

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

Línea de investigación: Diseño, manufactura y mecanización

Sub línea de investigación: Diseño de procesos industriales y fabricación de productos

Autores:

Davila Sosa, Geraldine Alexandra

Núñez Esquivel, Fernando Alejandro

Jurado evaluador:

Presidente : Urcia Cruz, Manuel

Secretario : León Culquichicón, Jorge Iván

Vocal : Neciosup Guibert, Robert Alejandro

Asesor:

Quiñonez Carbajal, Dilmar Santos

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7099-6144>

Trujillo – Perú
2024

Fecha de sustentación: 2024/10/10

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

2

upcommons.upc.edu

Fuente de Internet

1%

3

sitiopractico.net

Fuente de Internet

1%


Dilmar Santos Quiones Carbajal
ING. MECANICO
R. C.I.P. N° 192914

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

Declaración de Originalidad

Yo, *Dilmar Santos Quiñones Carbajal*, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Industrial, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada:

“Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano”, autores Geraldine Alexandra Davila Sosa y Fernando Alejandro Nuñez Esquivel, dejo constancia de lo siguiente:

- *El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 2%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (24/10/2024).*
- *He revisado con detalle dicho reporte y la tesis y no se advierte indicios de plagio.*
- *Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.*

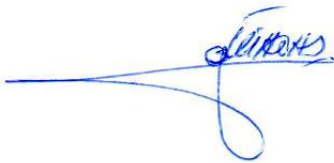
Lugar y fecha: Trujillo 25 de octubre de 2024.

Quiñones Carbajal, Dilmar Santos

DNI: 17903225

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7099-6144>

FIRMA:



Davila Sosa, Geraldine Alexandra

DNI: 71204380

FIRMA:



Nuñez Esquivel, Fernando Alejandro

DNI: 76208645

FIRMA:



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

Línea de investigación: Diseño, manufactura y mecanización

Sub línea de investigación: Diseño de procesos industriales y fabricación de productos

Autores:

Davila Sosa, Geraldine Alexandra

Núñez Esquivel, Fernando Alejandro

Jurado evaluador:

Presidente : Urcia Cruz, Manuel

Secretario : León Culquichicón, Jorge Iván

Vocal : Neciosup Guibert, Robert Alejandro

Asesor:

Quiñonez Carbajal, Dilmar Santos

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7099-6144>

Trujillo – Perú
2024

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

APROBADO EN CONTENIDO Y ESTILO POR

Urcia Cruz, Manuel
Presidente
Registro CIP: 27703

León Culquichicón, Jorge Iván
Secretario
Registro CIP: 52831

Neciosup Guibert, Robert Alejandro
Vocal
Registro CIP: 44864

Quiñonez Carbajal, Dilmar Santos
Asesor
Registro CIP: 192914

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por siempre cuidarme, protegerme y siempre ser la luz en los momentos más difíciles.

A mis padres porque sin ellos no estaría donde estoy, se han sacrificado para que yo pueda convertirme en una excelente profesional y siempre me han brindado su amor incondicional.

Geraldine Alexandra Davila Sosa

Esta tesis la dedico primeramente a Dios, creo que Él fue una de las razones por la cual pude terminar este proyecto, fue una parte importante en este tiempo.

Dedico esta tesis al esfuerzo de mis padres tanto mi madre dándome el apoyo necesario para poder seguir, como a mi padre quien me aconsejo de no abandonar este proyecto y seguir adelante.

Dedico esta tesis a mi enamorada quien me ayudo bastante, con la que estudiamos, reímos y lloramos durante este largo tiempo, pero ahora culminando este camino le doy gracias por estar ahí y ayudarme a lograr este proyecto de vida.

Esta última dedicatoria va para mí, tuve momentos muy difíciles en mi vida en los cuales quise dejar todo atrás, pero con esfuerzo y mucho coraje pude pararme y seguir mi caminando para poder ser alguien en la vida y el orgullo de mis padres.

Fernando Alejandro Nuñez Esquivel

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado fortaleza, sabiduría y por haberme guiado a tomar buenas decisiones y a mis padres por haberme dado todo su apoyo y constantemente haberme motivado a superarme como profesional y como persona.

Agradezco a mi enamorado, quien me apoyó en los momentos difíciles y me alentó a ser una persona fuerte y no dejarme vencer por los obstáculos.

También agradezco a aquellos profesores que me incentivaron a mejorar, gracias por sus conocimientos impartidos los cuales me servirán en mi futuro profesional.

Geraldine Alexandra Davila Sosa

Doy gracias a Dios quien para mí fue una parte importante durante todo este proceso y a mis padres quienes me ayudaron tanto emocional como económicamente para poder terminar mi tesis.

Asimismo, doy gracias a la Universidad Privada Antenor Orrego y a los buenos los profesores que nos ayudaron y exigieron para poder ser grandes profesionales.

La vida es un camino largo y difícil, se va de a pocos subiendo cada escalón, uno a uno, se aprende tanto de los errores cometidos como de los triunfos conseguidos; si la vida fuera fácil no tendríamos ese motor y motivo de conseguir las cosas que anhelábamos cuando aún éramos pequeños. Y cuando veamos que no haya salida, recordar que siempre habrá un rayo de esperanza al final de una gran tormenta. Muchas gracias a todos.

Fernando Alejandro Nuñez Esquivel

RESUMEN

La presente tesis aborda la problemática de la falta de prótesis caninas accesibles en Perú, particularmente en la región de La Libertad, donde los siniestros de tránsito que involucran a perros son frecuentes. A pesar de la alta incidencia de amputaciones en caninos debido a accidentes, no existen empresas locales que ofrezcan prótesis adecuadas a precios accesibles, siendo las importadas excesivamente costosas. Esta situación representa una oportunidad de mercado en el creciente sector del cuidado animal, donde se proyecta un incremento en la demanda de soluciones para el bienestar de las mascotas. Para abordar esta problemática, se desarrolló una prótesis canina bajo la marca NeoCan, utilizando un enfoque interdisciplinario que integra diseño, manufactura y marketing. El proceso se fundamentó en el uso de herramientas avanzadas como CAD y CAE, complementadas con tecnología emergente en Perú, como la impresión 3D. El diseño fue validado a través de análisis de elementos finitos, lo que demostró su seguridad estructural y durabilidad. Posteriormente, la prótesis fue probada en un perro cuyos resultados evidenciaron mejoras significativas en su locomoción y calidad de vida, permitiéndole recuperar su movilidad y autonomía. Además, se logró establecer un costo accesible para la prótesis que oscila entre 533 y 673 soles, costo que incluye servicios como el kit de moldeo y delivery, lo que la hace más asequible y completa frente a las alternativas importadas. Esta tesis no solo ofrece una solución técnica al problema de las amputaciones caninas, sino que también fomenta la conciencia sobre la responsabilidad que tenemos en el cuidado y bienestar de los animales en nuestra sociedad. Se espera que esta investigación sirva como base para futuros proyectos interdisciplinarios que integren innovación tecnológica, promoviendo el desarrollo de soluciones accesibles y eficaces para el mercado local.

Palabras clave: *prótesis canina, extremidad anterior.*

ABSTRACT

This thesis addresses the issue of the lack of accessible canine prostheses in Peru, particularly in the La Libertad region, where traffic accidents involving dogs are frequent. Despite the high incidence of amputations in dogs due to accidents, there are no local companies offering suitable prostheses at affordable prices, with imported alternatives being excessively costly. This situation represents a market opportunity in the growing pet care sector, where an increase in the demand for solutions for the well-being of pets is projected. To tackle this issue, a canine prosthesis was developed under the brand NeoCan, using an interdisciplinary approach that integrates design, manufacturing, and marketing. The process was based on the use of advanced tools such as CAD and CAE, complemented by emerging technology in Peru, such as 3D printing. The design was validated through finite element analysis, demonstrating its structural safety and durability. Subsequently, the prosthesis was tested on a dog, and the results showed significant improvements in its locomotion and quality of life, allowing it to regain mobility and autonomy. Additionally, an accessible price was established for the prosthesis, ranging from 533 to 673 soles, which includes services such as the molding kit and delivery, making it more affordable and comprehensive compared to imported alternatives. This thesis not only offers a technical solution to the problem of canine amputations but also promotes awareness of the responsibility we have for the care and welfare of animals in our society. It is expected that this research will serve as a foundation for future interdisciplinary projects that integrate technological innovation, promoting the development of accessible and effective solutions for the local market.

Keywords: *canine prosthesis, forelimb.*

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con los lineamientos estipulados en el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, presento ante ustedes el proyecto de tesis titulado: **DISEÑO Y DESARROLLO DE PRÓTESIS CANINA DE EXTREMIDAD ANTERIOR PARA MEJORAR LA LOCOMOCIÓN Y CALIDAD DE VIDA DE PERROS DE TAMAÑO MEDIANO**, cuyo objetivo fue realizar el diseño y fabricación de una prótesis canina para la extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de los perros de tamaño mediano.

Realizado con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Trujillo, 01 de octubre de 2024

Br. Davila Sosa; Geraldine Alexandra

Br. Nuñez Esquivel, Fernando Alejandro

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
PRESENTACIÓN	X
TABLA DE CONTENIDO	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5. JUSTIFICACIÓN	4
1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	4
1.5.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	4
1.5.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	4
1.5.4. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	4
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. ANTECEDENTES	5
2.1.1. INTERNACIONALES	5
2.1.2. NACIONALES	6
2.1.3. LOCALES	7
2.2. MARCO TEÓRICO	8
2.2.1. PRÓTESIS Y ÓRTESES	8
2.2.2. PRÓTESIS ANIMALES	9
2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS PERROS	10
2.2.4. ESTUDIO DE LA EXTREMIDAD ANTERIOR DE LOS PERROS	11

2.2.5.	ZOMETRÍA CANINA.....	12
2.2.6.	BIOMECÁNICA CANINA.....	13
2.2.7.	CANDIDATOS PARA EL USO DE UNA PRÓTESIS PARCIAL PARA PERROS.....	17
2.2.8.	PASOS GENERALES PARA ELABORAR UNA PRÓTESIS PARA MASCOTAS	18
2.2.9.	IMPRESIÓN 3D EN LA ELABORACIÓN DE PRÓTESIS	18
2.2.10.	DESARROLLO DE UN PRODUCTO EN INGENIERÍA	21
2.2.11.	ELEMENTOS FINITOS.....	22
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.4.	HIPÓTESIS	24
2.5.	VARIABLES. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	24
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA	28
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	28
3.1.1.	DE ACUERDO A LA ORIENTACIÓN O FINALIDAD	28
3.1.2.	DE ACUERDO A LA TÉCNICA DE CONTRASTACIÓN	28
3.1.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	28
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	28
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	29
3.3.1.	POBLACIÓN	29
3.3.2.	MUESTRA.....	29
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	30
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	30
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	31
4.1.	PLANIFICACIÓN.....	31
4.1.1.	PRODUCTO.....	31
4.1.2.	ESTRATEGIA COMERCIAL	38
4.2.	DESARROLLO DEL CONCEPTO.....	42
4.2.1.	EVALUACIÓN COMPARATIVA DE MODELOS EXISTENTES.....	42
4.2.2.	GENERACIÓN Y SELECCIÓN DE CONCEPTOS.....	46
4.3.	DESARROLLO DEL SISTEMA.....	52
4.3.1.	ESTRUCTURA DE LA PRÓTESIS	52
4.3.2.	ELECCIÓN DE MATERIALES	53
4.3.3.	MODELADO DEL PROTOTIPO	55
4.4.	DISEÑO EN DETALLE	58

4.4.1. TESTEO POR SIMULACIÓN	58
4.4.2. OPTIMIZACIÓN DE DISEÑO	75
4.4.3. CREACIÓN DE MARCA	81
4.5. PRUEBA Y REFINAMIENTO	88
4.5.1. FABRICACIÓN DE PROTOTIPO FINAL	88
4.5.2. PRUEBA EN USUARIO	91
4.5.3. GESTIÓN INTEGRAL DEL PRODUCTO	96
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	106
5.1. DISCUSIÓN DEL DISEÑO DE LA PRÓTESIS.....	106
5.2. DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS	108
5.3. DISCUSIÓN DEL IMPACTO DE LA PRÓTESIS EN LA LOCOMOCIÓN	108
5.4. DISCUSIÓN DEL IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA	109
5.5. DISCUSIÓN DEL COSTO DE LA PRÓTESIS.....	109
VI. CONCLUSIONES.....	110
VII. RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS.....	113
ANEXOS.....	117
ANEXO N° 1 ENCUESTA: REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	117
ANEXO N° 2 PROCESO DEL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LA PRÓTESIS CANINA	122
ANEXO N° 3 GUÍAS DE OBSERVACIÓN DE LOS PERROS CANDIDATOS.....	124
ANEXO N° 4 DIAGRAMA DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA PRÓTESIS CANINA.....	127
ANEXO N° 5 FOTOGRAFÍAS DE TOMA DE MOLDE.....	129
ANEXO N° 6 ENCUESTA: NECESIDADES DE LOS DUEÑOS	132
ANEXO N° 7 BUYER PERSON	135
ANEXO N° 8 FICHA DE REGISTRO DE DATOS – DESEMPEÑO CON LA PRÓTESIS	139
ANEXO N° 9 FOTOGRAFÍAS DE LA PRÓTESIS Y SU USO.....	142
ANEXO N° 10 FICHAS DE ANÁLISIS DE VIDEO	144
ANEXO N° 11 DATOS DE KINOVEA	149
ANEXO N° 12 CUESTIONARIO POST USO DE PRÓTESIS	152
ANEXO N° 13 MANUALES PARA EL USUARIO.....	154
ANEXO N° 14 PLANOS DE LA PRÓTESIS	163

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 <i>EXOPRÓTESIS Y ENDOPRÓTESIS PARA PERSONAS</i>	8
FIGURA 2 <i>ÓRTESIS EXISTENTES USADAS EN PERSONAS</i>	9
FIGURA 3 <i>PRÓTESIS USADAS EN AVES</i>	9
FIGURA 4 <i>PRÓTESIS USADAS EN DELFINES</i>	10
FIGURA 5 <i>PRÓTESIS USADAS EN CUADRÚPEDOS</i>	10
FIGURA 6 <i>HUESOS DEL MIEMBRO ANTERIOR CANINO</i>	11
FIGURA 7 <i>SECCIONES TRANSVERSALES DE MIEMBRO TORÁCICO CANINO</i>	12
FIGURA 8 <i>ZOMETRÍA CANINA</i>	12
FIGURA 9 <i>CENTRO DE GRAVEDAD Y MARCHA CANINA</i>	14
FIGURA 10 <i>CÁLCULO DEL PESO EJERCIDO SOBRE UNA PRÓTESIS CANINA</i>	15
FIGURA 11 <i>GÉNEROS DE PALANCAS</i>	16
FIGURA 12 <i>PALANCA INTERPOTENTE EN UN PERRO</i>	16
FIGURA 13 <i>CANDIDATOS PARA EL USO DE UNA PRÓTESIS PARCIAL CANINA</i>	17
FIGURA 14 <i>FABRICACIÓN DE FÉRULA MEDIANTE IMPRESIÓN 3D</i>	18
FIGURA 15 <i>LAMINACIÓN DE HOJAS</i>	19
FIGURA 16 <i>EXTRUSIÓN DE MATERIAL</i>	19
FIGURA 17 <i>INYECCIÓN DE MATERIAL</i>	20
FIGURA 18 <i>FUSIÓN DE CAPA DE POLVO</i>	21
FIGURA 19 <i>FASES DEL PROCESO DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO</i>	22
FIGURA 20 <i>PROCESO DEL DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LA PRÓTESIS</i>	28
FIGURA 21 <i>REQUERIMIENTOS DE DISEÑO QUE DEBE TENER LA PRÓTESIS CANINA</i>	32
FIGURA 22 <i>DIAGRAMA DE PROCESO: FABRICACIÓN DE LA PRÓTESIS CANINA</i>	33
FIGURA 23 <i>DISEÑO BÁSICO DE LA PRÓTESIS</i>	35
FIGURA 24 <i>TOMA DE MEDIDAS DE GALÁN Y CANELA</i>	35
FIGURA 25 <i>MATERIALES PARA LA TOMA DE MOLDE</i>	36
FIGURA 26 <i>MOLDES DE YESO</i>	38
FIGURA 27 <i>MATRIZ BCG</i>	38
FIGURA 28 <i>CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO</i>	39
FIGURA 29 <i>MODELO 1</i>	42
FIGURA 30 <i>MODELO 2</i>	43
FIGURA 31 <i>MODELO 3</i>	43
FIGURA 32 <i>MODELO 4</i>	44
FIGURA 33 <i>HOJA DE RUTA TECNOLÓGICA</i>	45
FIGURA 34 <i>PRIMER CONCEPTO</i>	47
FIGURA 35 <i>SEGUNDO CONCEPTO</i>	48
FIGURA 36 <i>TERCER CONCEPTO</i>	49

FIGURA 37 CUARTO CONCEPTO	50
FIGURA 38 ESTRUCTURA DE LA PRÓTESIS	53
FIGURA 39 HEBILLAS.....	54
FIGURA 40 ESCANEADO DEL MOLDE	55
FIGURA 41 SUAVIZADO DEL MODELO ESCANEADO	55
FIGURA 42 DIMENSIONES - PRÓTESIS.....	56
FIGURA 43 ECUACIONES DEL MODELO - PECHERA	56
FIGURA 44 PROPIEDADES DEL PETG	57
FIGURA 45 MASA DEL PROTOTIPO.....	57
FIGURA 46 MODELADO DE PIEZAS - CANELA.....	58
FIGURA 47 MODELADO DE PIEZAS – GALÁN	58
FIGURA 48 DISTRIBUCIÓN DEL PESO DE CANELA	59
FIGURA 49 DIMENSIONES DE LA PATA DE CANELA	60
FIGURA 50 DISTRIBUCIÓN DEL PESO DE GALÁN.....	60
FIGURA 51 DIMENSIONES DE LA PATA DE GALÁN	61
FIGURA 52 PARÁMETROS: SUJECCIONES.....	62
FIGURA 53 PARÁMETROS: CARGAS	62
FIGURA 54 PARÁMETROS: MALLADO.....	62
FIGURA 55 RESULTADOS - TENSIÓN DE VON MISES (CANELA).....	63
FIGURA 56 RESULTADOS – DESPLAZAMIENTOS (CANELA)	64
FIGURA 57 RESULTADOS – DEFORMACIONES UNITARIAS (CANELA)	65
FIGURA 58 RESULTADOS – FACTOR DE SEGURIDAD (CANELA)	66
FIGURA 59 RESULTADOS – PANDEO (CANELA)	67
FIGURA 60 RESULTADOS – FATIGA: DAÑO (CANELA).....	68
FIGURA 61 RESULTADOS – FATIGA: VIDA (CANELA)	68
FIGURA 62 RESULTADOS - TENSIÓN DE VON MISES (GALÁN).....	69
FIGURA 63 RESULTADOS – DESPLAZAMIENTOS (GALÁN)	70
FIGURA 64 RESULTADOS – DEFORMACIONES UNITARIAS (GALÁN)	71
FIGURA 65 RESULTADOS – FACTOR DE SEGURIDAD (GALÁN)	72
FIGURA 66 RESULTADOS – PANDEO (GALÁN)	73
FIGURA 67 RESULTADOS – FATIGA: DAÑO (GALÁN).....	74
FIGURA 68 RESULTADOS – FATIGA: VIDA (GALÁN)	74
FIGURA 69 PARÁMETROS PARA OPTIMIZACIÓN.....	75
FIGURA 70 RESULTADOS: ESTUDIO DE DISEÑO (CANELA)	76
FIGURA 71 TENSIÓN DE VON MISES - ESCENARIO ÓPTIMO (CANELA).....	76
FIGURA 72 DESPLAZAMIENTO - ESCENARIO ÓPTIMO (CANELA)	77
FIGURA 73 DEFORMACIÓN UNITARIA - ESCENARIO ÓPTIMO (CANELA)	77
FIGURA 74 FACTOR DE SEGURIDAD – ESCENARIO ÓPTIMO (CANELA)	78

FIGURA 75 RESULTADOS: ESTUDIO DE DISEÑO (GALÁN)	78
FIGURA 76 TENSIÓN DE VON MISES - ESCENARIO ÓPTIMO (GALÁN)	79
FIGURA 77 DESPLAZAMIENTO - ESCENARIO ÓPTIMO (GALÁN)	79
FIGURA 78 DEFORMACIÓN UNITARIA - ESCENARIO ÓPTIMO (GALÁN)	80
FIGURA 79 FACTOR DE SEGURIDAD – ESCENARIO ÓPTIMO (GALÁN)	80
FIGURA 80 DISEÑO FINAL: CANELA.....	81
FIGURA 81 DISEÑO FINAL: GALÁN.....	81
FIGURA 82 INSIGNIA DE LA MARCA	83
FIGURA 83 LOGOTIPO DE LA MARCA	83
FIGURA 84 FORMATO PACKAGING.....	84
FIGURA 85 PACKAGING	84
FIGURA 86 EJEMPLO SITIO WEB PARA NEO CAN	86
FIGURA 87 EJEMPLOS DE PERFILES EN RRSS PARA NEO CAN	87
FIGURA 88 EJEMPLO MATERIAL PROMOCIONAL PARA NEO CAN	87
FIGURA 89 IMPRESIÓN DE LAS PIEZAS DEL PROTOTIPO	88
FIGURA 90 PRIMER PROTOTIPO ENSAMBLADO	89
FIGURA 91 MODELADO DEL PROTOTIPO FINAL	90
FIGURA 92 PROTOTIPO FINAL.....	90
FIGURA 93 GALÁN SIN PRÓTESIS.....	92
FIGURA 94 GALÁN USANDO LA PRÓTESIS	92
FIGURA 95 EVALUACIÓN EN KINOVEA SIN PRÓTESIS.....	94
FIGURA 96 GRÁFICO DEL MOVIMIENTO VERTICAL – SIN PRÓTESIS	94
FIGURA 97 EVALUACIÓN EN KINOVEA CON PRÓTESIS	95
FIGURA 98 GRÁFICO DEL MOVIMIENTO VERTICAL – CON PRÓTESIS.....	95
FIGURA 99 VISUALIZACIÓN DEL MANUAL DE TOMA DE MOLDE	100
FIGURA 100 VISUALIZACIÓN DEL MANUAL DE USO DE LA PRÓTESIS.....	101
FIGURA 101 VISUALIZACIÓN DEL MANUAL DE CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LA PRÓTESIS.....	102
FIGURA 102 NET PROMOTER SCORE	103
FIGURA 103 ENCUESTA POST -VENTA.....	104
FIGURA 104 ENCUESTA DE EXPERIENCIA DE USO.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CLASIFICACIÓN DE PERROS POR PESO Y TAMAÑO.....	11
TABLA 2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	25
TABLA 3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	30
TABLA 4 HERRAMIENTAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	30
TABLA 5 CLASIFICACIÓN DE REQUISITOS SEGÚN PUNTAJE.....	31
TABLA 6 RESUMEN REQUISITOS EN EL DISEÑO DE PRÓTESIS.....	31
TABLA 7 ESTUDIO DE CASOS INDIVIDUALES	34
TABLA 8 MEDIDAS DE LAS VARIABLES ZOOMÉTRICAS DE LOS PERROS EN ESTUDIO	36
TABLA 9 INTERPRETACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS DUEÑOS	40
TABLA 10 VARIABLES DE SEGMENTACIÓN DE MERCADO.....	40
TABLA 11 DECLARACIÓN DE MISIÓN	41
TABLA 12 RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO	44
TABLA 13 COMPARACIÓN DE MATERIALES.....	45
TABLA 14 ESCALA DE CALIFICACIÓN DE CONCEPTOS	51
TABLA 15 MATRIZ DE SELECCIÓN DEL CONCEPTO	51
TABLA 16 PIEZAS DE LA PRÓTESIS.....	52
TABLA 17 COMPONENTES DE LA PRÓTESIS.....	52
TABLA 18 MATRIZ DE DECISIÓN – MATERIAL PARA PROTOTIPADO.....	54
TABLA 19 RESULTADOS DEL DESEMPEÑO CON LA PRÓTESIS.....	91
TABLA 20 ANÁLISIS DE LAS ANGULACIONES DE GALÁN.....	92
TABLA 21 EVALUACIÓN AMPLITUD DE JADEO DE CABEZA.....	95
TABLA 22 COSTO DE MANO DE OBRA	96
TABLA 23 COSTO DE MATERIALES.....	97
TABLA 24 COSTO DE DEPRECIACIÓN DE LOS EQUIPOS	97
TABLA 25 COSTO DE SOFTWARES	98
TABLA 26 COSTO DE SERVICIOS.....	98
TABLA 27 CÁLCULO DEL PRECIO DE VENTA.....	99
TABLA 28 TABLA COMPARATIVA: METODOLOGÍA EMPLEADA.....	107
TABLA 29 TABLA COMPARATIVA: PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO	109

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La ortopedia es una especialidad médica que se dedica al cuidado de las enfermedades y lesiones del sistema locomotor. En la última década se han logrado importantes hitos en la ciencia y la tecnología incluyendo el desarrollo de nuevos dispositivos ortopédicos como son las prótesis. El mercado veterinario ha adaptado muchos de estos avances en pro de los animales, tal es el caso para los perros con amputación en sus extremidades. En Perú la amputación de extremidades en perros suele ser realizada para tratar lesiones graves o enfermedades, pero pesar de que la salud del animal mejorará tras la cirugía también tendría dificultades motoras.

Viendo el panorama exterior, según la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, en Chile se registró 1,969 siniestros de tránsito por impacto con animal en el 2021 (como se cita en Garcés, 2023) y según la Dirección General de Tráfico de España se han producido 3,155 atropellos de perros para el año 2022 (como se cita en Baranova, 2023). Lo cual nos da una vista general de cómo en países que brindan una mayor prioridad a la seguridad de las mascotas tienen altos índices de atropellos a canes, podemos deducir que en Perú hay una mayor cifra de siniestros a perros.

El Perú no ha realizado seguimiento sobre la cantidad de perros que han sido víctimas en un siniestro vial, sin embargo, en el Boletín estadístico de siniestralidad vial del primer semestre del 2023 (Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2023) han registrado 42,784 siniestros de tránsito a nivel nacional siendo la principal causa el factor humano: por imprudencia del conductor (28.2%) y por exceso de velocidad (26.6%). Las tres regiones con mayor número de siniestros son Lima (51,9%), Arequipa (5.7%) y La Libertad (5.0%). Estos datos nos indica que existe un riesgo latente de accidentes que pueden tener como víctimas a los perros.

El tamaño del mercado mundial de prótesis impresas en 3D se valoró en 1.3 mil millones de dólares en 2022 y se espera que superen las deficiencias de los productos convencionales. (Grand View Research, 2023) Según Morder Intelligence Research and Advisory (2023) se prevé que el segmento de las orto-prótesis animales experimente un crecimiento de 2023 al 2028.

Sumado a esto, el 58% de los hogares en el Perú tiene al menos una mascota; la percepción hacia estos animales ha evolucionado a un papel emocional, las personas son más conscientes de la seguridad e integridad de sus mascotas llegando a gastar 150 soles mensuales. (Álvarez, 2023) Razón por la que existe un aumento del mercado de productos para perros, al incrementarse el número de hogares con mascotas ha llevado a un crecimiento en la industria de productos y servicios para estas. (Álvarez, 2023) Según lo mencionado en un artículo (Vizcaino, 2023), Omnicon Media Group revela que el segmento Pet Care ha crecido significativamente en el mercado peruano ubicándose en el sexto puesto entre los 10 de mayor interés para los compradores.

Si bien en el Perú el mercado de las prótesis para perros no es significativa hasta el momento, los factores anteriormente mencionados impulsarían el crecimiento del mercado de prótesis caninas en el Perú.

1.2. Descripción del Problema

Tras realizar una encuesta a médicos veterinarios especialistas en cirugía (anexo N°01) se ha concluido que los accidentes son la lesión más frecuente en perros, siendo los perros de tamaño mediano los que más ingresan con estas lesiones. Dado que en su mayoría las amputaciones se dan de forma total en las extremidades delanteras los especialistas coinciden en que es necesario el uso de prótesis y que éstas tendrían un efecto positivo en el comportamiento del can. Así mismo, estos consideran que es preferible que la prótesis sea rígida dado a la naturaleza de la amputación y la adaptabilidad que pueden tener los perros.

Finalmente, se debe tener en cuenta que el periodo aproximado de adaptación de un perro a la prótesis es de un mes y que la mascota debe tener una alimentación controlada para que su peso se mantenga y no afecte la funcionalidad de la prótesis. Es por esta razón que se propone la elaboración de una prótesis rígida para la extremidad anterior dirigida a los perros de tamaño mediano mediante la impresión 3D.

En Perú no existen empresas o negocios que vendan prótesis para perros, ya que los costos de producción y el tiempo es alto además que es muy poca la demanda de personas que tienen los medios para pagar el precio de estas prótesis (que en el extranjero están desde \$1000 a más). Por lo que se busca que nuestro producto cumpla las funcionalidades de una prótesis, y que tanto el diseño como el proceso de impresión 3D se lleve a cabo de tal manera que el costo final al público sea accesible.

1.3. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño y desarrollo de una prótesis canina de la extremidad anterior mejorará la locomoción y calidad de vida de los perros de tamaño mediano?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Diseñar y desarrollar una prótesis canina de la extremidad anterior que mejore la locomoción y calidad de vida de los perros de tamaño mediano que sufren amputación.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar datos médicos veterinarios y biofísicos.
- Realizar un análisis detallado de la anatomía y las necesidades individuales del perro.
- Crear modelos 3D de prótesis caninas de extremidad anterior utilizando un software CAD.
- Realizar un análisis de elementos finitos para evaluar la

resistencia y la funcionalidad de las prótesis caninas de extremidad anterior diseñadas.

- Optimizar los diseños de las prótesis caninas en función de los resultados de la simulación.
- Producir prótesis caninas individualizadas utilizando tecnologías de fabricación avanzadas de impresión 3D.
- Evaluar la funcionalidad y desempeño de la prótesis final en el usuario.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación teórica

Brinda nuevos conocimientos relacionados con el diseño y desarrollo de prótesis caninas.

1.5.2. Justificación práctica

Permite la aplicación de los conocimientos adquiridos en temas relacionados a Computer Integrated Manufacturing (CIM) ya que se usará las herramientas CAD/CAE.

Servirá de guía para futuros proyectos sobre la creación de productos en ingeniería.

1.5.3. Justificación social

Ayuda a las personas a dar mejor calidad de vida a sus mascotas.

Genera conciencia de la responsabilidad con el impacto que tenemos en la salud de los animales que forman parte de nuestra sociedad.

1.5.4. Justificación metodológica

La investigación seguirá un orden procedimental desde el diseño hasta las pruebas en físico de la prótesis en los canes.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

(González Arzate & Bermúdez Díaz, 2023) En su tesis, **"APLICACIÓN DEL MODELO JERÁRQUICO PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE PRÓTESIS CANINA"**, presentada a la Universidad Tecnológica Centroamericana para optar el Grado en Ingeniería Biomédica; esta tesis tuvo como objetivo fabricar un prototipo de prótesis para la pata delantera derecha de un perro macho de tamaño grande. En este estudio se adaptó la metodología propuesta por Hehenberger, considerando cinco niveles: el funcional (la toma de medidas zoométricas), el nivel de sistema (requerimientos y especificaciones de la arquitectura), el nivel de subsistema (modelado 3D), el nivel de componentes (materiales para la construcción) y el nivel de fabricación (manufactura y ensamblado). Para la validación se evaluó las propiedades de los materiales, la mecánica mediante la constante de amortiguamiento y de elasticidad, la ubicación del centro de gravedad y las pruebas en el software SolidWorks de tensión, de deformación y el factor de seguridad. En esta investigación se observa que el mejor material para impresión 3D es el PLA debido a su bajo costo y resistencia, utilizando piezas de apoyo de aluminio y polietileno para asegurar la durabilidad de la prótesis. Consideramos que los aportes de esta investigación nos serán de utilidad para establecer el método de toma de molde, para tener como base los valores de los resultados de la simulación, así como la metodología de validación cinemática de la locomoción del canino con la prótesis.

