



Prost - X

Prótesis para personas con discapacidad física.

Maria Paula Avellaneda Hernández

Tutor: D.I Carlos Carrillo
Diseño Industrial

Facultad de creación y comunicación
Diseño Industrial.



Contenido

Lista de tablas y Gráficas	3
Resumen	6
Abstract	7
introducción	8
Justificación	9
Problema	10
1. Objetivos	12
1.1 Objetivo General	12
1.2 Objetivos Específicos	12
1.3 Pertinencia del Diseño Industrial	13
2.Contexto	14
3. Marco Teórico	16
3.1 La pierna	17
3.2 Anatomía de la pierna	18
3.2.1 Estructura de la pierna	18
3.3 Anatomía de la cadera	21
3.3.1 Estructura de la cadera	21
3.4 Anatomía del pie	22
3.4.1 Estructura ósea del pie	22
3.5 La rodilla	22
3.6 El tobillo	23
3.7 Los dedos	23
4. Dificultades y retos	24
5. Cronología histórica de las amputaciones	26
5.1 Cronología	27
6.Traumas Psicológicos	29
6.1 Etapas de adaptación	30
7. ¿ Qué es vulnerabilidad?	31
7.1 Personas vulnerables	31
8. Marco Referencial	32
8.1 Tecnología 3D	33
8.2 ¿ Cómo funciona?	34
9. Escanér del modelo Arum 3D	35
9.1 Ahorro de tiempo	36
10. Estado del arte	37
10.1 Articulación de rodilla EBS	38
10.2 El brazo de luke	39
10.3 Enabling the future	40
11. Evidencia del trabajo de campo	41
11.1 Entrevistas	42
11.2 Preguntas paciente	43
12. Etapa de exploración	47
12.1 Componentes de la prótesis	48
12.2 Primera propuesta de diseño	50
12.3 Segunda propuesta de diseño	52
12.4 Observaciones prototipos	54
13. Propuesta final	55
13.1 prototipos prótesis	56
13.2 Renders prototipo	57
14. Proceso de producción	58
14.1 Despiece de los componenetes	59
15. Costo del producto	60
15.1 Matriz de costos	62
16. Estrategia de publicidad y mercadeo	63
17. Prueba de usabilidad y producto final	66
18. Conclusiones	67
19. Referentes y Links	67

Gráficos

Gráfico 1.....	pag 28
Gráfico 2.....	pag 30
Gráfico 3.....	pag 32
Gráfico 4.....	pag 33
Gráfico 5.....	pag 34
Gráfico 6.....	pag 35
Gráfico 7.....	pag 36
Gráfico 8.....	pag 38
Gráfico 9.....	pag 39
Gráfico 10.....	pag 40
Gráfico 11.....	pag 44
Gráfico 12.....	pag 45

“ La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”

Agradecimientos

Agradezco a mis padres y mi hermano por su apoyo incondicional durante mi formación académica

A mi tutor Carlos Carrillo y a Technoparque quienes me guiaron durante mi proyecto final.

Y por último a la Universidad del Bosque por brindarme todos los conocimientos necesarios para mi vida profesional.

Resumen

Prost-x es una prótesis que ayudará a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades físicas de la fundación.

La prótesis estará diseñada con materiales de alta calidad y resistencia que puedan someterse a cualquier tipo de clima o suelo sin que esta sufra algún daño, con el propósito de que las personas con discapacidades físicas de la fundación, puedan volver a realizar sus actividades cotidianas que requieren de movilidad física con ayuda de esta. El objetivo de prost es ayudar a las personas con este tipo de discapacidades a que puedan adaptarse a ella sin ningún inconveniente y sea asequible en todos los aspectos.

Prost es una abreviacion de prótesis en ingles acompañada de la letra X, pues en el mundo industrial siempre a significado avance tecnológico, por este motivo la X es azul ya que esta dentro de los codigos de color de tecnología. Este proyecto quiere cambiar la perspectiva de la prótesis siendo innovador para las personas con discapacidades físicas, junto con la colaboración de tecnoparque quienes aportaron gran parte de sus conocimientos para la realización de este proyecto.

Prótesis - Discapacidad - Vulnerabilidad - Muñón - Fundación - Avance Tecnológico - Innovación - Calidad - Vida - Movilidad Física.

Abstract

Prost-x is a prosthesis that will help improve the life quality of people with physical disabilities of the foundation.

The prosthesis will be designed with high quality materials and resistance, which can be subjected to any type of weather or ground without suffering any damage, with the purpose of the people with physical disabilities of the foundation can return to their daily activities that require physical mobility with the help of this. The goal of prost is to help people with these types of disabilities adapting to it without any inconvenience and be affordable in all aspects.

Prost is an abbreviation for prostheses in English, next to the letter X, since in the industrial world it always means technological advancement, for this reason the X is blue since it is within color codes of technology. This project wants to change the perspective of the prosthesis being innovative for people with physical disabilities, along with the Technopark collaboration who contributed on their huge knowledge to carry out this project.

Prosthesis, Physical Disabilities, Stump, Vulnerability, Foundation, Technology Advance, Innovation, Quality, Life, Physical Mobility.



Descripción del proyecto

Prost-X es un proyecto enfocado en aquellas personas con discapacidades físicas quienes han perdido un miembro vital del cuerpo. Pues, uno de los problemas principales es el alcance de estas prótesis para estos usuarios, debido al alto costo que hay que asumir, al igual que la adaptación del mismo.

Por esta razón las prótesis con ayuda de la medicina y la tecnología han mejorado a medida del tiempo en los procesos quirúrgicos, puesto a que los recursos avanzados de hoy en día ayudan a que las personas se adapten de manera efectiva, generando confianza y comodidad para que vuelva a recuperar su rutina diaria.

La pérdida de alguna extremidad genera grandes cambios en la vida de una persona tanto físicos como psicológicos y sociales, la persona pasa por una serie de etapas la cual ayuda superar este proceso ya sea a largo o a corto plazo. Dependiendo de cómo las características socioemocionales se desarrollen en la persona.



Justificación

La prótesis apareció en el año 1536 la cual fue desarrollada por Ambroise Paré quien trabajó en el Ejército como cirujano, para él era el sitio ideal en donde podía probar miembros artificiales ya que muchos de los soldados requerían de amputaciones.

A principios de la Primera Guerra Mundial las prótesis se empezaron a fabricar con frecuencia por la cantidad de heridos que debió esta guerra, En el año 1930 en Bélgica, lograron desarrollar las primeras piernas en madera para miembros amputados que van por encima de la rodilla y mecanismos que faciliten el movimiento del pie.

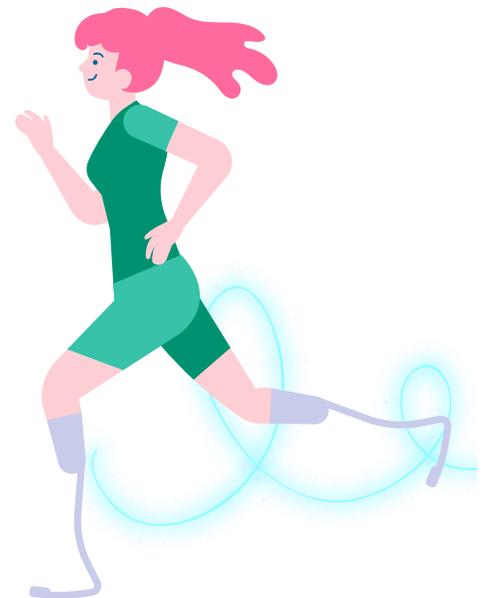
Con el pasar del tiempo la evolución de las prótesis han ido avanzando e innovando para mejorar la calidad de vida de las personas y recuperando las actividades diarias de ellas, esto se ha logrado con ayuda de diferentes materiales, mecanismos encajes y dispositivos. Estas mejoras actualmente han dado grandes pasos gracias a la tecnología y el conocimiento que se adquiere para la creación de las prótesis.

Problemática

Una de las dificultades para adquirir una prótesis es el alto costo y el precario desarrollo de la composición de la misma, haciendo que las personas no logren adaptarse en gran parte por la incomodidad que esta genera, al igual que lo poco asequible que puede llegar a ser en el momento de adquirirla.

La adaptación de las prótesis puede ser de largo a corto plazo dependiendo del estado emocional en el que el paciente se encuentre, es un proceso complejo debido a todas las etapas que tiene que atravesar el paciente al tener que afrontar la superación de la pérdida de un miembro vital.

Hoy en día, fundaciones como Cirec, tienen la opción de donar estas prótesis y llevarlas a los municipios más cercanos y de bajos recursos, es una fundación capacitada para ayudar a superar con éxito a sus pacientes etapas de trauma y logren llevar una vida normal.



Gracias a esta fundación muchas personas han logrado obtener su propia prótesis y poder hacer uso de ella, con ayuda de un equipo de trabajo dedicado a este proceso teniendo una gran base de conocimientos del tema, logrando con el objetivo planteado.

Cirec cumple con cuatro unidades misionales auto-sostenibles, dispositivos médicos en donde se producen y comercializan prótesis, ortesis, sillas de ruedas especializadas y ortopedia de línea blanda.

Centro de rehabilitación del alta tecnología rehabilitan a los pacientes que sufren de discapacidad para incluirlos nuevamente en la sociedad. Por último esta Sanando vidas potencializando las habilidades de la población en aspectos artísticos, deportivos de emprendimiento y espirituales para lograr la sanación integral.

Obtenido de: <https://www.cirec.org>





Objetivos GENERAL

Diseñar una prótesis para pierna enfocada en las personas con discapacidades físicas, afectadas por algún tipo de accidente, calamidad doméstica o una enfermedad, que facilite el esfuerzo necesario en actividades cotidianas a través del uso de aspectos ergónomicos de materiales y de producción.

ESPECÍFICOS

- Diagnosticar cuáles son las zonas más vulnerables en algún tipo de accidente, calamidad doméstica o una enfermedad
- Analizar la situación actual en la que se encuentran las personas con discapacidades físicas afectadas por algún tipo de accidente, calamidad doméstica o una enfermedad
- Evaluar por medio de un estudio cuantas personas requieren de una prótesis, en donde esta recupere las habilidades perdidas.
- Diseñar e implementar una prótesis que sustituya la parte del cuerpo faltante, la cual se utilice para realizar múltiples actividades cumpliendo con el propósito inicial.

Pertinencia



La prótesis estará diseñada con materiales de alta calidad y resistencia que puedan someterse a cualquier tipo de clima o suelo sin que esta sufra algún daño, con el propósito de que las personas vulnerables, puedan volver a caminar y realizar sus actividades en el campo con ayuda de esta.



Contexto



En Colombia a partir de noviembre del 2010 el Ministerio de Salud y Protección Social sume este registro realizando algunas mejoras al proceso y modernizando su operación.

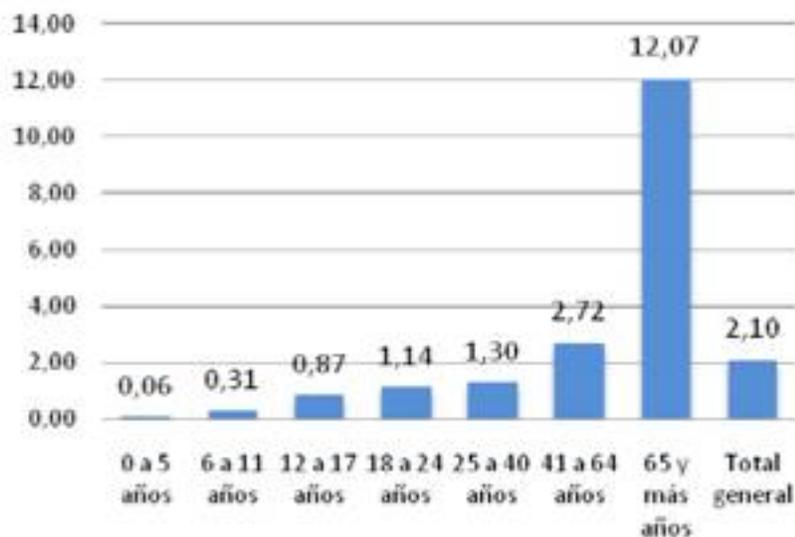
En esta tabla podemos observar el comportamiento de la discapacidad en los departamentos del país del año 2002 – 2012, donde los departamentos de Nariño, Boyacá y Casanare presentaron el mayor número de personas discapacitadas registradas en el país.

