



**Universidad
Continental**



Fab Lab
Universidad Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE Escuela Académica de Ingeniería Industrial y Empresarial PROYECTO

PRÓTESIS PARA ANIMALES PEQUEÑOS

**DESARROLLADO EN LA ASIGNATURA DE:
*INNOVACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA***

PRESENTADA POR:

Chalco Begazo Stephanie Karolina

Huamani Carlos Jacquelin Gaby

Torrecilla Armas, Marlon

Quevedo Calderón Jhoselin Giomira

ASESORES:

LEYDI BEATRIZ MANRIQUE TEJADA

EDUARDO FALLA DELGADO

PERÚ

2020



ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I	6
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	6
Planteamiento y formulación del problema	6
Problema general	6
Problemas específicos	6
Objetivos	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
Justificación e importancia	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
Estado del arte	7
Antecedentes históricos del cuidado de la salud en animales	7
Precedentes de prótesis en animales	9
Prótesis extremidad anterior y posterior	9
Bases teóricas	10
Anatomía canina	10
Términos direccionales y planos anatómicos	10
Extremidades caninas	12
Resultados esperado	13
Compresión de la solicitud	13
ENFERMEDADES	14
Identificación de requerimientos	16
Análisis de la solución (concepto de solución)	16
Estructura de funciones	19
Propiedades físico–mecánicas	20
Diseño conceptual	2
Diseño	2



**Universidad
Continental**



Fab Lab
Universidad Continental

Construcción	4
Pruebas y resultados	5
Conclusiones	7
Recomendaciones	8
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
ANEXOS	11



RESUMEN

El propósito es el diseño de una prótesis para perros capaz de reemplazar una extremidad. Uno de los objetivos buscados con este diseño consiste en la posibilidad de fabricar la prótesis con una impresora 3D. Se ha observado una carencia en el mercado de este tipo de productos, que en general no están preparados para ser imprimidos en una impresora 3D.

Palabras clave Anatomía, morfología, prótesis, ortesis, elementos finitos.

ABSTRACT

The purpose of designing a prosthetic for dogs capable of replacing a front limb. One of the objectives sought with this design consists of the possibility of manufacturing the prosthesis with a 3D printer. A shortage has been observed in the market of this type of products, which in general are not prepared to be printed on a 3D printer.

Keywords: Anatomy, morphology, prosthesis, orthoses, finite elements.



INTRODUCCIÓN

Diseñar una prótesis canina puede no ser uno de los mayores problemas que enfrenta la sociedad hoy en día; sin embargo, no deja de ser un problema para cierto sector de la sociedad peruana que busca adquirir una solución al mismo; éste problema también se ha presentado a nivel mundial; países europeos han desarrollado prótesis tanto caninas como para otros animales ante la creciente demanda de dicho producto, es por ello y basándose en un análisis nacional del problema que se decide presentar una solución. Para llegar a dicha solución primero se definieron términos como diseño en ingeniería, proceso de diseño y modelo de diseño, para posteriormente poder elegir el modelo más adecuado para alcanzar los objetivos del trabajo.

Todo este desarrollo se muestra de forma clara y sencilla para que el lector pueda apreciar que el proceso de diseño siguiendo un modelo adecuado no es complicado y animarlo así a proponer y participar en proyectos de diseño en los cuales pueda aplicar los conocimientos obtenidos a lo largo de sus estudios en ingeniería.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Problema general

El diseño de prótesis en animales está teniendo una gran importancia. Ya que como es sabido las prótesis para humanos han existido hace miles de años, sin embargo, las prótesis para animales no eran consideradas como opción. La propuesta que se plantea en este trabajo, es el desarrollo de un prototipo de prótesis para extremidad posterior, la cual será económicamente accesible y mejorará la calidad de vida a perros que han sufrido de la ausencia de la extremidad por diferentes circunstancias (amputación, malformación, etc.)

1.1.2. Problemas específicos

- Desarrollo de una prótesis para que esté al alcance de más personas económicamente y, que a la vez sea capaz de resistir un grado de trabajo como lo es la vida cotidiana del perro.
- Mejorar la calidad de vida, disminuir el dolor y facilitar las actividades diarias de un perro que haya sufrido la pérdida total o parcial de una de sus extremidades; evitando tener como únicas opciones la amputación o la eutanasia.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo principal de este proyecto es diseñar una prótesis para animales pequeños, imprimible en 3D, permitiendo que esta sea económicamente accesible en el mercado peruano.

1.2.2. Objetivos específicos

- Investigar acerca del mercado de prótesis en el Perú
- Tener un conocimiento en la anatomía de dichos animales.
- Diseño de prótesis.
- Estudio del material a usar

1.3. Justificación e importancia

Lo que presentamos en el proyecto es para poder tener una accesibilidad a una prótesis para animales a un precio cómodamente accesible y de esta forma ayudar a bastantes familias que tienen un animal que haya perdido una extremidad y tengan como opción la eutanasia, por otro lado, esto se desarrollara en una impresora 3d que facilitará el proceso de elaboración, ya que en el Perú no se encuentra con facilidad unas prótesis de animales menores.

Una de las motivaciones que nos ha llevado a realizar este proyecto es la posibilidad de tratar distintos campos de los estudiados a lo largo de la carrera, como la realización de análisis dinámicos, el uso práctico del método de los elementos finitos o el diseño asistido por ordenador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte

Antecedentes históricos del cuidado de la salud en animales

Desde tiempos remotos, perros y gatos han sido considerados animales de trabajo o de compañía para el ser humano. Sin embargo, antiguos tratados de cirugía veterinaria, hace referencia a enfermedades en caballos y otros tipos de animales. También se registra la existencia hospitales veterinarios en la India hacia el año de 1800 a.C., en los cuales caballos, ganado vacuno y elefantes eran sus principales pacientes [Berríos, 2006].

En la época grecorromana, el desarrollo de la medicina humana y la veterinaria siguen un camino paralelo, iniciando con la descripción de algunas enfermedades en perros y gatos. Mientras en Egipto, el papiro de Kahun es el documento más antiguo que atestigua la presencia de la medicina veterinaria. En donde se describen padecimientos del ganado y los tratamientos aplicados a estos (Figura 1.9). Así como enfermedades en perros, gatos, aves y peces [Vela- Palacio y Lafuente-González, 2011].

