidades que buscan apoyar la práctica deportiva, pero existen diferencias significativas con aquellos futbolistas que no reciben apoyo financiero.

Tabla 1.

Análisis de la relación entre apoyo social y lesiones en futbolistas federados.

Resumen	El estudio se enfoca en abordar las diferencias que se pueden llegar a encontrar en futbolistas que presentan lesiones y aquellos que han recibido un apoyo social que contrastan con los que no presentan lesiones. La mayor parte de ellos las presenta a lo largo de su carrera, lo que ha traído consecuencias personales, sociales y económicas. También se considera que las demandas competitivas y las facetas deportivas pueden llegar a ser un factor relevante en la patogénesis de la lesión.
Año de publicación	2017
Autores	Verónica Gómez Irma Álvarez Lucía Abenza Aurelio Olmedilla
Institución	Universidad Nacional de Educación a Distancia
Ubicación	Madrid, España
Fuente	Artículo
Conclusiones	Los resultados obtenidos en este análisis presentan una gran diferencia entre los deportistas que han recibido apoyo por parte de clubes o federaciones, a comparación de los que solamente desarrollan el deporte de manera empírica. Al final del análisis se obtuvo que los deportistas federados presentaron mejoras en sus lesiones en menor tiempo que los que no tuvieron ningún tipo de apoyo financiero para su rehabilitación.

Fuente: Redalyc (2017).

Este artículo permite entender que el apoyo de las distintas entidades, tanto del sector público como privado son de suma relevancia ya que esto fomenta la prevalencia deportiva y por ende se prioriza el apoyo al bienestar del deportista, concluyendo en un progreso significativo en la recuperación de lesiones al contar con dispositivos y personal médico que promuevan su recuperación.

El contexto deportivo involucra la experticia de varios profesionales, como se muestra en la **tabla 2** los entrenadores deportivos son los encargados no solo de preparar físicamente sino guiar por medio de un programa de entrenamiento para reducir el riesgo de lesiones en la formación de los futbolistas.

Tabla 2.

Una iniciativa deportiva sin lesiones, estudio con entrenadores de fútbol y fútbol sala.

Resumen	Empezar una vida deportiva es una de las mejores decisiones que una persona podría llegar a tomar, ya que existen muchas ventajas físicas y de salud que se adquiere al mantenerse en movimiento activo correcto, de ese mismo modo puede llegar a prevenir lesiones y riesgos. Se plantea la metodología observacional para analizar qué tipo de entrenadores promueven las conductas saludables para prevención de lesiones, por medio de la planificación de la dinámica de preparación.
Año de publicación	2015
Autores	Armando Costa Oleguer Camerino
Institución	Federación Española de Docentes de Educación física
Ubicación	Murcia, España
Fuente	Artículo
Conclusiones	Toda la planificación propuesta por los diferentes entrenadores deportivos fue encaminada a la competencia del grupo y a la maduración fisiológica, para de esa manera poder obtener mejores resultados físicos y prevenir lesiones futuras. Se concluyó que es indispensable conocer todas las características del equipo para determinar un proceso estructurado y adecuado en el entrenamiento.

Fuente: Redalyc (2015).

El análisis de este artículo es relevante porque propone el uso de la metodología observacional para el desarrollo de la preparación física de los futbolistas, esto permite considerar conductas saludables dentro del desarrollo de la actividad física y eviten lesiones graves que demanden intervenciones quirúrgicas.

La **tabla 3** presenta una técnica (BF-EMG), implementada en el proceso de rehabilitación. Este estudio se ha desarrollado en futbolistas para determinar la efectividad del tratamiento ante las lesiones que surgen en esta actividad deportiva.

Tabla 3.

Biofeedback electromiográfico en la rehabilitación de lesiones de rodilla. Estudio de dos casos en futbolistas profesionales.

Resumen	El (BF-EMG) se ha utilizado para la rehabilitación de diferentes trastornos neuromusculares, este artículo ha sido planteado para la evaluación y desempeño de esta técnica dentro del proceso de rehabilitación, para esto se ha optado por un diseño intrasujeto. Se tomo como parte del estudio las consideraciones de entrenamiento y se destacó los estados de humor que influyeron en los resultados musculares que se analizaron.
Año de publicación	2011
Autores	Antonio Hernández
Institución	Cuadernos de psicología del deporte
Ubicación	Murcia, España
Fuente	Artículo
Conclusiones	La alternativa de incorporación dentro del proceso de rehabilitación ha resultado favorable para conocer la ubicación de los puntos de fricción dentro de los miembros inferiores y poder trabajar directamente en ellos a eso se lo denominó proceso o tratamiento intrasujeto. Este proceso ha permitido entender la relación que existe dentro de la articulación de rodilla y el sistema de análisis, también se han tomado estadísticas en el tratamiento y que tiempo mantiene los efectos.

Fuente: Redalyc (2011).

El desarrollo de este artículo favorece al estudio específico de lesiones en las diferentes disciplinas deportivas existentes, ya que permite trabajar considerando todos los factores que pueden provocarlo. Esto permite que el proceso de rehabilitación sea personalizado, determinando un tratamiento intrasujeto, que aporta directamente al usuario.

El artículo presentado en la **tabla 4** desarrolla el análisis de la dinámica deportiva, que radica en el fortalecimiento muscular, al igual que se ha encontrado que la mayor incidencia de lesión surge en las competencias.

Tabla 4.

Revisión de la literatura científica sobre los Avances en rehabilitación de lesiones de rodilla en patinaje (desde la fisioterapia). 2000-2017.

Resumen	El deporte de patinaje es utilizado como una alternativa terapéutica en varias zonas del mundo, las estrategias y técnicas a lo largo de los años se han conservado para poder desarrollar y potenciar la fuerza propia de los deportistas. Una vez evaluada la población se pudo definir que las lesiones más frecuentes son los esguinces, dichos inconvenientes surgen durante la competencia. Los avances que se presentan se clasifican en nuevos y actuales, pero existe una incidencia en que no han surgido en la fisioterapia ni han sido generados por fisioterapeutas, pero si se han tomado en cuenta sus dinámicas para el desarrollo de dispositivos.
Año de publicación	2017
Autores	Elizabeth Roldán Aida Muñoz Salomón Rodríguez Irene Vásquez Katherin Medina Liceth Ramírez
Institución	Investigación e innovación en ciencias de la salud.
Ubicación	Medellín, Colombia
Fuente	Revista
Conclusiones	La información que recopilamos de diferentes entornos o contextos que surgen a lo largo de la vida de una persona son fuentes claves para el desarrollo de productos. En el caso de los deportistas se tomó en cuenta sus dinámicas de entrenamiento, con el criterio propioceptivo para poder sacar ventajas y aprovechar los mecanismos de reflejo que ellos emplean.

Fuente: Redalyc (2019).

Las dinámicas que se desarrollan en una actividad deportiva permiten identificar el tipo lesión y la gravedad. El sistema propioceptivo que posee nuestro organismo permite que el desarrollo de la rehabilitación sea impulsada por el propio usuario, bajo la supervisión de un profesional.

2.4 Estado del arte

Los insumos médicos dentro del área de la rehabilitación son una tipología de productos que a lo largo del siglo XX han ido tomando gran renombre dentro de la industria de dispositivos médicos, ya sea; internacional, nacional y local. A continuación, se aborda el concepto de la cinesiterapia como una práctica del área de la salud y la rehabilitación, es una forma de terapia física que utiliza el movimiento y el ejercicio como las principales herramientas terapéuticas que impulsan una mejor función física. La cinesiterapia se clasifica en dos tipos de movimientos principales: pasivos y activos, aplicados en la terapia de rehabilitación para lesión de rodilla.

2.4.1 Movimientos pasivos.

La terapia de rehabilitación para rodilla que comprende los movimientos pasivos es aquella en la que una fuerza externa realiza el movimiento en una articulación, es decir necesita de un dispositivo mecánico que desarrolle los ejercicios, intensidad y periodos que el paciente necesitará para su terapia, este dispositivo realiza movimientos automatizados articulares y de extremidades sin la necesidad de la participación muscular activa del paciente, pero siempre bajo la supervisión del especialista (López, 2021, p. 30).

En la **tabla 5** se presenta un equipo de rehabilitación pasiva originaria de Francia con un control manual de regulación de movimiento.

Tabla 5.

Kinetec Performa – Máquina CPM Rodilla

Imagen	
Resumen	Es la solución ideal para la terapia CPM de rehabilitación de rodilla, tiene un movimiento anatómico -3° hiper extensión hasta 130° flexión, tiene la alternativa de programarse para realizar movimiento activo, es un equipo polivalente ya que posee una longitud ajustable para niños y adultos. Sin barra en la zona perineal, lo que aumenta la comodidad y posición del paciente.
Autor	Kinetec Medical Products Ltd
Año	2010
Lugar	Francia
Tipología	Insumos médicos
Conclusión del referente	Performa es un instrumento de rehabilitación que posee características como ligereza al tener un peso de 15kg, programable a una velocidad de 50° a 220° por minuto, que dispone varios componentes ofreciendo al usuario una mejor experiencia, además el tamaño completo del usuario que lo puede ocupar debe ser de 112 a 206 cm.

Fuente: Kinetec (2023).

El dispositivo mencionado anteriormente es uno de los más cotizados en la industria internacional por su ligereza y la tecnología de automatización implementada para el proceso de rehabilitación.

La tecnología presentada en la **tabla 6** es una de las más empleadas en el campo de la rehabilitación, ya que la estimulación es una tecnología de vanguardia en este tipo de dispositivos.

Tabla 6.

Vibramoov para CPM Kinetec

Imagen	
Resumen	Acelera y mejora la recuperación de la movilidad articular al igual que reduce la duración del tratamiento ya que posee frecuencias impulsadas y controladas, proporciona un efecto analgésico, activación motora antagonista y fortalecimiento muscular.
Autor	Kinetec Medical Products Ltd
Año	2017
Lugar	Francia
Tipología	Insumos médicos
Conclusión del referente	El carácter más destacable de este producto es la FPS (Estimulación propioceptiva funcional) que activa los husos neuromusculares e induce una sensación de movimiento, reduciendo el reflejo protector y la compensación muscular.

Fuente: Kinetec (2023)

La implementación de tecnología de estimulación propioceptiva es una alternativa para el proceso de rehabilitación, esto favorece cuando la persona no puede por si sola desarrollar esta capacidad.

Como se referencia en la **tabla 7** existen dispositivos que no buscan ser invasivos con el usuario, sino usan referentes de objetos que se encuentren en su entorno natural como es el caso de la silla.

Tabla 7.

Dispositivo de ejercicio de rehabilitación de miembros inferiores

Imagen



Resumen

El equipo permite realizar ejercicios de rehabilitación que no dañen los tejidos y músculos del usuario, facilitando la memoria muscular original del cuerpo humano para que el proceso de caminar sea restaurado con normalidad. Este dispositivo compone una silla y correas para fijar la zona de la pierna a trabajar.

Autor

HSRG

Año

2021

Lugar

Virginia

Tipología

Insumos médicos

Conclusión del referente

El dispositivo tiene un gran apoyo de los usuarios ya que no ocupa gran cantidad de espacio, su programación de control remoto es intuitivo y fácil de entender por todo tipo de usuario, además es capaz de llegar a un peso de oposición de más de 200kg.

Fuente: Amazon (2023).

La importancia de este dispositivo radica en la facilidad de adaptación al usuario, ya que su programación digital presenta un programa de rehabilitación que puede ser usado por el usuario según la recomendación del especialista.

La **tabla 8** presenta una de las tecnologías más actuales en dispositivos de rehabilitación, programando la electroestimulación inalámbrica a una aplicación móvil.

Tabla 8.

Compex Mini

Imagen



Resumen

El dispositivo tiene un programa especial de estimulación muscular inalámbrico que además ha tomado parte en el área de aplicaciones móviles, dispone de una app propia para el tratamiento de lesiones en la rodilla, también posee facilidades de conectividad con bluetooth. Su enfoque principal es mejorar el estado físico y aliviar el dolor.

Autor Compex

Año 2022

Lugar Suiza

Tipología Insumos médicos

Conclusión del referente

La app se encuentra en las diferentes plataformas digitales, permite que el tratamiento se lo pueda realizar en cualquier lugar, pero el trabajo sería plenamente realizado por el dispositivo y los sensores de movimiento que posee, al igual que la serie de programas predefinidos.

Fuente: Compex (2023).

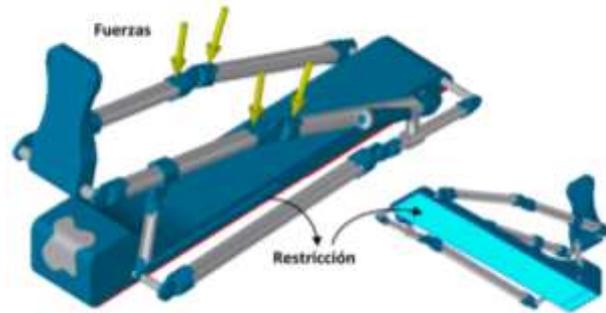
La combinación de dispositivos físicos con redes inalámbricas móviles es un auge en el diseño de productos, porque amplía el alcance del público objetivo además de ofrecer una guía de programas predefinidos.

Con respecto a la información que se presenta en la **tabla 9**, el Ecuador está considerando el campo de la medicina como una industria potencial en donde se puede aprovechar el diseño industrial.

Tabla 9.

Dispositivo para auto rehabilitación pasiva de rodilla

Imagen



Resumen

El dispositivo presentado posee un sistema de barras que se activan cuando el actuador transmite una fuerza correspondiente a la aplicada por el usuario, permitiendo un desplazamiento proporcional. Está apoyado sobre una superficie que, además de servir de bancada en la geometría final, corresponde a un accesorio del rehabilitador.

Autor José Segnini, Anderson Chagna, Mary Vergara

Año 2018

Lugar Ecuador - Ibarra

Tipología Insumos médicos

Conclusión del referente

Este producto tiene un buen desarrollo investigativo y se ha considerado que este dispositivo no fallará en los aspectos de resistencia y de deflexión del material, ya que es el principal requisito preestablecido. Dispone de una serie de barras que entran en acción al recibir una fuerza equivalente a la que el usuario ejerce a través del actuador, lo que posibilita un movimiento proporcional.

Fuente: Repositorio Universidad Católica de Ecuador Sede Ibarra (2018).

La resistencia y la deflexión del material son aspectos esenciales en un dispositivo de rehabilitación, el aprovechamiento mecánico ha permitido proponer productos nacionales que respondan a las necesidades de los ecuatorianos.

2.4.2 Movimientos activos.

En el proceso de rehabilitación aquellos que se denominan movimientos activos comprenden el proceso de ejercicios realizados por el paciente e instruidos por el especialista. Se necesita la participación constante del paciente para mejorar la capacidad aeróbica, fuerza muscular, resistencia, movimiento y agilidad (Grijalva, 2020, p. 14).

La **tabla 10** presenta la combinación de un producto de tecnología y movilidad activa que se puede adaptar a las dimensiones del usuario que lo va a utilizar.

Tabla 10.

Kinetec Prima Advance. CPM Máquina de rodilla

Imagen



Resumen

Considerado un producto simple que ofrece movilidad activa efectiva de la rodilla. Es un producto intuitivo y de fácil uso, posee marcas táctiles de ajuste para clientes con deficiencia visual, ligero, intuitivo y de rápida instalación. Posee un rango de movimiento de -5° a 115° y una velocidad de $40^{\circ}/\text{minuto}$ a $145^{\circ}/\text{minuto}$.

Autor Kinetec Medical Products Ltd

Año 2015

Lugar Francia

Tipología Insumos médicos

Conclusión del referente

Prima advance es un instrumento fácil de transportar para el hospital y ambientes de fisioterapia que posee características como ligereza al tener un peso de 11kg (24 libras), es un equipo intuitivo programable, el tamaño completo del usuario que lo puede ocupar debe ser de 145 a 195 cm.

Fuente: Kinetec (2023).

La transportabilidad, la ligereza y la movilidad son características distintivas de un producto de rehabilitación, esto permite que se puedan desarrollar terapias en diferentes entornos.

La crioterapia y termoterapia son técnicas que persisten desde hace años, la **tabla 11** ofrece una perspectiva que combina estos dos tipos de terapia.

Tabla 11.

Dr. Aktive CCT Rodilla

Imagen



Resumen

Este producto proporciona un método de enfriamiento ideal para las articulaciones luego del ejercicio, lesión o el mismo proceso de rehabilitación. Su mayor virtud es precisamente el proceso de enfriamiento para aliviar el dolor, reducir la hinchazón y optimizar la terapia complementaria, además de su fácil uso por el material que posee (neopreno) y su tecnología innovadora.

Autor	Dr. Aktive
Año	2019
Lugar	Reino Unido
Tipología	Insumos médicos

Conclusión del referente

El enfoque de enfriamiento consiste en el liner de gel desmontable para el enfriamiento que puede colocarse en el frigorífico, además de su sistema ambidiestro. Este producto es considerado de movilidad activa porque necesita la intervención del usuario para la compresión y su cuidado para mantener la temperatura óptima para la terapia.

Fuente: Kinetec (2023).

El sistema ambidiestro es una característica destacable en este producto, permitiendo acoplarse a la extremidad deseada con facilidad, este producto destaca la intervención del usuario para controlar los niveles de temperatura y el mantenimiento.

La **tabla 12** presenta la combinación de un producto de compresión estratégica en diferentes zonas de la pierna y materiales inteligentes.

Tabla 12.

Secutec Genu Flex

Imagen	
Resumen	<p>Este producto es una de las nuevas versiones de Secutec ya que tomando en cuenta los criterios médicos, la experiencia del usuario y los nuevos materiales que están tomando renombre dentro del mercado. Este producto permite estabilizar la articulación de la rodilla para que mantenga su estabilidad y protege los movimientos que se realizan. Se presentan 5 tallas distintas y una largura total de 32cm tomando como punto medio la rótula de la rodilla.</p>
Autor	Bauerfeind Ibérica, S.A.
Año	2018
Lugar	Valencia
Tipología	Insumos médicos
Conclusión del referente	<p>La comodidad, estructura ligera y materiales suaves son características fundamentales de este producto, han desarrollado una nueva línea de productos semiflexibles para que el desarrollo de terapias. Es un producto compuesto que puede añadir o quitar piezas según su uso.</p>

Fuente: Ortopedia técnica López (2023).

La optimización del material y la transpirabilidad permiten mejorar la experiencia del usuario al adquirir un producto para desarrollar diferentes dinámicas de terapia.

La rótula es un área que necesita de mucho cuidado es por eso que en la **tabla 13** se presenta un producto que controla el movimiento articular de la rodilla.

Tabla 13.

SofTec Genu

Imagen	
Resumen	Este producto posee un alta estabilización y activación de la musculatura del usuario siempre manteniendo un control flexo-extensión para que la afección a tratarse pueda desarrollarse en cualquier entorno y no solamente en el centro de rehabilitación. Su composición articular evita que se desarrollen movimientos perjudiciales ya que ayuda a que las articulaciones desarrollen su función natural.
Autor	Bauerfeind Ibérica, S.A.
Año	2018
Lugar	Valencia
Tipología	Insumos médicos
Conclusión del referente	Los materiales usados son amigables con la piel del usuario y su método de sujeción facilita la colocación y retirada del producto. Es un producto global que permite desarrollar tanto terapias, tratamientos o ejercicios que exijan movilidad articular.

Fuente: Bauerfeind (2023).

Promover la función natural de la articulación es un propósito clave en los dispositivos de rehabilitación, en este proceso se considera el uso de material no invasivo y la facilidad de uso del producto.

La información de la **tabla 14** corresponde al análisis de un equipo de rehabilitación desarrollado en el Ecuador con criterios mecánicos y tecnología local.

Tabla 14.

Equipo de rehabilitación de rodilla

Imagen	
Resumen	<p>Las cuatro estructuras que incorpora el dispositivo le brindan un movimiento ergonómico en su proceso de rehabilitación, ya que se adapta correctamente al muslo y la pantorrilla, su materialidad se basa en la resistencia, su bloqueo interno no permite desarrollar una extensión completa que pueda perjudicar el tratamiento.</p>
Autor	Mónica Romero
Año	2012
Lugar	Ecuador - Cuenca
Tipología	Insumos médicos
Conclusión del referente	<p>Este producto ha logrado obtener información en cuanto a los referentes mecánicos y ergonómicos con alternativa de mejora en versiones futuras, tiene un peso excesivo a pesar de haber sido construido con un material liviano (aluminio laminado).</p>

Fuente: Repositorio Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca (2012).

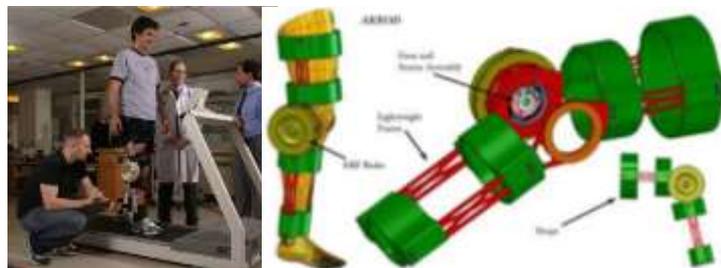
El equipo presentado anteriormente enlaza la mecánica y el conocimiento ergonómico para desarrollar una alternativa de rehabilitación, pero se recomendó que el peso debe ser adecuado al usuario para no causar problemas futuros.

La **tabla 15** presenta la propuesta de un tratamiento de rehabilitación regulada por amortiguadores que fomentan la recuperación motora de la pierna.

Tabla 15.

Active Knee Rehabilitation Orthotic Device.

Imagen



Resumen

Dispositivo ortopédico de rehabilitación activa de rodilla diseñado para entrenar a pacientes con accidente cerebrovascular para corregir la hiperextensión de la rodilla durante la postura y la marcha con las piernas rígidas. La rodillera proporciona variable amortiguación controlada de manera que fomente la recuperación motora en pacientes con accidente cerebrovascular.

Autor

Weinberg B. - Nikitczuk J. - Patel S. - Patrilli B.
Mavroidis C. - Bonato P. - Canavan P.

Año

2007

Lugar

Roma - Italia

Tipología

Insumos médicos

Conclusión del referente

Utiliza un sistema de engranajes planetarios como base del subsistema de sensores. La bisagra es simétrica en ambos lados del aparato ortopédico, permitiendo su uso en ambas piernas, y la fuerza se transmite a través de correas y el marco para generar un torque en la bisagra.

Fuente: Department of Physical Therapy, Northeastern University (2007).

Las primeras investigaciones de productos de rehabilitación se reconocían por el desarrollo de productos pesados y de alta complejidad. Es por eso que ahora se optimiza varios procesos usando técnicas de prototipado rápido y simulación.

En síntesis, los diferentes productos de rehabilitación presentes en el mercado global y propuestas localmente por instituciones de educación superior son una gran alternativa para el desarrollo de terapia, pero su mayoría han sido propuestos por empresas extranjeras. Uno de los ejes que maneja esta industria es la alternativa tecnológica de este siglo, ya sea por medio de la implantación de sistemas mecánicos o electrónicos, que mantienen el criterio de una gran inversión para su desarrollo e importación.

2.5 Marco teórico

Se considera importante definir el contexto en el que se desarrolla el tema de investigación, esto permitirá presentar un espectro amplio del desarrollo de la propuesta, ampliar nuestra perspectiva tomando en cuenta como las lesiones de rodilla se relacionan con el deporte y producen un impacto en el entorno de la sociedad.

2.5.1 Variable dependiente.

La terapia de lesiones de rodilla involucra varios criterios que representan el daño que ha sufrido la articulación, para esto es importante desglosar y comprender conceptos fundamentales de las lesiones y por ende de la propia articulación, tal como se lo evidencia en la **figura 1**.

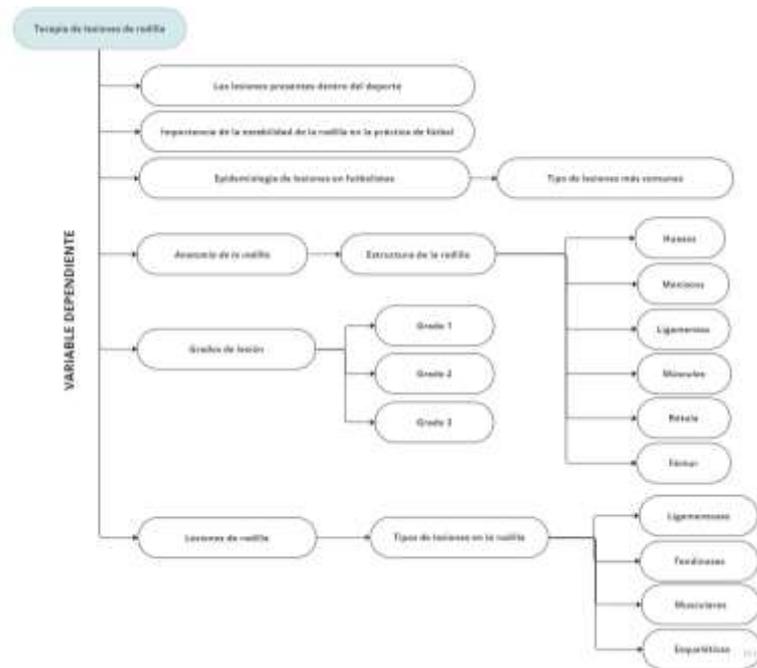


Figura 1. Variable dependiente

Fuente: Elaboración propia, 2023

La terapia de lesiones de rodilla implica identificar el contexto, conocer los factores que la fomentan, determinar las dinámicas que implica la actividad deportiva, datos epidemiológicos al igual que el tipo y grado de lesión, esto apoya el tratamiento de recuperación correcto para el deportista.

2.5.1.1 Tipos de lesiones más comunes.

La dinámica del fútbol implica contacto directo con los deportistas y el movimiento de las extremidades del cuerpo humano, como se muestra en la **figura 2**, el porcentaje correspondiente a las incidencias de lesiones indica una predominancia significativa en aquellas que afectan las extremidades inferiores. En las lesiones deportivas de mayor frecuencia en este deporte se encuentran: la contusión o golpe, los esguinces y lesiones musculares en los isquiotibiales (Chicaiza, 2016).

Las lesiones más frecuentes fueron las de tipo articular ligamentosas (33.6%) en específico los esguinces (44.6%) y las de tipo muscular (31.4%) donde predominaron las contracturas (31.1%), la región anatómica con más lesiones fueron los miembros inferiores (86.9%), la categoría formativa que registro más lesiones fue la sub-16 (32.12%), y los jugadores con edades de 14 a 17 años (63.50%) fueron los que más lesiones sufrieron a lo largo de la temporada (Tapia, 2021).

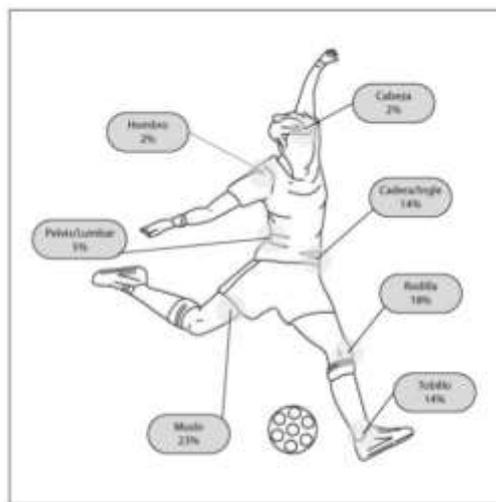


Figura 2. Porcentaje de probabilidad lesiones en el cuerpo

Fuente: Adaptado de (Valenzuela, 2022).

La dinámica del fútbol implica el uso de la mayor cantidad de partes del cuerpo, es por eso que dentro del porcentaje de lesión más incidente se encuentra la zona inferior del cuerpo, específicamente la rodilla y el muslo.

Las lesiones deportivas son el resultado del trabajo realizado a lo largo de la dinámica del fútbol, dentro de ella se desarrollan muchas circunstancias de contacto directo con el deportista, el esfuerzo físico y dinámico de las extremidades inferiores como eje de movimiento central. Estas extremidades tienen mayor posibilidad de sufrir lesiones de diversos tipos que ocupan un espacio en la región anatómica del deportista, las mismas que permiten la intervención del diseño industrial con la implantación de productos para el tratamiento.

2.5.1.2 Lesiones de rodilla.

Las lesiones pueden surgir a partir de diferentes maniobras realizadas a lo largo de una actividad cotidiana como el desarrollo de movimientos repentinos, levantar objetos pesados de manera incorrecta o golpes. En el ámbito de las lesiones derivadas por la práctica deportiva, aquellas disciplinas que exhiben una mayor incidencia son aquellas que involucran contacto físico, deportes que demandan giros, cambios bruscos de dirección, correr sobre superficies duras o con calzado inapropiado, así como actividades que implican saltos y choques de impacto. Las áreas donde se produce una mayor incidencia de lesión son: la zona anterior, zona lateral, zona posterior y zona central.

Una de las articulaciones que es más vulnerable a sufrir algún tipo de lesión es la rodilla por su composición mecánica que consta de tres partes fundamentales tal como se indica en la **figura 3**, al hablar de lesiones podemos diferenciar dos de ellas: en flexión que se refiere a la inestabilidad donde se encuentran propensos a sufrir daño en los ligamentos y meniscos, en extensión se presentan la mayor parte de fracturas articulares y ruptura de ligamentos (Grijalva, 2020).

Los principales ligamentos que más se lesionan son: el ligamento colateral tibial, el ligamento colateral peroneo y los ligamentos cruzados anterior y posterior, pueden sufrir esguinces de primer, segundo o tercer grado. Cuanto más grave es la lesión, menor es la estabilidad de la rodilla (Grijalva, 2020, p. 14).