(Gutiérrez Murcia & Moreno Arenas, 2023) En su tesis **"ARTEFACTO QUE PERMITA MEJORAR LA MOVILIDAD EN EXTREMIDADES DE PERROS DE RAZAS PEQUEÑAS EN CALI"**, presentada a la Universidad Autónoma de Occidente para optar por el grado de Diseñador Industrial; esta tesis tuvo como objetivo diseñar, validar y prototipar una prótesis completa para la extremidad

trasera de perros de tamaño pequeño utilizando como muestra a dos perros: macho y hembra. Esta investigación realizó un estudio de mercado para identificar los usuarios potenciales para la prótesis, estableció los requisitos de la experiencia del usuario, para el prototipado utilizó PLA y TPU obteniendo un modelo ajustable de altura a bajo costo, además diseñó un manual para el ensamblaje correcto de piezas. Consideramos que los aportes de esta investigación nos serán de utilidad para la función de marketing del producto; siendo que en Colombia ,al igual que en Perú ,no existen empresas que manufacturen prótesis caninas por lo que ponen un énfasis en la importancia de conectar con los usuarios para asegurar ventas; sirviendo de guía en el proceso de establecimiento del público objetivo, generación de prototipos, así como el uso de técnicas para fidelización del cliente y posicionamiento del producto en el mercado nacional.

2.1.2. Nacionales

No se encontró la existencia de estudios previos sobre prótesis para perros debido a que no se han desarrollado este tipo de producto en Perú; sin embargo, se encontró investigaciones de prótesis para personas a nivel nacional las cuales nos pueden ser de apoyo en el desarrollo de esta tesis.

(Fuentes Collazos, 2022) En su tesis, "**DISEÑO DE UNA PRÓTESIS DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO PARA AMPUTACIONES TRANSFALÁNGICAS DE LA MANO**", presentada a la Universidad de Ingeniería y Tecnología para optar el Grado en Ingeniería Mecánica; esta tesis tuvo como objetivo fabricar una prótesis mecánica de bajo costo para los dedos de la mano asegurando la funcionalidad y no la estética. Este estudio adaptó la metodología de diseño iterativa de Ulrich planteando tres etapas: diseño conceptual, validación computacional y estimación de costos; asimismo estableció como parámetros ergonómicos que la prótesis tenga un grosor de 3mm y realizó una simulación por cada tipo de material concluyendo que el material más adecuado es el PLA.

Consideramos que esta investigación servirá de apoyo en los aspectos de diseño puesto que abarca la comodidad del usuario y la optimización de componentes, así como la selección de material y estudios utilizados para la validación por simulación.

(Vasquez Aricoche, 2022) En su tesis, "**DISEÑO DE PRÓTESIS TRANSTIBIAL UTILIZANDO FIBRA DE VIDRIO TIPO E Y RESINA POLIÉSTER PARA MEJORAR ESTABILIDAD ESTÁTICA DE PERSONAS DISCAPACITADAS**", presentada a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo para optar el Grado de Ingeniero Mecánico eléctrico; esta tesis tuvo como objetivo diseñar una prótesis para amputaciones en la pierna. Este estudio, al igual que el anterior, utilizó tres etapas: diseño, simulación y estudio de viabilidad el cual concluyó que el material más óptimo es la fibra de carbono. Consideramos que esta investigación servirá de apoyo para la comparación de materiales y la validación por simulación en SolidWorks.

2.1.3. Locales

Como se mencionó, no existen estudios previos sobre prótesis para perros en Perú; sin embargo, se encontró la siguiente investigación a nivel local que nos sirve de apoyo en el desarrollo de esta tesis.

(Llanos Becerra, 2023) En su tesis, "**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA PRÓTESIS MECÁNICA PARA UN DEDO AMPUTADO**", presentada a la Universidad Nacional de Trujillo para optar el Grado de Ingeniero Mecánico; esta tesis tuvo como objetivo diseñar y fabricar una prótesis mecánica que sustituya un dedo amputado de la mano. Esta investigación utilizó como material de impresión 3D el PLA por su bajo costo. Consideramos que esta investigación servirá de apoyo para las especificaciones para la impresión 3D en aspectos de porcentaje de relleno, formato de archivo y tipos de soporte, así como el postratamiento de la prótesis mediante lijado.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Prótesis y órtesis

La diferencia clave entre prótesis y órtesis radica en que las prótesis reemplazan una extremidad o parte del cuerpo, por otra parte, las órtesis sirven como corrección o apoyo, pero sin reemplazarlo.

A. Prótesis

Según Galli & Peloso (2017), es un dispositivo externo que se utiliza para reemplazar o restaurar una función corporal que se ha perdido o dañado.

Funciones:

- Restaurar parcial o totalmente la funcionalidad perdida.
- Restaurar imagen a nivel estético.
- Reinstaurar parcial del centro de gravedad.

Clasificación:

- **Endoprótesis:** Son permanentes, requieren intervención quirúrgica para su colocación.
- **Exoprótesis:** Son removibles, se les considera aparatos ortopédicos.

Figura 1

Exoprótesis y endoprótesis para personas



Nota: En la imagen izquierda se muestra una exoprótesis de miembro inferior de la pierna que reemplaza desde la pantorrilla hasta el pie. En la imagen derecha se observa una endoprótesis de cadera de vástago corto que reemplaza la cadera en su totalidad imitando al hueso humano.

B. Órtesis

Son una ayuda o soporte externo que se coloca en el cuerpo para cambiar aspectos funcionales o estructurales de los sistemas neuromuscular y esquelético, restringiendo o mejorando ciertos movimientos. (Galli & Peloso, 2017)

Figura 2

Órtesis existentes usadas en personas



Nota: En la imagen izquierda se muestra una órtesis para miembro inferior para rodilla y en la imagen derecha, una órtesis para miembro superior para dedo y mano.

2.2.2. Prótesis animales

Dentro de las causas principales por las cuáles se requiere el uso de prótesis para mascotas son las malformaciones genéticas y por amputación. A su vez, las causas por las cuáles se realizan procedimientos de amputación se deben a dos factores:

- Lesiones por accidentes y/o maltrato.
- Enfermedad (como, por ejemplo, tumores)

Figura 3

Prótesis usadas en aves



Nota: Caso del águila calva "Beauty" EE. UU. (2008), al cual le elaboraron una prótesis con montaje de titanio para su mandíbula superior tras un disparo de un cazador furtivo. Caso del tucán "Grecia", Costa Rica (2015), quien fue golpeada salvajemente perdiendo gran parte de su pico superior por lo que le elaboraron una prótesis impresa en 3D de nailon.

Figura 4

Prótesis usadas en delfines



Nota: Caso del delfín “Winter” en EE. UU. (2005), a la cual le elaboraron una prótesis para su aleta caudal que la perdió tras quedar atrapado en unas redes de pesca. Fue el primer caso en este tipo de prótesis en el mundo.

Figura 5

Prótesis usadas en cuadrúpedos



Nota: En la imagen izquierda vemos el caso del elefante “Moshá”, en Tailandia (2009), con su prótesis de pata tras perderla en una mina terrestre. Es el primer elefante con una pierna ortopédica. En la imagen derecha vemos el caso de “Monika” en Rusia (2020), una perrita a la que le cortaron las patas pero que pudieron colocarle una prótesis para cada pata.

2.2.3. Clasificación de los perros

En base a la relación entre el tamaño y el peso del perro, se puede crear una clasificación. La tabla 1 muestra la clasificación dada por la Federación Cinológica Internacional.

Tabla 1

Clasificación de perros por peso y tamaño

CLASIFICACIÓN	PESO (kg)	ALTURA (cm)	EJEMPLO DE RAZAS SEGÚN CLASIFICACIÓN
Mini o Toy	- 5	- 20	Chihuahua, Pomerania, Pekinés
Pequeños	5 - 15	20 - 30	Pug, Shih Tzu, Corgi, Schnauzer miniatura
Medianos	15 - 25	30 - 50	Border Collie, Bull Terrier, Pitbull, Bóxer
Grandes	25 - 50	50 - 70	Dálmata, Rottweiler, Husky, Pastor alemán
Gigantes	+ 50	+ 70	Gran danés, San Bernardo, Mastin

Nota: Se muestra los rangos promedio para perros adultos, pueden variar por factores como el sexo, estilo de vida, estado o si ha sido castrado/esterilizado. (PetyZOO, s.f.) Elaboración propia.

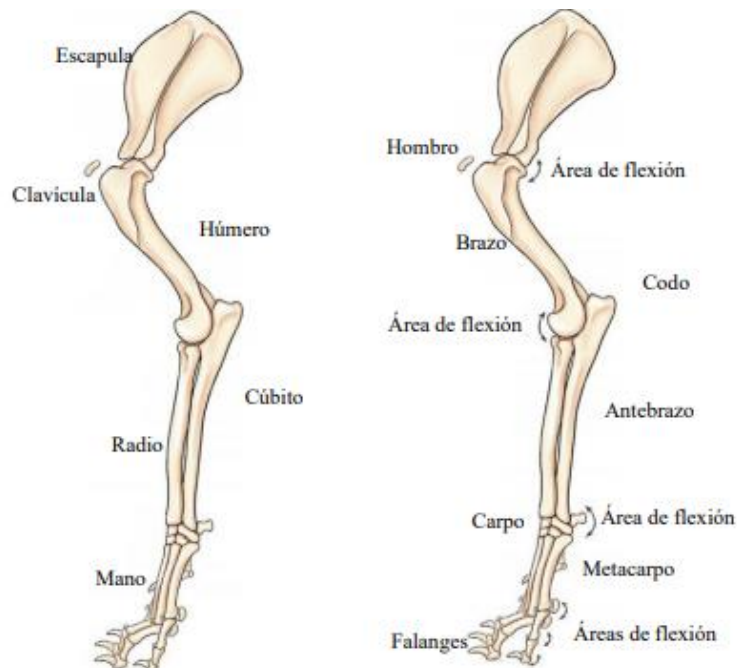
2.2.4. Estudio de la extremidad anterior de los perros

Analiza la anatomía de las patas delanteras de los perros.

- **Esqueleto:** La extremidad anterior está formada por: escápula, húmero, radio, cúbito, carpo, metacarpo y falanges.

Figura 6

Huesos del miembro anterior canino

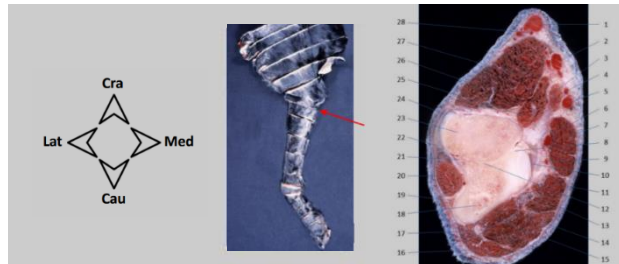


Nota: Vista lateral izquierda de los huesos del miembro que será reemplazado.

- **Musculatura:** Forma del músculo de la pata anterior, como ejemplo la figura 7.

Figura 7

Secciones transversales de miembro torácico canino



Nota: Sección del músculo del codo de un perro. (López Plana & Mayor Aparicio, 2022)

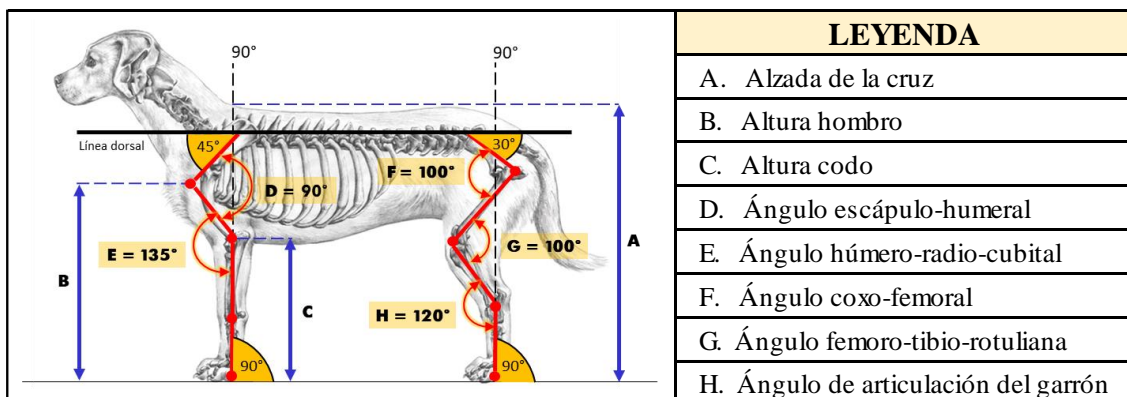
2.2.5. Zoometría canina

Un aspecto importante a la hora del diseño protésico es realizar mediciones corporales tanto de longitud como de los ángulos de las extremidades.

Fariña y Smith (2011) brinda unas angulaciones estándar que deben tener los perros para considerar que tiene una estructura armónica, se debe tener en cuenta que la angulación y largo de los huesos son diferentes en cada raza y depende también del tipo de movimiento.

Figura 8

Zoometría canina



Nota: Variables zoométricas canina que se deben considerar para elaborar una prótesis, se considera ángulos brindados por Fariña y Smith (2011). Elaboración propia.

2.2.6. Biomecánica canina

La biomecánica investiga científicamente y tecnológicamente los movimientos que realizan los animales en función de sus características anatómicas. (Rodríguez Ricco, 2006)

Los perros realizan cuatro tipos de marcha principales:

- **Caminar o ir al paso:** Es la marcha canina más lenta, una extremidad posterior se mueve primero y luego la anterior del mismo lado.
- **Trote:** El perro mueve diagonalmente las patas traseras y delanteras golpeando el suelo de dos en dos.
- **Canter o galope corto:** Es un movimiento más lento que el galope, pasando de izquierda a derecha.
- **Galope:** La fuerza que el perro genera con su columna y su abdomen le permite tener dos momentos de vuelo en el aire, cada vez golpeando el suelo alternando las patas delanteras y traseras.

2.2.6.1. Análisis cinemático

“La cinemática describe y analiza el efecto del movimiento sobre los cuerpos sin tener en cuenta las causas. En este caso, lo importante es analizar los aspectos geométricos del movimiento.” (Gunt Hamburg, s.f.)

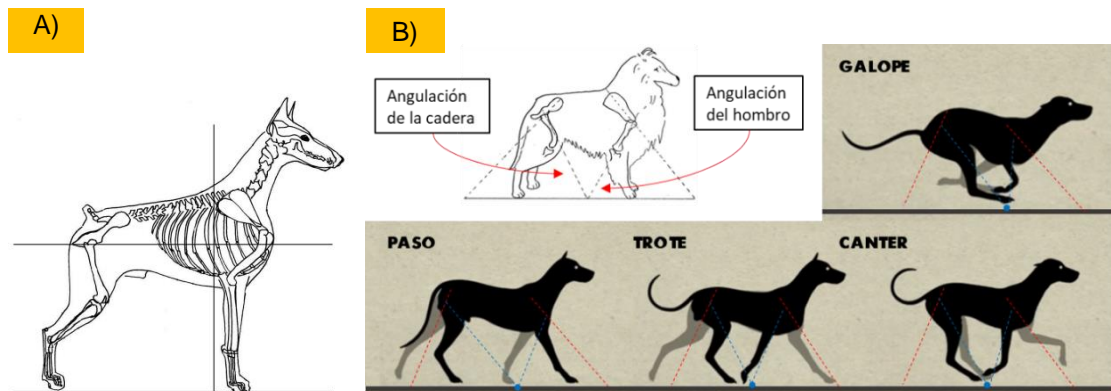
El centro de gravedad de un perro se sitúa en la intersección de la línea horizontal en las 2/3 partes de la profundidad del tórax y la línea vertical paralela al borde posterior de la escápula (Ver figura 9-A). Un movimiento correcto hace que el centro de gravedad se desplace de forma gradual, ascendiendo al dar un paso y volviendo a su posición original al finalizarlo. (Fariña & Smith, 2011)

Un correcto balance en la marcha implica que la angulación del hombro debe coincidir con la angulación de la cadera aproximadamente en la parte media y la línea superior de la cruz

debe permanecer firme (Ver figura 9-B). Si bien no es aplicable a todos los perros se busca que sean proporcionadas, por ejemplo, tener poca angulación delantera y trasera es mejor a que tenga poca angulación delantera y perfecta trasera o viceversa. (Fariña & Smith, 2011)

Figura 9

Centro de gravedad y marcha canina



Nota: A) Ubicación del centro de gravedad en un perro, obtenido de Fariña y Smith (2011). B) Angulaciones proporcionadas en la marcha canina. Imagen superior izquierda adaptada de Fariña y Smith (2011). Imagen superior derecha e inferiores adaptada de Cunnane (2020).

2.2.6.2. Análisis cinético

Para construir una prótesis, primero estimamos el peso que el animal ejerce sobre el dispositivo y el esfuerzo que requiere para moverse, esto implica que una prótesis debe contar con resistencia para aguantar el peso del perro y requiere contar con ligereza para que se desplace con fluidez. La magnitud de los esfuerzos se expresa en kgf (kilogramos fuerza), kp (kilopondio) o N (Newton).

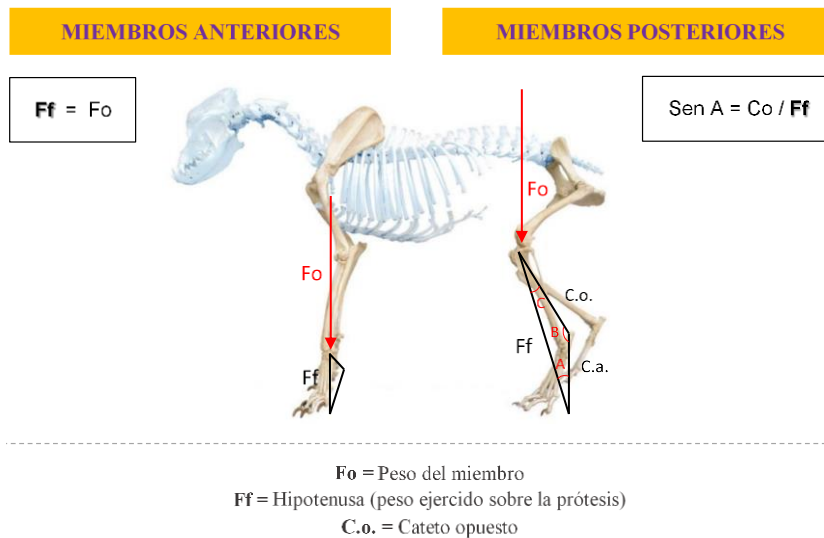
A. Cálculo del peso ejercido sobre la prótesis

Primero se debe calcular el peso del miembro. Considerando que “el 60% del peso corporal del animal cuadrúpedo corresponde a la parte anterior del animal y el 40% a la posterior” (Rodríguez Ricco, 2006), cada miembro anterior soporta el 30% del peso corporal del perro.

Sabiendo el peso del miembro se aplican las fórmulas de la figura 10 para hallar el peso ejercido a la prótesis.

Figura 10

Cálculo del peso ejercido sobre una prótesis canina



Nota: Lado izquierdo: Representación de los ángulos de la articulación radio – cúbito metatarso. Lado derecho: Representación de los ángulos de la articulación tibia – peroné metatarso. Adaptado de Rodríguez Ricco (2006).

B. Cálculo de la fuerza que ejerce el perro

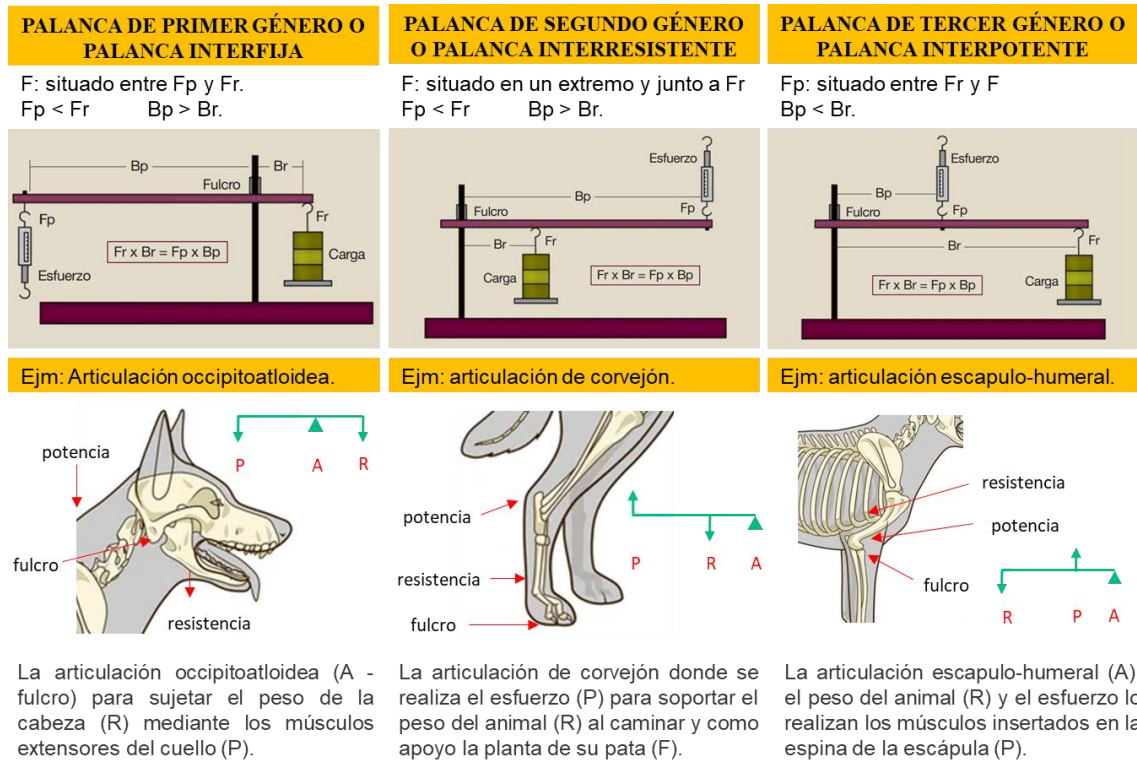
El cálculo de palancas es el método para calcular la fuerza que emplea un animal al desplazarse con la prótesis. Una palanca es una vara firme que se apoya en un punto llamado fulcro. (Merwe C., 1970, como citado en Rodríguez Ricco, 2006)

Existen tres géneros de palanca: interfija, interresistente e interpotente. Tienen como elementos:

- Fp = Fuerza potente (fuerza motriz o potencia)
- Fr = Fuerza resistente (la prótesis propiamente dicha)
- F = Fulcro, punto de apoyo o eje
- Bp = Brazo potente (distancia entre Fp y F)
- Br = Brazo resistente (distancia entre F y Fr)

Figura 11

Géneros de palancas

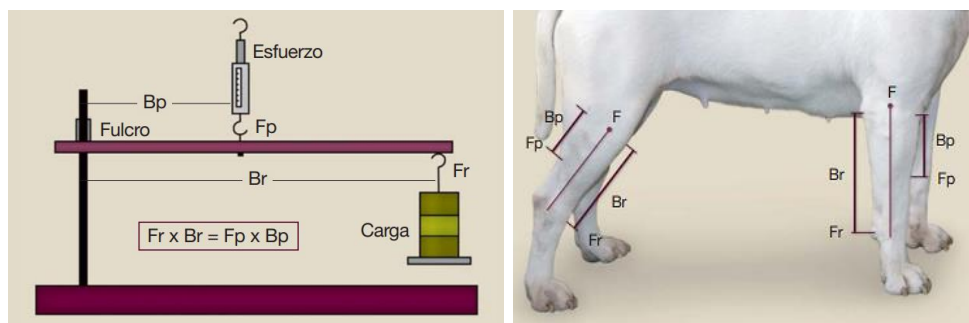


Nota: Representación de los tipos de palancas y sus ejemplos en un perro. Adaptado de Rodríguez Ricco (2006).

Las extremidades tienen una palanca interpotente, las extremidades anteriores tienen los músculos carpo-radial y digital común como Bp, mientras que como Br tiene a los músculos cubital del carpo y cubital lateral.

Figura 12

Palanca interpotente en un perro



Nota: Imagen izquierda: Representación de las fuerzas en la palanca interpotente junto con su fórmula. Imagen derecha: Palancas interpotente ubicadas en el miembro posterior y anterior de los perros. Obtenido de Rodríguez Ricco (2006).

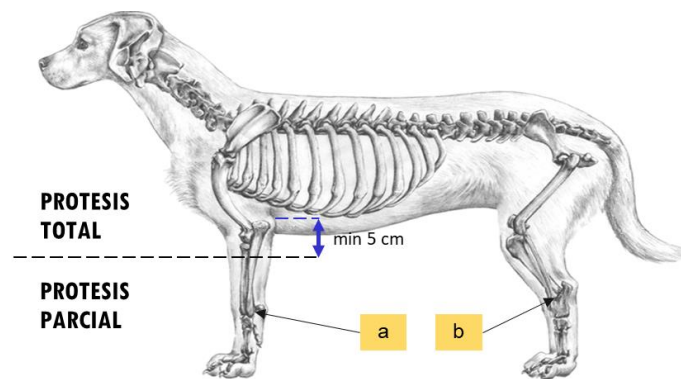
2.2.7. Candidatos para el uso de una prótesis parcial para perros

En la elaboración de prótesis para mascotas la suspensión de las prótesis se realiza a través de las prominencias óseas. El factor crítico que determinará los candidatos será:

- **Nivel de amputación:** Las amputaciones a nivel del carpo o tarso son más exitosas actuando como puntos de suspensión y evitando la migración de la prótesis. Para un muñón ubicado desde 2 pulgadas por debajo del codo se realiza una prótesis parcial, de lo contrario se realiza una prótesis total.

Figura 13

Candidatos para el uso de una prótesis parcial canina



Nota: a) Corresponde al carpo. b) Corresponde al tarso

- **Tiempo de recuperación:** Se recomienda el uso de la prótesis a partir de las tres semanas posteriores de la cirugía.
- **Tamaño y peso:** Las razas medianas cuentan con la ventaja de tener mayor superficie en sus extremidades, pero existe mayor peso sobre la prótesis. Las razas pequeñas el problema radica en el tamaño de sus extremidades ya que dificulta la obtención de un molde.
- **Historial clínico:** Un factor que puede provocar dificultades es el historial clínico de la mascota (por ejemplo, dermatitis) ya que el uso de una prótesis podría provocar dificultades a la mascota con otro tipo de afecciones que los obligue a usar más energía y esfuerzo.

2.2.8. Pasos generales para elaborar una prótesis para mascotas

- 1) **Elección de materiales:** Los termoplásticos más comunes para la prótesis en animales son PLA, ABS, PET/PETG, nylon, entre otros.
- 2) **Obtención del molde:** Se emplean materiales como yeso, mediante vendajes se envuelve el muñón del animal y al endurecerse se retira de la extremidad para posteriormente escanearlo en 3D.
- 3) **Fabricación:** Se realiza un vaciado de yeso, se coloca el material sobre el molde y se moldea a la forma deseada. Posteriormente se fabrica el soporte y finalmente se realiza el ensamblado.
- 4) **Validación del prototipo:** Se realizan pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la prótesis.

2.2.9. Impresión 3D en la elaboración de prótesis

Se trata de una tecnología que fabrica por adición y que tiene una gran demanda en medicina y, especialmente, en la rama de cirugía de huesos y traumatismos. (Andrés-Cano et al., 2021) Los modelos se obtienen de estudios radiológicos, escaneado tridimensional, diseño asistido por computadora (CAD) o ingeniería inversa.

Figura 14

Fabricación de férula mediante impresión 3D



Nota: Ejemplo del proceso de fabricación de férula. Obtenido por Ulrich et al (2020) A) Renderizado virtual después de un escaneo 3D. B) Modelo CAD de la férula. C) Impresión 3D mediante tecnología FDM. D) Aplicación de la férula.

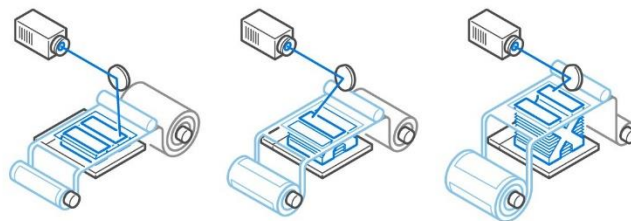
Las tecnologías de impresión 3D más conocidas son:

A. Laminación de hojas: Esta tecnología es la más sencilla, ya que pega hojas de material fino y recorta los contornos. Es una de las menos precisas.

- **Tipos de tecnologías de impresión 3D:** Modelado por deposición fundida (FDM).
- **Materiales:** Papel, polímero y metal en forma de hojas
- **Precisión dimensional:** $\pm 0,1$ mm

Figura 15

Laminación de hojas



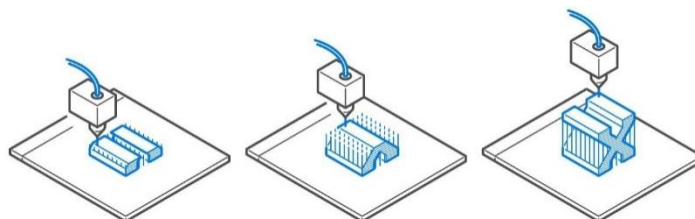
Nota: Tomado de Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D, por ALL3DP, 2022.

B. Extrusión de material: La tecnología más popular y utilizada en el mercado. Consiste en fundir un filamento de termoplástico a través de un extremo caliente que inyecta el material capa a capa.

- **Tipos de tecnologías de impresión 3D:** Modelado por deposición fundida (FDM).
- **Materiales:** Filamento termoplástico
- **Precisión dimensional:** $\pm 0,5$ mm

Figura 16

Extrusión de material



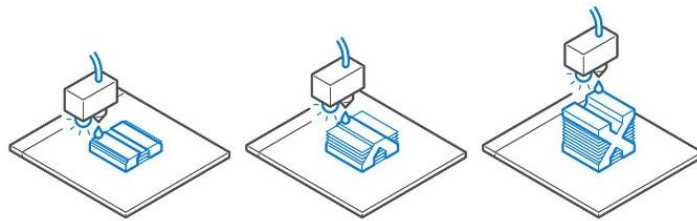
Nota: Tomado de Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D, por ALL3DP, 2022.

C. Inyección de material: Las gotas de material se depositan y endurecen sobre una placa de construcción. Usando fotopolímeros que se endurecen con la luz, los objetos se forman en capas.

- **Tipos de tecnologías de impresión 3D:** Material Jetting (MJ), Drop on Demand (DOD)
- **Materiales:** Resina fotopolímera
- **Precisión dimensional:** $\pm 0,1$ mm

Figura 17

Inyección de material



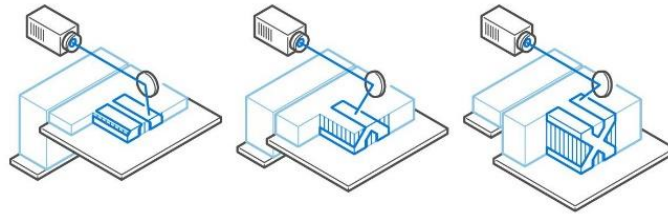
Nota: Tomado de Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D, por ALL3DP, 2022.

D. Fusión de capa de polvo: Se coloca un polvo muy fino del material sobre una superficie plana, sobre la cual se funde el material requerido y luego se recubre con una nueva capa de polvo.

- **Tipos de tecnologías de impresión 3D:** Sinterizado selectivo por láser (SLS), fusión selectiva por láser (SLM), fusión por haz de electrones (EBM), Multi-Jet Fusion (MJF)
- **Materiales:** Polvos termoplásticos, polvos metálicos, cerámica.
- **Precisión dimensional:** $\pm 0,1$ mm

Figura 18

Fusión de capa de polvo



Nota: Tomado de **Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D**, por ALL3DP, 2022.