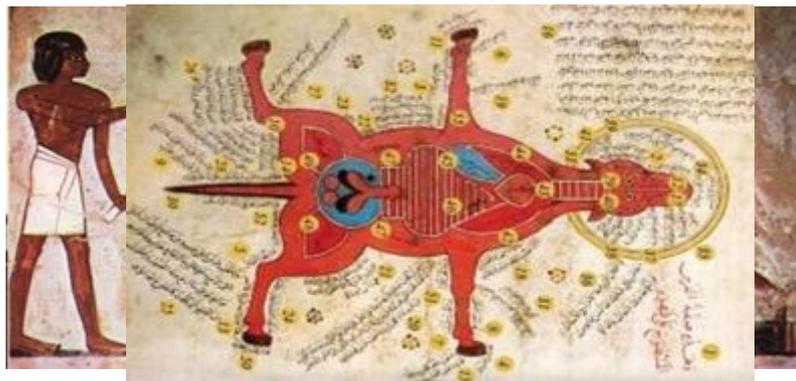


Figura 1 : *En la historia de las civilizaciones antiguas y su vida cotidiana. Tomada de LA MEDICINA Y LA VETERINARIA EN EL ANTIGUO EGIPTO, Ahumada, 2020.*

El problema de la prótesis o miembros artificiales, constituyó durante parte del Siglo XVI una preocupación importante, poniendo en relación de colaboración cirujanos y artesanos. Las prótesis comenzaron a ser realmente útiles, alcanzando muchas de ellas a disminuir la invalidez secuela de una amputación. Regresando al desarrollo de la veterinaria el rey Alfonso XI mandó escribir, en el Siglo XIV, un Libro de la montería, donde las dolencias del perro merecen un tratamiento especial [López, 1989].



Figura 2: El cuidado de los perros y sus indicaciones plasmadas en el Libro de la montería. Tomado de Lòpez , 1989.

La Ortopedia en perros y gatos fue una disciplina poco desarrollada en los años comprendidos entre 1857 y 1920, donde el principal antecedente lo encontramos en el libro *Diseases of the Dog* escrito por Müller , en el que se dedican tan solo siete páginas al esqueleto del perro y lo relacionado con las fracturas [Müller y Glass, 1911]. A partir de 1940, al reconocerse a la Traumatología y Ortopedia en humanos como una especialidad, se inicia un rápido desarrollo de métodos para el tratamiento de fracturas y alteraciones del sistema músculo esquelético. Los veterinarios, sobre todo aquellos cercanos a la medicina humana, hacen adecuaciones e innovaciones rápidamente para ser empleadas en el tratamiento de los perros y gatos afectados [Valadez-Azúa y Colaboradores, 2004].



Figura 3: Fractura, férula de yeso con soporte alrededor del cuerpo, *Diseases of the Dog*. Tomado de Valades, R., Perez, G., Rodriguez B. 1960

Precedentes de prótesis en animales

Como ya se había mencionado, la literatura sobre prótesis para animales es limitada. Son pocos los registros que cuentan con dicha información. Por ejemplo, el vestigio de las primeras prótesis diseñadas para animales fue desarrollado por Harry A. Gorman, general de la fuerza aérea estadounidense. Quien desarrolló su ingenio para ayudar a un perro, el que posteriormente adaptó para uso de seres humanos [Félix-Sánchez, 2008].

Prótesis extremidad anterior y posterior

Las extremidades anteriores en los perros reciben el empuje. Mientras que las extremidades posteriores son importantes para la resistencia, empuje y trote. El uso de prótesis en una o más extremidades, brinda a los perros una mejor calidad de vida, dando una solución al problema motriz el cual implica limitaciones físicas o lesiones [Monrroy, M. y Peña , S. 2010].



Figura 4 : *Prótesis para extremidades anteriores canina. Tomada de UVM Sala de Prensa. ESPECIALISTAS DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MÉXICO CREAN PRIMERA PRÓTESIS ARTICULADA EN 3D PARA PERRO EN MÉXICO.*



Figura 5: *Prótesis para extremidades posteriores canina. Tomado de Ortacanis publicado 12/02/2019*

2.2. Bases teóricas

Anatomía canina

Anatomía es la rama de la ciencia biológica que trata la forma y la estructura de los organismos, se halla íntimamente relacionada con la fisiología que trata las funciones del cuerpo (Lopez 2010). A continuación se describe brevemente la descripción anatómica canina (Figura 8).



Figura 6: Anatomía canina. Tomado de *Tratamientos médico-quirúrgicos medievales según los libros de montería* Lopez, J. 2010.

Términos direccionales y planos anatómicos

En términos direccionales desde la posición anatómica en perros, estos se comparan directamente con los términos direccionales en los seres humanos cuando el ser humano está en una posición cuadrúpedo o el perro está en una postura vertical. Estos términos direccionales incluye: craneal, caudal, rostral, dorsal, palmar, plantar, medial y lateral (Figura 9)

Los planos de movimiento se dividen en [Shively, 1993]:

- El plano mediano divide longitudinalmente la cabeza, el cuello o tronco en mitades izquierda y derecha iguales. El concepto puede emplearse también al dividir un miembro a lo largo de su eje (aunque las mitades resultantes no sean iguales).
- El plano sagital divide al perro en porciones derecha e izquierda. Si este plano se encuentra en la línea media del cuerpo, este es el plano medio o plano sagital mediano.
- El plano dorsal divide al perro en porciones ventral y dorsal.
- El plano transversal divide el cuerpo en porciones craneal y caudal.