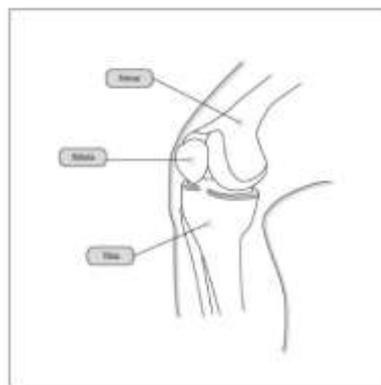


Figura 3. Estructura de la rodilla

Fuente: Adaptado de Push (s. f).

La rodilla está compuesta por varias partes que permiten el movimiento de esta articulación, pero dentro de ella se destacan tres principales que son: fémur, tibia y rótula, su importancia radica en que juntos forman una estructura sinérgica.

2.5.1.3 Tipos de lesiones en la rodilla.

Las lesiones de rodilla tienen una extensa clasificación que puede presentarse dependiendo de la zona en la que se genera o también depende de los factores externos que la provocaron como se presenta en la tabla mostrada a continuación.

2.5.1.3.1 Clasificación de las lesiones de rodilla.

Existen varios tipos de lesiones que se presentan en la rodilla, como se presenta en la **tabla 16** estas varían según su composición y causa subyacente.

Tabla 16.

Los tipos de lesiones de rodilla

TIPO DE LESIÓN	COMPOSICIÓN	SURGE POR	MECANISMO DE LESIÓN
Ligamentosas	Las fibras de colágeno que conectan un hueso con otro	Un traumatismo agudo	Sobrecarga repentina con una distensión de ligamento.
Tendinosas	El tejido conjuntivo da origen a los tendones que permite la unión de los músculos con el hueso	Un trauma directo o por el uso excesivo del mismo	Las cargas aplicadas en él, excedan la tolerancia del tendón.
Musculares	El tejido conjuntivo especializado que forma las fibras musculares	<ul style="list-style-type: none"> • Contracturas • Distensión muscular • Desgarros 	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes o caídas • Estiramientos imprevistos y violentos • Sobreesfuerzo
Esqueléticas	El tejido óseo	Traumas que no soporta el tejido óseo y puede llegar al punto de deformación	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés • Alcanzar una fuerza máxima

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (Cabrera Cuascota, 2020).

La mayor parte de lesiones implican tejidos y fibras que componen la articulación, al considerar los factores lesivos que la provocan podemos entender el posible origen de las lesiones para una rehabilitación más asertiva.

2.5.1.4 Grados de lesión.

Los grados de lesión de rodilla comprenden una definida categorización según su gravedad, esto sirve de apoyo para determinar y tomar decisiones en cuanto a los diferentes tratamientos y procesos a seguir para rehabilitar esta articulación. En la **tabla 17** se presenta la clasificación de los diferentes grados de lesión de rodilla, las características de análisis están representadas por las cualidades o descripción de la afectación presentada y la imagen respectiva a la sección expuesta.

Tabla 17.

Los grados de lesión de rodilla

GRADOS DE LESIÓN	CUALIDADES	IMÁGENES
Grado 1	Simple distensión del ligamento.	
Grado 2	Rotura parcial del ligamento.	
Grado 3	Rotura total del ligamento o avulsión de su inserción ósea.	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (Lucendo Marañés, Muñoz Casabella, Navarro Navarro, Ruiz Caballero, & Brito Ojeda, 2012).

El grado de lesión clasificado en tres etapas es indispensable para definir su dificultad, esto permite determinar el tipo de tratamiento y especular en el tiempo estimado de rehabilitación que llevaría el proceso de recuperación.

Esta clasificación es indispensable en el proceso de tratamiento porque permite abordar de una manera efectiva la lesión que puede sufrir el futbolista a lo largo de sus actividades, mejorar su salud y condición física. La escala que nos permite clasificar la gravedad de la lesión mejora la toma de decisiones y el tiempo de rehabilitación para un retorno seguro a las actividades cotidianas.

2.5.1.5 Anatomía de la rodilla.

Uno de los criterios que tiene mayor relevancia dentro de la investigación en curso es el conocimiento anatómico de la rodilla, debido a que forma un conjunto que permite el desarrollo progresivo del movimiento articular. Este conjunto está compuesto por huesos, ligamentos y músculos; que suelen ser los más afectados en lesiones o el desarrollo de enfermedades, estos pueden desencadenar en cirugías cuando son casos graves de sumo cuidado y por otra parte las que presentan un grado de afección leve que con la intervención de la rehabilitación pueden presentar mejoras. En el ámbito de los deportes tenemos dos estructuras estabilizadoras esenciales que son las más frecuentes en sufrir algún tipo de lesión como es el caso de: ligamento cruzado anterior y ligamento colateral medial (López, 2021).

2.5.1.6 Estructura de la rodilla.

La rodilla está constituida como la articulación intermedia del miembro inferior, así como también la más grande del cuerpo humano y la de mayor complejidad, esto se debe a que su mecánica articular está conformada de tres huesos principales: el fémur al extremo superior, la rótula en la parte anterior y la tibia al extremo inferior, tal como lo explica la **figura 4** presentada a continuación (Grijalva, 2020).

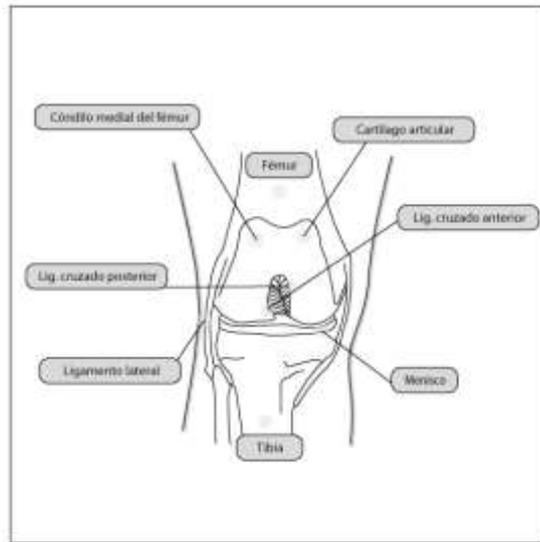


Figura 4. Anatomía de la rodilla

Fuente: Adaptado de (Dinosenglish, 2023).

La estructura anatómica de la rodilla permite el movimiento y estabilidad para el desarrollo de actividades, aquí está involucrada una considerable cantidad de ligamentos, huesos y tejidos.

Esta articulación está considerada como bisagra rotativa, ya que dinamiza el movimiento de extensión y flexión, al igual que una rotación medial y lateral. Puede tolerar grandes cargas axiales como es el caso de la fuerza de torsión y cizallamiento que la convierte en el área más vulnerable a padecer lesiones agudas. Es considerada la más importante para la marcha humana y carrera, mantiene una gran estabilidad en extensión completa ya que soporta todo el peso del cuerpo durante el despegue y la recepción de saltos sobre un área pequeña, cumpliendo la función más importante durante la locomoción ya que acorta y alarga las extremidades inferiores (J. López, 2021).

2.5.1.6.1 Huesos.

Los huesos son aquellos que permiten que el cuerpo se mantenga y tenga una estructura formal, pueden resultar ligeros a simple vista, pero en cuanto a su estructura ósea son muy resistentes y lo demuestran en la cantidad de peso que

logran soportar, otra de sus características distintivas es la de proteger los órganos que compone el cuerpo humano. El calcio es el mineral presente en su estructura que es liberado en el torrente sanguíneo cuando es solicitado en algún área del cuerpo. La composición de los huesos conlleva la presencia de dos tipos de tejido óseo. El hueso compacto cuya apariencia es similar a la del marfil que es considerado la fracción fuerte y resistente del hueso, en su interior hay miles de orificios y canales por los que cruzan los nervios y vasos sanguíneos. El hueso esponjoso cuyo nombre proviene de su parecido al de una esponja y se encuentra en el interior del hueso compacto, su estructura está determinada por una malla de trabéculas óseas (pequeños trozos de hueso) y tiene dentro de su estructura la médula ósea (López, 2021).

2.5.1.6.2 *Fémur.*

El fémur es el hueso más extenso, de mayor resistencia y peso del cuerpo humano, dentro de su composición estructural el cuello del fémur es el lugar donde acontecen las lesiones o fracturas; la mayor parte de estos incidentes suceden por su deterioro que ocurre al transcurrir de los años. La estructura que compone el fémur como se observa en la **figura 5** está constituida por una suave superficie rotuliana que forma la articulación junto con la rótula, los cóndilos lateral y medial. Esta estructura cumple la función de articular y acoplar la tibia junto a la parte posterior del fémur donde los cóndilos están separados por una concavidad intercondilar. La tibia compone en el extremo proximal, los cóndilos medial y lateral que producen un efecto articular con el extremo distal del fémur dando configuración a la articulación de la rodilla (Marieb & Ediciones Gráficas Arial, 2008).

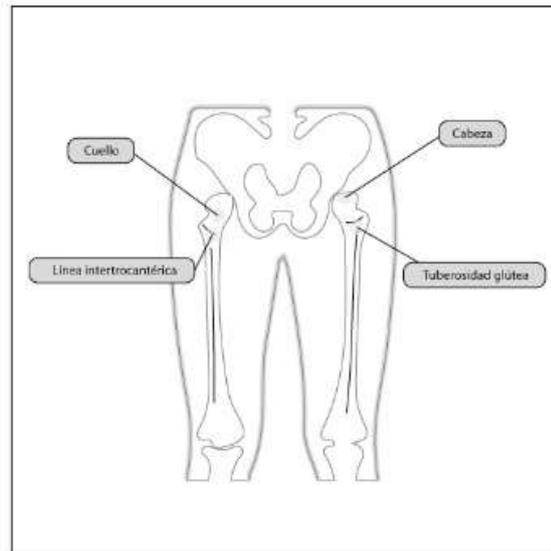


Figura 5. *Vista del fémur*

Fuente: Adaptado de (Marieb & Ediciones Gráficas Arial, 2008)

El fémur es uno de los huesos más largos y resistentes del cuerpo, este hueso también está compuesto por el cuello, la línea intertrocantérica, tuberosidad glútea y cabeza, que apoyan el desarrollo de la movilidad al estar interconectado con el centro del cuerpo.

2.5.1.6.3 *Rótula.*

La rótula es el hueso sesamoideo que tiene la dimensión más grande del cuerpo humano cuya formula es triangular curva y plana, su objetivo principal es proporcionar protección y compone el mecanismo extensor de la rodilla. En la **figura 6**, se destaca la composición anatómica de la rótula. El costado que se encuentra más próximo a la rótula es la base y el costado distal reconocido como ápex (Tolosa Guzmán, Trillos Chacón, Pannesso Natera, Rivera Amezcuit, & Beltrán Torralba, 2018).

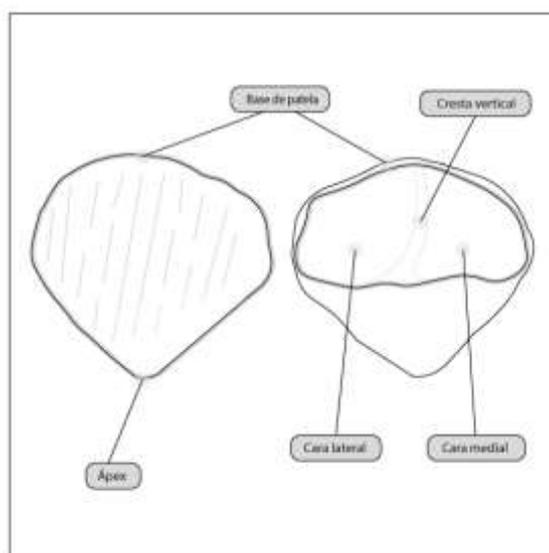


Figura 6. Visualización de la rótula

Fuente: Adaptado de (Tolosa Guzmán, Trillos Chacón, Pannesso Natera, Rivera Amezcuit, & Beltrán Torralba, 2018).

La rótula protege y facilita el movimiento de la articulación, pero también es un área propensa a sufrir lesiones que pueden originarse tanto en la cresta, alguna de las caras, la base o el ápex.

El gráfico nos permite reconocer la rótula detallada en el párrafo anterior. La rótula permite que la rodilla tenga estabilidad, fuerza complementaria para la tensión y apoya a los cuádriceps otorgando aumento de brazo de palanca para el movimiento, tales características la convierten en un hueso importante que cuando sufre una dislocación se necesita el apoyo de tratamientos médicos de rehabilitación.

2.5.1.6.4 Meniscos.

Los meniscos son reconocidos por su forma peculiar similar a la letra C o también se la denomina semiluna, dichas estructuras fibrocartilaginosas brindan lubricación incrementando la firmeza, también cuidan del cartílago articular actuando como una memoria de almacenamiento entre la parcela femoral y tibial

en la dinámica de carga de algún tipo de peso. En síntesis, algunos de los oficios que tiene esta estructura son: Traspasar fuerzas axiales y de torsión usando como medio las articulaciones, crear un tipo de relleno mecánico al peso corporal y definir el movimiento compresivo de la rodilla (Valls, Hernández, & Anillo, 2003).

2.5.1.6.5 Ligamentos.

Los ligamentos son cordones fibrosos que desempeñan la función de conectar un hueso con otro, también están compuestos por tejido conectivo regular, estos tejidos poseen una característica que la diferencia de los tendones, la elastina los convierte en tejidos más elásticos. La **figura 7** evidencia el mecanismo lesivo de las articulaciones al reciben refuerzo y estabilidad gracias a los enlaces que estos generan dentro de su estructura, limitando los movimientos a determinadas direcciones. La composición estructural de los ligamentos son las células, fibras de colágeno y proteoglicanos, también poseen numerosas terminaciones nerviosas periféricas de diferente tipo, por lo cual transmiten información al sistema nervioso central sobre las reacciones o estímulos de movimiento y dolor (López, 2021).

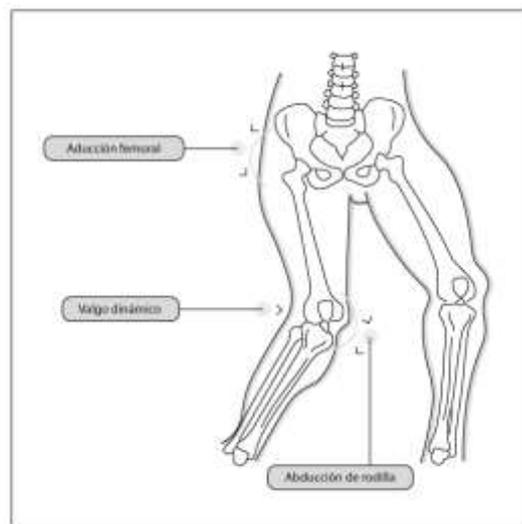


Figura 7. *Mecanismo lesivo*

Fuente: Adaptado de (Lopezcorcuera, s. f.)

El mecanismo lesivo nos permite reconocer las lesiones que se originan por movimientos bruscos y el área de los miembros inferiores en donde se presentó el mayor impacto.

El ligamento cruzado anterior es indispensable estabilizando el desplazamiento anterior de la tibia. Las 2 haces de fibra por las cuales está constituido este ligamento cumple cada una distintas funciones, uno flexión de la rodilla y la otra extensión, en **la figura 8** se evidencia la ruptura del LCA dando como resultado este tipo de lesión ligamentosa. (Valls et al., 2003).

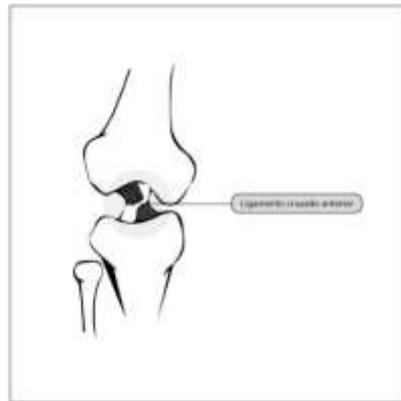


Figura 8. *Lesión del LCA*

Fuente: Adaptado de (Pmedic, s. f.)

La lesión del LCA es la más frecuente en la dinámica deportiva, afecta la estabilidad de la rodilla y si el ligamento ha sufrido ruptura necesitará la intervención quirúrgica.

El ligamento cruzado posterior es señalado como un estabilizador central de la rodilla. Este ligamento se opone a la rotación interna de la tibia sobre el fémur y a la excesiva angulación ocasionada en el valgo, la **figura 9** representa el tipo de lesión que se ocasiona en este ligamento que son aisladas (Valls et al., 2003).



Figura 9. *Lesión del LCP*

Fuente: Adaptado de (Pmedic, s. f.)

Se origina una lesión de LCP cuando existe un daño en el ligamento cruzado posterior en la rodilla, esto puede ser ocasionado por traumas o cambios fuertes en la dinámica natural de la rodilla.

2.5.1.6.6 *Músculos.*

El cuerpo humano está compuesto por varios músculos que permiten el desarrollo de movimientos ya que están encargados de tirar de las articulaciones, es importante destacar que existen varios músculos que aun cuando una persona se encuentra en reposo, estos se mantienen en constante actividad de manera automática controlada por el propio sistema interno del cuerpo humano (López, 2021).

Los músculos isquiotibiales conforman el grupo de bíceps femoral, semimembranoso y semitendinoso que se despliegan hasta la parte inferior del muslo, su aporte a la rodilla es en el proceso de flexión. El sartorio es el más superficial del muslo, posee una forma oblicua cuya extensión surge por medio del muslo desde la cresta iliaca anterior hasta el lado medial de la tibia, se desempeña como un musculo sinérgico que otorga la posibilidad de cruzar las rodillas. El grupo de cuádriceps está compuesto por el recto femoral y tres músculos vastos que se originan del muslo anterior. Su composición se acopla de tal manera que permite extender la rodilla con potencia, cuya dinámica es empleada en el fútbol al patear un balón (Marieb & Ediciones Gráficas Arial, 2008).

En la lesión de esguince se ven afectados los ligamentos que conectan los huesos de la rodilla, ya que estos se estiran o se rompen, esto sucede por movimientos bruscos, lesiones anteriores o dinámicas inusuales en esta articulación.

2.5.1.7 Importancia de la estabilidad de la rodilla en la práctica de fútbol.

El núcleo del cuerpo denominado como “core” tal como se aprecia en la **figura 10** es el conjunto de estructuras musculares, articulares, ligamentosas y neurales que permiten la estabilidad del cuerpo, por otra parte, cuando presenta un deterioro en la estabilidad expone a la persona a padecer lesiones prontamente en sus miembros inferiores (P. López, 2021).

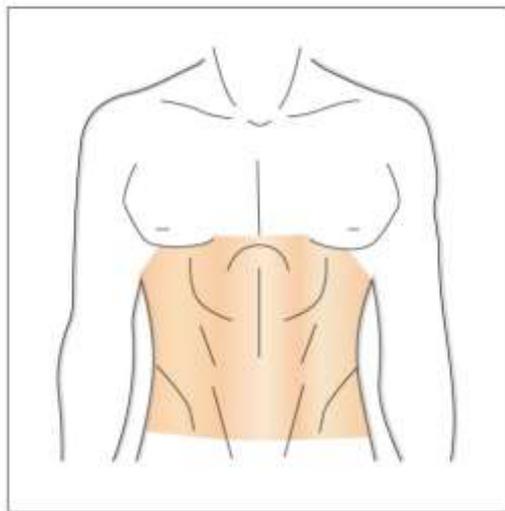


Figura 10. *Representación del core*

Fuente: Adaptado de (P. López, 2021)

En la imagen se puede visualizar el área que comprende el core, esta área del cuerpo es reconocida por considerarse el centro de fuerza o núcleo del cuerpo humano, dentro del deporte se estima que de esta área se distribuye la fuerza.

La estabilidad es una de las características indispensables en el desarrollo de actividades en donde se emplea el uso del cuerpo humano. Para comenzar, la

rodilla al ser el centro articular de movimiento, necesita de un alto control neuromuscular de este modo permite el desarrollo de diferentes maniobras y acciones motrices en el contexto deportivo. Para continuar, dentro del deporte es indispensable la estabilidad dinámica que debe poseer la rodilla ya que esto reduce los niveles de riesgo de lesión que puede padecer el deportista, así tenemos el caso del fútbol donde este centro gravitacional debe mantener un continuo trabajo y fortalecimiento por la dinámica que se maneja en este deporte como es el caso de: los cambios de dirección, las maniobras de deceleración y aterrizajes en los saltos, estos casos detallados exigen una demanda de estabilidad en el tronco, fuerza y propiocepción (Villaquiran Hurtado, Molano Tobar, Portilla Dorado, & Tello, 2020).

2.5.1.8 Epidemiología de lesiones en futbolistas.

El estudio de los eventos de la salud permite que se pueda comprender de mejor manera la dinámica que se emplea dentro del sistema, comprender e intervenir para optimizar su desarrollo. En el caso de las lesiones deportivas tenemos que analizar varios factores que pueden incurrir en su desempeño profesional; para esto es necesario tomar en cuenta el mecanismo de lesión, los factores del terreno en donde se desarrolla el juego, el tratamiento y el proceso de rehabilitación.

En el 2013 la revista colombiana de ortopedia y traumatología realizó una comparación entre los jugadores lesionados y los que no lesionados, para comparar sus características y encontrar aspectos relevantes en su proceso de rehabilitación.

En el estudio se incluyeron 84 futbolistas. Se evaluó un total de 50650 h de exposición, incluyendo 2079 h de competencia y 48 571 h de entrenamiento. Se presentaron 65 lesiones en la temporada. Se calculó una incidencia de 0,7 lesiones por 1000 h de entrenamiento, 12 lesiones por 1000 h de partidos y 1,3 lesiones por 1000 h totales. Por posición, los más frecuentemente lesionados fueron los defensas, seguidos por los delanteros y los volantes. No se encontró una diferencia estadísticamente significativa

entre la edad o el peso de los jugadores lesionados frente a los no lesionados (Correa et al., 2013).

La mayor parte de lesiones encontradas pertenecen a las que ocurrieron durante los partidos, y su incidencia en los deportistas no tiene una diferencia significativa con relación a la edad o peso de los jugadores, pero si se tomó en cuenta las posiciones que ocupan los deportistas durante el juego y el tiempo como factores determinantes en el cálculo.

2.5.2 Variable independiente.

“El diseño es un recurso de la empresa, un elemento de importancia central en la lucha competitiva para el crecimiento en el mercado” (Bonsiepe, 1999, p. 34).

El diseño de productos dentro del ámbito de dispositivos para rehabilitación y tratamiento de lesiones de rodilla comprende varios criterios que se deben tomar en cuenta como se detalla en la **figura 11**, esta información permite que el dispositivo tenga un correcto desempeño funcional y que se vincule correctamente con el usuario.



Figura 11. Variable independiente

Fuente: Elaboración propia, 2023

La información que se presenta corresponde al diseño de productos dentro del área de la rehabilitación y tratamiento de lesiones, aquí se presentan factores clave que el diseño toma en cuenta al igual que las exigencias de la medicina.

2.5.2.1 Tratamiento y rehabilitación de lesiones de rodilla.

La rehabilitación es uno de los puntos más importantes dentro del proceso de recuperación de lesiones, a lo largo de los años se ha mejorado el conocimiento sobre la ciencia básica y se han incorporado criterios como la anatomía, bioquímica y la tecnología, que han logrado mejorar los protocolos implantados dentro de la rehabilitación (OMS, 2023).

Dentro de esta rama de la medicina tenemos la fisioterapia, que es considerado el rehabilitador por excelencia de las lesiones de rodilla pre o posoperatorio, dentro de este protocolo se aplican masajes, cinesiterapia o electroestimulación que permiten recuperar la movilidad y fuerza de la articulación central. Los tratamientos otorgados a los diferentes pacientes suelen variar según el tipo de lesión, características del paciente e historial de lesiones anteriores (Sanitas.es, 2023).

El primer paso dentro de la sesión de fisioterapia consiste en una evaluación clínica del paciente, en donde se revisa su historial y se desarrollan algunas pruebas diagnósticas, el estado de la rodilla para identificar el tipo de problema que se plantea tratar. Las evaluaciones al paciente permanecen constantes a lo largo del tratamiento ya que es indispensable conocer los progresos obtenidos para maximizar su tiempo de recuperación.

El programa de tratamiento da su mayor importancia a la movilidad articular (flexión y extensión) por medio de las diferentes técnicas o dispositivos que cuenta el centro de rehabilitación como se detalla en la **tabla 18**, que permiten optimizar el movimiento y la elasticidad necesarias en esta articulación. Por consiguiente, es necesario realizar movimientos con oposición o resistencia que permitirá fortalecer

todos los músculos, ligamentos y tendones que dará como resultado mayor fuerza, resistencia y estabilidad (Sanitas.es, 2023)

Tabla 18.

Tratamiento de fisioterapia deportiva

PROCESO	DETALLE	IMÁGENES
Evaluación	Evaluación la lesión y el estado general de la rodilla para determinar la mejor manera de proceder.	
Reducción de dolor	Combinación de terapia manual, masajes y terapia de calor y frío para ayudar a reducir el dolor en la rodilla.	
Fortalecimiento muscular	Los ejercicios específicos de fisioterapia deportiva como: fortalecer los músculos que rodean la rodilla, reducir la presión en la rodilla y prevenir futuras lesiones.	
Mejora de la movilidad	Ejercicios de estiramiento y movilidad.	
Prevención de futuras lesiones	A través del fortalecimiento muscular y la mejora de la movilidad.	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (ESHE, 2023).

El programa de fisioterapia deportiva permite la recuperación efectiva y en el menor tiempo de lesiones específicas, el proceso detallado en la tabla que inicia con la evaluación y termina en una planificación de prevención es la secuencia más frecuente usada por los fisioterapeutas.

La evaluación de una lesión de rodilla detallado en la **tabla 19** compone un proceso desarrollado por el especialista médico, esto permite asignar el tratamiento según la gravedad que presente.

Tabla 19.

Evaluación de lesiones de rodilla

PROCESO	DETALLE
Historial clínico	Recopilar información sobre el historial médico del paciente y la lesión actual; incluyendo cuándo ocurrió, cómo sucedió y qué síntomas presenta el paciente.
Examen físico	Se examina la rodilla del paciente para evaluar la amplitud de movimiento, la fuerza muscular, la estabilidad y la sensibilidad.
Pruebas de diagnóstico	Realiza pruebas de diagnóstico para determinar la gravedad y la causa de la lesión.
Evaluación funcional	Realizar pruebas de evaluación funcional para determinar cómo la lesión está afectando la capacidad del paciente para realizar actividades diarias, como caminar o subir escaleras.
Establecimiento de objetivos	Desarrollar un plan de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (ESHE, 2023).

El paciente al presentar una lesión de rodilla es expuesto al siguiente programa de evaluación completa que permite reconocer factores determinantes para conocer antecedentes de la lesión y establecer un tratamiento eficaz y seguro.

El especialista luego de realizar un análisis minucioso de la afección que presenta el futbolista, propone un tratamiento para lesión de acuerdo con la información proporcionada en la **tabla 20**, cabe recalcar que existen tratamientos específicos según el tipo de lesión.

Tabla 20.

Tratamiento para lesiones comunes de rodilla

LESION	TRATAMIENTO	IMÁGENES
Esguince de rodilla	Incluye ejercicios de fortalecimiento de la rodilla, estiramientos y terapia manual para reducir la inflamación y el dolor. El uso de un vendaje o una rodillera también puede ser útil para proporcionar soporte adicional a la rodilla.	
Tendinitis de rodilla	Incluye ejercicios de fortalecimiento y estiramiento de los músculos alrededor de la rodilla, así como la aplicación de hielo o calor para reducir la inflamación.	
Síndrome de dolor patelofemoral	Incluye ejercicios de fortalecimiento y estiramiento para mejorar la alineación de la rodilla y reducir la tensión en la rótula.	
Menisco	Incluye ejercicios de fortalecimiento y estiramiento, así como terapia manual para reducir la inflamación y mejorar la movilidad de la rodilla.	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (ESHE, 2023).

El enfoque de tratamiento según el tipo de lesión tiene varias semejanzas y diferencias presentadas dentro de esta tabla, muchas de estas lesiones necesitan la aplicación de termoterapia y crioterapia respectivamente según las indicaciones médicas.

2.5.2.2 Dispositivos utilizados en la rehabilitación de lesiones de rodilla.

Los recursos utilizados en la terapia de recuperación de lesiones de rodilla desempeñan un papel crucial en el proceso de rehabilitación y en la restauración de la funcionalidad de esta articulación. Desde simples dispositivos de apoyo hasta equipos médicos de alta tecnología, la gama de estos instrumentos es diversa.

“No hay duda de que en los países altamente industrializados tiende a acortarse la duración de la permanencia y de la individualidad de los objetos” (Maldonado, 1999, p. 14).

El desarrollo de terapias de rehabilitación implican el uso de diferentes dispositivos, según se muestra en la **tabla 21**, los dispositivos varían según la exigencia de la terapia y la planificación progresiva del tratamiento.

Tabla 21.