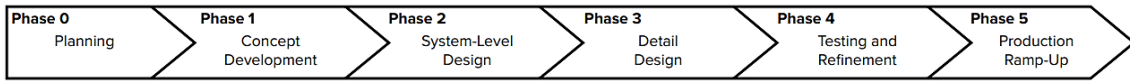
2.2.10. Desarrollo de un producto en Ingeniería

Ulrich et al. (2020) propone un proceso estructurado compuesto por las siguientes fases:

- 1) **Planificación:** Se identifican oportunidades y tiene como resultado la declaración de la misión del proyecto.
- 2) **Desarrollo del concepto:** Se identifican las necesidades, se crea y selecciona conceptos para su posterior testeo.
- 3) **Diseño a nivel de sistema:** Tiene como resultado el diseño geométrico del producto, descripción de la funcionalidad y las etapas del proceso preliminar para el proceso de ensamblaje final.
- 4) **Diseño de detalle:** Son los planos, especificaciones y requisitos de manufactura y ensamblaje del producto.
- 5) **Prueba y refinamiento:** Implica la creación y verificación de los prototipos del producto.
- 6) **Producción:** Es la manufactura del producto según las directrices de producción preestablecidas. La finalidad es formar a los empleados y corregir cualquier deficiencia que pueda existir en la producción.

Figura 19

Fases del proceso del desarrollo del producto



Nota: Tomado de **Product Design and Development** (p.9), por Ulrich et al., 2020, McGraw-Hill Education.

2.2.11. Elementos finitos

La finalidad de este cálculo es el conocer el comportamiento del material de impresión. Los más comunes son los siguientes:

A. Análisis estático

Este análisis genera cálculos al evaluar el estado de tensión de una pieza al aplicarse fuerzas constantes. Dentro del análisis estático se generan los siguientes cálculos:

- **Tensión de von Mises:** Un fallo estático se da cuando el material llega a la deformación o a rotura, la teoría de von Mises indica que el fallo ocurre cuando la tensión es igual o mayor al límite de tensión.
- **Desplazamientos:** Son los movimientos o cambios de posición que experimentan las partes o componentes de un modelo durante la carga.
- **Deformaciones unitarias:** Es la deformación experimentada por un material cuando se le aplica una fuerza externa. Ayuda a comprender la elasticidad o rigidez de un material.
- **Factor de seguridad:** Un valor alto indica que el material puede soportar la carga aplicada. Para los termoplásticos (materiales frágiles) se utiliza el criterio de tensión normal máxima que indica que el fallo se produce cuando la tensión principal máxima alcanza el límite de ruptura del material ante una tensión simple.

B. Análisis de pandeo

Es un análisis sobre la estabilidad de un producto cuando es sometido a una carga crítica. Indica cuánto deben aumentar las cargas para que ocurra el pandeo. Un valor menor que 1.0 indica que la estructura se está pandeando.

C. Análisis de fatiga

Permite conocer la cantidad de ciclos que el material puede resistir al aplicarle distintas cargas antes de que se generen grietas, con cada ciclo la grieta irá creciendo debilitando progresivamente el material.

- **Vida:** Se refiere al número de ciclos que producen fallos en una ubicación específica del modelo.
- **Daño:** Representa el porcentaje de vida consumida. Un valor de 1 indica que los sucesos de fatiga definidos consumen el 100% de la vida del modelo.

2.3. Marco Conceptual

- **Amputación:** Procedimiento quirúrgico consistente en la resección, total o parcial, de una extremidad.
- **Migración:** Movimiento no deseado de una prótesis.
- **Muñón:** Extremo de un miembro del cuerpo después de haber sido cortado o amputado dicho miembro.
- **Impresión 3D:** Conjunto de procesos que producen objetos a través de la adición de material en capas que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D.
- **Extremidad:** También llamado miembro; son los órganos externos articulados con el tronco, que cumplen funciones de locomoción, vuelo o manipulación de objetos. En lenguaje vulgar, se les llama “patas” a las extremidades de los animales cuadrúpedos
- **Esfuerzo:** Fuerza que hace un elemento de la estructura para

no ser deformado por las cargas.

- **Termoplástico:** Plástico que a altas temperaturas puede fundirse, permitiendo luego darle diversas formas. Se derrite cuando se calienta y se endurece cuando se enfría.
- **Resistencia:** Acción en la que una persona, animal, cosa u organismo tiene la capacidad de mantenerse firme o en oposición.
- **Concepto:** Descripción de la forma, función y características de un producto y suele ir acompañado de un conjunto de especificaciones, un análisis de productos competitivos y una justificación económica del proyecto.
- **Límite de tensión:** Tensión máxima que un material elástico puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes.
- **Elasticidad:** Propiedad de un cuerpo sólido para recuperar su forma original cuando cesa la fuerza que lo altera.
- **Rigidez:** Capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones.

2.4. Hipótesis

La elaboración de una prótesis imprimible en 3D para la extremidad delantera canina mejorará la locomoción de los perros de tamaño mediano.

2.5. Variables. Operacionalización de variables

- **Variable Independiente:**
Prótesis imprimible en 3D para extremidad delantera canina.
- **Variable dependiente:**
Locomoción de los perros de tamaño mediano.

Tabla 2

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><u>Variable independiente:</u> Diseño y desarrollo de una prótesis de la extremidad anterior canina.</p>	<p>Según Ulrich et al (2020), el diseño y desarrollo es el conjunto de actividades de diseño, fabricación, venta y entrega de un producto. Según la RAE: Una prótesis es una pieza o aparato empleado para sustituir un órgano o miembro del cuerpo. Según Díaz Maqueda (2019), la extremidad anterior de un perro son las patas delanteras conformadas por: escápula, húmero, radio, cúbito, carpo, metacarpo y falanges.</p>	<p>Diseño y fabricación de una prótesis que sustituya la extremidad delantera de un perro. El desarrollo de la prótesis comprenderá tres etapas a desarrollar: el diseño, simulación y manufactura.</p>	Diseño	Modelo 3D de la prótesis
				Planos de la prótesis
			Simulación	Análisis estático Informe de Análisis estático
				Análisis de pandeo Informe de Análisis de pandeo
				Análisis de fatiga Informe de Análisis de fatiga
			Manufactura	Impresión 3D Prototipo impreso

Variable dependiente:

Locomoción y calidad de vida de los perros de tamaño mediano.

Según Gillete and Angle (2014) la locomoción es una serie de movimientos alternantes rítmicos de las extremidades que determinan un desplazamiento hacia adelante del centro de gravedad. Según PetyZOO (s.f.) los perros de tamaño mediano tienen un rango promedio de peso desde 15 a 25kg y tienen un rango de altura desde los 30 a 59cm.

Mejora de la locomoción de los perros con un desplazamiento físico sin sobreesfuerzos que comprenderá la facilidad en la movilidad y mejora de la postura además de reflejar la disminución del nivel de cojera.

Movilidad

Tiempo de recorrido (T)

$$T = T_f - T_o$$

To: Tiempo en el punto final

Tf: Tiempo en el punto inicial

Rango de movimiento

Comparación entre el rango del miembro con la prótesis y el rango normal.

Postura

En posición parado:

- (0) Postura normal
- (1) Postura anormal leve
- (2) Postura anormal moderada
- (3) Postura anormal severa
- (4) Incapaz de soportar peso

Nivel de cojera

En caminata y trote:

- (0) No hay cojera
- (1) Cojera leve o intermitente
- (2) Cojera moderada, soporta peso
- (3) Cojera severa, soporta peso
- (4) Cojera intermitente, no soporta peso
- (5) Cojera continua, no soporta peso

Según Farricelli (2023), la calidad de vida se trata de estándares básicos de salud, comodidad y felicidad para satisfacer sus necesidades. Según PetyZOO (s.f.) los perros de tamaño mediano tienen un rango promedio de peso desde 15 a 25kg y tienen un rango de altura desde los 30 a 59cm.

Condiciones de vida favorables y óptimos que aseguren el bienestar de los perros con un rango promedio de peso desde 15 a 25kg y tienen un rango de altura desde los 30 a 59cm.

Calidad de vida

Alimentación:

- (0) Sin apetito
- (1) Poco apetito
- (2) Apetito normal

Hidratación:

- (0) Requiere líquidos subcutáneos
- (1) Poco consumo
- (2) Consumo adecuado

Interacción:

- (0) Sin interacción, se esconde
- (1) Poca interacción
- (2) Interacción normal

Actividad física:

- (0) No tiene
- (1) Menos / Igual
- (2) Más actividad

Actitud:

- (0) Tristeza / Enojo
- (1) Apatía / Desinterés
- (2) Feliz / Tranquilidad

Eliminación:

- (0) No defeca y/u orina
 - (1) Regular
 - (2) Normal
-

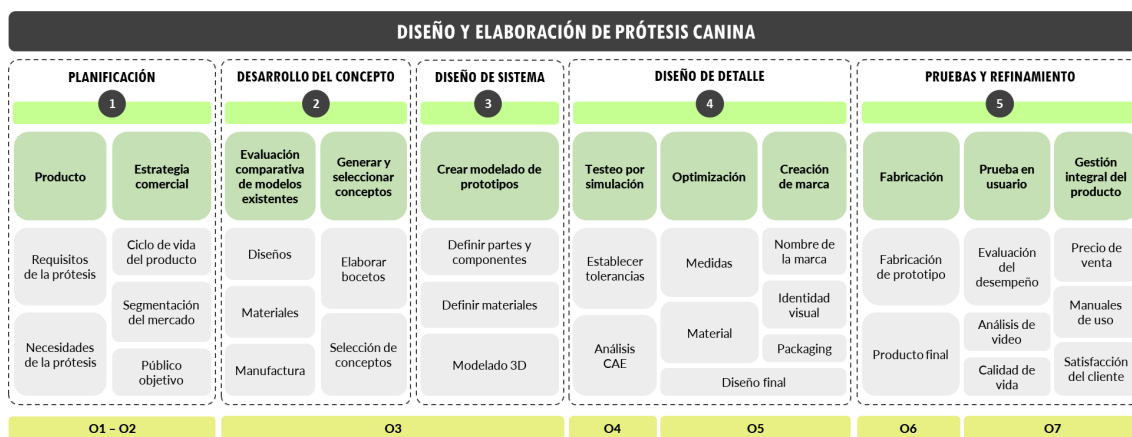
Nota: Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

Se utilizará como guía la estructura del proceso de diseño de productos propuesto por Ulrich et al. (2020) con algunas modificaciones que permiten adaptarse a nuestros objetivos, en este caso, a una prótesis canina. Este modelo combina en sus actividades las funciones fundamentales de todo proyecto: marketing, diseño y manufactura.

Figura 20

Proceso del diseño y elaboración de la prótesis



Nota: Etapas del proceso y actividades que se realizará para la elaboración de la prótesis de acuerdo a los objetivos del proyecto. (Anexo N°02) Elaboración propia.

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. De acuerdo a la orientación o finalidad

Aplicada

3.1.2. De acuerdo a la técnica de contrastación

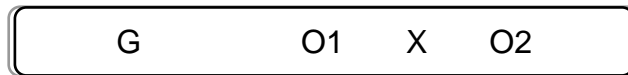
Correlacional

3.1.3. Nivel de investigación

Explicativa

3.2. Diseño de investigación

Pre-Experimental



Donde:

G = Grupo experimental, conformado por la muestra (perro de prueba)

O1 = Datos de pre-prueba, correspondiente a la locomoción del perro de prueba sin del tratamiento

X = Tratamiento experimental (prótesis)

O2 = Datos de post-prueba, correspondiente a la locomoción del perro de prueba con el tratamiento

3.3. Población y muestra de estudio

3.3.1. Población

Estará conformada por todos los perros de tamaño mediano de Trujillo con amputación en la extremidad anterior considerados candidatos aptos que habitan en el distrito de Trujillo.

3.3.2. Muestra

El tipo de muestreo para esta investigación será no probabilístico y estará conformada por dos perros con amputación en sus patas delanteras. (Información de cada perro en anexo N° 03)

- Canela - Hembra
- Galán – Macho

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Tabla 3

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

VARIABLE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Variable independiente: Diseño y desarrollo de una prótesis canina de la extremidad anterior.	Encuesta	Cuestionario
	Análisis documental	Fuentes bibliográficas
Variable dependiente: Locomoción y calidad de vida de los perros de tamaño mediano.	Encuesta	Cuestionario
	Observación	Guía de observación
	Observación experimental	Escala valorativa
		Ficha de registro de datos
		Ficha de análisis de video

Nota: Técnicas e instrumentos seleccionados por los autores.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Tabla 4

Herramientas de procesamiento y análisis de datos

VARIABLE	HERRAMIENTAS
Variable independiente: Diseño y desarrollo de una prótesis canina de la extremidad anterior.	Matriz de decisiones
	SolidWorks 2020
	Informe del Análisis Estático
	Planos
Variable dependiente: Locomoción y calidad de vida de los perros de tamaño mediano	Ms Word
	Kinovea

Nota: Herramientas de procesamiento y análisis de datos seleccionados por los autores.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Planificación

4.1.1. Producto

4.1.1.1. Requisitos de la prótesis

A. Diseño

Se realizó una encuesta a dos profesionales médicos veterinarios (anexo N° 01) para establecer los requisitos básicos que debe tener una prótesis canina. Se utilizó la tabla 5, que muestra los puntajes por clasificación, como base para realizar el análisis de los datos recopilados en las encuestas. Los resultados de este análisis se resumen en la tabla 6, que presenta una visión general y clara de los datos procesados.

Tabla 5

Clasificación de requisitos según puntaje

CLASIFICACIÓN	RANGO DE PUNTAJE
DESEABLE	1 – 2
NECESARIO	3
INDISPENSABLE	4 - 5

Nota: Clasificación de los rangos de los puntajes asignados. Elaboración propia.

Tabla 6

Resumen requisitos en el diseño de prótesis

REQUISITOS	PUNTAJE		PROMEDIO	PROMEDIO REDONDEADO	CLASIFICACIÓN
	Médico 1	Médico 2			
Resistente	5	3	4	4	INDISPENSABLE
Seguro	5	5	5	5	INDISPENSABLE
Personalizable	1	1	1	1	DESEABLE
Ergonómico	4	5	4.5	5	INDISPENSABLE
Buena sujeción	5	5	5	5	INDISPENSABLE
Estructura flexible	2	3	2.5	3	NECESARIO
Estructura articulada	1	1	1	1	DESEABLE
Fácil de manipular	3	2	2.5	3	NECESARIO

Nota: La tabla clasifica los requisitos de acuerdo al puntaje asignado por los médicos. Elaboración propia

Los resultados de la tabla 6 se resumen en la figura 21, se agregó otros requerimientos como limpieza, adquisición y graduable que se consideraron en los antecedentes.

Figura 21

Requerimientos de diseño que debe tener la prótesis canina



Nota: Requisitos de diseño requeridos agrupados por clasificación. Elaboración propia.

B. Usuario

Se consideró como usuarios para la prótesis únicamente a perros de tamaño mediano que cumplan con las medidas de peso y talla detalladas en la tabla 1.

C. Proceso

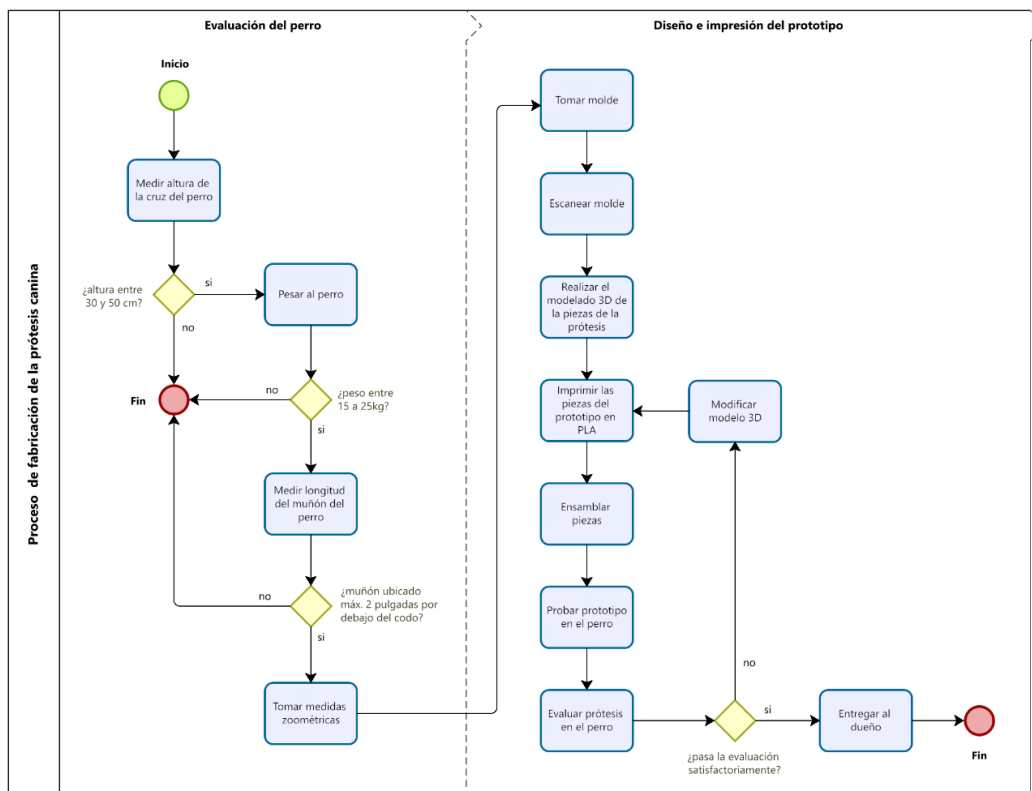
Para la elaboración de la prótesis, se planteó seguir los siguientes pasos:

PASO 1. Evaluar al perro si es candidato para obtener una prótesis total: medir su altura de la cruz que debe estar en un rango de 30 a 50cm y su peso de 15 a 25kg, de lo contrario no se le podrá realizar la prótesis.

- PASO 2.** Tomar las medidas zoométricas de la pata del perro en evaluación.
- PASO 3.** Tomar molde de la zona de amputación y del torso del perro con vendas de yeso.
- PASO 4.** Realizar el modelado de las piezas de la prótesis en el software SolidWorks.
- PASO 5.** Imprimir las piezas en impresora 3D FDM.
- PASO 6.** Ensamblar las piezas con los componentes.
- PASO 7.** Probar el prototipo en el perro, evaluar si se desplaza con naturalidad, si no le lastima y si le calza perfectamente.
- PASO 8.** Entregar la prótesis terminada al dueño para el uso del perro.

Figura 22

Diagrama de proceso: Fabricación de la prótesis canina



Nota: Diagrama en el anexo N° 04. Elaborado con el software Bizagi Modeler. Elaboración propia.

4.1.1.2. Necesidades de la prótesis

A. Tipo de prótesis

Cada caso individualmente tiene sus particularidades, por lo que se utilizó una guía de observación (anexo N° 03) y datos brindados por sus encargados que se detalla en la tabla 7 para establecer el tipo de prótesis que debe desarrollarse.

Tabla 7

Estudio de casos individuales

FACTOR	CASO CANELA		CASO GALÁN	
	Resultado	Considerar	Resultado	Considerar
Nivel de Amputación	En la clavícula - hombro	Prótesis total	En la clavícula - hombro	Prótesis total
Tiempo de recuperación	Su cirugía de amputación se realizó en Nov-23	Cumple con las 3 semanas de recuperación	Su cirugía de amputación se realizó en 2020	Cumple con las 3 semanas de recuperación
Tamaño, peso y edad	56cm de altura y peso de 23kg. Edad 3 años	Raza mediana en crecimiento	35cm de altura y peso de 12kg. Edad 7 meses	Raza mediana en crecimiento
Historial clínico	Se le detectó TVT en la zona de vulva, en tratamiento con quimioterapia	Esperar a sanar para toma de molde y uso de la prótesis.	No tiene afecciones ni alergias	Apto para el uso de la prótesis

Nota: Factores considerados para determinar si son candidatos aptos. Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 7, Galán y Canela requieren una prótesis total para la pata delantera que soporte tanto su peso actual como su crecimiento futuro. En el caso de Canela, es necesario esperar a que finalice su tratamiento antes de proceder con la toma de moldes.

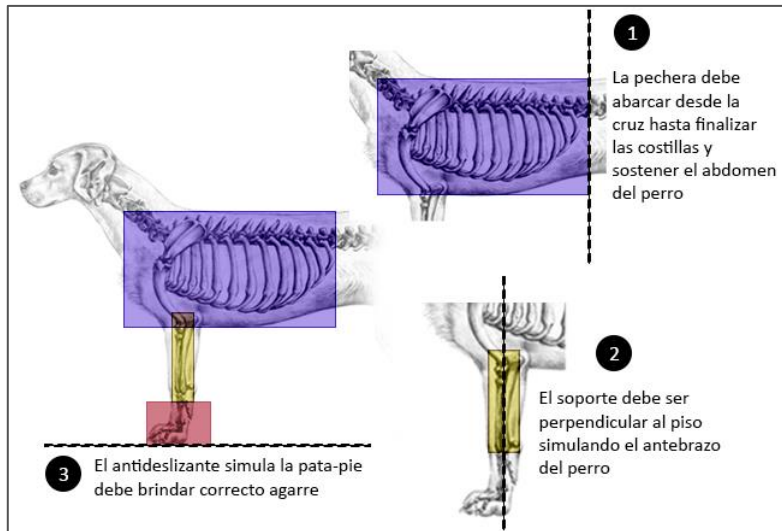
B. Diseño básico de la prótesis

Considerando que ambos necesitan una prótesis total para la extremidad anterior, se utilizó la información del marco teórico

para definir el diseño básico que debe tener la prótesis en base a la anatomía canina. (Figura 23)

Figura 23

Diseño básico de la prótesis



Nota: Extremidades del perro que debe cubrir la prótesis. Elaboración propia.

Se procedió a la obtención de medidas de los perros en estudio de las extremidades seleccionadas en la figura 23, los resultados obtenidos se visualizan en la tabla 8.

Figura 24

Toma de medidas de Galán y Canela



Nota: Toma de medidas mediante cinta métrica y un goniómetro. Propiedad de los autores.

Tabla 8

Medidas de las variables zoométricas de los perros en estudio

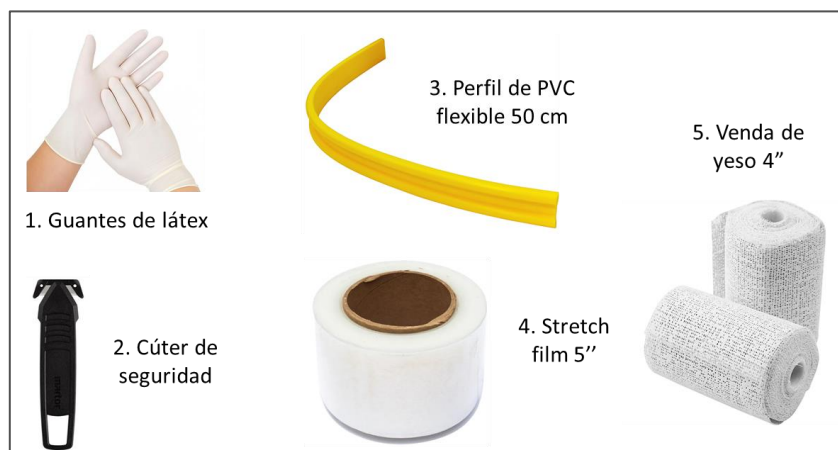
VARIABLE ZOOMÉTRICA	PERRO EN ESTUDIO	
	Galán	Canela
A. Alzada de la cruz	35 cm	56 cm
B. Altura hombro	26 cm	37 cm
C. Altura codo	15 cm	27 cm
D. Ángulo escapulo-humeral	124°	120°
E. Ángulo húmero-radial-cubital	105°	115°
F. Ángulo coxo-femoral	95°	123°
G. Ángulo femoro-tibio-rotuliana	95°	125°
H. Ángulo de articulación del garrón	128°	146

Nota: Medidas zoométricas correspondientes a la figura 8. Elaboración propia.

Puesto que es fundamental la forma del torso del perro para iniciar el diseño de la prótesis se realizó la toma del molde. Se utilizó los materiales de la figura 25.

Figura 25

Materiales para la toma de molde



Nota: Representación gráfica de materiales para la toma de molde. Elaboración propia.

Para el procedimiento para la toma de molde fue necesario de contar con ayuda de al menos dos personas más y tener al perro parado y con su columna alineada durante todo el proceso.

Se debe considerar que el cúter de seguridad no pudo cortar el yeso dado que no era lo suficientemente ancho para agarrar el molde por lo que se utilizó un serrucho de mano para yeso y cuando estuvo delgado se cortó con una tijera.

Los pasos para la toma de molde que se siguieron fueron:

PASO 1. Envolver el torso del perro y su cuello con 3 capas de stretch film, sobre todo la zona amputada evitando que esté muy apretando.

PASO 2. Colocar el perfil de PVC a lo largo de la columna vertebral, desde la nuca y sostener los extremos.

PASO 3. Colocarse los guantes, abrir la venda y remojar el rollo en agua fría por 2 segundos y escurrir.

PASO 4. Envolver las vendas en el vendaje empezando desde el torso pasando por sus costillas hasta la parte trasera, continuar con las demás vendas desde el último pedazo del anterior tratando de encapsular bien la zona amputada y el cuello.

PASO 5. Una vez envuelto todo con las vendas de yeso presionar un poco mediante masajes con las manos hasta que se endurezca por completo (aproximadamente 3 minutos).

PASO 6. Con un serrucho de mano cortar el yeso por el medio del perfil de PVC hasta que esté lo suficientemente delgado.

PASO 7. Terminar de cortar el yeso con una tijera por el medio del perfil de PVC

PASO 8. Retirar el perfil y con las tijeras cortar el stretch film y retirarlo por completo.

PASO 9. Retirar cuidadosamente el molde hacia abajo y con un marcador colocar el nombre del perro para su identificación.

Figura 26

Moldes de yeso



Nota: Moldes tomados a Galán y Canela. (Anexo N°05) Propiedad de los autores.

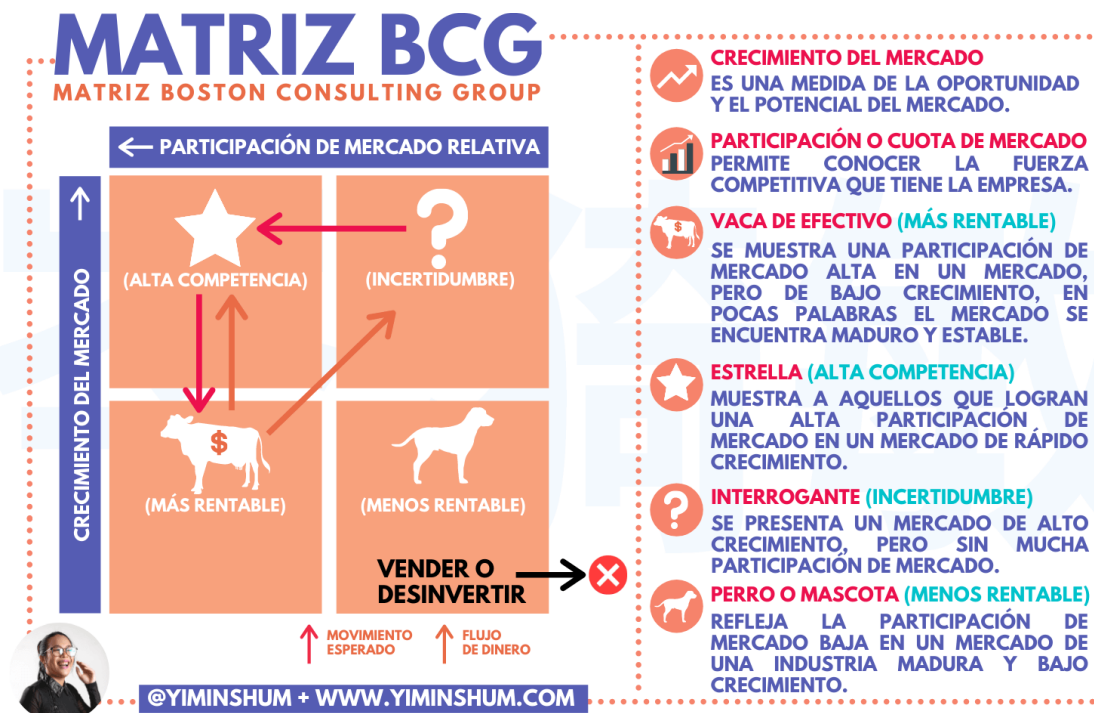
4.1.2. Estrategia comercial

4.1.2.1. Ciclo de vida del producto

De acuerdo a la matriz BCG o Boston Consulting Group (figura 37) la prótesis es un producto interrogante debido a que pese a su gran potencial de crecimiento carece de participación de mercado.

Figura 27

Matriz BCG



Nota: Tomado de Matriz BCG ¿Qué es? ¿Para qué sirve? ¿Cómo se construye? Ejemplos, por Shum Xie, 2021.

Según la figura 28, al lanzar nuestro producto al mercado se encontraría en la etapa de introducción la cual tiene como principal característica la demanda inversión y que tiene una participación de mercado baja.

Figura 28

Ciclo de vida del producto



*Nota: Tomado de **Matriz BCG ¿Qué es? ¿Para qué sirve? ¿Cómo se construye? Ejemplos**, por Shum Xie, 2021.*

Por ello, se decidió adoptar una estrategia de penetración de mercado para aumentar la participación de este mediante el Branding. Para ello aplicaremos la estrategia de segmentación de Marketing Mix concentrado: nos dirigiremos a un solo segmento con un único producto, esto debido a que los fondos con los que se cuentan son limitados.

4.1.2.2. Segmentación del mercado

Como se estableció que se atacará un solo segmento del mercado, se realizó una encuesta a los encargados de cada perro (anexo N° 06) en estudio para identificar las necesidades más comunes de los dueños frente al producto. (Tabla 9)

Tabla 9*Interpretación de las necesidades de los dueños*

PREGUNTA	DECLARACIÓN DEL CLIENTE	NECESIDAD INTERPRETADA
1. ¿Para qué utilizaría una prótesis canina?	Para nivelar la caminata de mi perro y evitar complicaciones.	Prótesis canina que mejore la locomoción del perro y su calidad de vida.
2. ¿Qué le gusta de las prótesis existentes?	La variedad de diseños para cada tipo de amputación y colores.	Prótesis canina personalizable y adaptable para cada tipo de amputación.
3. ¿Qué no le gusta de las prótesis existentes?	No se venden prótesis en Perú y sus precios son elevados y en moneda extranjera.	Prótesis canina accesible a nivel local y nacional y asequible económicamente.
4. ¿Qué aspectos consideraría para comprar este tipo de producto?	Precio, funcionalidad, calidad, diseño, plataforma de acceso	Prótesis canina con un precio en función a la calidad, atractivo diseño con una plataforma de difusión.

Nota: La tabla muestra el resumen de las respuestas que mayor se repiten y la necesidad identificada tras la interpretación de las respuestas. Elaboración propia.

De las necesidades interpretadas se definió el segmento escogido caracterizado por abarcar dueños que vivan en La Libertad, que tengan una mascota con amputación total delantera y que tengan poder adquisitivo para su compra.

Tabla 10*Variables de segmentación de mercado*

VARIABLES GEOGRÁFICAS	VARIABLES DEMOGRÁFICAS	VARIABLES PSICOGRÁFICAS	VARIABLES CONDUCTUALES
<ul style="list-style-type: none"> • País: Perú. • Departamento: La Libertad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Edad: 20-55. • Empleabilidad: Laborando. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poder adquisitivo: Medio, Alto. • Estilo de vida: Dog lover, dueño de un perro con amputación anterior total, hiperconectados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hábitos: compras por internet, delivery. • Tipo de compra: virtual. • Objetivo: Mejorar calidad de vida de su mascota.

Nota: Segmento escogido para la prótesis. Elaboración propia.

4.1.2.3. Público objetivo

Una vez definido nuestro segmento se elaboró descripciones de perfiles del segmento mediante la construcción de 3 Buyer Person (ver anexo N° 07) para definir con más individualización el público objetivo:

- **Buyer person 1:** Tipo decisor (toma la decisión final de la compra)
- **Buyer person 2:** Tipo comprador (efectúa la compra)
- **Buyer person 3:** Tipo influenciador (condiciona positiva o negativamente la decisión de compra)

Como resultado de la planificación, se formuló la declaración de misión del proyecto en la tabla 11.