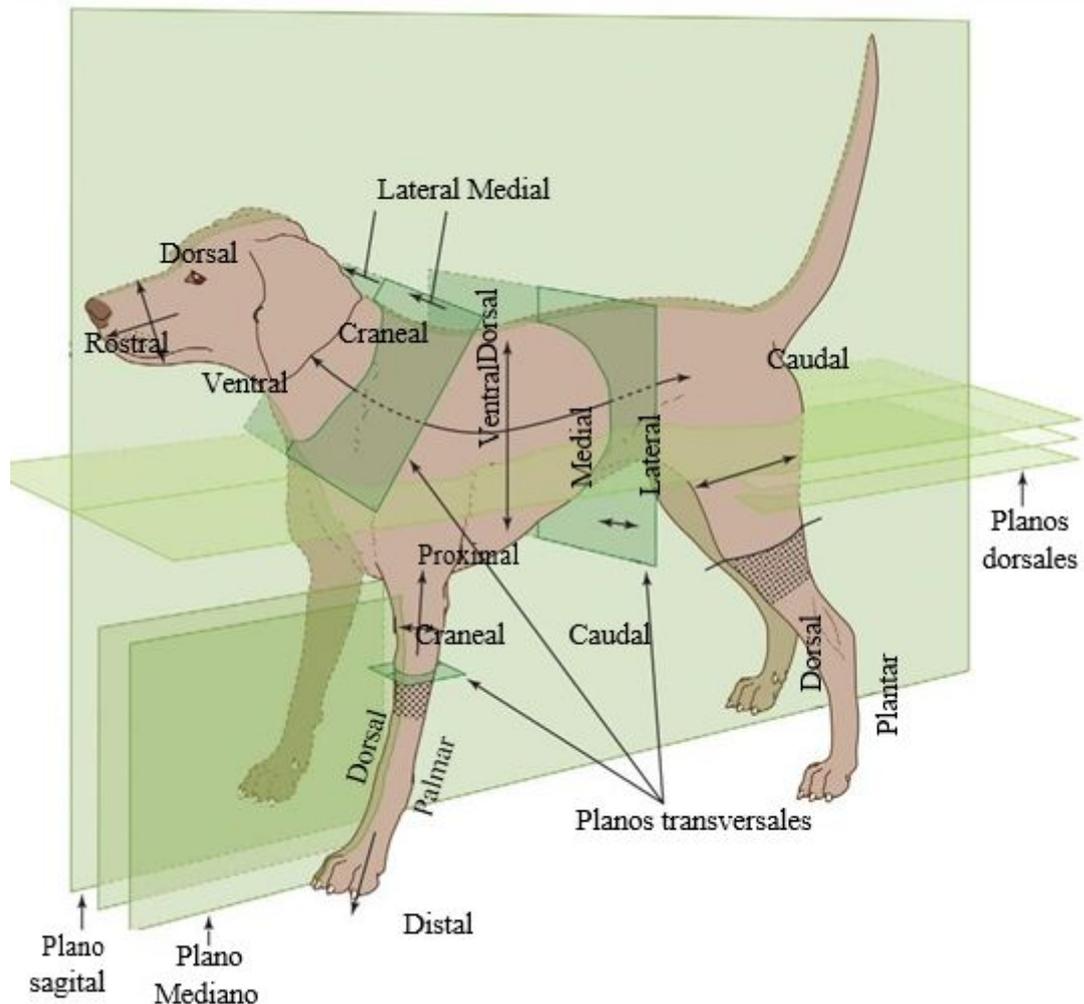


Figura 7: Orientación de planos de movimiento y términos direccionales canino. Tomado en Shively, M.

El movimiento puede ocurrir en cualquiera de los tres planos de movimiento o en alguna combinación. El conjunto de movimiento dentro de un plano, generalmente se produce alrededor de un eje de rotación, el cual puede estar centrado en la articulación o dentro del hueso que comprende la articulación.

Los ejes de movimiento son:

- Eje transversal: movimiento plano sagital, el cual se produce alrededor de un eje de rotación que se dirige mediolateral.
- Eje ventrodorsal: movimiento plano dorsal que se produce alrededor de un eje de rotación que se dirige ventrodorsal.
- Eje craneocaudal: movimiento plano transversal, tal como la rotación del tronco, se produce alrededor de un eje de rotación que se dirige craneocaudal.

Las partes principales de un cuadrúpedo son: cabeza (cráneo, cara), cuello, tronco (dorso, tórax, abdomen), pelvis, extremo posterior (cola o rabo), miembro torácico (brazo, cúbito, mano) y miembro pelviano (fémur, rodilla, pierna, pie) [Shively, 1993].

El esqueleto sirve de apoyo y protección al mismo tiempo que proporciona la función de palancas para la acción muscular. Almacena minerales y grasas, así como la



generación de células sanguíneas [Kimmel y Jee, 1982]. En la Tabla 1 se muestra el promedio total de los huesos existentes en cada división del sistema esquelético de un perro adulto. En esta numeración, los huesos del espolón (primer dígito del miembro posterior) no se incluyen, ya que esta cifra se encuentra ausente en diferentes razas de perros.

Tabla 1.- Huesos del sistema esquelético canino

División	Número promedio
Esqueleto Axial	
Columna vertebral	50
Cráneo e hioides	50
Costillas y esternón	34
Esqueleto apendicular	
Miembros torácicos	90
Miembros pelvianos	96
Esqueleto asplácnico o visceral	
Os penis	1
Total	321

Extremidades caninas

Los canes son animales cuadrúpedos, este tipo de clasificación de animales se traslada de un lugar a otro mediante el uso de sus cuatro extremidades. Aunque, existen algunos de estos cuadrúpedos que pueden caminar distancias cortas sobre dos extremidades como los osos y simios.

La extremidad o miembro anterior, se conoce también como el miembro torácico y la extremidad pectoral. La extremidad o miembro posterior, asimismo es llamado como la extremidad pélvica o extremidad trasera [Dyce, Sack, y Wensing, 2010].

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Resultados esperado

Nº	OBJETIVO	RESULTADO ESPERADO
1	<p>Diseñar la prótesis ortopédica no hemos tenido un perro específico sino que hemos establecido unos parámetros base en los cuales nos hemos basado para hacer el diseño.</p> <ul style="list-style-type: none">• Es un perro de tamaño chico-mediano• La altura del perro está entorno a los 60 cm de altura de cruz.• El peso del animal está en 30 kilos.• El animal posee un muñón de mínimo 5 cm	<p>Durante este proyecto se ha realizado una prótesis ortopédica que se puede imprimir en 3 dimensiones y que consta de un cuerpo o encaje, una agarradera, un pieza de ajuste y o regulación y un pie dinámico. Para este trabajo se ha utilizado Autocad, un programa de diseño en 3 dimensiones.</p>
2	<p>Determinar datos para realizar el diseño prótesis ortopédica</p>	<p>El diseño del cuerpo o encaje está basado en las especificaciones generales que tiene una extremidad de animal de tamaño medio-grande de unos 60 cm de altura de cruz. Como ya se ha expuesto en este trabajo los perros de tamaño medio-grande, su extremidad, tiene forma de elipse en la zona proximal y distal. Por ello cogimos las medidas, de los dos radios, que determinan la elipse.</p>
3	<p>Rediseño tras el diseño de la prótesis y su posterior análisis de elementos finitos. Aunque todas las piezas han superado el análisis de elementos finitos se cree que hay alguna pieza con posibilidad de mejora</p>	<p>En concreto se piensa en una mejora en la pieza del cuerpo. El sistema de ajuste de altura se cree que es el adecuado por lo que el cilindro hueco del cuerpo se mantendrá en el rediseño. Lo que si variaremos será la parte que se encarga del agarre de la prótesis a la extremidad del animal.</p>

3.2 Compresión de la solicitud

Según cifras CPI, IPSOS, MINSA, En Perú tenemos una población canina un aproximado de 3 millones de los cuales Lima, Junín, La Libertad, Cusco, Puno, Callao y Ancash son las regiones con el mayor número de perros: Lima Sur concentra la mayor población canina con 375,335; Lima Este 198.240; Lima Norte 105,964; Junín 151.460; La Libertad 143, 378; Cusco 142.087; Puno 136.872; Callao 105,964; Ancash 105,708, Moquegua con 14,923; Tumbes 18.020; Madre de Dios con 18,533 y Tacna 26,877 regiones que tienen una menor población canina.