Tabla 1. Porcentaje de Discapacidad por Departamento. Colombia 2002 – 2012.

Departamento	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nariño	0,00	0,00	0,68	1,26	2,31	2,41	2,85	3,18	3,22	3,19	3,29
Casanare	0,00	0,01	1,23	1,30	1,34	2,54	2,50	2,94	2,90	2,85	3,16
Boyacá	0,00	0,00	0,07	0,62	1,01	1,58	1,60	2,74	2,74	2,81	3,01
Huila	0,00	0,01	0,92	1,92	1,94	1,94	1,92	1,90	1,88	2,72	2,77
Santander	0,11	0,11	0,12	0,15	0,51	0,73	1,63	2,42	2,54	2,60	2,65
Sucre	0,00	0,00	0,01	0,03	0,83	1,00	2,60	2,60	2,58	2,56	2,61
Putumayo	0,00	0,00	0,02	0,04	1,05	1,77	2,05	2,12	2,55	2,54	2,53
Bogotá	0,01	0,04	0,11	0,93	1,73	2,29	2,28	2,35	2,42	2,48	2,52
Amazonas	0,00	0,00	0,00	0,01	0,16	2,53	2,58	2,56	2,55	2,52	2,50
Magdalena	0,00	0,01	0,01	0,03	0,41	0,48	0,58	1,34	2,36	2,34	2,33
Tolima	0,00	1,12	1,70	1,74	1,78	1,85	2,11	2,19	2,21	2,20	2,32

- Se realizó un análisis por grupos de edad de acuerdo al ciclo vital, en la gráfica se muestra como los porcentajes de discapacidad son mayores en los grupos de edad que se ubican entre 41 - 64 años (2,72%) seguido del grupo de 65 años y más (12,07%).

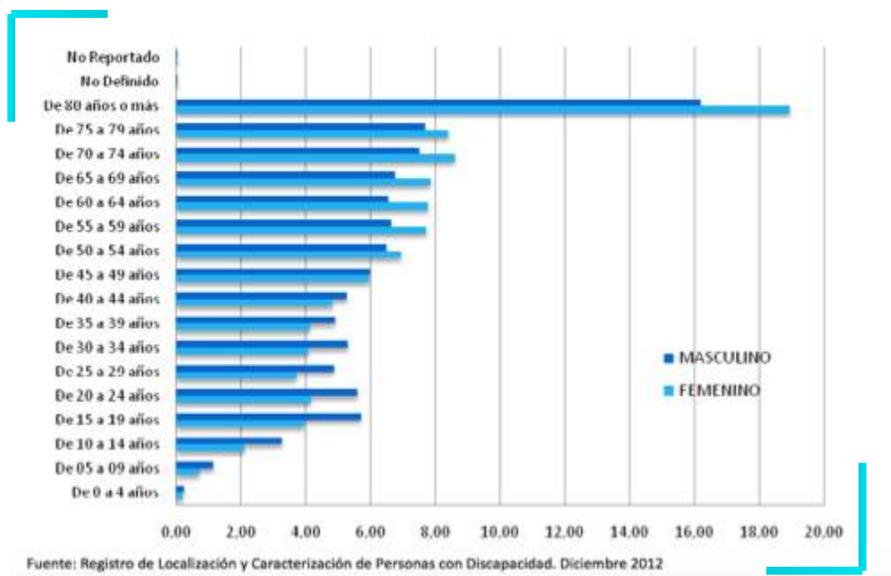
Figura 2. Porcentaje de Discapacidad por Grupos de Edad - Ciclo Vital, Colombia 2012.



Fuente: Registro de Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad. Diciembre 2012

- En la tabla 3 podemos observar como en los grupos de 50 y más, el mayor porcentaje de personas con discapacidad hasta ahora registradas son mujeres y los grupos de 40 años el mayor porcentaje son hombres.

Figura 3. Porcentaje de Hombres y Mujeres con discapacidad por Grupos de Edad Quinquenal, Colombia 2012.



- En la tabla 4 se muestra el porcentaje de las personas con discapacidad de acuerdo a la causa que la origina para Colombia en el periodo de 2002 – 2012. Como se puede evidenciar en el país el mayor porcentaje de discapacidad es originado por enfermedad general; Accidente y Alteración genética.

Tabla 4. Porcentaje de personas con discapacidad por causa de origen. Colombia. 2002 -2012

Causa	Año										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enfermedad general	45,13	39,59	37,35	44,69	45,45	46,56	40,76	42,02	48,41	49,99	38,20
Accidente	17,88	19,79	22,92	18,25	16,06	12,87	17,83	17,56	14,57	16,28	18,86
Alteración genética, hereditaria	3,22	11,99	11,90	14,50	16,31	16,54	17,64	16,69	15,51	12,39	13,19
Condiciones de salud de la madre durante el embarazo	5,58	6,80	7,26	6,31	5,74	4,92	5,84	7,50	6,31	6,59	10,96
Complicaciones durante el parto	2,97	2,67	3,24	3,01	2,76	7,91	2,87	3,26	3,19	4,42	5,67
Víctima de violencia	1,49	2,35	2,81	2,37	2,11	1,87	1,87	2,06	3,30	2,19	2,91
Dificultades en la prestación de servicios de salud	1,41	2,64	2,36	1,67	1,51	1,28	1,66	1,77	1,23	1,17	1,69
Enfermedad profesional	0,71	2,72	2,52	2,17	2,38	1,98	2,44	2,04	1,61	1,27	1,15
Conflicto armado	0,85	0,66	0,60	0,58	0,72	0,53	0,48	0,69	1,02	1,00	0,91
Consumo de psicoactivos	2,17	0,88	0,73	1,09	1,02	1,29	0,67	0,57	1,27	0,84	0,55

Marco Teórico



A photograph of a person's legs from the knees down, surrounded by numerous bright yellow balloons. The person is wearing a dark bikini bottom. The background is a soft, out-of-focus yellow.

3.1 La pierna

Las extremidades que se encuentran en la región inferior del ser humano se le denomina con el nombre de piernas. La pierna está articulada con el pie a través del tobillo y con el muslo por acción de la rodilla. Puede decirse que el peroné y la tibia son los huesos que forman la pierna, por otro lado encontramos los músculos que son los extensores, los peroneos y los tríceps.

Las piernas son de vital importancia para las personas ya que permiten desplazarnos de un lado para otro o realizar varias actividades del día a día, cuando las piernas sufren alguna lesión grave es probable que la persona no pueda caminar y requiera de alguna ayuda.

3.2 Anatomía de la pierna

La pierna humana es considerada como el segmento comprendido entre la cadera y el tobillo.

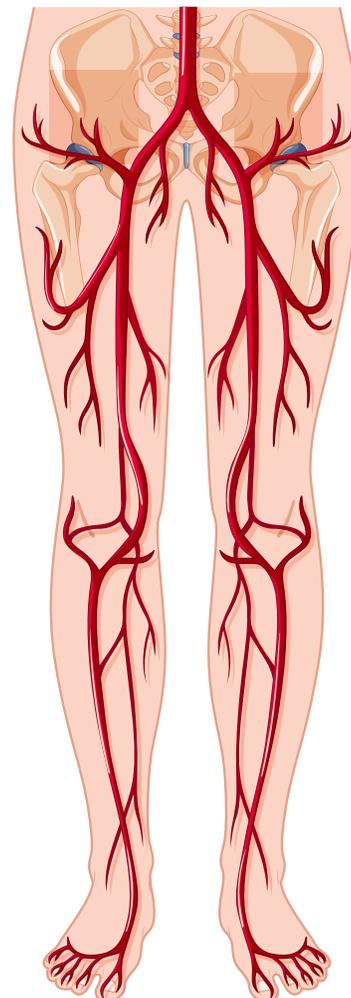
3.3.1 Estructura de la pierna

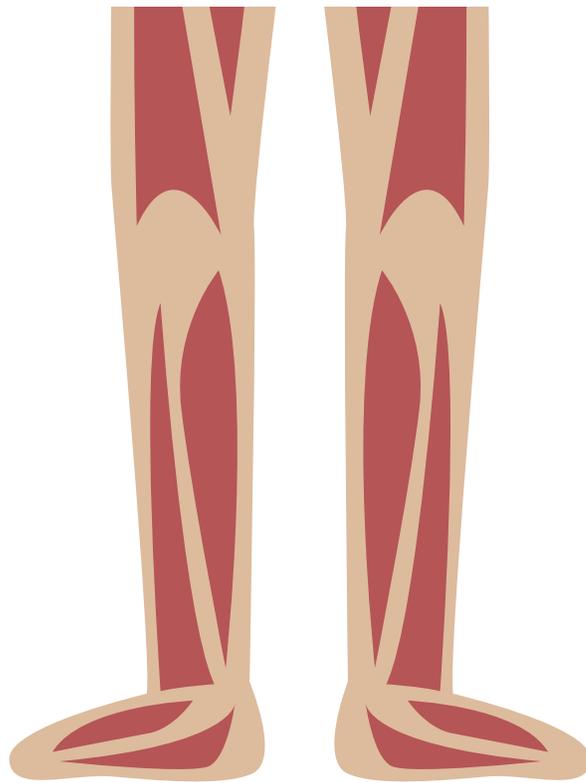
Existen cuatro huesos que conforman la pierna: en la sección superior el fémur y la rótula, en la sección inferior la tibia y el peroné.

El Fémur se encuentra en el muslo, es uno de los huesos más largos del cuerpo humano fuerte y voluminoso, se une al hueso coxal por medio de una articulación en su extremo, este hueso conforma la cadera y en su extremo inferior esta la rótula que se une con la tibia en la rodilla por medio de la articulación femorotibial.

La rótula o patela es el hueso que protege la parte frontal de la articulación de la rodilla, su función es la extensión de la rodilla aumentando el ángulo en el que éste actúa.

La tibia es el segundo hueso más largo de cuerpo seguido del fémur, está articulada en su parte superior con el fémur y la rótula. El peroné está ubicado al lado de la tibia, el cual se conecta por la parte superior e inferior.





Los músculos de la pierna se dividen en dos secciones la superior y la inferior. Músculos de la sección superior son:

- Tensor de la faja lata: Está situado en la parte lateral del muslo que empieza desde la parte externa anterior de la pelvis y termina debajo de la rodilla, cumple con la función de mover el muslo hacia fuera y flexionar la cadera.
- Bíceps femoral: Su función es extender el muslo y flexionar la rodilla.
- Cuádriceps: Este hueso está formado por cuatro partes, vasto medio, vasto intermedio, vasto lateral y recto femoral. Los tres primeros se originan en la parte alta del fémur y termina en un grueso tendón en la tibia, el recto femoral inicia delante de la pelvis extendiéndose por encima del muslo. Su función es extender la rodilla y flexionar la cadera.

¹ Foto 5. Portada del libro Ambroise Paré

Músculos de la sección inferior de la pierna humana:

Se divide en tres grupos que son, anterior, lateral y posterior.

- Grupo anterior: Esta localizado en la espinilla, los músculos de este grupo son:

- Tibia anterior: Comienza en las tuberosidades de la tibia terminando por debajo en el cuneiforme y y el extremo posterior metatarsiano en el pie. Este cumple con la función de flexor, aductor y rotador del pie hacia adentro.

- Extensor largo de los dedos: Se divide en 4 y se inserta en los 4 dedos del pie. La función que cumple es la de extensor de los dedos y flexor del pie como su nombre lo indica.

- Extensor largo del dedo gordo: Su función es la de extensor del dedo gordo y flexor del pie.

- Peroné tercero: su función es la de flexor, abductor y rotador del pie hacia afuera.

- Grupo lateral: Esta localizado a lo largo del lado externo de la pierna, sus músculos son:

- Peroné largo: La función es extensor, abductor y rotador del pie hacia fuera.

- Peroné corto: Su función es la de abductor de pie.

- Grupo posterior: Localizados en la pantorrilla, los músculos principales son:

- Gatrocemio: Es el más corto y grueso de los músculos de la pantorrilla siendo también uno de los más visibles. Su función es la flexión plantar del pie.