Tabla 11

Declaración de misión

DECLARACIÓN DE MISIÓN	
Prótesis total anterior para perros medianos	
Descripción del producto:	Prótesis para perros capaz de ser impresa en 3D para mejorar la locomoción de los perros con amputaciones en la zona anterior (patas delanteras).
Propuesta de beneficio:	<ul style="list-style-type: none">• Envíos a principales zonas del Perú• Ergonómica y ajustable• Liviana y resistente• Materiales eco-amigables
Objetivos comerciales clave:	<ul style="list-style-type: none">• Precio competitivo• Disminución de tiempo de fabricación• Penetración en el segmento del mercado
Mercado primario:	Productos ortopédicos para perros en Perú.
Restricciones:	<ul style="list-style-type: none">• Nivel de amputación del muñón (total)• Zona de la amputación (anterior)• Tamaño y peso (clasificación mediana)• Historial clínico• Rehabilitación
Stakeholders:	<ul style="list-style-type: none">• Usuario final: Perros con amputaciones (y sus dueños)• Clínicas veterinarias locales• Albergues para perros

Nota: Elaboración propia.

4.2. Desarrollo del concepto

4.2.1. Evaluación comparativa de modelos existentes

Se realizó un breve análisis de algunas prótesis para extremidades anteriores caninas que se pueden encontrar en el mercado actual para comparar sus fortalezas y debilidades que se resume en la tabla 12.

- **MODELO 1:**

Es de la marca Bionic Pets, el principal material es de plástico termoformado que se amolda a la forma del cuerpo del perro, tiene correas de sujeción y su diseño es de “pata de palo” con estilo malla para una mayor respiración.

Figura 29

Modelo 1



Nota: Tomado de **Full Limb Prosthetic – Thermoformed Plastic Body Jacket**, por Bionic Pets, (s.f).

- **MODELO 2:**

Este modelo también es de la marca Bionic Pets, es un modelo personalizado derivado del modelo anterior para perros con muñón pero que no pueden usar prótesis parcial. El apoyo es redondeado sin relleno y con antideslizante incorporado.

Figura 30

Modelo 2



Nota: Tomado de **3D Pet Prosthetics Article Spotlights Artificial Limbs for Pets**, por Bionic Pets, (2020).

- **MODELO 3:**

Este modelo fue elaborado por 3DPets, es un modelo parecido al modelo 2 pero con menos bordes en el muñón de forma que utiliza menos material.

Figura 31

Modelo 3



Nota: Tomado de **Usan iPhone para crear prótesis en 3D para perros**, por Bionic Pets, (2020).

- **MODELO 4:**

Elaborado por Valentina Baglini e Ismael Acosta, ambos de Uruguay, es un modelo articulado que no sujeta la pata delantera sino solo la rodea, tiene tres niveles de sujeción y el apoyo es con rueda.

Figura 32

Modelo 4



Nota: Imagen izquierda tomada de *Arquitectura y veterinaria se unen para ayudar a las mascotas en Uruguay*, por Acosta I., (2023). Imagen derecha tomada de *Arquitectura y veterinaria se unen para ayudar a las mascotas en Uruguay*, por Acosta I., (s.f.).

Tabla 12

Resumen de alternativas de diseño

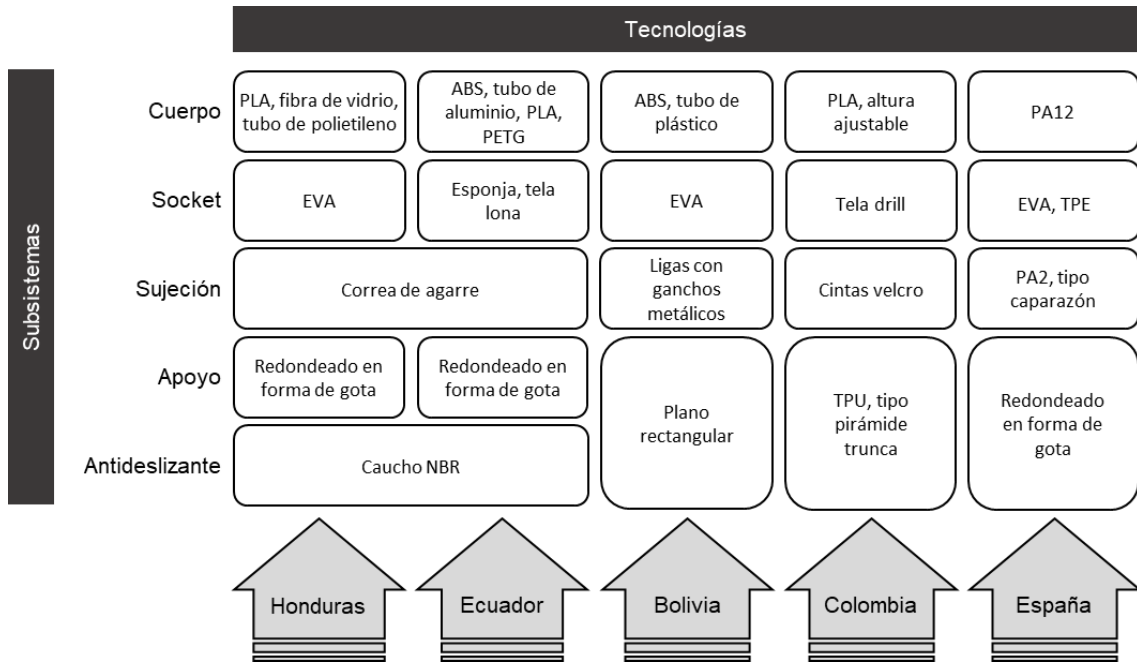
#	CUERPO	SOCKET	SUJECIÓN	APOYO
1	Estilo malla	Completo	Correa regulable	Forma de gota con relleno
2	Estilo malla	Con espacio para muñón	Correa regulable	Forma de gota sin relleno con antideslizante
3	Estilo malla	Con espacio para muñón	Correa regulable	Forma de gota con relleno
4	Estilo panal, no encapsula ambas patas	Completo	Correa elástica, 3 niveles	Rueda pequeña con antideslizante

Nota: Elaboración propia.

Se utilizó una hoja de ruta tecnológica para representar los materiales que se han utilizado en proyectos anteriores (antecedentes), el cual se aprecia en la figura 33.

Figura 33

Hoja de ruta tecnológica



Nota: Tecnologías usadas en los antecedentes. Elaboración propia

Tabla 13

Comparación de materiales

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Poliácido Láctico (PLA)	Bajo costo	Poca resistencia térmica Poca resistencia mecánica Sensible a la humedad
	Punto de fusión bajo	
	Obtención de recursos renovables	
	Compostable	
Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)	Se imprime rápidamente	Necesidad de tener experiencia para poder imprimir este tipo de material Emite gases nocivos
	Conservación de la tenacidad a temperaturas extremas	
	Alta capacidad de mecanizado	
	Alta resistencia a los impactos	
Tereftalato de Polietileno Glicolizado (PETG)	Alta resistencia al desgaste y corrosión	Higroscópico No es biodegradable La superficie se raya fácilmente
	Resistente a impactos e impermeable	
	Baja absorción de humedad	
	Alta capacidad de mecanizado	
	100% reciclable	

Poliamida (PA):	Gran resistencia a la fatiga Capacidad de amortiguación Gran dureza y rigidez Resistencia al desgaste e impacto Harta resistencia a productos químicos	Precio elevado Baja resistencia a rayos UV Menor resistencia al calor Se requiere un secado adecuado
Etil Vinil Acetato (EVA)	Suave y flexible Resistencia a la humedad Resistencia a la tracción Alta durabilidad	Puede emitir gases volátiles a altas temperaturas a altas temperaturas ($\geq 200^{\circ}\text{C}$) Superficie de fricción alta
Poliuretano termoplástico (TPU)	Material rígido-flexible Resistencia a la tracción Resistencia a la abrasión y desgarro Alta durabilidad	Difícil de imprimir Acabado liso Absorbe humedad Seguridad alimentaria: no seguro
Caucho SBS (estireno-butadieno-estireno)	Excelente resistencia a la tracción Buena adherencia en las uniones Larga durabilidad No sufre deformación permanente	Su fabricación Tiene un impacto ambiental considerable Baja resistencia a los aceites

Nota: Elaboración propia.

Mediante la teoría se observó que de acuerdo a nuestro tipo de producto (interrogante) la tecnología de impresión 3D que nos conviene utilizar es la extrusión de material debido a que a efecto de este proyecto se ha pretendido utilizar la impresora 3D de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad Privada Antenor Orrego.

4.2.2. Generación y selección de conceptos

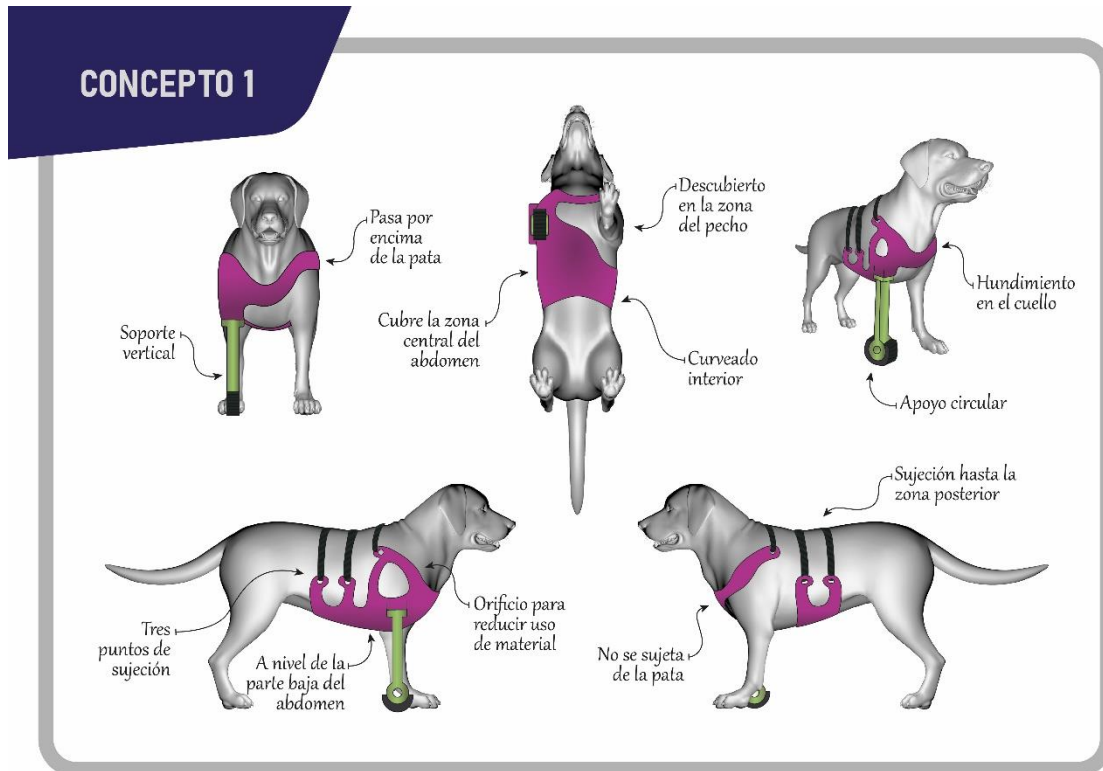
Se elaboró 3 conceptos de prótesis, estos diseños fueron inspirados en los modelos existentes. Se buscó que los diseños sean novedosos y visualmente agradables.

CONCEPTO 1:

Para esta propuesta se tomó como inspiración el modelo 4 (Ver figura 32) con una pechera la cual no sujeta la pata, sino que pasa por encima; además se buscó que los laterales no abarquen mucha superficie y que, en su reemplazo, cubra la zona central del abdomen. Se asignó un soporte vertical con apoyo circular (con antideslizante) los cuales son una sola pieza.

Figura 34

Primer concepto



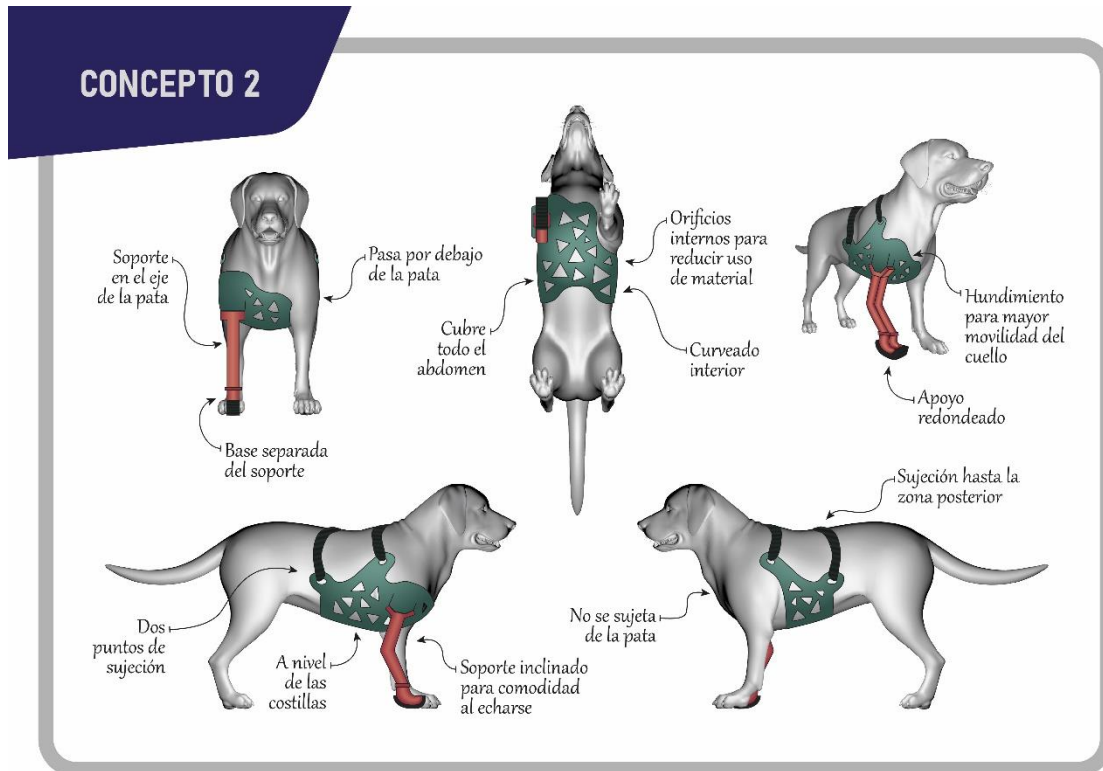
Nota: Boceto del primer diseño propuesto. Elaboración propia.

CONCEPTO 2:

Para esta propuesta se tomó como inspiración el modelo 1 (Ver figura 29) con una pechera con orificios que permita que se ahorre material y que a la vez sea transpirable. Se asignó al diseño dos puntos de sujeción que da un soporte hasta la zona posterior y que por ello la base de la pechera es curvada hacia el abdomen dejando un espacio para que el animal pueda hacer sus necesidades sin que se ensucie ni incomode. Al igual que el concepto anterior, la pechera no se sujeta de la pata, sino que pasa por debajo dejándola libre de manera que brinde movilidad y comodidad. El soporte y la base son componentes separados siendo el soporte inclinado para facilitar al animal a sentarse y a echarse; y la base es redondeada.

Figura 35

Segundo concepto



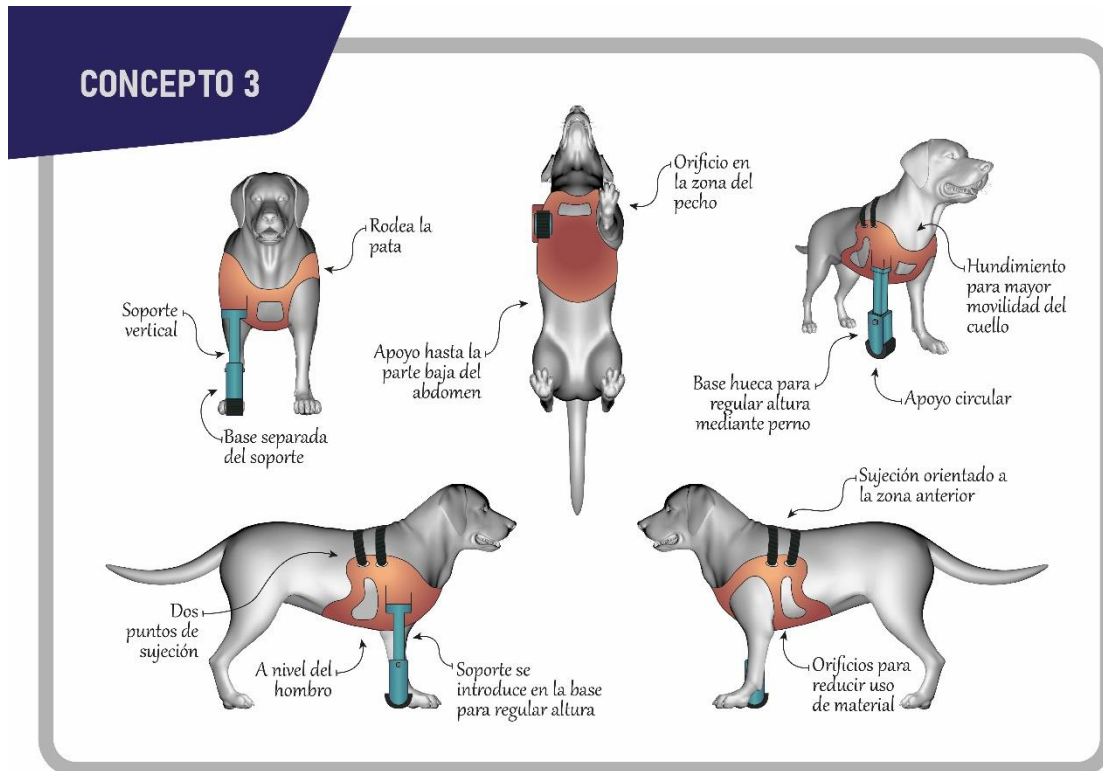
Nota: Boceto del segundo diseño propuesto. Elaboración propia.

CONCEPTO 3:

Para esta propuesta se pensó en satisfacer la necesidad de adaptar la altura por lo que se consideró que la base y el soporte serían dos componentes por separado. La base al ser hueca permitirá que el soporte ingrese y mediante un perno ajustar a la altura requerida. La pechera tiene un orificio en el pecho ya que se consideró que no sería necesario, pero si es necesario que cubra el abdomen por lo que el largo de la base de la pechera llega hasta la parte baja del abdomen, por eso se diseñó que los laterales junto con la sujeción estén orientados a la zona anterior del perro y con una altura a nivel del hombro.

Figura 36

Tercer concepto



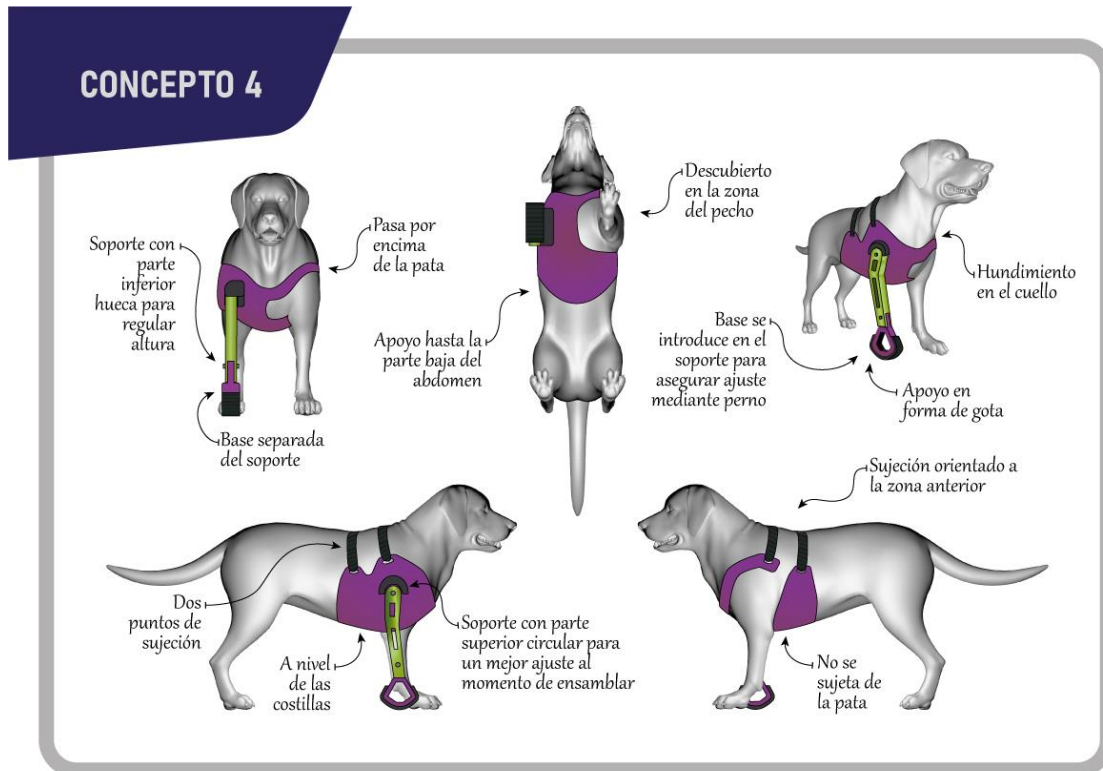
Nota: Boceto del tercer diseño propuesto. Elaboración propia.

CONCEPTO 4:

Esta propuesta al igual que la anterior la base y el soporte son dos componentes por separado de manera que al imprimirse no ocupe mucho espacio además de poder reemplazarse a futuro la base por desgaste. El soporte cuenta agujeros que permita disminuir el material usado, además la parte superior es circular para que sea más fácil el ajuste en la orientación y se mantiene fijo mediante un perno. La pechera tiene hundimiento circular para dar movilidad al cuello del perro, cubre todo el abdomen razón por la que la sujeción está orientada a la zona anterior del perro y con una altura a nivel de las costillas. El apoyo es hueco en el centro para ahorrar material y en forma de gota que permita una caminata cómoda.

Figura 37

Cuarto concepto



Nota: Boceto del cuarto diseño propuesto. Elaboración propia.

Según las necesidades, se estableció los siguientes criterios para escoger el mejor concepto para su posterior diseño y prototipado.

- Facilidad de manejo (dueño)
- Facilidad de uso (perro)
- Facilidad de fabricación
- Se adapta al usuario (perro)
- Diseño competitivo
- Ahorro de material

Estos conceptos se calificarán en una matriz de selección del concepto basado en concepto-puntuación la cual maneja una escala cualitativa ordinal que se visualiza en la tabla 14.

Tabla 14*Escala de calificación de conceptos*

DESEMPEÑO RELATIVO	PUNTAJE
Mucho peor que la referencia	1
Peor que la referencia	2
Igual que la referencia	3
Mejor que la referencia	4
Mucho mejor que la referencia	5

Nota: Puntajes del desempeño en comparación con los diseños de los modelos comparados existentes. Elaboración propia.

Tabla 15*Matriz de selección del concepto*

CRITERIO DE SELECCIÓN	PESO	CONCEPTOS							
		1		2		3		4	
Facilidad de manejo	20%	3	0.60	3	0.60	2	0.40	3	0.60
Facilidad de uso	25%	3	0.75	2	0.50	3	0.75	5	1.25
Facilidad de fabricación	30%	3	0.90	2	0.60	3	0.90	4	1.20
Se adapta al usuario	10%	3	0.30	4	0.40	5	0.50	3	0.30
Diseño competitivo	5%	3	0.15	4	0.20	4	0.20	3	0.15
Ahorro de material	10%	3	0.30	3	0.30	2	0.20	2	0.20
PUNTAJE TOTAL		3.00		2.60		2.95		3.70	
¿CONTINUAR?		NO		NO		NO		SI	

Nota: Se desarrollará el concepto 4 por tener el mayor puntaje. Elaboración propia.

Se obtiene como resultado que el concepto 4 es el más conveniente para trabajar ya que obtuvo un puntaje de 3.70.

4.3. Desarrollo del sistema

4.3.1. Estructura de la prótesis

Tabla 16

Piezas de la prótesis

PIEZAS	FUNCIÓN	APLICACIÓN MORFOLÓGICA	APLICACIÓN ERGONÓMICA	SISTEMA MECÁNICO
Pechera	Estabilizar y conectar la prótesis con el cuerpo del perro.	A medida del molde del perro.	Suave y flexible necesario para amoldarse al perro y a la manipulación.	Estático, orificios para sujeción.
Soporte	Soportar el peso del cuerpo del perro.	Parte superior circular.	A la altura del hombro, inclinación a la altura del codo.	Rotación por ranura, ajuste por orificios.
Apoyo	Absorber golpes y evitar fatiga.	Parte inferior circular.	Continúa en el eje del soporte.	Lineal por ranura.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 17

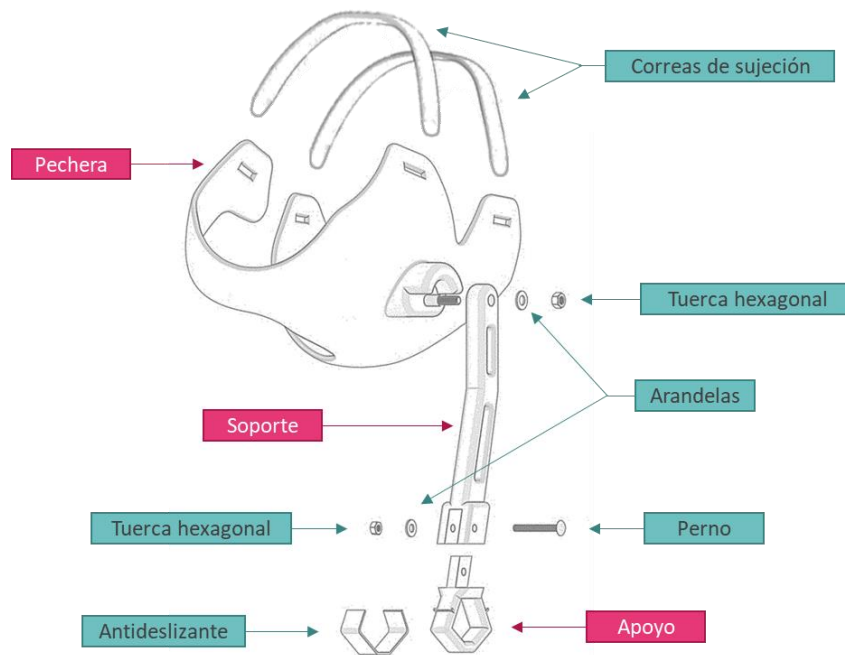
Componentes de la prótesis

COMPONENTES	FUNCIÓN	ESPECIFICACIÓN
Correas de sujeción	Asegurar el ajuste de la prótesis al cuerpo del perro.	2cm x 50 cm Hebillas de ajuste
Goma espuma	Brindar protección a la piel en contacto con la prótesis	Espesor máx.: 2mm
Perno	Evitar desplazamiento del apoyo.	1/4" x 2.5 (1 unid)
Tuerca hexagonal	Asegurar el ajuste del soporte con la pechera.	5/16" (1 unid) 1/4" (1 unid)

Nota: Elaboración propia.

Figura 38

Estructura de la prótesis



Nota: Elaboración propia.

4.3.2. Elección de materiales

4.3.2.1. Material del prototipo

Se escogió la impresión 3D como método de fabricación para el prototipo debido a su rápida iteración y bajo costo inicial.

Se realizó una matriz de decisión (tabla 18) para escoger el material de prototipado, listando los 5 termoplásticos más usados en la impresión 3D.

Se dio mayor peso al costo del filamento, a su resistencia a la carga y a su facilidad de impresión debido a que para este proyecto se requiere un material con propiedades mecánicas buenas, que sea de fácil uso y sobre todo de costo bajo.

Como se observa en la tabla 18, el material óptimo a usar en el prototipado mediante impresión 3D es el PETG (Polietileno tereftalato glicol modificado).

Tabla 18*Matriz de decisión – Material para prototipado*

CONSIDERACIONES	PESO	MATERIALES									
		PLA		ABS		PETG		PA		TPU	
Resistencia a la carga	15%	3	0.45	3	0.45	4	0.60	4	0.60	3	0.45
Resistencia a impactos	7%	2	0.14	3	0.21	4	0.28	4	0.28	3	0.21
Resistencia térmica	2%	2	0.04	3	0.06	4	0.08	4	0.08	2	0.04
Flexibilidad	3%	2	0.06	3	0.09	4	0.12	4	0.12	4	0.12
Durabilidad	7%	2	0.14	3	0.21	3	0.21	4	0.28	4	0.28
Isotropía	4%	4	0.16	3	0.12	3	0.12	3	0.12	3	0.12
Facilidad de impresión	12%	4	0.48	3	0.36	2	0.24	1	0.12	1	0.12
Costo	50%	4	2.00	3	1.50	4	2.00	1	0.50	2	1.00
PUNTAJE TOTAL	100%	3.47		3.00		3.65		2.10		2.34	
¿ESCOGER?		NO		NO		SI		NO		NO	

Nota: 1 = Malo, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Excelente. Elaboración propia.

4.3.2.2. Material de los componentes

- **Goma espuma:** Se eligió el microporoso, el cual es usado donde se necesita transpirabilidad y flexibilidad.
- **Correas de sujeción:** Se eligió como material para las correas el nylon debido a que es el material más accesible a la compra además de ser un material duradero y resistente. Así mismo, para que sea ajustable es necesario el uso de hebillas.

Figura 39*Hebillas*

Nota: Imágenes referenciales de hebillas a utilizar.

- **Pernos y tuercas**

Tanto los pernos como las tuercas son de acero de bajo contenido de carbono, con acabado galvanizado.

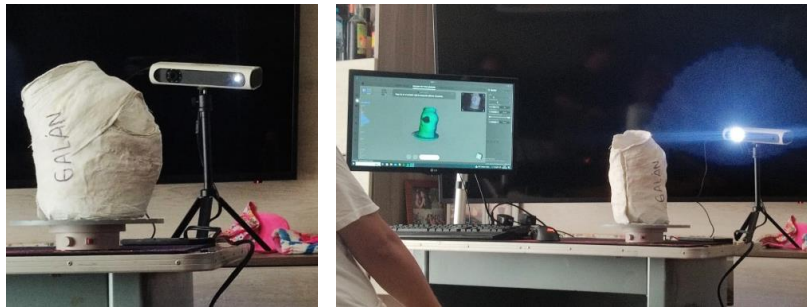
4.3.3. Modelado del prototipo

4.3.3.1. Escaneo del molde

Se utilizó el escáner 3D portátil CreaLity CR – Scan 01 para escanear los moldes y así tener las medidas exactas para el modelado. Este modo de escaneo tiene una alta precisión de hasta 0.1mm.

Figura 40

Escaneo del molde

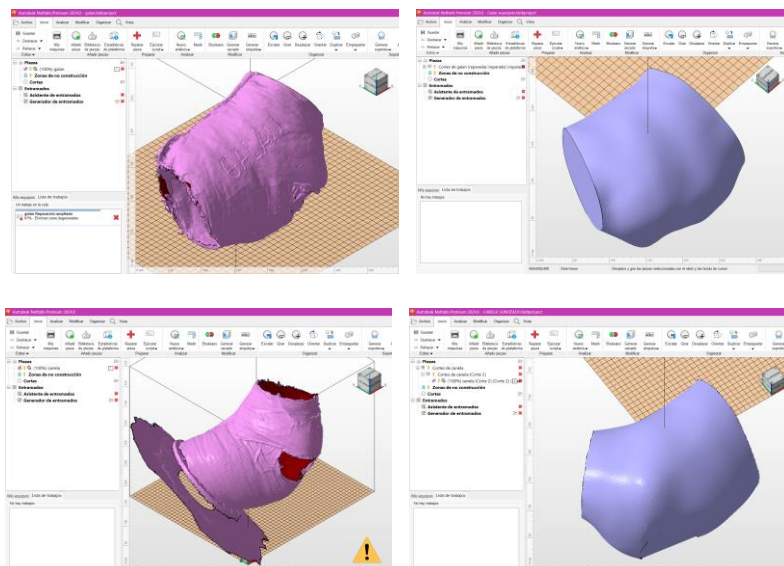


Nota: Propiedad de los autores.