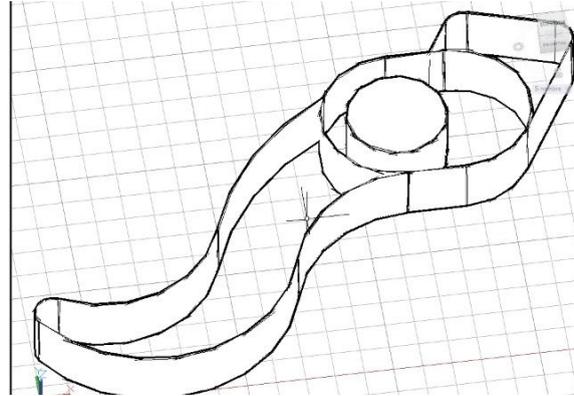


Figura 8: Prototipo final con barra fija (fuente propia)

➤ ENFERMEDADES

Muchas son las enfermedades que pueden causar trastornos en la locomoción de los perros al igual que algunos accidentes que les pueden ocurrir de manera espontánea y sin ningún aviso. Todo esto converge en una nefasta práctica que en Colombia es la más utilizada por la mayoría de los médicos, en donde sacrifican al perro, ya que no se encuentran en el mercado soluciones eficaces a este tipo de dolencias, algunas irreparables, otras tal vez si, siendo un procedimiento quirúrgico una de las pocas alternativas a las cuales se puede acudir, pero las cuales implican una recuperación lenta pero casi siempre satisfactoria en la mayoría de los casos.

Estas son algunas de las causas que pueden desarrollar trastornos en el sistema locomotor de los perros (excluyendo fracturas y lesiones leves de tejidos blandos). Para

- Perro en Crecimiento:
 1. Displasia de cadera
 2. Necrosis avascular (Legg-Calvé-Perthes)
 3. Avulsión del extensor digital largo
 4. OCD (osteocondritis disecante) en la rodilla
 5. OCD (osteocondritis disecante) en el corvejón
 6. Luxación del complejo rotuliano
 7. Genu valgum
 8. Panosteítis
- Perro Adulto
 1. Artritis (o serie continua) 1-7
 2. Luxación del complejo de la rótula
 3. Panosteítis
 4. Síndrome de ligamento cruzado y menisco
 5. Enfermedad inflamatoria de las articulaciones
 6. Neoplasia
 7. Hernia discal

A nivel mundial se maneja una cultura significativa en cuanto al cuidado de los perros, en donde se realizan estudios para la prevención y corrección de algunas de estas enfermedades que tanto aquejan a los amos y a la población perruna.



Ya que en Colombia no existe ningún tipo de registros de esta clase de trastornos debido a que la cultura del cuidado de la población perruna apenas está en incremento; no se tiene un estudio específico de estas enfermedades y su recurrencia en la población canina colombiana. A consecuencia de esto la información asimilada se basa en estudios internacionales en donde ilustran de manera excepcional las enfermedades y los tratamientos requeridos para una satisfactoria solución.

Tabla 2: Clasificación de perros según su talla y peso

Tallas de perros		Peso de perros	
		Mini	menos de 10kg
Pequeño	Hasta 25.40cm	Pequeño	de 10 a 15kg
Mediano	27.90 a 50.80cm	Mediano	de 15 a 25kg
Grande	53.30 a 73.60cm	Grande	de 25 a 45kg
Gigante	Mas de 76.20	Gigante	mas de 45kg

Fuente: http://www.portaldog.com.ar/textos/Morfologia_del_perro.htm,

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Identificación de requerimientos

Con la información recopilada y los análisis tipológicos se pudo concluir cuales son los requerimientos de diseño que se deben cumplir durante la etapa de diseño

- Requerimientos del material
 - No debe ser tóxico
 - Debe resistir impactos
 - Debe ser económico
 - Fácil fabricación en masa
 - Debe ser ligero
 - Debe ser resistente al ambiente
- Requerimientos Funcionales
 - Debe adaptarse a las extremidades delanteras y traseras
 - Debe ser adaptable a distintos tamaños de perros y gatos.
 - Debe permitir al perro descansar
 - Deber permitir al perro subir y bajar gradas
 - Debe ajustarse fácilmente sin causar molestias
- Requerimientos formales
 - Su textura no debe producir ningún daño a la piel del perro.
- Requerimientos estéticos
 - Debe atraer a los compradores como un objeto que deseen exhibir en lugar de esconderlo.

4.2 Análisis de la solución (concepto de solución)

A continuación, se pretende llevar a cabo un breve análisis de una serie de exoprótesis de miembro anterior canino que podríamos encontrar en el mercado actual de ortopedia animal. Una prótesis canina no solo debe ser cómoda y bonita, también debe ser funcional, ligera, que trastorne mínimamente la forma de andar del animal y que además resista la loca y ajetreada vida de un perro.

Este estudio de alternativas nos ayudará a elegir de forma cuidadosa las características que queremos que tenga nuestro diseño. Se presentan tres ejemplos para prótesis caninas. De cada una de estas, se analizarán las siguientes características: material, forma del apoyo, método de sujeción y ergonomía aparente para el animal.

- Ejemplo 1 (Figura 9):

En esta primera prótesis se identifica un apoyo en forma de arco con una serie de barras intermedias que rigidizan la prótesis. Por otro lado, se observa una interfaz perro - prótesis aparentemente muy cómoda donde el perro tiene el muñón muy bien sujetado mediante correas o cintas a la vez que apoya gran parte de la pierna amputada. La prótesis está fabricada en plástico mediante métodos de impresión 3D. Por otro lado, hay que añadir que no se observa

ningún tipo de material en la zona de contacto de la prótesis contra el suelo que garantice el empuje contra el suelo, además de la falta de altura de la prótesis. Un incorrecto dimensionado de la prótesis, como el de este caso, puede desencadenar en graves lesiones de columna en el perro.



Figura 9: Ejemplo 1.

- Ejemplo 2 (Figura 10):

En este segundo ejemplo se observa una prótesis en la que se diferencian dos tipos de materiales: Plástico (presente en el cuerpo de la prótesis) y un material compuesto que constituye la zona de apoyo del muñón. Esta prótesis tiene un apoyo vertical directo del muñón, con un guiado de la articulación que ejerce una acción correctiva sobre el codo evitando que el perro adquiera malos hábitos durante la adaptación a la prótesis. De este modo, se consigue proporcionar al animal un alto nivel de ergonomía a largo plazo. Una estructura rígida y compacta con un apoyo aparentemente pequeño, pero, equipado con un material adherente que facilita la marcha del animal. El único inconveniente de esta prótesis es que el uso de fibras en materiales compuestos encarece mucho el resultado.



Figura 10: Ejemplo 2.

- Ejemplo 3 (Figura 11):

En esta prótesis se puede apreciar un método de sujeción idéntico al del ejemplo anterior y por tanto esta prótesis presentará unos niveles de ergonomía muy similares. Por otro lado, se observa una prótesis rígida de plástico con un apoyo pequeño con forma de balancín. En este ejemplo, al igual que en el primero, podría haberse mejorado la interfaz de la prótesis contra el suelo con un material que facilitase la tracción del animal. Pero, lo más destacable de esta prótesis es su estructura tipo ballesta. Esta geometría, además de ligera, es capaz de absorber las deformaciones que el peso del perro pueda provocar a la vez que amortiguar los repetidos impactos de la prótesis contra el suelo. Este amortiguamiento es muy útil a largo plazo ya que otras prótesis totalmente rígidas pueden erosionar las articulaciones restantes generando así lesiones en el animal.