Dispositivos de rehabilitación

TERAPIA	DESARROLLO	DISPOSITIVOS
Ejercicios de fortalecimiento	Flexiones y extensiones de la rodilla, ejercicios de fortalecimiento de los músculos de la pierna y de la cadera, y ejercicios de equilibrio y coordinación.	
Ejercicios de estiramiento	Estiramientos de los músculos cuádriceps, isquiotibiales, glúteos y pantorrillas.	
Terapia manual	La terapia manual, como la movilización de la articulación y el masaje, puede ayudar a reducir la inflamación y el dolor en la rodilla y mejorar la movilidad.	
Crioterapia y termoterapia	La crioterapia y la termoterapia pueden ayudar a reducir la inflamación y el dolor en la rodilla y acelerar el proceso de curación.	
Electroterapia	La electroterapia, como la estimulación muscular eléctrica y la terapia de ultrasonido, puede ayudar a reducir el dolor y la inflamación y mejorar la circulación sanguínea y el proceso de curación.	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (ESHE, 2023)

Estos planes son especialmente formulados con el propósito de fortalecer los músculos circundantes, aumentar la flexibilidad, recuperar el rango de movimiento y favorecer la estabilidad de la articulación

2.5.2.3 Cinesiterapia.

Una terapia muy conocida y utilizada por la fisioterapia es la cinesiterapia, que consiste en el desarrollo de movimientos musculares y articulares como mecanismo para tratar diferentes tipos de lesiones, disfunciones y activar el metabolismo. Estudios complementarios han evidenciado los efectos positivos que esta terapia otorga al momento de activar diferentes zonas del cuerpo, el progreso constante de los ejercicios indicados permite que el paciente amplie su movimiento articular y mantenga la generación de osteoblastos. Por todas estas razones, esta terapia es utilizada para el tratamiento de patologías donde la movilidad es uno de los principales problemas (Physiosancoslada, 2021).

2.5.2.3.1 Rehabilitación pasiva.

La rehabilitación pasiva comprende procedimientos en los cuales el paciente tiene menor participación en el proceso debido a que el movimiento es realizado con la ayuda de un profesional de terapia física o a través de la asistencia de un dispositivo, se aplica a pacientes que por una intervención quirúrgica o después de un largo período de inmovilización de la articulación han perdido total o parcialmente la movilidad de la articulación. Se considera un proceso complejo, delicado, largo de realizar y de gran importancia; ya que está orientado a la recuperación de la movilidad de la articulación (Grijalva, 2020, pp. 14-15).

La rehabilitación pasiva comprende el desarrollo de movimientos con el apoyo de un profesional o un dispositivo que pueda desarrollar la dinámica necesaria para el proceso de rehabilitación. En síntesis, la labor que desarrolla el apoyo externo es implantado cuando la persona no puede o le resulta muy complicado desarrollar los movimientos por voluntad propia.

2.5.2.3.2 *Rehabilitación activa.*

La rehabilitación activa comprende una serie de movimientos físicos, posturas o actividades planificadas con el propósito de mejorar o prevenir deficiencias y funciones, mejorar la condición física a través de la realización de ejercicios que permiten prevenir el deterioro de la capacidad aeróbica, mejorar la fuerza muscular, la potencia y la resistencia, la flexibilidad o la amplitud de movimiento, la coordinación, el equilibrio y la agilidad (Grijalva, 2020, p. 14).

La rehabilitación activa involucra que el paciente por medio de una orden neuronal que le da a su cerebro, este desarrollo el movimiento de manera natural. Este tipo de movimientos permiten que la persona tenga autonomía en las terapias pese a la supervisión profesional y el apoyo de instrumentos que permitan el fortalecimiento muscular.

2.5.2.4 Ergonomía.

Melo (2005) afirma: “La ergonomía como la adaptación del entorno al individuo” (p. 3). Este campo es uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta, ya que la ergonomía permite mejorar puntos clave en beneficio del usuario considerando el entorno de su actividad o dinámica.

La ergonomía es la parte de estudio del trabajo que, valiéndose de conocimientos anatómicos, fisiológicos, psicológicos, sociológicos y técnicos, desarrolla métodos para la determinación de los límites que no deben ser superados por las personas en la realización de las distintas actividades. (Melo, 2005, p. 3)

Dentro del ámbito de los dispositivos de rehabilitación es indispensable el campo de la ergonomía, ya que al tomar el conocimiento de varias disciplinas permite el desarrollo efectivo de un producto de rehabilitación, ya que no solo se enfoque en la

optimización del diseño, sino que estudia el entorno, para establecer directrices que aporten al desarrollo proyectual.

2.5.2.5 Antropometría.

La antropometría estudia las dimensiones físicas que abarca el ser humano, por medio de esta disciplina se estudian varios elementos que permiten un desarrollo efectivo de este estudio: las dimensiones, longitudes, anchos, groseros, circunferencias, masas, peso, volumen, centros de gravedad, momentos de inercia, y diferentes partes del cuerpo que desarrollan varios movimientos usando la física humana. Un aspecto negativo muy importante de la antropometría es que cuando no es empleada de la manera correcta puede llegar a afectar el desarrollo del ser humano en sus diferentes contextos, mientras que sus ventajas son: el aprovechamiento y cuantificación del tamaño, forma y disposición de todo el entorno con relación al sujeto o viceversa (Alvarez et al., 2019).

La **tabla 22** presenta los dos enfoques de la antropometría que comprende el la dinámica y la estática, junto con su respectiva característica.

Tabla 22.

Fases de la antropometría

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
Dinámica	<ul style="list-style-type: none">• Considera el movimiento del cuerpo en las diferentes actividades.
Estática	<ul style="list-style-type: none">• Se basa en las medidas efectuadas sobre el ser humano dependiendo de: la talla, peso, el sexo, la edad, el medio social, el país de origen, etc.• Es aquella cuyo objeto es la medición de dimensiones estáticas, es decir, aquellas que se toman con el cuerpo en una posición fija y determinada.• La técnica de medida es compleja, procedimiento estandarizando de medida.• Norma INEN-ISO 7250-1: Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico.• "Variables antropométricas", se obtienen entre puntos singulares, definibles y según la naturaleza del intervalo a medir, rectilíneo o curvilíneo, se usan distintos tipos de aparatos.

Fuente: Elaboración propia, 2023

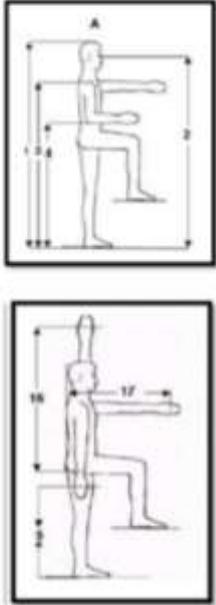
Adaptado de (Alvarez et al., 2019)

La aplicación de la antropometría se desglosa en dos etapas diferentes pero interconectadas. En primer lugar, encontramos la antropometría estática o estructural, que se dedica a la medición y análisis de las dimensiones y proporciones del cuerpo en un estado inmóvil, brindando información detallada acerca de la morfología y la estructura física de un individuo

La **tabla 23** compone las diferentes medidas de bipedestación que han sido codificadas para poder identificarlas con las imágenes de referencia.

Tabla 23.

Medidas en bipedestación básicas

CÓDIGO	REFERENTE	INDICACIÓN DE MEDIDA	IMÁGENES
1	Estatura	Dimensión vertical desde el suelo hasta el vertex.	
2	Altura de los ojos	Hasta el vértice externo del ojo.	
3	Altura de los hombros	Hasta el punto acromial.	
4	Altura del codo	Hasta el punto óseo más bajo del codo flexionado.	
5	Altura de nudillo	Hasta el nudillo del tercer dedo.	
16	Alcance vertical máximo	Desde superficie de sustentación hacia el punto medio de agarre.	
17	Alcance horizontal máximo	Desde superficie de sustentación hacia el puntomedio de agarre.	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (Alvarez et al., 2019)

Las medidas de bipedestación son relevantes en dispositivos de rehabilitación ya que dentro de la terapia se desarrollan ejercicios en diferentes posiciones. Los indicadores de medida permiten determinar distancias específicas en el cuerpo.

La **tabla 24** presenta las medidas que se consideran en los dispositivos de rehabilitación en cuanto a la sedestación básica, para distinguir en la imagen el tipo de medida se han establecido códigos.

Tabla 24.

Medidas en sedestación básicas

CÓDIGO	REFERENTE	INDICACIÓN DE MEDIDA	IMÁGENES
7	Altura sentada	Distancia vertical desde la superficie de asiento hasta el vertex.	
13	Altura poplítea	Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies hasta el hueso poplíteo.	
3	Longitud nalga-rodilla	Distancia horizontal desde el hueso poplíteo hasta el punto posterior del trasero.	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (Alvarez et al., 2019)

Estas mediciones ofrecen datos importantes sobre la postura, la alineación de la columna vertebral, la distribución del peso y la estabilidad en una posición que es frecuente en nuestras actividades diarias, como el acto de sentarse en una silla.

2.5.2.6 Medidas antropométricas.

Las medidas antropométricas en el desarrollo del diseño industrial son de suma relevancia, ya que nos permite considerar las dimensiones del cuerpo humano, las medidas de bipedestación presentadas en la **tabla 25** corresponden a un estudio desarrollado localmente.

Tabla 25.

Datos antropométricos en bipedestación

<i>Datos antropométricos / Bipedestación</i>			
Descripción	Percentil	Medida (cm)	Imagen
Estatura	91.66%	1.70	
Altura espina ilíaca	78.33%	0.97	
Altura rodilla	91.66%	0.50	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (Estévez, 2018)

Las medidas que corresponden a la estatura y altura de la zona inferior son las que se ha considerado más relevantes para el desarrollo del dispositivo de rehabilitación, ya que estos datos permiten determinar las tallas a utilizar.

A continuación, se muestra la **tabla 26** que detalla las medidas en sedestación tomando en cuenta el percentil de incidencia, al igual que una imagen referencial de la medida.

Tabla 26.

Datos antropométricos en sedestación

<i>Datos antropométricos / Sedestación</i>			
Descripción	Percentil	Medida (cm)	Imagen
Distancia sacro-poplítea	88.33%	0.45	
Altura rodilla-suelo	95%	0.54	
Longitud sacro-rodilla	98.33%	0.58	

Fuente: Elaboración propia, 2023

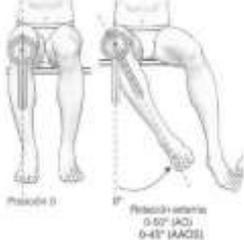
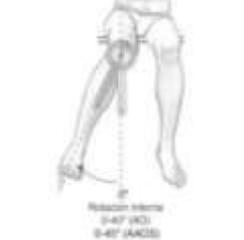
Adaptado de (Estévez, 2018)

En cuanto a sedestación se consideró la distancia sacro-poplítea, altura rodilla-suelo y la longitud sacro-rodilla para el desarrollo del proyecto, ya que se considera que en algunos casos la terapia se realiza en esta posición.

Los datos goniométricos resumidos en la **tabla 27**, proporcionan el porcentaje de incidencia del percentil en cuanto a los grados de movimiento desarrollados en la rodilla.

Tabla 27.

Datos goniométricos de la rodilla

Datos goniométricos			
Descripción	Percentil	Medida (grados)	Imagen
Rotación externa	88.33%	45 - 50	
Rotación interna	78.33%	40 - 50	
Flexión	78.33%	135 - 150	
Extensión	81.66%	10	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (Estévez, 2018)

En la tabla se evidencia los valores obtenidos al tomar mediciones goniométricas de la rodilla, considerando las medidas de alcance mínimo y máxima que puede desarrollar esta articulación.

2.5.2.7 Biomecánica.

Los conocimientos que aborda la biomecánica son los de la mecánica, ingeniería, anatomía, fisiología entre otras. Dentro de esta disciplina están inmersas preferencias por los movimientos del cuerpo humano, es por eso que se la denomina

la mecánica de los sistemas vivos, las cargas mecánicas y energías generadas. Su propósito es abordar soluciones efectivas ante los problemas que se originan por ocasiones en las que está involucrado el cuerpo humano, uno de los grandes referentes a los que ha aportado esta disciplina son un sinnúmero de productos o tratamientos empleados dentro de la medicina que ofrecen un mejor estilo de vida.

El origen de esta disciplina surge por la demanda de estudios relacionados a las necesidades del cuerpo humano en sus diferentes niveles, su reacción ante las simulaciones a las que puede ser sometido, las lesiones y rehabilitación, en donde se encuentran los dispositivos de asistencia, apoyo y corrección a los usuarios (Grijalva, 2020).

2.5.2.7.1 *Planos de movimiento.*

El cuerpo posee una división por segmentos que se mueven dentro de tres planos imaginarios, que permiten visualizar los diferentes movimientos de una forma tridimensional, son esenciales para comprender: la anatomía, la biomecánica y la cinemática. Los planos reciben el nombre de planos cardinales de movimiento y los tres ejes sobre los cuales giran estos planos reciben la denominación de: X, Y y Z (López, 2021).

La **tabla 28** presenta el nombre del plano de movimiento junto a una descripción y ubicación, la misma que se puede diferenciar en la representación gráfica.

Tabla 28.

Planos de movimiento del cuerpo humano

PLANO	UBICACIÓN	MOVIMIENTO	IMÁGENES
Frontal o coronal	Es paralelo al hueso frontal a lo largo de la sutura coronal del cráneo. Este plano divide el cuerpo en dos partes: traseras y delanteras.	<ul style="list-style-type: none"> • Abducción y aducción (cadera, hombro, dedos). • Desviación cubital y radial (tipo de abducción y aducción en la muñeca). • Flexión o flexión lateral (cuello, tronco). 	
Sagital	Es paralelo a la sutura sagital del cráneo, dividiendo el cuerpo en lados derecho e izquierdo, se trata de una vista lateral del cuerpo.	<ul style="list-style-type: none"> • Los movimientos pivotan alrededor de un eje perpendicular a este plano que atraviesa desde el lado medial del cuerpo hasta el lado lateral del cuerpo. • Flexión y extensión (cuello, tronco, codo y mochos otros). • Dorsiflexión y plantar flexión (tobillo). 	
Horizontal o transversal	Es paralelo al horizonte y al suelo (plano XZ). Divide el cuerpo en partes superiores e inferiores. Las rotaciones se producen en este plano alrededor de un eje longitudinal o el eje Y.	<ul style="list-style-type: none"> • Rotación medial y lateral (cadera y hombro). • Pronación y supinación (antebrazo). • Eversión e inversión (pie) 	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (López, 2021)

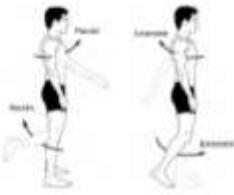
Los planos de movimiento X, Y y Z son indispensables para diferenciar la forma en la que se producen los movimientos de las articulaciones y su relación entre ellos, ya que es sobre estos ejes que se desarrollan los movimientos.

2.5.2.7.2 Movimientos básicos del cuerpo humano.

El cuerpo desarrolla muchos movimientos constantemente que permiten regular las acciones de la vida cotidiana de los humanos, son esenciales para la correcta operación del cuerpo, tal como se detalla en la **tabla 29**, la unión de estos movimientos concluye en actividades más complejas o la ejecución deportiva.

Tabla 29.

Movimientos básicos

MOVIMIENTOS	DESARROLLO DEL MOVIMIENTO	IMÁGENES
Flexión	Es el movimiento por el cual los huesos u otras partes del cuerpo se aproximan entre si. Produce una disminución del ángulo en una articulación. La flexión es consecuencia de la contracción de uno o más músculos flexores.	
Extensión	Es un movimiento de enderezamiento, separación entre huesos o partes del cuerpo. Produce un aumento del ángulo en una articulación. Es lo opuesto a la flexión.	
Abducción	Movimiento lateral con separación de la línea media del tronco.	
Aducción	Movimiento medial con aproximación a la línea media del tronco.	
Rotación externa	Movimiento rotatorio alrededor de un eje longitudinal de un hueso que separa de la línea media del cuerpo.	
Rotación interna	Movimiento rotatorio alrededor de un eje longitudinal de un hueso que acerca a la línea media del cuerpo.	

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (Navarro, 2020)

Los movimientos se desarrollan a lo largo de los diferentes planos y ejes del cuerpo humano, los movimientos detallados en la tabla permiten registrar la dirección en la que normalmente se dirige la extremidad para entender cuál sería el grado de lesión si este llega a sobrepasar su límite natural

2.5.2.7.3 Flexión.

El movimiento de flexión se desarrolla cuando la rodilla se direcciona hacia atrás de la posición neutral. Este movimiento desarrolla todo lo contrario al de extensión, es aquí donde la cara posterior de la rodilla se acerca progresivamente al muslo, el rango normal de movimiento para la flexión de rodilla es de 130° a 140° (Taboadela, 2007).

2.5.2.7.4 Extensión.

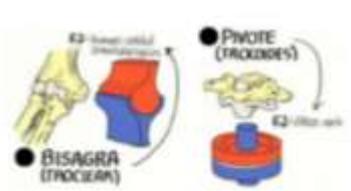
El movimiento de extensión es aquel que dirige la pierna hacia delante de la posición neutral. Se puede reconocer este movimiento en el transcurso natural de la marcha donde la cara posterior de la pierna se aparta cada vez más del muslo. La extensión de la rodilla es de 0° y puede ser funcional entre 5° a 10°. (Taboadela, 2007).

2.5.2.7.5 Grados de libertad.

El cuerpo puede convertir los movimientos angulares de las articulaciones en movimientos de traslación efectivos de los segmentos del cuerpo, los cuales implican grados de libertad. Al hablar de grados de libertad consideramos el número de planos dentro de los cuales la articulación realiza movimientos, tomando en cuenta este criterio se definen solamente tres grados de libertad, ya que sus segmentos realizan movimientos y se limitan a los tres planos de movimiento. En la **tabla 30**, se evidencia el movimiento que corresponde a la rodilla. (López, 2021).

Tabla 30.

Eje de movimiento de la rodilla

EJE DE MOVIMIENTO	CARACTERÍSTICA	IMÁGENES
Uniaxial	<p>Las articulaciones se mueven en un plano alrededor de un solo eje tienen alrededor de un grado de libertad.</p> <p>Incluyen dos tipos debido a su estructura anatómica: bisagra o pivote.</p>	 <p>El diagrama muestra dos tipos de articulaciones uniaxiales. A la izquierda, una bisagra (troczar) con un eje de movimiento etiquetado como 'Eje de movimiento'. A la derecha, un pivote (troczos) con un eje de movimiento etiquetado como 'Eje de movimiento'. Las imágenes muestran la estructura ósea y el tipo de contacto entre las superficies articulares.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (López, 2021)

Las articulaciones son la base de la movilidad y su funcionamiento aporta al desarrollo de actividades cotidianas, conocer su estructura permite distinguir anomalías en su movimiento constante natural.

2.5.2.7.6 *Características articulares.*

Las articulaciones femorotibial y patelofemoral son compuestos del extenso sistema articular de la rodilla (Panesso, Trillos, & Guzmán, 2008). Según McConaill, los fundamentos en las características de tejido inmóvil, la articulación femorotibial es considerado como sinovial ya que compone una cápsula articular que se puede encontrar en el límite distal del fémur y a la proximidad de la tibia y peroné.

Como mixta por el aspecto de meniscos; como ovoide por la silueta de los cóndilos femorales abultados y de los platillos tibiales curvados; y como cambiada, ya que muestra dos grados de independencia de circulación (Tolosa Guzmán et al., 2018).

Por otro lado, al hablar de la articulación patelofemoral se detalla que está constituida por la rótula y la tróclea femoral.

Se divide como sinovial, ya que la tróclea femoral es curvada en sentido medial y de lado y abultada en el sentido inferior y superior. La patela es abultada en sentido medial y de lado, y redondeada en sentido inferior y superior, y no cambia porque muestra dos grados de independencia (Tolosa Guzmán et al., 2018).

La **tabla 31** presenta características esenciales que compone tanto la cinemática como la cinética dentro del campo de movimiento de un cuerpo.

Tabla 31.

La cinemática y la cinética

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS
Cinemática	<ul style="list-style-type: none"> • Los movimientos primarios de la rodilla son la flexión y la extensión, y, una amplitud menor, la rotación interna y la externa; esto último ocurren solamente en la articulación femorotibial. • La rodilla puede ejecutar movimientos de deslizamiento posterior o anterior del fémur o la tibia, conforme al tipo de cadena cinética que se realice en ese instante. • Estos movimientos van de la mano de una leve aducción o abducción de la tibia, la cual busca el equilibrio de las fuerzas en valgo o varo que suceden en la rodilla al momento de su ejecución.
Cinética	<ul style="list-style-type: none"> • La cinética hace hincapié en la fuerza que crea el movimiento y sustenta la estabilidad. • La cinética sucede cuando se toma en cuenta los componentes activos y pasivos que participan en la estabilidad de la rodilla. • Es una articulación de tipo condílea y troclear mecánicamente, ofrece un soporte débil desde un punto de observación de simetría e igualdad articular, y tiene dos grandes requerimientos biomecánicos: La estabilidad y el apoyo de peso, relacionado con la extensión mayor de la articulación, en segunda posición, tiene que ser lo bastante móvil para crear una flexión que deje una correcta alineación con las otras articulaciones del miembro inferior.

Fuente: Elaboración propia, 2023

Adaptado de (López, 2021)

En la siguiente tabla se esquematiza los puntos más relevantes dentro de la cinemática y la cinética, que son: el movimiento y la posición de la articulación con varios aspectos como la flexión, extensión y rotación. En conjunto, tanto la cinemática como la cinética de la rodilla nos ofrecen una visión completa de su funcionamiento, siendo críticas para evaluar, tratar y prevenir lesiones y trastornos asociados con esta articulación

2.5.3 Tendencias emergentes en el mercado de dispositivos para rehabilitación.

El mercado de dispositivos de rehabilitación ha experimentado un crecimiento constante, impulsado por el envejecimiento de la población, el aumento de la conciencia sobre la salud y el bienestar, y los avances tecnológicos. Estas tendencias subrayan la importancia creciente de la tecnología y la adaptación en la rehabilitación, lo que está mejorando la eficacia de los tratamientos.

Para enfatizar puntos clave de esta temática, se proporciona la **tabla 32** que ofrece información de las empresas más importantes que tienen patentes en dispositivos de rehabilitación y ejercicio físico.

Tabla 32.

Países creadores de invenciones relacionadas con la rehabilitación

Variable	No.	%
Titulares con mayor número de invenciones patentadas en rehabilitación		
ACP Japan Co. Ltd.	20	6,3
Covidien LP.	14	4,4
Tyco Healthcare Group LP.	9	2,8
Otivio AS.	8	2,5
Titulares con mayor número de invenciones patentadas en ejercicio físico		
Brunswick Corporation	28	1,7
Jhonson Health Tech Co.	22	1,3
Precor Incorporated	21	1,3
Nautilus. Inc,	17	1
Icon IP. Inc.	15	0,9
Países con mayor número de invenciones patentadas en rehabilitación		
Estados Unidos	244	76,3
Japón	38	11,9
Taiwan	13	4,1
Reino Unido	7	2,2

Canadá	4	1,3
Países con mayor número de invenciones patentadas en ejercicio físico		
Estados Unidos	1258	76,2
Taiwan	254	15,4
Reino Unido	15	0,9
Canadá	14	0,9
Italia	15	0,9

Fuente: (Nieto-Gutierrez et al., 2019)

En el ámbito de la innovación y propiedad intelectual, ACP Japan Co., Ltd se destacó al recibir un significativo 6,3% de las patentes otorgadas por USPTO en rehabilitación, mientras que Brunswick Corporation contribuyó con un destacado 1,7% en ejercicio físico. Estados Unidos lideró la creación de patentes en ambas áreas, representando un sólido 76,3% en rehabilitación y un 76,2% en ejercicio físico.

El mercado de dispositivos de rehabilitación está en constante crecimiento, impulsado por diversas tendencias emergentes. La tecnología portátil y la conectividad de dispositivos permiten un seguimiento preciso del progreso de los pacientes, con dispositivos de fisioterapia inteligente que habilitan la tele rehabilitación y proporcionan datos en tiempo real.

“Para los dispositivos automáticos, autonomía e inteligentes necesitamos unas affordances perceptibles que nos indiquen cómo podemos interactuar con ellos y, algo igualmente importante, cómo pueden interactuar ellos con el mundo” (Norman, 2010, p. 70).

La realidad virtual y aumentada están siendo empleadas para hacer que las sesiones de rehabilitación sean más efectivas y atractivas al proporcionar entornos virtuales envolventes, para esto es importante conocer aspectos esenciales que influyen en el desarrollo de una terapia de lesión **figura 12**. La impresión 3D está

revolucionando la creación de órtesis y prótesis, permitiendo adaptaciones más precisas a las necesidades de los pacientes. Los dispositivos robóticos y exoesqueletos están cada vez más accesibles y se utilizan en la rehabilitación para asistir a pacientes con lesiones graves.

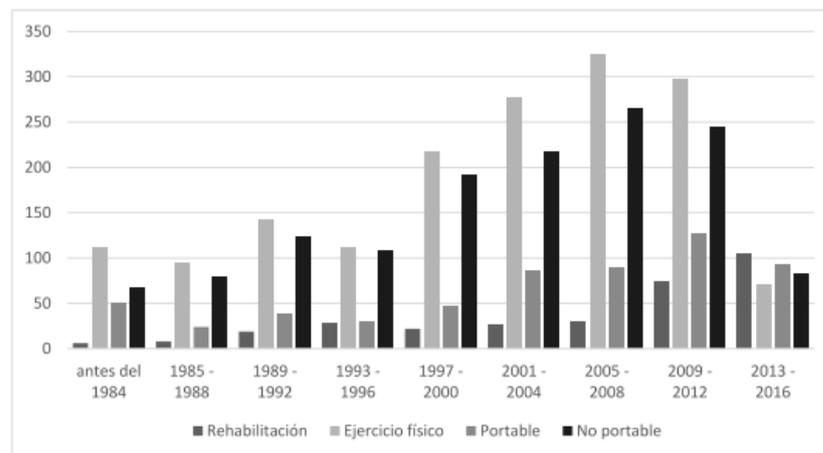


Figura 12. Datos sobre detalles de productos de rehabilitación

Fuente: (Nieto-Gutierrez et al., 2019)

Se registra un aumento significativo en la obtención de patentes relacionadas con la rehabilitación durante el período de 2009-2012, totalizando 75 patentes, mientras que, en el ámbito del ejercicio físico, el intervalo de 2005-2008 vio la creación de 326 patentes.

2.5.4 Normativas y regulaciones aplicables a dispositivos de rehabilitación.

- ISO 9001: Según la norma ISO 9001 es una pauta de gestión de calidad que no está vinculada a un sector específico y puede ser adoptada con éxito por cualquier organización que busque establecer un sistema basado en la mejora continua. En el contexto de fabricantes de productos sanitarios, esta norma involucra a la dirección en el control de calidad, lo que ayuda a implementar cambios en toda la organización para reducir costos, mejorar la responsabilidad, impulsar el crecimiento de manera sostenible y simplificar el cumplimiento de regulaciones. La versión más reciente, publicada en 2015, se

basa en una estructura común que facilita el cumplimiento de otras normas (Secretaría Central de ISO, 2015).

- ISO 13485: La norma ISO 13485 es un sistema de gestión de calidad diseñado específicamente para fabricantes de productos sanitarios. Mejora y amplía los requisitos establecidos por la norma ISO 9001, con el propósito de armonizar las regulaciones. Cumplir con la ISO 13485 implica un mayor control de calidad, trazabilidad, validación de procesos y gestión de riesgos. La conformidad con esta norma facilita la introducción de productos en mercados internacionales, agiliza procesos y conduce a operaciones más eficientes, rentables y seguras.
- ISO 14001: La sostenibilidad es una preocupación clave para los fabricantes que buscan una operación más eficiente. La implementación de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001 ayuda a los fabricantes de productos sanitarios a reducir residuos, conservar energía y disminuir su huella de carbono global, especialmente en cadenas de suministro globales. La versión más reciente de la norma ISO 14001, al igual que la ISO 9001:2015, sigue una estructura común, lo que facilita su adopción si ya se cuenta con un sistema de gestión de calidad certificado. Cuando los protocolos medioambientales, de salud y seguridad, y otros comparten requisitos, se mejora la competitividad en el sector de dispositivos médicos.
- ISO 50001: Esta norma complementa la ISO 14001 al proporcionar un sistema estandarizado específico para la gestión de la energía. Permite a los fabricantes de dispositivos médicos reducir los costos operativos y mejorar su eficiencia energética, lo que a su vez puede fortalecer su imagen y simplificar el cumplimiento de regulaciones.
- ISO 45001: La manufactura de productos farmacéuticos y médicos conlleva riesgos laborales específicos, particularmente al trabajar con tecnología avanzada en equipos de imagen y otros productos. Asegurar la seguridad del equipo no debe comprometer la productividad. La norma ISO 45001 establece requisitos para sistemas de gestión de salud y seguridad en el trabajo en el

sector de dispositivos médicos, disminuyendo riesgos y mejorando la responsabilidad, al tiempo que permite un crecimiento sostenible. Facilita la reducción continua de tasas de accidentes y problemas de responsabilidad civil.

- ISO 27001: Con la creciente sofisticación de los dispositivos médicos, la ciberseguridad se convierte en una preocupación creciente. El mercado de aplicaciones de salud en teléfonos inteligentes y la proliferación de dispositivos conectados en la atención médica demandan estándares de seguridad de la información proactivos. La norma ISO 27001 se ha convertido en esencial para los fabricantes de productos sanitarios y dispositivos médicos, ya que proporciona herramientas para evaluar y gestionar los riesgos de ciberseguridad en la organización. Basada en mejores prácticas internacionales, esta norma no se limita a plataformas o software específicos. La certificación ISO 27001 permite afrontar las cambiantes amenazas cibernéticas y mantener la continuidad en caso de incidentes de ciberseguridad (Organismo de certificación global, s. f.).