Para suavizar el modelo 3D y asignarle la rotación y posición correcta se utilizó el software Autodesk Netfabb Premium.

Figura 41

Suavizado del modelo escaneado



Nota: Capturas de pantalla del software Autodesk Netfabb. Propiedad de los autores.

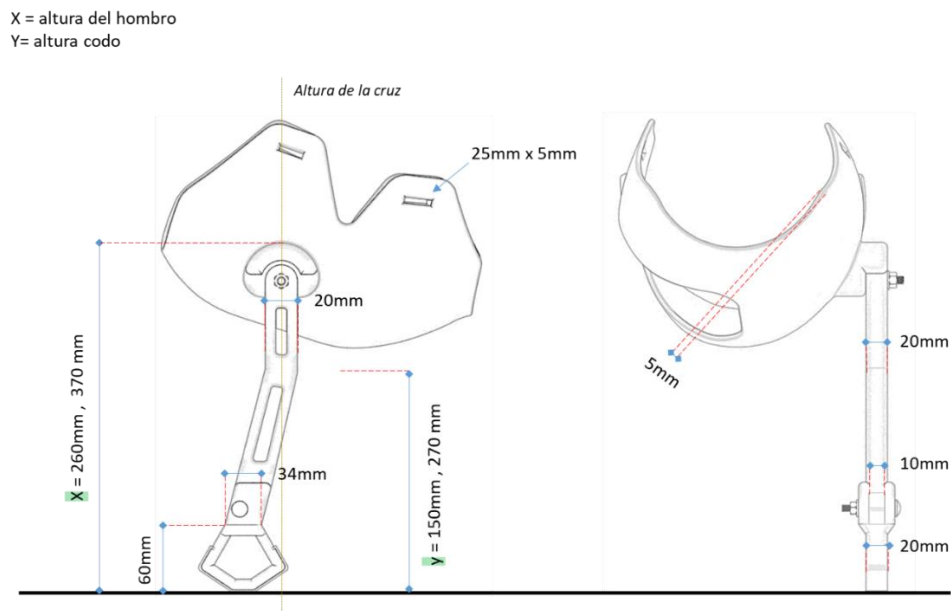
4.3.3.2. Modelado 3D de las prótesis

Para el modelado las dimensiones de las prótesis se basaron en dos principales medidas:

- Altura del hombro (x)
- Altura del codo (y)

Figura 42

Dimensiones - Prótesis



Nota: Medidas generales de la prótesis. Elaboración propia.

El programa CAD utilizado para el modelado de la prótesis fue SolidWorks® 2022, se especificaron las ecuaciones en base a las medidas generales y a las medidas de los moldes.

Figura 43

Ecuaciones del modelo - Pechera

Ecuaciones	Ecuaciones
"Largo molde"=295.26mm	"Largo molde"=222.69mm
"Alto molde"=263.82mm	"Alto molde"=229.2mm
"Ancho molde"=218.88mm	"Ancho molde"=158.64mm
"Altura hombro"=370mm	"Altura hombro"=260mm
"Altura codo"=270mm	"Altura codo"=150mm
"Ancho soporte"=20mm	"Ancho soporte"=20mm
"Apoyo altura"=60mm	"Apoyo altura"=60mm
"Angulo soporte"=5°	"Angulo soporte"=5°
"Radio soporte"=15mm	"Radio soporte"=15mm

Nota: Ecuaciones asignadas en SolidWorks. Izquierda: Ecuaciones para el prototipo de Canela. Derecha: Ecuaciones para el prototipo de Galán. Elaboración propia.

Dado que el PETG no se encuentra en la biblioteca de materiales de SolidWorks se añadió sus propiedades manualmente y se procedió con el modelado.

Figura 44

Propiedades del PETG

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	3500	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.38	N/D
Módulo cortante	2400	N/mm ²
Densidad de masa	1300	kg/m ³
Límite de tracción	50	N/mm ²
Límite de compresión	17.92	N/mm ²
Límite elástico	26.082	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	68	/K
Conductividad térmica	0.2256	W/(m·K)
Calor específico	1386	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material	2.2	N/D

Nota: Parámetros asignados para PETG en SolidWorks. Valores obtenidos de González Arzate & Bermúdez Díaz (2023).

Figura 45

Masa del prototipo

Propiedades de masa de Ensamblaje Prótesis - CANELA
 Configuración: Predeterminado
 Sistema de coordenadas: -- predeterminado --
 Masa = 929.41 gramos

Propiedades de masa de Ensamblaje Prótesis - GALAN
 Configuración: Predeterminado
 Sistema de coordenadas: -- predeterminado --
 Masa = 686.78 gramos

Nota: Masa del prototipo para Canela es de 0,92941 kg. Masa del prototipo para Galán es de 0,68678 kg Elaboración propia.

Figura 46

Modelado de piezas - Canela



Nota: Piezas modeladas para la prótesis de Galán. Elaboración propia.

Figura 47

Modelado de piezas – Galán



Nota: Piezas modeladas para la prótesis de Galán. Elaboración propia.

4.4. Diseño en detalle

4.4.1. Testeo por simulación

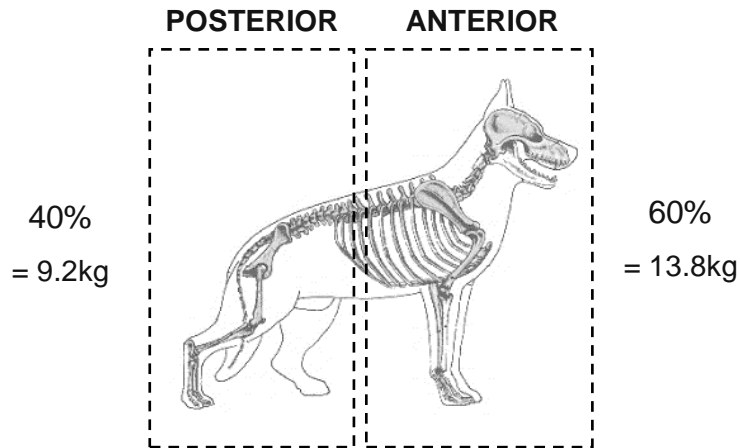
4.4.1.1. Cálculo de tolerancias

CASO CANELA:

Conociendo que el peso de Canela es de 23 kg se calculó la distribución de su peso.

Figura 48

Distribución del peso de Canela



Nota: Imagen referencial del peso que corresponde a cada zona de Canela. Elaboración propia.

De acuerdo a la fórmula de los miembros anteriores, cada miembro anterior pesaría 13.8 kg, que viene a ser el peso mínimo que tendría que soportar la prótesis. Por lo tanto, el peso de Canela ejerce una fuerza de 67.67 N en el miembro anterior.

$$\text{Anterior: } F_o = F_f$$

$$F_f = 13.8 \text{ kg} \longrightarrow 13.8 / 2 = 6.9 \text{ kg}$$
$$(6.9 \text{ kgf}) (9.80665 \text{ m/s}^2) = 67.66589 \text{ N}$$
$$67.66589 \text{ N} \longrightarrow 67.67 \text{ N}$$

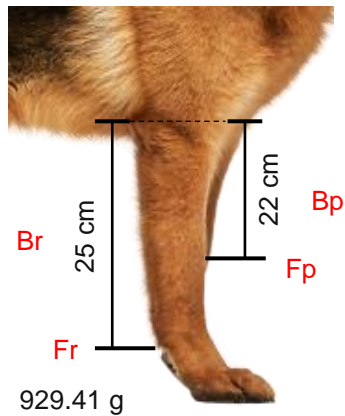
De acuerdo a la fórmula de la palanca de tercer género para los miembros anteriores, la fuerza empleada por Canela es de 10.36 N que es un valor dentro del rango para que el animal pueda caminar sin dificultad.

$$\text{Fórmula: } F_r \times B_r = F_p \times B_p$$

$$(0.92941 \text{ kg}) (25 \text{ cm}) = (x) \text{ kgf} (22 \text{ cm})$$
$$x = (0.92941 \text{ kg}) (25 \text{ cm} / 22 \text{ cm})$$
$$x = 1.0561 \text{ kgf} = \mathbf{10.36 \text{ N}}$$
$$1 \text{ kgf} = (1 \text{ kg}) \times (9.80665 \text{ m/s}^2) \sim 9.81 \text{ N}$$

Figura 49

Dimensiones de la pata de Canela



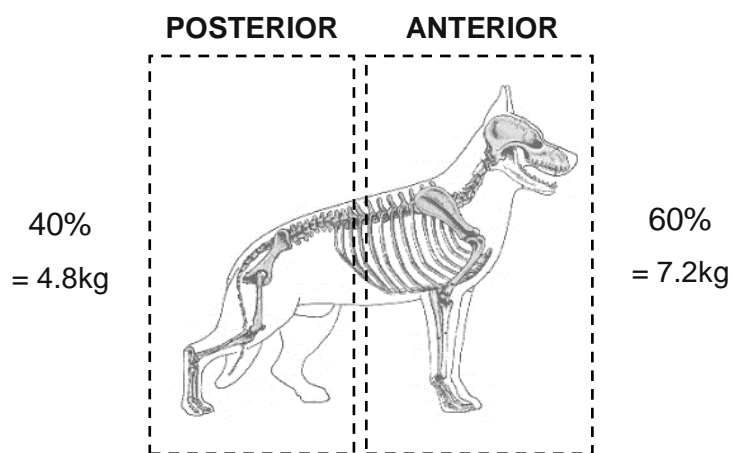
Nota: Elaboración propia.

CASO GALÁN:

Conociendo que el peso de Galán es de 12 kg se calculó la distribución de su peso.

Figura 50

Distribución del peso de Galán



Nota: Imagen referencial del peso que corresponde a cada zona del Galán. Elaboración propia.

De acuerdo a la fórmula de los miembros anteriores, cada miembro anterior pesaría 3.6 kg, que viene a ser el peso mínimo que tendría que soportar la prótesis. Por lo tanto, el peso de Galán ejerce una fuerza de 35.30 N en el miembro anterior.

$$\text{Anterior: } F_o = F_f$$

$$F_f = 7.2 \text{ kg} \longrightarrow 7.2 / 2 = 3.6 \text{ kg}$$

$$(3.6 \text{ kgf}) (9.80665 \text{ m/s}^2) = 35.30394 \text{ N}$$

$$35.30394 \text{ N} \longrightarrow 35.30 \text{ N}$$

De acuerdo a la fórmula de la palanca de tercer género para los miembros anteriores, la fuerza empleada por Galán es de 8.42 N que es un valor dentro del rango para que el animal pueda caminar sin dificultad.

$$\text{Fórmula: } F_r \times B_r = F_p \times B_p$$

$$(0.68678 \text{ kg}) (15 \text{ cm}) = (x) \text{ kgf} (12 \text{ cm})$$

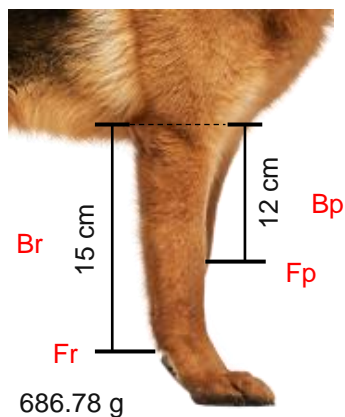
$$x = (0.68678 \text{ kg}) (15 \text{ cm} / 12 \text{ cm})$$

$$x = 0.859 \text{ kgf} = \mathbf{8.42 \text{ N}}$$

$$1 \text{ kgf} = (1 \text{ kg}) \times (9,80665 \text{ m/s}^2) \sim 9,81 \text{ N}$$

Figura 51

Dimensiones de la pata de Galán



Nota: Elaboración propia.

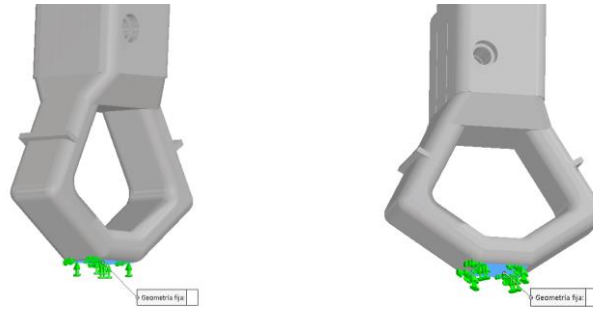
4.4.1.2. Análisis de elementos finitos

Se realizó 3 estudios de simulación: Análisis estático, análisis de pandeo y análisis de fatiga.

Previo a la simulación se procedió a aplicar las cargas, sujeciones y mallado al modelo con los valores calculados.

Figura 52

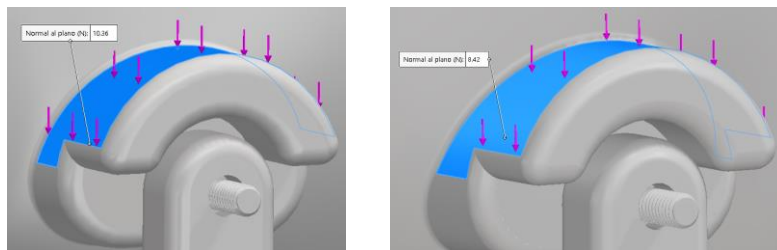
Parámetros: Sujeciones



Nota: Se aplicó sujeción de geometría fija en la base de los modelos. Izquierda: Sujeción para prótesis de Canela. Derecha: Sujeción para prótesis de Galán. Elaboración propia.

Figura 53

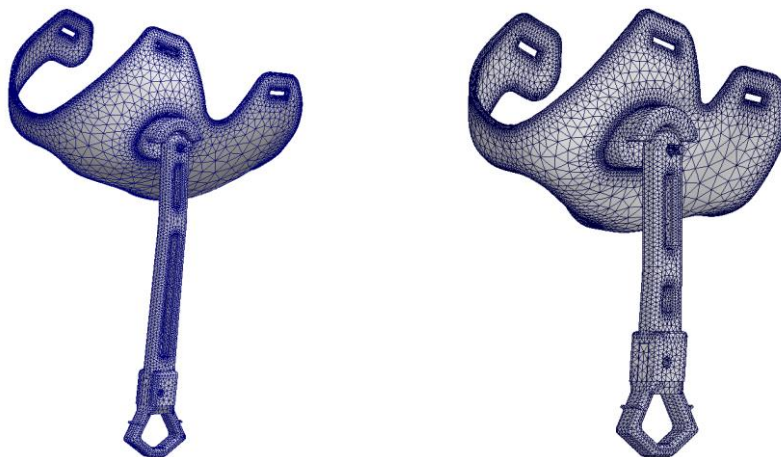
Parámetros: Cargas



Nota: Izquierda: Carga para prótesis de Canela. Derecha: Carga para prótesis de Galán. Elaboración propia.

Figura 54

Parámetros: Mallado



Nota: Se aplicó malla basada en curvatura de combinado para ambos modelos. Izquierda: Malla para prótesis de Canela. Derecha: Malla para prótesis de Galán. Elaboración propia.

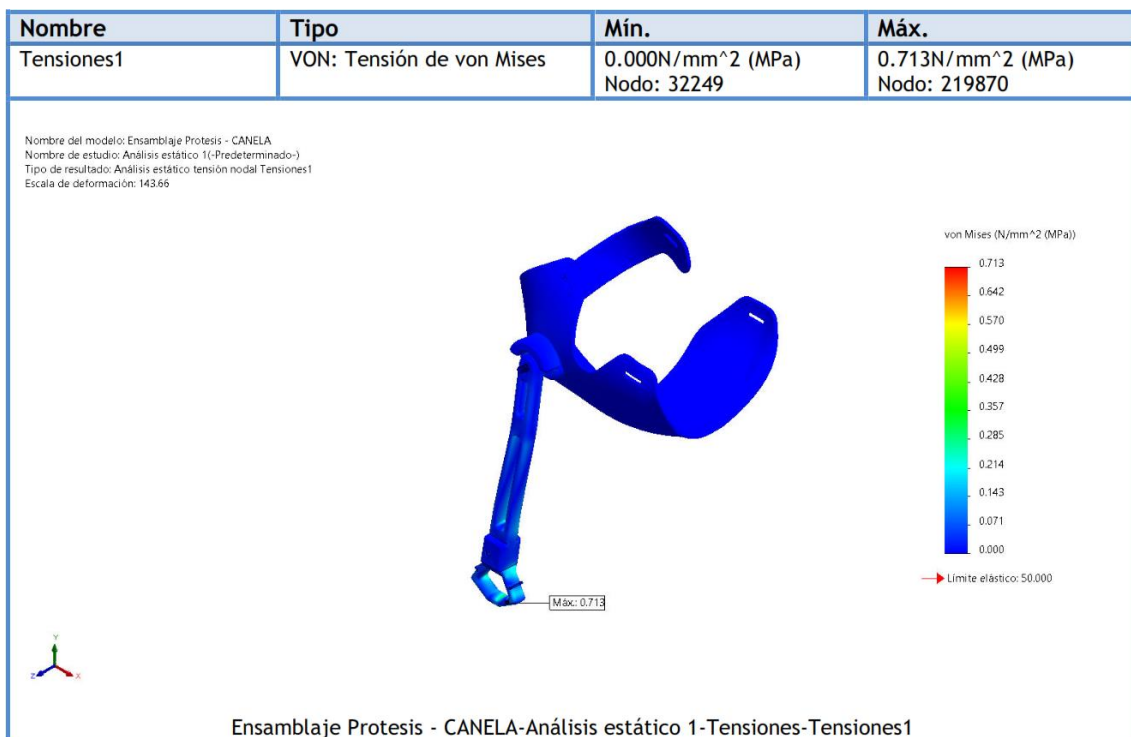
CASO CANELA

A. Análisis estático

En la figura 59 se observa que el valor máximo de tensión es de 0.713 MPa ubicado en la parte inferior del apoyo, esto quiere decir que esa área es donde más se concentran los esfuerzos. Considerando que el límite elástico del material es de 50 MPa el prototipo soporta las tensiones sin deformarse permanentemente.

Figura 55

Resultados - Tensión de von Mises (Canela)



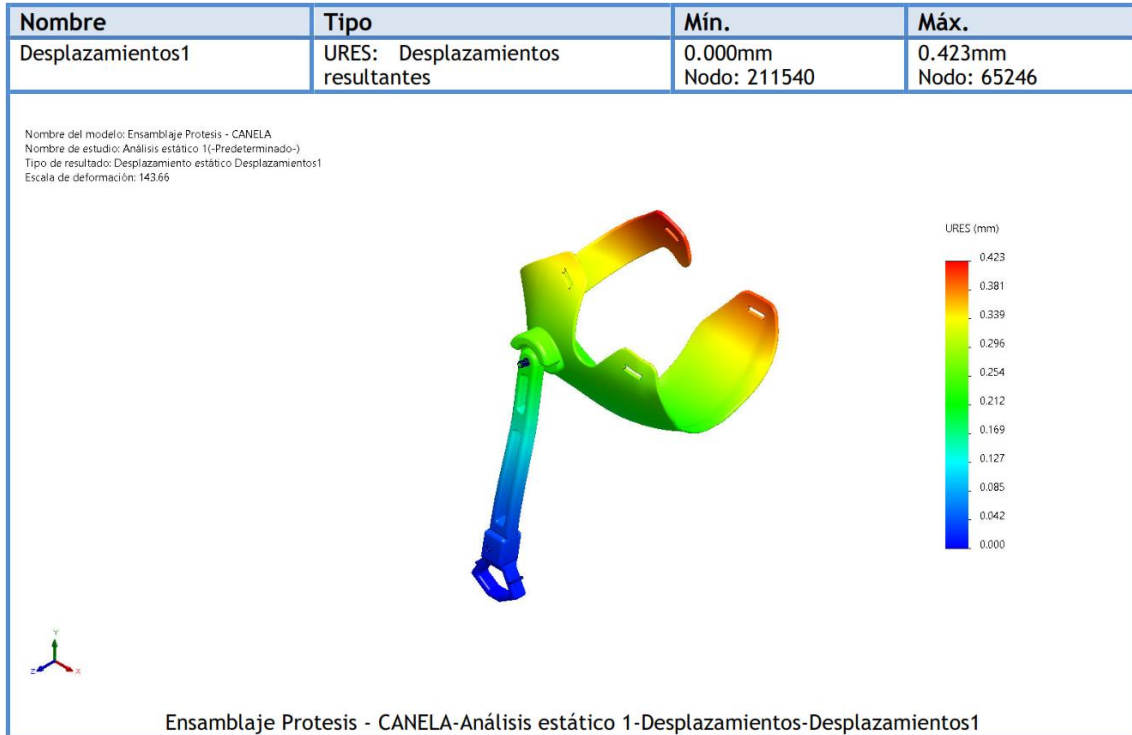
Nota: Se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en MPa. Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

En la figura 60 se observa que debido al peso del animal la prótesis se inclina hacia atrás. Considerando que el equilibrio del perro se mantendrá con la pata derecha delantera, se toma en cuenta el valor de la zona donde está ubicado el soporte de la prótesis que tiene un valor

aproximado de 0.26 mm el cual es un valor mínimo y no afecta a la funcionalidad de la prótesis.

Figura 56

Resultados – Desplazamientos (Canela)

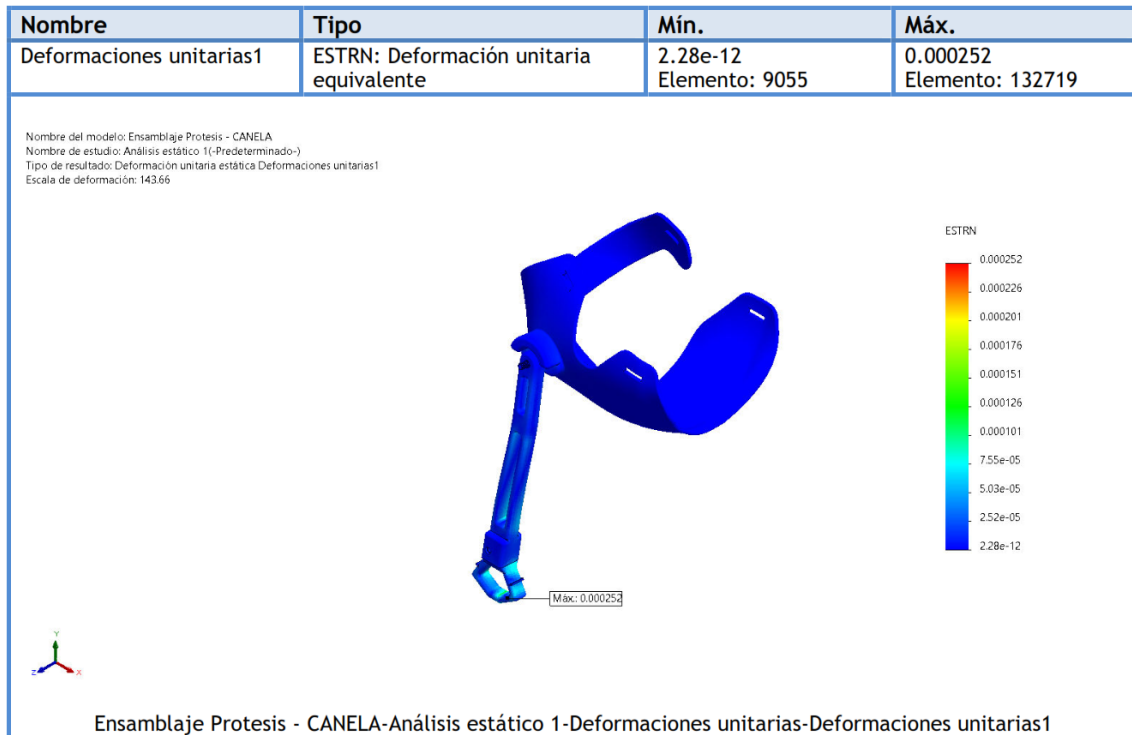


Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayor desplazamiento, se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en mm. Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

En la figura 61 observamos que el área con mayor deformación es la zona inferior del apoyo con un valor de 0.000252 que representa una deformación muy pequeña, esto indica que el diseño es rígido lo que se considera positivo.

Figura 57

Resultados – Deformaciones unitarias (Canela)

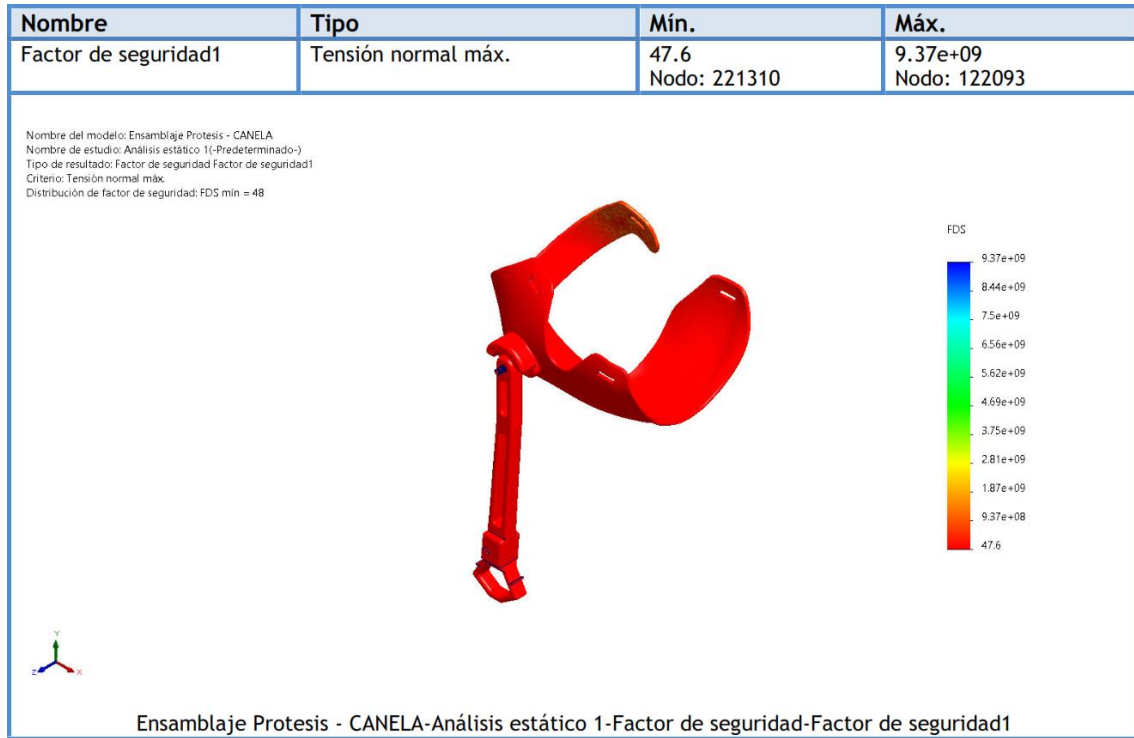


Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayor deformación, se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en ESTRN (deformación unitaria equivalente). Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

En la figura 62 observamos que el valor mínimo para el factor de seguridad es de 47.6, lo que indica que el diseño es seguro y puede soportar la carga sin problemas. Significa que el diseño es altamente confiable.

Figura 58

Resultados – Factor de seguridad (Canela)



Nota: Las zonas con colores fríos representan mayor factor de seguridad, se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en FDS (factor de seguridad). Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

B. Análisis de pandeo

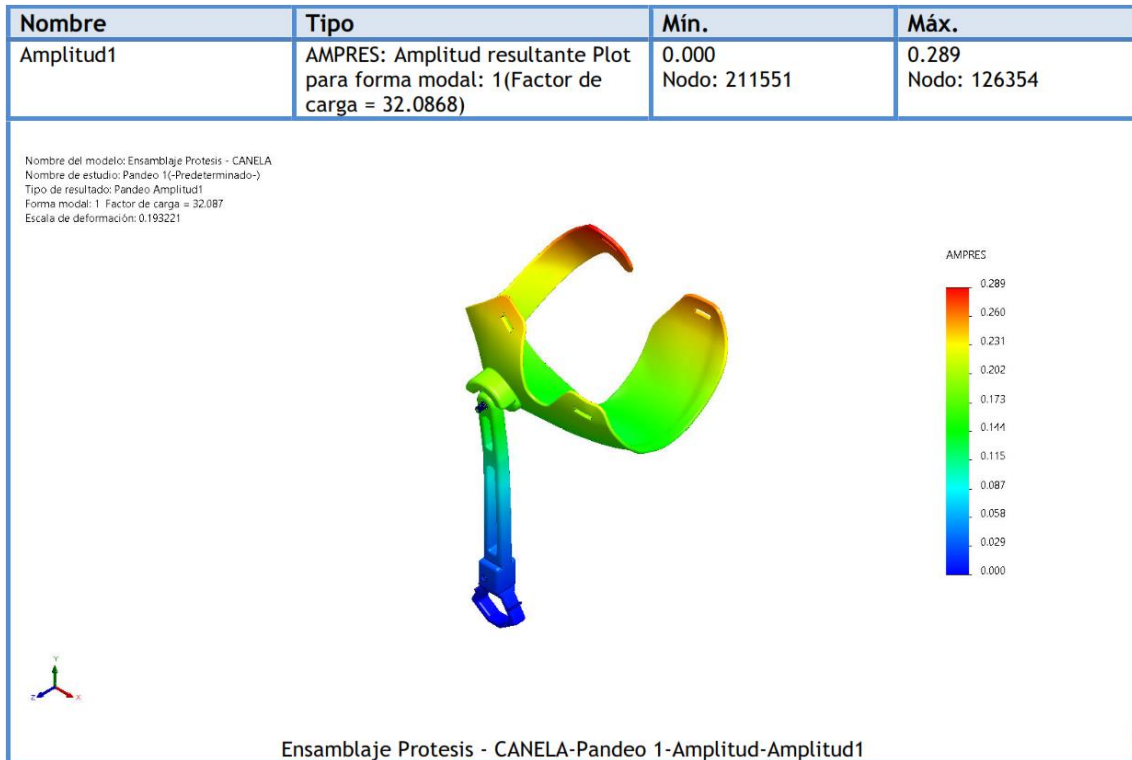
En la figura 63 vemos que el factor de carga predeterminado es de 32.087, es decir, que la forma modal 1 tiene una carga crítica igual a:

$$\text{Carga crítica} = 32.087 \times 10.36 \text{ N} = 332.42\text{N}$$

Además, que el software utilizó una escala de deformación de 0.195 veces más que la normal generando como máximo un 0.286 de amplitud resultante.

Figura 59

Resultados – Pandeo (Canela)



Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayor desplazamiento. Se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en AMPRES (amplitud resultante). Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

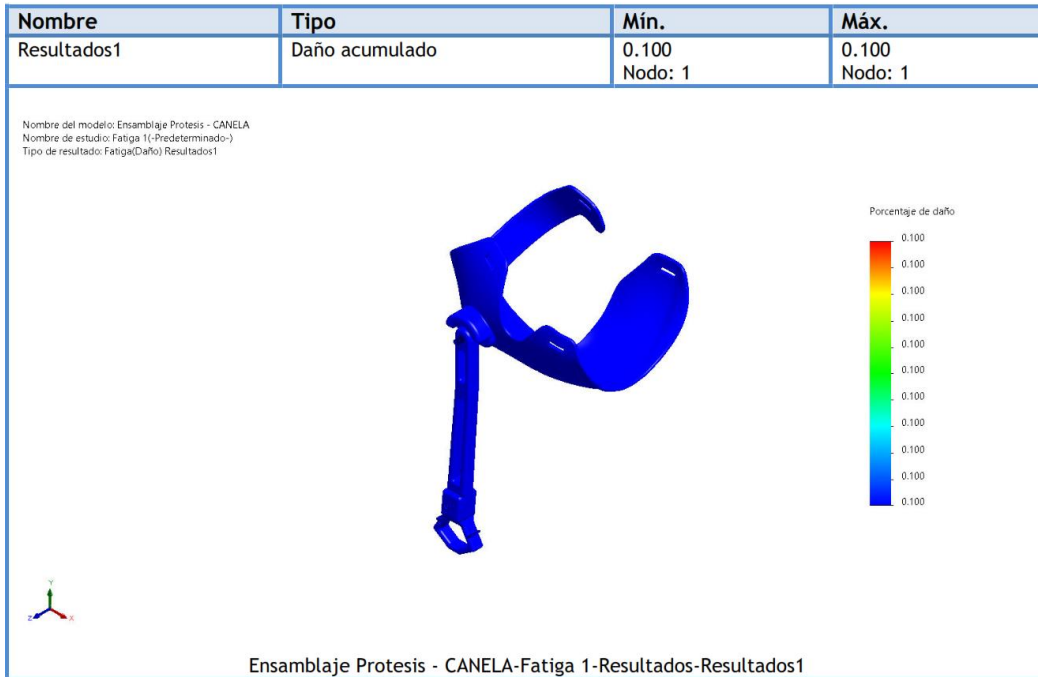
C. Análisis de fatiga

En la figura 64 vemos que el porcentaje de daño es constante con un valor de 10%, es decir que al cabo de 1000 ciclos se alcanzará un daño del 10%.

