



EQUAL

Prótesis semi-personalizada para perros en impresión 3D y fibra de carbono



Facultad de Creación y Comunicación
Programa de Diseño Industrial

Estudiante: Lilibeth Acero León
Tutor: MSc. DI. David Andrés Cañón Saavedra
Diseño industrial

“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

Mis agradecimientos primeramente para mis padres por apoyarme en cada decisión, por motivarme a cumplir mis sueños, y porque gracias a ellos estoy cumpliendo esta meta, sin ustedes no lo hubiera logrado.

A mi profesor David Cañón quiero agradecerle por cada momento dedicado para aclarar cualquier tipo de inquietud, por animarme cada vez que me desmotivaba por diferentes obstáculos que surgían, y sobre todo por depositar su voto de confianza en mí.

A la Universidad por formarme en esta disciplina, por exigirme para superarme cada vez más y finalmente a las personas que aportaron desde su conocimiento para que el proyecto pudiera ser realizado.

RESUMEN

EQUAL es una prótesis canina hecha para contribuir al bienestar animal de perros que se encuentran en condición de discapacidad física específicamente perros con ausencia de alguna de sus extremidades ya sean anteriores y/o posteriores, muchas veces este tipo de discapacidades puede generar acciones como el abandono o incluso el sacrificio.

El proceso de producción de las prótesis que se ofrecen actualmente del mercado presentan algunas fallas tanto en su función como en su forma, por lo tanto, EQUAL busca el aprovechamiento de las tecnologías de manufactura aditiva para superar esas desventajas.

El resultado es una prótesis semi-personalizada hecha en fibra de carbono e impresión 3D con dos componentes principales: la extensión que es una forma genérica que se puede ajustar según la altura del perro, y el adaptador que es totalmente personalizado según la forma del muñón. Los componentes son desmontables en caso de necesitar mantenimiento o un cambio en su totalidad. Para este proyecto se trabajó con el caso de Azabache, hace 5 años fue atropellado provocándole varias heridas y la amputación de su pata izquierda por debajo del codo, con el tiempo ha desarrollado cierto deterioro en sus otras extremidades y en su columna.

El valor diferencial de este producto frente a los demás es la intervención de las tecnologías de manufactura aditiva en el proceso de producción de la fibra de carbono, reduciendo tiempos y costos además del análisis de los materiales para lograr una duración 2.5 veces mayor a la de las prótesis actuales.

ABSTRACT

EQUAL is a canine prosthesis made to contribute to the animal welfare of dogs that are in physical disability condition specifically dogs with absence of any of their limbs either before or after, many times this type of disability can generate actions such as abandonment or even sacrifice.

The process of production of the prostheses that are currently offered on the market have some flaws in both their function and their form, therefore, EQUAL seeks the use of additive manufacturing technologies to overcome these disadvantages.

The result is a semi-personalized prosthesis made of carbon fiber and 3D printing with two main components: the extension that is a generic shape that can be adjusted according to the height of the dog, and the adapter that is fully customized according to the shape of the stump. The components are removable in case of needing maintenance or a change in its entirety. For this project we worked with the case of Azabache, 5 years ago he was run over causing several wounds and the amputation of his left leg below the elbow, over time he has developed some deterioration in his other extremities and in his spine.

The differential value of this product compared to the others is the intervention of additive manufacturing technologies in the production process of carbon fiber, reducing time and costs in addition to the analysis of materials to achieve a duration 2.5 times greater than that of the current prostheses.

PALABRAS CLAVE

Prótesis, Animales, Tecnología de manufactura aditiva, Impresión 3D, Fibra de carbono, Bienestar, Perros

KEY WORDS

Prostheses, Animals, Additive manufacturing technology, 3D printing, Carbon fiber, Welfare, Dogs

INDICE

Fase 1: Planteamiento

Oportunidad de diseño	12
Objetivo general	13
Objetivos específico	14
Tipos de usuario	15
Caso actual	16
Justificación	17
Limites del proyecto	20
Pertinencia del diseño	21

Fase 2: Investigación

Discapacidad	23
Prótesis/Órtesis	24
Biomecánica animal	25
Bienestar animal	26
Impresión 3D/FDM	27
Fibra de carbono	28

Fase 3: Metodologías

Benchmarking	30
Mapa de producto	32
Vigilancia Tecnológica	33
Trabajo de campo	34

Fase 4: Diseño

Inspiración	39
Lluvia de ideas	40
Requerimientos de diseño	41
Arquitectura de producto	44
Definición de producto	47
Componente 1	49
Componente 2	54
Propuesta final	58

Conclusiones	59
--------------------	----

Bibliografía	60
--------------------	----

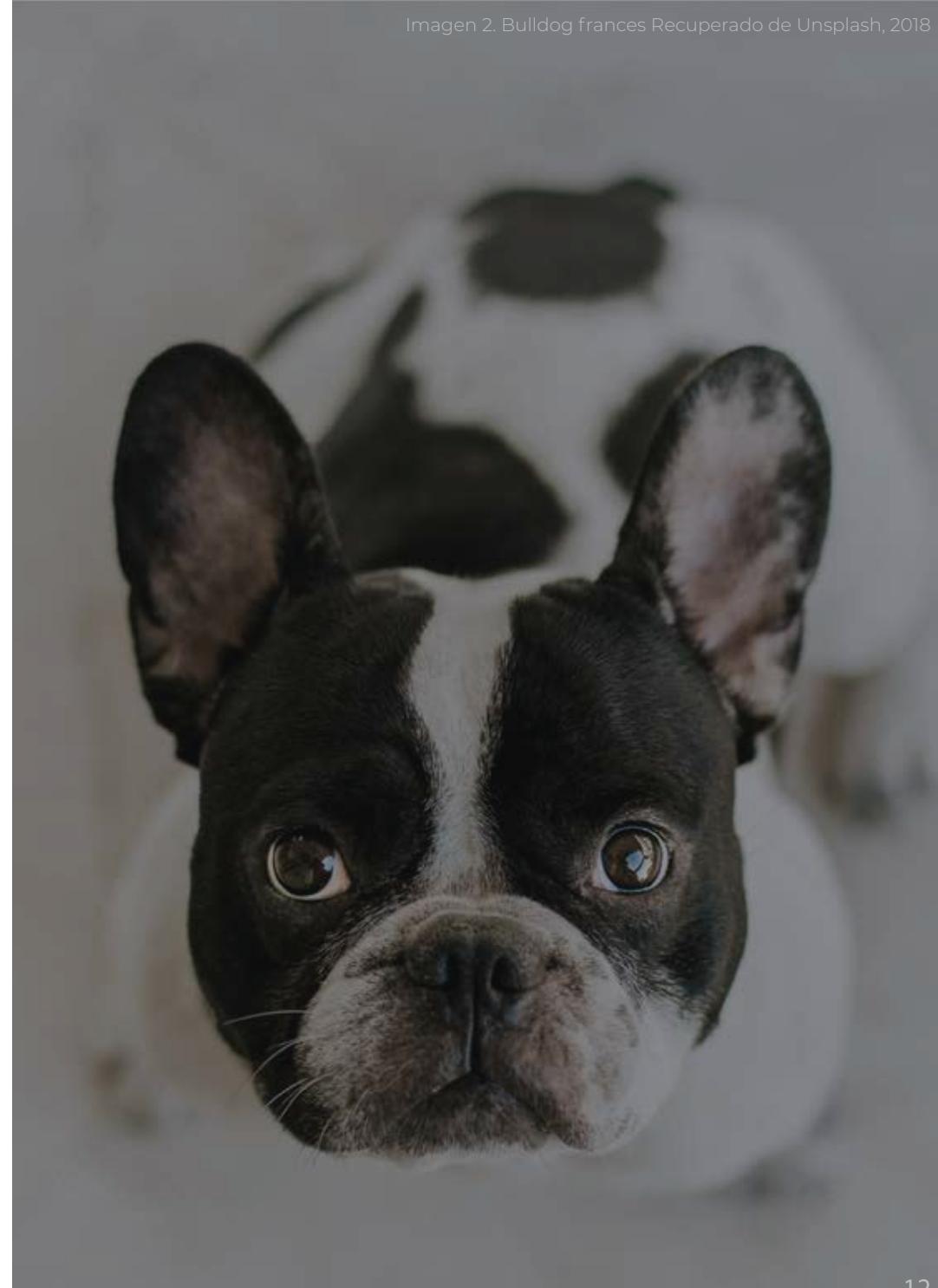
INDICE DE FIGURAS

Imagen 1. Border Collie, Recuperado de Pexels, 2017.....	1
Imagen 2. Bulldog frances Recuperado de Unsplash, 2018.....	12
Imagen 3. Azabache Elaboración propia, 2019.....	16
Imagen 4. Mujer y su mascota, Recuperado de Unsplash, 2017.....	20
Imagen 5. Insights, Recuperado de Unsplash, 2017.....	21
Imagen 6. Amputación canina, Recuperado de Ortocanis, 2019.....	23
Imagen 7. Prótesis Pug, Recuperado de Recreoviral, 2017.....	24
Imagen 8. Férulas caninas, Recuperado de Animal ortho care, 2017.....	24
Gráfica 1. Biomecanica perro, Recuperado de Wikipedia, 2016.....	25
Imagen 9. Nariz perro, Recuperado de Pexels, 2019.....	26
Imagen 10. Detalle impresión, Recuperado de INTECH3D, 2016.....	27
Imagen 11. Capas impresión, Recuperado de El blog del plástico, 2017.....	27
Imagen 12. Fibra de carbono, Recuperado de Motor y Racing, 2017.....	28
Collage 1. Soluciones ortopédicas, Recuperado de Animal orthocare, Animal fix, Ortocanis 2017.....	31
Gráfica 2. Mapa de producto, Elaboración propia, 2018.....	32
Imagen 13. Patentes, Recuperado de PatentInspiration, 2017.....	33
Imagen 14. Logo, Recuperado de Animal Fix, 2016.....	34
Collage 2. Animal Fix, Elaboración propia, 2018.....	35
Collage 3. Proceso molde Animal Fix, Elaboración propia, 2018.....	36
Imagen 15. Prótesis, Elaboración propia, 2019.....	37
Gráfica 3. Requerimientos, Elaboración propia, 2018.....	41
Gráfica 4. Arquitectura de producto, Elaboración propia, 2018.....	44
Gráfica 5. Detalle componente 1, Elaboración propia, 2018.....	45
Gráfica 6. Detalle componente 2, Elaboración propia, 2018.....	46
Imagen 16. Perro sonriendo, Recuperado de Unsplash, 2017.....	47
Imagen 17. Tamaño perros, Recuperado de Pinterest, 2017.....	48
Gráfica 7. Propuesta extensión 1, Elaboración propia, 2019.....	49
Gráfica 8. Propuesta extensión 2, Elaboración propia, 2019.....	50
Gráfica 9. Propuesta extensión final, Elaboración propia, 2019.....	51
Imagen 18. Impresión molde, Elaboración propia, 2019.....	52
Collage 4. Pruebas extensión, Elaboración propia, 2019.....	53
Gráfica 10. Propuesta adaptador, Elaboración propia, 2019.....	54
Collage 5. Toma de molde, Elaboración propia, 2019.....	55
Collage 6. Pruebas adaptador, Elaboración propia, 2019.....	56
Imagen 19. Prototipo prótesis, Elaboración propia, 2019.....	57
Imagen 20. Render prototipo prótesis, Elaboración propia, 2019.....	58
Imagen 21. Perro sonriendo, Recuperado de Unsplash, 2018.....	60

FASE 1: Planteamiento

OPORTUNIDAD DE DISEÑO

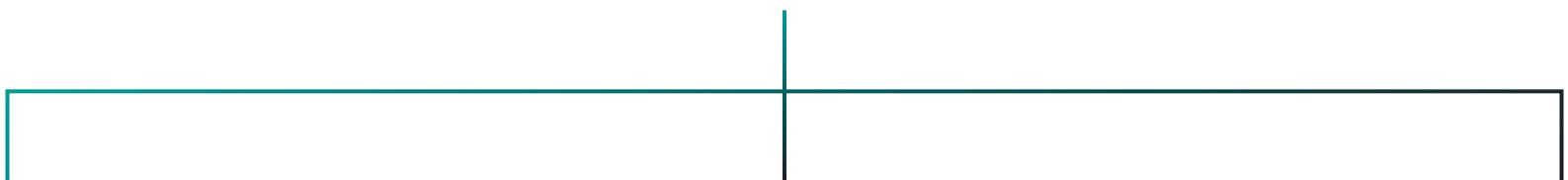
Actualmente en Colombia la población de perros con ausencia de alguna de sus extremidades ya sean delanteras y/o traseras, presentan una situación en la que se ve deteriorado su bienestar animal, en la mayoría de los casos es difícil acceder a productos como prótesis existentes en el mercado, ya sea por temas de costos o porque generalmente no son fáciles de encontrar a nivel local, esto puede provocar acciones como el abandono e incluso el sacrificio.



OBJETIVO GENERAL

Diseñar una prótesis canina haciendo uso de las tecnologías de manufactura aditiva para contribuir al bienestar animal de los perros que se encuentran en condición de discapacidad física.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS



1. Reunir la información pertinente a través de encuestas/entrevistas a profesionales con conocimiento en el área de ortopedia animal.

2. Revisar sistemáticamente toda la información reunida para luego enlazarla con las tecnologías de manufactura rápida.

3. Realizar y comprobar prototipos funcionales teniendo en cuenta los tres elementos básicos del bienestar animal.

TIPOS DE USUARIO

1. Médico veterinario general o especialista en ortopedia animal o profesionales relacionados con esa área. 2. Entidades públicas/privadas o dueños responsables de la situación actual del animal.

En ambos casos los usuarios indirectos buscan aportar positivamente al bienestar animal del perro.

USUARIOS INDIRECTOS

Perros en condición de discapacidad física que tengan ausencia de alguna de sus extremidades, ya sean anteriores o posteriores. Para poder implementar la prótesis la amputación no debe ser completa, el perro debe tener un miembro residual (muñón) para que la prótesis pueda tener puntos de sujeción.

USUARIOS DIRECTOS



CASO ACTUAL

Azabache es un perro criollo actualmente tiene 7 años. Hace 5 años fue atropellado lo que le dejó varias heridas en su pata derecha y su pata izquierda tuvo que ser amputada después de la articulación del codo, con el tiempo ha desarrollado ciertos daños en su pata derecha y en su columna, es decir se ha deteriorado su calidad de bienestar animal ya que no puede tener tiempos de actividad física tan prolongados y debe mantener una dieta para evitar más daños en su cuerpo.