- Soleo: La función que cumple es la de flexión plantar del pie y elevar el talón.

- Plantar: Este también cumple con la función de flexión de plantar del pie.

3.3 Anatomía de la cadera

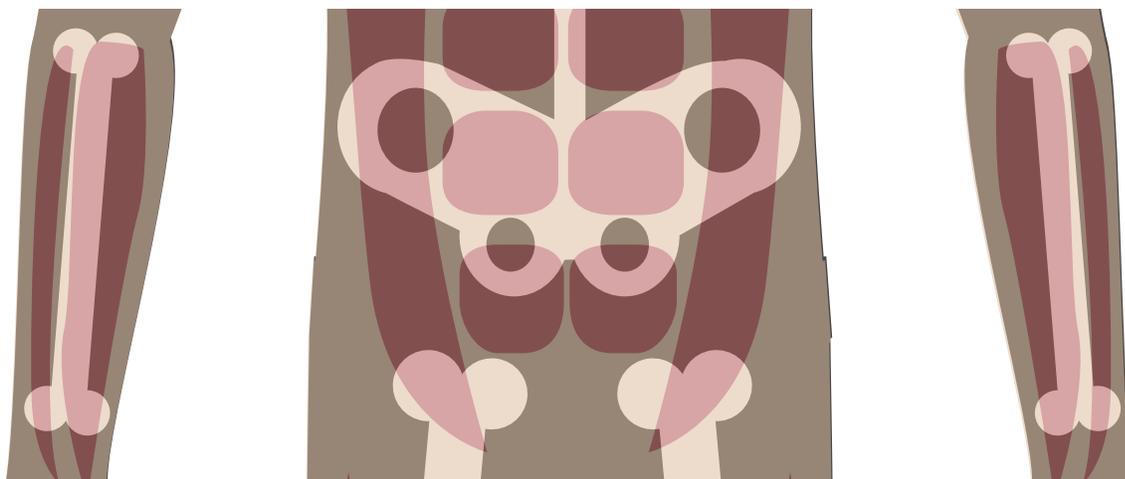
Está diseñada para la movilidad y estabilidad del cuerpo humano. Algunas veces realizar deportes en exceso o sufrir de caídas pueden provocar lesiones en las caderas.

3.3.1 Estructura de la cadera

Las superficies óseas articulares de la cadera son la cabeza esférica del fémur y el hueso coxal.

Por otro lado, la cadera tiene 17 músculos que se dividen en cuatro grupos: el grupo glútea, el lateral rotatorio, el grupo aductor y el grupo lipomas. Este músculo estabiliza la cadera y la pelvis durante el movimiento que genera. Con esta articulación la pierna puede hacer distintos movimientos y la pierna puede estar fija y ser la cadera la que se mueva en contra de la pierna. Al momento de caminar cada una de ellas se va alternando.

La cadera tiene tres movimientos básicos el extensión y flexión, Abducción y aducción y el de rotación



3.4 Anatomía del pie

Es una estructura anatómica que se encuentra en la mayoría de vertebrados, este es un órgano independiente en la parte terminal de la pierna, está compuesta por uno o más huesos.

3.4.1 Estructura ósea del pie

La estructura ósea del pie es una de la más compleja igual que la de la mano, está compuesto por 26 huesos divididos en tres bloques principales: Tarso, Metatarso y Falanges. También está posee músculos en la región dorsal y en la región plantar, la región dorsal hay un músculo llamado extensor corto de los dedos que ayuda a la extensión de los dedos.

3.5 La rodilla

Es la articulación más grande del cuerpo, que está compuesta por el fémur, tibia, rotula y dos discos fibrocartilagosos. Los movimientos que esta genera son guiados por dos grupos de ligamentos, ligamentos colaterales y cruzados. Las funciones básicas que cumple la rodilla son la flexión y la extensión, hay dos músculos que son los que ayudan a estas funciones, los bíceps y cuádriceps.





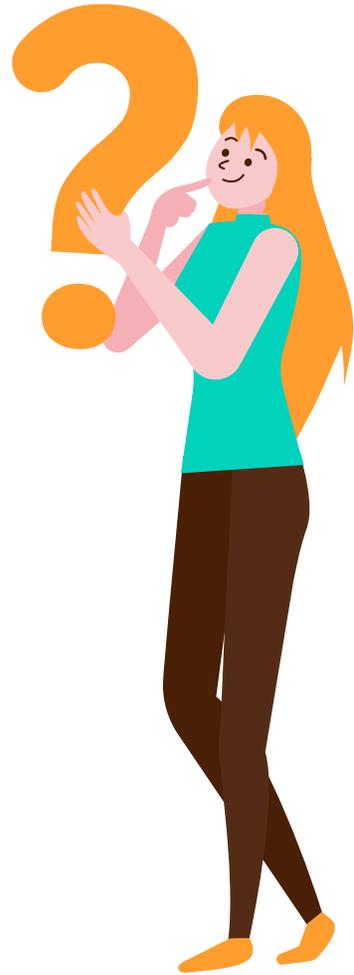
3.6 El tobillo

Este consta de dos articulaciones. La articulación del tobillo que está formada por la tibia, peroné y el astrágalo en el pie, y la articulación intertarsal formada por el astrágalo del pie, la articulación del tobillo es la que más se utiliza al momento de caminar en una superficie plana. Los músculos que se encuentran en la sección inferior de la pierna actúan sobre la articulación del tobillo, a estos músculos se les conoce como Dordiflexión y Flexión Plantar.

3.7 Los dedos

La articulación de los metatarsos y las falanges, esta articulación es la que permite que los dedos se muevan hacia arriba y hacia abajo. Las falanges cumplen un papel importante durante la marcha. Los músculos de la parte inferior de la pierna tienen largos tendones los cuales atraviesan el tobillo hasta llegar a las falanges, se encargan de flexionar los dedos hacia abajo y extender los dedos hacia arriba.

4. Dificultades y retos



Hacer una prótesis robótica de una calidad aceptable requiere de un enorme esfuerzo, no solo en el campo de la mecatrónica si no también en neurociencia, ingeniería eléctrica, ciencias cognitivas, procesamiento de señales, diseño de baterías, nano-tecnología, y ciencias del comportamiento.

Para obtener una prótesis que cambie la dinámica del miembro amputado es necesario que el diseño satisfaga ciertas especificaciones, como:



- Tamaño y Masa: Las dimensiones de la prótesis deben ser las mismas que las del miembro que se sustituye. Por otro lado, la masa debe ser igual o menor a la del miembro amputado para que la persona pueda manipularla con mayor facilidad y no haga esfuerzos extraordinarios que puedan perjudicar o dañar los músculos que soportan la prótesis.
- Velocidad y Torque. La prótesis debe capturar completamente el comportamiento torque- velocidad del miembro que sustituye.
- Baterías. La duración de las baterías de una prótesis robótica debe permitir un funcionamiento de al menos 16 horas para que el usuario no tenga problemas de insuficiencia de energía durante las actividades diarias.
- Ancho de Banda del Torque. El ancho de banda de una prótesis es la frecuencia a la que se debe actualizar el torque aplicado en el mecanismo de accionamiento de tal manera que el caminado sea natural.
- Realimentación al Usuario. La prótesis debe realimentar al usuario que la prótesis ha tenido contacto con el ambiente y también la intensidad del contacto. Esto podría ser solucionado mediante interfaces hápticas o utilizando señales eléctricas.¹

¹ Obtenido de:
https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/3188271/Protesis_roboticas.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552263076&Signature=7qUcHg6%2BbHIVeKX%2FDmjNEhDkJJs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DR esumen_En_esto_articulo_se_hace_una_rev.pdf

5. Cronología de las amputaciones



Las amputaciones son uno de los procedimientos quirúrgicos mayores más antiguos en la historia de la humanidad. A través de miles de años, las amputaciones han tenido diversos propósitos como punitivos, rituales y terapéuticos, de los cuales existen múltiples ejemplos. Además de irse venciendo el dolor, la hemorragia y la infección, así como el perfeccionamiento de las técnicas en rehabilitación y las prótesis, se han producido cambios sustanciales en el presente y futuro de todos aquellos pacientes que requieren de este tipo de procedimientos terapéuticos.²

² Obtenido de:
https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/3188271/Protesis_robóticas.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552263076&Signature=7qUcHg6%2BbHIVeKX%2FDmjNEhDklJs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DResumen_En_esto_articulo_se_hace_una_rev.pdf

5.1 Cronología

En Perú se han encontrado elementos cerámicos de la cultura Inca en forma de figurillas votivas o dibujos, los cuales muestran extremidades amputadas, así como el uso de algunas prótesis. Los instrumentos utilizados inicialmente fueron cuchillos, hachas y sierras de piedra, pedernal u obsidiana y el cuchillo era llamado “Tumi.

En el Talmud se recopilaron muchos elementos culturales que previamente habían estado sujetos a la transmisión oral, entre ellos están los conocimientos quirúrgicos, los cuales se empezaron a acumular a partir del año 604 a. C. y se discuten diversos procedimientos entre los que se encuentran las amputaciones y el uso de prótesis de madera.

Dionisio Daza Chacón (1503 - 1580) cirujano español quien fue uno de los muchos cirujanos militares que prefería el cauterio a las ligaduras en los muñones de amputación, procedimiento que se utilizaba con frecuencia para mejorar cualquier lesión compleja de alguna extremidad afectada.

Hans Van Gerddorff (1480 - 1540) ejerció en Estrasburgo, escribió una obra en la que se encuentra una ilustración de la amputación. Realizó más de 200 amputaciones por gangrena o erisipela y señalaba las ventajas de amputar sobre tejidos sanos. Daba como primer consejo a cualquier persona que necesitara de una amputación mayor “ antes que nada confesarse y recibir los santos sacramentos.”³

³ Obtenido de:
https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/3188271/Protesis_roboticas.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552263076&Signature=7qUcHg6%2BbHIVeKX%2FDmjNEhDkUs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DResumen_En_esto_articulo_se_hace_una_rev.pdf



4 Foto 5. Portada del libro Ambroise Paré

Ambroise Paré (1510 - 1590) cirujano militar francés quien aprendió que al efectuar una amputación era más eficaz ligar en forma individual a los vasos del muñón que intentar el control de la hemorragia por cauterización. Para efectuar la ligadura se utilizaron dos técnicas, en la primera se usaba una pinza hemostática en “pico de cuervo” con la cual tomaban los extremos del vaso seccionado y se colocaba la ligadura, en la segunda era efectuando la transfixión con aguja.⁴

4 Obtenido de:
<http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexang/an-2009/an091c.pdf>
<http://protesica.com.co/aspectos-psicologicos-de-la-amputacion/>

6. Traumas Psicológicos

“ La pérdida de alguna extremidad genera grandes cambios en la vida de una persona tanto físicos como psicológicos y sociales.”

El proceso de rehabilitación puede tardar poco tiempo dependiendo de las características socioemocionales de la persona, por ejemplo hay personas que tienen mayor facilidad para adaptarse a la utilización de la prótesis logrando alcanzar los niveles de apropiación que le permita desenvolverse en el medio. Por otro lado este proceso transcurre más lento, generando dificultades tanto emocionales como físicas.

La medicina ha mejorado los procedimientos quirúrgicos en las amputaciones, desarrollando técnicas que controlen al máximo los efectos adversos, también ha habido avances en cuanto a la elaboración de prótesis, la tecnología ha permitido que las prótesis permitan que las personas recuperen sus habilidades perdidas.

Perder alguna extremidad genera cambios en el estilo de vida de la persona, la familia tiene un papel protagónico durante este proceso, fomentando un ambiente en donde le brinde apoyo permitiéndole el desarrollo de independencia funcional en las personas amputadas.⁵

6.1 Etapas de adaptación:

- Negación: En esta etapa el paciente niega la realidad en la que esta viviendo y se rehusa a confrontarla.
- Rabia: La persona busca culpables por el sufrimiento que tiene al haber perdido una extremidad.
- Depresión: Esta es la etapa más difícil ya que la persona empieza a tener varios síntomas como: la falta de sueño, desesperación y los sentimientos negativos sobre la realidad.
- Aceptación: La persona puede hablar con alguien que ya haya superado su proceso de adaptación, que le pueda aconsejar como afrontar su pérdida.⁶



⁶ Foto 6. Persona pasando por trauma psicológico

7. ¿Qué es vulnerabilidad?