2.6 Importancia del diseño industrial en los dispositivos para rehabilitación

El diseño industrial desempeña un papel crucial en los dispositivos de rehabilitación, y sus implicaciones son profundas. En primer lugar, el diseño industrial tiene un impacto directo en la eficacia y la comodidad de los dispositivos de rehabilitación de rodilla, ya que en el contexto deportivo es necesario que la recuperación no solo permita volver a realizar una actividad sino fortalecer la articulación para reducir el riesgo de incidencia. Papanek (2014) afirma:

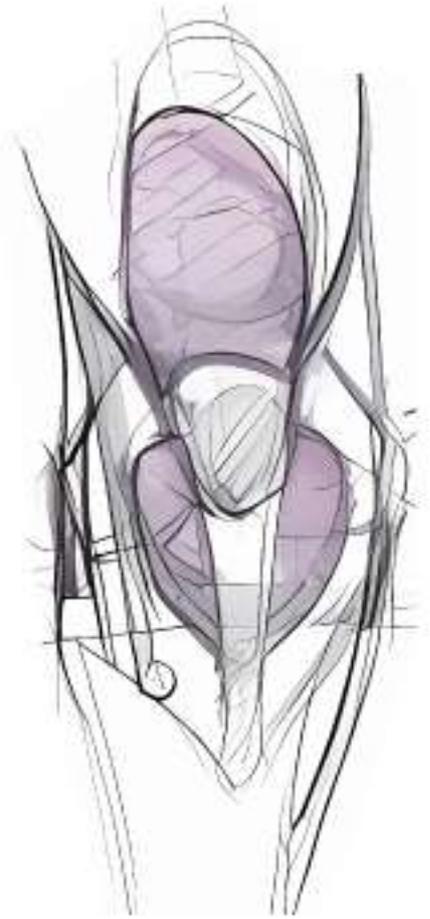
Si hemos visto que el diseñador tiene bastante poder (al afectar a todas las herramientas del hombre y su medio ambiente) como para que pueda darse la producción industrial del asesinato, hemos visto también que ese poder obligar también a aceptar grandes responsabilidades sociales y morales. (p. 83)

Un diseño concebido puede aumentar la efectividad de la rehabilitación al adaptarse a las necesidades de los pacientes. La ergonomía y la facilidad de uso son elementos cruciales del diseño, ya que los pacientes suelen interactuar con estos dispositivos de rehabilitación a diario. Por consiguiente, el diseño industrial en dispositivos de rehabilitación es fundamental para la efectividad, la comodidad y la calidad de vida de los pacientes. Un diseño cuidadoso, que considere la ergonomía y la facilidad de uso, puede marcar una gran diferencia en el proceso de recuperación.

2.7 Conclusión

Las investigaciones sobre dispositivos de rehabilitación de rodilla y su influencia en el ámbito deportivo están produciendo resultados notables. En primer lugar, los avances en dispositivos están transformando la forma en que los deportistas se recuperan de lesiones en la rodilla y mejoran su rendimiento. Estos avances ofrecen nuevas oportunidades para una rehabilitación más rápida y efectiva, es por eso que el diseño industrial se ha convertido en un eje promotor dentro de la industria de dispositivos de rehabilitación. Para esto, es necesario entender y conocer el contexto del usuario, ya que de esta manera se puede desarrollar requerimientos clave para el producto, También es importante definir el proceso creativo y de investigación que se va a emplear en el proyecto, para identificar que activos se encuentran disponibles y las ventajas que se pueden aprovechar.

Análisis del contexto



3

CAPÍTULO

3.1 Introducción

En este capítulo se desarrolla el análisis del contexto y del usuario, ya que es necesario tomar en cuenta que los futbolistas se desenvuelven en un tipo de escenario específico con necesidades determinadas. El desarrollo de la segmentación de mercado es una herramienta empleada para definir estratégicamente el usuario al que va dirigido y de esa manera responder favorablemente a los requerimientos encontrados. También se considera el análisis de los factores político, económico, social y tecnológico, ya que a nivel nacional existen regulaciones que impulsan el desarrollo de la industria de dispositivos de rehabilitación al igual que la aceptación que tiene el deporte dentro del contexto ecuatoriano, el mercado de los dispositivos de rehabilitación en el Ecuador es reconocido por la importación de productos de las grandes potencias internacionales, es por eso que se ha desarrollado el análisis de la competencia tomando en cuenta empresas mejor consolidadas en el mercado al igual que las tendencias de consumo que se mantienen vigentes alrededor de esta industria.

3.2 Análisis externo

Al realizar una visita de campo al centro de rehabilitación NeuroVitalFit se evidenció que dispone de varios insumos de rehabilitación pasiva y activa de rodilla, al igual que material de apoyo para el fortalecimiento muscular. Considerando la información otorgada por el director de la academia de fútbol Palomo Luzuriaga, esta institución aloja a diferentes personas en las categorías vigentes, cabe recalcar que estos deportistas al presentar alguna lesión deportiva acuden al centro de rehabilitación ya mencionado para recibir el tratamiento necesario.

3.2.1 Análisis del usuario.

Por medio del análisis del usuario al que va dirigido el proyecto, se ha desarrollado una segmentación de mercado que permite abordar temas como: la

comprensión y división del mercado, soluciones que no solo sean cómodas sino eficaces en su desarrollo terapéutico con el apoyo del diseño industrial para mejorar el proceso de recuperación de los deportistas.

3.2.2 Segmentación del mercado potencial.

La **tabla 33** divide el mercado potencial tomando en cuenta las características y necesidades particulares del grupo objetivo al que va direccionado.

Tabla 33.

Segmentación del usuario

Variable geográfica	Continente	Sudamérica
	País	Ecuador
	Provincia	Tungurahua
	Ciudad	Ambato
Variable demográfica	Edad	20 a 24 años
	Género	Masculino
	Grupo objetivo	Personas que han sufrido lesiones en la rodilla
	Estado civil	Solteros
Variable socioeconómica	Nivel de educación	- Primaria - Secundaria - Educación superior
	Categoría socio profesional	Media Media - Alta
	Ocupación	- Estudiantes - Profesionales - Trabajadores
	Variable psicográfica	Personalidad

		tomar decisiones y muestra liderazgo.
	Estilo de vida	Rutina de entrenamiento, una dieta equilibrada, el descanso adecuado, la evitación de hábitos perjudiciales, inteligente y el enfoque en el desarrollo personal.
	Intereses	Incluyen la familia, la caridad, la educación, la música y otros deportes.
	Preferencias	Ciertos tipos de zapatos de fútbol y equipos específicos.
Variable conductual	Prioridades	Rendimiento en el campo, su salud y estado físico, su desarrollo profesional y la representación de su país.
	Beneficios	- Salud - Comodidad - Bienestar
	Situación del cliente	Deportistas de la academia de fútbol palomo Luzuriaga de la ciudad de Ambato
	Frecuencia	Dinámica deportiva diaria a excepción de los fines de semana.

Fuente: Elaboración propia, 2023

La tabla muestra variables que permiten identificar al usuario y estratificarlo para conocer más sobre aspectos que pueden llegar a ser relevantes en el proceso de diseño, como es el caso de la edad, preferencias y el contexto deportivo.

3.2.3 Análisis PEST.

3.2.3.1 Entorno político.

El Ecuador en la actualidad está atravesando diferentes cambios, que están afectando a todo el contexto externo que rodea el país. La muerte cruzada ha sido un acontecimiento que ha marcado el gobierno nacional provocando la terminación anticipada del jefe de estado. Tomando en cuenta el aporte político del gobierno anterior, se especifica que, en el 2019 se reformuló una alternativa que proponía diferir temporalmente al 0%, la aplicación de la tarifa arancelaria de los insumos médicos de importación en base a la Resolución N°004-2020, esto permitió la compra sin valores adicionales de los insumos médicos, para que puedan ser traídos de potencias internacionales para responder a la emergencia sanitaria que estaba vigente en ese periodo, los países proveedores estuvieron de acuerdo con la reforma bajo la condición de cancelar esta tarifa una vez superada la pandemia (Cadena, 2021)

Por otro lado, En base al (Ministerio del Deporte, 2023) el deporte se establece como política de estado. Este acontecimiento surgió en el mes de marzo del año 2023, donde el anterior jefe de estado Guillermo Lasso firmó un decreto ejecutivo declarando lo anteriormente mencionado, acotando también que el deporte es una herramienta para el desarrollo, ya que tiene el poder de inspirar, unir y sobre todo de transformar vidas, fueron las palabras que el exmandatario manifestó en la ceremonia de declaración. Se ha considerado este suceso como un hecho histórico ya que esto pone al deporte ecuatoriano en constante cambio, donde la principal entidad para aprovechar este decreto es el ministerio del deporte presente en el país. En base a esto se establecieron tres ejes estratégicos:

1. Ecuador potencia deportiva que permite el desarrollo del deporte desde aspectos formativos hasta el alto rendimiento.
2. Deporte como herramienta de desarrollo e inclusión, que permita el bienestar de los ecuatorianos en criterios de salud, economía, turismo, inclusión, prevención de violencia y situaciones de riesgo.

3. Ecosistema deportivo eficiente, transparente y participativo con todos los actores del sistema deportivo.

Este decreto ha permitido que el deporte tenga mayor apoyo por parte de instituciones públicas y privadas para inspirar a los deportistas a participar en torneos internacionales, así también darles la posibilidad de disfrutar de un deporte seguro y sano. En la actualidad, el gobierno vigente de Daniel Noboa ha desarrollado varias propuestas que fomentan el deporte y el apoyo político del mismo. En noviembre del 2023 el actual presidente Noboa dio lugar a una reunión con entidades deportivas para el desarrollo del fútbol ecuatoriano con el presidente LigaPro Miguel Ángel Llorca y con Javier Tebas, presidente de LALIGA española, para organizar la apertura de 750 escuelas de fútbol que puedan beneficiar a 2.700 niños y jóvenes de escasos recursos. En síntesis, estos acontecimientos aportan al desarrollo de la industria ya que mientras mayor deporte se realiza existe un auge creciente de necesidad de bienestar física y rehabilitación para los ecuatorianos (LigaPro, 2023)

3.2.3.2 Entorno económico.

El Ecuador en el 2021 tuvo un crecimiento del 38,45%, este es correspondiente al 24,21% del PIB posesionándolo en el puesto 58 de un total de 192 países dentro del ranking de importaciones (Datosmacro, 2021)

Según Sempértegui (2023) se estimó que la economía crezca en un porcentaje de 3,1% en este año, pese a que se ha pronosticado una recesión a nivel mundial donde los países más afectados son aquellos que se encuentran en vías de desarrollo. Desde el momento que el país se dolarizó trajo consigo la responsabilidad de sostenerla, y eso resulta en comprar menos y vender más, para que de esa manera los ingresos de la balanza de comercio exterior crezcan y exista un ingreso de capital económico. Los sectores que requieren una mayor atención son: el capital de trabajo, la inversión en tecnología, la capacitación en desarrollo de toma de decisiones de gestión, la educación y la salud.

La economía y el deporte comparten vínculos correlacionales con la sociedad, en donde se maneja una gran toma de decisiones económicas, soluciones institucionales a quienes son afines a esta área, material de apoyo, bienes y servicios producidos y consumidos. Todo esto se debe a que dentro de este contexto se maneja: mano y obra, se utiliza un capital, genera ingresos y egresos comerciales (Roggiero & Paredes, 2012).

3.2.3.3 Entorno social / cultural.

El fútbol es uno de los deportes más demandados a nivel mundial, en donde no solo categoriza edad o género, sino que puede llegar a diferentes niveles, contextos, culturas y países, tomando en cuenta esto se estima que existe un total de 270 millones de personas, o un equivalente del 4% de la población mundial participa activamente en este deporte (Conmebol, 2013).

En el Ecuador como se detalla en la **tabla 34** se ha desarrollado progresivamente la práctica deportiva de fútbol en las diferentes regiones que corresponden el país.

Tabla 34.

Estadística deportiva Ecuador

Región				
Práctica deportiva	Sierra	Costa	Amazonía	Total
	1 594 567	1 262 735	166 007	3 023 309
SI	36,4%	26,5%	40,0%	31,6%
	2 789 047	3 506 435	248 535	6 544 017
NO	63,6%	73,5%	60,0%	68,4%

	4 383 614	4 769 170	414 542	9 567 326
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Adaptado de (Villacís et al., 2009).

En la tabla se observa que los habitantes de la Amazonía tienen mayor inclinación a la realización de esta práctica; el segundo lugar está para la región Sierra y el tercero para la Costa.

3.2.3.4 Entorno tecnológico.

En la actualidad existen varios laboratorios en Ecuador que realizan pruebas y simulaciones tecnológicas para el desarrollo de productos en beneficio de la sociedad. Algunos de los aspectos más relevantes dentro de este entorno son:

- Robótica.
- Realidad virtual.
- Modelos y simulaciones musculoesquelético
- Estimulación magnética transcraneal
- Estimulación transcraneal de corriente directa
- Análisis de movimiento.
- Bandas de resistencia
- Mecanismos de soporte

Las principales entidades que buscan el desarrollo nacional de productos son las instituciones de educación superior, industrias y en menor cantidad. Se han desarrollado congresos y concursos donde los exponentes nacionales pueden presentar sus proyectos a industrias de gran renombre y promocionarlo en el mercado nacional. La feria industrial más importante del Ecuador se denomina Expo Industria donde asisten fabricantes nacionales e internacionales que exponen las tendencias desarrolladas, no se limita a una categoría de productos en específico. Por otro lado, existe la feria Expo Salud desarrollada en Guayaquil y Medicon en Quito que abordan solamente la categoría médica.

3.2.4 Tendencias de consumo del entorno.

Los dispositivos de rehabilitación se han convertido en grandes instrumentos de apoyo para los profesionales de la fisioterapia, ya que no solo ha optimizado el proceso de terapia, sino que ha traído mejoras significativas en las articulaciones de los usuarios, por tal motivo el mercado de estos productos ha crecido notoriamente en los últimos años, tanto en tecnología como en aspectos funcionales.

La **tabla 35** muestra el tipo de tendencia vigente en dispositivos de rehabilitación tanto en el pasado, la actualidad y las que están emergiendo.

Tabla 35.

Tendencias en dispositivos de rehabilitación

Tendencia	Pasadas	Actuales	Emergentes
Diseño ergonómico	Los dispositivos de rehabilitación eran más rudimentarios y menos centrados en la comodidad y la movilidad.	Existe un enfoque en diseños ergonómicos que permiten una mejor adaptación a la anatomía y necesidades del paciente.	Se están desarrollando dispositivos aún más personalizados y cómodos que utilizan tecnologías avanzadas como la impresión 3D.
Materiales	La mayor parte de los dispositivos empezaron con metal, acero inoxidable, aleaciones de aluminio, madera, cuero, lycra, malla transpirable y algodón.	Se ha mantenido el aluminio y sus aleaciones, pero se ha implantado los plásticos de ingeniería, goma y diversos tipos de filamentos implantados en la impresión 3D, en cuanto a telas prevalece el uso de neopreno, telas de microfibra y tejidos antibacterianos	Se investigan materiales biomiméticos, biocompatibles y nanomateriales.

Accesibilidad y portabilidad	La accesibilidad y la portabilidad eran desafíos.	Se está utilizando dispositivos más portátiles y asequibles, lo que facilita su uso en casa.	Los dispositivos de rehabilitación sean aún más compactos y asequibles, lo que aumentará su disponibilidad y uso generalizado.
Mecanismos	Se encuentran mesas de tracción, poleas, palancas, manivelas y resortes.	Los mecanismos implantados son: bisagras, mecanismo de tracción, contrapeso, sujeción y finalmente oposición.	Incluyen mecanismos electrónicos como: electrodos, sensores y tecnología vestible (wearable).

Fuente: Elaboración propia, 2023

La tabla muestra las tendencias pasadas, actuales y futuras que rodean el diseño de dispositivos de rehabilitación y sus características distintivas que permiten entender las razones por las que se mantienen vigentes.

3.2.5 Análisis del sector y del entorno de referencia.

En Ecuador, en los últimos años, se ha evidenciado un notorio crecimiento en dispositivos para ayudar en la recuperación de lesiones de rodilla. Este incremento se atribuye en gran medida a una mayor comprensión de la importancia de la rehabilitación en el tratamiento de afecciones en la articulación de la rodilla, al igual que la notoria presencia del país en diferentes eventos deportivos internacionales de gran renombre (Veletanga, 2020).

La demanda de los dispositivos de rehabilitación ha experimentado un constante crecimiento, por diferentes factores externos como: el envejecimiento de la población, la participación en actividades deportivas y la incidencia de lesiones de rodilla. Esta incidencia de uso de herramientas de rehabilitación ha impulsado que exista una amplia variedad de productos en el mercado, que van desde las ortesis convencionales hasta dispositivos de terapia con asistencia robótica y tecnologías de vanguardia. A pesar de ello, se mantienen las barreras de

accesibilidad, economía y limitada oferta en el país para abordar la atención médica, según la recomendación de especialistas se sugiere visitar provincias como Pichincha o Guayas que poseen mayor accesibilidad a productos de alta tecnología.

3.2.6 Análisis estratégico de la competencia.

En el mercado ecuatoriano de dispositivos para la rehabilitación de la rodilla, existe una gran variedad de empresas que ofrecen diferentes productos como se detalla en la **tabla 36**, tanto de origen local como importados. En este contexto, se destacan empresas locales como:

Tabla 36.

Información de las principales empresas de insumos médicos del Ecuador

EMPRESAS LOCALES	
Nombre de la empresa	Descripción
Médica Ecuador	Es una empresa proveedora de insumos importados en las diferentes categorías médicas.
Meditek	Es una empresa de origen colombiano que importa, fabrica y comercializa diferentes insumos médicos desde equipos especializados hasta productos de uso cotidiano como rodilleras o fajas.
Protordis	Es una empresa que reside en Quito cuya función principal es la de la importación y destaca en el mercado por la fabricación de productos personalizados, no se limita a una categoría, sino que se enlaza al requerimiento del cliente.

Fuente: Elaboración propia, 2023

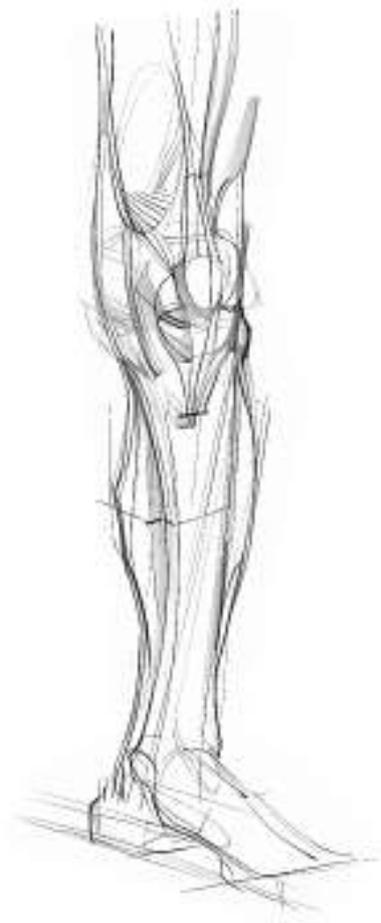
Las empresas que se encuentran detalladas en la tabla son las más reconocidas en el Ecuador, algunas de ellas fundadas en el país y otras son sucursales residentes, la empresa que destaca en este análisis es Protordis ya que se encuentra emergiendo en la fabricación de productos.

La competencia entre las diferentes empresas que comercializan estos productos se centra en aspectos como la calidad, los precios y la disponibilidad. Por otro lado, el cumplimiento de las regulaciones y las aprobaciones desempeñan un papel indispensable en esta industria.

3.3 Conclusión

El deporte y la rehabilitación física a lo largo de los años se ha ido afianzando más dentro del país, pero no se ha considerado a la industria nacional para apoyar a las necesidades que surgen en la práctica deportiva. Tomando en cuenta el referente de las industrias internacionales de dispositivos de rehabilitación, pequeñas empresas como Protordis se mantienen en la importación, pero esta empresa en particular impulsa el desarrollo de productos nacionales. Por ende, la industria de la rehabilitación presentará un auge notorio al tener gran demanda en la terapia física de los deportistas. Tomando en cuenta el desarrollo del análisis PEST se pudo identificar que el Ecuador está afianzando el deporte como política de estado, aportando económicamente y buscando alianzas internacionales para el desarrollo tecnológico y obtención de insumos médicos de mejor calidad para la accesibilidad de los deportistas al sistema de salud.

Marco metodológico



4

CAPÍTULO

4.1 Introducción

Las lesiones en futbolistas requieren de un tratamiento médico especializado, ya que este grupo objetivo no solo necesita recuperarse de la lesión sino fortalecer su articulación para continuar en su actividad deportiva, es por eso que se consideró a los profesionales del centro de rehabilitación Neurovitalfit, por su experticia en tratamientos para deportistas. El equipo de profesionales que apoyan este proyecto aportan de manera significativa con su conocimiento y direccionamiento en el tema, para lo que se han desarrollado entrevistas y visitas de campo para entender la importancia y el uso de los dispositivos de rehabilitación. Al ser un proyecto de diseño industrial se ha seleccionado a profesionales en diseño de productos para conocer el alcance del proyecto, técnicas de prototipado rápido y materiales presentes en el mercado nacional. Para el desarrollo metodológico se ha considerado el método Triz y DCU, seleccionando estratégicamente etapas de cada una de estas metodologías y combinándola en beneficio del proyecto, al igual que una investigación documental bibliográfica por la complejidad del tema.

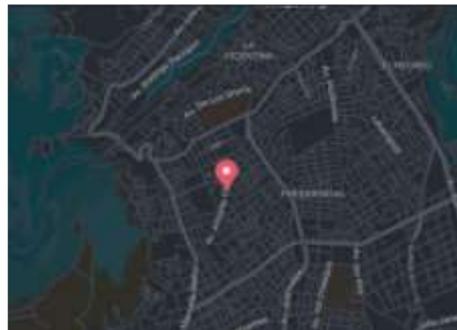
4.2 Ubicación

Neurovitalfit es un centro de rehabilitación deportiva y fisioterapia que opera en el sector privado como se muestra en la **tabla 37**. Este centro opera legalmente dentro de la ciudad de Ambato, se especializa en brindar tratamientos de rehabilitación neurológica y terapia física, es uno de los principales promotores de la actividad física y el deporte; se vincula con varios clubs, deportistas o empresas que solicitan sus servicios profesionales por los precios módicos que ofrece.

Tabla 37.

Ubicación de Neurovitalfit

Imagen



Dirección

Av. Antonio Clavijo y Psje. Granada, Ambato – Ecuador

Director

Lic. Gabriela Chicaiza

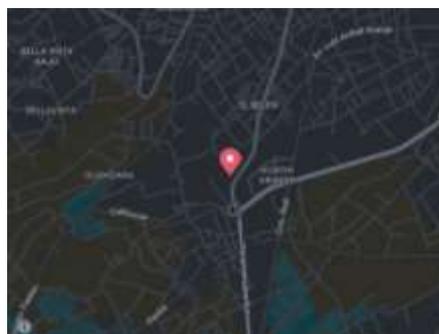
Fuente: Elaboración propia, 2023

La academia de fútbol palomo Luzuriaga es una organización clasificada según el sistema deportivo ecuatoriano como un tipo de club deportivo especializado formativo detallado en la **tabla 38**, ofrece alternativas de entrenamiento y competición para mejorar sus habilidades, este tipo de club tiene la característica de trabajar con deportistas desde tempranas edades y prepararlos para competencias de alto nivel.

Tabla 38.

Ubicación de la academia de fútbol PL.

Imagen



Dirección

Av. Atahualpa sector Huachi belén a 100m antes de llegar al puente del paso lateral de Huachi grande.

Director

Francisco Luzuriaga

Fuente: Elaboración propia, 2023

4.3 Equipos y materiales

Recursos Institucionales

- a. Academia de fútbol Palomo Luzuriaga – Ambato
- b. Centro de Fisioterapia & Rehabilitación NeurovitalFit
- c. Talleres de la facultad de diseño

Recursos Materiales

- a. Computadoras
- b. Cámaras de video
- c. Cámaras fotográficas
- d. Accesorios de oficina

Otros

- a. Base de datos
- b. Artículos
- c. Tesis
- d. Libros
- e. Normativas

4.4 Tipo de investigación

4.4.1 Método.

El método de investigación que se utilizará en el proyecto es el método inductivo, debido a su capacidad para proporcionar una comprensión más profunda y detallada del tema de estudio. En esta metodología se destaca la flexibilidad y adaptación según el progreso de la investigación.

El proyecto se basa en la combinación de aspectos relacionados con el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y el método TRIZ como se representa en la **figura 13**, se utilizarán herramientas como entrevistas para obtener información

que permita determinar las necesidades de los usuarios. Asimismo, se entrevistará a la fisioterapeuta Gabriela Chicaiza que compone el cuerpo técnico de la academia para obtener dirección en aspectos de salud y bienestar para el correcto desarrollo del proyecto. Finalmente, por medio del (CAD) y herramientas de (PR) generar piezas físicas articuladas.

Para el desarrollo de la metodología que se aplicará en el proyecto se ha considerado los siguientes pasos como resultado de la combinación de las metodologías mencionadas anteriormente:

1. Investigación y análisis
2. Recopilación de datos
3. Problema
4. Formulación del problema
5. Contradicciones
6. Solución de contradicciones
7. Diseño
8. Prototipado
9. Evaluación

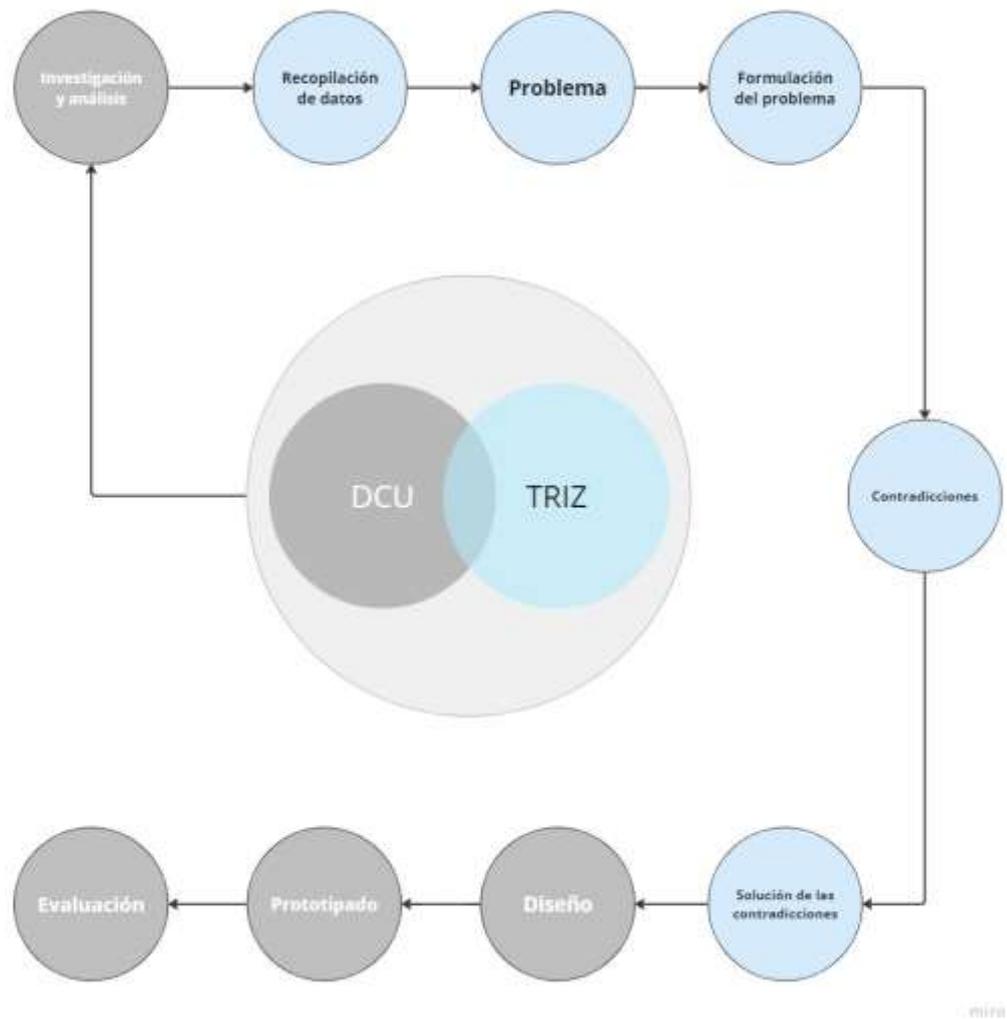


Figura 13. Metodología combinada

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se ha enlazado aspectos esenciales del DCU y TRIZ para el desarrollo de la metodología implantada en el presente proyecto, ya que empieza con la investigación y el análisis para finalmente concluir con una evaluación.

4.4.2 Enfoque.

El enfoque del presente proyecto es de tipo mixto, es decir cualitativo y cuantitativo. Los datos cuantitativos permiten obtener información que destaque la incidencia y el impacto de las lesiones en el deporte, complementado de lo

cualitativo que destaca las experiencias o percepciones con relación al proceso de rehabilitación y los dispositivos utilizados. Esto permite potencializar el proceso de rehabilitación de lesiones en los deportistas de la Academia de fútbol Palomo Luzuriaga, así como su desarrollo físico.

4.4.3 Modalidad de investigación.

Implica el uso de una investigación documental-bibliográfica para obtener información sobre la rehabilitación de lesiones de rodilla. Así mismo, complementar esta información con una visita de campo a la Academia de fútbol y a su cuerpo técnico para obtener información de primera mano, adicionalmente se considera entrevistar a expertos en diseño de productos y deportistas afectados.

4.5 Idea para defender

El dispositivo de rehabilitación para esguince en futbolistas pretende apoyar la recuperación y mejorar la efectividad del tratamiento. Esto significa que los jugadores podrán regresar al campo de juego con mayor fuerza en su articulación. En resumen, este dispositivo representa un avance significativo en la atención médica deportiva y el rendimiento de los futbolistas.