Y en la figura 65 vemos que el prototipo va a tener un deterioro en 1.00e+06 ciclos. Es decir, que el ciclo de vida del material es largo y duradero.

Figura 60

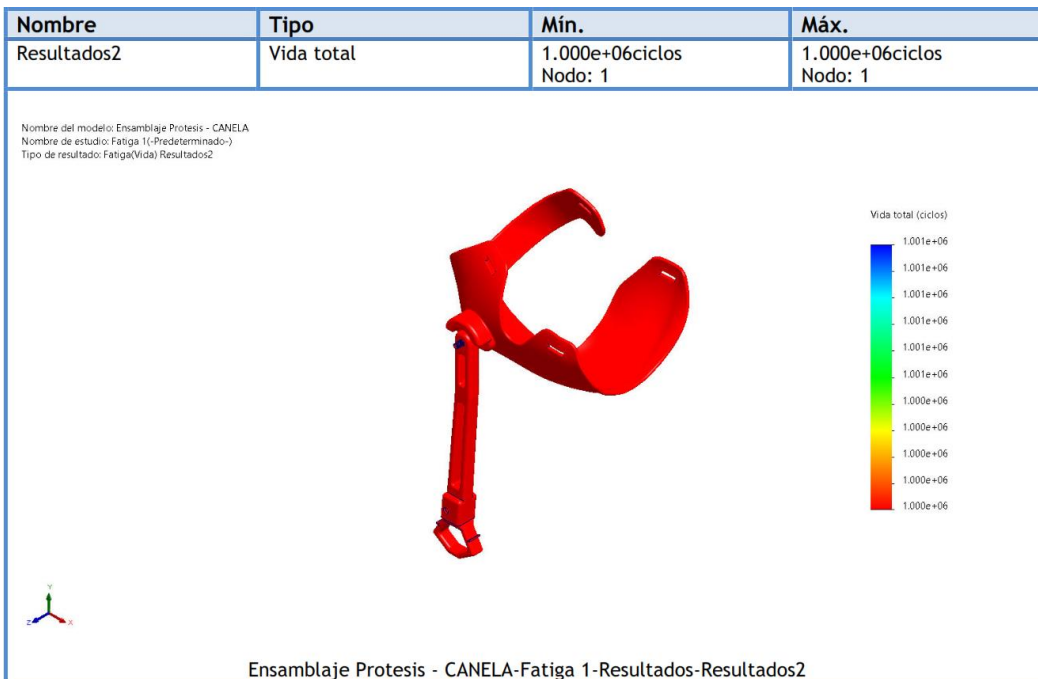
Resultados – Fatiga: Daño (Canela)



Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayor porcentaje de daño. Se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en %. Elaboración propia.

Figura 61

Resultados – Fatiga: Vida (Canela)



Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayores ciclos de vida. Se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en ciclos. Elaboración propia.

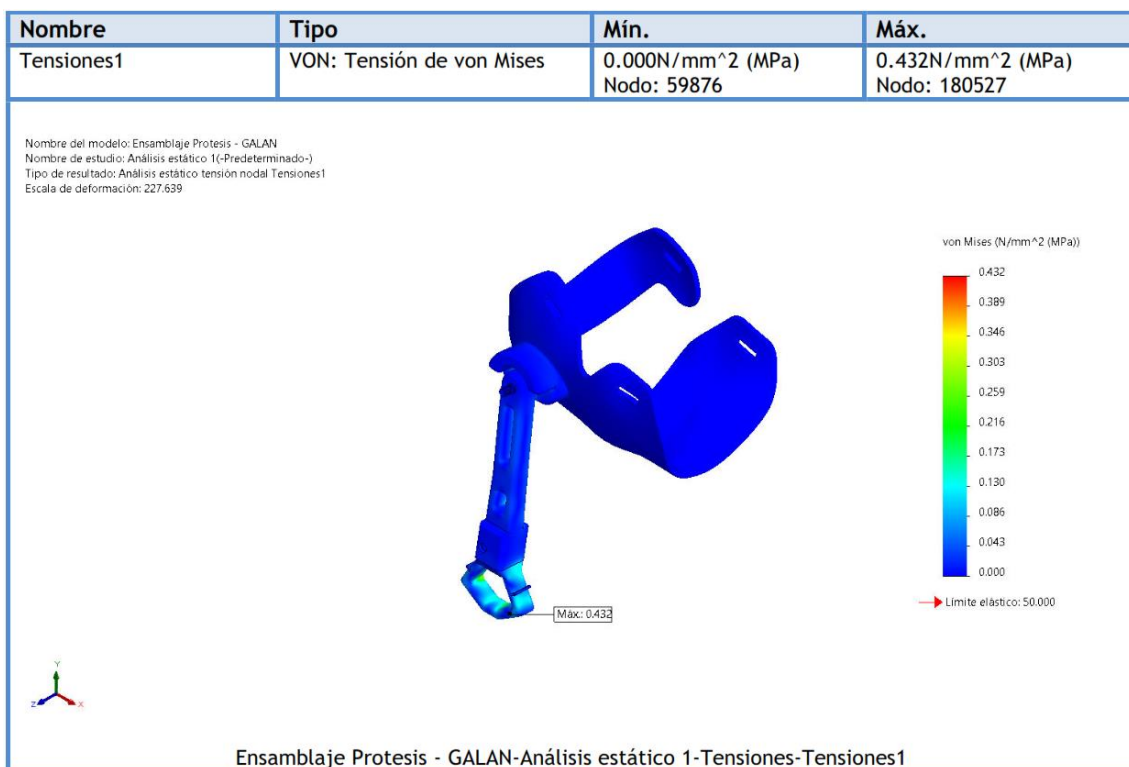
CASO GALÁN

A. Análisis estático

En la figura 66 se observa que el valor máximo de tensión es de 0.432 MPa ubicado en la parte inferior del apoyo, esto quiere decir que esa área es donde más se concentran los esfuerzos. Considerando que el límite elástico del material es de 50 MPa el prototipo soporta las tensiones sin deformarse permanentemente.

Figura 62

Resultados - Tensión de von Mises (Galán)



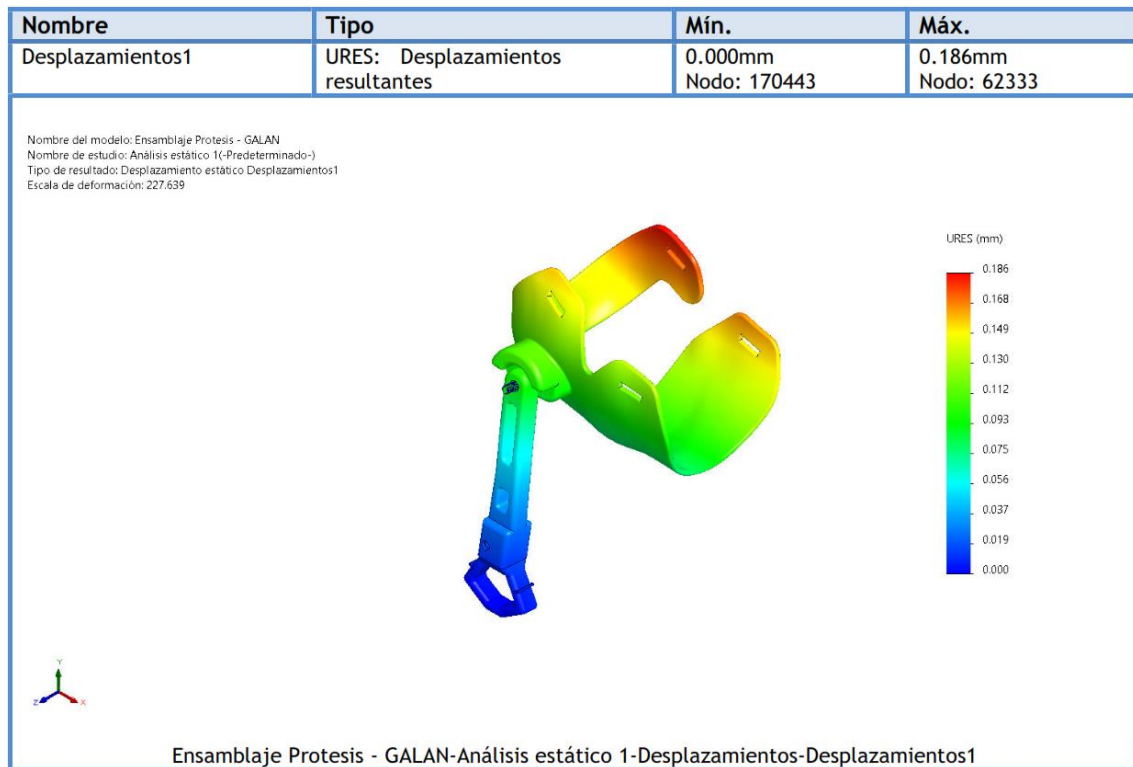
Nota: Se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en MPa. Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

En la figura 67 se observa que, al igual que en el caso de Canela, debido al peso del animal la prótesis se inclina hacia atrás. Considerando que el equilibrio del perro se mantendrá con la pata derecha delantera, se toma en cuenta el valor de la zona donde está ubicado el apoyo de la prótesis que tiene un valor aproximado de 0.11 mm el

cual es un valor mínimo y no afecta a la funcionalidad de la prótesis.

Figura 63

Resultados – Desplazamientos (Galán)

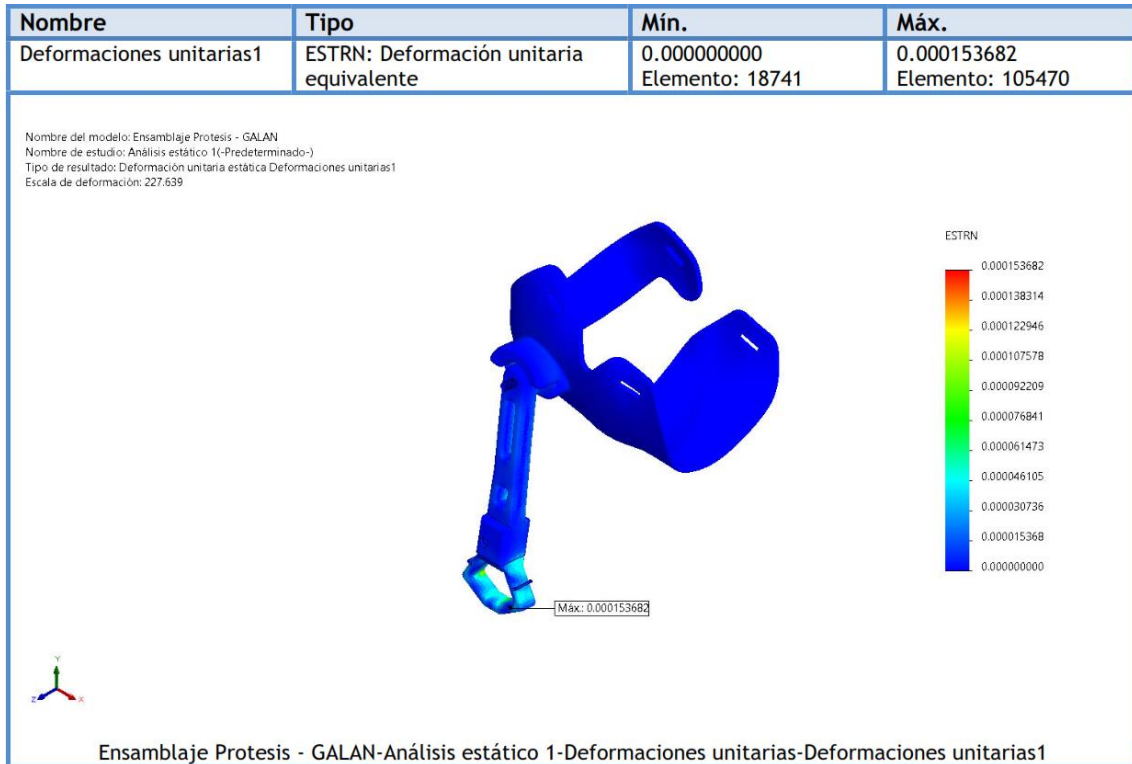


Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayor desplazamiento, se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en mm. Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

En la figura 68 observamos que el área con mayor deformación es la zona inferior del apoyo con un valor de 0.000154 que representa una deformación muy pequeña, esto indica que el diseño es rígido lo que se considera positivo.

Figura 64

Resultados – Deformaciones unitarias (Galán)

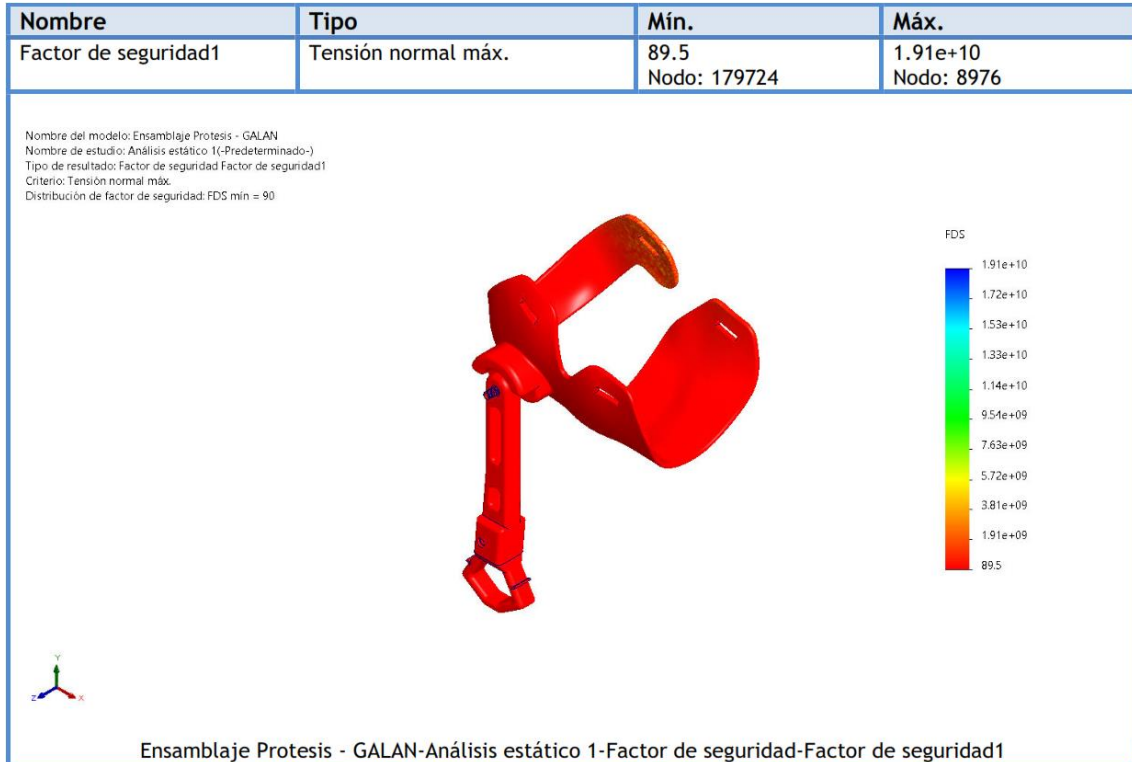


Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayor deformación, se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en ESTRN (deformación unitaria equivalente). Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

En la figura 69 observamos que el valor mínimo para el factor de seguridad es de 89.5, lo que indica que el diseño es seguro y puede soportar la carga sin problemas. Significa que el diseño es altamente confiable.

Figura 65

Resultados – Factor de seguridad (Galán)



Nota: Las zonas con colores fríos representan mayor factor de seguridad, se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en FDS (factor de seguridad). Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

B. Análisis de pandeo

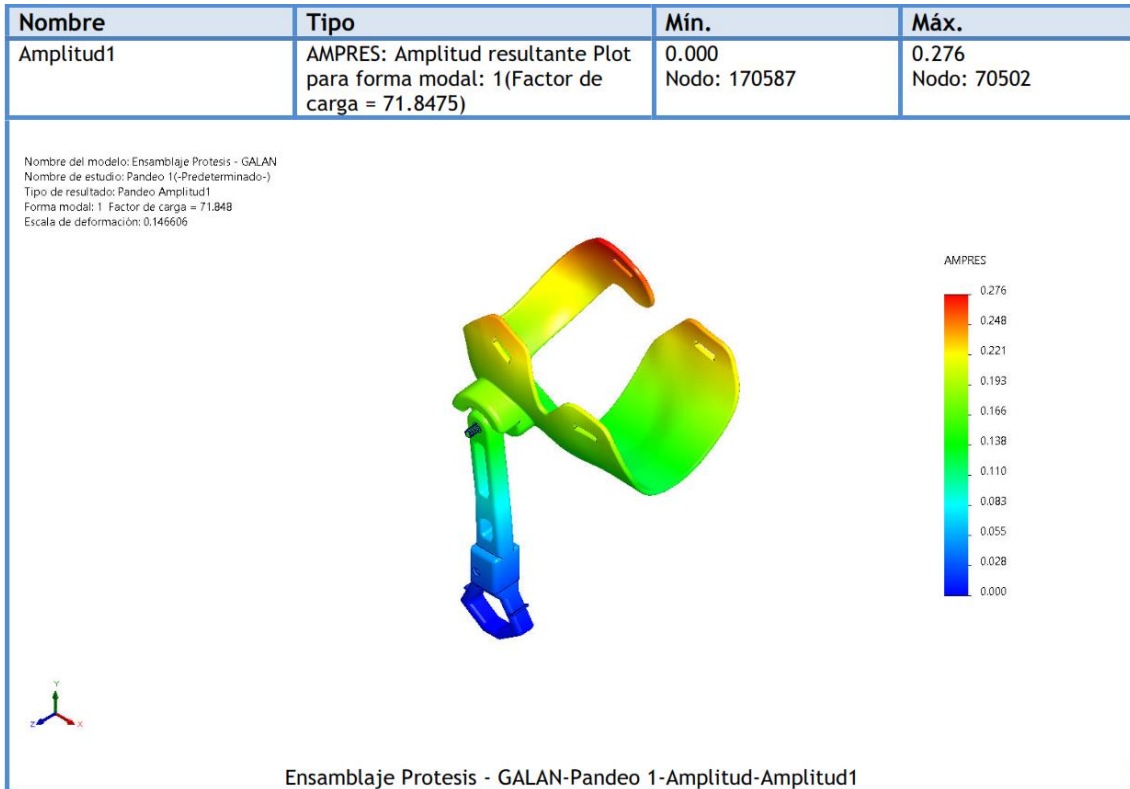
En la figura 70 vemos que el factor de carga predeterminado es de 71.848 es decir, que la forma modal 1 tiene una carga crítica igual a:

$$\text{Carga crítica} = 71.848 \times 8.42 \text{ N} = 604.96 \text{ N}$$

Además, que el software utilizó una escala de deformación de 0.1466 veces más que la normal generando como máximo un 0.276 de amplitud resultante.

Figura 66

Resultados – Pandeo (Galán)



Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayor desplazamiento. Se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en AMPRES (amplitud resultante). Obtenido de SolidWorks Simulation. Elaboración propia.

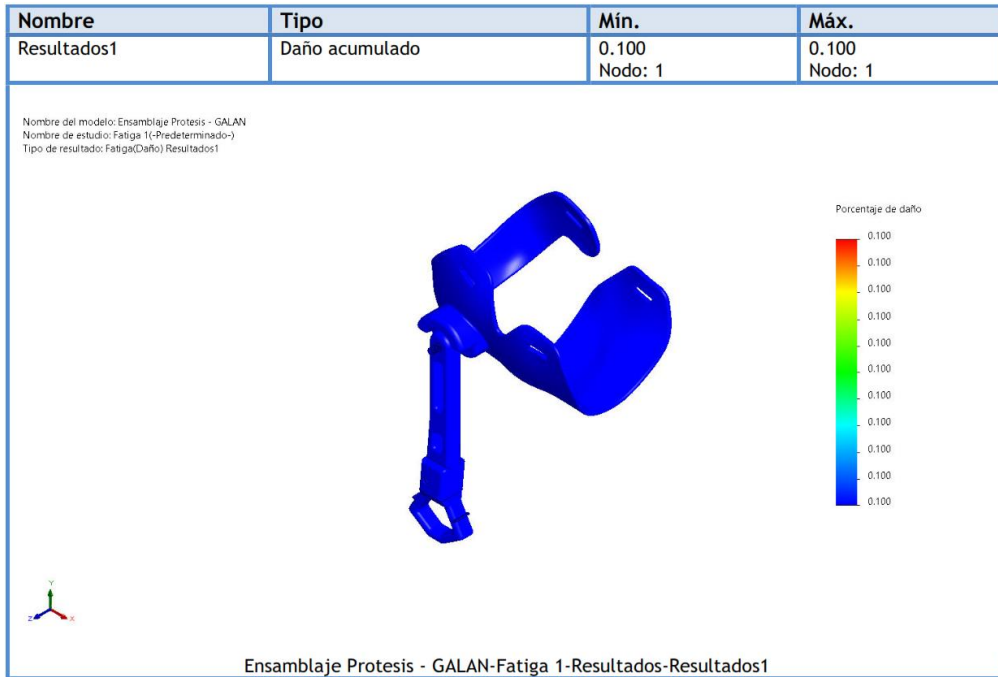
C. Análisis de fatiga

En la figura 71 vemos que el porcentaje de daño es constante con un valor de 10%, es decir que al cabo de 1000 ciclos se alcanzará un daño del 10%.

Y en la figura 72 vemos que el prototipo va a tener un deterioro en $1.00e+06$ ciclos. Es decir, que el ciclo de vida del material es largo y duradero.

Figura 67

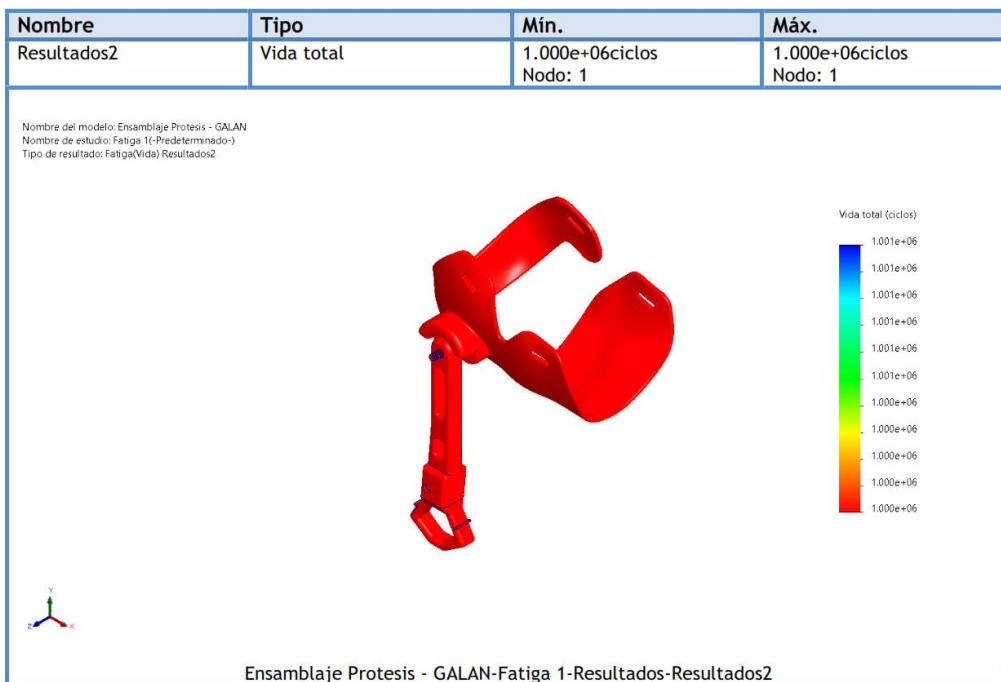
Resultados – Fatiga: Daño (Galán)



Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayor porcentaje de daño. Se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en %. Elaboración propia.

Figura 68

Resultados – Fatiga: Vida (Galán)



Nota: Las zonas con colores cálidos representan mayores ciclos de vida. Se utiliza una escala valorativa con colores donde cada color tiene un valor en ciclos. Elaboración propia.

4.4.2. Optimización de diseño

Sabemos que el diseño modelado es válido, pero se pretende optimizarlo para mejorar su desempeño en base a los resultados obtenidos de las simulaciones mediante un estudio de diseño en el software de SolidWorks.

4.4.2.1. Parámetros

Figura 69

Parámetros para optimización

Ejecutar Optimización Total de escenarios activos: 12

Variables

Ancho apoyo	Intervalo con nasa	Min: 15mm	Máx: 30mm	Paso: 5mm
Hueco soporte	Intervalo con nasa	Min: 10mm	Máx: 15mm	Paso: 2.5mm
<i>Haga clic aquí para agregar Variables</i>				

Restricciones

Tensión2	es menor que	Máx: 50 N/mm ²	Análisis estático
Desplazamiento2	es menor que	Máx: 1mm	Análisis estático
Deformación unitaria2	es menor que	Máx: 0.500000	Análisis estático
Factor de seguridad mínimo1	es mayor que	Min: 1.000000	Análisis estático
<i>Haga clic aquí para agregar Restricciones</i>			

Objetivos

Masa2	Minimizar
<i>Haga clic aquí para agregar Objetivos</i>	

Nota: Parámetros usados para los estudios de diseño. Elaboración propia.

4.4.2.2. Resultados

CASO CANELA

Se obtuvo 10 escenarios viables, de los cuales los valores más óptimos fueron del escenario N° 1.

Se optimizó la tensión de von Mises, así como los desplazamientos y la deformación unitaria, además aumentó el factor de seguridad logrando así minimizar el peso total del prototipo a 921.71g (7.7g menos).

Figura 70

Resultados: Estudio de diseño (Canela)

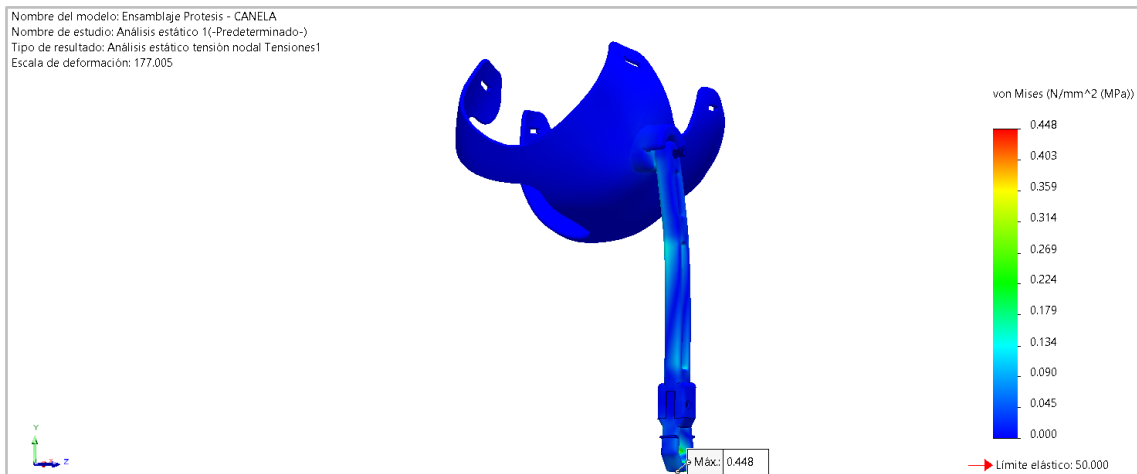
Se ejecutaron correctamente 10 de 14 escenarios. Calidad del estudio de diseño: Alta

		Actual	Inicial	Óptimo (1)
Ancho apoyo		25mm	30mm	15mm
Hueco soporte		10mm	10mm	10mm
Tensión2	< 50 N/mm ²	5.741e-01 N/mm ² (MPa)	7.131e-01 N/mm ² (MPa)	4.482e-01 N/mm ² (MPa)
Desplazamiento2	< 1mm	3.966e-01 mm	4.236e-01 mm	3.494e-01 mm
Deformación unitaria2	< 0.500000	2.280e-04	2.516e-04	1.823e-04
Factor de seguridad mínimo2	> 1.000000	8.710e+01	7.012e+01	1.115e+02
Masa2	Minimizar	926.57 g	929.41 g	921.71 g

Nota: Elaboración propia.

Figura 71

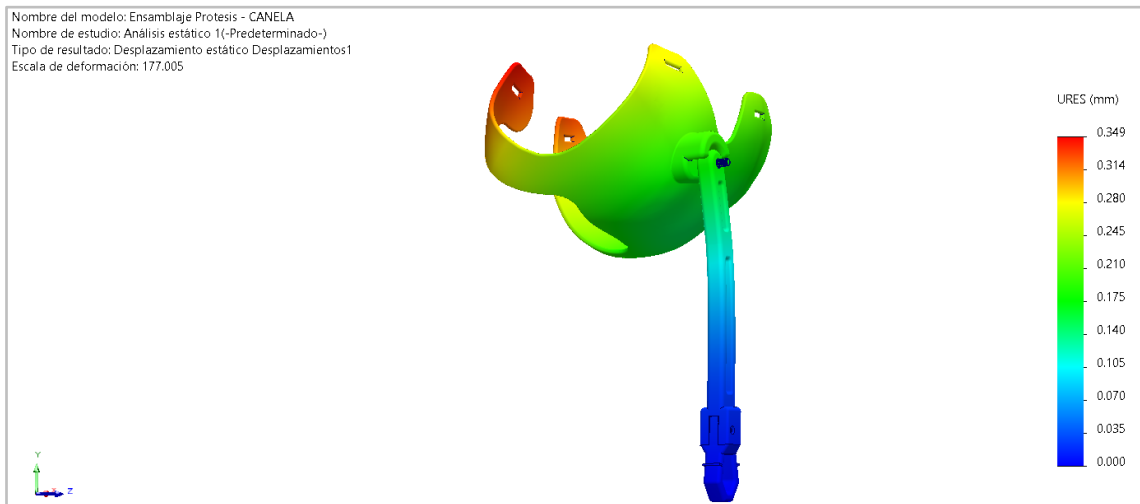
Tensión de von Mises - Escenario óptimo (Canela)



Nota: Valores de tensión de von Mises para el prototipo de Canela en el escenario óptimo. Tensión máxima: 0.448MPa. Elaboración propia.

Figura 72

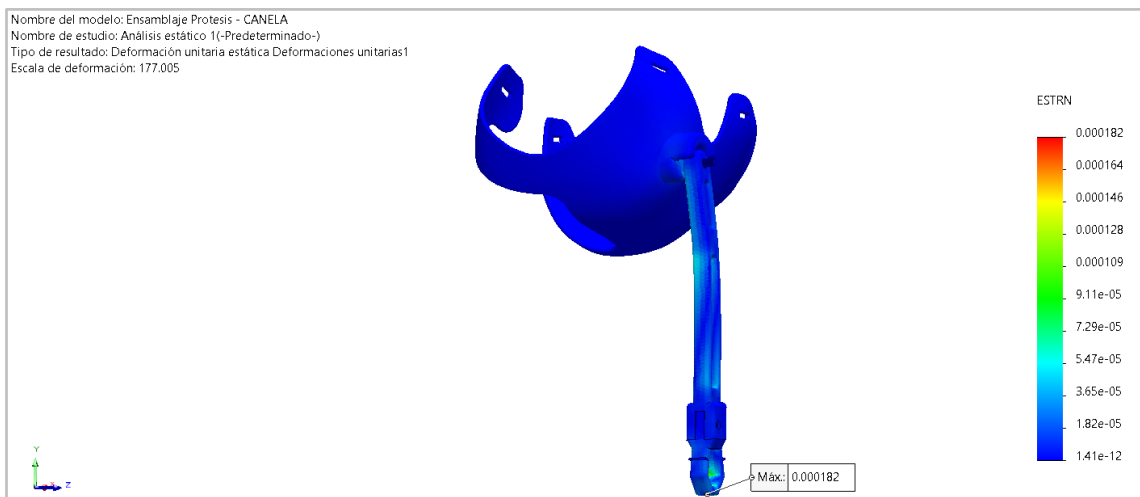
Desplazamiento - Escenario óptimo (Canela)



Nota: Valores de desplazamiento para el prototipo de Galán en el escenario óptimo. Desplazamiento máximo: 0.349mm. Elaboración propia.