JUSTIFICACIÓN

P

Factor
Político

La política pública distrital (2014-2038) fomenta y difunde los derechos de los animales y la protección animal, estableciendo conceptos y especificaciones sobre el cuidado animal que todo ciudadano debe cumplir.

JUSTIFICACIÓN

E

Factor
Económico

“La cifra de perros que tienen que ser sacrificados por la Dirección de Limpia Municipal aumenta con aquellos perros que son abandonados en las calles por no poder costear alguna enfermedad que el animal presente o por economía.”

JUSTIFICACIÓN

S

Factor
Social

En Bogotá, cerca del 10% de 90 mil perros se encuentran en situación de no confinamiento es decir, son perros comunitarios o que sus familias no los tienen en su casa durante el día y solo los acogen en horas de la noche. De este número, cerca de 9 mil están en absoluto abandono.

DATOS DEL MINISTERIO DE SALUD 26 DE MARZO DE 2017

Población de Perros
a nivel nacional
4.906.944

Bogotá
987.202

Localidad con
mayor población

Kennedy
158.835

15.883
No
confinamiento

1.588
Absoluto
abandono

JUSTIFICACIÓN



Factor
Tecnológico

La tecnología de impresión 3D optimiza tiempos y presupuesto, puede cumplir con bajos volúmenes de producción y también permite crear formas complejas y personalizadas.

JUSTIFICACIÓN



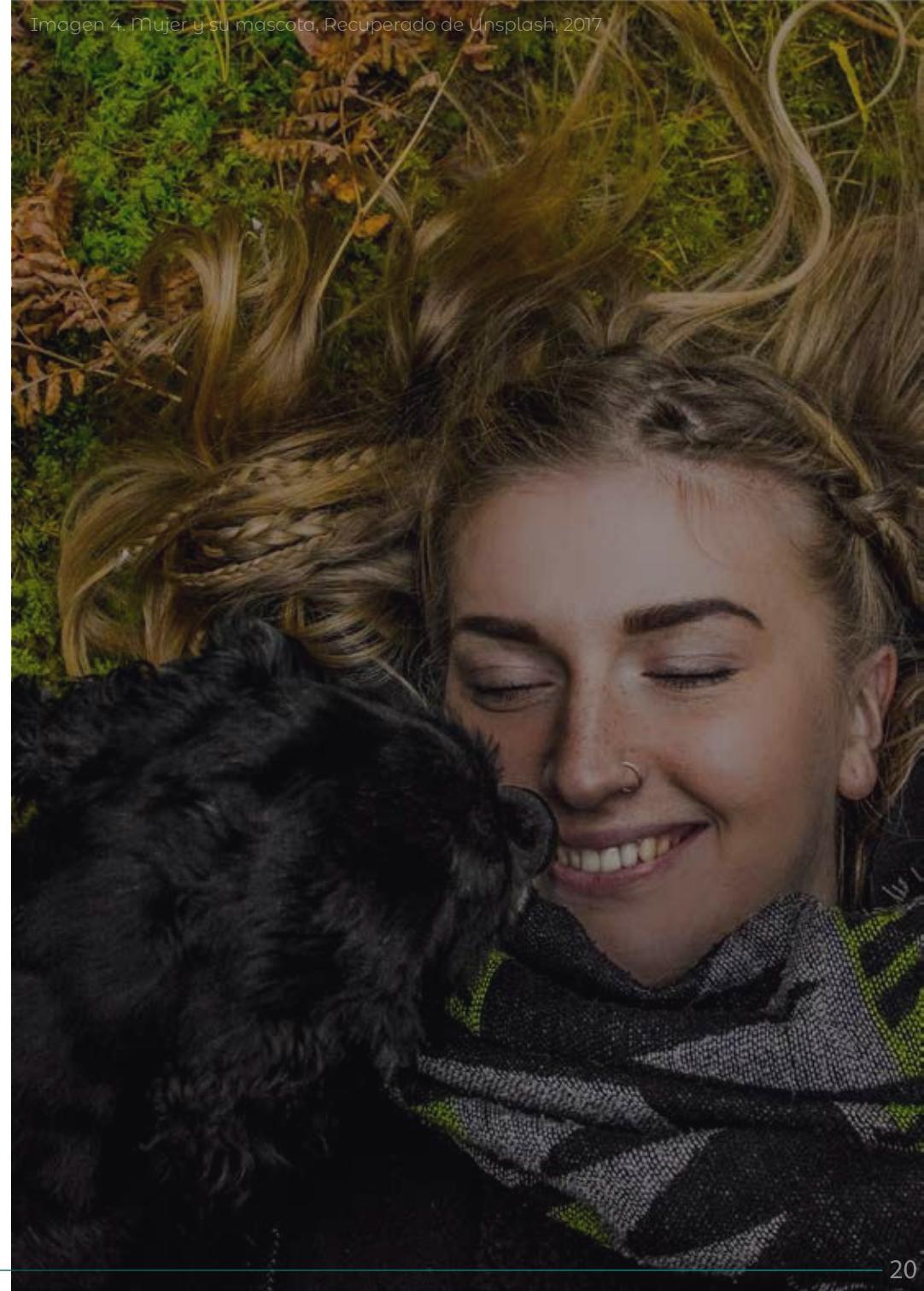
Factor
Ambiental

Las Zoonosis son enfermedades infecciosas que se transmiten desde los animales hacia el humano. El 60% de los agentes infecciosos que afectan a los humanos son zoonóticos.

LIMITES

El proyecto se realizara en Bogotá con hogares o entidades publicas/privadas que estén a cargo de perros en condición de discapacidad física. Se realizara una comprobación de un producto funcional teniendo en cuenta los tres elementos básicos que garanticen el bienestar animal del usuario directo.

Tiempo:
8 Meses





PERTINENCIA DEL DISEÑO

Los conocimientos que adquiere el diseñador industrial en las diferentes áreas como las tecnologías de manufactura rápida le permiten desarrollar productos que fomenten el bienestar, animal. Es importante tener en cuenta que la interdisciplinariedad es un factor clave para el desarrollo de este tipo de productos.

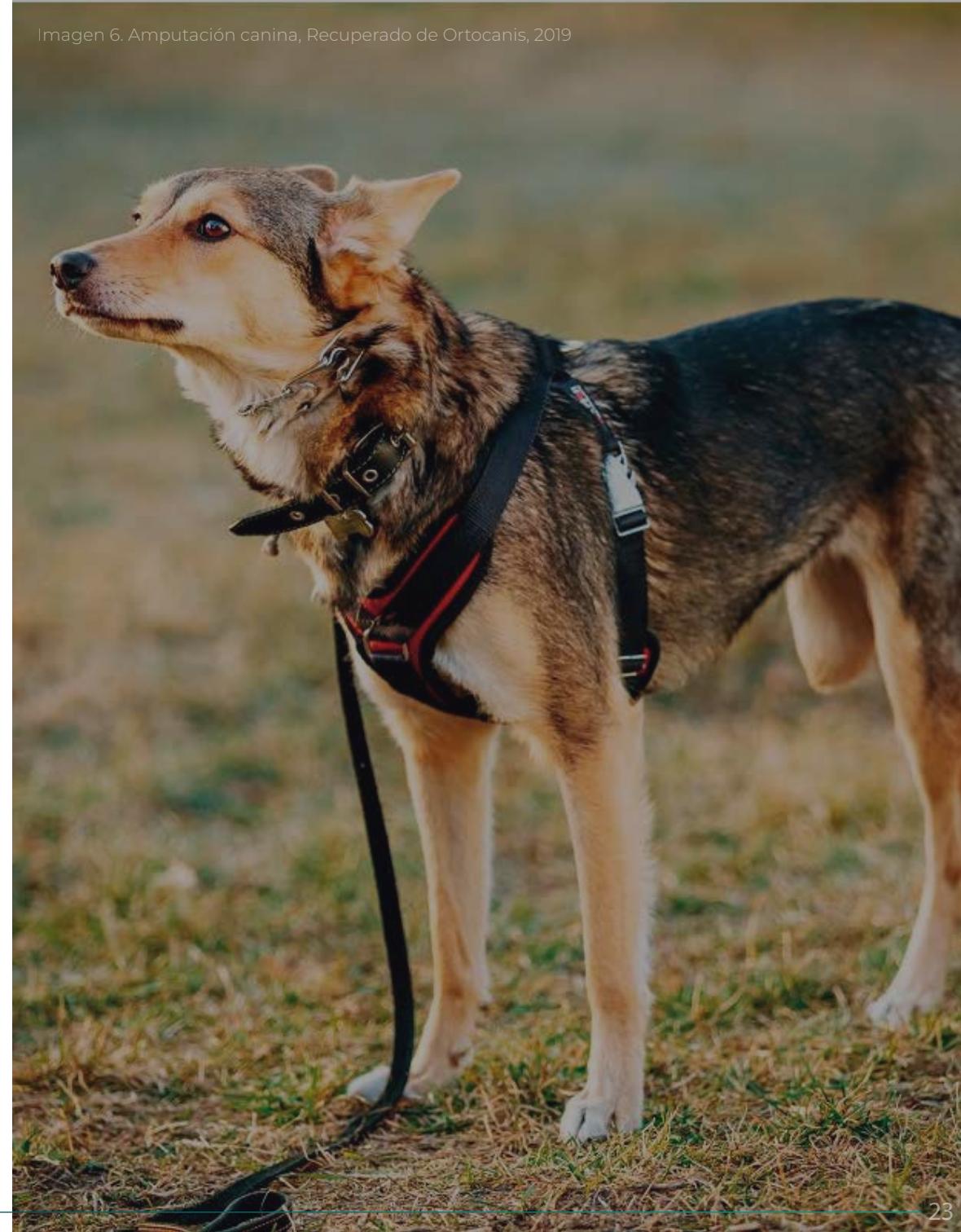
FASE 2: Investigación

DISCAPACIDAD

Se define como la condición que impide o limita al sujeto en su vida diaria.

DISCAPACIDAD FÍSICA:

Es aquella que limita o impide el desempeño motor del sujeto. Las causas de la discapacidad física muchas veces son congénitas o de nacimiento. También pueden ser causadas por lesión medular en consecuencia de accidentes o problemas del organismo.



PRÓTESIS

La prótesis es una extensión artificial que reemplaza una parte del cuerpo que no existe bien por amputación o agenesia. Se suele emplear para sustituir la función del miembro que falta, pero también realiza una función estética, de hecho existen prótesis cuyo única función es estética.



Imagen 7. Prótesis Pug, Recuperado de Recreoviral, 2017

ÓRTESIS

Las órtesis son definidas como un apoyo u otro dispositivo externo aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético. Se pueden clasificar en base a su función en: estabilizadoras, funcionales, correctoras y protectoras.