Vulnerabilidad es la cualidad de vulnerable (que es susceptible de ser lastimado o herido ya sea física o moralmente). El concepto puede aplicarse a una persona o un grupo social según su capacidad para prevenir, resistir y sobreponerse de un impacto. Las personas vulnerables son aquellas que, por lo tanto, se encuentran en una situación de riesgo.⁷

7.1 Personas vulnerables

Los grupos vulnerables son conjuntos de personas que se encuentran en un estado de indefensión, es decir, que tienen sus garantías, derechos y libertades vigentes, pero que en la práctica no se les reconoce, y están expuestas a la violación de sus derechos; se encuentran en estado de vulnerabilidad por su género, edad, preferencias sexuales, discapacidad, origen étnico, nivel económico, son marginados, lo cual los pone en desventaja con las demás personas integrantes de una comunidad social.⁸



7 Obtenido de: <https://definicion.de/vulnerabilidad/>

8 Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/2932/293222980007.pdf>

MARCO REFERENCIAL



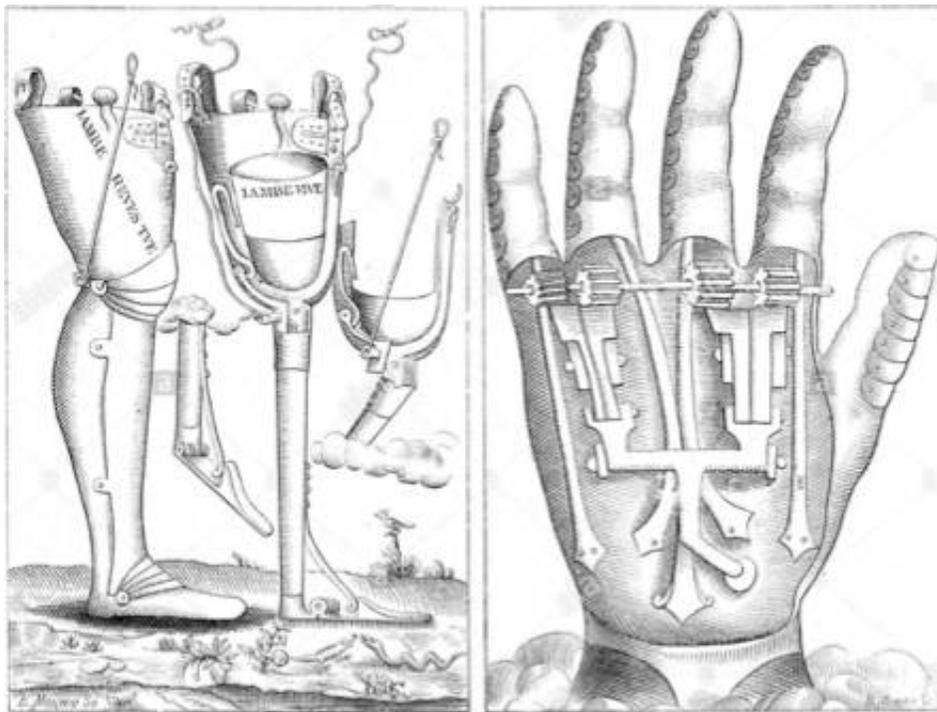


Fig. 1. — Jambes artificielles du temps d'Ambroise Paré.
(D'après une ancienne gravure.)

Fig. 2. — Main artificielle du temps d'Ambroise Paré.
(D'après une ancienne gravure.)

9 Foto 7. Prótesis desarrolladas por Ambroise Paré.

8.Marco Referencial

El inventor de la prótesis fue el médico Francés Ambroise Paré, en 1536 trabajo como cirujano en el ejército, era un buen sitio para probar miembros artificiales ya que en ese momento los soldados sufrían de amputaciones. Logro conseguir reproducir las funciones naturales del brazos y manos, una de las prótesis mas sencillas que desarrollo fue la de una mano con un asa que permitia al amputado manejar la pluma de escribir.

Además invento un dispositivo que iba por encima de la rodilla, que consistia en una pata de palo que podia flexionarse en la rodilla y una prótesis de pie con una posición fija, un arnes y un control de bloqueo de rodilla.

A partir de la primera Guerra Mundial, la fabricación de prótesis se disparó. En Bélgica lograron en el año 1930 desarrollar piernas de madera para miembros amputador por encima de la rodilla que disponían de rótulas artificiales y de mecanismos que facilitaban el movimiento del pie.⁹

8.1 Tecnología 3D

Una tecnología en 3 dimensiones, así es catalogada en el mundo, que tiene una profundidad, un ancho y un largo de una imagen, en la actualidad se esta intentando simular esta tecnología 3D con computadoras. Un ejemplo de esta técnica es, el escáner 3D, una alternativa de medición. la técnica más utilizada en la actualidad para la obtención de las diferentes medidas. Esto se debe a que permite medir las formas simples y complejas del cuerpo humano.

Los escáneres 3D contienen tres o más cámaras que se encargan de recoger la información de la forma de la superficie escaneada, creando así, una nube de puntos (X, Y, Z). Concretamente, los escáneres 3D láser son los más comunes en el ámbito de la antropometría.¹⁰



¹⁰ Foto 8. Tecnología 3D

8.2 ¿ Como funciona?

Su funcionamiento está basado en la emisión de un haz de luz láser que se proyecta sobre la superficie a explorar, mientras una cámara, o una serie de cámaras, reconstruyen las coordenadas 3D de los puntos iluminados mediante técnicas de fotogrametría 3D estándar. A partir de un software específico se obtienen formas del cuerpo completo o, este caso, del pie.¹¹



¹¹ Foto 9. escáners láser: YETI.

Escáner láser común YETI 3D, que también está formado por 4 fuentes emisoras láser y 8 cámaras que registran las posiciones de las líneas de luz. El tiempo de exploración es de 4 segundos o menos y la reconstrucción del pie se puede conseguir prácticamente en tiempo real.¹²



¹² Foto 10. escáneres láser: INFOOT

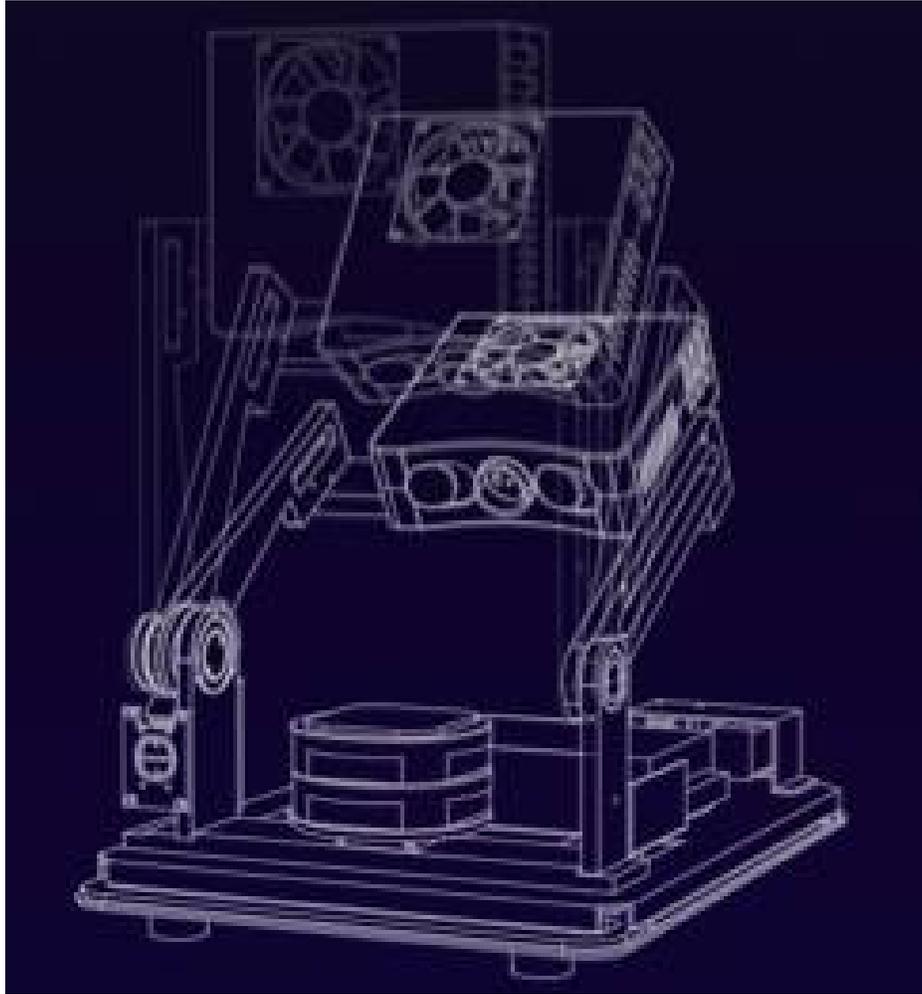
El escáner láser 3D INFOOT, formado por 8 cámaras y 4 proyectores láser, es uno de los más utilizados para el diseño del calzado. Este escáner permite obtener una imagen de alta precisión del pie en menos de 5 segundos, (Pantazi & Vasilescu, 2016).¹³

¹¹ Obtenido de:

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/94287/53383909N_Completo_15053143038423183594502956507245.pdf?sequence=2

¹² Obtenido de:

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/94287/53383909N_Completo_15053143038423183594502956507245.pdf?sequence=2



¹⁴ Foto 11. Escanér del modelo Arum 3D

9. Escaner del modelo Arum 3D

Este escaner posee una tecnología con cámara en movimiento permitiendo que esta y el modulo de luz giren alrededor del centro de la tabla de escaneado y mantiene a sus modelos estables durante el proceso de escaneado.

9.1 Ahorro de tiempo

A parte de tener un gran proceso de scaneo, al momento de trabajar ahorra su tiempo ya que no utiliza accesorios. Con una combinación de cámaras de 2.0 MP(HD), 5.0 MP Y USB DE 3.0.

El escaner ahora ofrece datos de alta calidad con velocidad.¹⁴



9.1 Ahorro de tiempo

A parte de tener un gran proceso de escaneo, al momento de trabajar ahorra su tiempo ya que no utiliza accesorios. Con una combinación de cámaras de 2.0 MP(HD), 5.0 MP Y USB DE 3.0. El escaner ahora ofrece datos de alta calidad con velocidad.¹⁵

2,7

5,0

4,7

MUÑÓN
INDIVIDUAL

MODELO
COMPLETO

7
MUÑONES

¹⁵ Foto 12. Cifras Escneo muñón

10. Estado Del Arte



10.1 Articulacion de rodilla EBS

Esta prótesis fue utilizada por Oscar Pistorius, quien se convirtió en el primer amputado en romper la barrera de los 22 segundos para los 200m en Los Juegos Olímpicos del 2004.

Pistorius ha sido apodado “Blade Runner” por sus prótesis como cuchillas, diseñadas por la compañía islandesa Össur. Las “Cheetah” son hechas a la medida, fabricadas de fibra de carbono, diseñadas especialmente para hacer deportes.

Esta prótesis esta diseñada para que pueda imitar la acción de la articulación anatómica de la pie/tobillo de los corredores, fueron inventadas en 1997 y desde entonces varios de los corredores con discapacidad las han utilizado.

Cuando los usuarios llegan a la curva “J” cuando estan corriendo la prótesis se comprime en el impacto, almacenando energía y absorbiendo los niveles de estrés. Al final de esta fase la prótesis vuelve a su estado normal, liberando la energía almacenada y permitiendole al usuario ir hacia delante.¹⁶



¹⁶ Foto 13. Prótesis OSSUR

10.2 El Brazo de Luke

Fue desarrollado por la empresa DEKA, ha sido diseñado para que posea 4 características, que sea modular, ligero, ágil y con múltiples controladores. El brazo de Luke es uno de los más avanzados del mundo que está diseñado para personas con amputaciones o que nacieron sin parte del brazo.