Figura 73

Deformación unitaria - Escenario óptimo (Canela)



Nota: Valores de deformación para el prototipo de Canela en el escenario óptimo. Deformación máxima: 0.000182. Elaboración propia.

Figura 74

Factor de seguridad – Escenario óptimo (Canela)



Nota: Valores de factor de seguridad para el prototipo de Canela en el escenario óptimo. Factor de seguridad mín.: 111.5. Elaboración propia.

CASO GALÁN

Se optimizó la tensión de von Mises, así como los desplazamientos y la deformación unitaria, además aumentó el factor de pandeo de seguridad logrando así minimizar el peso total del prototipo a 679.09g (7.69 g menos).

Figura 75

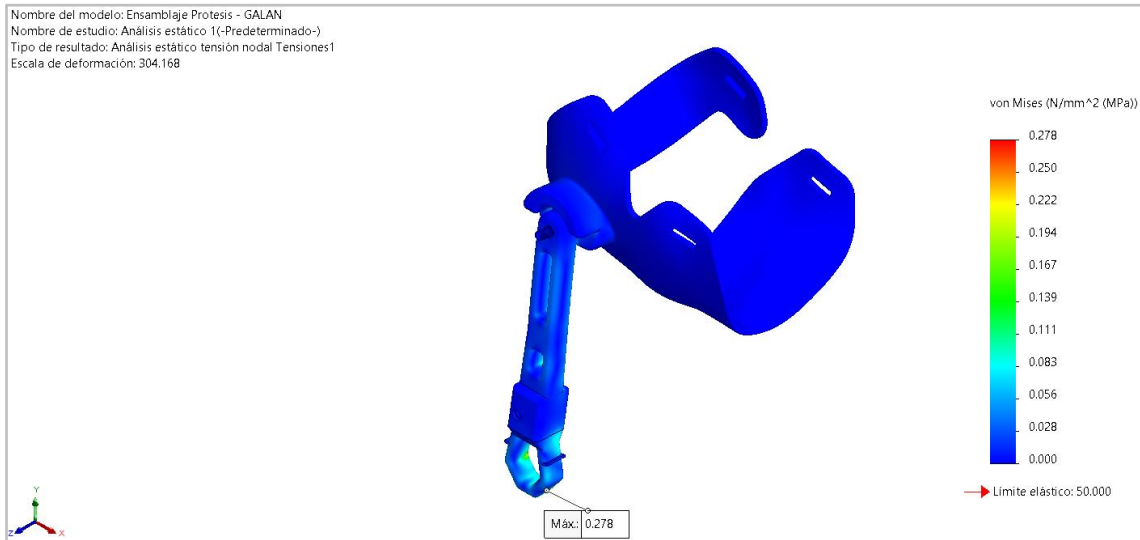
Resultados: Estudio de diseño (Galán)

Se ejecutaron correctamente 10 de 14 escenarios. Calidad del estudio de diseño: Alta				
		Actual	Inicial	Óptimo (1)
Ancho apoyo		25mm	30mm	15mm
Hueco soporte		10mm	10mm	10mm
Tensión2	< 50 N/mm ²	3.347e-01 N/mm ² (MPa)	4.323e-01 N/mm ² (MPa)	2.777e-01 N/mm ² (MPa)
Desplazamiento2	< 1mm	1.702e-01 mm	1.864e-01 mm	1.415e-01 mm
Deformación unitaria2	< 0.500000	1.274e-04	1.537e-04	1.063e-04
Factor de seguridad mínimo1	> 1.000000	1.494e+02	1.157e+02	1.800e+02
Masa2	Minimizar	683.95 g	686.78 g	679.09 g

Nota: Elaboración propia

Figura 76

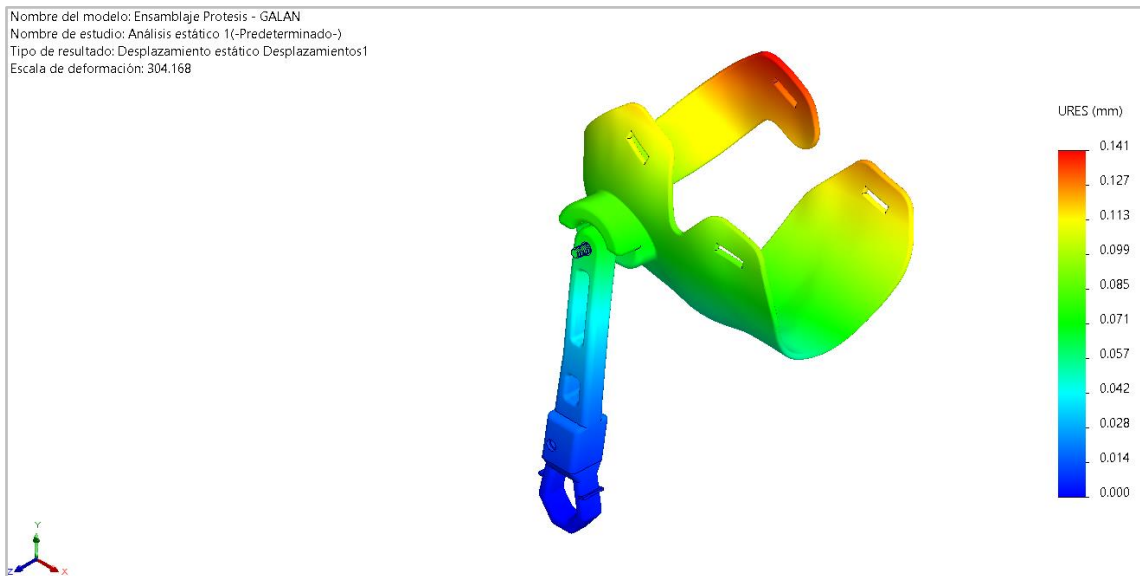
Tensión de von Mises - Escenario óptimo (Galán)



Nota: Valores de tensión de von Mises para el prototipo de Galán en el escenario óptimo. Tensión máxima: 0.278MPa. Elaboración propia.

Figura 77

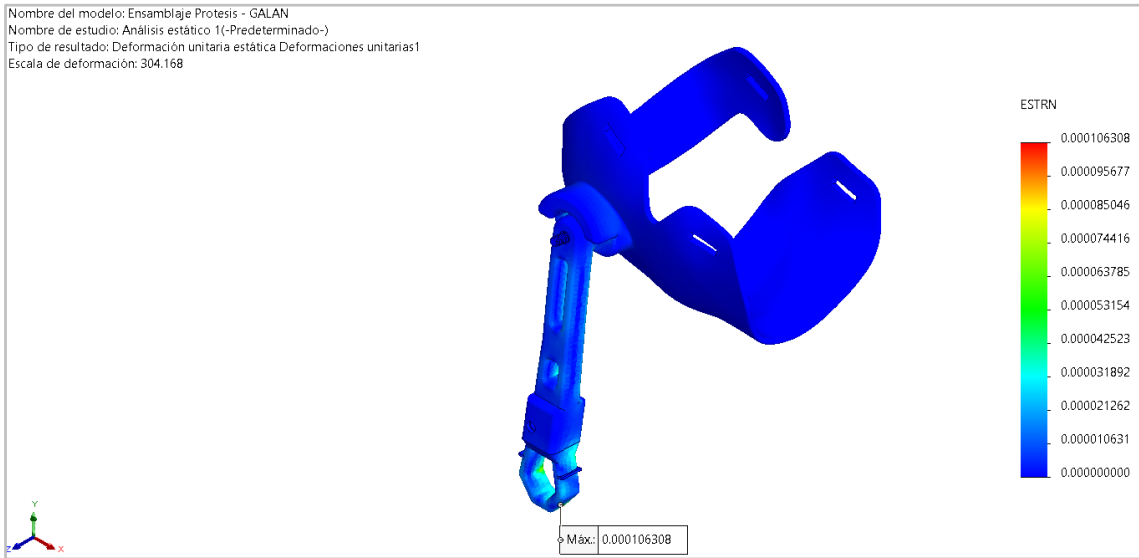
Desplazamiento - Escenario óptimo (Galán)



Nota: Valores de desplazamiento para el prototipo de Galán en el escenario óptimo. Desplazamiento máximo:0.141mm. Elaboración propia.

Figura 78

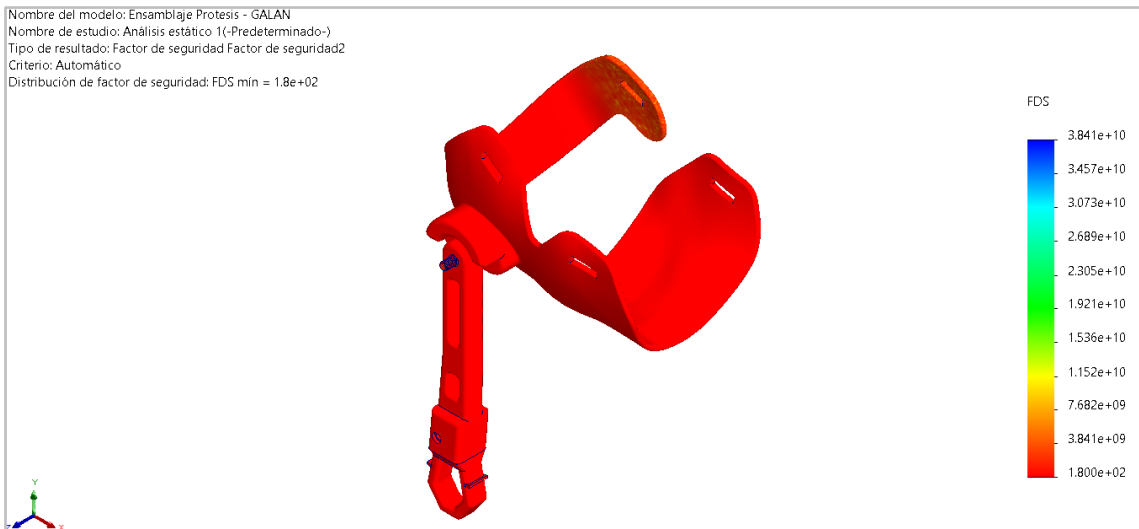
Deformación unitaria - Escenario óptimo (Galán)



Nota: Valores de deformación para el prototipo de Galán en el escenario óptimo. Deformación máxima: 0.000106308. Elaboración propia.

Figura 79

Factor de seguridad – Escenario óptimo (Galán)



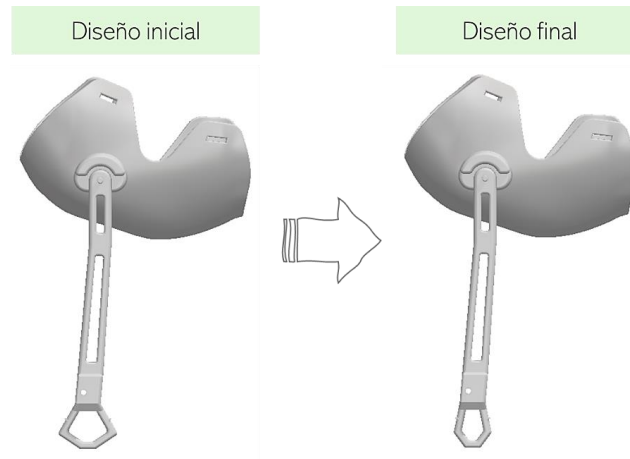
Nota: Valores de factor de seguridad para el prototipo de Galán en el escenario óptimo. Factor de seguridad mín.: 180. Elaboración propia.

4.4.2.3. Diseño final

El modelo optimizado (modelo final) se guardó como formato STL.

Figura 80

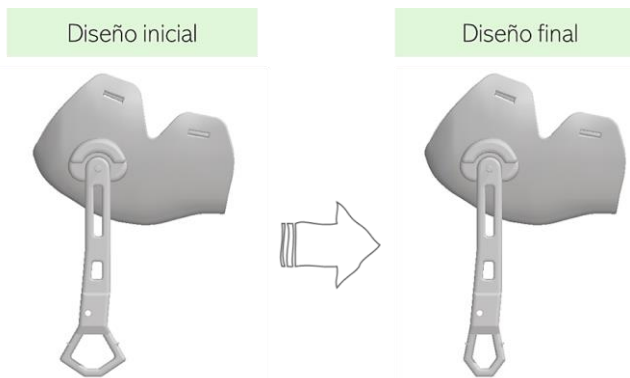
Diseño final: Canela



Nota: Elaboración propia.

Figura 81

Diseño final: Galán



Nota: Elaboración propia.

4.4.3. Creación de marca

Se tomó como base los buyer person y el público objetivo identificado para la creación de la marca.

4.4.3.1. Identidad de la marca

- **Misión:** Proveer prótesis caninas innovadoras y accesibles que mejoren la calidad de vida de los perros en Trujillo.
- **Visión:** Ser la marca líder en soluciones de movilidad para perros en Perú.

- **Valores:**
 - **Cuidado:** Nos preocupamos profundamente por el bienestar de los animales.
 - **Innovación:** Usamos tecnología avanzada para crear soluciones efectivas.
 - **Accesibilidad:** Queremos que nuestras prótesis sean asequibles para todos los propietarios de perros.
- **Personalidad:** Amigable, profesional, innovadora.

4.4.3.2. Nombre de la marca

El nombre de la marca propuesto es “Neo Can”, derivado de las palabras en griego “neo” que se traduce como “nuevo” y “can” sinónimo de “perro”, conceptualizando el nombre de la marca como “nuevo perro” evocando el significado de darle una oportunidad al perro de tener un nuevo estilo de vida y una nueva oportunidad. Sugiere innovación y especialización en perros, siendo a la vez una palabra fácil de pronunciar y fácil de recordar.

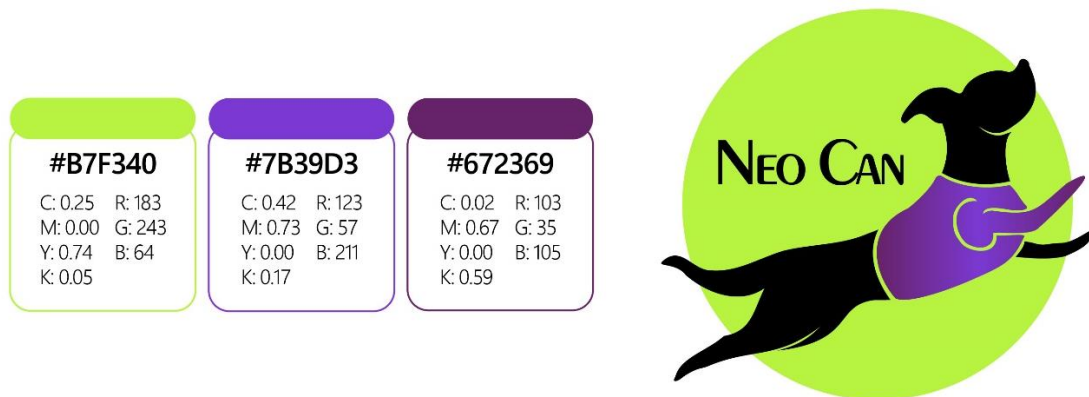
4.4.3.3. Identidad visual

- **Insignia:** El principal color es el verde neón el cual está también relacionado con el nombre de la marca y simboliza lo moderno, intensidad y vivacidad; se acompaña de la silueta de un perro galopando lo cual transmite libertad y alegría.

Como color secundario se usa el púrpura, el cual simboliza creatividad, innovación, lujo y originalidad; el cual se utiliza para representar que Neo Can es una marca innovadora y creativa, de alta gama lo cual aporta diferenciación.

Figura 82

Insignia de la marca

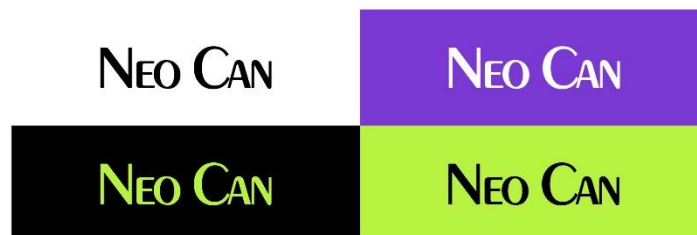


Nota: Código hexadecimal de los colores utilizados para la insignia. Elaboración propia.

- **Logotipo:** Se debe utilizar de forma complementaria a la insignia, solo debe mostrarse en fondos blancos, negros, verde Neo Can y púrpura Neo Can.

Figura 83

Logotipo de la marca



Nota: Uso del logotipo en fondos permitidos. Elaboración propia.

4.4.3.4. Mensaje de la marca

- **Propuesta de valor:** “Neo Can proporciona prótesis caninas innovadoras y accesibles que mejoran significativamente la calidad de vida de los perros en Trujillo.”
- **Mensajes clave**
 - “Innovación en movilidad canina.”
 - “Soluciones accesibles y personalizadas para cada perro.”

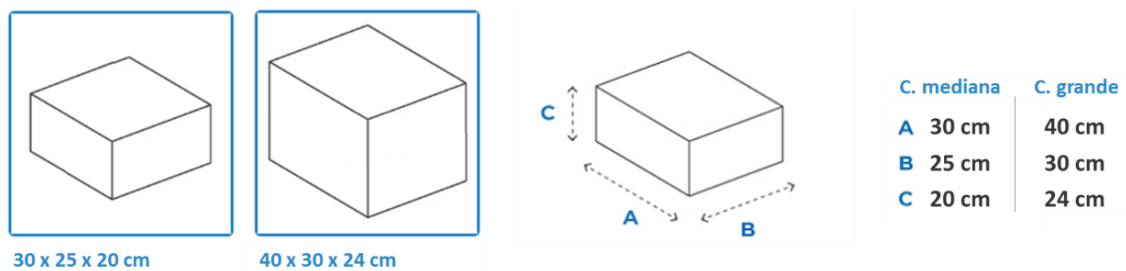
- “Mejora la vida de tu mejor amigo con Neo Can.”

4.4.3.5. Packaging

Se propuso utilizar cajas diseñadas con cartón doble corrugado onda EB que proteja el contenido de los golpes debido al transporte. Este material es resistente y ligero además de ser económico, biodegradable y reciclable. Se decidió usar papel Kraft para relleno y evitar ralladuras entre los componentes.

Figura 84

Formato packaging



Nota: Dimensiones para el packaging de caja mediana y caja grande. Imagen referencial.

Figura 85

Packaging



Nota: Modelo del packaging. Elaboración propia.

4.4.3.6. Estrategia de comunicación

A. Canales de comunicación

En base a nuestro target los canales principales serán:

- Redes sociales: Facebook, Instagram y TikTok
- Colaboraciones con influencers locales.
- Publicidad en sitios web y clínicas veterinarias.
- Colaboraciones con ferias de mascotas.
- Diarios locales: La Industria, Correo.
- Radios: Radio Exitosa Trujillo, RPP Noticias Trujillo.
- Televisión: Sol TV, América Televisión.

B. Estrategias de promoción

- **Artículos patrocinados y publrreportajes:** enfocándose en las historias de éxito y beneficios de las prótesis Neo Can.
- **Entrevistas en radio y televisión:** para hablar sobre Neo Can, su innovación y el impacto positivo en la vida de los perros.
- **Eventos y ferias y clínicas veterinarias:** para hacer demostraciones en vivo y conectar directamente con los propietarios de mascotas.
- **Campañas en redes sociales:** utilizar anuncios segmentados dirigidos a propietarios de mascotas en Trujillo, con contenido visual atractivo y testimonios de usuarios satisfechos.

4.4.3.7. Lanzamiento

A. Preparativos del lanzamiento

- Desarrollo de un sitio web atractivo y funcional
- Creación de perfiles en redes sociales con contenido previo al lanzamiento.
- Materiales promocionales como folletos y posters para clínicas veterinarias.

Figura 86

Ejemplo sitio web para Neo Can

The screenshot displays the Neo Can website interface. At the top, there is a navigation bar with a home icon, a 'Comunidad' menu, a search bar, the Neo Can logo, and buttons for 'Iniciar sesión', 'Crear cuenta', and a shopping cart icon. Below the navigation, there are links for 'Prótesis', '¿Quiénes somos?', 'Casos de éxito', 'Mercancía', 'Preguntas frecuentes', and 'Contáctanos'. The main content area features a section titled 'PRÓTESIS PARA PERROS' with a purple background. It includes a paragraph about the quality and customization of the prostheses, followed by a call-to-action: 'UNA segunda oportunidad para tu mejor amigo'. To the right, there is an image of a dog wearing a purple prosthetic leg. Below this is a section titled 'PROCESO PARA TENER TU PRÓTESIS A MEDIDA PARA TU PERRO' with five steps: 'Rellena el formulario', 'Compra', 'Toma de molde', 'Fabricación', and 'Envío'. Each step is accompanied by an icon and a brief description. The next section, 'BENEFICIOS DE NUESTRA PRÓTESIS', features an image of two dogs and a list of seven benefits. The final section, 'LO QUE DICEN NUESTROS CLIENTES', shows two testimonials from María Sanchez and Paco Suarez, each with a star rating. At the bottom, there is a footer with the Neo Can logo, social media icons, contact information, and a 'Built on Bubble' badge.

Comunidad Buscar...

NEO CAN

Iniciar sesión Crear cuenta 0

Prótesis ¿Quiénes somos? Casos de éxito Mercancía Preguntas frecuentes Contáctanos

PRÓTESIS PARA PERROS

En Neo Can, producimos prótesis para perros de tamaño pequeño y mediano. Nuestras prótesis son alta calidad y pueden ayudar a su amigo a recuperar su energía y movilidad. Todas nuestras prótesis están hechas a medida, esto nos ayuda a garantizar un ajuste cómodo y satisfacer las necesidades únicas de su mascota.

UNA segunda oportunidad para tu mejor amigo

PROCESO PARA TENER TU PRÓTESIS A MEDIDA PARA TU PERRO

- Rellena el formulario**
Rellena y envía el formulario para determinar si es viable una prótesis.
- Compra**
Compra la prótesis que se adapte a las necesidades de tu mascota.
- Toma de molde**
Te enviamos un kit de casting para que hagas un molde de la extremidad de tu perro.
- Fabricación**
Usted nos envía el molde. Lo usamos para construir una prótesis para su perro.
- Envío**
Le enviamos la prótesis terminada. Lo adaptas a tu perro. ¡Tu perro está en camino a la recuperación!

BENEFICIOS DE NUESTRA PRÓTESIS

- Evitar una mayor deformación y degeneración de las articulaciones existentes
- Prevenir las desviaciones de la marcha
- Mantener los actos de la vida diaria
- Disminuir las discrepancias en la longitud de las piernas
- Aumentar el nivel de ejercicio/actividad
- Proporcionar medios para participar en la terapia de rehabilitación.
- Se puede utilizar para afecciones traumáticas o congénitas
- Mejora la calidad de vida de tu perro

LO QUE DICEN NUESTROS CLIENTES

María Sanchez ★★★★★
La prótesis personalizada de Neo Can funciona de maravilla. Ahora se mueve bien y puede jugar. No podría estar más contenta. ¡Gracias!

Paco Suarez ★★★★★
Neo Can me mostró que había esperanza y opté por la prótesis para pata delantera. Está muy bien hecho y le queda perfecto. ¡Ahora mi Bodi es más feliz!

NEO CAN

Síguenos y mantente informado en nuestras redes:

Atención al cliente:
Lunes a viernes: 9h-13:30h y 15h-18:30h
Sábados: 9h-14h
Teléfono (+51) 111 111 1111

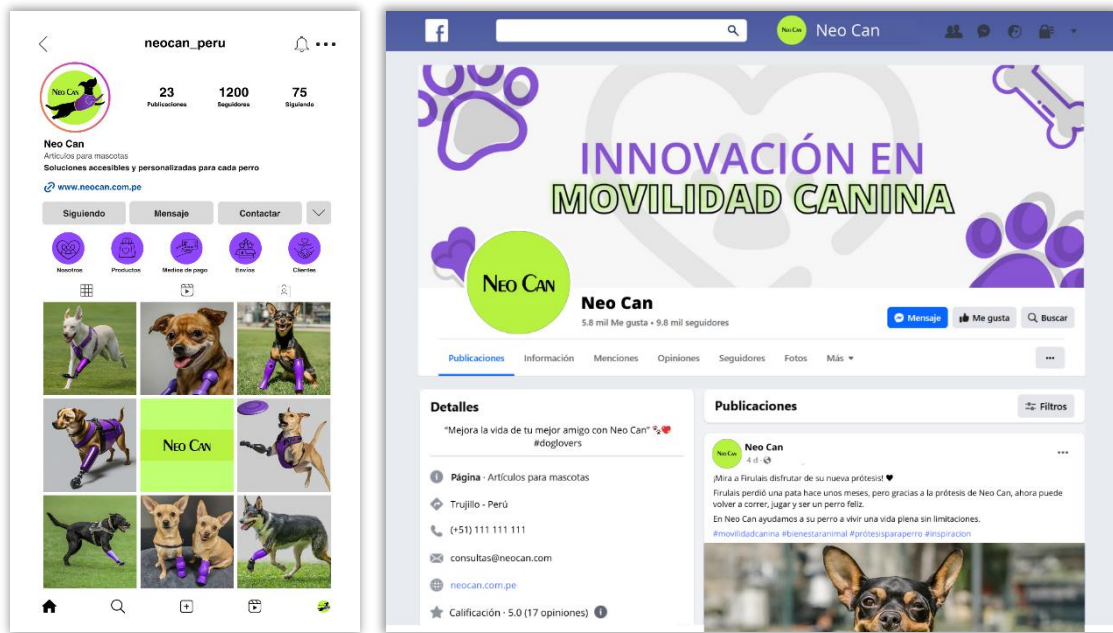
Políticas de privacidad Términos y condiciones

Built on Bubble

Nota: Sitio web elaborado en Bubble.io. Imágenes incluidas generadas por IA, sin derechos de autor. Elaboración propia.

Figura 87

Ejemplos de perfiles en RRSS para Neo Can



Nota: Ejemplo de sitios web de la marca Neo Can en Instagram y Facebook. Imágenes incluidas generadas por IA, sin derechos de autor. Elaboración propia.

Figura 88

Ejemplo material promocional para Neo Can



Nota: Ejemplo de poster para la marca Neo Can. Imágen incluida generada por IA, sin derechos de autor. Elaboración propia.

B. Estrategia de lanzamiento

- Campaña de lanzamiento en redes sociales con videos y testimonios.
- Evento de lanzamiento en una clínica veterinaria en Trujillo con demostraciones en vivo.
- Promociones especiales y descuentos para los primeros clientes.

4.5. Prueba y refinamiento

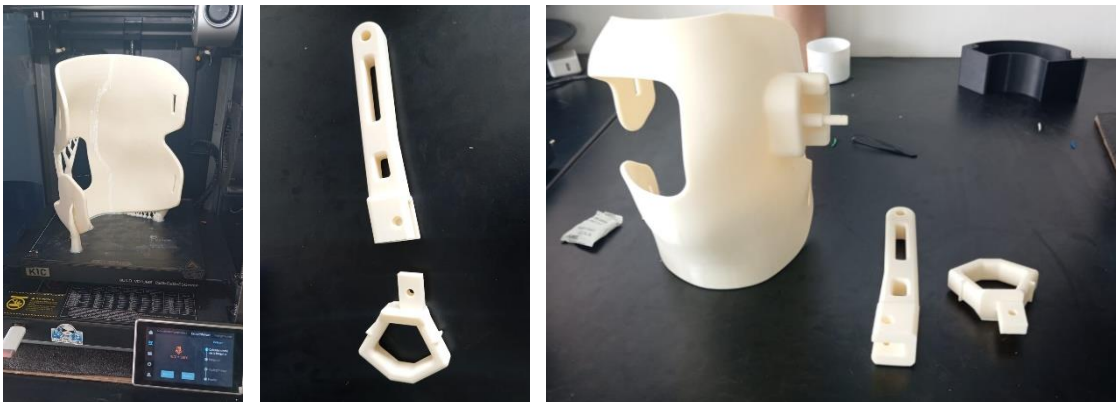
4.5.1. Fabricación de prototipo final

4.5.1.1. Prototipo inicial

Se exportó el archivo de cada pieza a formato STL para posteriormente pasar el archivo al programa de la impresora, para este proyecto se utilizó una impresora de la marca Creality modelo K1C la cual permite un tamaño de impresión es de 220 x 220 x 250mm³.

Figura 89

Impresión de las piezas del prototipo



Nota: Fotografías durante y posterior a la impresión de las piezas del prototipo. Propiedad de los autores.

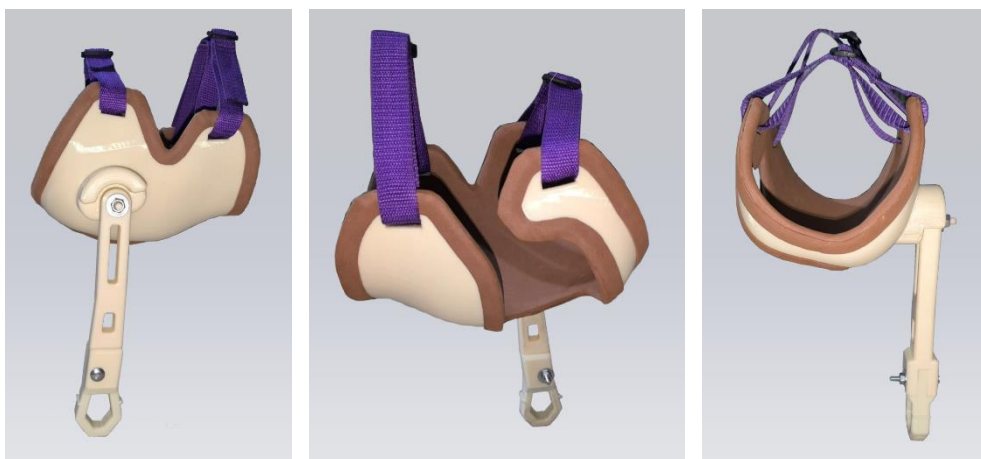
Durante la fase de ensamblaje del prototipo de la prótesis y su posterior colocación en el perro, se identificaron problemas relacionados con el soporte de la misma. Específicamente, se observó que el soporte rotaba y no se mantenía fijo a pesar de contar con la sujeción proporcionada por el perno. A raíz de esta

observación, se determinó la necesidad de implementar un tope que garantizara la estabilidad de la pieza.

Adicionalmente, se evaluó la opción de instalar un perno que conectara la pechera con el soporte, con el fin de evitar la ruptura de la rosca impresa en la pechera, ya que esta presentaba signos de fragilidad debido al ajuste requerido para el soporte. También se identificó que la superficie de apoyo de la prótesis era demasiado recta y angosta, lo cual afectaba la comodidad al caminar. Por ello, se propuso modificar el diseño para que el apoyo adquiriera una forma ovalada, lo que facilitaría una mejor adaptación a la marcha del animal.

Figura 90

Primer prototipo ensamblado



Nota: Fotografías del primer prototipo. Propiedad de los autores.

4.5.1.2. Prototipo final

En el segundo prototipo, se optimizó el área de la prótesis, reduciendo su tamaño tras observar que, aun así, podía sujetarse adecuadamente al cuerpo del animal mediante las correas. Además, la prótesis fue simplificada a dos componentes principales: la pechera y el soporte. En este nuevo diseño, el soporte y el apoyo se unificaron en una sola pieza con el objetivo de evitar impresiones y materiales de ajuste innecesarios. Asimismo, el soporte incorpora un orificio interno para minimizar

el uso de material, mientras que la parte en contacto con el suelo presenta una forma ovalada y más ancha a comparación del primer prototipo, lo que facilita el desplazamiento del animal.