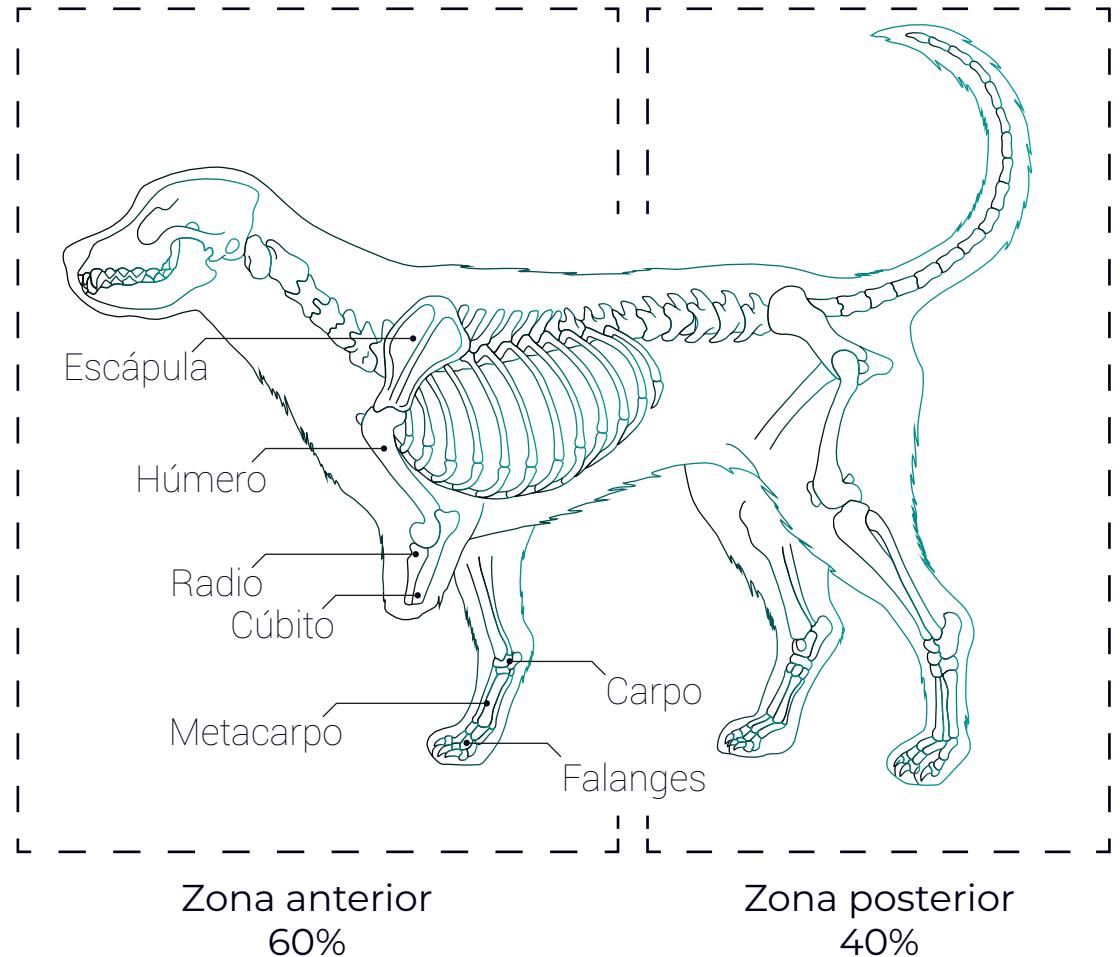


Imagen 8. Férulas caninas, Recuperado de Animal ortho care, 2017

BIOMECÁNICA ANIMAL

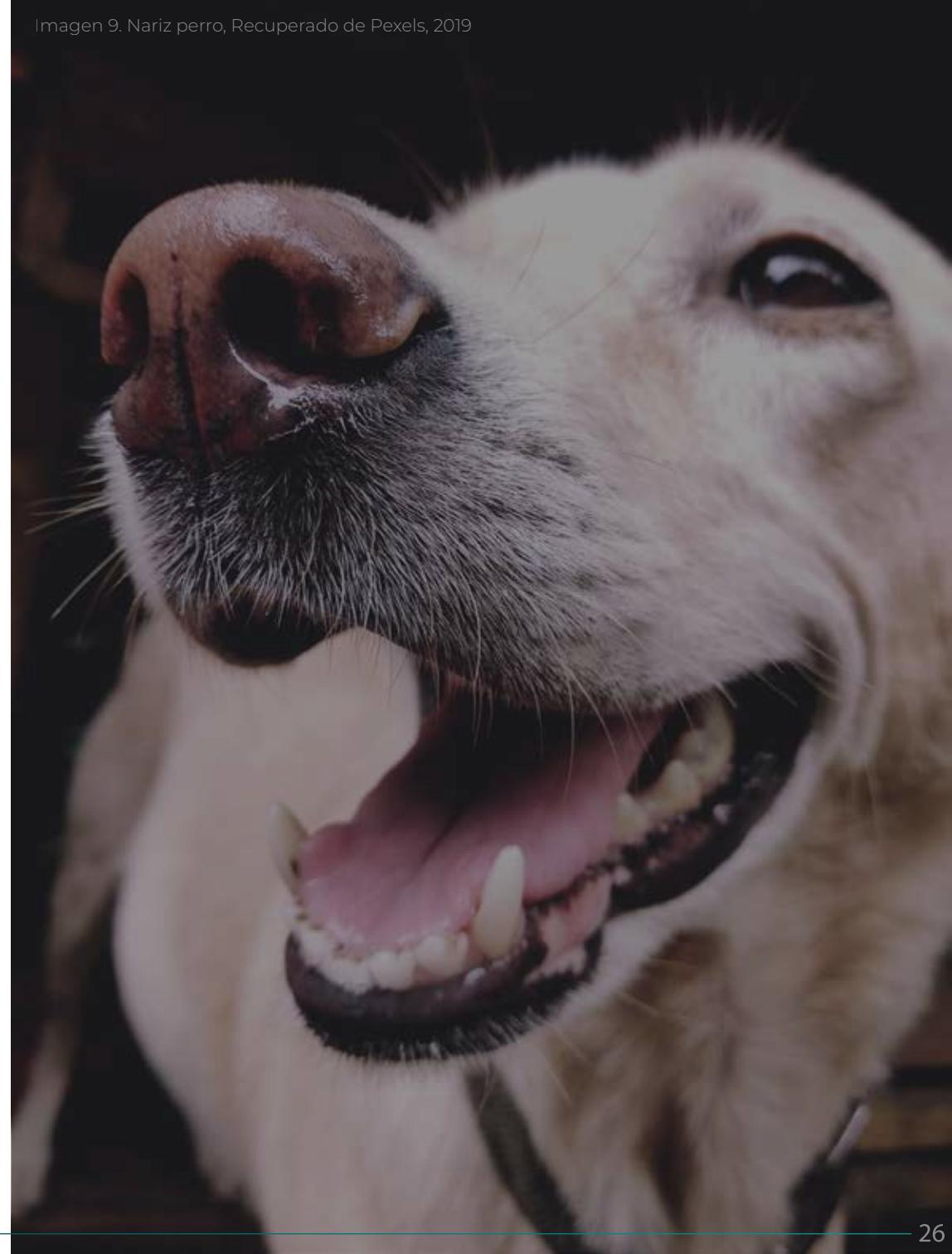
En la biomecánica el peso de los perros se divide así: 60% se concentra en la parte anterior y 40% en la parte posterior. Es decir que en caso de una amputación de alguna extremidad se están sobrecargando la demás extremidades y la columna por lo que con el tiempo estas zonas se van debilitando y pueden causar algunas enfermedades. El uso de una prótesis ayuda a equilibrar el peso permitiendo que los animales puedan caminar o correr con mayor normalidad y evitando también que se limiten en su actividad física.

Gráfica 1. Biomecánica perro, Recuperado de Wikipedia, 2016



BIENESTAR ANIMAL

El concepto de bienestar animal incluye tres elementos: el funcionamiento adecuado del organismo (lo que entre otras cosas supone que los animales estén sanos y bien alimentados), el estado emocional del animal (incluyendo la ausencia de emociones negativas tales como el dolor y el miedo crónico) y la posibilidad de expresar algunas conductas normales propias de la especie (Fraser et al., 1997).



IMPRESIÓN 3D

Es un proceso por el cual un archivo 3D es convertido en un objeto físico mediante la adición capa por capa de material. Este material puede ser plástico, resina, metal, papel y muchos más. Las TMA redefinen la relación entre diseño y fabricación, considerando que un objeto puede ser producido si puede ser imaginado. Mientras en la fabricación tradicional existen límites y restricciones, las TMA ofrecen una libertad de formas, figuras y cantidades.

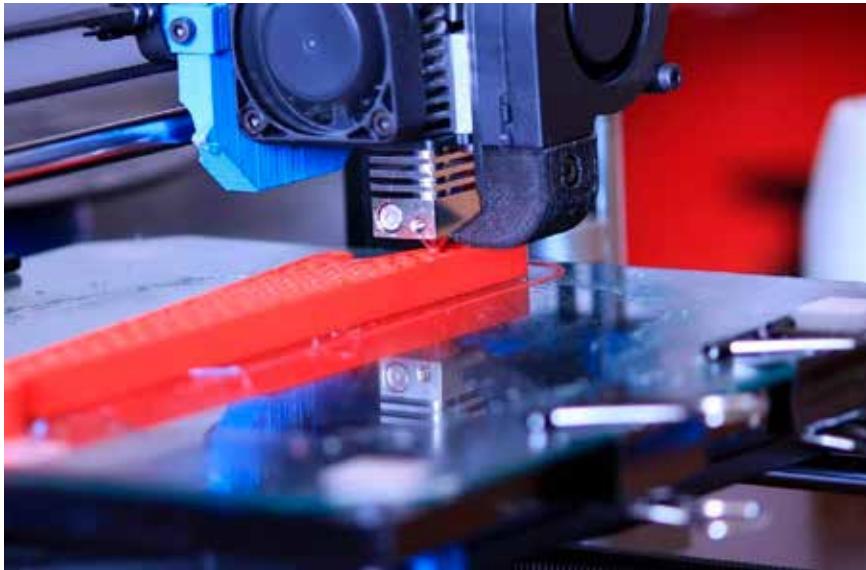


Imagen 10. Detalle impresión, Recuperado de INTECH3D, 2016

FDM

FDM es un proceso de impresión 3D asequible en comparación con otras tecnologías de impresión 3D. Este proceso funciona mediante la fusión y extrusión del material a través de una boquilla para imprimir en 3D una sección transversal de un objeto en cada capa a la vez. La cama baja para cada nueva capa y este proceso se repite hasta que se completa el objeto. El grosor de la capa determina la calidad de la impresión 3D

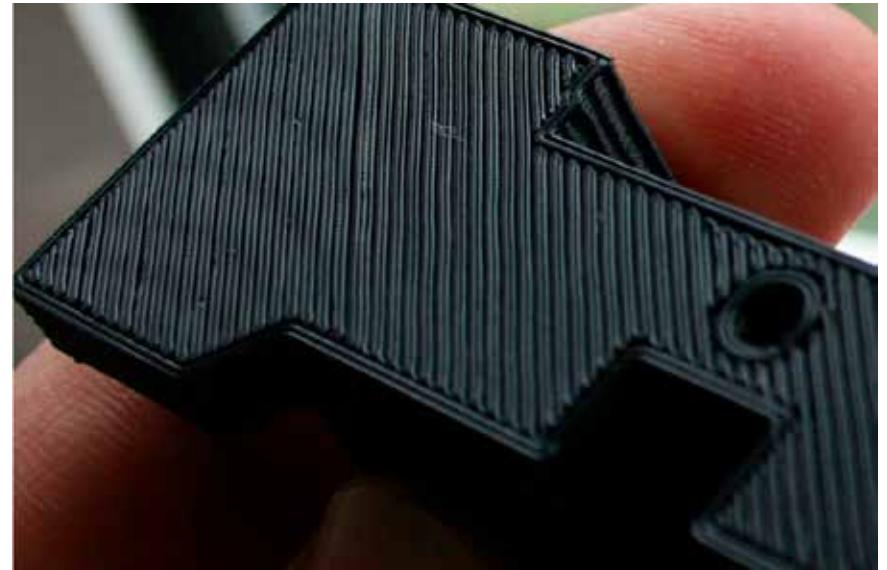


Imagen 11. Capas impresión, Recuperado de El blog del plástico, 2017

FIBRA DE CARBONO

La fibra de carbono es un tejido muy resistente mecánicamente, duradero, flexible. Se comercializa en forma de telas o fieltros. Sus principales características son su resistencia, su aspecto elegante y su peso liviano.

Este polímero es obtenido a partir de otro polímero llamado poliacrilonitrilo, el cual consiste en hebras muy finas de carbono (tan delgadas como el cabello humano) que son trenzadas, las cuales se tuercen y se agrupan continuamente para la formación de un hilo de varias hebras, se coloca sobre un molde y encima se le vierte una resina o plástico para pegar estos hilos tejidos y darles forma a sus diversas aplicaciones.

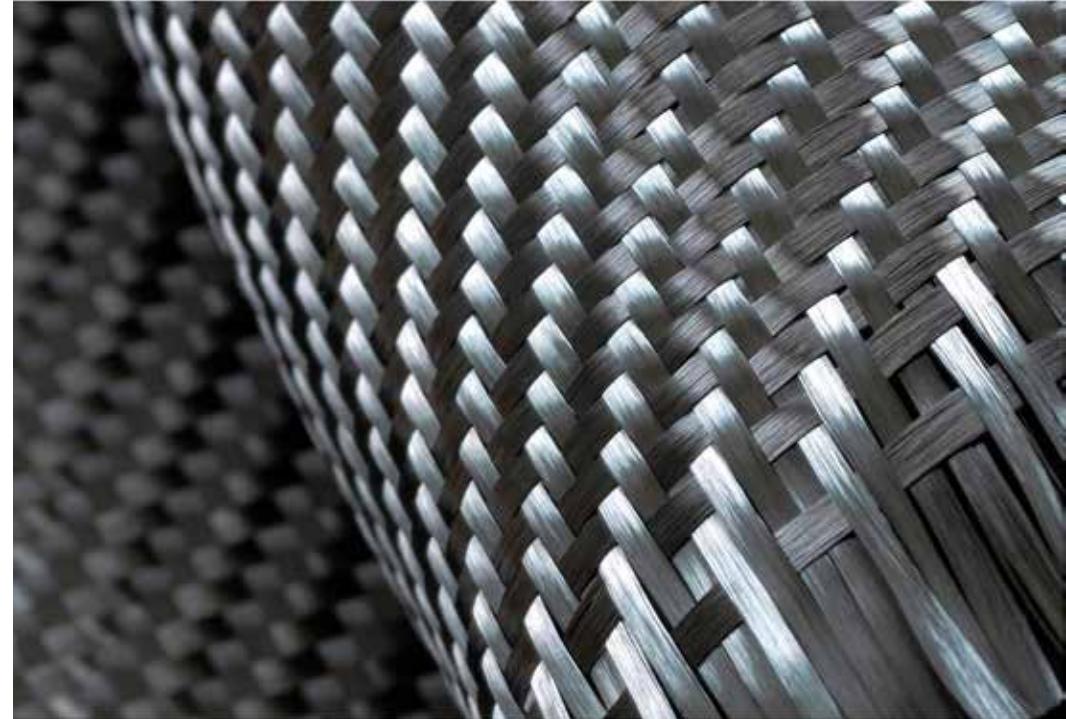
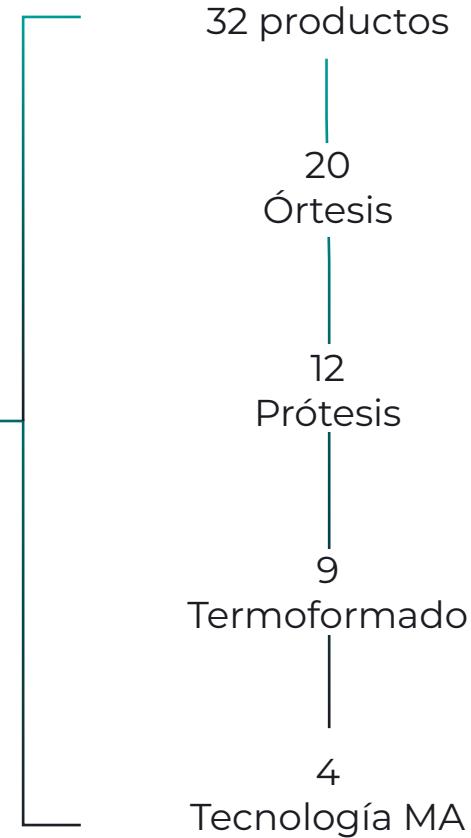
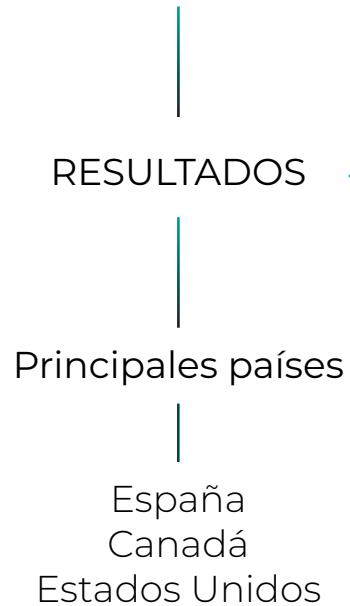


Imagen 12. Fibra de carbono, Recuperado de Motor y Racing, 2017

FASE 3: Metodologías

BENCHMARKING

Se realizó una tabla comparativa de productos ortopédicos para animales en diferentes países, con el objetivo de analizar las diferentes soluciones que se están dando a la problemática actual.