Figura 11: Ejemplo 3.

Gracias a este breve análisis de las distintas alternativas que podemos encontrar en el mercado de exoprótesis caninas, se ha podido identificar cuáles son las características que se buscan en la realización de un buen prototipo de prótesis.

Finalmente, y a modo de resumen, se muestra la siguiente tabla (Tabla 3) donde podemos ver a simple vista los puntos fuertes y débiles de los distintos ejemplos.

Tabla 3: Análisis de alternativas

	MATERIAL	MÉTODO DE SUJECIÓN	APOYO	ERGONOMÍA
EJEMPLO 1	PLÁSTICO IMPRESO EN 3D	CORREAS Y CINTAS	ARCO AMPLIO CON REFUERZOS.	MEDIA - BAJA
EJEMPLO 2	PLÁSTICO +	CORREAS,	SIMULA PEZUÑA	ALTA

	COMPOSTE	CINTAS Y GUIADO DE CODO.	CANINA.	
EJEMPLO 3	PLÁSTICO	CORREAS, CINTAS Y GUIADO DE CODO.	BALANCÍN	MEDIA - ALTA

4.2.1 Estructura de funciones

Como podemos observar en la Figura 14 el diseño de la prótesis propuesta se ha inspirado en los distintos puntos fuertes que se han podido ir analizando de las distintas alternativas encontradas en el mercado actual y , finalmente, se ha llegado a un diseño de ABS, con una ergonomía aparente alta, con un diseño simple pero resistente. A continuación, se van a comentar todas las consideraciones que se han tenido en cuenta a la hora de la realización del diseño.

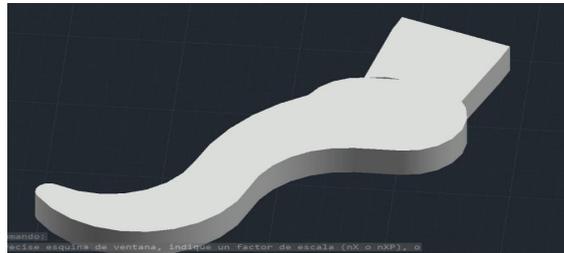


Figura 12: Prototipo final con barra fija (fuente propia)

➤ MATERIALES:

Para el prototipado de la prótesis ha sido necesaria la búsqueda de tres materiales con tres finalidades distintas. Un material con buenas propiedades mecánicas e imprimible en 3D para la estructura, un material capaz de acolchar el interior de la prótesis y finalmente un material antideslizante que evite que el perro patine durante su marcha.

Para el acolchado interno del socket se ha utilizado Etilvinilacetato (EVA). Se trata de un polímero cercano a los elastómeros en cuanto a suavidad y flexibilidad, puede ser procesado igual que los termoplásticos.

EVA, es comúnmente conocida como caucho expandido o gomaespuma. Se utiliza como relleno en equipo deportivo, como amortiguador en calzados o como protección de elementos mecánicos dentro de un taller.

En segundo lugar, el material propuesto para la zona de contacto entre la prótesis y el suelo es un material antideslizante

Se trata de una alfombra de caucho de 8 mm de espesor que es comúnmente utilizada para evitar que se muevan grandes cargas mientras son transportadas en un camión. Se trata de un material



flexible y adaptable, con un comportamiento estable frente a repetidas aplicaciones de carga. Además, se trata de un material muy resistente a los entornos húmedos y mojados, por tanto, lo convierte en un material que puede ser utilizado en cualquier circunstancia.

Finalmente, el material que ha sido utilizado para la impresión del cuerpo estructural del prototipo de la prótesis ha sido ABS Acrilonitrilo butadieno estireno, es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.

Propiedades físico-mecánicas

PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
Alargamiento en la rotura (%)	(%)	45
Coefficiente de fricción		0,654
Resistencia a la tracción (MPa)	(MPa)	41-45
Resistencia al impacto Izod (J/m ⁻¹)	(J/m ⁻¹)	200-400
Absorción de agua en 24 horas (%)	(%)	0.3-0.7
Densidad (g/cm ³)	(g/cm ³)	1,07
Resistencia a la radiación		Aceptable
Resistencia a los ultravioletas		alta

➤ MÉTODO DE SUJECIÓN DE LA PRÓTESIS:



Figura 13: Modelo de sujeción de la prótesis .

➤ ERGONOMÍA:

poodle mediano

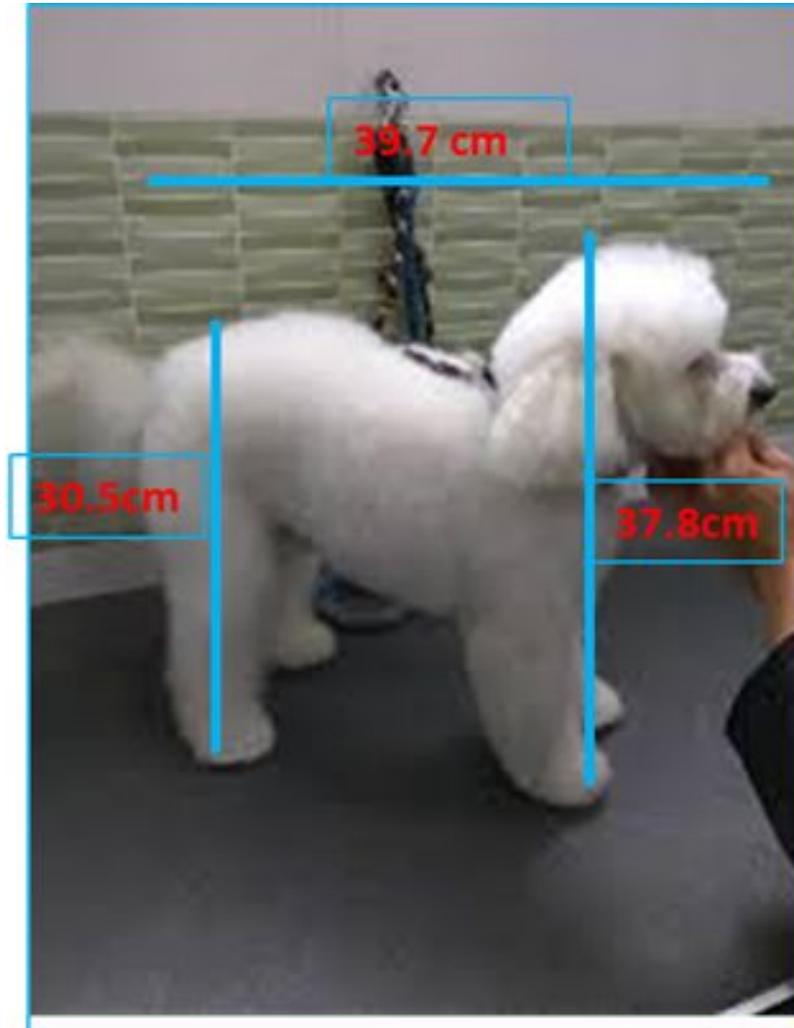


Figura 14: Caso de estudio, Poodle Mediano. Raza mediana.