4.6 Población y muestra

La **tabla 39** presenta las características de la población objetivo, que estará compuesta por jóvenes adultos de 20 a 24 años que han presentado lesiones en la rodilla dentro del contexto deportivo. Se utilizará un muestreo no probabilístico por bola de nieve para considerar a los participantes del estudio. Se espera que la población diana permita determinar las características relevantes del grupo demográfico para obtener resultados considerables para el proyecto

Tabla 39.*Características relevantes del grupo objetivo*

Característica	Descripción
Edad	20 a 24 años
Sexo	Hombres
Actividades	Participantes activos en deportes, de preferencia fútbol.
Esguince agudo de rodilla	Lesiones recientes en la rodilla debido a torsiones, caídas o impactos durante la práctica deportiva.
Nivel de actividad física	Deportistas de alto rendimiento o aficionados.
Factores de riesgo	Historia previa de lesiones, falta de entrenamiento adecuado, equipo deportivo inapropiado, condiciones de juego, entre otros.
Acceso a la atención médica	La disponibilidad y acceso a servicios de salud.
Estrategias de tratamiento	Fisioterapia y rehabilitación.

Fuente: Elaboración propia, 2023

La tabla representa aspectos esenciales para definir al grupo objetivo, como es el caso de la edad, el género, la lesión y la forma de tratamiento que se ha usado para combatir las dolencias.

La **tabla 40** presenta la muestra de las profesionales y deportistas que se han considerado para el desarrollo de las entrevistas.

Tabla 40.

Muestra de personas a entrevistar

Detalles	Cantidad
Fisioterapeuta	1
Entrenador deportivo	1
Diseñadores de productos	2
Deportistas afectados	3
Total	7

Fuente: Elaboración propia, 2023

El numero total de personas a entrevistar es de 7, esta cantidad engloba el apoyo de deportistas afectados y profesionales en el área de: la salud, el deporte y el diseño.

4.7 Recolección de información

Para el proceso de recopilación de información presentado en la **tabla 41**, se desarrollará entrevistas a diferentes profesionales tanto en el área médica, deportiva y de diseño industrial, relacionados con dispositivos de rehabilitación y lesiones de rodilla, así también a deportistas que han sufrido lesiones en la rodilla.

Tabla 41.*Directrices para la recolección de información*

N°	Preguntas	Descripción
1	¿Para qué?	Tomando en cuenta la información que se ha recopilado, se plantea establecer puntos clave para el desarrollo del proyecto de diseño.
2	¿Cuál es el grupo objetivo?	Está compuesto por jóvenes adultos de 20 a 24 años hombres, que han presentado lesiones en la rodilla dentro del contexto deportivo. Además de profesionales tanto en el área de rehabilitación física, preparación deportiva y diseño de productos.
3	¿Sobre qué temas?	Temas de rehabilitación física, terapia de lesiones de rodilla, incidencia deportiva, productos de rehabilitación, el diseño en la medicina y en el Ecuador, ejercicios de rehabilitación, accesibilidad de productos y resultado de las lesiones dentro del deporte.
4	¿Quién va a ser entrevistado?	El entrenador deportivo, la fisioterapeuta, los expertos en diseño de productos y jugadores lesionados.
5	¿Cuándo?	El proceso se lleva a cabo durante el periodo académico correspondiente a septiembre – enero 2023
6	¿Dónde?	En la provincia de Tungurahua, ciudad de Ambato.
7	¿Cuál va a ser la técnica de recolección?	El uso de entrevistas.
8	¿Con qué instrumento?	Cuestionario

Fuente: Elaboración propia, 2023

El desarrollo de diferentes preguntas clave para conocer directrices que aportan al proceso de entrevistas, y permiten ofrecer información del proyecto a desarrollar.

4.7.1 Plan de recolección de datos (entrevistas).

- Definir el objetivo de la investigación.
- Seleccionar a los entrevistados.
- Elaborar un cuestionario de la entrevista.
- Coordinar aspectos de logística con las personas que van a ser entrevistadas.
- Grabar o tomar apuntes de la entrevista para registrar la información.
- Interpretar la información obtenida de las entrevistas.
- Desarrollar una conclusión que resalte aspectos relevantes de la entrevista.

4.7.2 Plan de procesamiento de la información.

Se ejecutará la recopilación de información, todo se ha desarrollado con el consentimiento de la población y se mantendrá constante comunicación, ya que las personas involucradas en el proceso presentan interés en el proyecto integrador.

Después de haber recopilado la información necesaria se ha definido el siguiente procesamiento de la información:

- Se procederá a organizar, clasificar y revisar la información.
- Se redactarán las correspondientes conclusiones y recomendaciones basadas en la información reunida.
- Basado en los hallazgos, se identificará acciones o decisiones a tomar.

4.8 Análisis de los resultados

Entrevista A

Conclusión de la entrevista a la fisioterapeuta

Esta entrevista refleja una clara necesidad de productos de rehabilitación local, ya que los altos costos y la adquisición de estos resulta complicada, dando como resultado un mayor tiempo de rehabilitación en los pacientes y su recuperación prolongada. Los puntos más relevantes que hacen que un producto sea destacable es la regulación de la carga y la movilidad que se le dé a la rodilla, mantener fijos los ángulos de movilidad y facilitar la movilidad activa de la articulación.

Entrevista B

Conclusión de la entrevista al entrenador deportivo

La preparación física y el entrenamiento deportivo que engloba esta disciplina es imprescindible, ya que permite conocer movimientos correctos y pone en aviso cuáles podrían ser las situaciones de riesgo que pueden no solo provocar una lesión sino una fractura. Tanto la preparación deportiva como la implementación de la rehabilitación van de la mano para apoyar la continua actividad física de los deportistas, ambas apoyan el fortalecimiento de la rodilla como una medida preventiva.

Entrevista C

Los diseñadores de productos presentados en la **tabla 42** aportan de manera técnica en el proceso de desarrollo de dispositivos de rehabilitación, además de otorgar un panorama del diseño en el Ecuador y los alcances a los que se puede llegar al implantar el diseño industrial en el área de la salud.

Tabla 42.*Conclusiones de las entrevistas realizadas a los diseñadores de productos*

	Diseñador 1	Diseñador 2
P1	El diseño es un proceso de evolución que se encuentra en constante creciente, aun mas en el país ya que apenas están sobresaliendo los profesionales.	El diseño ha ido creciendo a lo largo de los años aún siguen siendo pocos los referentes reconocidos dentro del mismo medio.
P2	El desafío más probable es el de la tecnología, ya que, si se trabaja con proyectos que incluyan el internet de las cosa o componentes electrónicos, existe un nivel de dificultad más grande.	Las principales limitantes tienen que ver con el alcance productivo y esto lleva a la factibilidad de implementación. Por ejemplo, al haber tanta oferta traída de otros países con precios que rompen en el mercado.
P3	La escala de construcción o la producción controlada está limitada a una etapa de prototipado, consecuencia de los altos costos y accesibilidad de varios componentes.	Los obstáculos están ligados al alcance productivo, no estamos a un nivel alto de competencia como otros países. El nivel tecnológico va limitado a que estamos relegados por eso no se puede fabricar ni implementar propuestas innovadoras.
P4	Son relevantes porque existe un mercado que estandariza los productos con precios muy altos, beneficios limitados y poco accesibles.	Es un campo que aún se está explorando, un ejemplo es el área de la salud porque se han ido dando cuenta que los precios de dispositivos llegan a ser excesivamente altos.
P5	Es esencial porque los productos que encontrábamos en el mercado se han desarrollado para satisfacer la necesidad de compra.	El diseño es esencial porque hay muchos parámetros que entran en juego con la experiencia que el usuario va a tener en el proceso de rehabilitación, por ejemplos si un producto no está bien diseñado, el peso termina siendo excesivamente alto, tanto que no puede colaborar con el paciente.
P6	Tecnología, normativa, rangos y parámetros. Ya que existen estándares pautados que detallan la tecnología y gestión necesaria para el producto.	Pueden existir etapas que se deleguen a otras empresas extranjeras para concretar el diseño.

P7	Tecnología, costos, respetar la normativa y ser honestos en los beneficios reales que el producto va a ofrecer.	Va de la mano el tema del bienestar social, la parte médica tiene que ver con eso.
C.	El diseño evoluciona en un entorno emergente, enfrentando desafíos tecnológicos y costos elevados en la producción. La relevancia radica en un mercado con productos costosos y limitado acceso. El éxito implica equilibrar innovación y viabilidad económica.	Las limitaciones en alcance productivo y tecnológico afectan la competencia internacional. La importancia del diseño en salud es crucial para la rehabilitación, a pesar de que a menudo se externaliza a empresas extranjeras para su implementación.

Fuente: Elaboración propia, 2023

La tabla presentada anteriormente sintetiza los criterios recogidos al desarrollar las entrevistas a los diseñadores de productos, esto permitió comprender que el diseño es un eje central para el desarrollo de la sociedad, a pesar de las limitaciones que presenta el país existen alternativas para sobresalir en el mercado, el aporte de estos profesionales permitió conocer nuevas tecnologías aplicadas al prototipado y tendencias económicas existentes.

Entrevista D

Los deportistas afectados con lesiones en sus rodillas como se sintetiza en la **tabla 43**, a lo largo de su preparación física y competencia deportiva han desarrollado lesiones que les ha permitido experimentar con diferentes dispositivos de rehabilitación.

Tabla 43.*Conclusiones de las entrevistas realizadas a los deportistas afectados*

	Deportista 1	Deportista 2	Deportista 3
P1	Si	Si	Si
P2	Empezaron con lesiones pequeñas como esguinces y la mayor ha sido la de rotura de ligamento cruzado anterior por un cambio brusco de dirección provocado por el peso de mi cuerpo, esta lesión sucedió cuando me encontraba en un partido.	Cuando era menor de edad sufría muchos esguinces al tener varios partidos y pocas veces en entrenamientos, pero la más significativa ha sido la rotura de ligamento cruzado que ocurrió cuando yo estaba jugando la final de un torneo en Los Ríos, un jugador se cayó encima de mi rodilla.	Empecé con leves molestias en la rodilla que resultaban ser esguinces agudos pero mi lesión más significativa fue una ruptura de ligamento cruzado anterior cuando choqué con otro jugador.
P3	Lo positivo es que con la rehabilitación recortas más fuerza en todos los músculos del pie. Lo negativo es que la recuperación de la rotura de ligamento anterior es demasiado larga y con métodos cotidianos no pude mejorar.	En el aspecto negativo no me permitía realizar los ejercicios naturalmente por el miedo y el dolor que era muy intenso. En cambio, lo positivo es que me ayudó con mi disciplina en mi cuidado personal.	Lo positivo es que ganas fuerza mediante toda la recuperación, desde que empiezas las terapias hasta cuando terminas. Y lo negativo es el tiempo que te lleva las rehabilitaciones.

P4	<p>La lesión ya la he tenido desde hace 3 años atrás pero no lo sabía, tuve que realizarme una resonancia porque venía consecutivamente lesionándome de distensión de ligamentos y no mejoraba. Los dispositivos de rehabilitación para fortalecimiento me ayudaron a que pueda recuperar la fuerza y estabilidad en mi rodilla ya que me permitían nivelar la fuerza para progresivamente irme exigiendo.</p>	<p>Sobre especialmente afín al estímulo por electricidad, considero que es una de las técnicas que más me ayudo. Adicional a eso se complementaba con ejercicios de fuerza que permitan que mi rodilla tenga mayor resistencia por si sola, esto lo hizo la fisioterapeuta con movilidad activa y pasiva.</p>	<p>Antes de eso yo sufría mucho de distensión de ligamentos, pero cuando llegó al punto de romperse tuve que operarme y mi rodilla quedó como nueva, aunque en la actualidad debo mantenerme ejercitando la rodilla y ganando fuerza.</p>
P5	<p>Los dispositivos de magneto corriente ultrasonido me gustan más porque casi no se siente el tratamiento, pero resulta ser muy costoso. Los médicos han mantenido ejercicios de movilidad activa y pasiva y la sensación es muchas veces desagradable, ya que el material es muy rígido y muchas veces me ha causado alergia.</p>	<p>Es una mezcla de emociones tanto de temor, angustia y relajación. Otras veces me resultaba muy difícil ya que se necesitaba una preparación para manejar los equipos correctamente y no afectar mi salud, eso me causa un gran disgusto porque varias veces debían volver a explicarme y me hubiera gustado que yo pudiera descifrar fácilmente su uso.</p>	<p>Son buenos por qué no sientes ningún dolor y la mayor parte son modernos, algunos no me agradaban porque cada sesión resultaba altamente costosa, pero eran indispensables para que pueda recuperarme completamente.</p>
P6	<p>Completamente, ya que al no contar con un transporte privado debía transporta varios equipos que rentaba en transporte público y resulta muy pesado e incómodo. Por eso prefería permanecer en el centro de rehabilitación para las terapias.</p>	<p>Si, completamente, pero esto resulta costoso ya que incluso debes dejar una garantía para que puedan prestarte equipo para llevarte a tu casa. Muchas veces prefería permanecer en el centro de rehabilitación por miedo de dañar algo y que resulte mucho más costoso.</p>	<p>Si es importante por qué había ocasiones en las que necesitaba viajar o estar en otros lugares y debía llevar conmigo el equipo que me apoyaba en mi proceso de rehabilitación.</p>

P7	Los plásticos o elásticos me resultan más agradables, incluso aquellos que tienen una cobertura de tela porque no me resulta invasivo.	Soy mucho más del uso de textiles, pero me agrada las partes rígidas de los productos porque siento que dan un equilibrio entre delicadeza y firmeza, me hacen sentir seguro.	Me agrada los de metal porque me resultaban más confiables, pero también eran muy incómodos porque son completamente rígidos, me gustaría que quizá pueda ser el mismo material, pero piezas más pequeñas o tipo rompecabezas que lo haga más liviano.
C.	La preferencia por dispositivos de rehabilitación, como los de magneto corriente ultrasonido, se ve contrarrestada por su elevado costo, y la rigidez de algunos materiales utilizados en las terapias ha generado incomodidades y alergias.	Los productos pueden llegar a provocar temor y dolor intenso durante la rehabilitación, pero potencian la disciplina en el cuidado personal. La combinación de estímulos eléctricos y ejercicios de fuerza, guiados por la fisioterapeuta, contribuyen positivamente a la resistencia de la rodilla.	La operación mejoró significativamente la condición de la rodilla, ya que antes de esto existían constantes lesiones leves, pese a esto permanece la constante necesidad de ejercicios y fortalecimiento. La utilización de dispositivos modernos efectivos resultó costosa.

Fuente: Elaboración propia, 2023

Esta tabla enlaza todos los criterios obtenidos por parte de los deportistas lesionados en cuanto al uso de dispositivos de rehabilitación para su tratamiento médico, esta información es relevante porque permite desarrollar la lista de requerimientos en base a su experiencia con dichos productos. También se destacan criterios como los costos, el transporte y los materiales.

4.9 Conclusiones

El diseño industrial en el Ecuador aún no posee el renombre necesario para sobresalir en la industria, pero es uno de los grandes ejes para el desarrollo de productos y el aprovechamiento de materia prima local. Para el dispositivo de rehabilitación será necesario tomar en cuenta que los deportistas que se han mantenido en constante rehabilitación recalcan que, el uso de metales en partes estratégicas es muy viable, ya que refleja seguridad y firmeza, pero debe tener un contraste equilibrado con su peso, debido a la transportabilidad que es una característica indispensable en este producto por factores externos de los pacientes.

A pesar de ello, los procesos de construcción mejor empleados y con mayor auge dentro del diseño de productos y de la medicina, es el uso de la impresión 3D, ya que los filamentos utilizados no han generado daños a la salud al estar en contacto con la piel, además de potenciar el bajo costo y prototipado rápido. Otra característica por tomar en cuenta son los acabados físicos, como es el caso de los textiles donde se toma en cuenta al neopreno por su constante tendencia dentro de la industria deportiva como en la médica. Finalmente, todas las personas entrevistadas concluyen en que el producto debe ser affordances, para mejorar la interacción del paciente con el producto y generar confianza en el desarrollo terapéutico.

4.10 Recomendaciones

Para garantizar la constante evaluación del dispositivo de rehabilitación para esguince, se sugiere por parte de los diseñadores de productos el uso de la impresión 3D para el desarrollo de prototipado rápido, ya que es una técnica actual, rápida y de fácil acceso dentro de nuestro contexto.

Por otro lado, la fisioterapeuta junto al entrenador deportivo motiva el uso de la propia fuerza de la persona para el desarrollo de movilidad activa, debido a las ventajas físicas que posee este tipo de rehabilitación.

5

CAPÍTULO

FR

Fortis_{knee}



Descripción del producto

El nombre "Fortis Knee" fue seleccionado para comunicar robustez y resistencia en el contexto de la salud articular de la rodilla. La inclusión de la palabra "Fortis", que se traduce como "fuerte" en latín, junto con "Knee" (rodilla en inglés), tiene como objetivo infundir confianza en los usuarios, ya sea por los materiales utilizados o por el mecanismo de oposición que posee. Estos aspectos son fundamentales al considerar la estabilidad y el bienestar de la rodilla, especialmente en el ámbito deportivo.

Fortis Knee es un dispositivo para rehabilitación de lesión de esguince en la rodilla, está diseñado para ajustarse a la pierna del deportista con facilidad, además mejora la experiencia del usuario al manejar la percepción "affordances". Este producto se destaca por el mecanismo que posee, ya que fomenta la terapia de rehabilitación activa, promoviendo el uso de la fuerza del paciente como elemento impulsor para accionar el mecanismo de oposición, dando como resultado fortalecimiento de la articulación.

Brief

de diseño



¿Cuál es la situación de partida?

Los insumos que se utilizan para el desarrollo de terapias son importados por altos intereses económicos desde las grandes potencias internacionales.



Objetivo del proyecto

Desarrollar una herramienta que apoye el proceso de rehabilitación de rodilla en futbolistas y mejore la experiencia terapéutica.



¿Qué se va a diseñar?

Un dispositivo para rehabilitación de lesión de esguince en la rodilla.



Importancia del proyecto

Este proyecto es importante porque busca mejorar la experiencia del paciente durante el proceso de rehabilitación, potenciar el uso de su fuerza propia como sistema motor para generar resistencia y dar como resultado una rodilla más fuerte.



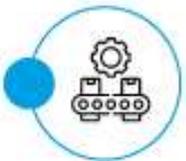
¿Cómo?

Por medio de la combinación de las metodologías DCU y Triz. También se ha tomado en cuenta el apoyo del centro de rehabilitación, la academia de fútbol, diseñadores de productos y deportistas afectados.



Características del producto

- Esta diseñado para ajustarse fácilmente a la pierna del deportista.
- Ligero y cómodo al estar en contacto con la piel.
- Intuitivo
- Fácil mantenimiento



Beneficios

- Adaptable a diferentes entornos de uso
- Seguridad
- Confiabilidad
- Empatía con el usuario por su relación con los materiales empleados
- Evaluación personal progresiva del tratamiento



¿Cuál es el problema que se soluciona?

La accesibilidad a dispositivos de rehabilitación tanto por factores de costo o disponibilidad en el mercado nacional.



¿Cuál es el público objetivo al que se quiere llegar?

- Edad: 20 a 24 años
- Género: Hombres
- País/Ciudad: Ecuador, Ambato
- Actividades: Práctica deportiva (fútbol)
- Ocupaciones:
 - Estudiantes
 - Trabajadores
 - Deportistas en preparación profesional o aficionados



¿A qué mercado está dirigido?

Empresas o microempresas encargadas a la importacion, creacion o distribucion de insumos médicos a nivel nacional. En este mercado se destacan empresas como:

- Protordis
- Meditek
- Médica Ecuador



Recursos disponibles

- | | | |
|---|--|--|
| Académicos: | Tecnológicos: | Humanos: |
| <ul style="list-style-type: none">- Tesis- Documentos de investigación | <ul style="list-style-type: none">- Protitpado rápido (3D)- Equipo de costura | <ul style="list-style-type: none">- Profesionales de la salud- Profesionales deportivos |



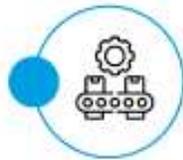
Materiales

Neopreno
Filamentos PLA, TPE, TPU, ABS
Velcro
Caucho silicón



Mecanismo

El sistema refleja la forma de media circunferencia y posee dos laterales para sujeción externa. El mecanismo a considerar pertenece al Kyutech Institute of Technology de Japón.



Método de fabricación

Impresión 3D
Uso de moldes
Costura



Validación

Se desarrollará con los especialistas considerados en el proceso de investigación y con los deportistas afectados.

Alambre galvanizado



Caucho Silicón



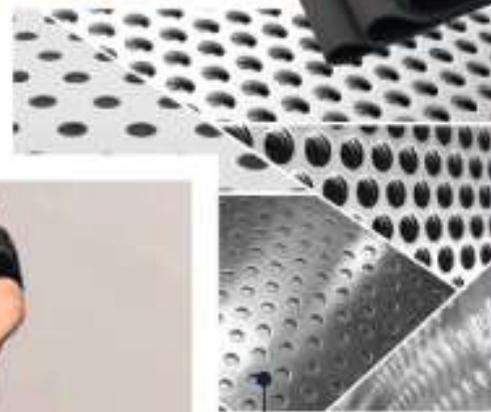
Estructura

Moodboard

aspectos relevantes

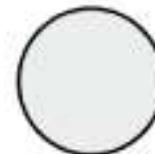


Neopreno



Fortaleza

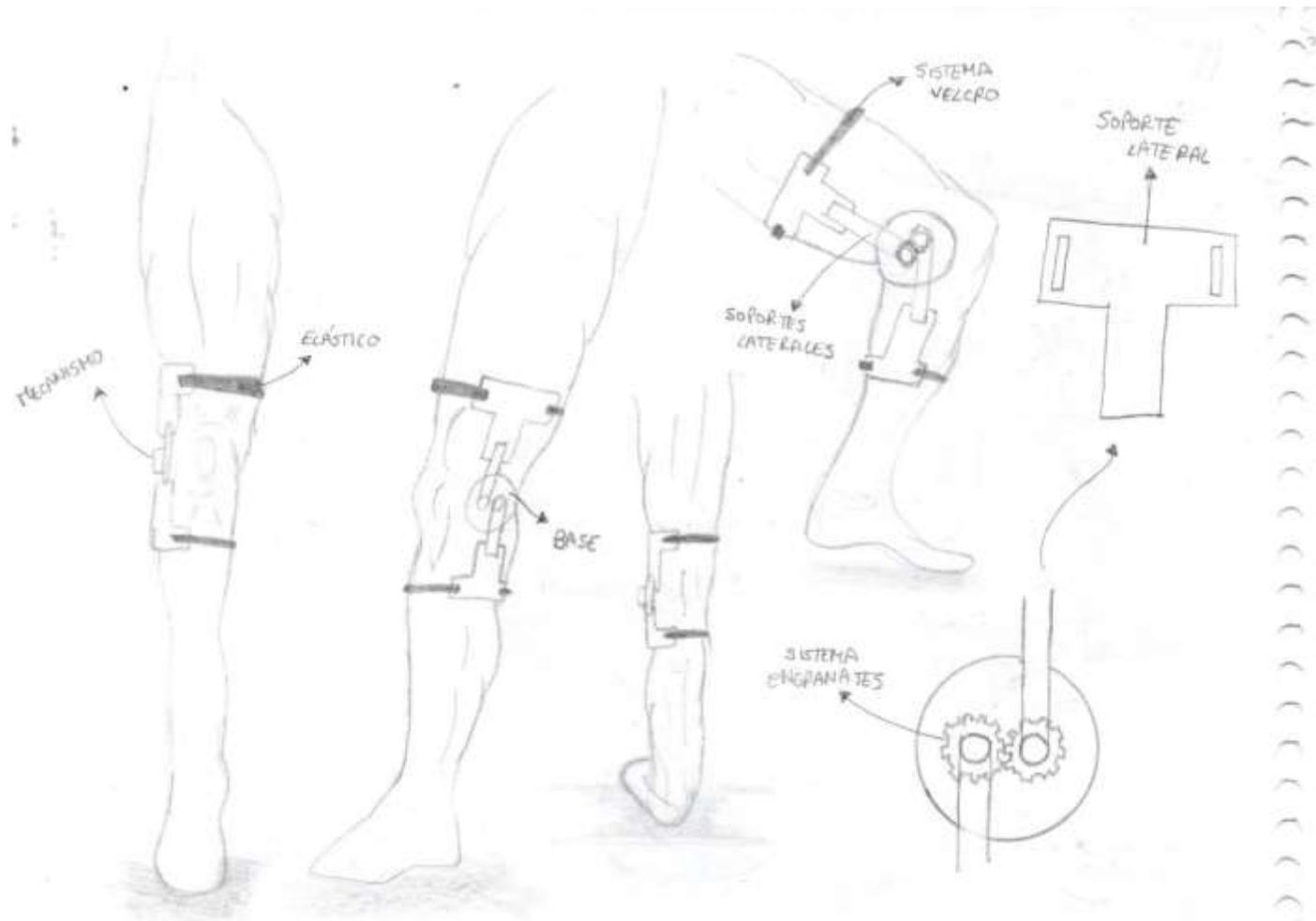
Deporte



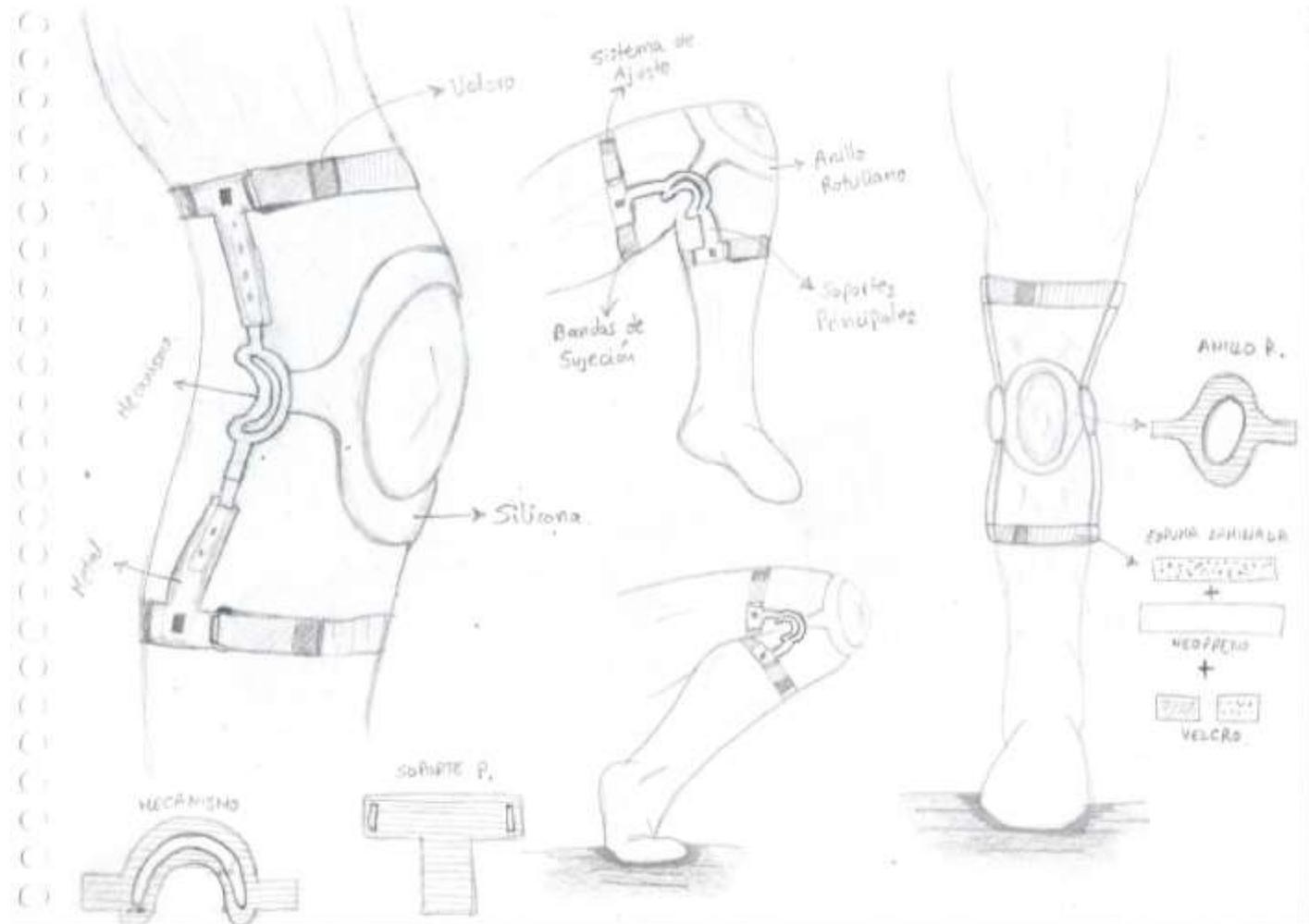
Ranurado

5.4 Desarrollo de las propuestas

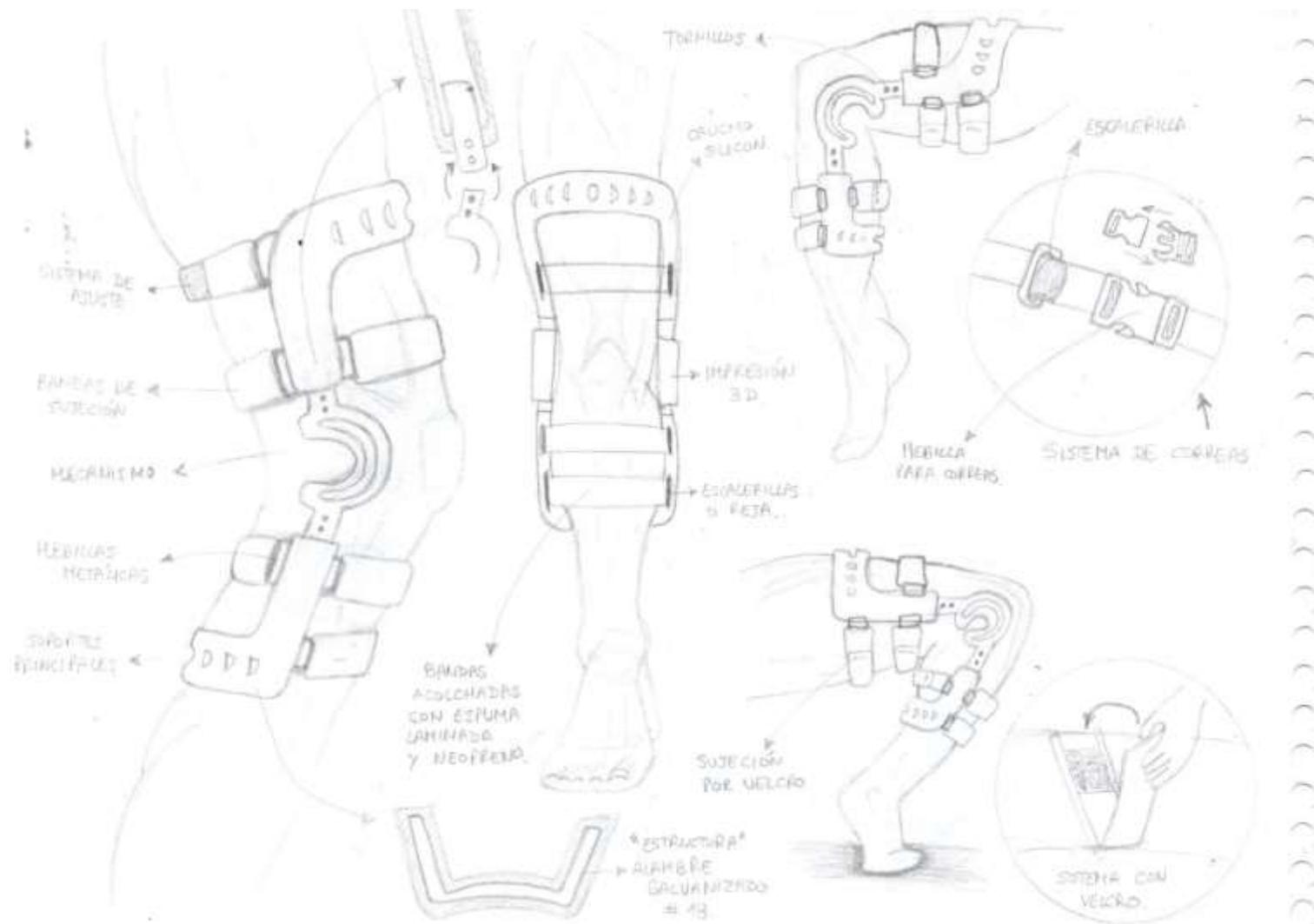
5.4.1 Propuesta uno.