Órtesis
Termoformado



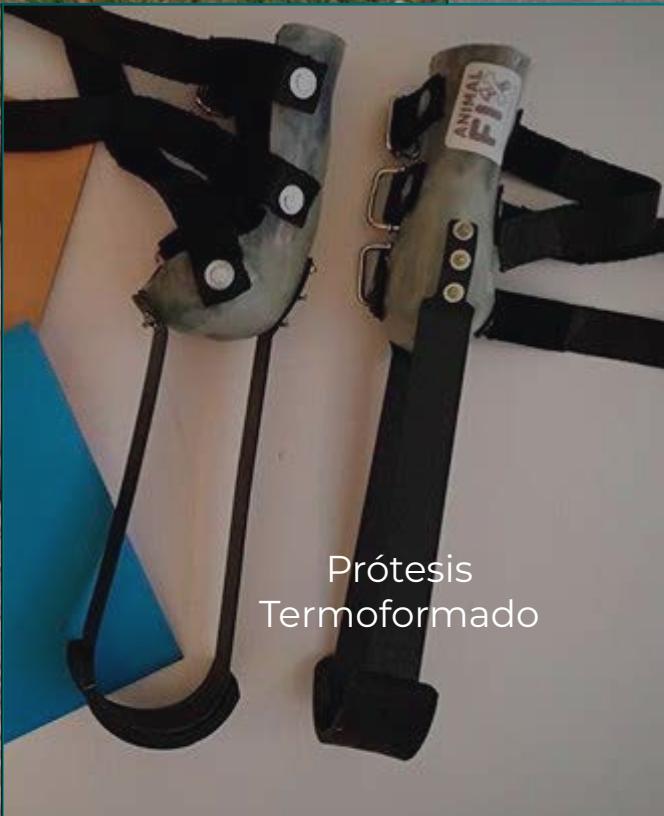
Prótesis
Termoformado



Prótesis
SLS



Órtesis
Termoformado



Prótesis
Termoformado

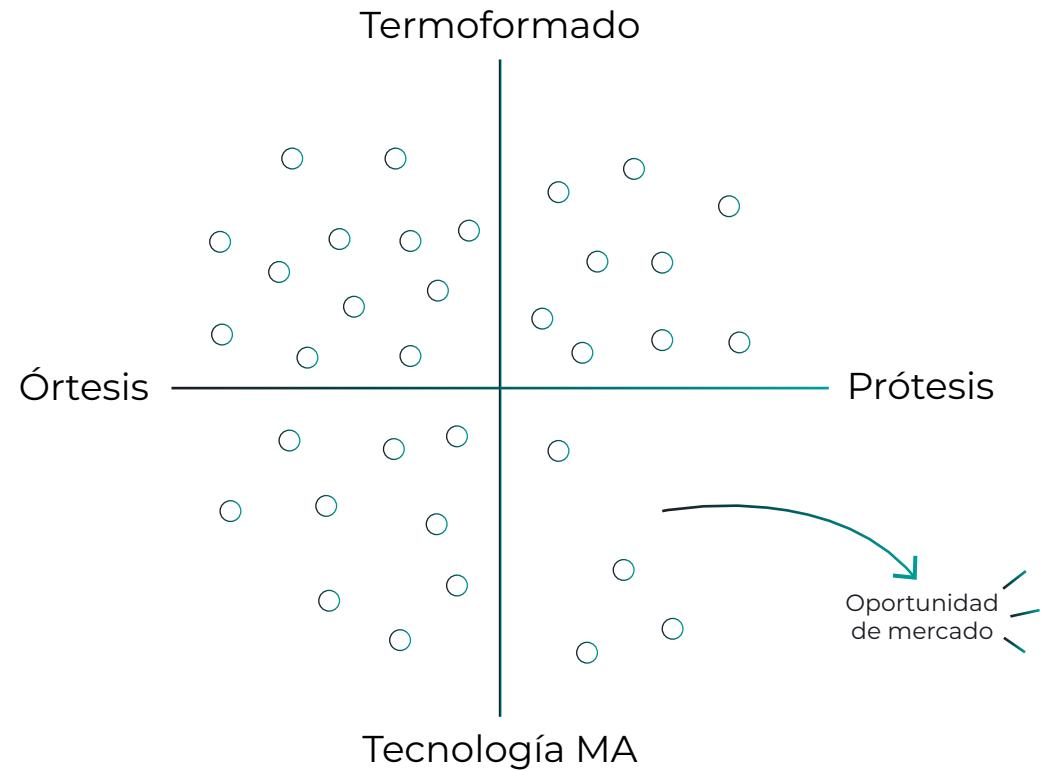


Órtesis
FDM

MAPA DE PRODUCTO

A partir de la matriz de benchmarking se realizó un mapa de producto del cual eje X representa el tipo de solución y el eje Y representa el proceso de fabricación, en este punto se evidencia un vacío en el mercado en la categoría de prótesis con tecnologías de manufactura aditiva, también se evidenció que todas las empresas que ofrecen soluciones de movilidad animal, tienen entre sus productos órtesis, pero no todas fabrican prótesis y de las pocas empresas que realizan prótesis más del 70% las producen por medio de termoformado lo cual quiere decir aunque las tecnologías de manufactura aditiva ofrezcan muchas ventajas no se han explorado lo suficiente en esta área de la ortopedia animal.

Gráfica 2. Mapa de producto, Elaboración propia, 2018



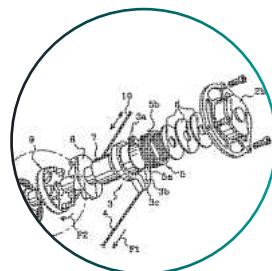
VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Se realizaron diferentes búsquedas en la pagina web PatentInspiration, asociando palabras claves del proyecto. Se encontraron aprox. 5 patentes relacionadas con prótesis en extremidades delanteras y traseras pero no hubo resultados relacionados con Impresión 3D. Y sólo 3 patentes son pertinentes al proyecto.

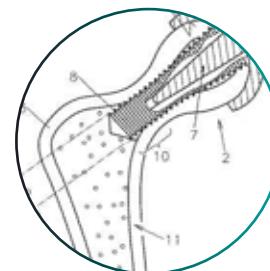
Prosthesis, Dogs,
Canine, Extremities, Limbs,
Orthopedics, Suport,
3D, Print, Rapid Manufacturing

15 ecuaciones

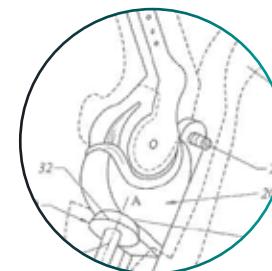
3 patentes pertinentes



Fijación



Fijación



Mecanismo

TRABAJO DE CAMPO

Para contribuir al proyecto se trabajo con la empresa Animal Fix de Medellín. Animal Fix trabaja en diferentes soluciones de movilidad animal como sillas de ruedas, prótesis, órtesis, fijación ósea, etc. El concepto que tienen como empresa es el estar comprometidos con el Bienestar Animal lo cual es una de las bases del proyecto actual.

Se realizo una visita a la empresa en la ciudad de Medellín para conocer el proceso productivo de las prótesis que ellos realizan, y de igual manera analizar las ventajas y desventajas de este modo de producción.



Imagen 14. Logo, Recuperado de Animal Fix, 2016

OFICINA ANIMAL FIX



Almacenamiento



Impresora SLS



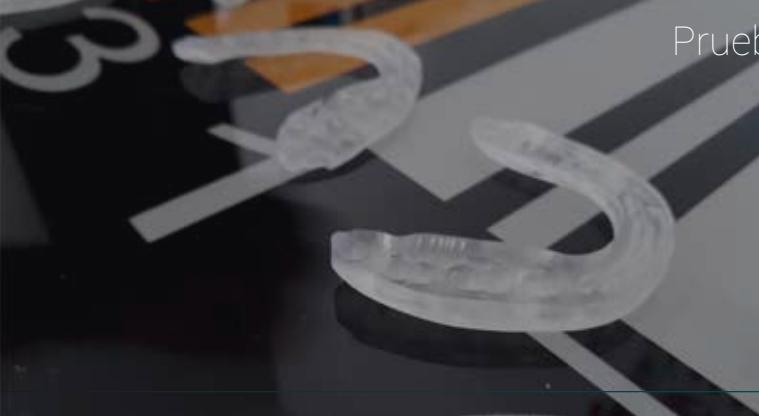
Prótesis
Termoformado



Molde en yeso



Molde ABS



Pruebas SLS



PROCESO GENERAL



Vendar



Cortar



Sellar



Vaciado



Pulir y termoformar



Acabados



ESPECIFICACIONES PRÓTESIS TERMOFORMADA ANIMAL FIX

Modo de producción: Termoformado

Tiempo de producción: 1 Día

Materiales: Polipropileno, aluminio, espuma medica, neolite

Precio sin utilidad: 260.000

Precio de venta: 380.000

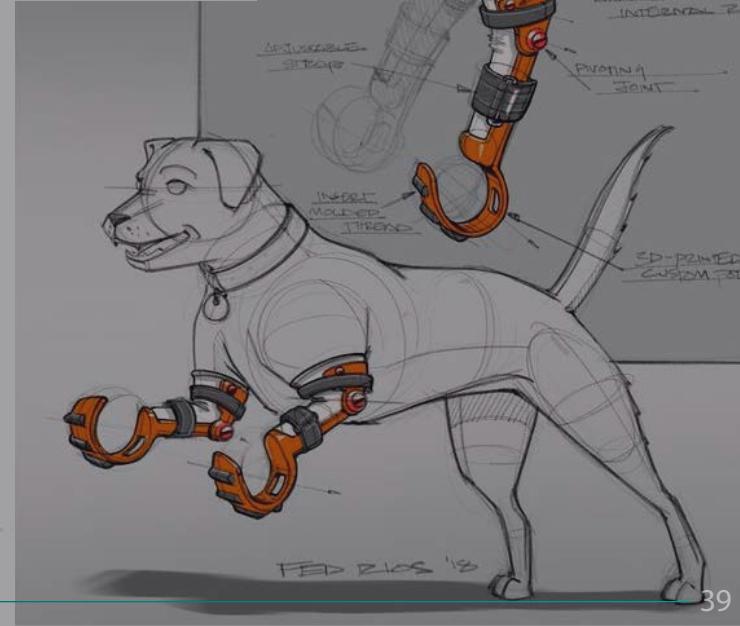
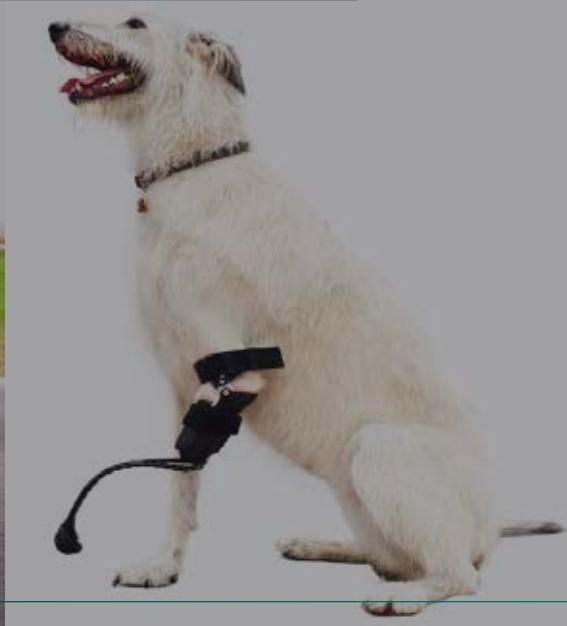
Tiempo aprox. de duración: 2 años

Requiere mantenimiento cada 4 meses aprox.