Los brazos se diseñan con un peso y una medida basada a la medida de mujeres y hombres, esta prótesis fue destacada por el nivel de presión que tiene en los dedos siendo mucho más avanzada que otras prótesis, algunas de sus partes están impresas en 3D.¹⁷



¹⁷ Foto 14. Prótesis OSSUR



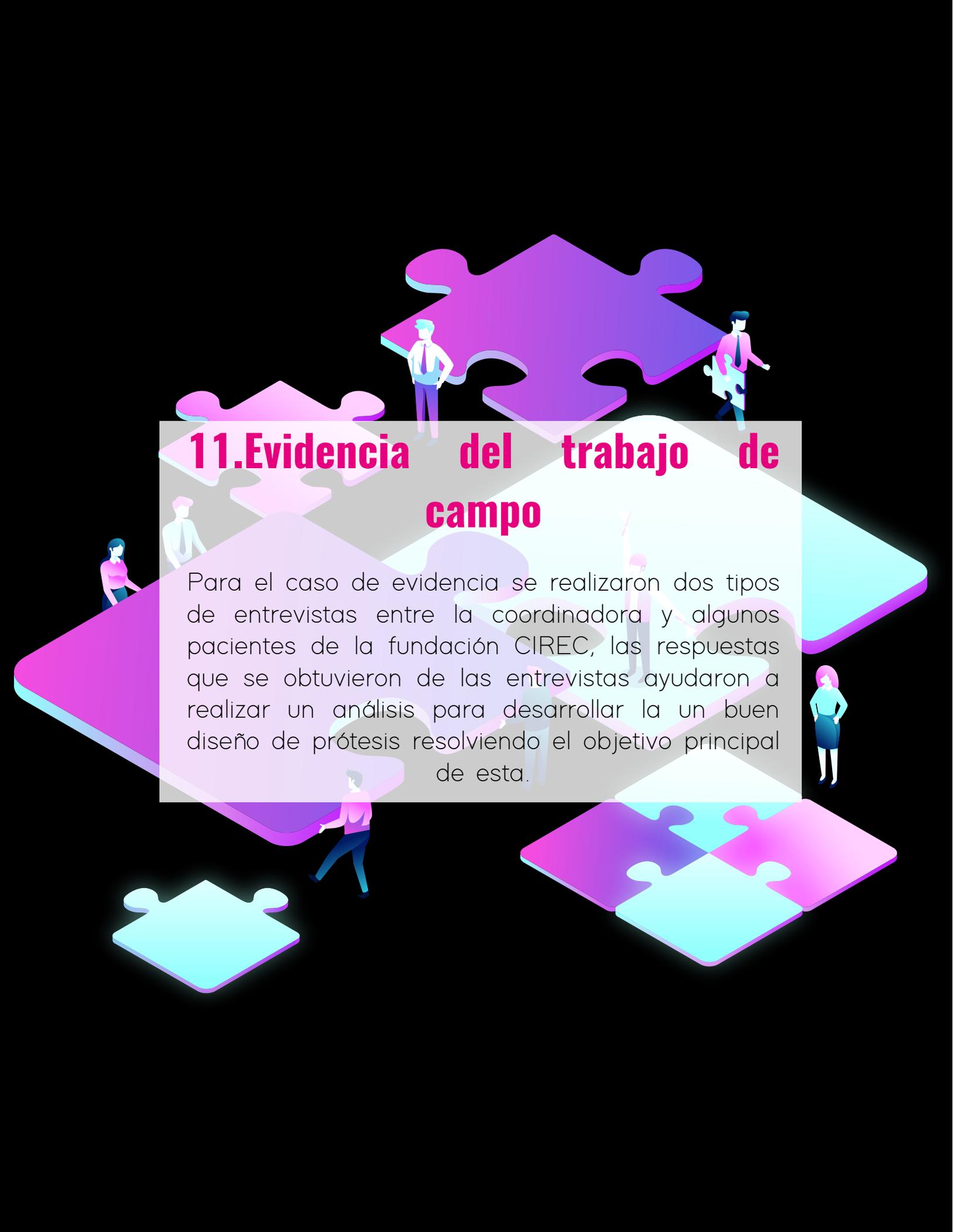
18 Foto 15. Prótesis OSSUR

10.3 Enabling the future

Es una organización que inicio en Estados Unidos. La idea de este proyecto es crear una red de modelos de prótesis impresas en 3D para las personas de bajos recursos. Los diseños de código abierto creados por voluntarios de E-NABLE ayudan a aquellas personas que nacieron sin sus dedos o manos o que lo perdieron por alguna guerra, desastre naturales, enfermedades o accidentes.

Hay aproximadamente 20.000 en mas de 100 paises que han entregado prótesis de manos y brazos gratis aproximandamente a 8000 receptores gracias a la colaboracion y código del dieño abierto para ayudar a las comunidades mas vulnerables que tienen poco acceso a una atención médica.¹⁸

17 Obtenido de : <https://www.fayerwayer.com/2012/08/oscar-pistorius-y-las-protesis-mas-rapidas/>



11. Evidencia del trabajo de campo

Para el caso de evidencia se realizaron dos tipos de entrevistas entre la coordinadora y algunos pacientes de la fundación CIREC, las respuestas que se obtuvieron de las entrevistas ayudaron a realizar un análisis para desarrollar la un buen diseño de prótesis resolviendo el objetivo principal de esta.

11.Evidencia del trabajo de campo

Para el caso de evidencia se realizaron dos tipos de entrevistas entre la coordinadora y algunos pacientes de la fundación CIREC, las respuestas que se obtuvieron de las entrevistas ayudaron a realizar un análisis para desarrollar la un buen diseño de prótesis resolviendo el objetivo principal de esta.

11.1 Entrevistas

Para realizar las entrevistas se formularon una seria de preguntas:

11.2 Preguntas Coordinadora

¿Qué función cumple en la fundación?

¿Cuántos años lleva la fundación?

¿Cuánto tiempo lleva trabajando con Cirec?

¿Cómo costean los gastos de la fundación?

¿Cómo es su sistema de trabajo?

¿Cómo es la relación de los pacientes con el personal de trabajo?

¿Qué ayudas considera que necesita la fundación?

11.3 Preguntas Pacientes

Nombre – Edad – sexo – donde vive – con quien vive – que hace

¿Quién le hablo de la fundación?

¿Por qué la causa de su discapacidad?

¿Qué tipo de amputación tiene?

¿Cómo ha sido su evolución desde que entro a Cirec hasta el día de hoy?

¿Cuánto tiempo lleva en la fundación?

¿Cómo es el tratamiento y cada cuanto debe ir a la fundación?

¿Ha sentido algún tipo de evolución o mejora con el tratamiento?

¿Qué cree que le hace falta a la fundación?

¿Ha sido discriminado por su discapacidad?

¿Qué piensa de las prótesis?

¿Qué le hace falta a las prótesis para que logre adaptarse a sus necesidades?

Gráfica # 1

La mayoría de los pacientes son hombre

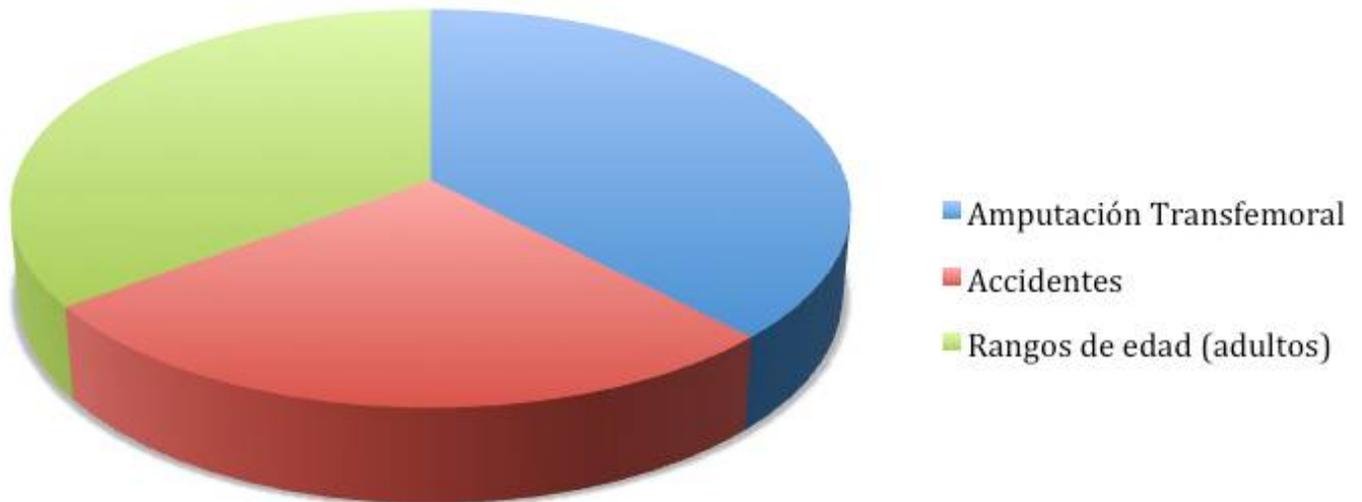


Foto 16. Gráfica # 1

- El 70% son pacientes con amputaciones transfemorales que afectan la parte del muñon y se deben realizar reconstrucciones de este.
- El 50% son pacientes los cuales han sufrido accidentes de todo tipo en donde perdieron la extremidad inferior.
- El 65% son personas entre los 25 en adelante hasta los adultos mayores.

Gráfica # 2

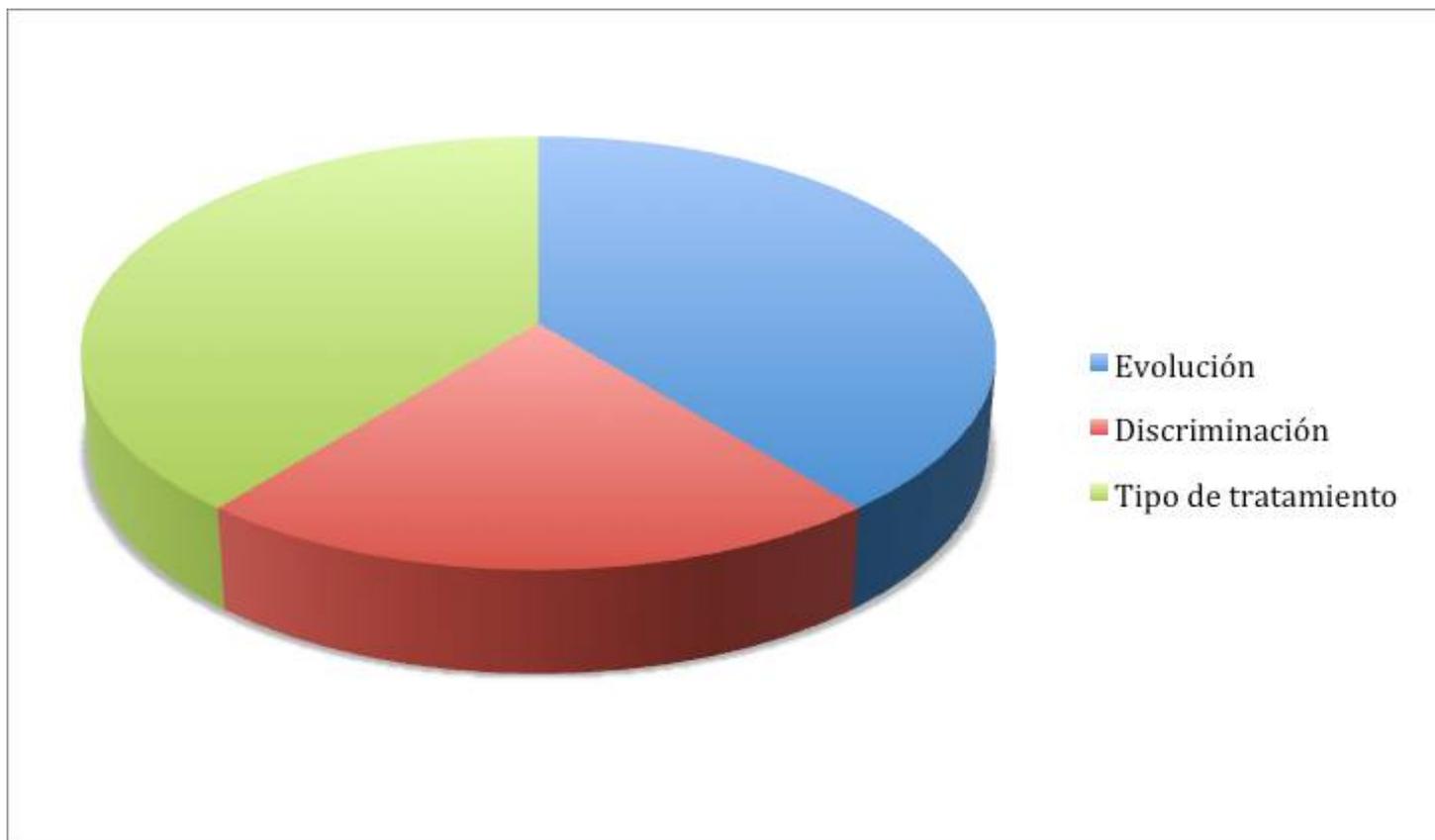


Foto 17. Gráfica # 2

- El 90% de los pacientes con el tiempo que han estado en la fundación han logrado un gran avance de mejora en el proceso de caminata.
- El 50% de los pacientes se han sentido discriminados ya sea en su lugar de trabajo en la calle etc.
- El 90% ha realizado como se debe los tratamientos, los ejercicios y las terapias que se requieren para volver a caminar adaptándose a la prótesis son uso diario (24 horas del día) y ayudándoles así a retomar su vida diaria.