5.4.2 Propuesta dos.

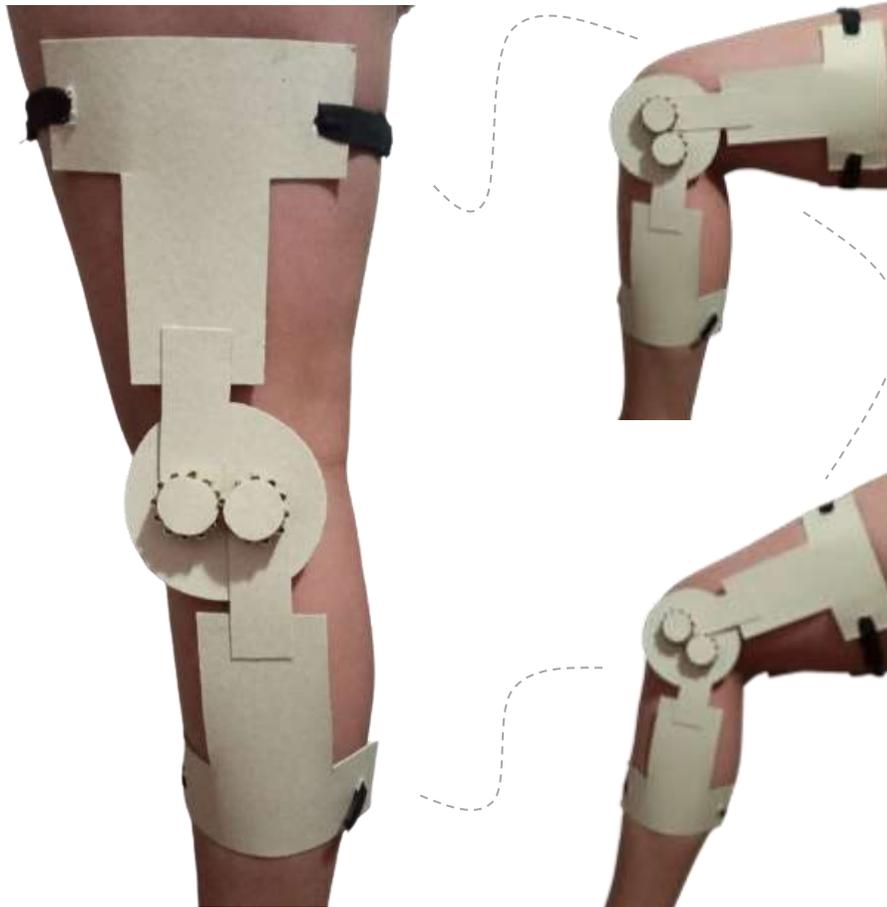


5.4.3 Propuesta tres.



5.5 Desarrollo de modelos

5.5.1 Modelo de la propuesta uno.



5.5.2 Modelo de la propuesta dos.



5.5.3 Modelo de la propuesta tres.





Figura 14. Evaluación de las propuestas – Especialistas

Se observa la ponderación otorgada por la fisioterapeuta sobre aspectos relevantes para el desarrollo del producto, al final se ha resuelto que la mejor alternativa a considerar es la propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia, 2023

5.7 Pruebas del mecanismo usando técnicas de prototipado rápido



Tabla 44.

Parámetros de impresión prueba 1

Parámetro	Detalles
Tipo de impresora	Ender-3 Pro
Diámetro del nozzle	0.4mm
Diámetro del filamento	1.75mm
Tipo de filamento	PLA
Altura de capa	0.22mm
Relleno	10%
Tipo de relleno	Trihexagonal
Grosor de la pared	1.4mm
Recuento de líneas de pared	3
Flujo	40%
Porcentaje de tamaño	100%



. La pieza impresa 1 con relleno del 10% al estar sometida a una fuerza externa se fragmentó por la mitad.

Fuente: Elaboración propia, 2023 Adaptado de (Moya & Magal, 2020)

Tabla 45.

Parámetros de impresión prueba 2

Parámetro	Detalles
Tipo de impresora	Ender-3 Pro
Diámetro del nozzle	0.4mm
Diámetro del filamento	1.75mm
Tipo de filamento	PLA
Altura de capa	0.22mm
Relleno	100%
Tipo de relleno	Trihexagonal
Grosor de la pared	1.4mm
Recuento de líneas de pared	3
Flujo	85%
Porcentaje de tamaño	100%

. La pieza impresa 2 con un relleno del 100% compone un cuerpo fuerte y rígido que no permitió ningún tipo de deformación.

Fuente: Elaboración propia, 2023 Adaptado de (Moya & Magal, 2020)

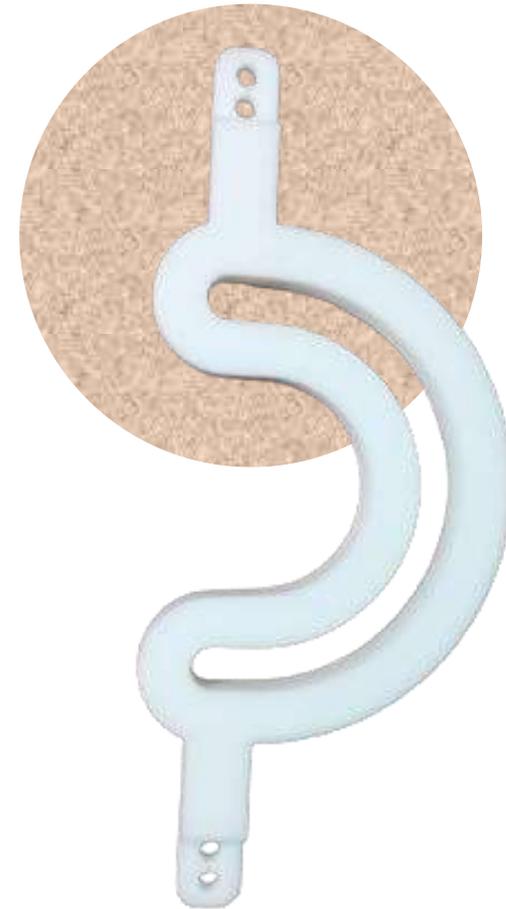


Tabla 46.

Parámetros de impresión prueba 3

Parámetro	Detalles
Tipo de impresora	Ender-3 Pro
Diámetro del nozzle	0.4mm
Diámetro del filamento	1.75mm
Tipo de filamento	PLA
Altura de capa	0.22mm
Relleno	100%
Tipo de relleno	Trihexagonal
Grosor de la pared	1.4mm
Recuento de líneas de pared	3
Flujo	85%
Porcentaje de tamaño	100%

En la pieza impresa 3 con un relleno del 100% se realizó varias incisiones con un taladro para quitar una parte del material, pero la pieza mantuvo su firmeza y dureza.

Fuente: Elaboración propia, 2023 Adaptado de (Moya & Magal, 2020)

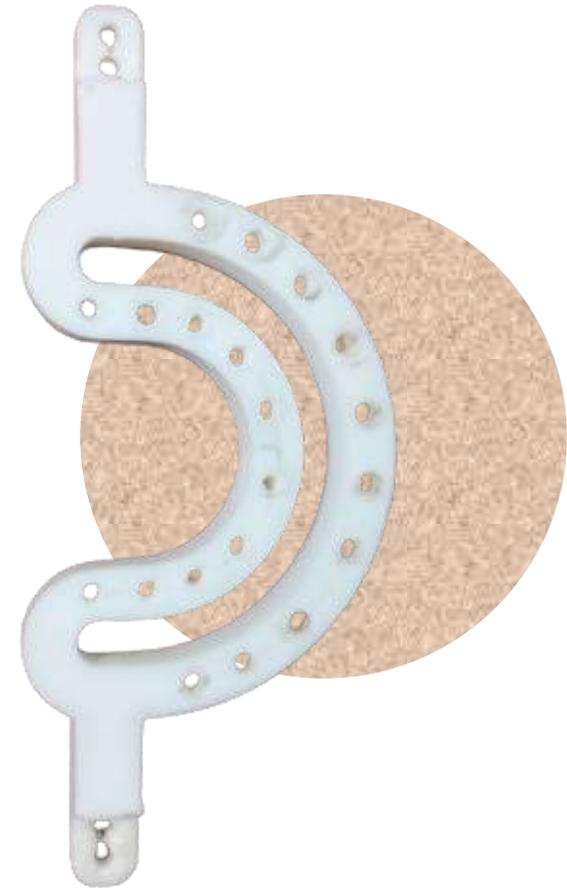


Tabla 47.

Parámetros de impresión prueba 4

Parámetro	Detalles
Tipo de impresora	Ender-3
Diámetro del nozzle	0.4mm
Diámetro del filamento	1.75mm
Tipo de filamento	PLA
Altura de capa	0.22mm
Relleno	100%
Tipo de relleno	Trihexagonal
Grosor de la pared	1.4mm
Recuento de líneas de pared	3
Flujo	85%
Porcentaje de tamaño	80%

La pieza impresa 4 con 100% de relleno, pero 80% del tamaño es rígida y no permite que, al ejercer presión sobre ella, exista algún tipo de deformación.

Fuente: Elaboración propia, 2023 Adaptado de (Moya & Magal, 2020)



Tabla 48.

Parámetros de impresión prueba 5

Parámetro	Detalles
Tipo de impresora	Ender-3 Pro
Diámetro del nozzle	0.4mm
Diámetro del filamento	1.75mm
Tipo de filamento	TPU
Altura de capa	0.16mm
Relleno	100%
Tipo de relleno	Trihexagonal
Grosor de la pared	1.4mm
Recuento de líneas de pared	3
Temperatura de impresión	217°C
Flujo	100%
Porcentaje de tamaño	60%
Velocidad de impresión	50mm/s
Velocidad de relleno	50mm/s
Velocidad de pared	25mm/s
Velocidad de capa inicial	20mm/s

Fuente: Elaboración propia, 2023 Adaptado de (Moya & Magal, 2020)

La pieza impresa 5 con relleno del 100% en TPU presenta la flexibilidad óptima para el desarrollo del proyecto.



Tabla 49.

Parámetros de impresión prueba 6

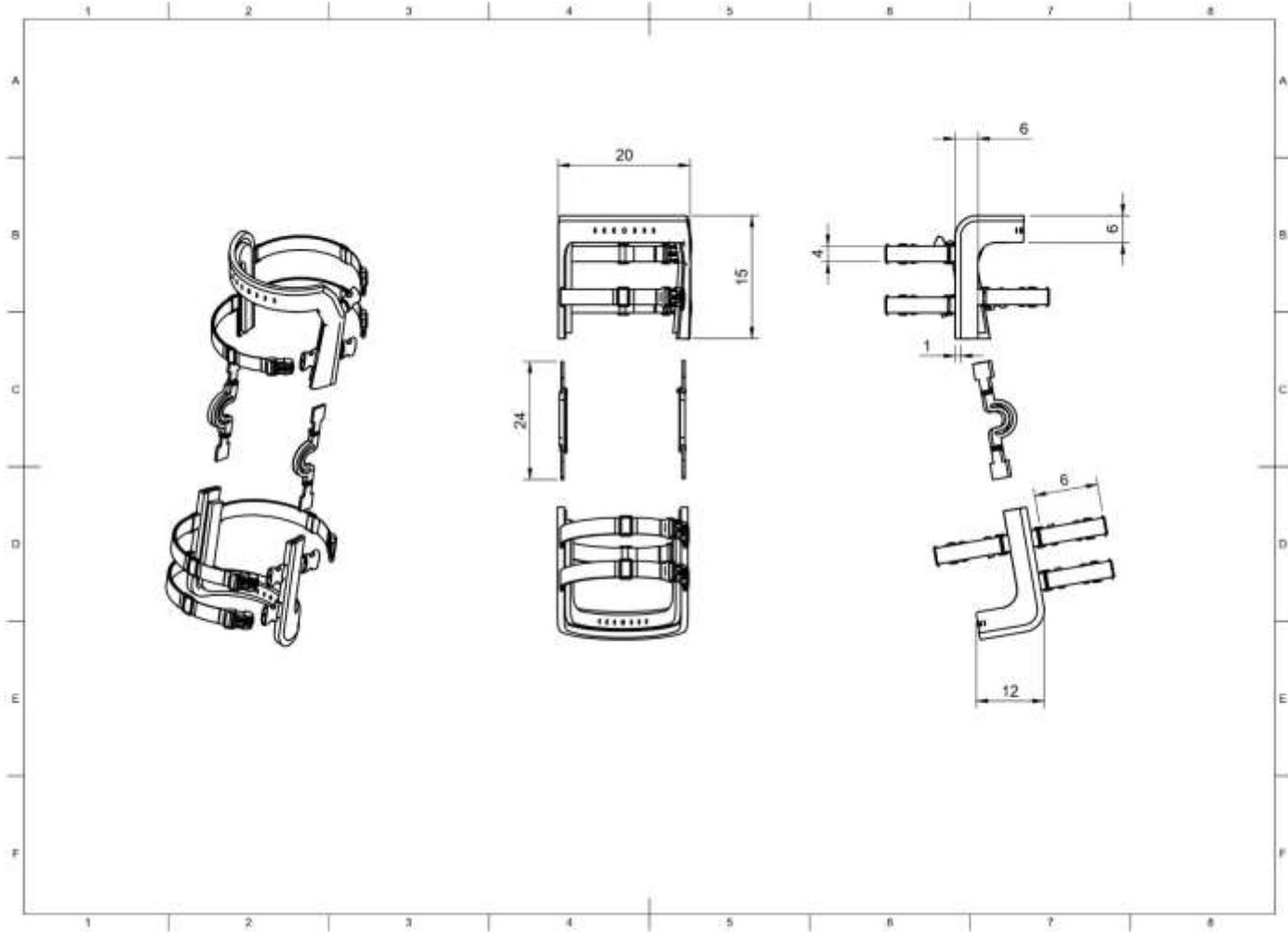
Parámetro	Detalles
Tipo de impresora	Ender-3 Pro
Diámetro del nozzle	0.4mm
Diámetro del filamento	1.75mm
Tipo de filamento	TPE
Altura de capa	0.16mm
Relleno	100%
Tipo de relleno	Trihexagonal
Grosor de la pared	1.4mm
Recuento de líneas de pared	3
Temperatura de impresión	217°C
Flujo	100%
Porcentaje de tamaño	50%
Velocidad de impresión	50mm/s
Velocidad de relleno	50mm/s
Velocidad de pared	25mm/s
Velocidad de capa inicial	20mm/s

Fuente: Elaboración propia, 2023 Adaptado de (Moya & Magal, 2020)

La pieza impresa 6 con relleno del 100% en TPE presenta gran flexibilidad en diferentes direcciones provocando inestabilidad en la pieza.



5.8 Medidas generales del producto (cm)



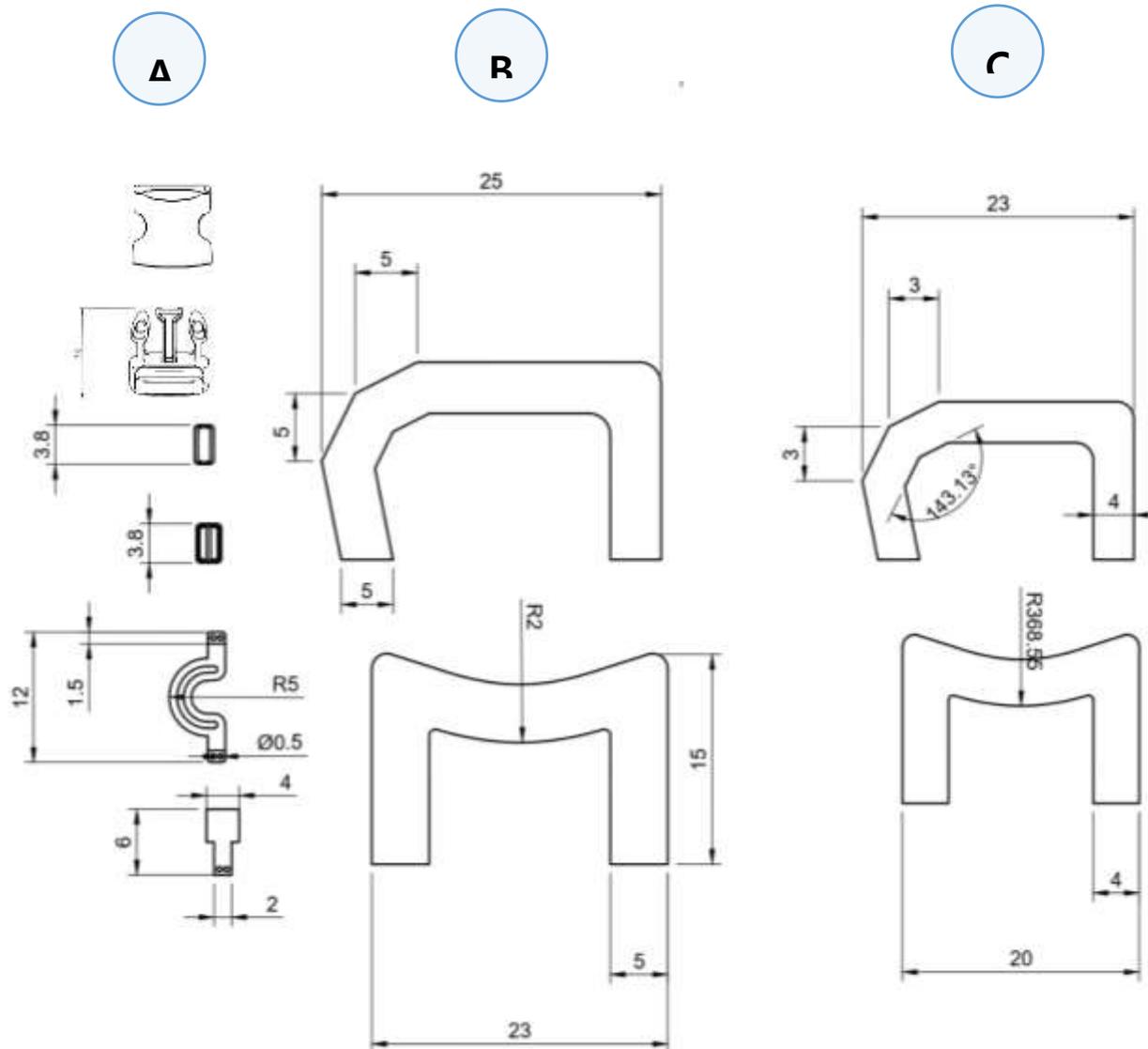
MEDIDAS

- **A**

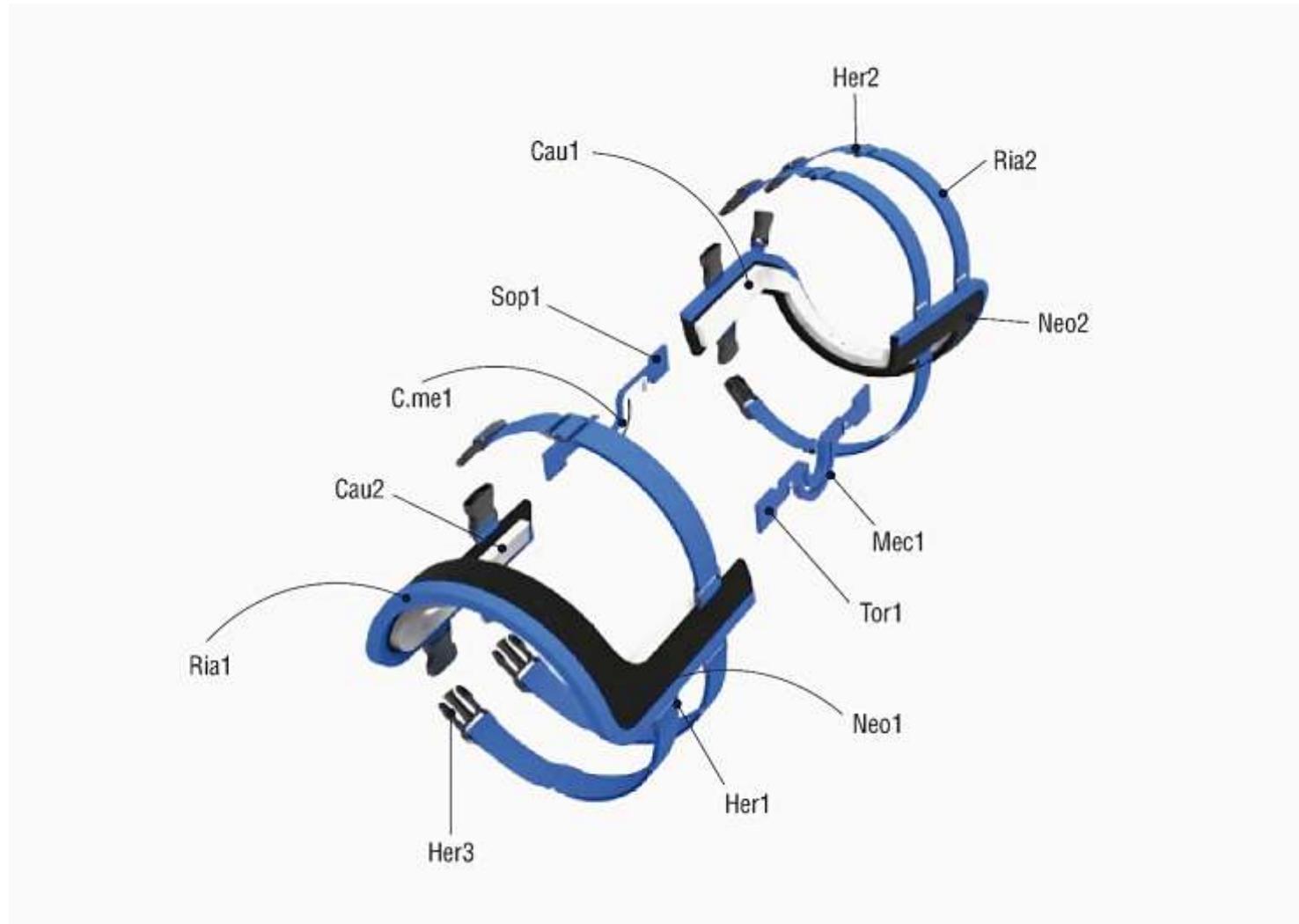
- Hebilla de liberación lateral
- Hebilla individual
- Regulador
- Mecanismo
- Soporte lateral

- **B**

- Banda superior
- Banda inferior



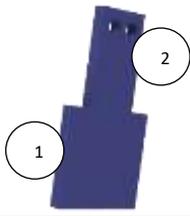
5.9 Diseño detallado del producto



5.9.1 Tabla de especificaciones técnicas del producto

Código	Nombre de la pieza	Material	Dimensión (cm)	Imagen
Neo1	Banda superior	Neopreno Negro	15x25x5	
Neo2	Banda inferior	Neopreno Negro	15x23x5	
Her1	Hebilla individual	Plástico	3.8	
Her2	Regulador	Plástico	3.8	
Her3	Hebilla de liberación lateral	Plástico	3.8	

Ria1	Borde	Reata	2	
Ria2	Bandas de ajuste	Reata	4	
Cau1	Antideslizante superior	Caucho de silicona	13x23x4	
Cau2	Antideslizante inferior	Caucho de silicona	20x13x4	

Mec1	Mecanismo	Filamento PLA	12x5x0.8	
C.me1	Aislante del mecanismo	Textil Gris	12x5	
Tor1	Tornillo	Metal	1.5	
Sop1	Soporte lateral	Filamento PLA	<p>① 6x4x1</p> <p>② 6x2x1</p>	
Hi1	Costura	Hilo de poliéster grueso azul	1tubo	

5.10 Producción e implementación

5.10.1 Análisis de costos para una producción de 10 unidades

ANÁLISIS DE COSTOS PARA UNA PRODUCCIÓN DE 10 UNIDADES

MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Neopreno Laminado Negro 3,5 mm	m	1 1/2	10	10
Reata Azul eléctrico 5cm	m	10	0,2	2
Reata Azul eléctrico 2cm	m	30	0,15	4,5
Caucho de silicona	lt	1	30	30
Textil Gris	m	1/2	1,5	1,5
Hebilla individual	u	60	0,2	12
Regulador	u	60	0,15	9
Hebilla de liberación lateral	u	60	0,3	18
Tomillos	u	40	0,15	6
Hilo de poliéster grueso azul	tubo	2	5	10
SUBTOTAL				103,00
IVA 12%				12,360
TOTAL				115,36

TRANSPORTE		
Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Compra de materiales	4	4
Taller de costura	2	2
Taller de impresión 3D	2	2
SUBTOTAL		8,00
IVA 12%		0,960
TOTAL		8,96

COMERCIALIZACIÓN				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Packaging	u	10	0,7	7
Distribución local	kg	10	3,5	35
SUBTOTAL				42,00
IVA 12%				5,0
TOTAL				47,04

EQUIPOS Y MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Número de horas	Precio por hora	Precio Total
Impresión 3D	h	8	1,5	12
Máquina de coser	h	4	1	4
SUBTOTAL				16,00
IVA 12%				1,920
TOTAL				17,92



RECURSOS BÁSICOS				
Descripción	Unidad	Número de horas	Precio Unitario	Precio Total
Energía eléctrica	kw/h	7	0,1	0,7
SUBTOTAL				0,70
IVA 12%				0,084
TOTAL				0,78

Precio Total	190,06
---------------------	---------------

El valor de \$190,06 corresponde a una producción de 10 unidades del dispositivo de rehabilitación Fortis knee

5.10.2 Análisis de costos para una producción de 100 unidades

ANÁLISIS DE COSTOS PARA UNA PRODUCCIÓN DE 100 UNIDADES

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Neopreno Laminado Negro 3,5 mm	m	15	10	150
Reata Azul eléctrico 5cm	m	100	0,2	20
Reata Azul eléctrico 2cm	m	300	0,15	45
Caucho de silicona	lt	10	30	300
Textil Gris	m	5	1,5	7,5
Hebilla individual	u	600	0,2	120
Regulador	u	600	0,15	90
Hebilla de liberación lateral	u	600	0,3	180
Tornillos	u	400	0,15	60
Hilo de poliéster grueso azul	tubo	20	5	100
			SUBTOTAL	1.072,50
			IVA 12%	128,700
			TOTAL	1.201,20

TRANSPORTE

Descripción	Precio Unitario	Precio Total
Compra de materiales	10	20
Taller de costura	10	10
Taller de impresión 3D	10	10
SUBTOTAL		40,00
IVA 12%		4,800
TOTAL		44,80

COMERCIALIZACIÓN

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Packaging	u	100	0,7	70
Distribución local	kg	100	3,5	350
			SUBTOTAL	420,00
			IVA 12%	50,4
			TOTAL	470,40

EQUIPOS Y MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Número de horas	Precio por hora	Precio Total
Impresión 3D	h	80	1,5	120
Máquina de coser	h	40	1	40
			SUBTOTAL	160,00
			IVA 12%	19,20
			TOTAL	179,20

RECURSOS BÁSICOS

Descripción	Unidad	Número de horas	Precio Unitario	Precio Total
Energía eléctrica	kw/h	70	0,1	7
			SUBTOTAL	7,00
			IVA 12%	0,840
			TOTAL	7,84

Precio Total	1.903,44
---------------------	-----------------

El valor de \$1903,44 corresponde a una producción de 100 unidades del dispositivo de rehabilitación Fortis knee

5.10.3 Implantación para la comercialización

Se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de los espacios en los que el Fortis Knee podría integrarse como parte de los productos disponibles para comercialización.