Valor mantenimiento: 40.000

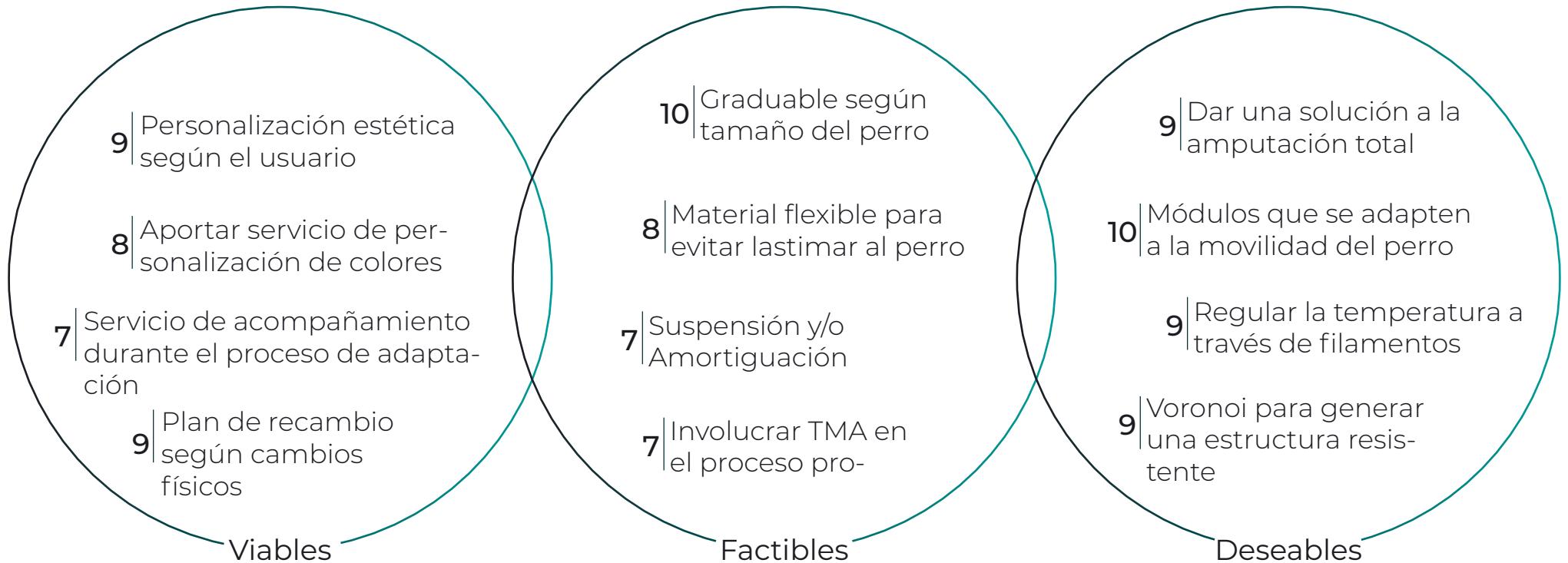
FASE 4: Diseño

INSPIRACIÓN

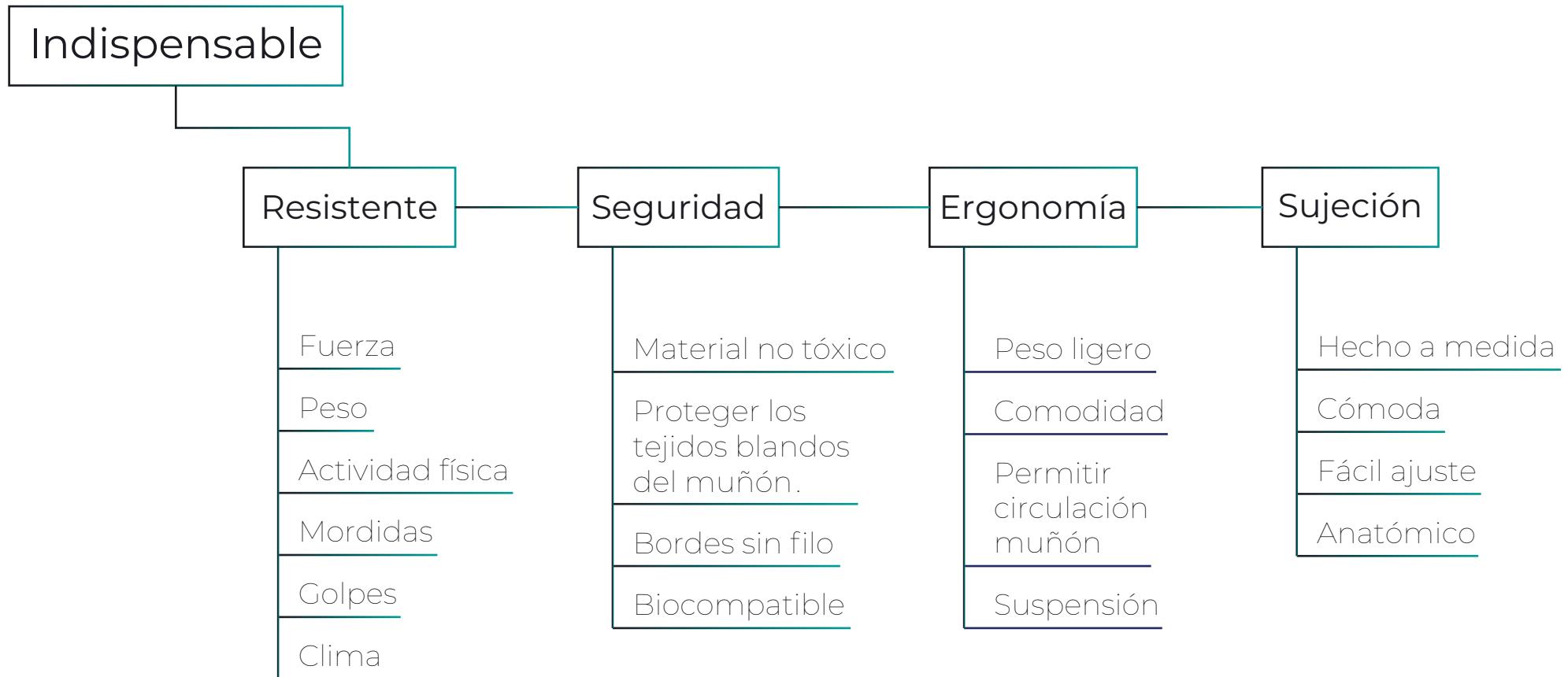


LLUVIA DE IDEAS

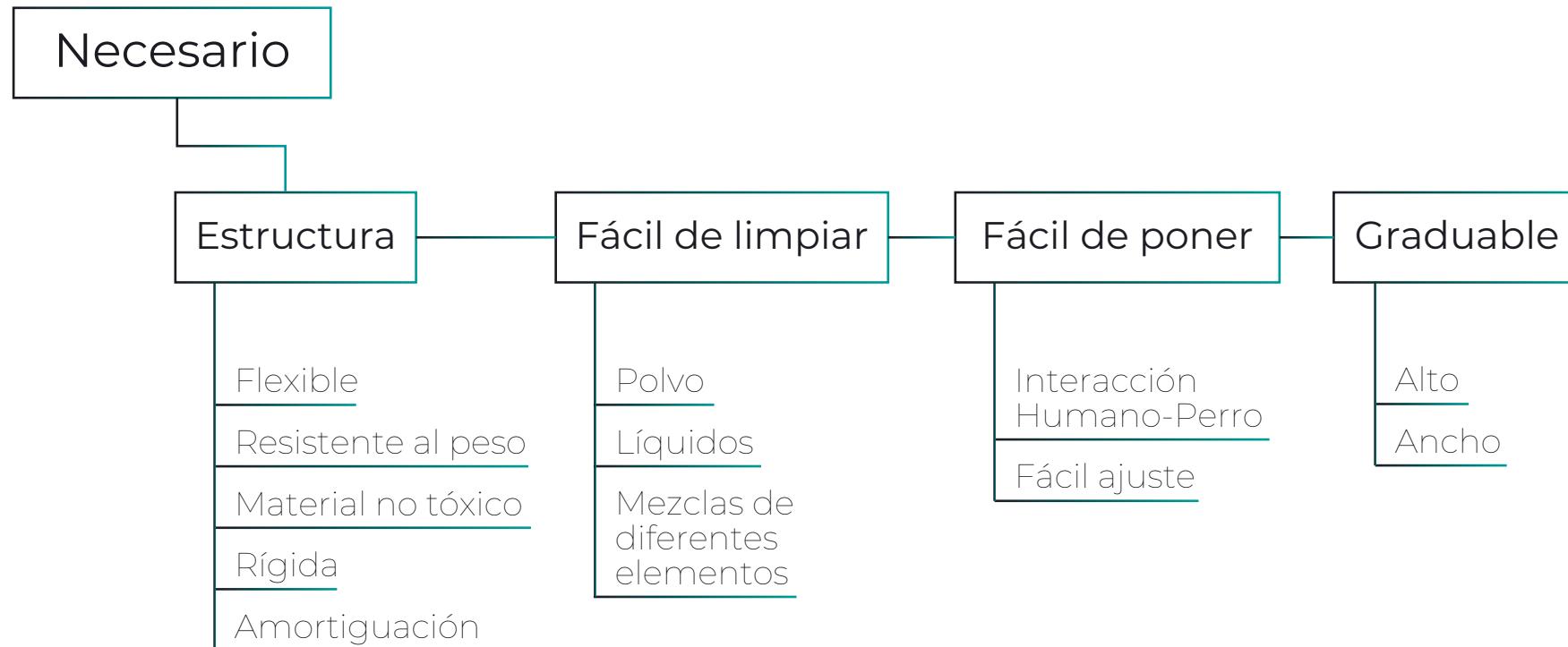
Según el moodboard de inspiración se realizó una lluvia de ideas rápida entre compañeros de clase con el fin de empezar a estructurar la propuesta de diseño, a cada idea se le asignó un puntaje según la coherencia con la investigación que se realizó previamente



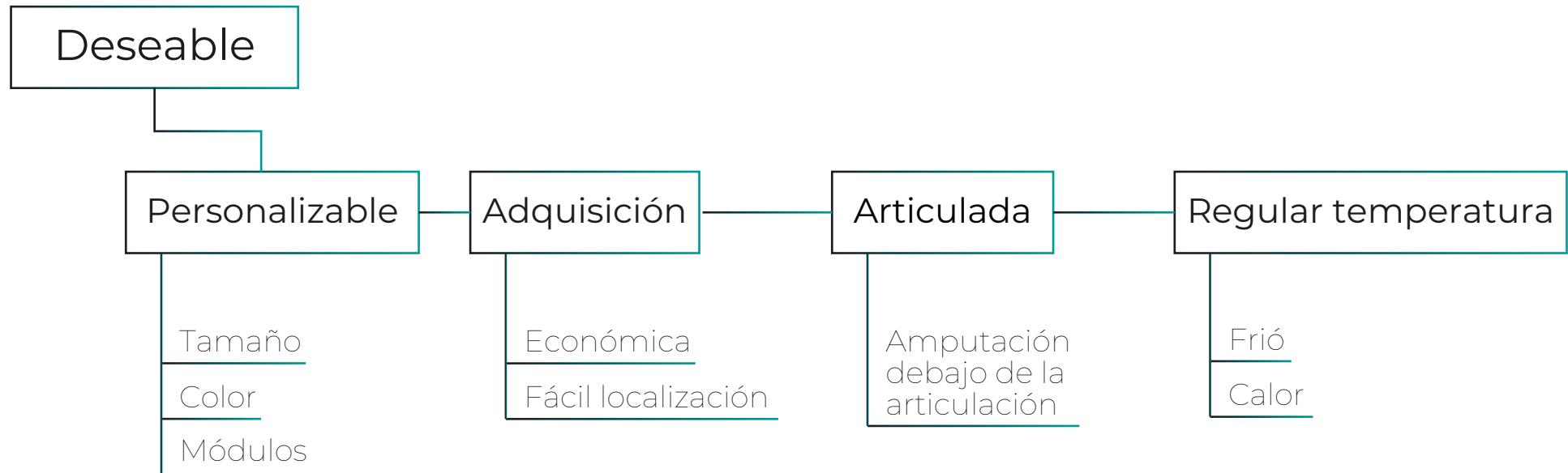
REQUERIMIENTOS DE DISEÑO



Gráfica 3. Requerimientos, Elaboración propia, 2018



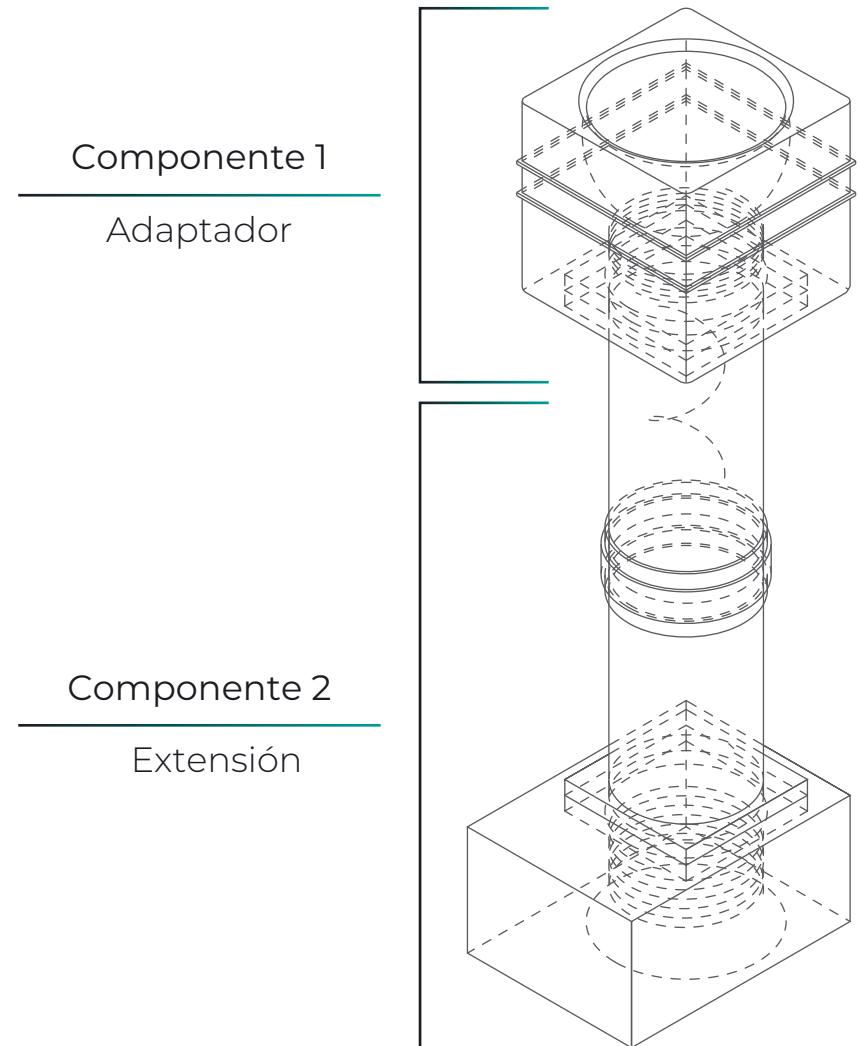
Gráfica 3. Requerimientos, Elaboración propia, 2018



Gráfica 3. Requerimientos, Elaboración propia, 2018

ARQUITECTURA DE PRODUCTO

En la siguiente a figura se representa un esquema en el que se planteo inicialmente una configuración de 2 componentes ya que en la investigación de trabajo de campo se evidencio que se deben realizar muchos cambios en las prótesis ya sea por falla de medidas o de forma, por lo que cuando hay que hacer cambios mínimos se requiere hacer de nuevo la prótesis ya que la unión es completamente fija.