DESCRIPCIÓN DEL PACIENTE	
PESO	7.8 KG
MEDIDA DE LA ESPALDA	39.7cm
ALTURA DE PATAS A ESPALDA	30.5 cm
ALTURA DE PATAS A CABEZA	37.8 cm

- **Golden retriever**

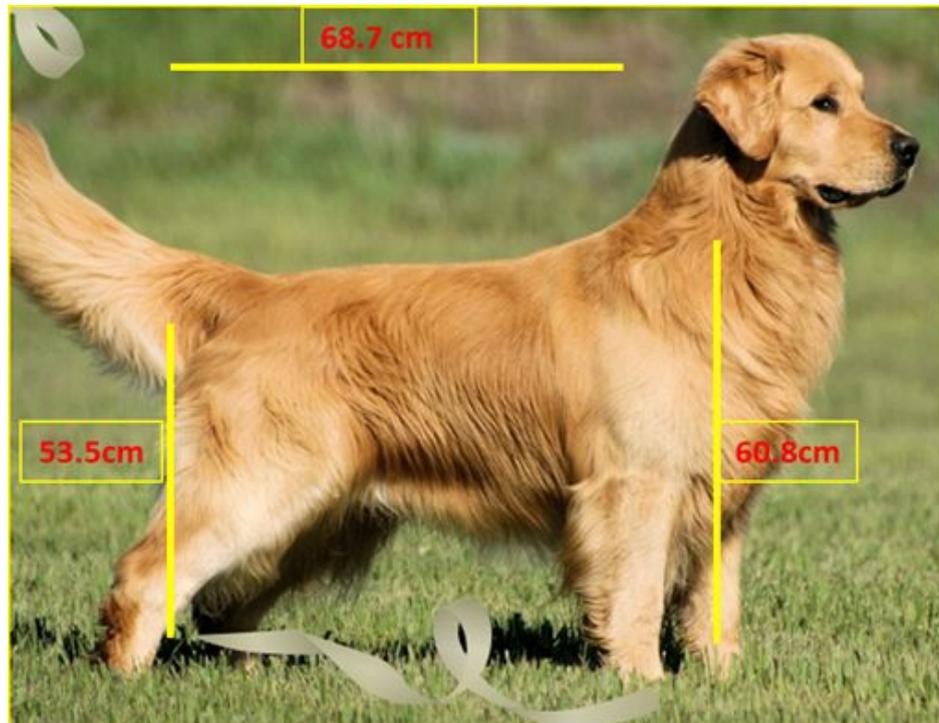


Figura 15: Caso de estudio, Poodle Mediano. Raza mediana.

DESCRIPCIÓN DEL PACIENTE	
PESO	22 KG
MEDIDA DE LA ESPALDA	68.7 cm
ALTURA DE PATAS A ESPALDA	53.5 cm
ALTURA DE PATAS A CABEZA	60.8 cm

➤ COSTOS

MATERIAL	PRECIO
ABS PLÁSTICO ROLLO (1.75 mm X 1 Kg.)	S/ 114.00
CORREAS DE CUERO SINTÉTICO	S/12-S/15
Etilvinilacetato (EVA)X 1 Kg	S/ 15.00
CAUCHO ANTI DESLIZANTE X 10 METROS	S/ 50.00
TORNILLOS CABEZA PLANA 1/4 kg	S/14

4.2.2 Diseño conceptual

4.3 Diseño

El proceso de diseño varía de acuerdo a cada Escuela Académica Profesional y de cada proyecto. Se diseñarán softwares, máquinas, estructuras, procesos, sistemas de control, etc. Cada una de estas especialidades tiene bien definido el proceso de diseño.

Enfocarse en un diseño acorde a lo desarrollado en la asignatura y los requerimientos, contemplar planos.

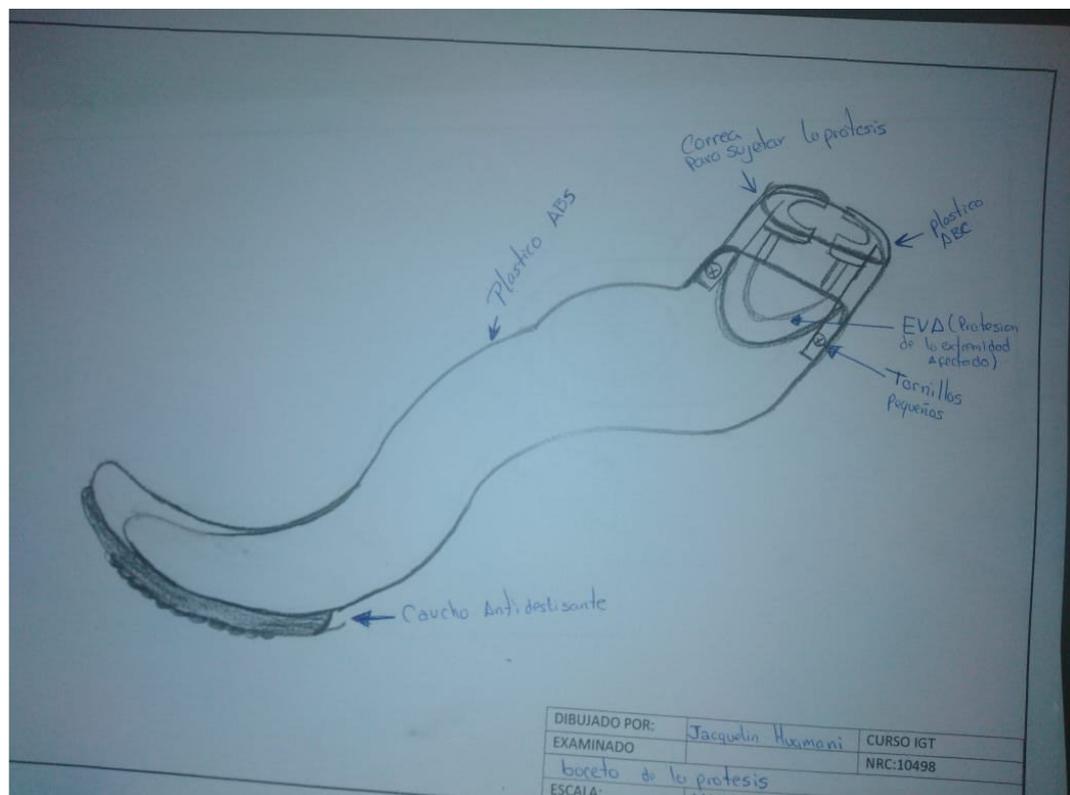


Figura 16: Dibujo a mano alzada prótesis canina. (Fuente Propia)