A continuación, se detallan diversos establecimientos, tanto a



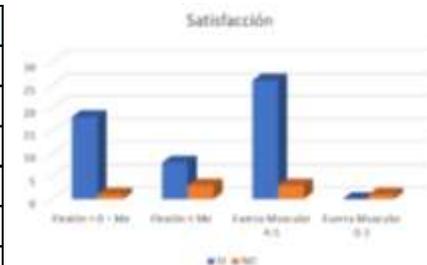
5.11 Evaluación y validación del producto

5.11.1 Test de Fisher desarrollado por la fisioterapeuta a deportistas

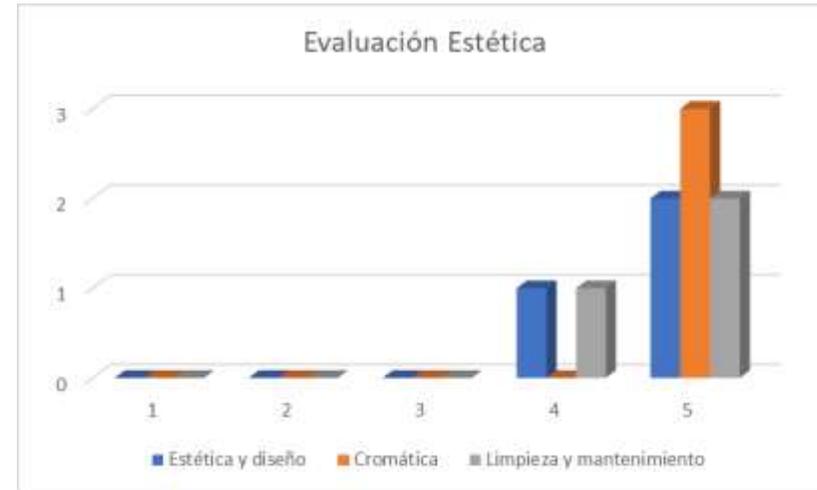
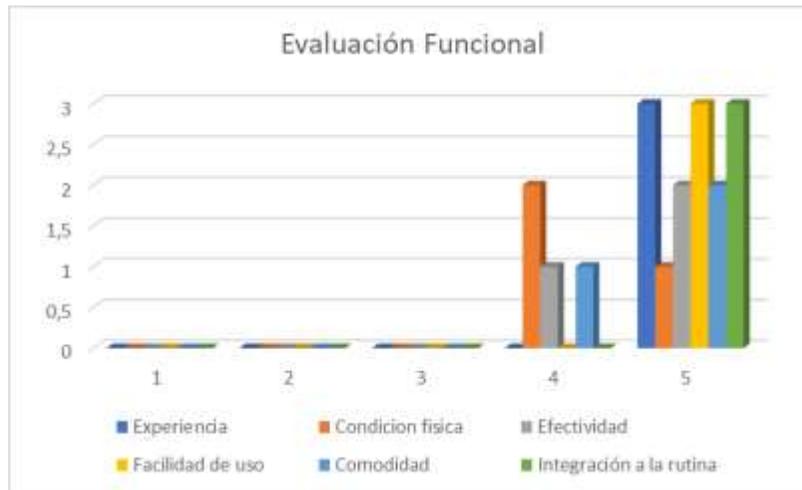
Grados de flexión		101,60°	10,288
Grados de extensión		0°	0
Fuerza Muscular	Escasa (0-3)	1	3,30%
	Buena (4)	3	10%
	Normal (5)	26	86,70%
Estab. Coronal	Si	7	23,30%
	No	23	76,70%
Estab. Sagital	Si	28	93,30%
	No	2	6,70%
Dolor	Leve (0-3)	22	73,30%
	Moderado (4-6)	5	16,70%
	Severo (7-10)	3	10%
ángulo alfa (femoral)		95,95°	2,383
ángulo beta (tibial)		87,97°	1,294
ángulo femorotibial		4,05°	2,421
ángulo sagital femoral		2,31°	4,343
ángulo sagital tibial		91,99°	1,571

		Si	No
Sexo	Masculino	8 (88,9%)	1 (11,1%)
Edad	< o = 70a	8 (80%)	2 (20%)
Grados de flexión	Flexión > o = Me	18 (94,7%)	1 (5,3%)
Grados de extensión	Extensión > 0 = Me	23 (85,2%)	4 (14,8%)
Fuerza Muscular	4-5 Escala MRC	26 (89,7%)	3 (10,3%)
Estab. Coronal	Si	6 (85,7%)	1 (14,3%)
Estab. Sagital	Si	24 (85,7%)	4 (14,3%)
Dolor	0-5 Escala EVA	23 (85,2%)	4 (14,8%)

Progreso del tratamiento	
Ponderación del 1 al 5	
Semana 1 (2 veces)	1
Semana 2 (2 veces)	2
Semana 3 (3 veces)	2-3.
Semana 4 (3 veces)	3
Semana 5 (2 veces)	4-5.



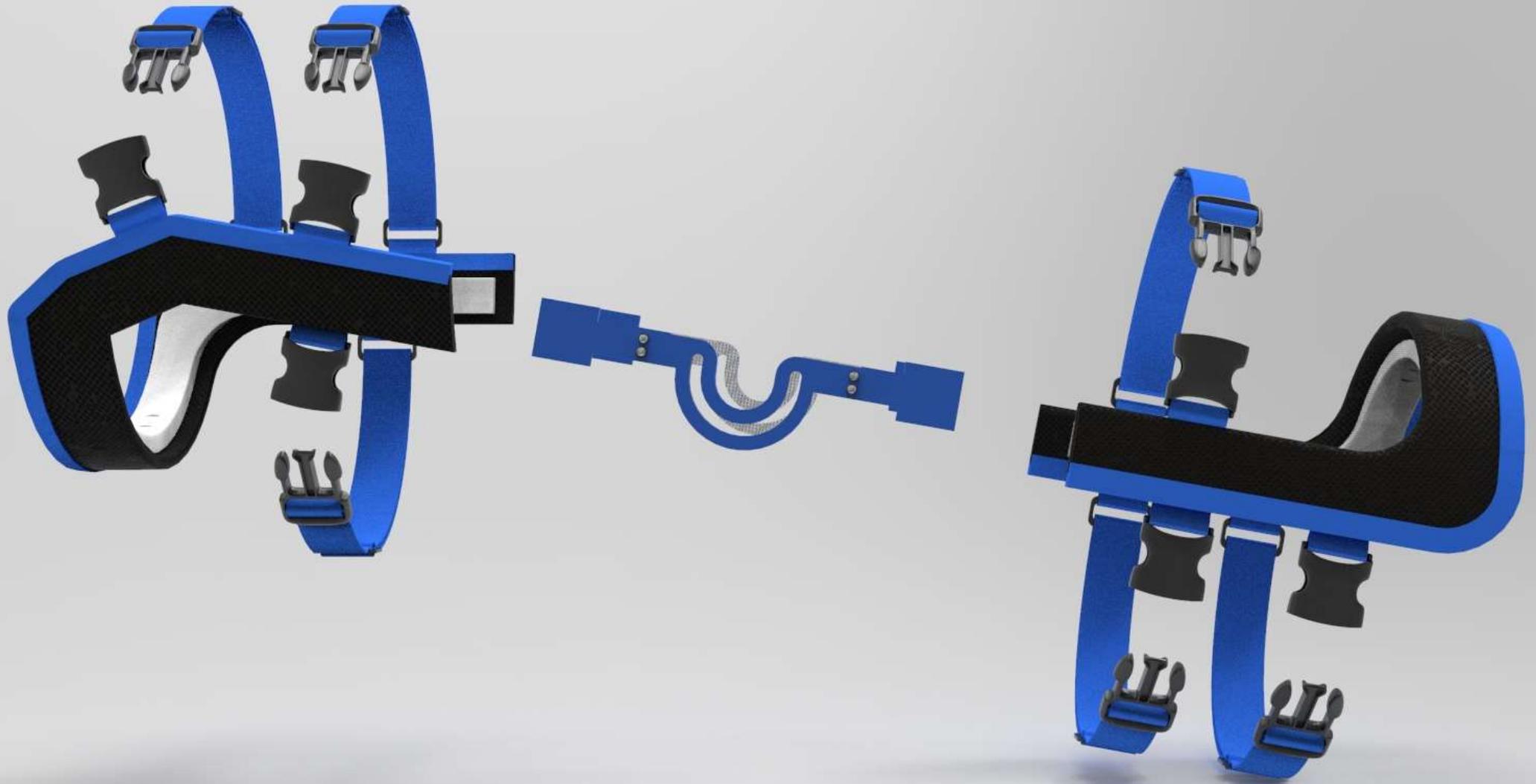
5.11.2 Resultados de la encuesta de satisfacción desarrollada a los deportistas lesionados

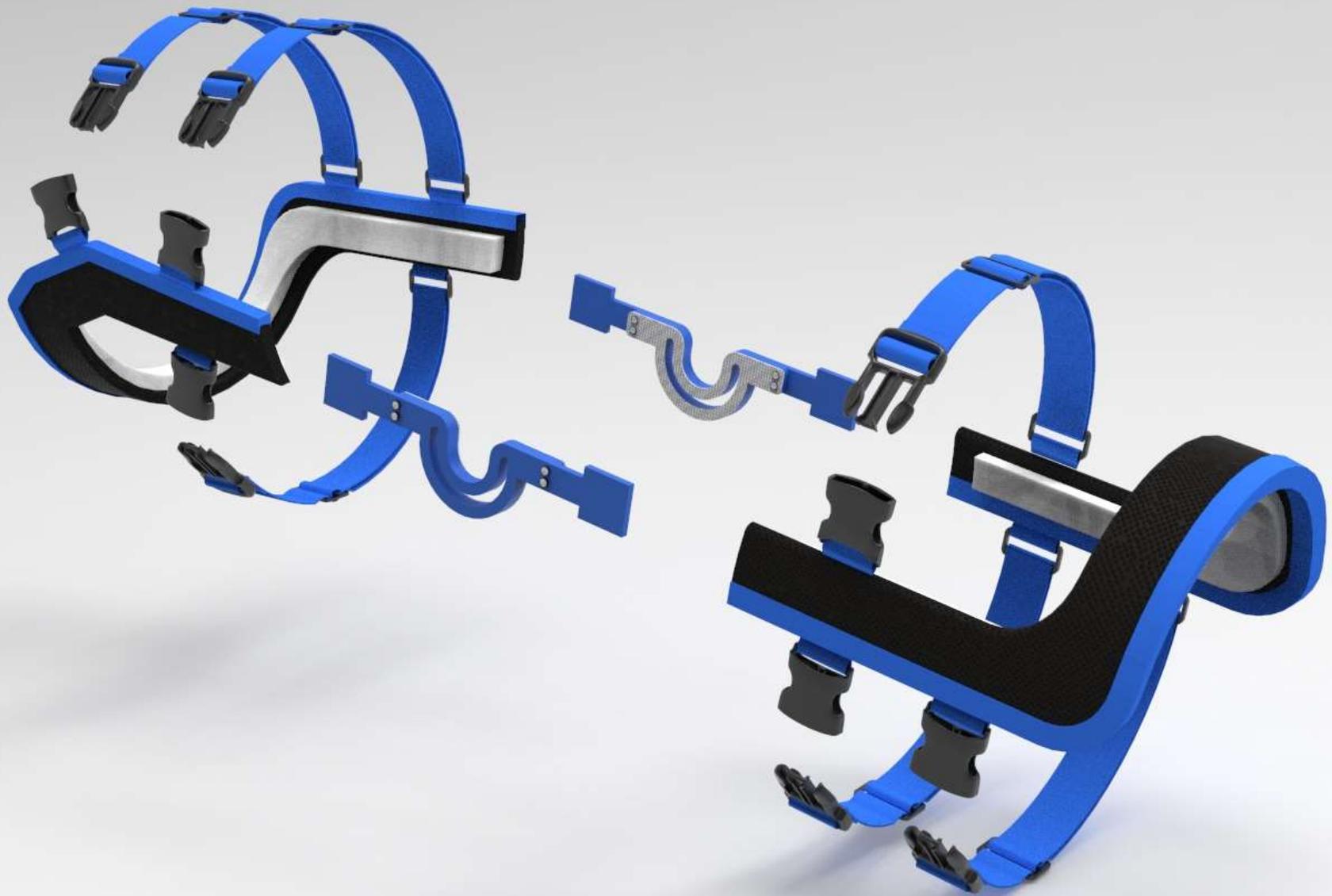


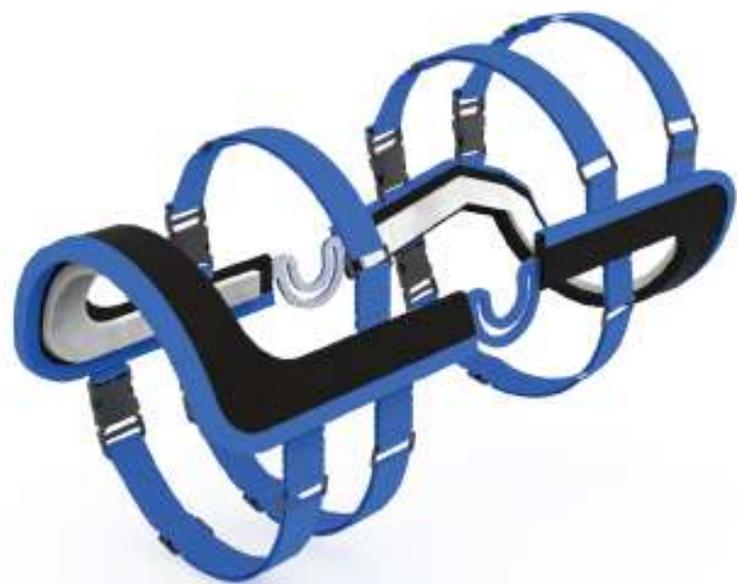


FR

Renders
del producto









5.13 Conclusiones

Al finalizar el presente capítulo y tomando en cuenta los objetivos planteados en este proyecto integrador se concluye lo siguiente:

- Para conocer aspectos esenciales en el desarrollo de terapia de lesiones de rodilla se investigó en diferentes fuentes oficiales y con profesionales involucrados en el proceso de tratamiento, se analizó los beneficios que los productos de rehabilitación otorgan en el desarrollo deportivo de fútbol, concluyendo que es necesario mantener un continuo fortalecimiento muscular para crear un sistema que pueda prevenir posibles lesiones al desarrollar la actividad deportiva, de esta manera los dispositivos que otorgan cierta fuerza de oposición para que la rodilla trabaje a favor de ella, son los más recomendados en el tratamiento de lesión de esguince de rodilla.
- Considerando los aportes de los profesionales que apoyan el proyecto se pudo determinar los requerimientos mínimos que un producto debe cumplir para el desarrollo de terapias, siendo puntuales en: ligereza, facilidad de uso, facilidad de adquisición, mecanismo de oposición, materiales no invasivos y de categorización médica o deportiva.
- A partir del análisis de productos existentes en el mercado se pudo determinar tendencias, colores y formas que predominan en los insumos médicos de rehabilitación, es por eso que se ha considerado un diseño que no abarca completamente la zona de la rodilla, sino que mantiene sistemas de ajuste en zonas estratégicas para el desarrollo correcto de la terapia y que no impida el libre movimiento de la rótula. Para los colores se ha considerado el público objetivo y especialistas que apoyan el uso del azul ya que se refiere a un producto de uso médico, al igual que el negro por su adaptación a diferentes entornos y discreción al desarrollar el tratamiento.

5.14 Recomendaciones

- El diseño es una parte crucial en el campo de la medicina, ya que favorece notablemente el desarrollo de procesos, sistemas y experiencia. Es por eso que se considera favorable la colaboración interdisciplinaria de ingenierías que puedan aportar con desarrollos mecánicos o tecnológicos para impulsar el desarrollo de la rehabilitación de rodilla.
- El análisis y la prueba en otras patologías de rodilla para determinar el grado de aporte que el dispositivo le otorga a otros tratamientos o categorías de lesiones deportivas.

CONCLUSIONES

Considerando el análisis de los beneficios que ofrecen los productos terapéuticos en el fútbol se ha determinado que es imprescindible mejorar el rendimiento de los deportistas, también se destaca la importancia en la actualidad de soluciones nacionales para inconvenientes físicos. En la actualidad los productos de rehabilitación han sobresalido en la terapia de recuperación de lesiones, son herramientas de prevención y mantenimiento físico de la salud de los futbolistas, con el objetivo de maximizar el potencial de los deportistas y garantizar su desempeño en el campo de juego.

La definición de los requerimientos mínimos que un producto debe cumplir para el desarrollo de terapias se ha llevado a cabo con el apoyo de profesionales de la salud, profesionales deportivos y deportistas lesionados. Al enfocarnos en el usuario se pudo conocer su experiencia al implantar, usar o recomendar dispositivos de rehabilitación. Al establecer estándares mínimos, no solo se garantiza la calidad y la seguridad de los tratamientos, sino que también se proporciona un marco de referencia para la innovación y el avance en el campo médico. En última instancia, esta definición de requerimientos tuvo mayor incidencia en peso, costo y facilidad de adquisición para diferentes grupos sociales.

La aplicación de materiales óptimos para la compresión en zonas estratégicas de la pierna de los futbolistas representa un avance significativo en la mejora del rendimiento y la prevención de lesiones en este deporte. Por tal motivo, se ha considerado materiales de larga trascendencia dentro del contexto de la salud y deporte, para enlazar estas dos disciplinas y definir un producto que responda favorablemente al desarrollo de terapias, pero se adapte a la dinámica deportiva. La ergonomía dentro del diseño de dispositivo para rehabilitación ha permitido otorga bienestar y comodidad de uso en las sesiones de terapia recomendada por la fisioterapeuta, al igual que considerar la antropometría de los deportistas locales.

RECOMENDACIONES

Ampliar el alcance de la investigación para incluir diferentes tipos de lesiones de rodilla, como desgarros de ligamentos, meniscos y tendinitis, con el fin de evaluar la eficacia de los dispositivos en una variedad de situaciones.

Investigar la importancia de los tratamientos y dispositivos de rehabilitación, teniendo en cuenta las diferencias individuales en edad, nivel de acondicionamiento físico y tipo de lesión de los futbolistas, para mejorar la eficacia de los tratamientos en el contexto del fútbol.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

DCU - Diseño Centrado en el Usuario

CAD - Diseño Asistido por Computador

PR - Prototipado Rápido

Electromiográfico - Son pruebas que miden la actividad eléctrica de los músculos y nervios.

Intrasujeto - Cada participante individual es sometido a todos los tratamientos individuales, incluyendo el control.

Propioceptivo - Es el sentido que nos permite percibir la ubicación, el movimiento y la acción de las partes del cuerpo.

Rehabilitación - Es un conjunto de intervenciones diseñadas para optimizar el funcionamiento y reducir la discapacidad en individuos con condiciones de salud en interacción con su entorno.

Bioquímica - Es una ciencia experimental interdisciplinar en la que se combinan los principios de la química y de la biología para estudiar la composición química de los seres vivos

Patelofemoral – Se usa para describir el dolor en la parte delantera de la rodilla y alrededor de la rótula.

Esguince – Es un estiramiento o desgarro de los ligamentos, las bandas resistentes de tejido fibroso que conectan dos huesos en las articulaciones.

Tendinitis - Es una inflamación de los tejidos conectivos fibrosos gruesos que unen los músculos a los huesos.

Menisco - Es un cartílago gomoso y duro en forma de C que actúa como amortiguador de golpes y que está entre la tibia y el fémur.

Termoterapia - Consiste en el tratamiento de una lesión mediante el uso de calor.

Crioterapia - Es un tratamiento en el que se usa frío intenso

Cinesiterapia - Es un área de la fisioterapia que consiste en la reeducación a través del movimiento.

Osteoblastos - Son células del hueso encargadas de sintetizar la matriz ósea, por lo que están involucradas en el desarrollo y el crecimiento de los huesos.

Abducción - Es el movimiento que aleja una parte del cuerpo del plano medio del cuerpo, es decir, del eje que divide el cuerpo en dos partes iguales, derecha e izquierda.

Aducción - Es un movimiento de aproximación que realizan específicamente dos articulaciones del cuerpo, debido a que estos son las únicas que trabajan en los tres planos anatómicos.

Desviación cubital - Es el movimiento del pulgar hacia la línea media.

Desviación radial - Es un tipo de movimiento de la articulación de la muñeca, en el que el pulgar se aleja de la línea media del cuerpo.

Dorsiflexión - Es un movimiento que se realiza en el tobillo, pero en el que también interviene el pie, ya que consiste en aproximar la cara dorsal del pie hacia la parte anterior de la pierna.

Pronación - Giro natural del pie hacia adentro al andar.

Supinación - Movimiento del pie hacia el exterior, girándolo hacia el lateral del cuerpo.

Eversión - Rotación hacia fuera (en el caso de una articulación).

Inversión - Es un movimiento que involucra la región del pie y el tobillo, en el cual se desvía fuera de su eje, en dirección medial

Pivote - Permiten la rotación

Condiloide - Superficie articular ovoide

Elipsoidal - Permiten el movimiento en torno a dos ejes que se hallan en ángulo recto uno respecto del otro

Femorotibial - Relativo o perteneciente al fémur y a la tibia a la vez

Sinovial - Capa de tejido conjuntivo que recubre las cavidades de las articulaciones, las envolturas del tendón y las bolsas llenas de líquido entre tendones y huesos

Cóndilos - Eminencia redondeada en la extremidad de un hueso, que forma articulación encajando en el hueco correspondiente de otro hueso

Tróclea femoral - Se articula con la rótula, un hueso sesamoideo que mejora la eficiencia de la extensión de la rodilla al actuar como una polea para el tendón del cuádriceps

Cinética - Es la asociada a los cuerpos en movimiento y representa el esfuerzo que permite que un objeto pase del estado de reposo al de movimiento a una velocidad específica

Cinemática - Movimiento de los objetos a través del espacio y el tiempo

Sedestación - Posición en la que el ser humano mantiene la verticalidad a través del apoyo de su pelvis sobre la base de sustentación, total o parcial

Bipedestación - Estar o permanecer de pie

Isquiotibiales - Comprenden un grupo de tres músculos que se extienden a lo largo de la parte posterior del muslo desde la cadera hasta la zona justo debajo de la rodilla

Propioceptiva - Capacidad que tiene nuestro cerebro de saber la posición exacta de todas las partes de nuestro cuerpo en cada momento

Deflexión - Acción de volver a la dirección normal

Core - Centro o núcleo

Epidemiología - Estudio de los patrones, las causas y el control de las enfermedades en los grupos de personas.

Contusión - Lesión traumática no penetrante producida sobre un cuerpo humano

Trabéculas óseas - Estructuras óseas delgadas y ramificadas que se encuentran en el hueso esponjoso

Patela - Es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo y se ubica sobre el tendón del músculo cuádriceps femoral.

Sesamoideo - Hueso incrustado en un tendón

Fibrocartilagosas - Tejido fibroso que contiene entre sus fibras materia cartilaginosa, a la cual debe su gran resistencia

Elastina - Es una proteína en la fibra del tejido conectivo de la piel que le da resistencia y elasticidad

Proteoglucanos - Son moléculas que forman parte de la estructura celular de la dermis y la epidermis

Semimembranoso - Músculo biarticular (sobre pasa dos articulaciones: cadera y rodilla) y se extiende desde el isquion en la pelvis hasta la tibia en su cara interna

Semitendinoso - Es una de las estructuras musculares fundamentales en el compartimento posterior del muslo

Sartorio - Músculo compuesto de tejido esquelético tipo estriado que se localiza desde la parte interna de la pelvis hasta la zona de la rodilla

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, C., Davila, E. R., Pablo, R., Almagro, R., Francisco, A., Arboleda, R. N., & Daniel, E. (2019). *ANTROPOMETRÍA Y BIOMECÁNICA* (1ra edición). Ecuador.
- Bonsiepe, G. (1999). *Del objeto a la interfase*. Argentina: Ediciones infinito. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/439543527/Del-Objeto-a-La-Interfase-Bonsiepe-pdf>
- Boston medical center. (2023). Lesiones comunes de rodilla. Recuperado 28 de diciembre de 2023, de Boston medical center website: <https://www.bmc.org/es/node/131516>
- Cabrera Cuascota, W. A. (2020). *Lesiones más frecuentes en el fútbol amateur “Club Especializado Formativo Cotocollao” y propuesta de un plan de prevención en el periodo noviembre 2019 a enero 2020*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Cadena, C. (2021). *Efectos en las importadoras del DMQ por la implementación de la tarifa arancelaria 0% a insumos médicos para atender la emergencia sanitaria en el Ecuador, suscrita en la Resolución No. 004-2020, en los periodos 2020 -2021*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CAMPUS EL GIRON, Quito.
- Chicaiza, T. (2016). *“INCIDENCIA DE LESIONES DEPORTIVAS Y SU MANEJO FISIOTERAPÉUTICO DURANTE EL DESARROLLO DEL ENCUENTRO DE FÚTBOL DE LOS EQUIPOS PROFESIONALES DE LA SERIE B DE LA ZONA 3 DEL ECUADOR”*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Conmebol. (2013, agosto 12). 265 millones juegan fútbol en todo el mundo. Recuperado 3 de noviembre de 2023, de <https://www.conmebol.com/notas/265-millones-juegan-futbol-en-todo-el-mundo/>
- Correa, J., Galván-Villamarin, F., Muñoz Vargas, E., López, C., Clavijo, M., & Rodríguez, A. (2013). Incidencia de lesiones osteomusculares en futbolistas profesionales. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 27(4), 185-190. [https://doi.org/10.1016/S0120-8845\(13\)70018-X](https://doi.org/10.1016/S0120-8845(13)70018-X)

- Datosmacro. (2021). Importaciones de mercancías. Recuperado 4 de noviembre de 2023, de <https://datosmacro.expansion.com/comercio/importaciones/ecuador#:~:text=En%202021%20las%20importaciones%20en,de%20menor%20a%20mayor%20porcentaje.>
- Dinosenglish. (2023). Imagen de la rodilla y sus partes. Recuperado 28 de diciembre de 2023, de Dinosenglish website: <https://dinosenglish.edu.vn/imagen-de-la-rodilla-y-sus-partes-1690654532551463/>
- ESHE. (2023, abril 26). FISIOTERAPIA DEPORTIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LESIONES DE RODILLA: CÓMO RECUPERARSE RÁPIDAMENTE. Recuperado 10 de octubre de 2023, de <https://www.esheformacion.com/blog/70/fisioterapia-deportiva-para-el-tratamiento-de-lesiones-de-rodilla-como-recuperarse-rapidamente>
- Estévez, D. (2018). *Estudio de las posturas corporales de los diseñadores de interiores y su influencia en la salud ocupacional*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO., Ambato.
- Grijalva, C. (2020). *DISPOSITIVO PARA CINESITERAPIA PASIVA DE RODILLA CON MECANISMO DE ARTICULACIÓN POLICÉNTRICA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Ibarra.
- LigaPro. (2023, octubre 26). LigaPro mantendrá una reunión en España con el presidente electo Daniel Noboa y el presidente de LaLiga española. Recuperado 3 de noviembre de 2023, de <https://ligapro.ec/ligapro-mantendra-una-reunion-en-espana-con-el-presidente-electo-daniel-noboa-y-el-presidente-de-laliga-espanola/>
- López, J. (2021). *DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO PARA REHABILITACIÓN DE RODILLA*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA, Honduras.
- López, P. (2021, diciembre 28). Qué es el core y por qué es importante fortalecerlo. Recuperado 9 de octubre de 2023, de <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/deporte/articulo/que-es-el-core-y-por-que-es-importante-fortalecerlo-51774.html>

- Lopezcorcuera. (s. f.). Lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla. Recuperado 12 de octubre de 2023, de <https://www.lopezcorcuera.com/lesion-ligamento-cruzado-anterior-rodilla/>
- Lucendo Marañés, L., Muñoz Casabella, A., Navarro Navarro, R., Ruiz Caballero, J., & Brito Ojeda, M. (2012). *Lesiones de la rodilla*.
- Maldonado, T. (1999). *Lo real y lo Virtual* (Segunda). Barcelona: Editorial Gedisa S.A. Recuperado de https://www.academia.edu/27986846/Lo_realy_lo_virtual_Maldonado
- Marieb, E. N., & Ediciones Gráficas Arial. (2008). *Anatomía y fisiología humana* (9º edición). España: Pearson Educación.
- Martínez, N. (2013). *UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA MODELADO NUMÉRICO DEL CARTÍLAGO SINOVIAL SUJETO A DEFORMACIÓN TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS PRESENTA: ASESORES*.
- Melo, J. L. (2005). *Ergonomía*. Journal.
- Ministerio del Deporte. (2023). *ECUADOR DECLARA AL DEPORTE COMO POLÍTICA DE ESTADO*. Quito. Recuperado de <https://bit.ly/3u2DkTG>
- Moya, R., & Magal, T. (2020, agosto 20). Diseño y prototipado de un dispositivo de rehabilitación para la artritis reumatoide de mano con técnicas de prototipado rápido. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 152-163. Recuperado de <http://www.aisti.euNºE33>
- Navarro, E. (2020). *Movimientos Básicos del Cuerpo Humano*. Recuperado 11 de octubre de 2023, de <https://cambiandoeljuego.com/biomecanica/movimientos-basicos-del-cuerpo-humano/>
- Nieto-Gutierrez, W., Tellez, W., Pacheco, N., Aguirre-Tipismana, L. ;, Zevallos-Morales, A. ;, & Taype-Rondan, A. (2019, marzo). *Características de patentes de dispositivos para rehabilitación física registradas en los Estados Unidos*. 18(2), 346-356. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180460596015>
- Norman, D. (2010). *El diseño de los objetos del futuro* (Primera). Madrid: Espasa Libros. Recuperado de