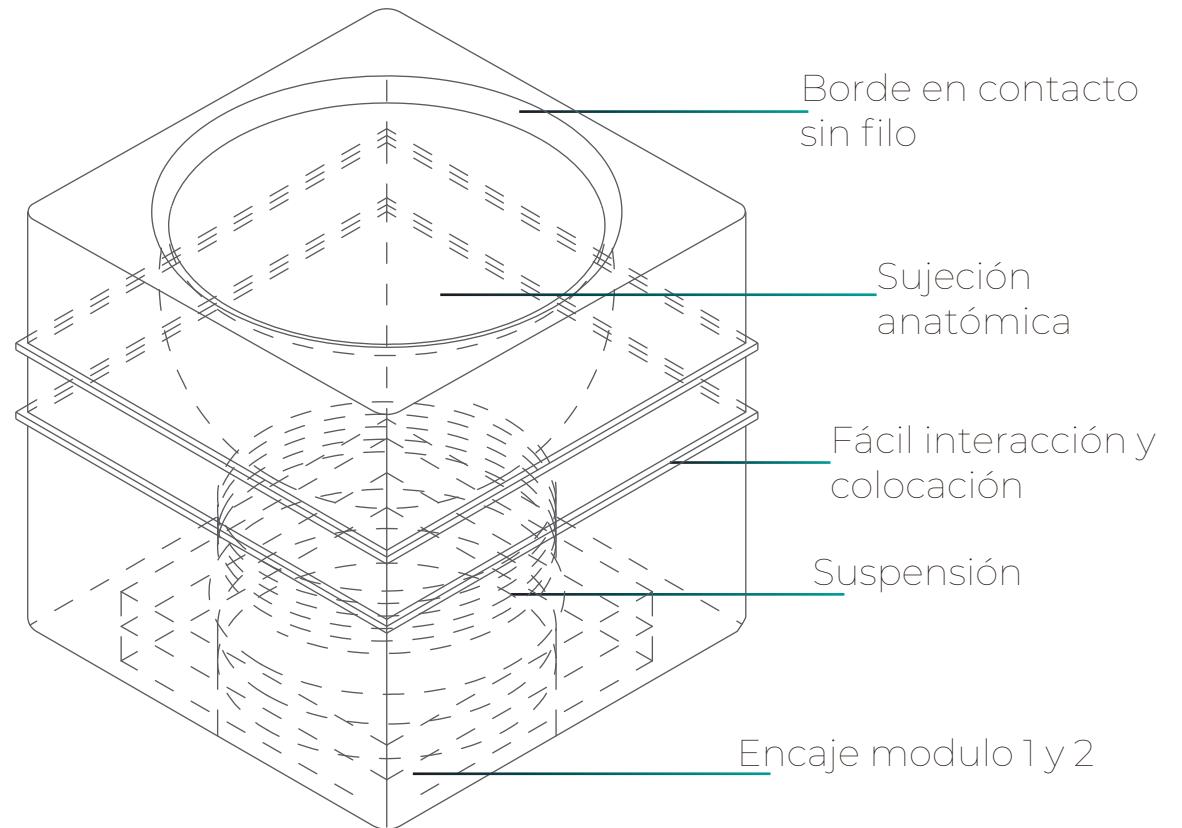


Gráfica 4. Arquitectura de producto, Elaboración propia, 2018

Componente 1

Adaptador

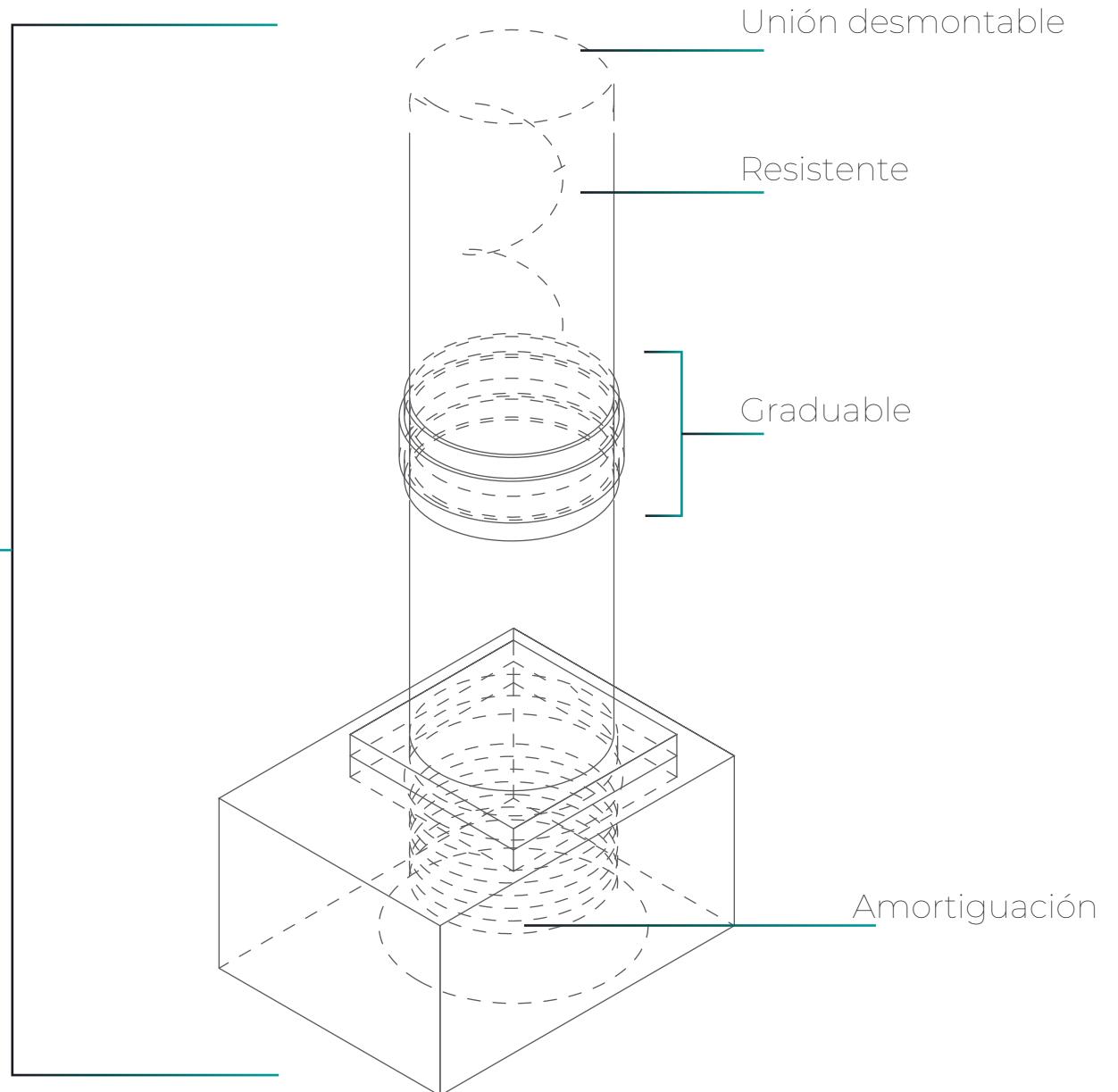
Este componente es el que se ajusta a la forma del muñón del perro por lo tanto tiene que ser totalmente personalizado según el caso que se presente.



Gráfica 5. Detalle componente 1, Elaboración propia, 2018

Componente 2 Extensión

Este segundo componente es el que le da la altura a la prótesis, debe ser independiente del otro componente pero también debe tener armonía cuando ambos se unan.

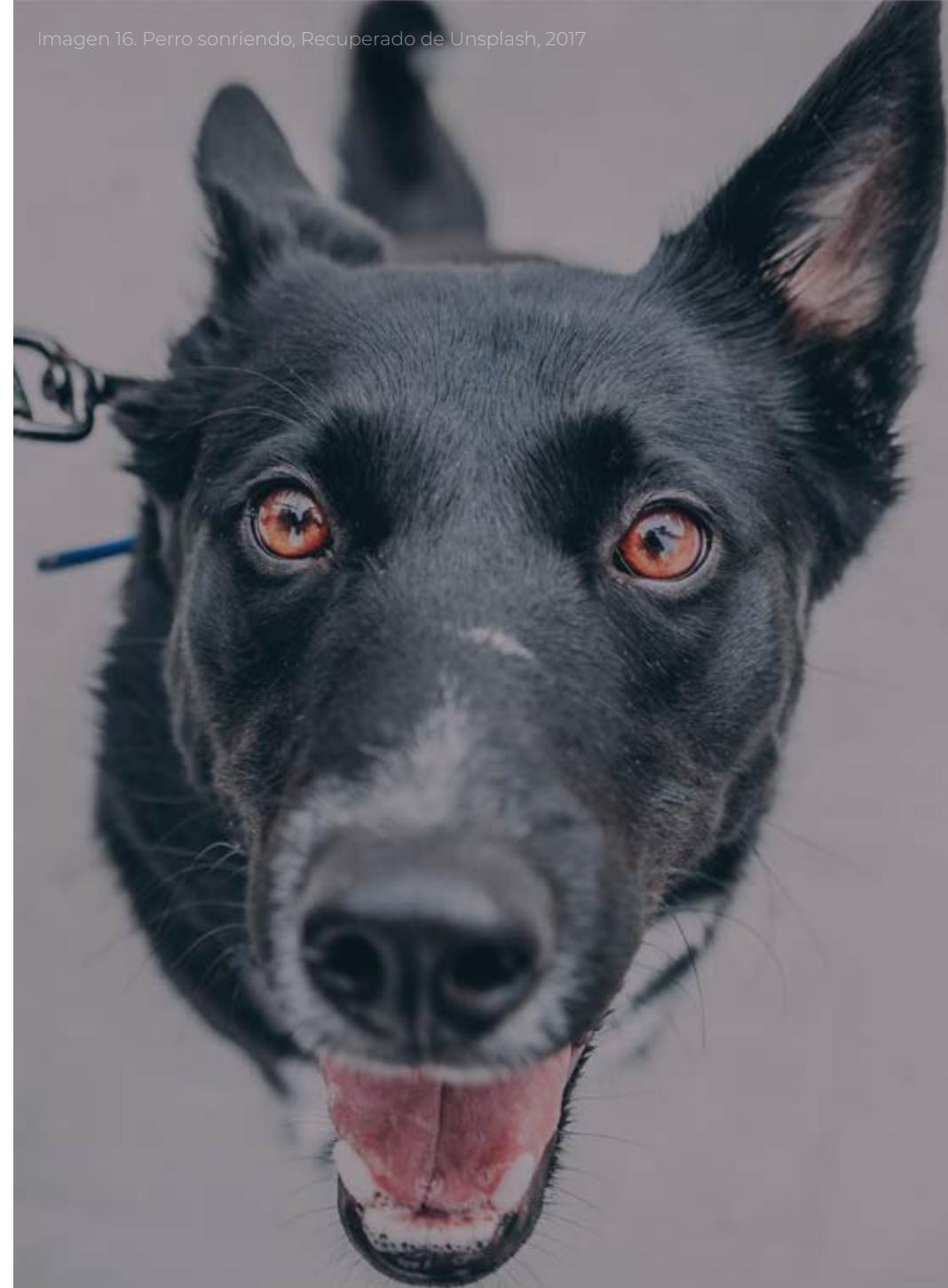


Gráfica 6. Detalle componente 2, Elaboración propia, 2018

DEFINICIÓN DE PRODUCTO

Según las metodologías de investigación se tiene que realizar una prótesis que además de tener componentes con uniones desmontables, mejore el punto de suspensión y aumente la vida útil sin incrementar demasiado los costos.

De acuerdo a lo anterior se pensó en realizar una prótesis semi - personalizada ya que no es indispensable que la extensión sea totalmente personalizada teniendo en cuenta que este componente proporciona la altura y este factor puede ser graduable.



RAZAS

Clasificación por peso y altura

Se realizó una clasificación por razas para poder configurar la altura de la extensión en el momento que se va a producir. se clasifica primero por altura y luego por peso para asegurar la resistencia que va a tener la prótesis de acuerdo a cada caso.

Pequeñas
4 - 11 Kilos
Hasta 25 cm



Medianas
11 - 25 Kilos
Hasta 55 cm



Grandes
25 - 60 Kilos
Hasta 75 cm



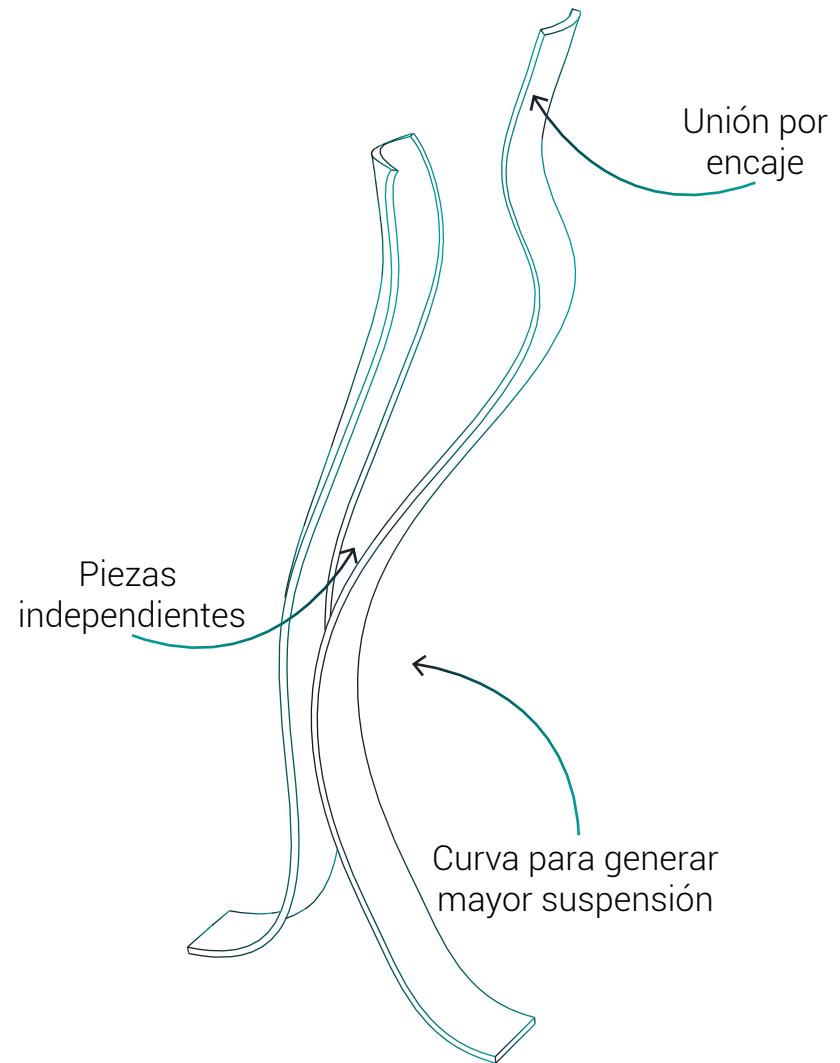
Imagen 17 . Tamaño perros, Recuperado de Pinterest, 2017

COMPONENTE 1

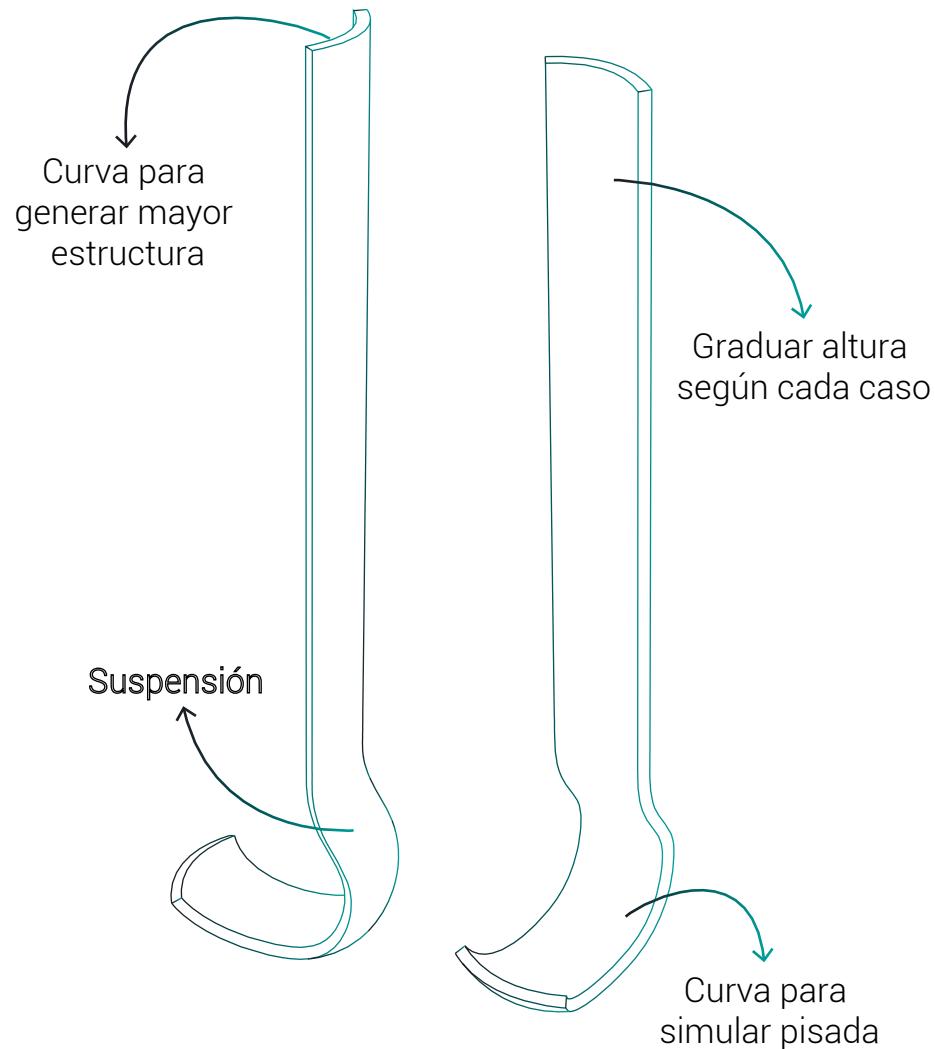
EXTENSIÓN

PROPUESTA 1

En la primera propuesta se propusieron 2 piezas independientes que tuvieran una unión desmontable para ser intercambiadas rápidamente, la propuesta fue descartada ya que la forma era muy compleja para graduar la altura y no era lo suficientemente resistente para soportar el peso de las razas medianas y grandes.