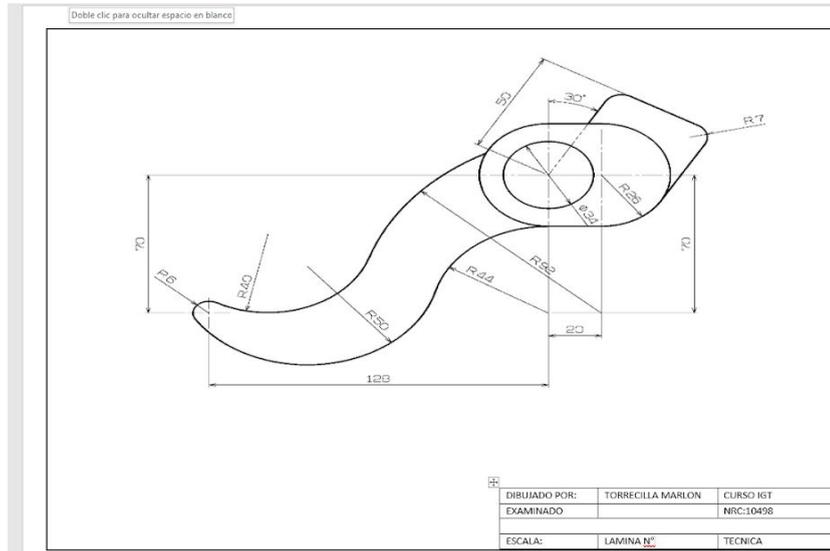


Figura 17: Boceto de Prótesis canina. (Fuente Propia)

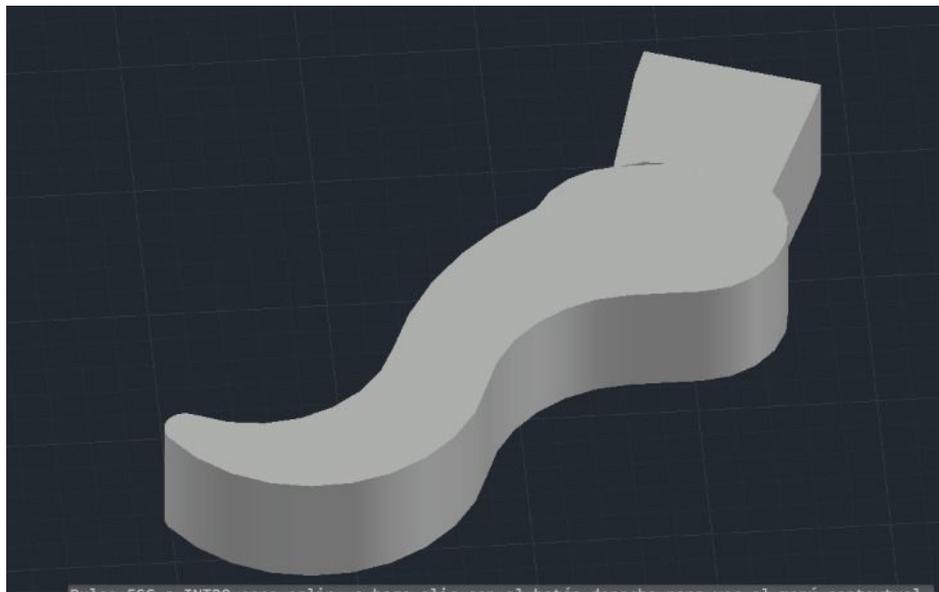


Figura 18: Prototipo final con barra fija (fuente propia)

CAPÍTULO V

CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS

5.1 Construcción

La fabricación del prototipo de prueba se basó en las características y dimensiones (utilizado en el capítulo anterior para las pruebas de marcha de cuadrúpedos).



Figura 19: Caso de estudio. Poodle mediano, 11 meses de edad.

- Caso de Estudio: La mascota de nombre Oddie presenta una malformación genética en las 4 extremidades, debido a un caso de Endogamia. Su peso es de 7.800 kg



Figura 20: Caso de estudio. Poodle mediano, vista lateral.

5.2 Pruebas y resultados

Para la fabricación del prototipo de prótesis aplicado al caso de estudio, se seguirá la metodología de manufactura antes mencionada. Para este caso, se toman las características y dimensiones de la prótesis

Se procede a evaluar al paciente, es decir examinar el estado del muñón, las limitaciones que ha desarrollado como el movimiento de cadera, la estructura muscular, entre otros. Con la finalidad de obtener información que forman parte en el desarrollo de la prótesis.

Inicialmente se toman medidas del muñón, tanto lineales como circunferenciales. Estas medidas son fundamentales para el diseño .

- costo de una prótesis para animales pequeños

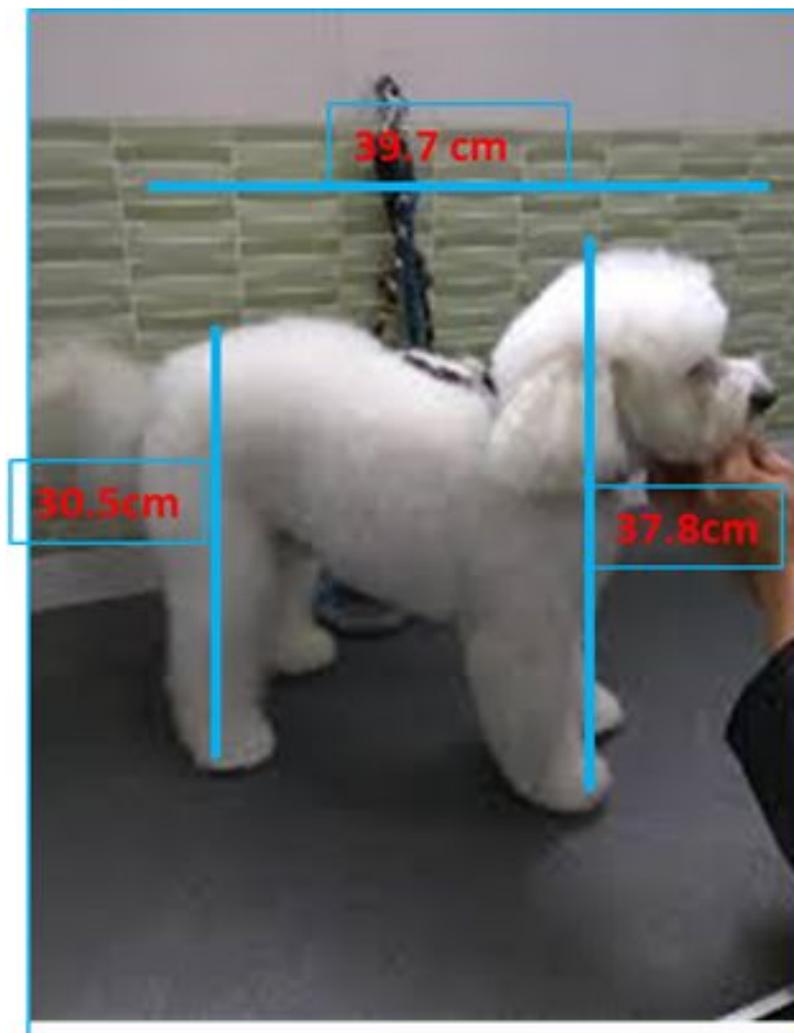


Figura 21: Poodle mediano, medidas y vista lateral.