- <https://anivel4.files.wordpress.com/2013/03/interaccic3b3n-natural-donald-norman.pdf>
- OMS. (2023, enero 30). Rehabilitación. Recuperado 29 de diciembre de 2023, de OMS website: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation>
- Organismo de certificación global. (s. f.). CERTIFICACIÓN ISO EN EL SECTOR MÉDICO Y SANITARIO. Recuperado 25 de noviembre de 2023, de <https://www.nqa.com/es-es/certification/sectors/medical-devices-services>
- Panesso, M., Trillos, M., & Guzmán, I. (2008). BIOMECÁNICA CLÍNICA DE LA RODILLA. *Universidad del Rosario*.
- Papanek, V. (2014). *Diseñar para el mundo real* (Segunda). Barcelona: Pol-len edicions. Recuperado de https://www.academia.edu/28853738/Dise%C3%B1ar_para_el_mundo_real_Victor_Papanek_pdf
- Physiosancoslada. (2021, marzo 8). ¿Qué es la cinesiterapia y cuáles son sus beneficios? Recuperado 10 de octubre de 2023, de <https://physiosancoslada.es/que-es-la-cinesiterapia-y-cuales-son-sus-beneficios>
- Pmedic. (s. f.). Lesión del Ligamento Cruzado: LCA y LCP. Recuperado 12 de octubre de 2023, de <https://pmedic.es/lesion-del-ligamento-cruzado-lca-y-lcp/>
- Push. (s. f.). Lesiones de rodilla. Recuperado 28 de diciembre de 2023, de Push website: <https://www.push.eu/es/lesiones/rodilla>
- Rea, M., Morales, J., Barraqueta, S., & Guerra, J. (2021). Tratamiento de lesiones de rodilla mediante prototipo robot controlado por aplicaciones móviles. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8(2), 12-26. <https://doi.org/10.26423/rctu.v8i2.576>
- Roggiero, L., & Paredes, P. (2012). La Economía del Deporte y los Derechos de Televisión en el Fútbol Ecuatoriano. *Koyuntura*, 27.
- Sanitas.es. (2023). Fisioterapia tras una lesión de rodilla. Recuperado 10 de octubre de 2023, de <https://www.sanitas.es/biblioteca-de-salud/Lesiones/prevencion-recuperacion/fisioterapia>
- Secretaría Central de ISO. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos Quality management systems-Requirements*. Recuperado de www.iso.org

- Sempértégui, B. (2023, enero 12). Los desafíos económicos de Ecuador en 2023. Recuperado 4 de noviembre de 2023, de Voces website: <https://conexion.puce.edu.ec/los-desafios-economicos-de-ecuador-en-2023/>
- Taboadela, C. (2007). *Goniometría*. Recuperado de www.asociart.com.ar
- Tapia, D. (2021). *FRECUENCIA DE LESIONES DEPORTIVAS EN LAS DIVISIONES FORMATIVAS DE LIGA DEPORTIVA UNIVERSITARIA DE QUITO EN LA TEMPORADA 2019*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, Quito.
- Tolosa Guzmán, I. A., Trillos Chacón, M. C., Pannesso Natera, M. C., Rivera Amezcuit, L. V., & Beltrán Torralba, E. (2018). *Biomecánica de la rodilla para fisioterapeutas*. Universidad del Rosario. <https://doi.org/10.12804/Im9789587840353>
- Treviño, S. (2022, junio 3). Guía de aplicación de Cinta Kinesiológica para principiantes. Recuperado 29 de noviembre de 2023, de Phiten website: <https://phiten.com.mx/blogs/post/guia-de-aplicacion-de-cinta-kinesiologica-para-principiantes>
- Valenzuela, R. (2022, marzo 16). La sobrevaloración del «método». Recuperado 12 de octubre de 2023, de <http://rubensvalenzuela.com/web/articulos/la-sobrevaloracion-del-metodo/>
- Valls, O., Hernández, J., & Anillo, R. (2003). *Ecografía del aparato locomotor*. Habana. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/22706144/ecografia-del-aparato-locomotorpdf>
- Veletanga, J. (2020, noviembre 25). Llega a Ecuador una nueva tecnología para la recuperación de lesiones deportivas. *Edición médica*. Recuperado de <https://www.edicionmedica.ec/secciones/gestion/llega-a-ecuador-una-nueva-tecnologia-para-la-recuperacion-de-lesiones-deportivas-96778>
- Villacís, B., García, J., Zanafria, C., Ortega, J., Villavicencio, M., Morales, C., ... Menéndez, J. (2009). *Costumbres y prácticas deportivas en la población ecuatoriana*. Quito. Recuperado de www.ecuadorencifras.com
- Villaquiran Hurtado, A., Molano Tobar, N. J., Portilla Dorado, E., & Tello, A. (2020). Flexibilidad, equilibrio dinámico y estabilidad del core para la

ANEXOS

ANEXOS (ENTREVISTAS)

ENTREVISTA A

Resultado de la entrevista realizada a la fisioterapeuta

Gabriela Chicaiza
Fisioterapeuta NeurovitalFit



Pregunta	Criterio
¿Cuáles son las terapias más comunes que se utilizan para tratar lesiones de rodilla?	Terapias desinflamatorias, terapia manual, movilidad activa y pasiva, ejercicios de fuerza.
¿Ha utilizado algún dispositivo de rehabilitación para el desarrollo de terapias?	Si
¿Ha sido que la variación de costos de los dispositivos pueda llegar a afectar el tratamiento o la rehabilitación de sus pacientes?	Completamente, debido a que la mayor parte de pacientes no posee la facilidad económica de adquirir o rentar estos equipos.

<p>¿Ha notado diferencias significativas en la recuperación de futbolistas que tuvieron acceso a dispositivos de rehabilitación en comparación con aquellos que no lo tuvieron?</p>	<p>Existe una gran diferencia ya que la característica a destacar que debería darle el dispositivo al deportista es que este pueda recuperarse en su totalidad para retomar sus actividades.</p>
<p>¿Usted cree que es importante que el paciente pueda tener acceso de llevarse el dispositivo a su casa?</p>	<p>Si, porque eso potencia la constante rehabilitación y el desarrollo personal del proceso. Muchas veces es difícil acomodar los tiempos de rehabilitación y si tiene la facilidad en su casa puede designar un tiempo en específico para su terapia.</p>
<p>¿Cuáles son los desafíos más comunes que enfrentan los deportistas lesionados al no contar con los dispositivos de rehabilitación adecuados?</p>	<p>El desafío principal es volver en el menor tiempo posible a la práctica deportiva, los pacientes se ven afectados en su rendimiento al no poder incorporarse con normalidad.</p>
<p>¿Cuáles son los dispositivos o herramientas más utilizados en el tratamiento de lesiones de rodilla?</p>	<p>Aparatos electrónicos, como es el caso de: electros estimuladores, magnetoterapia, así también el apoyo para desarrollar algunos ejercicios de fuerza como balones, ligas, etc.</p>
<p>¿Con qué facilidad se puede adquirir dispositivos o equipos especializados para el tratamiento de lesiones de rodilla en el Ecuador?</p>	<p>Nada sencillo, ya que en el país es complicado adquirirlos, la forma más sencilla ha sido solicitar a personas naturales que viajan constantemente al exterior, puedan traer dispositivos específicos o pedirlo por internet.</p>
<p>¿Qué factores son los primeros en llamar su atención al recomendar dispositivos de rehabilitación para pacientes con lesiones de rodilla?</p>	<p>Primero que se los pueda adquirir localmente y con facilidad, luego se encuentra la forma de uso, debe ser sencillo e intuitivo para que lo pueda manipular el profesional como el paciente.</p>
<p>¿Cuáles considera que son los ejercicios o dinámicas más relevantes que debe cumplir un dispositivo para ser efectivo en</p>	<p>Regular la carga y la movilidad que se le dé a la rodilla, mantener fijos los ángulos de movilidad y facilitar la movilidad activa de la articulación.</p>

el tratamiento de lesiones de rodilla?

¿Ha observado algún avance tecnológico o de innovación en dispositivos de rehabilitación que haya tenido un impacto positivo en sus pacientes?

En la actualidad están en auge rodilleras que incluyen programas de analgesia y de relajación muscular que ayuda a que los pacientes se recuperen más pronto.

La información otorgada por la fisioterapeuta permite conocer la dinámica de la rehabilitación, dispositivos y aspectos del contexto de las lesiones de rodilla.

Fuente: Elaboración propia, 2023

ENTREVISTA B

Resultado de la entrevista realizada al entrenador deportivo

Francisco Luzuriaga
Entrenador deportivo AFPL



Pregunta	Criterio
Durante su carrera como futbolista profesional, ¿cuántas lesiones de rodilla experimentó y con qué frecuencia?	Fueron varias y muy frecuentes creo que en los momentos donde menos fortalecida tuve las piernas y por el hecho de descuidar ese trabajo se daban cada 3 o 4 meses por no tener la disciplina de fortalecimiento correcta.
¿Cuáles considera que fueron las dinámicas o situaciones más comunes que provocaron las lesiones de rodilla en su experiencia como futbolista?	La mayor parte de lesiones se producen en el partido, es decir, que no necesariamente es por una situación de discontinuidad de fortalecimiento o debilidad de la pierna sino por las tracciones que se dan a lo largo de los partidos, ya sea por un mal giro, una mala reacción dinámica.

<p>Como entrenador deportivo, ¿cómo trabaja con sus jugadores para prevenir lesiones de rodilla constantes? ¿Qué estrategias o prácticas implementa?</p>	<p>La primera es fortalecer la parte física del jugador, llevarle a una metodología que fortalezca la parte superior e inferior. Trabajar en lo que representa en el cuádriceps y los músculos.</p>
<p>¿Cómo afectó las lesiones de rodilla a su vida profesional como futbolista? ¿Tuvo que tomar medidas especiales para recuperarse y continuar compitiendo?</p>	<p>Primero afecta en el aspecto anímico y luego en lo deportivo, existen categorías de las lesiones dentro del fútbol, como es el caso de: graves y no muy graves. Dentro de la lesión grave se considera una ruptura de ligamento posterior o anterior de la rodilla, que imposibilita el juego durante 8 a 10 meses. En cambio, los ligamentos externos e internos representan un lapso de 2 meses sin actividad deportiva. Finalmente, la lesión más grave es la del ligamento cruzado anterior en la que es indispensable una cirugía y su promedio de recuperación es de 1 año.</p>
<p>En su experiencia, ¿qué ejercicios o métodos de fortalecimiento muscular son especialmente importantes para prevenir lesiones de rodilla en futbolistas?</p>	<p>Depende del trabajo corporal del jugador, una buena masa muscular, fortalecimiento del cuádriceps y la parte anterior de la pierna es decir ligamentos internos y externos que son prácticamente lo que cubre la rodilla y esto reduce el riesgo de sufrir lesiones.</p>
<p>¿Ha tenido alguna experiencia personal con dispositivos de rehabilitación en su proceso de recuperación de lesiones de rodilla? ¿Qué dispositivos o técnicas puede destacar?</p>	<p>Si, la terapia con láser, electroestimulación que ayuda al proceso de recuperación. Hoy en día se ha vuelto famosa la crioterapia y termoterapia que consiste en una recuperación mediante el hielo o calor. Finalmente, los ejercicios isométricos que ayudan a mantener la fuerza.</p>
<p>La rehabilitación es imprescindible en la vida de un deportista, pero también es necesario que la preparación física permita un desarrollo correcto de la dinámica de juego y apoye a la articulación.</p>	

Fuente: Elaboración propia, 2023

ENTREVISTAS C

Resultado de la entrevista realizada al diseñador de productos 1

Alonso Peñaherrera
Diseñador Industrial



Pregunta	Criterio
¿Cómo describiría el estado actual del diseño de productos en Ecuador en términos de su desarrollo y reconocimiento a nivel nacional e internacional?	El diseño es un proceso de evolución que se encuentra en constante creciente, aun mas en el país ya que apenas están sobresaliendo los profesionales en esta rama, debido a que se han convertido en entes necesarios para la industria. El diseñador ahora es considerado un interlocutor creativo y técnico.
¿Cuáles son los desafíos más significativos que enfrenta un diseñador industrial en Ecuador al crear productos innovadores?	El desafío más probable es el de la tecnología, ya que, si se trabaja con proyectos que incluyan el internet de las cosa o componentes electrónicos, existe un nivel de dificultad más grande, ya que el paso más difícil resulta ser la concepción de lo que se necesita para desarrollar el producto.
¿Qué obstáculos suelen encontrar los diseñadores industriales al tratar de incorporar tecnología en sus proyectos?	La escala de construcción o la producción controlada está limitada a una etapa de prototipado, consecuencia de los altos costos y accesibilidad de varios componentes. Se podría desarrollar tecnología en el país y solicitar su fabricación en otro, pero eso debería tener un apoyo extra de entidades gubernamentales.
¿Cuál es su punto de vista en cuanto al diseño de dispositivos de rehabilitación en términos de usabilidad, ergonomía y accesibilidad?	Son relevantes porque existe un mercado que estandariza los productos con precios muy altos, beneficios limitados y poco accesibles. La gestión del diseño permite la optimización de materiales, recursos y confort, implementando la ergonomía cognitiva ya que debería ser cada vez más amigable.

<p>¿Por qué cree que el diseño es esencial en dispositivos de rehabilitación? ¿Cómo puede mejorar la experiencia del paciente y su efectividad?</p>	<p>Es esencial porque los productos que encontrábamos en el mercado se han desarrollado para satisfacer la necesidad de compra. El diseño abre una brecha para que aspectos como el confort, la ergonomía, ciclo de vida del producto y la función tengan gran relevancia aun sobre un rubro económico.</p>
<p>¿Cuáles son los desafíos específicos a los que se enfrentan los diseñadores industriales al crear dispositivos de rehabilitación?</p>	<p>Tecnología, normativa, rangos y parámetros. Ya que existen estándares pautados que detallan la tecnología y gestión necesaria para el producto.</p>
<p>¿Cuáles son los aspectos éticos que los diseñadores industriales deben considerar al trabajar en la industria de insumos médicos?</p>	<p>Tecnología, costos, respetar la normativa y ser honestos en los beneficios reales que el producto va a ofrecer, ya que no estamos desarrollando cualquier dispositivo sino estamos trabajando en criterios de salud.</p>
<p>El diseño es un eje central para el desarrollo de la sociedad, a pesar de las limitaciones que presenta el país existen alternativas para sobresalir en el mercado.</p>	
<p>Fuente: Elaboración propia, 2023</p>	

Resultado de la entrevista realizada al diseñador de productos 2

Andrés López
Diseñador Industrial



Pregunta	Criterio
<p>¿Cómo describiría el estado actual del diseño de productos en Ecuador en términos de su desarrollo</p>	<p>El diseño ha ido creciendo a lo largo de los años aún siguen siendo pocos los referentes reconocidos dentro del mismo medio. El desarrollo está ligado a temas productivos, desarrollo sostenible, pero la industria ecuatoriana aun no considera al diseño como un eje o</p>

y reconocimiento a nivel nacional e internacional?	parte esencial del desarrollo de productos. Por eso aun el país se mantiene relegado a comparación de países como Colombia, Perú, Argentina, Brasil y Chile.
¿Cuáles son los desafíos más significativos que enfrenta un diseñador industrial en Ecuador al crear productos innovadores?	Las principales limitantes tienen que ver con el alcance productivo y esto lleva a la factibilidad de implementación. Por ejemplo, al haber tanta oferta traída de otros países con precios que rompen en el mercado, hay pocas empresas que apuestan por diseño ecuatoriano, ya que se prefiere copiar en lugar de apostar por algo nuevo.
¿Qué obstáculos suelen encontrar los diseñadores industriales al tratar de incorporar tecnología en sus proyectos?	Los obstáculos están ligados al alcance productivo, no estamos a un nivel alto de competencia como otros países. El nivel tecnológico va limitado a que estamos relegados por eso no se puede fabricar ni implementar propuestas innovadoras. Un ejemplo es Arsenio García que se volvió famoso al reinterpretar tecnologías tradicionales.
¿Cuál es su punto de vista en cuanto al diseño de dispositivos de rehabilitación en términos de usabilidad, ergonomía y accesibilidad?	Es un campo que aún se está explorando, un ejemplo es el área de la salud porque se han ido dando cuenta que los precios de dispositivos llegan a ser excesivamente altos por lo cual se importaban los productos, pero por ese mismo hecho resulta ser muy poco demandado. Por eso se ha visto en el último tiempo un vínculo entre el diseñador y el área médica no muy amplio, pero si donde se están incorporando en trabajar en esta área aplicando la usabilidad, ergonomía y productos customizados. Quizá lo que falta es un tema tecnológico como es el caso de la estereolitografía aplicada a imprimir en materiales que pueden estar en contacto directo con el cuerpo humano.
¿Por qué cree que el diseño es esencial en dispositivos de rehabilitación? ¿Cómo puede mejorar la experiencia del paciente y su efectividad?	El diseño es esencial porque hay muchos parámetros que entran en juego con la experiencia que el usuario va a tener en el proceso de rehabilitación, por ejemplos si un producto no está bien diseñado, el peso termina siendo excesivamente alto, tanto que no puede colaborar con el paciente, otro puede ser un daño colateral que puede producir por no haber tomado en cuenta las consideraciones anatómicas.

¿Cuáles son los desafíos específicos a los que se enfrentan los diseñadores industriales al crear dispositivos de rehabilitación?

Pueden existir etapas que se deleguen a otras empresas extranjeras para concretar el diseño de algún producto por la limitación que tiene nuestro país.

¿Cuáles son los aspectos éticos que los diseñadores industriales deben considerar al trabajar en la industria de insumos médicos?

Va de la mano el tema del bienestar social, la parte médica tiene que ver con eso. El diseño colabora de la mejor manera, puesto que tiene puntos en común con la medicina que es considerar al ser humano como lo esencial dentro de buscar soluciones a problemáticas. Se liga a factores médicos, considerando al paciente como eje esencial que debe ser respetado, considerado como un vehículo que sirva para el desarrollo de su salud.

El diseño en el Ecuador tiene mucho potencial para sobresalir en el mercado, pero las limitaciones que el país posee no permiten que el diseñador desarrolle libremente su potencial y termine siguiendo corrientes externas.

Fuente: Elaboración propia, 2023

ENTREVISTAS D

Resultado de la entrevista realizada al deportista afectado 1

Kevin Salazar
 24 años
 Deportista (Delantero)



Pregunta	Criterio
¿Ha experimentado algún tipo de lesión en la rodilla debido a la dinámica del fútbol?	Si

<p>¿Cuál ha sido la lesión de rodilla más significativa que has experimentado en tu carrera como futbolista? ¿cómo ocurrió la lesión y en qué contexto?</p>	<p>Empezaron con lesiones pequeñas como esguinces y la mayor ha sido la de rotura de ligamento cruzado anterior por un cambio brusco de dirección provocado por el peso de mi cuerpo, esta lesión sucedió cuando me encontraba en un partido.</p>
<p>¿Cuáles han sido los aspectos positivos y negativos de tu experiencia con la rehabilitación de lesiones de rodilla?</p>	<p>Lo positivo es que con la rehabilitación recortas más fuerza en todos los músculos del pie. Lo negativo es que la recuperación de la rotura de ligamento anterior es demasiado larga y con métodos cotidianos no pude mejorar, actualmente necesito una operación y posterior continuar con terapia.</p>
<p>¿Puedes compartir alguna experiencia específica sobre cómo un producto de rehabilitación ha mejorado la afectación por lesión?</p>	<p>La lesión ya la he tenido desde hace 3 años atrás pero no lo sabía, tuve que realizarme una resonancia porque venía consecutivamente lesionándome de distensión de ligamentos y no mejoraba. Los dispositivos de rehabilitación para fortalecimiento me ayudaron a que pueda recuperar la fuerza y estabilidad en mi rodilla ya que me permitían nivelar la fuerza para progresivamente irme exigiendo.</p>
<p>¿Cómo describirías usted la sensación de utilizar ciertos dispositivos durante la terapia de rehabilitación?</p>	<p>Los dispositivos de magneto corriente ultrasonido me gustan más porque casi no se siente el tratamiento, pero resulta ser muy costoso. Los médicos han mantenido ejercicios de movilidad activa y pasiva y la sensación es muchas veces desagradable, ya que el material es muy rígido y muchas veces me ha causado alergia.</p>
<p>¿La portabilidad de los productos de rehabilitación ha sido un factor importante para usted, especialmente cuando estás fuera de las sesiones programadas?</p>	<p>Completamente, ya que al no contar con un transporte privado debía transporta varios equipos que rentaba en transporte público y resulta muy pesado e incómodo. Por eso prefería permanecer en el centro de rehabilitación para las terapias.</p>
<p>¿Hay algún material que usted haya percibido como más adaptable con</p>	<p>Los plásticos o elásticos me resultan más agradables, incluso aquellos que tienen una cobertura de tela porque no me resulta invasivo.</p>

relación a la comodidad durante el proceso de rehabilitación?

Los dispositivos de rehabilitación aportan significativamente en la recuperación del deportista y existen características esenciales que el usuario destaca.

Fuente: Elaboración propia, 2023

Resultado de la entrevista realizada al deportista afectado 2

Mauricio Sánchez
23 años
Deportista (Arquero)



Pregunta	Criterio
¿Ha experimentado algún tipo de lesión en la rodilla debido a la dinámica del fútbol?	Si
¿Cuál ha sido la lesión de rodilla más significativa que has experimentado en tu carrera como futbolista? ¿cómo ocurrió la lesión y en qué contexto?	Cuando era menor de edad sufría muchos esguinces al tener varios partidos y pocas veces en entrenamientos, pero la más significativa ha sido la rotura de ligamento cruzado que ocurrió cuando yo estaba jugando la final de un torneo en Los Ríos, un jugador se cayó encima de mi rodilla.
¿Cuáles han sido los aspectos positivos y negativos de tu experiencia con la rehabilitación de lesiones de rodilla?	En el aspecto negativo no me permitía realizar los ejercicios naturalmente por el miedo y el dolor que era muy intenso. En cambio, lo positivo es que me ayudó con mi disciplina en mi cuidado personal.

¿Puedes compartir alguna experiencia específica sobre cómo un producto de rehabilitación ha mejorado la afectación por lesión?

Sobre especialmente afín al estímulo por electricidad, considero que es una de las técnicas que más me ayudo. Adicional a eso se complementaba con ejercicios de fuerza que permitan que mi rodilla tenga mayor resistencia por si sola, esto lo hizo la fisioterapeuta con movilidad activa y pasiva.

¿Cómo describirías usted la sensación de utilizar ciertos dispositivos durante la terapia de rehabilitación?

Es una mezcla de emociones tanto de temor, angustia y relajación. Otras veces me resultaba muy difícil ya que se necesitaba una preparación para manejar los equipos correctamente y no afectar mi salud, eso me causa un gran disgusto porque varias veces debían volver a explicarme y me hubiera gustado que yo pudiera descifrar fácilmente su uso.

¿La portabilidad de los productos de rehabilitación ha sido un factor importante para usted, especialmente cuando estás fuera de las sesiones programadas?

Si, completamente, pero esto resulta costoso ya que incluso debes dejar una garantía para que puedan prestarte equipo para llevarte a tu casa. Muchas veces prefería permanecer en el centro de rehabilitación por miedo de dañar algo y que resulte mucho más costoso porque esos equipos no se los encuentra aquí y son costosos al traerlos del extranjero.

¿Hay algún material que usted haya percibido como más adaptable con relación a la comodidad durante el proceso de rehabilitación?

Soy mucho más del uso de textiles, pero me agrada las partes rígidas de los productos porque siento que dan un equilibrio entre delicadeza y firmeza, me hacen sentir seguro.

. Los textiles son un punto clave dentro de esta entrevista ya que es amigable con la piel del usuario.

Fuente: Elaboración propia, 2023

Gabriel Rodríguez

22 años

Deportista (Delantero)



Pregunta	Criterio
¿Ha experimentado algún tipo de lesión en la rodilla debido a la dinámica del fútbol?	Si
¿Cuál ha sido la lesión de rodilla más significativa que has experimentado en tu carrera como futbolista? ¿cómo ocurrió la lesión y en qué contexto?	Empecé con leves molestias en la rodilla que resultaban ser esguinces agudos pero mi lesión más significativa fue una ruptura de ligamento cruzado anterior cuando choqué con otro jugador.
¿Cuáles han sido los aspectos positivos y negativos de tu experiencia con la rehabilitación de lesiones de rodilla?	Lo positivo es que ganas fuerza mediante toda la recuperación, desde que empiezas las terapias hasta cuando terminas. Y lo negativo es el tiempo que te lleva las rehabilitaciones.
¿Puedes compartir alguna experiencia específica sobre cómo un producto de rehabilitación ha mejorado la afectación por lesión?	Antes de eso yo sufría mucho de distensión de ligamentos, pero cuando llegó al punto de romperse tuve que operarme y mi rodilla quedó como nueva, aunque en la actualidad debo mantenerme ejercitando la rodilla y ganando fuerza.
¿Cómo describirías usted la sensación de utilizar ciertos dispositivos durante la terapia de rehabilitación?	Son buenos por qué no sientes ningún dolor y la mayor parte son modernos, algunos no me agradaban porque cada sesión resultaba altamente costosa, pero eran indispensables para que pueda recuperarme completamente.

¿La portabilidad de los productos de rehabilitación ha sido un factor importante para usted, especialmente cuando estás fuera de las sesiones programadas?

Si es importante por qué había ocasiones en las que necesitaba viajar o estar en otros lugares y debía llevar conmigo el equipo que me apoyaba en mi proceso de rehabilitación. Muchos de ellos o más bien la mayor parte son cuerpos rígidos que no pueden descomponer sus partes, esos era completamente difícil transportarlos y prefería programar mis citas para esos usarlos cuando me encontraba en la ciudad.

¿Hay algún material que usted haya percibido como más adaptable con relación a la comodidad durante el proceso de rehabilitación?

Me agrada los de metal porque me resultaban más confiables, pero también eran muy incómodos porque son completamente rígidos, me gustaría que quizá pueda ser el mismo material, pero piezas más pequeñas o tipo rompecabezas que lo haga más liviano.

. El peso del producto es muy importante ya que no siempre se lo puede utilizar en el centro de rehabilitación, es propenso a cambiar de contexto constantemente.

Fuente: Elaboración propia, 2023

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

Gracias por participar en la encuesta sobre Fortis Knee un dispositivo de rehabilitación para lesión de esguince en la rodilla. Tu opinión sobre la rehabilitación de rodilla es crucial. Con tu ayuda, buscamos mejorar la satisfacción y rendimiento de nuestro dispositivo.

Al iniciar el tratamiento de rehabilitación. Especifique:

¿A QUÉ GRADO CADA UNO DE LOS SIGUIENTES SÍNTOMAS AFECTÓ SU NIVEL DE ACTIVIDAD?
PARA CADA RENGLÓN, MARQUE SOLO UNA CASILLA.

	NO TENGO ESTE SÍNTOMA	SÍ TENGO ESTE SÍNTOMA, PERO NO AFECTÓ MI ACTIVIDAD	ESTE SÍNTOMA AFECTÓ LIGERAMENTE MI ACTIVIDAD	ESTE SÍNTOMA AFECTÓ MODERADAMENTE MI ACTIVIDAD	ESTE SÍNTOMA AFECTÓ SEVERAMENTE MI ACTIVIDAD
1. DOLOR					
2. RIGIDEZ					
3. HINCHAZÓN					
4. FLEXIÓN Y EXTENSIÓN					
5. DEBILIDAD					

Teniendo en cuenta que se han llevado a cabo cinco sesiones consecutivas de rehabilitación, según la recomendación de la fisioterapeuta.

ESCALA DE DOLOR: IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

Primera Sesión

¿Cómo describiría la reducción de dolor que ha experimentado desde el inicio de las sesiones de rehabilitación hasta ahora?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Quinta Sesión

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

EVALUACIÓN FUNCIONAL

¿Cómo describiría su experiencia durante las cinco sesiones consecutivas de rehabilitación?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

¿Cómo calificaría la mejora en su condición física después de completar las cinco sesiones consecutivas de rehabilitación?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

¿Qué tan satisfecho está con la efectividad del dispositivo utilizado durante la rehabilitación?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

¿Qué tan fácil ha sido seguir el régimen de rehabilitación propuesto por la fisioterapeuta durante estas cinco sesiones?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

¿Cómo evaluaría la comodidad del dispositivo utilizado durante las sesiones de rehabilitación?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

¿Qué tan fácil fue integrar el uso del dispositivo en su rutina diaria durante el periodo de rehabilitación?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

EVALUACIÓN ESTÉTICA

¿Considera que el diseño del dispositivo es estéticamente agradable y se integra bien con su entorno de rehabilitación?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

¿Cree que la combinación de colores del dispositivo afecta positivamente su disposición y enfoque durante las sesiones?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

¿Cree usted que la selección de colores del dispositivo tiene un impacto en la facilidad de limpieza y mantenimiento del mismo?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---