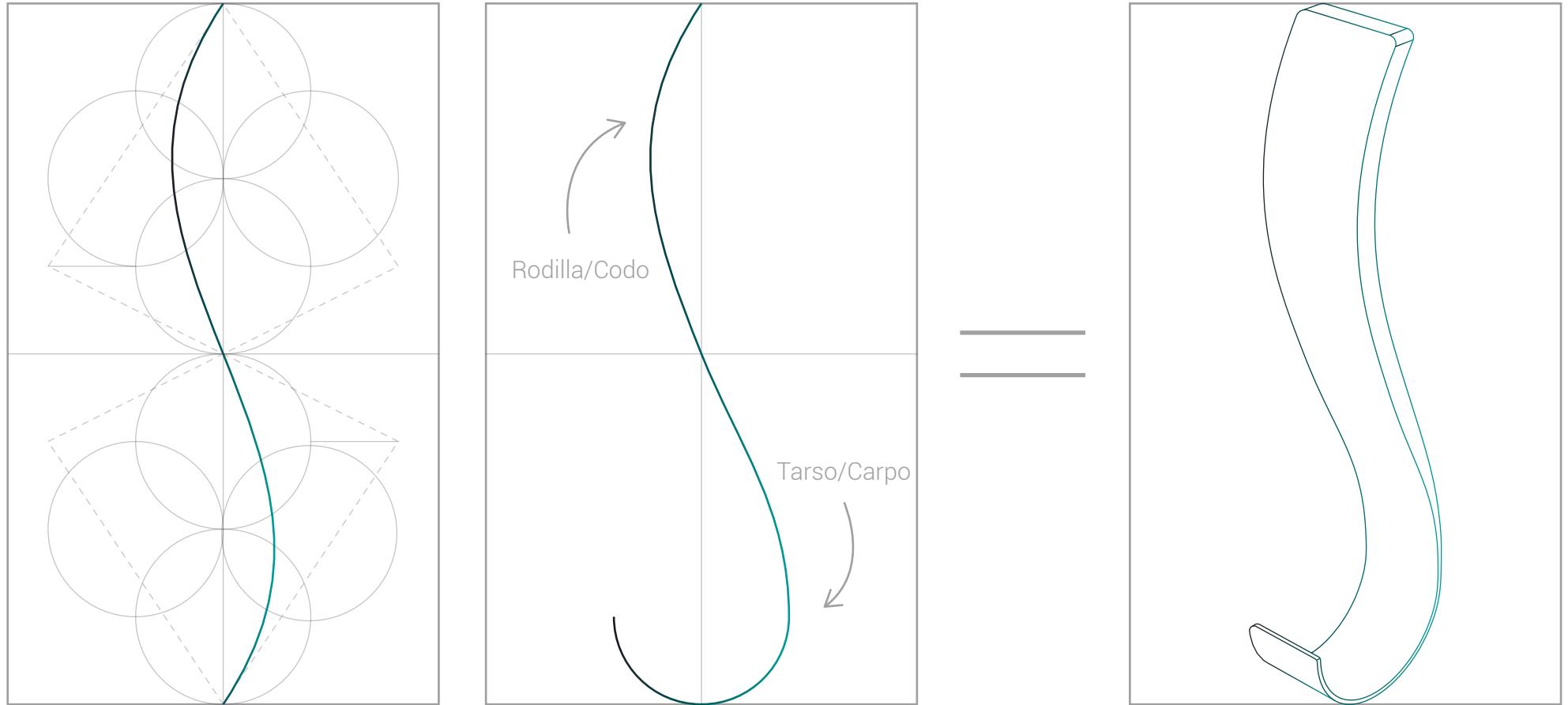
Gráfica 7. Propuesta extensión 1, Elaboración propia, 2019



PROPUESTA 2

La segunda propuesta se enfocó a simplificar la forma par facilitar la producción y el ajuste de la altura, sin ignorar la curva para simular la pisada y generar la suspensión necesaria. Esta propuesta fue descartada porque la forma no era agradable a primera vista y no se estaba cumpliendo el requerimiento de la suspensión como se tenía pensado.

Gráfica 8. Propuesta extensión 2, Elaboración propia, 2019



Gráfica 9. Propuesta extensión final, Elaboración propia, 2019

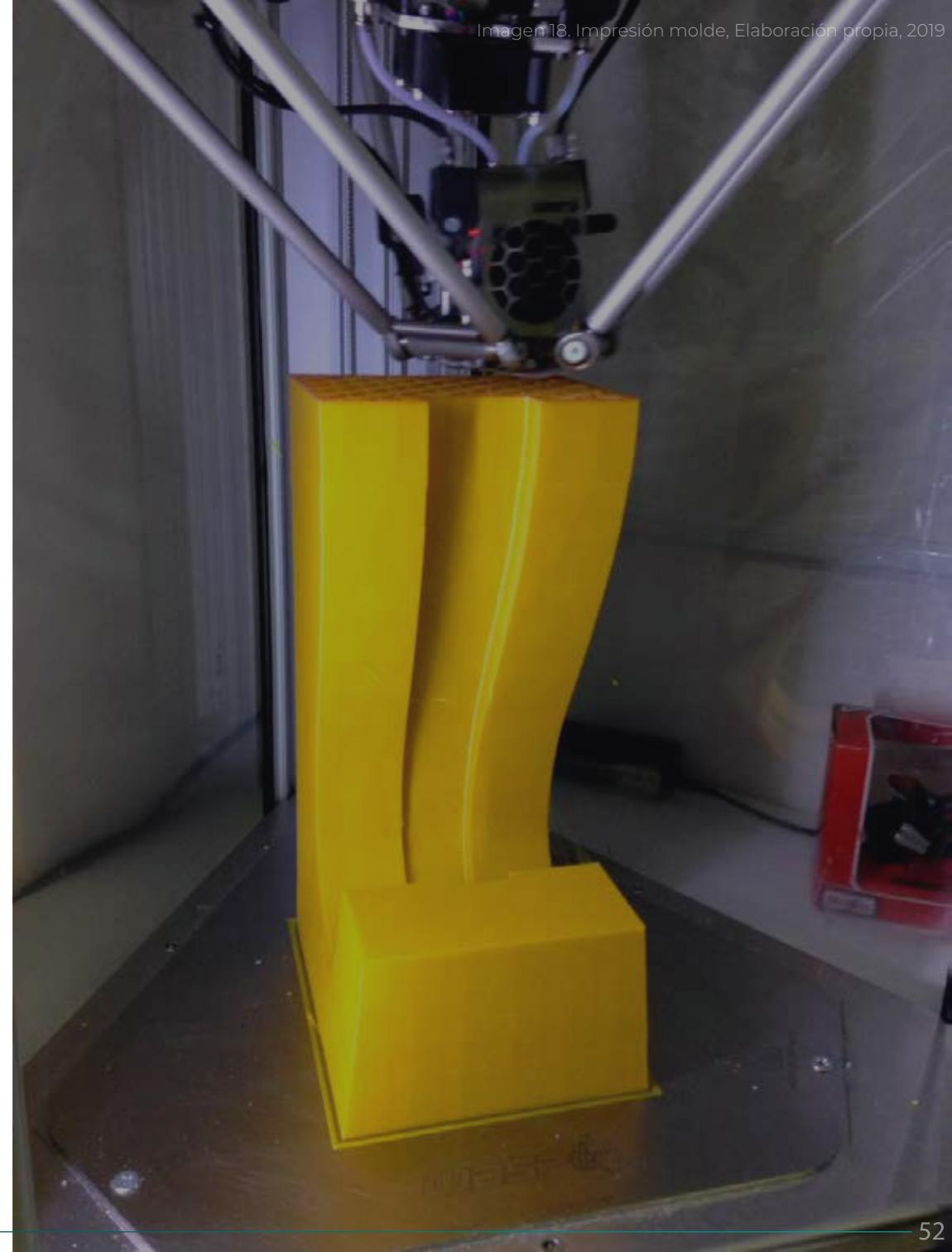
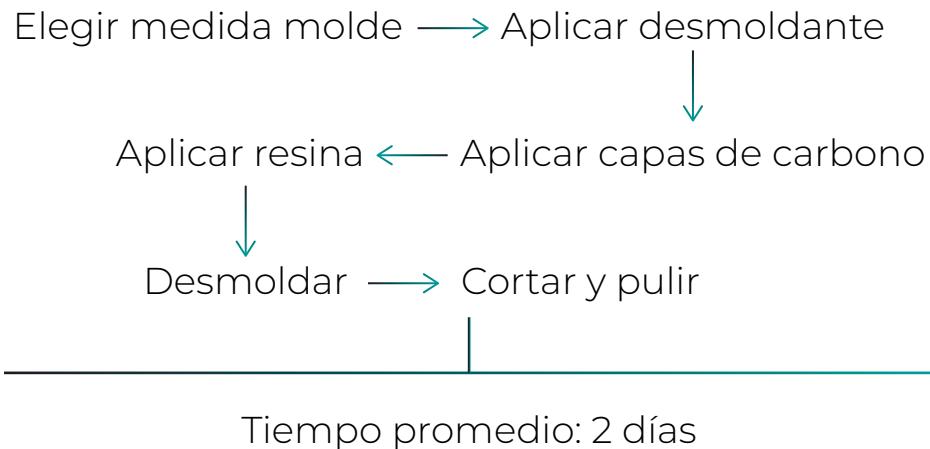
PROPUESTA FINAL

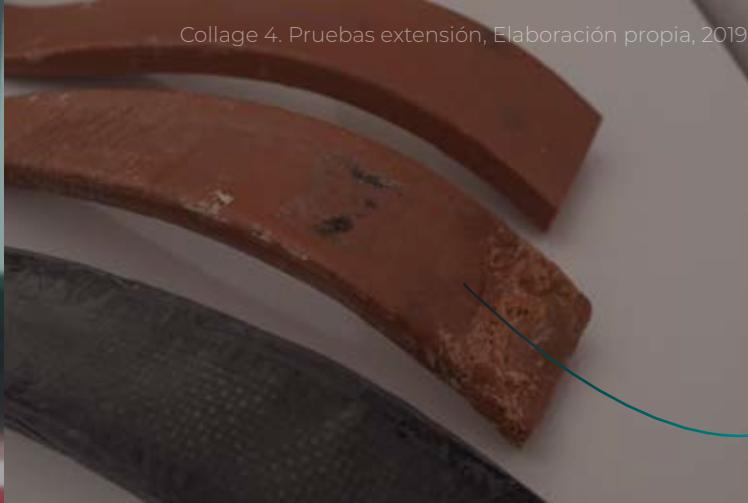
Para esta propuesta se empezó a trabajar desde una retícula para tener proporción y simetría sin generar curvas muy difíciles para graduar la altura, se busco también simular las articulaciones y la pisada para el requerimiento de suspensión.

PRODUCCIÓN

Para la producción de la extensión se requería un material resistente y muy liviano que pudiera adoptar la forma que se propuso para la extensión, por esta razón se escogió realizar este componente en fibra de carbono. Aunque una de las mayores desventajas es el precio, las tecnologías de manufactura aditiva permitieron realizar moldes para trabajar la fibra de carbono disminuyendo su precio y ahorrando más del 50% del tiempo.

PRODUCCIÓN GENERAL





Al aplicar demasiada temperatura para acelerar el proceso de producción, el contra-molde empieza a sufrir deformaciones por lo tanto en el proceso no se debe elevar la temperatura a más de 60°.

Se deben aplicar 4 capas de desmoldante para que la pieza no salga con tantas imperfecciones ya que retrasa el tiempo de producción, En el detalle de la foto solo se aplico una capa por lo que el proceso de lijado después fue bastante largo.

Para rellenar la pieza en impresión 3D se debe usar masilla poliéster ya que en el caso de la foto se aplico yeso odontológico y al desmoldar la fibra de carbono copio todo el yeso lo que prolongo el tiempo de producción.

COMPONENTE 2

ADAPTADOR

El adaptador debe ajustarse totalmente a la forma del muñón para no causar incomodidad. Para ponerlo de manera mas sencilla se incorporo una bisagra que abraza el muñón y se ajusta a la vez a la extensión con 4 tornillos.