MATERIAL	PRECIO
ABS PLÁSTICO ROLLO (1.75 mm X 350g.)	S/ 40.00
CORREAS DE CUERO SINTÉTICO	S/12
Etilvinilacetato (EVA)X 250g	S/ 3.00
CAUCHO ANTI DESLIZANTE X 10 X 6 CM	S/ 5.00
TORNILLOS CABEZA PLANA 6 UNI	S/ 3.00
TOTAL	S/ 62.00

En la Figura se puede observar las medidas correspondientes del prototipo de prótesis.

Figura 22: Acotaciones del prototipo de prótesis (en cm)



5.3 Conclusiones

En este proyecto se ha propuesto el diseño de una prótesis canina para miembro posterior, cuyos objetivos han sido una funcionalidad alta, fácil adaptabilidad por parte del animal, que fuera imprimible en 3D y que fuera resistente y económica. Para ello, en primer lugar, ha sido necesaria una revisión del estado del arte en la cual se han estudiado las distintas prótesis que se podían encontrar en el mundo de la protésica animal en general y la canina en particular. Una vez se han analizado todas las características que debía tener una buena exoprótesis canina para un miembro posterior, a la vez que se han detectado qué aspectos se debían evitar, se ha procedido al desarrollo de una solución para un perro de un tamaño y peso en concreto.

La solución adoptada ha consistido en un modelo CAD, inspirado en los puntos fuertes de las prótesis analizadas del mercado actual, además de una adecuada y minuciosa selección de materiales con la finalidad de garantizar la comodidad del animal a la vez que buscando una buena tracción durante la marcha.

Finalmente, se han realizado una serie de cálculos, tanto estructurales como modales, con la finalidad de comprobar si el diseño de la prótesis era adecuado.



**Universidad
Continental**



Fab Lab
Universidad Continental

5.4 Recomendaciones



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERRÍOS,P. Historia de la Medicina Veterinaria. Sus orígenes. Revista Científica Escuela de Medicina Veterinaria [en línea]. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.patologiveterinaria.cl/Monografias/MEPAVET2%202006/html/Mepavet2006-4.htm>

LAFUENTE , J. Y VELA, Y. La Veterinaria a través de los tiempos.Revista Grupo Asis Store pp 344 [en línea]. [fecha de consulta: 14 de octubre de 2020]. Capítulo 1. ISBN: 978-84-92569-65-6. Disponible en: <https://store.grupoasis.com/es/temas-generales/87-la-veterinaria-a-traves-de-los-tiempos-9788492569656.html>

López , J. Tratamientos médico-quirúrgicos medievales según los libros de montería. Grupo de Investigación HUM-761 (Univ. Jaén). [en línea]. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/GIOMIRA/Downloads/Dialnet-TratamientosMedicoquirurgicosMedievalesSegunLosLib-5372855.pdf>

Müller, G. y Vidrio, A. Enfermedades del perro y su tratamiento. [en línea]. Chicago, Illinois: Alexander Eger, c1911.]. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/27035#/summary>

Valadez ,R.,Perez, G.,Rodriguez, B.Contexto arqueológico. Editado por Linda Manzanilla. México:UNAM, Instituto de Investigaciones Antropológicas, pág. 729-813. Disponible en: https://www.academia.edu/10982446/Valadez_Ra%C3%BAI_Gilberto_P%C3%A9rez_y_Bernardo_Rodr%C3%ADguez_2007_La_arqueozoolog%C3%ADa_en_la_UNAM_En_Contexto_arqueol%C3%B3gico_1_22_27

Sanchez ,F. Parasitismo gastrointestinal en perros de comunas de Santiago de diferente nivel socioeconómico. Parasitol. latinoam. v.61 n.3-4 Santiago dic. 2006. versión On-line ISSN 0717-7712

MONRROY,K. y PEÑA,C. Descripción del desarrollo psicomotor y procesamiento sensorial en niños con déficit atencional con hiperactividad pertenecientes a comunas del área Norte de la Región Metropolitana. [En línea]. Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2005. Disponible en http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/37096211.html.

Lopez ,J. Tratamientos médico-quirúrgicos medievales según los libros de montería. Archivo General de Simancas. Registro General del Sello. Legajo 149110,21. Comisión sobre debates en el obispado de Jaén por razón del delito de herejía. Real de la Vega de Granada. 10- 1491. Disponible en: [file:///C:/Users/GIOMIRA/Downloads/Dialnet-TratamientosMedicoquirurgicosMedievalesSegunLosLib-5372855%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/GIOMIRA/Downloads/Dialnet-TratamientosMedicoquirurgicosMedievalesSegunLosLib-5372855%20(1).pdf)

Shirvely,M. Anatomía Veterinaria,Básica,Comparativa y Clínica.[En línea]. 3.a ed. College Station,texas:1993, pp. 19-82[fecha de consulta: 16 de noviembre de 2020]. Capítulo 2. Descripción de datos. ISBN-13: 968-426-569-7. 9. Disponible en: [file:///C:/Users/GIOMIRA/Downloads/Anatom%C3%ADa%20Veterinaria%20B%C3%A1sica,%20Comparativa%20y%20Cl%C3%ADnica%20\(%20PDFDrive%20\).pdf](file:///C:/Users/GIOMIRA/Downloads/Anatom%C3%ADa%20Veterinaria%20B%C3%A1sica,%20Comparativa%20y%20Cl%C3%ADnica%20(%20PDFDrive%20).pdf)



**Universidad
Continental**



Fab Lab
Universidad Continental

Singh,B..Libro de texto de anatomía veterinaria de Dyce, Sack y Wensing. .[En línea]. 5ta Edición [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020]. Capítulo 2. Descripción de datos. ISBN del libro electrónico: 9780323442596. Disponible en:

<https://www.elsevier.com/books/dyce-sack-and-wensings-textbook-of-veterinary-anatomy/singh/978-0-323-44264-0>

ANEXOS



R10

R8

Soporte de la
Arquilla



R12
R10

R8,88

Cambio