12. Etapa de exploración



12. Etapa de exploración (oportunidad de diseño)

Para realizar la etapa de exploración, se desarrollo un producto en el cual se diseñaron varios tipos de prototipos acordes a una prótesis avanzada, se desarrollaron varias formas del pie y pierna completa con sus mecanismos de movimiento haciendolo lo mas humano posible ya que son mas frecuentes hoy en día, y permiten el movimiento de la pierna como una normal.



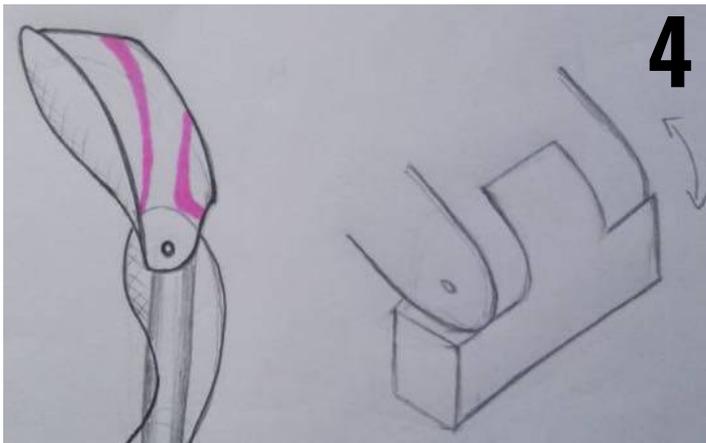
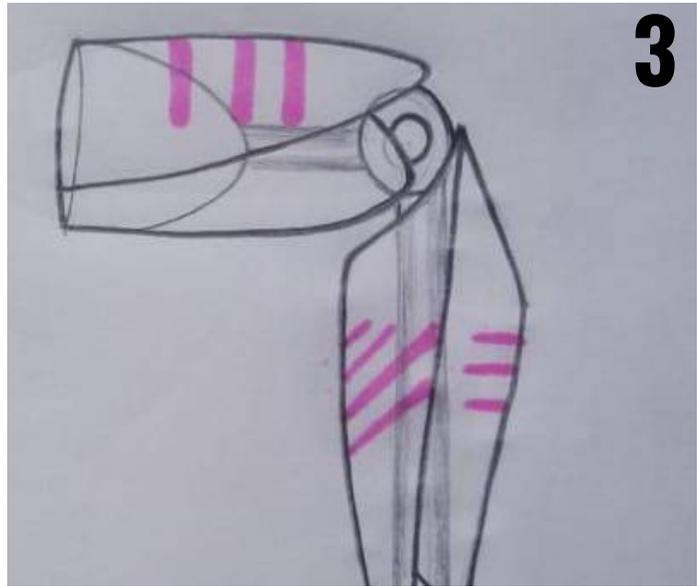
12.1 Componentes de la Prótesis

1. Pie : esta compuesto por antidezlizantes en la parte inferior del pie que evita la caída del paciente en distintos suelos de uso, tiene una cámara de aire dentro del pie para darle facilidad y estabilidad al caminar.



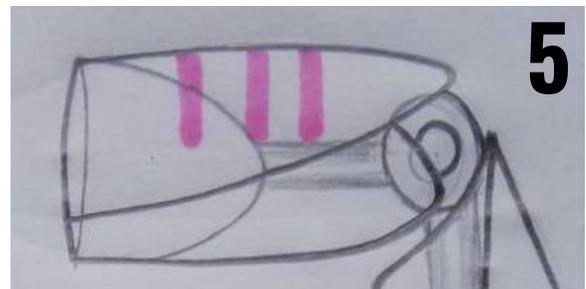
2. Mecanismo tobillo : este mecanismos permite que el pie tenga un 20% de tolerancia al moverlo y caminar.

3. Perone y Tibia: Es la parte inferior de la pierna que viene incluida con el mecanismo de giro de la rodilla, las cuales contienen un pasador y dos seguros que permiten que al momento de usarla la prótesis no se caiga o sufra de algún daño.



4. Rotula y Femur: la parte superior de la pierna que también viene incluida en el mecanismo de giro de la rodilla, este contiene el socket, la carcasa y el mecanismo de ajuste del muñón.

5. El muñón : El mecanismo del muñón es por medio de trinquetes lo que permite apretar el muñón según la medida que el paciente desee, sin que esta le cause molestias a la hora de caminar.



12.2 Primera Propuesta de diseño



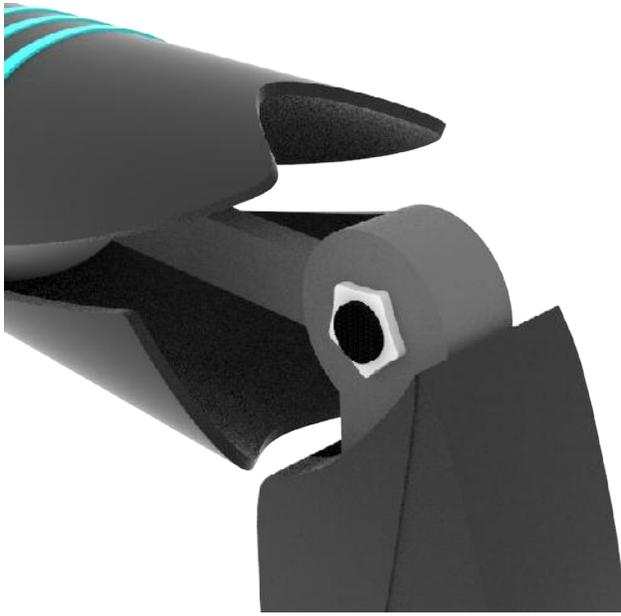
**1. Pie con
antideslizante**

**2. Mecanismo
Tobillo**



**3. Perone y
Tibia**



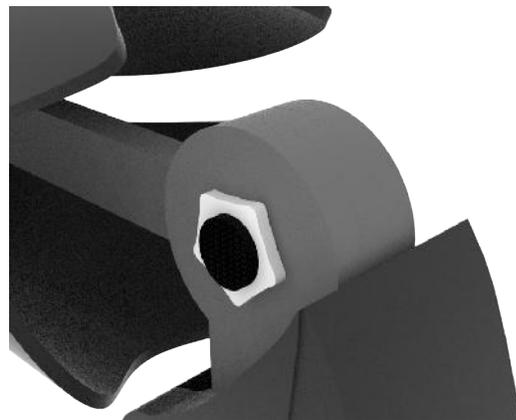


4. Rotula y Femur

5. El muñón



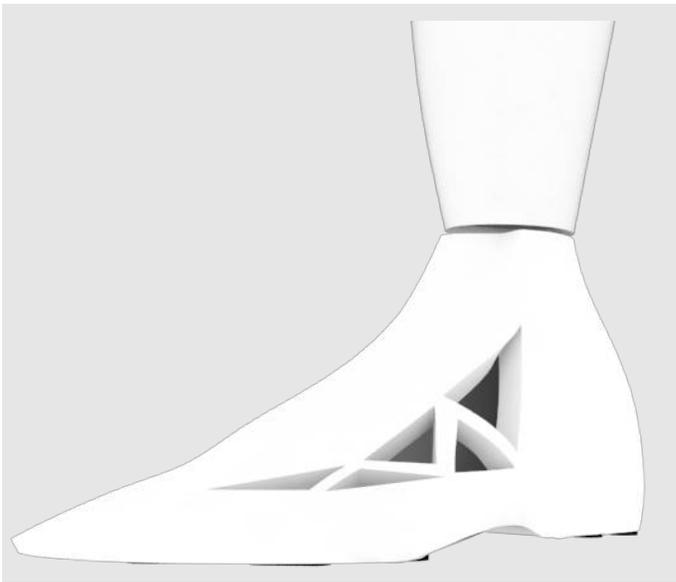
DETALLES



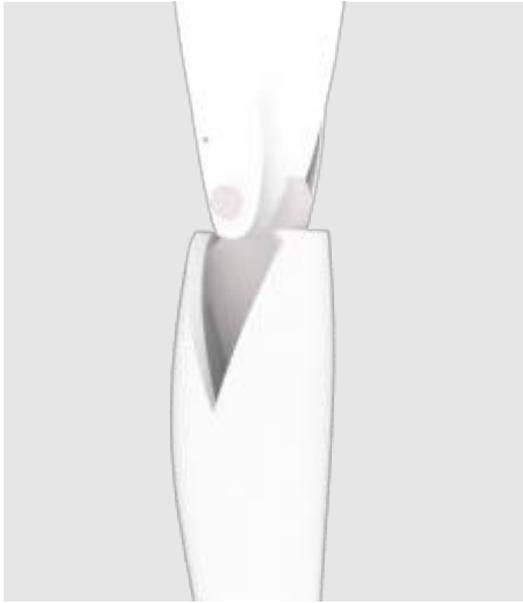
12.3 Segunda Propuesta de diseño

1. Pie con antideslizante

Se diseña la forma del pie más humana.



2. Mecanismo Tobillo



3. Perone y Tibia



4. Rotula y Femur



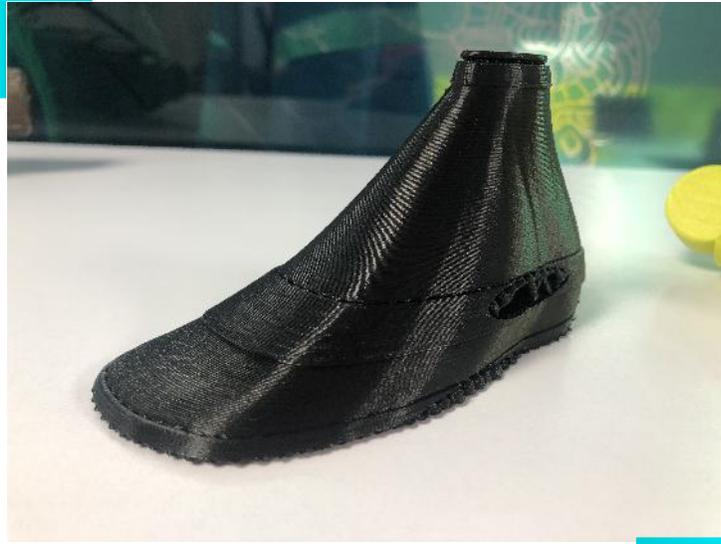
5. El muñón

12.4 Observaciones prototipos

Después de haber realizado estos prototipos, se pudo observar que en el primer diseño la parte del pie no fue muy viable, ya que la punta estaba muy empinada y no había forma que entrara un zapato, por otro lado no se le había implementado el mecanismo de movimiento del tobillo y no tenía una buena estabilidad a la hora de caminar. En el segundo diseño se realizó algo más formal y que se acercara a la forma del pie humano, para que pudiera usar zapatos y retomar la caminata diaria, implementando el mecanismo de movimiento que el mismo daba el tope para el movimiento de los 20%.