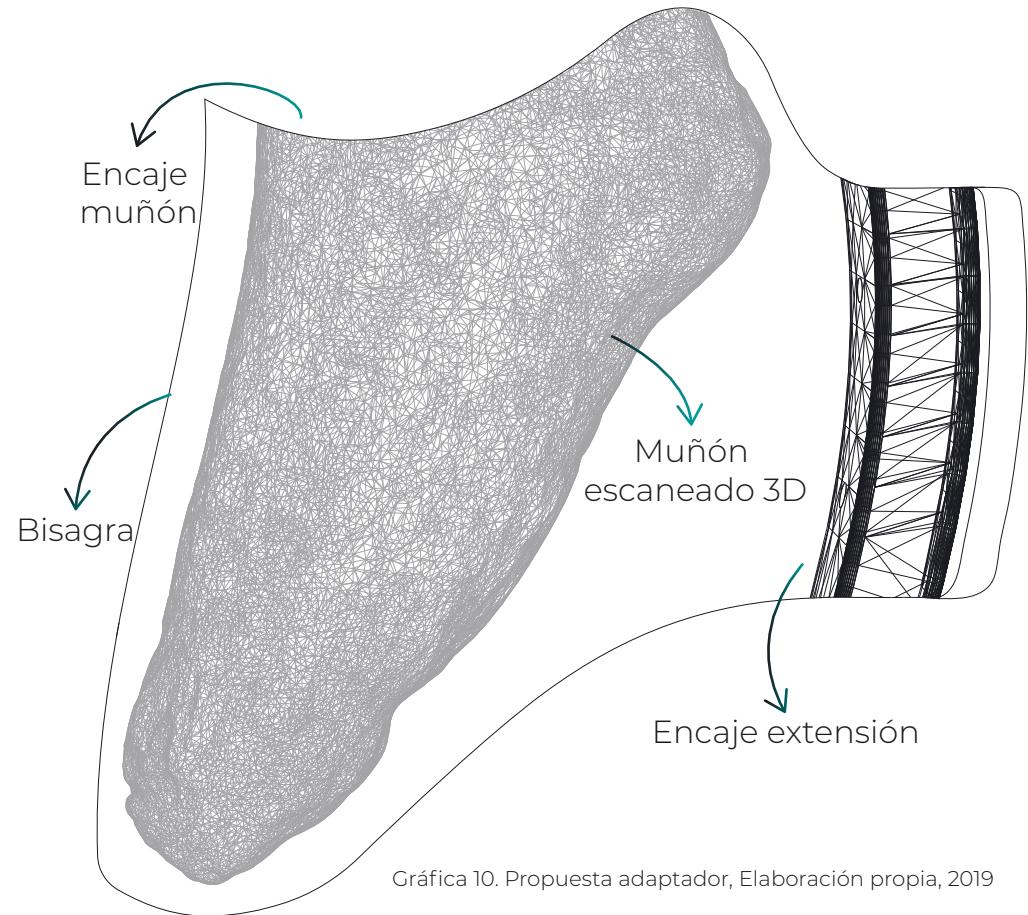
PRODUCCIÓN GENERAL

Tomar molde muñón → Vaciar molde

Diseño 3D adaptador ← Escaneo 3D molde

Impresión 3D

Tiempo promedio: 1 día



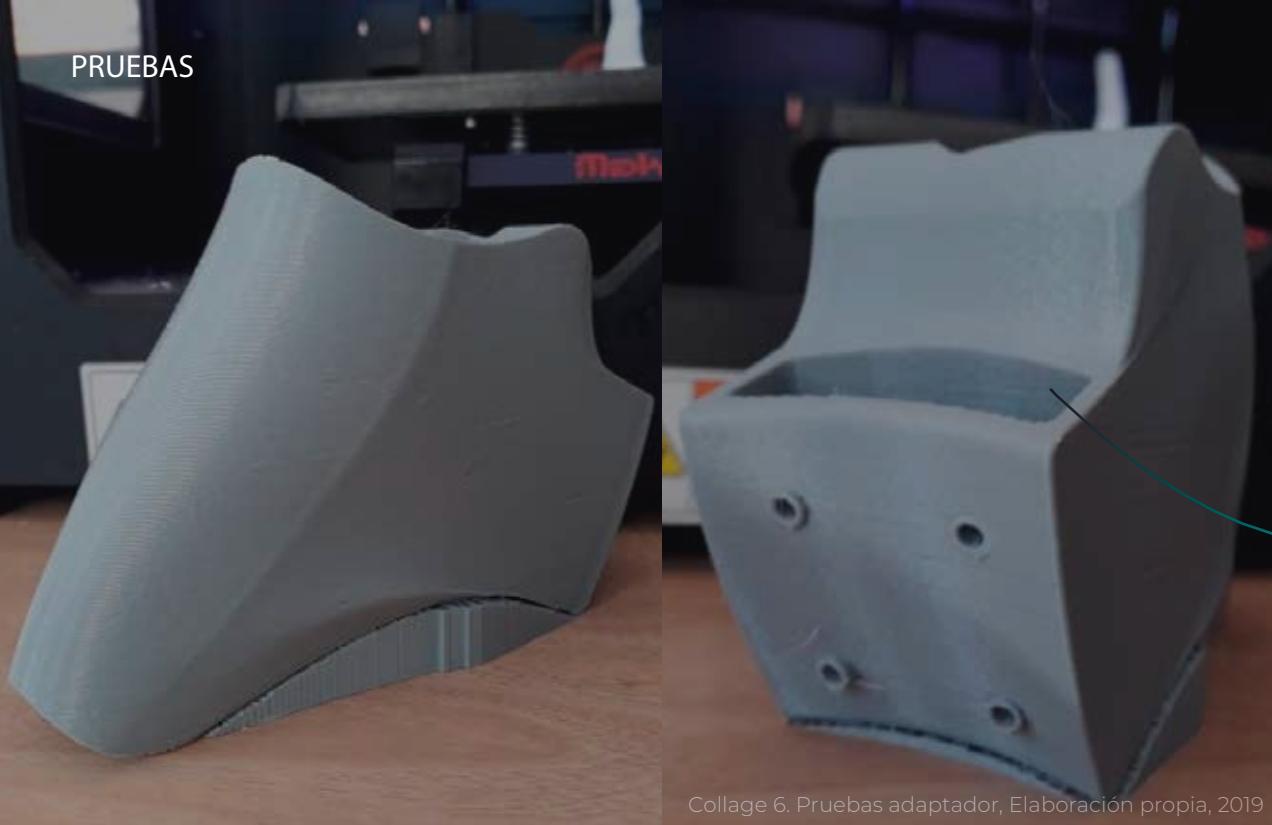
Gráfica 10. Propuesta adaptador, Elaboración propia, 2019

TOMA DE MOLDE



Collage 5. Toma de molde, Elaboración propia, 2019

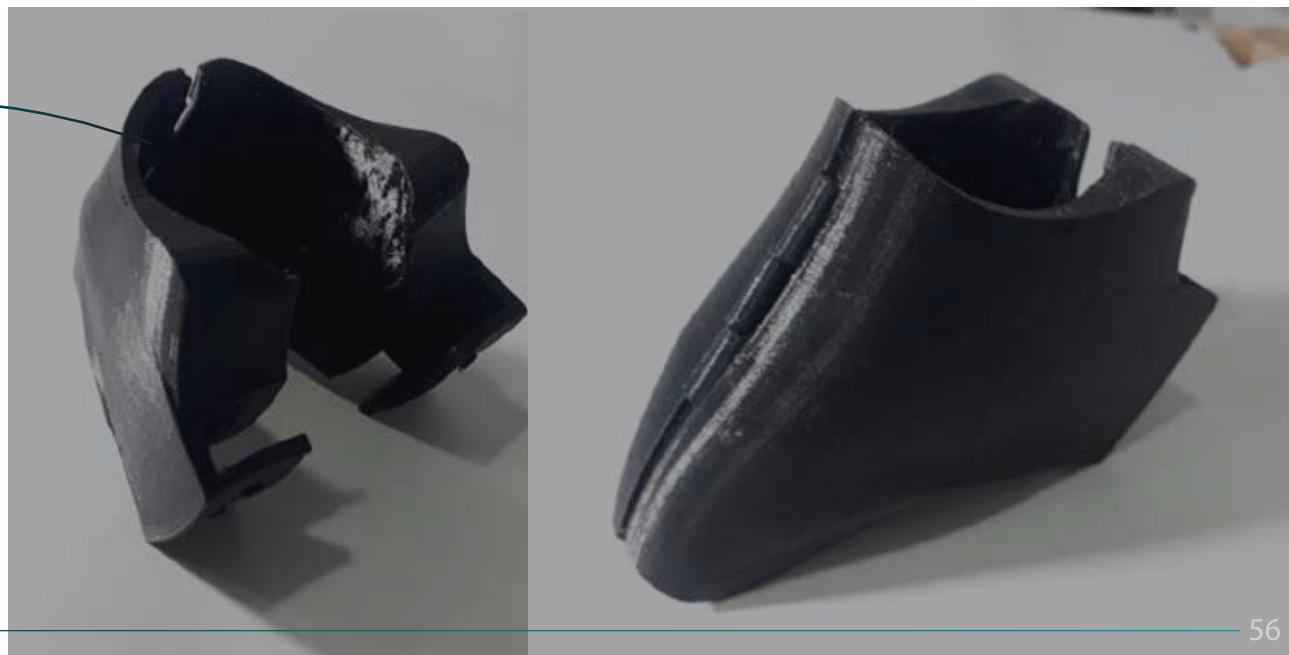




Collage 6. Pruebas adaptador, Elaboración propia, 2019

Al imprimir el adaptador completamente cerrado, el muñón no puede encajar bien ya que la articulación del codo no lo permite.

Se imprimió el adaptador final en HD Glass para mejorar la resistencia de las piezas al realizar la bisagra ya que al abrir la pieza en dos partes la fuerza que se distribuye puede empezar a fracturar la impresión.



ENSAMBLE

El ensamble desmontable une los dos componentes principales, la extensión y el adaptador, a través de 4 tornillos que permiten abrir y ajustar el adaptador fácilmente.





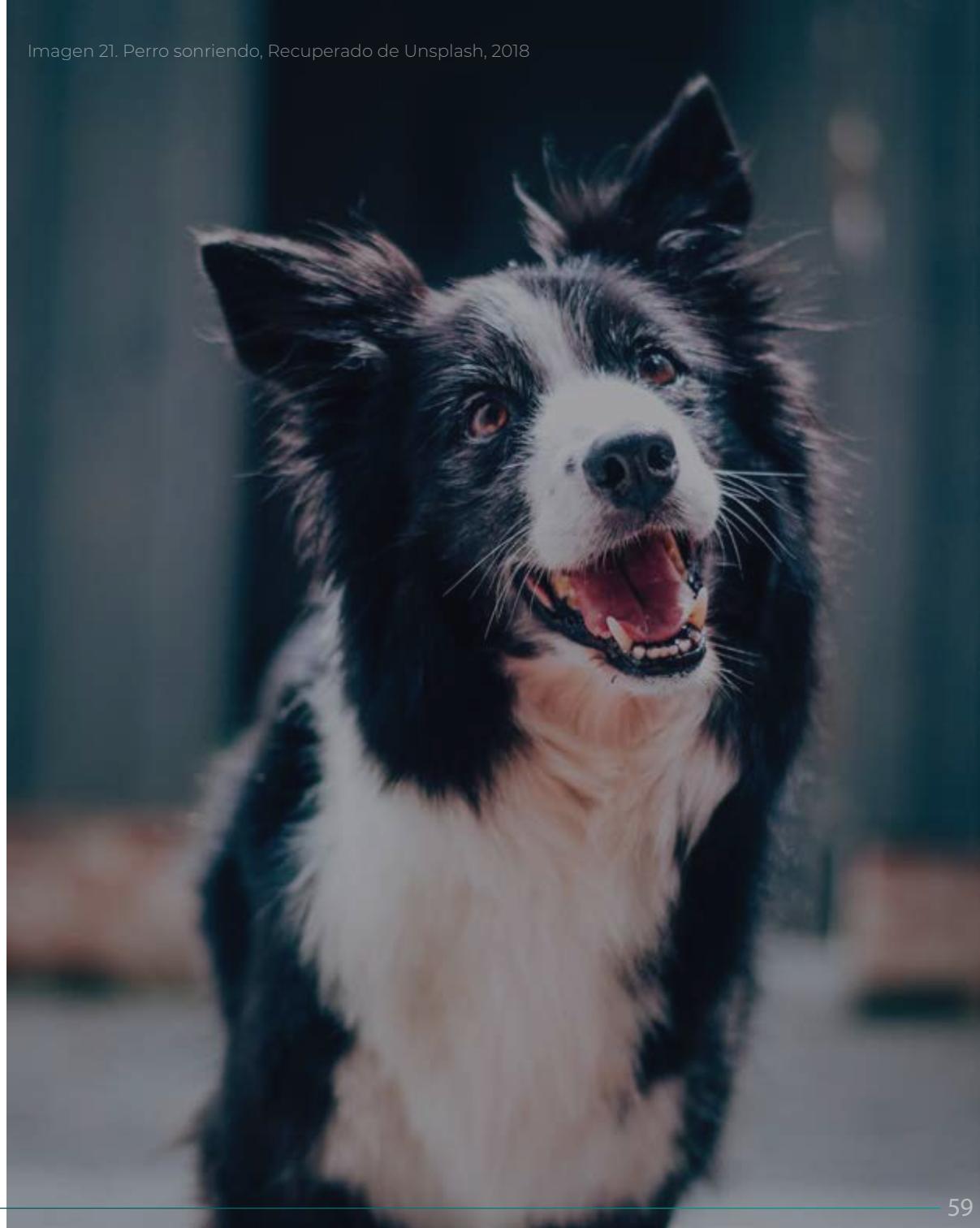
Imagen 20. Render prototipo prótesis, Elaboración propia, 2019

CONCLUSIONES DEL PROYECTO

* La investigación es fundamental para el desarrollo de cualquier proyecto, en este caso la investigación permitió sacar varias ventajas en cuanto a la producción de la prótesis.

* La interdisciplinariedad fue un factor importante en el proyecto, ya que las perspectivas de las diferentes disciplinas permiten que el proyecto tenga un enfoque más aterrizado.

* EQUAL es un proyecto que cree en que los animales también merecen segundas oportunidades y que a través del diseño podemos aportar de manera significativa a diferentes formas de vida.



REFERENCIAS

1. 3D HUBS. (s.f.). 3D HUBS. Obtenido de <https://www.3dhubs.com/what-is-3d-printing>
2. Dogs in motion. (s.f.). Obtenido de <https://www.dogsinmotion.com.au/animal-orthotics-prosthetics/prosthetic-limbs-for-dogs/>
3. Imaios. (s.f.). Imaios. Obtenido de <https://www.imaios.com/es/vet-Anatomy/Perro/Perro-Anatomia-general-ilustraciones>
4. Lausin, E. (31 de 12 de 2015). Actualidad motor. Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/fibra-de-carbono/>
5. Mundo perro. (s.f.). Mundo perro. Obtenido de https://www.mundoperro.net/razas-de-perros/tamano?utm_medium=Network&utm_source=calcuworld.com&utm_campaign=post_button
6. Prensa Animalista. (18 de 03 de 2019). Obtenido de <http://www.prensanimalista.cl/web/2009/11/25/6-500-millones-cuesta-plan-para-eliminar-a-perros-abandonados/>
7. salud, D. (10 de 03 de 2015). Obtenido de <https://www.deustosalud.com/blog/teleasistencia-dependencia/-concepto-discapacidad-diferencias-entre-discapacidad-deficiencia>
8. X.Manteca, E. D. (2016). FAWEC. Obtenido de <https://www.fawec.org/es/fichas-tecnicas/23-bienestar-general/21-que-es-el-bienestar-animal>