Propuesta Final

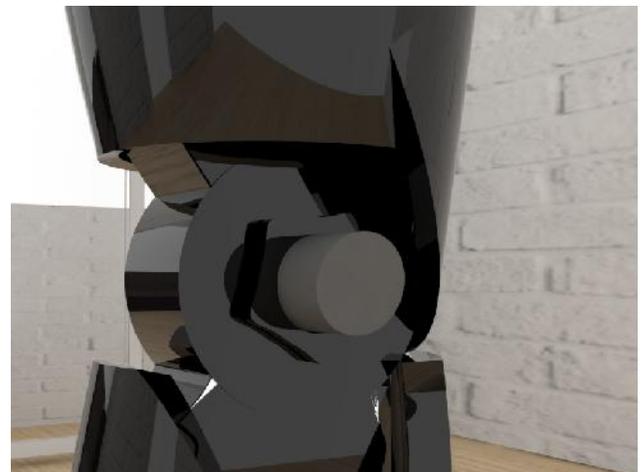
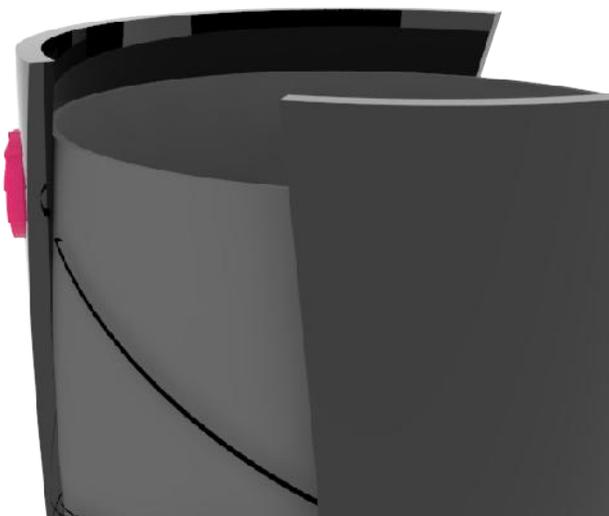
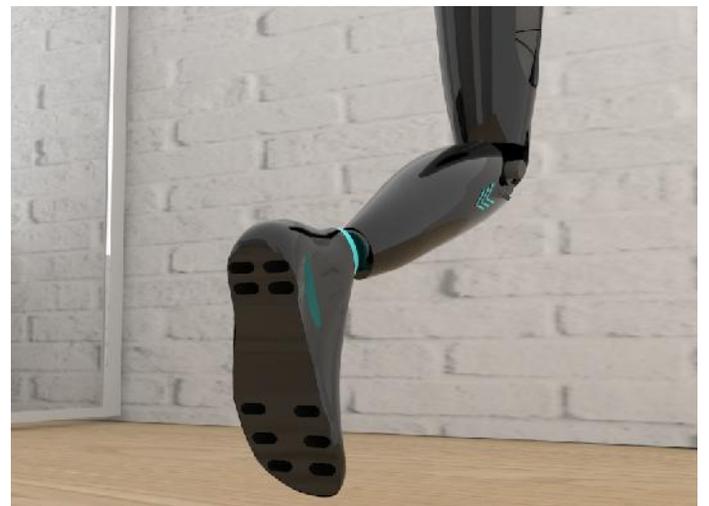
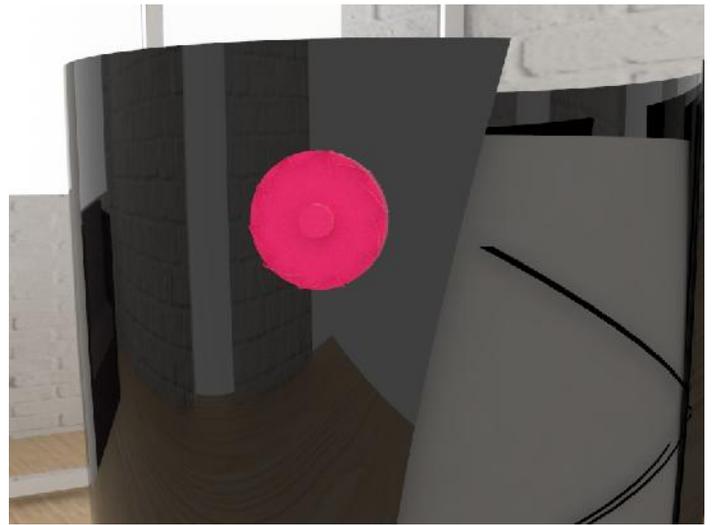




13.1 Prototipos Prótesis



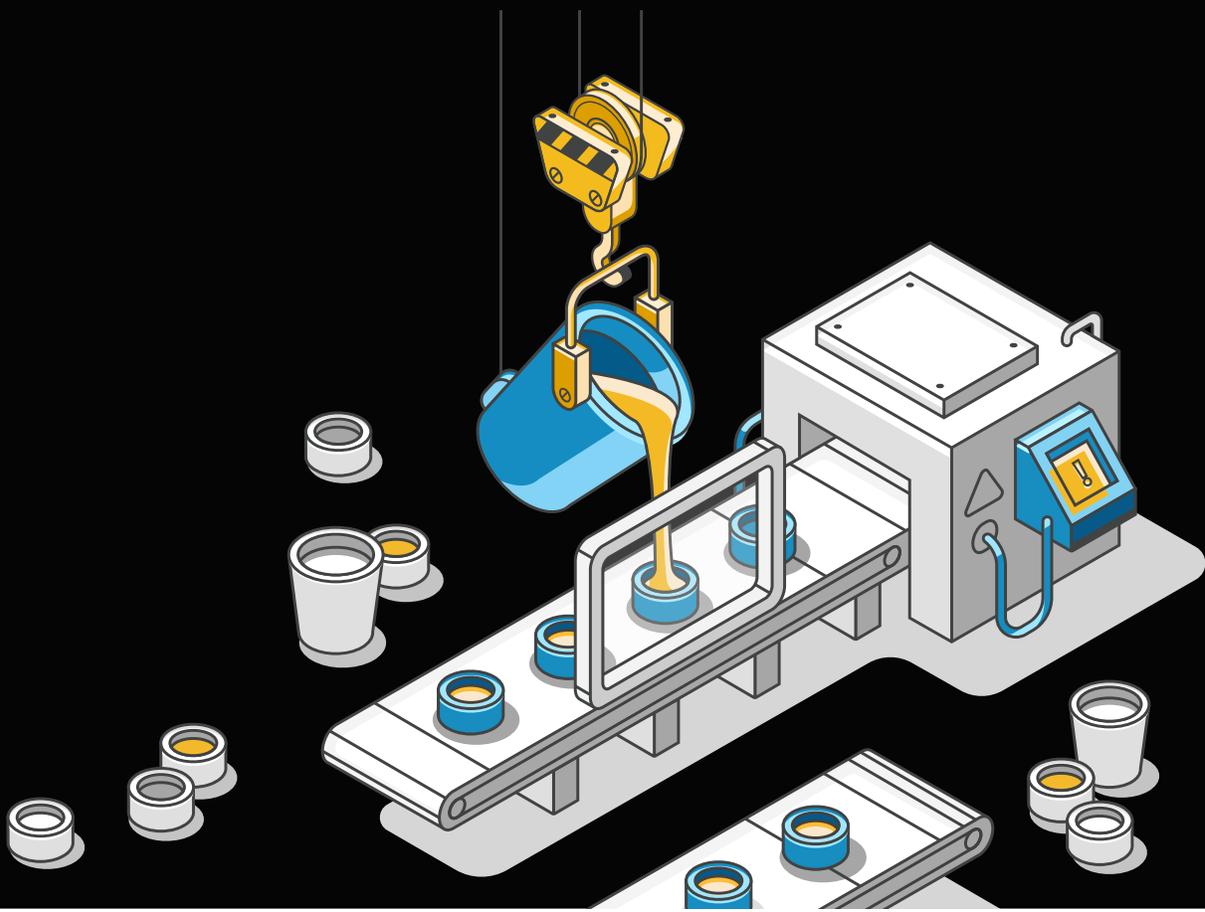
13.2 Renders Prototipo



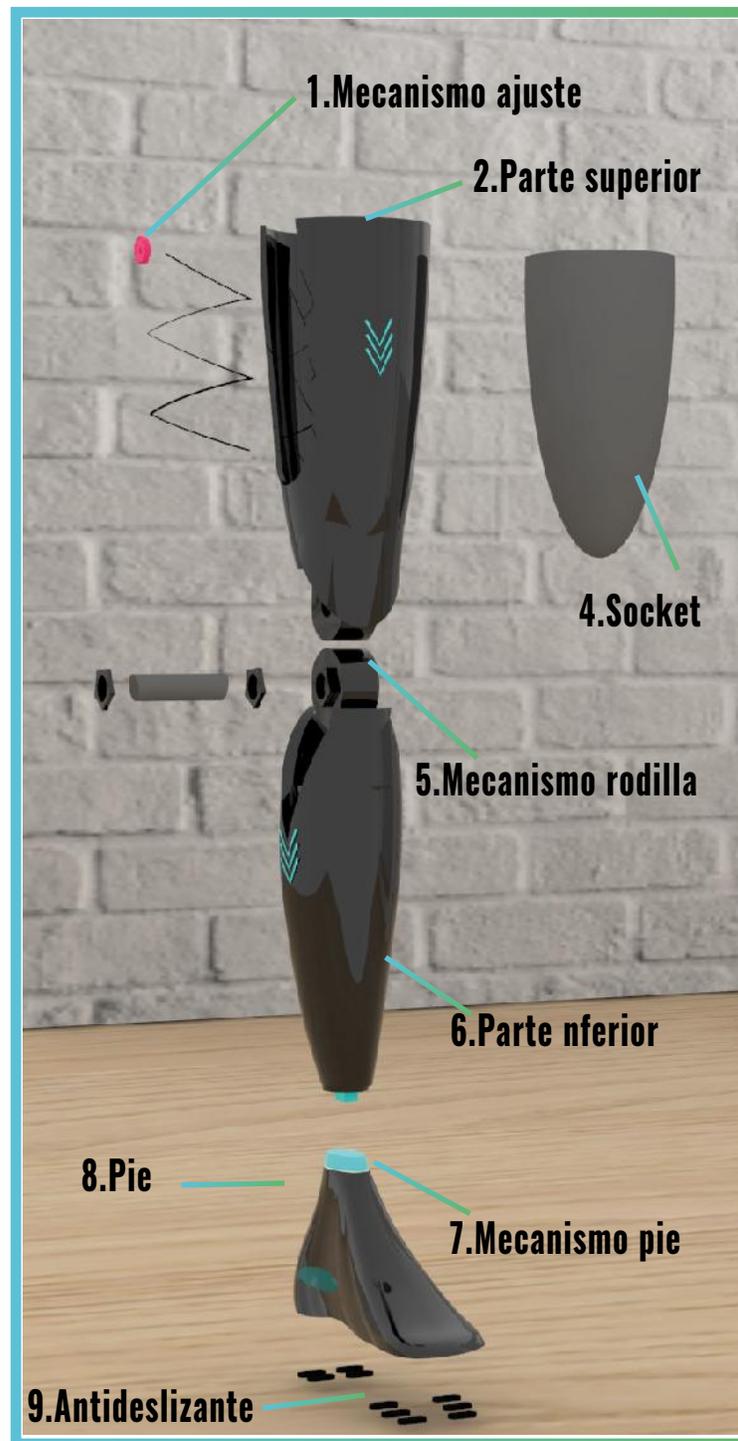
14.PROCESO DE PRODUCCIÓN Y VENTA

El desarrollo de este producto se realizará por medio de moldeo de inyección, en el cual se mandará desarrollar las bases del molde de cada una de las piezas, la idea del componente es hacer un buen uso de material para no obtener ningpun desperdicio.

Para la parte de los mecanismos de movilidad y ajuste se encargara un grupo de ingenieros que tienen conocimiento del tema de estos sistemas y de la parte de antropometría, para los demas componentes se encarga un grupo de diseñadores quienes son los que arman el diseño.



14.1 Despiece de los componentes



15.COSTO DEL PRODUCTO

El costo del producto sera de 8 millones de pesos, porque el proceso de producción y los materiales escogido son económicos como : EL ABS y la Silicona.

Los materiales de ABS tienen importantes propiedades en ingeniería, como buena resistencia mecánica y al impacto combinado con facilidad para el procesado.

La silicona es inerte y estable a altas temperaturas, lo que la hace útil en gran variedad de aplicaciones industriales, y en aplicaciones médicas y quirúrgicas, como prótesis. La silicona se adapta perfectamente al muñón.



15.1 Matriz de costos

COSTOS DE MOLDE				
	Unidad	Cantidad	Costo Unidad	Costo Cantidad
Fabricación	1	1	\$ 7'500.000	\$ 8'000.000
Inyección	1	1	\$500.000	
Secado	1	1	\$0	
Desmolde	1	1	\$0	

ACABADOS DEL PROTOTIPO			
	UNIDAD	Cantidad x 100	Total
Sellado	\$10.000	\$ 1'000.000	\$ 3'700.000
Pintura	\$20.000	\$ 1'500.000	
Lijadora	\$12.000	\$ 1'200.000	

PRESTAMO EN EL BANCO			
		Bancos	Propios
Terrenos	80.000	48.000	32.000
Costrucción	200.000	120.000	80.000
Maquinaria	100.000	60.000	40.000
TOTAL	380.000	228.000	152.000
Tasa EA	9%	Cuota Fija	- 41.194

TABLA DE AMORTIZACIÓN				
AÑOS	CAPITAL	CUOTA	INTERES	ABONO/AMORT
1	228.000	41.194	20.520	20.674
2	207.326	41.194	18.659	22.534
3	184.792	41.194	16.631	24.562
4	160.229	41.194	14.421	26.773
5	133.456	41.194	12.011	29.183
6	104.274	41.194	9.385	31.809
7	72.464	41.194	6.522	34.672
8	37.792	41.194	3.401	37.792

INVERSION NORMAL												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Unidades vendidas		1.000	1.200	1.260	1.285	1.311	1.337	1.364	1.391	1.419	1.447	
Ingresos(en pesos)		100.000	120.000	126.000	141.372	144.199	147.083	150.025	153.026	156.086	159.208	
Venta de Activos- Maquinaria							50.000					
Costos variables	-	30.000	36.000	37.800	38.556	39.327	40.114	40.916	41.734	42.569	43.420	
Costos Fijos	-	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
Intereses	-	20.520	18.659	16.631	14.421	12.011	9.385	6.522	3.401			
Depreciación de Construcción	-	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	
Depreciación de Maquinaria	-	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	12.000	12.000	12.000	12.000	
UNIDAD BRUTA		14.480	30.341	36.569	53.395	57.861	112.585	65.587	70.890	76.517	78.788	
Impuestos 17%	-	2.462	5.158	6.217	9.077	9.836	19.139	11.150	12.051	13.008	13.394	
UTILIDAD NETA		12.018	25.183	30.352	44.318	48.025	93.446	54.438	58.839	63.509	65.394	
Depreciación de construcción		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	
Depreciación de maquinaria		10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	12.000	12.000	12.000	12.000	
Abono Capital		20.674	22.534	24.562	26.773	29.183	31.809	34.672	37.792			
Terrenos	-	80.000										
Construcción	-	200.000										
Maquinaria	-	100.000					120.000					
Flujos	-	380.000	6.345	17.648	20.790	32.545	33.842	43.363	36.766	38.046	80.509	82.394

Acumulado - 380.000 - 373.655 - 356.007 - 335.217 - 302.672 - 268.830 - 312.194 - 275.428 - 237.382 - 156.873 - 74.479

16. ESTRATEGIA DE PUBLICIDAD Y MERCADEO

La publicidad de esta prótesis se vera reflejada, cuando se hagan los convenios con cirec y tecnoparque, ellos seran los encargados de sacar a flote este producto porque esta basado en un publico estrategico de clase socioeconómica media y baja, entonces su publicidad estará basada en lo que ellos expongan ante los usuarios que lo necesiten.



17. PRUEBA DE USABILIDAD Y PRODUCTO FINAL

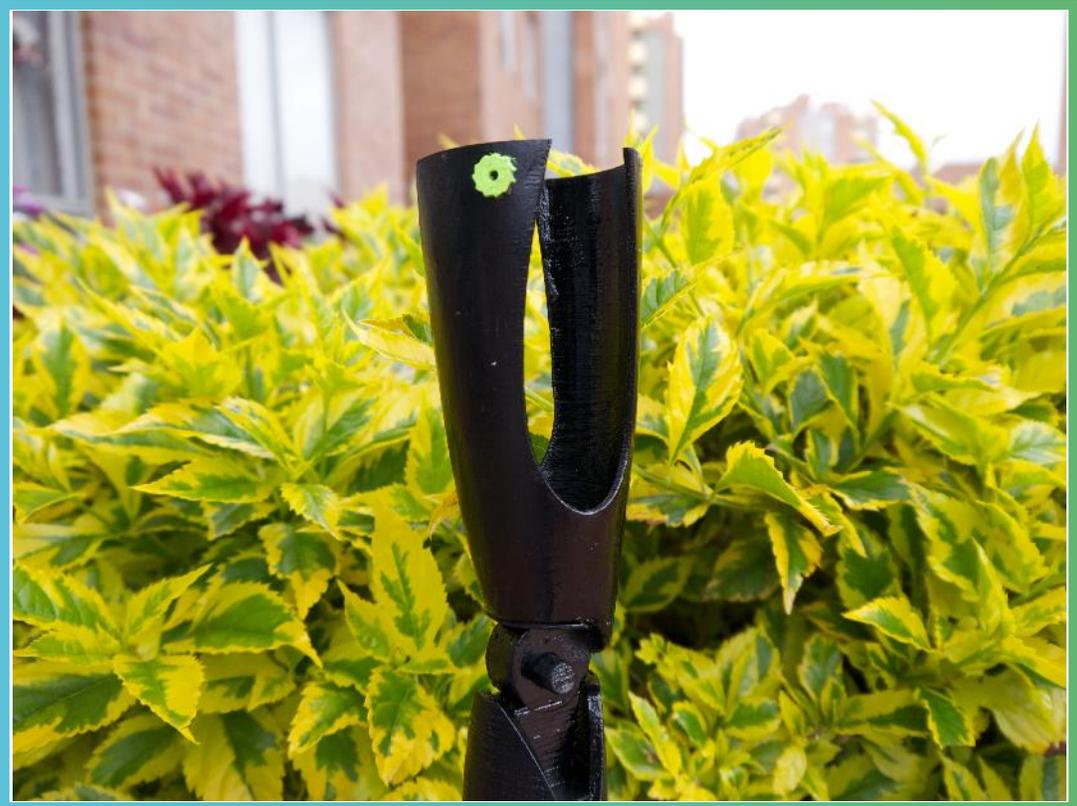


- La prótesis se adaptó a los diferentes tipos de terrenos a los que está se expuso, sin ningún inconveniente gracias a los materiales y acabados se logro obtener el resultado que se queria.

- La prótesis se adaptó a los diferentes tipos de climas, es resistente a la humedad, también fue sometida a una serie de pruebas de peso reacciono bien a este proceso, por otro lado el diseño y color de la prótesis es personalizado.







18. Conclusiones

Prost-x es el producto de una investigación exhaustiva acerca de la población que se encuentra afectada por la pérdida de un miembro vital del cuerpo humano, como lo es la pierna que en este caso, que fue la parte del cuerpo estudiada, el resultado de prost-x fue el desarrollo de una prótesis para pierna izquierda que se ajusta a las necesidades de cada uno de los pacientes estudiados en el proceso investigativo, haciendola asequible física y económicamente, por la composición de sus materiales como el abs el cual es de bajo costo y fácil de adquirir.

El mecanismo desarrollado en la parte central de la pierna como lo es la rodilla, permite comodidad y ajuste perfecto a la hora de caminar para el paciente, ya que es sencillo y hace que sea fácil doblarla, en la pierna, tiene un mecanismo que permite el movimiento de 20 grados, lo que indica que es un movimiento normal habitual en el cuerpo humano.

Se realizaran alianzas con la fundación Cirec y tecnoparque en parte de tecnologías y desarrollo de la protesis para ser entregadas a los pacientes con mayor efectividad, así haciendo válido este proyecto.

19. Referentes y links

Moreno, L. P. (2006). Revista del Departamento de Automática. Obtenido de Prótesis Robóticas: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31882711/Protesis_roboticas.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552155934&Signature=zhgAEdaUUNjAG3L3apnw4M8xslk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DResumen_En_este_articulo_se_hace_una_rev.pdf

Histórica, C. N. (12 de 1 de 2012). ¡Basta Ya! Recuperado el 20 de 4 de 2019, de ¡Basta Ya!: <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/micrositios/informeGeneral/estadisticas.html>

pierna, A. d. (s.f.). Anatomía de la pierna. Recuperado el 20 de 4 de 2019, de Anatomía de la pierna: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/hernandez_s_f/capitulo2.pdf

salud, Q. (20 de 09 de 2012). Síndrome de miembro fantasma. Recuperado el 20 de 04 de 2019, de Síndrome de miembro fantasma: <https://www.quironsalud.es/blogs/es/doloralia/sindrome-miembro-fantasma>

Inventanova. (28 de 08 de 2015). Diseño Industrial y Medicina . Recuperado el 20 de 04 de 2019, de Diseño Industrial y Medicina : <http://www.inventanova.com/disenio-industrial-medicina/>

Histórica, C. N. (12 de 1 de 2012). ¡Basta Ya! Recuperado el 20 de 4 de 2019, de ¡Basta Ya!: <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/micrositios/informeGeneral/estadisticas.html>

pierna, A. d. (s.f.). Anatomía de la pierna. Recuperado el 20 de 4 de 2019, de Anatomía de la pierna: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/hernandez_s_f/capitulo2.pdf

salud, Q. (20 de 09 de 2012). Síndrome de miembro fantasma. Recuperado el 20 de 04 de 2019, de Síndrome de miembro fantasma: <https://www.quironsalud.es/blogs/es/doloralia/sindrome-miembro-fantasma>

Inventanova. (28 de 08 de 2015). Diseño Industrial y Medicina . Recuperado el 20 de 04 de 2019, de Diseño Industrial y Medicina : <http://www.inventanova.com/disenio-industrial-medicina/>

protección, M. d. (26 de 04 de 2019). Minsalud. Recuperado el 26 de 04 de 2019, de Minsalud : https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/Victimias_Inicio.aspx

Ecured. (s.f.). Ecured. Recuperado el 26 de 04 de 2019 , de Ecured: <https://www.ecured.cu/Cadera>

Villaseñor, D. L. (marzo de 2009). Cronología histórica de las amputaciones. Recuperado el 09 de marzo de 2019, de Cronología histórica de las amputaciones: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexang/an-2009/an091c.pdf>

S.A.S, P. (08 de noviembre de 2015). Aspectos psicológicos de un amputado. Recuperado el 09 de marzo de 2019, de Aspectos psicológicos de un amputado: <http://protesica.com.co/aspectos-psicologicos-de-la-amputacion/>

pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552158248&Signature=m5P1g7XMf1prAgoetTa2fv%2BKFFA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DResumen_En_este_articulo_se_hace_una_rev.pdf

García, L. K. (31 de 02 de 2017). Revista Cúpula. Recuperado el 09 de 03 de 2019, de AJUSTE PSICOSOCIAL EN PACIENTES AMPUTADOS: <http://www.binasss.sa.cr/bibliotecas/bhp/cupula/v31n2/art02.pdf>

García, L. K. (2017). AJUSTE PSICOSOCIAL EN PACIENTES AMPUTADOS. Recuperado el 09 de marzo de 2019, de AJUSTE PSICOSOCIAL EN PACIENTES AMPUTADOS: <http://www.binasss.sa.cr/bibliotecas/bhp/cupula/v31n2/art02.pdf>

Cirec, F. (1976). Fundación Cirec . Recuperado el 03 de 06 de 2019, de Transformamos vidas: <https://www.cirec.org/contactenos>

Podratic, C. (s.f.). California Podiatric Medical Association . Recuperado el 03 de 06 de 2019, de CPMA: <https://www.podiatrists.org/visitors/fothealth/espanol/orthotics>