Figura 91

Modelado del prototipo final



Nota: Piezas del prototipo final modeladas para la prótesis de Galán. Elaboración propia.

Para proporcionar una imagen más precisa del producto final, la prótesis fue pintada utilizando un aerosol a base de agua, no tóxico, en el color característico de la marca. Posteriormente, se aplicó un sellante, también a base de agua, con el fin de proteger la pintura y garantizar su durabilidad.

Figura 92

Prototipo final



Nota: Fotografías del prototipo final. Propiedad de los autores.

4.5.2. Prueba en usuario

4.5.2.1. Desempeño con la prótesis

Para asegurar que la prótesis canina es segura, cómoda y efectiva se empleó una ficha de registro de datos que evalúa el desempeño del perro sin usar la prótesis y utilizando la prótesis que incluye un estudio de marcha, estudio de postura y nivel de cojera (anexo N° 08), la cual fue evaluada por el Dr. Eder Uceda Benites, médico veterinario.

Tabla 19

Resultados del desempeño con la prótesis

ASPECTO EVALUADO	SIN PRÓTESIS	CON PRÓTESIS	RESULTADO
Estudio de marcha	3.695 s	3.057 s	Mejora en velocidad de la caminata
Estudio de postura			
Posición parado	3 pts	0 pts	Mejora a una postura normal
Nivel de cojera			
En caminata	3 pts	1 pts	Mejora a una cojera leve (adaptación)
En trote	3 pts	0 pts	Mejora a no tener cojera

Nota: Resumen de resultados de la ficha de registro de datos: Desempeño con la prótesis. Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 19 se observa que:

- Los perros están caminando de manera más fluida y equilibrada.
- La postura de los perros es más natural y alineada, lo que sugiere una mejor adaptación a la prótesis.
- El nivel de cojera disminuye, lo que significa que los perros están soportando mejor el peso en la prótesis y experimentan menos dolor o incomodidad al caminar.

En la tabla 20 se muestra el análisis de las angulaciones de Galán, se observó que usando la prótesis las angulaciones se acercan más al estándar propuesto por Fariña y Smith lo que implica que su diseño permite un alineamiento más natural y equilibrado.

Tabla 20

Análisis de las angulaciones de Galán

ANGULACIONES	ESTÁNDAR	SIN PRÓTESIS	CON PRÓTESIS
A. Ángulo escapulo-humeral	90°	124°	90°
B. Ángulo húmero-radial-cubital	135°	105°	133°
C. Ángulo coxo-femoral	100°	95°	98°
D. Ángulo femoro-tibio-rotuliana	100°	95°	100°
E. Ángulo de articulación del garrón	120°	128°	118°

Nota: Medidas angulares de Galán contrastado con la propuesta por Fariña y Smith.

Figura 93

Galán sin prótesis



Nota: Fotografías de Galán sin prótesis. Propiedad de los autores.

Figura 94

Galán usando la prótesis



Nota: Fotografías de Galán usando la prótesis. (Anexo N° 09) Propiedad de los autores.

4.5.2.2. Análisis de videos

Se usó el análisis de video para comparar la angulación y amplitud del movimiento, así como el equilibrio de la línea dorsal del perro sin usar la prótesis y usando la prótesis; ya que nos proporciona información valiosa sobre la eficacia de la prótesis y cómo está afectando la movilidad y postura del perro.

A. Preparación

Se utilizó la cámara de un celular con alta definición para capturar los detalles precisos del movimiento, teniendo en cuenta que la cámara del celular se debió utilizar a la altura del perro.

B. Grabación del movimiento

Se estableció como movimiento estandarizado el caminar y trotar en línea recta, esta variación en la velocidad ayuda a evaluar la variabilidad en la angulación y amplitud del movimiento.

C. Análisis del video

Se utilizó el software Kinovea que es especializado para el análisis de movimientos proporcionando datos precisos.

El análisis por fotograma se encuentra en la ficha de análisis de video (anexo N° 10). En ella se identifica una mejora del movimiento con el uso de la prótesis

Se evaluó la amplitud del jadeo de cabeza mediante el análisis de posición vertical elaborado por Kinovea con un marcador ubicado en la cabeza del perro. Con los datos arrojado por Kinovea (anexo N° 11) se calculó los máximos relativos y los mínimos relativos:

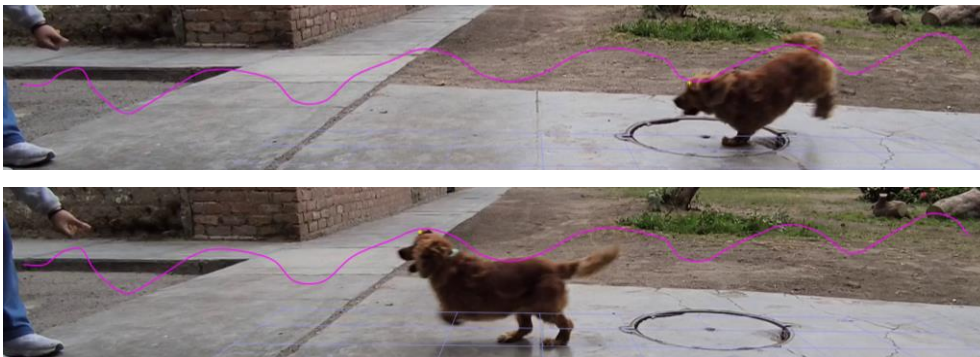
- **Máximo relativo:** es el punto más alto en una sección específica de la curva, lo que indica el valor más grande de desplazamiento o movimiento de la cabeza en ese rango de tiempo.

- **Mínimo relativo:** es el punto más bajo en una sección particular de la curva, representando el menor desplazamiento o movimiento de la cabeza dentro de ese intervalo.

Se analizó el máximo y mínimo relativo que muestra la amplitud del jadeo de cabeza (tabla 21). Sin la prótesis se obtuvo un promedio de 52.5 de amplitud que significa que realiza movimientos de cabeza amplios o bruscos. Con la prótesis se obtuvo una amplitud de 48.9 notando una disminución que implica que usando la prótesis los movimientos de la cabeza son más controlados o suaves.

Figura 95

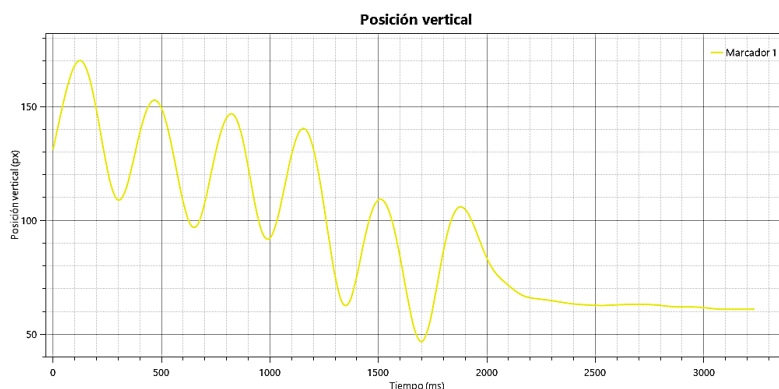
Evaluación en Kinovea sin prótesis



Nota: Análisis de movimiento por Kinovea. Elaboración propia.

Figura 96

Gráfico del movimiento vertical – Sin prótesis



Nota: Gráfico de posición vertical del marcador que evalúa el jadeo de cabeza del perro sin prótesis. Elaboración propia.

Figura 97

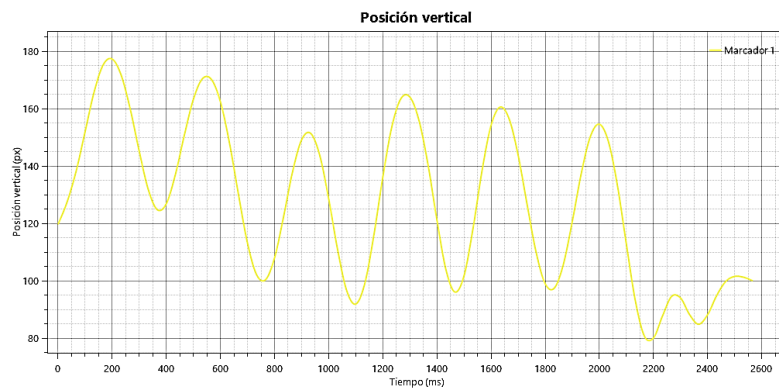
Evaluación en Kinovea con prótesis



Nota: Análisis de movimiento por Kinovea. Elaboración propia.

Figura 98

Gráfico del movimiento vertical – Con prótesis



Nota: Gráfico de posición vertical del marcador que evalúa el jadeo de cabeza del perro con prótesis. Elaboración propia.

Tabla 21

Evaluación amplitud de jadeo de cabeza

ESTADO	PROMEDIO
Sin prótesis	52.53745667
Con prótesis	48.94938133

Nota: Promedio de diferencia de máximos y mínimos con y sin prótesis. Elaboración propia.

4.5.2.3. Evolución de la calidad de vida

Tras 1.5 semanas, se realizó un cuestionario para obtener retroalimentación sobre la eficacia, comodidad y aceptación de la prótesis desde la perspectiva del propietario obteniendo un puntaje de 11 que significa que cuenta con excelente calidad de vida. (Anexo 12)

4.5.3. Gestión integral del producto

4.5.3.1. Precio de venta

A. Cálculo de costos

- **Mano de obra**

Debe tenerse en cuenta que el salario promedio de un ingeniero industrial en el 2024 es de S/ 2,586 mensuales. (Lopez, 2024)

Tabla 22

Costo de mano de obra

SUELDO MENSUAL	HORAS AL MES	COSTO POR HORA	HORAS LABORADAS	PERSONAS	COSTO MO
S/ 2,586.00	200	S/ 12.93	2	2	S/ 51.72

Nota: Costo de mano de obra por horas laboradas. Elaboración propia.

- **Materiales**

Gasto total de los materiales necesarios para la fabricación de la prótesis.

Tabla 23*Costo de materiales*

MATERIAL	CANTIDAD TOTAL DE MATERIAL	COSTO DEL MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL A USAR	COSTO PARA LA PRÓTESIS
Pack toma de molde				
Perfil de PVC 20x10 mm	200 cm	S/ 5.00	50 cm	S/ 1.25
Stretch film 5"	165 m	S/ 12.00	10 m	S/ 0.73
Serrucho para yeso	1 unid	S/ 12.00	1 unid	S/ 12.00
Venda de yeso 4"	1 rollo	S/ 7.00	2 rollos	S/ 14.00
Armado prótesis				
Pernos y tuercas	4 unid	S/ 4.70	2 unid	S/ 2.35
Plancha de microporoso	1 plancha	S/ 4.00	1 plancha	S/ 4.00
Uhu power	50 g	S/ 10.50	20 g	S/ 4.20
Correa de nylon	1 m	S/ 1.00	1 m	S/ 1.00
Hebillas de clip	1 par	S/ 2.00	2 par	S/ 4.00
Hebillas de ajuste	1 unid	S/ 2.00	4 unid	S/ 8.00
Envío de prótesis				
Cinta de embalaje	9.15 m	S/ 6.50	1m	S/ 0.71
Papel kraft	1 m	S/ 2.50	1 m	S/ 2.50
TOTAL				S/ 42.74

Nota: Costos de materiales usados para la elaboración de la prótesis. Elaboración propia.

- **Depreciación de equipo**

Los equipos usados en el proyecto han perdido valor por desgaste, por lo que es necesario calcular su depreciación.

Tabla 24*Costo de depreciación de los equipos*

EQUIPO	COSTO INICIAL	VALOR DE RESCATE	VIDA ÚTIL	DEPRECIACIÓN POR HORA	TIEMPO DE USO	DEPRECIACIÓN POR USO
Laptop Asus TUF	S/ 3,699.00	S/1,900.00	10,000 h	S/0.18	2 h	S/ 0.36
TOTAL						S/ 0.36

Nota: Costo de depreciación de los equipos por las horas de uso. Elaboración propia.

- **Softwares**

Costo para la licencia de los softwares.

Tabla 25*Costo de softwares*

SOFTWARE	COSTO DE LICENCIA	CANTIDAD DE USO	COSTO
Solid Woks 2022	S/ 20.00	6	S/ 0.16
Autodesk Netfabb Premium	S/ 0.00	1	S/ 0.00
TOTAL			S/ 0.16

Nota: Costo los softwares por días de uso. Elaboración propia.

- **Servicios:**

Se cotizaron los servicios de escaneo, Olva Courier y Panamundopacking planificando la venta a nivel nacional.

Debido a la amplia variación en el tamaño de los perros de raza mediana, se establecieron dos rangos específicos para la misma prótesis respecto a la altura de la cruz:

- Neo Can M1 (para el segmento de 30-40 cm)
- Neo Can M2 (para el segmento de 41-50 cm)

Cada rango tendrá un costo diferente, ya que las dimensiones de la prótesis variarán en función del tamaño del perro.

Tabla 26*Costo de servicios*

SERVICIO	COSTO	
	Neo Can M1	Neo Can M2
Escaneo 3D	S/ 100.00	S/ 100.00
Impresión 3D	S/ 180.00	S/ 280.00
Olva Curier (envío nacional)	S/ 3.00	S/ 3.00
Panamundopacking (caja de cartón)	S/ 4.00	S/ 7.00
TOTAL	S/ 287.00	S/ 390.00

Nota: Costo de los servicios de producción y packing. Elaboración propia.

B. Margen de beneficio

Se estableció un margen del 13% (0.13) para mantener un precio accesible.

C. Precio de venta final

Se calculó el precio de venta con la siguiente fórmula:

$$PV = \frac{\text{Costos Totales}}{1 - (\text{Margen de beneficio deseado})}$$

Se obtuvo que el precio de venta al público de la prótesis Neo Can M1 es de S/ 533.80 soles y de la prótesis Neo Can M2 es de S/ 673.50.

Tabla 27

Cálculo del precio de venta

COSTOS	VALOR
Mano de obra	S/ 51.72
Materiales	S/ 54.31
Depreciación de equipo	S/ 0.36
Softwares	S/ 0.16
Servicios – Neo Can M1	S/ 287.00
Servicios – Neo Can M2	S/ 390.00
Total Costo – Neo Can M1	S/ 393.55
Costo con IGV (18%)	S/ 464.39
Total Costo – Neo Can M2	S/ 496.55
Costo con IGV (18%)	S/ 585.93
Margen de beneficio deseado (20%)	0.13
Precio de Venta – Neo Can M1	S/ 533.78 = S/ 533.80
Precio de Venta – Neo Can M2	S/ 673.48 = S/ 673.50

Nota: Precio de venta al público. Elaboración propia.

4.5.3.2. Manuales para el usuario

Se formuló tres manuales para el usuario, estos manuales tienen la finalidad de asegurar que los usuarios comprendan cómo utilizar y cuidar adecuadamente la prótesis y cómo realizar la toma del molde. (Manuales completos en anexo N° 13)

A. Manual de toma de molde

El manual estará compuesto por los siguientes puntos:

- Finalidad de la toma de molde
- Listado e ilustración de los productos incluidos
- Pasos de toma de molde
- Consideraciones
- Información de contacto y soporte

Figura 99

Visualización del manual de toma de molde



Nota: Mockups del manual de toma de molde. Elaboración propia.

B. Manual de uso de la prótesis

El manual estará compuesto por los siguientes puntos:

- Descripción del producto
- Listado e ilustración de componentes de la prótesis
- Preparación del perro
- Armado de la prótesis

- Colocación de la prótesis
- Consejos adicionales
- Información de contacto y soporte

Figura 100

Visualización del manual de uso de la prótesis



Nota: Mockups del manual de uso de la prótesis. Elaboración propia.

C. Manual de cuidado y mantenimiento de la prótesis

El manual estará compuesto por los siguientes puntos:

- Descripción del material
- Limpieza y cuidado diario
- Limpieza profunda mensual
- Almacenamiento de la prótesis
- Reparaciones y reemplazos
- Información de contacto y soporte

Figura 101

Visualización del manual de cuidado y mantenimiento de la prótesis



Nota: Mockups del manual de cuidado y mantenimiento de la prótesis. Elaboración propia.

4.5.3.3. Satisfacción del cliente

Se sugirió utilizar el indicador NPS (Net Promoter Score) posterior a realizar una venta, para medir la satisfacción y lealtad del cliente y así entender qué tan probable es que los clientes recomienden el producto a otros.

El indicador NPS ofrece una calificación del 0 al 10, lo cual permite clasificarlos de la siguiente manera:

- **Detractores:** no tuvieron una experiencia agradable y definitivamente no recomendarían su marca.
- **Pasivos:** tuvieron una experiencia que no fue mala, pero tampoco excelente, por lo que podrían irse con la competencia en cualquier momento.
- **Promotores:** tuvieron una experiencia que superó sus expectativas. Son prácticamente embajadores de la

marca y la recomiendan a otras personas.

El feedback asociado con el NPS proporciona información valiosa sobre las áreas donde se puede mejorar. Por ejemplo, si los detractores mencionan problemas específicos con el ajuste de la prótesis o la comodidad del perro, esto podría señalar áreas clave para mejorar el producto.

Figura 102

Net Promoter Score



Nota: Tomado de 3 Técnicas Para Medir la Experiencia del Cliente, por Trustmary Team, 2024.

ENCUESTA POST-VENTA

- **Contexto:** Después de que un cliente compra y recibe la prótesis canina Neo Can.
- **Finalidad:** Identificar cuántos clientes están satisfechos con la prótesis Neo Can que la recomendarían a otros dueños de mascotas.

ENCUESTA EXPERIENCIA DE USO

- **Contexto:** Un mes después de que el cliente ha estado utilizando la prótesis con su perro.
- **Finalidad:** Evaluar si la satisfacción inicial se mantiene o si hay áreas problemáticas que solo se notan con el uso prolongado. Esto puede indicar la necesidad de mejorar aspectos del diseño o materiales.

Figura 103

Encuesta post -venta

Califica tu experiencia con Neo Can

Del 0 al 10, ¿Qué tan probable es que recomiende NeoCan a otros dueños de mascotas?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Nada probable Muy probable

Del 0 al 10, ¿Cómo calificaría su experiencia al comprar la prótesis NeoCan?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muy insatisfecho Muy satisfecho

Del 0 al 10, ¿Estaría interesado en recibir información sobre nuevos productos o servicios de NeoCan?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Nada interesado Muy interesado

¿Cómo cree que podríamos mejorar su experiencia con NeoCan?

Escribir aquí...

Gracias

Nota: Modelo de encuesta que se aplicaría al cliente posterior a la venta. Elaboración propia.

Figura 104

Encuesta de experiencia de uso

Califica tu experiencia con Neo Can

Del 0 al 10, ¿Cómo calificaría la comodidad de la prótesis NeoCan para su perro?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Nada probable Muy probable

Del 0 al 10, ¿Qué tan satisfecho está con la durabilidad y calidad de la prótesis NeoCan?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muy insatisfecho Muy satisfecho

Del 0 al 10, ¿Consideraría comprar nuevamente una prótesis NeoCan en el futuro?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

No lo consideraría Lo consideraría

¿Hubo algún aspecto de su experiencia con NeoCan que no cumplió con sus expectativas? Si es así, ¿podría detallar qué fue?

Escribir aquí...

Gracias

Nota: Modelo de encuesta que se aplicaría al cliente un mes después de la venta. Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión del diseño de la prótesis

De acuerdo a los antecedentes que se han utilizado como base para la creación de nuestro diseño, se realiza una comparación sobre la metodología de diseño utilizada. Este contraste lo observamos en la tabla 28, en la cual se observa que tanto los requerimientos y consideraciones ergonómicas son parecidas a las de los antecedentes, destacando en el material ya que al utilizar PETG se está ofreciendo un material más duradero y resistente, además de que su diseño simple permite facilidad en el ensamblaje impactando en la experiencia del usuario.

Tabla 28

Tabla comparativa: Metodología empleada

PARÁMETROS	METODOLOGÍA EMPLEADA					
	González Arzate & Bermúdez Díaz	Gutiérrez Murcia & Moreno Arenas	Fuentes Collazos	Vasquez Aricoche	Llanos Becerra	Propuesta Neo Can
Requerimientos de diseño	Confort, funcionalidad, fácil manejo, ergonomía	Confort, funcionalidad, ergonomía, resistencia, seguridad	Confort, funcionalidad, ergonomía, resistencia, seguridad	Confort, funcionalidad, ergonomía, fácil manejo, resistencia, seguridad	Confort, funcionalidad, ergonomía, fácil manejo, resistencia, seguridad	Confort, funcionalidad, ergonomía, fácil manejo, resistencia, seguridad
Consideraciones ergonómicas	Medidas orientadas al tamaño de extremidades, parte interna del chaleco forrado con foamy	Medidas orientadas al tamaño de extremidades, soporte graduable, soporte articulado	Mecanismo cumple los rangos angulares de las articulaciones	Mecanismo cumple los rangos angulares de las articulaciones	Mecanismo cumple los rangos angulares de las articulaciones	Medidas orientadas al tamaño de extremidades, parte interna del chaleco forrado con microporoso
Material principal	PLA, polietileno, fibra de vidrio	TPU, PLA	PLA	PLA	PLA	PETG
Metodología de elaboración	Impresión 3D, CNC	Impresión 3D	Impresión 3D	Impresión 3D	Impresión 3D	Impresión 3D

Nota: Comparación del diseño de prótesis Neo Can con los antecedentes.

5.2. Discusión del análisis de elementos finitos

Al someter nuestro diseño de prótesis al testeado por simulación donde se le aplicó distintas cargas y sujeciones. Los resultados nos indican que la estructura de la prótesis Neo Can soporta tanto cargas mecánicas directas como compresivas, lo que nos indica que nuestro diseño no sólo es estructuralmente seguro sino también estable.

Sumado a esto, las piezas están diseñadas para resistir el número de ciclos de carga esperados sin sufrir daño acumulativo que lleve a la falla; lo que asegura que la prótesis es resistente y duradera bajo cargas cíclicas y que a su vez proporciona confianza en su rendimiento a largo plazo, siendo esencial para un perro que normalmente está en constante movimiento.

5.3. Discusión del impacto de la prótesis en la locomoción

Antes de utilizar la prótesis, el perro presentaba una postura anormal leve, caracterizada por una leve inclinación del cuerpo y dificultad para apoyar correctamente la extremidad afectada, lo que provocaba una distribución desigual del peso corporal esto afectaba su movilidad. Tras la colocación de la prótesis, se ha observado una notable corrección en su postura, logrando una alineación más natural y equilibrada del cuerpo. Ahora el perro puede apoyar correctamente la extremidad facilitando una movilidad más fluida y cómoda.

La amplitud del jadeo de cabeza también disminuyó de 52.5 a 48.9, lo que refleja una mejora notable en la estabilidad y control de los movimientos de la cabeza. Esta reducción indica que el perro ha logrado una mayor coordinación y equilibrio con la prótesis, minimizando los movimientos compensatorios que antes realizaba para mantener la estabilidad. Como resultado, no solo se ha mejorado su postura general, sino que también se ha reducido la tensión en otras partes de su cuerpo.

El tiempo reducido al usar prótesis sugiere que el perro camina de manera más rápida y fluida. La prótesis le permite mejorar la alineación, facilitando su desplazamiento siendo menos fatigante.

5.4. Discusión del impacto en la calidad de vida

Los resultados obtenidos en este estudio indican una alta satisfacción de la prótesis evaluada que sugiere una excelente calidad de vida. La alta valoración obtenida sugiere que la prótesis tiene un impacto positivo en el bienestar emocional y físico de los perros.

5.5. Discusión del costo de la prótesis

El costo de las prótesis Neo Can es accesible y competitivo, especialmente si se considera que incluye servicios adicionales como el paquete de toma de molde, empaquetado y envío; las otras prótesis no incluyen los costos de envío ni toma de molde, lo que incrementaría considerablemente su precio final más aun las que son de otros países.

Al estar disponible para venta a nivel nacional, Neo Can ofrece una solución completa que simplifica la experiencia del cliente eliminando complicaciones logísticas y costos ocultos asociados con la importación. Esto añade un valor significativo al producto Neo Can, ya que elimina la necesidad de que los clientes gestionen estos procesos por separado.

Tabla 29

Tabla comparativa: Precio de venta al público

PROPUESTAS	PRECIO DE VENTA		
	Moneda (autor)	Moneda (nuevo sol)	Moneda (dólar EE.UU)
González Arzate & Bermúdez Díaz	L. 4,080.00	S/ 618.20	\$ 165.95
Gutiérrez Murcia & Moreno Arenas	COP. 130,000.00	S/ 120.70	\$ 32.40
Fuentes Collazos	S/ 264.00	S/ 264.00	\$ 70.90
Vasquez Aricoche	S/ 5,937.31	S/ 5,937.31	\$ 1,593.83
Llanos Becerra	No indica	No indica	No indica
Propuesta Neo Can			
Neo Can M1	S/ 533.80	S/ 533.80	\$ 143.30
Neo Can M2	S/ 673.50	S/ 673.50	\$ 180.80

Nota: Comparación costos de la prótesis Neo Can con otros trabajos.

VI. CONCLUSIONES

- Se ha propuesto el diseño de una prótesis para la extremidad delantera para perros de tamaño mediano que fuera imprimible en 3D, resistente, ergonómica y accesible económicamente.
- Se analizó las características de las distintas prótesis existentes en el mercado actual para perros. También se ha investigado la zometría, anatomía de la pata delantera, locomoción y biomecánica del perro. Esto originó los parámetros que se requieren en la elaboración del diseño de la prótesis.
- Se desarrolló la solución para un perro de un tamaño y peso que se ajusten a los parámetros requeridos, justificando el diseño y características que se han asignado inspirado en los puntos fuertes de las prótesis analizadas del mercado actual.
- Se logró un modelo CAD en SolidWorks utilizando las medidas de la pata delantera para las variables en el modelo, además de un análisis para la selección de materiales con la finalidad de garantizar la comodidad del animal y buscando una buena tracción durante la marcha.
- Se desarrolló un modelo de simulación mediante SolidWorks para saber las fuerzas que interactúan sobre la pata y cómo le afectan con la finalidad de comprobar si el diseño de la prótesis era adecuado. El testeo confirmó que la prótesis Neo Can soporta cargas mecánicas y compresivas de manera estable, resiste ciclos de carga sin sufrir daños acumulativos asegurando durabilidad y rendimiento a largo plazo.
- Se fabricó y evaluó el prototipo final en el perro; la prótesis ha reducido el tiempo que el perro necesita para caminar, lo que refleja una mayor movilidad y menor esfuerzo físico además de estabilizar su postura y disminuir su cojera.
- Se creó la marca Neo Can para posicionar la prótesis en el mercado nacional con un enfoque integrado en diseño de producto, comunicación estratégica, soporte al cliente y evaluación continua

para construir una marca sólida, generar valor tanto para los usuarios como para sus mascotas y lograr así el éxito comercial.

- El uso de la prótesis Neo Can ha demostrado un impacto positivo en la calidad de vida de los perros, al permitirles recuperar su movilidad y autonomía.
- Se elaboró una estructura de costos para saber el presupuesto que se necesitaría para desarrollar el producto y conocer cuál sería el coste de la prótesis en el mercado actual.
- Se definió dos categorías específicas para la misma prótesis: Neo Can M1 y Neo Can M2. El costo ambos (S/ 533.80 y S/ 673.50) es accesible y competitivo al incluir servicios que las demás prótesis no contemplan, además que su venta a nivel nacional aporta un valor añadido al producto.
- Se desarrolló tres manuales destinados al usuario con el objetivo de ofrecer una guía completa que permita un uso seguro y eficiente del producto, maximizando su durabilidad y efectividad.
- Se propuso emplear el NPS (Net Promoter Score) como herramienta para medir la satisfacción y lealtad de los clientes además de mostrar las áreas que requieren mejoras.

VII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere seleccionar un perro con disponibilidad constante para asegurar un testeo más controlado y efectivo. Debido a la dificultad de coordinar la participación de Canela, una perrita callejera que se encontraba bajo el cuidado de diferentes personas en distintos lugares, no fue posible incluirla en este proceso.
- Tener en consideración la edad del perro, puesto que los perros de tamaño mediano tienden a llegar a su tamaño adulto alrededor de los 8 a 10 meses de edad y si se realiza una prótesis a un perro por debajo de este rango la prótesis ya no le quedaría en unos meses. Conocer esto da la opción de elaborar una prótesis que al imprimirse tenga una estructura interna de panal de abeja para evitar el gasto del filamento y lograr un menor precio para el usuario, brindándole así la posibilidad de un ahorro económico para que después pueda cambiar a otra prótesis que se adapte con las nuevas medidas del perro.
- Mejorar el diseño de la prótesis a uno articulado, a pesar de que se desarrolló un diseño sencillo por motivos de costo de impresión. Un diseño articulado podría proporcionar mayor funcionalidad y comodidad para el perro, mejorando su movilidad y adaptabilidad.
- Investigar y experimentar con materiales alternativos y tecnologías emergentes que puedan mejorar la funcionalidad, durabilidad y sostenibilidad de las prótesis. Así como la integración de sensores para monitorear el uso y la salud de la mascota.
- Incorporar un análisis del impacto social y ambiental de la prótesis y la marca, explorando cómo los esfuerzos en sostenibilidad y responsabilidad social pueden mejorar la percepción de la marca y aumentar la lealtad de los clientes.
- Fomentar la colaboración interdisciplinaria en futuros proyectos de tesis, combinando conocimientos de ingeniería, diseño industrial, marketing, y ciencias veterinarias para abordar de manera integral los desafíos en el desarrollo de productos innovadores.

Referencias

- 3DPets. (2023). Usan iPhone para crear prótesis en 3D para perros [Imagen online]. En *Digital Trends Español*. <https://es.digitaltrends.com/celular/iphone-crear-protesis-perros/>
- Acosta, I. (s.f.). Arquitectura y veterinaria se unen para ayudar a las mascotas en Uruguay [Imagen online]. En *Expreso*. Recuperado el 25 de enero de 2024, de <https://www.expreso.ec/buenavida/arquitectura-veterinaria-unen-ayudar-mascotas-uruguay-155008.html>
- Acosta, I. (2023). Arquitectura y veterinaria se unen para ayudar a las mascotas en Uruguay. En *El Espectador*. <https://www.elespectador.com/la-red-zoocial/arquitectura-y-veterinaria-se-unen-para-ayudar-a-las-mascotas-en-uruguay/>
- All3DP. (16 de febrero de 2022). *Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D*. All3DP. <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>
- Álvarez, J. (18 de julio de 2023). *Entre patas*. Ipsos. <https://www.ipsos.com/es-pe/entre-patas>
- Andrés-Cano, P., Calvo-Haro, J. A., Fillat-Gomà, F., Andrés-Cano, I., & Pérez-Mañanes, R. (2021). Papel del cirujano ortopédico y traumatólogo en la impresión 3D: aplicaciones actuales y aspectos legales para una medicina personalizada. *Revista Española de Cirugía Ortopédica Y Traumatología*, 65(2), 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2020.06.014>
- Baranova, M. (11 de agosto de 2023). *Los accidentes de tráfico por el atropello de perros y gatos aumentaron un 5,12% en 2022*. NeoMotor. <https://neomotor.epe.es/conduccion/los-accidentes-de-trafficopor-el-atropello-de-perros-y-gatos-aumentaron-un-512-en-2022-FB1524160>
- Bionic Pets. (s.f.-a). Full Limb Prosthetic - Thermoformed Plastic Body Jacket [Imagen online]. En *Bionic Pets*. Recuperado el 24 de enero de 2024, de <https://bionicpets.org/products/dog-leg-prosthetic-full-limb>

- Bionic Pets. (s.f.-b). Why Choose Bionic Pets Prosthetic Legs for Dogs? [Imagen online]. En *Bionic Pets*. Recuperado el 24 de enero de 2024, de <https://bionicpets.org/es/collections/prosthetics>
- Bionic Pets. (2020). 3D Pet Prosthetics Article Spotlights Artificial Limbs for Pets [Imagen online]. En Tripawds. <https://tripawds.com/2020/12/21/3d-pet-prosthetics-article/>
- Cunnane, S. (2020). Animal Gaits for Animators [Video]. En *Vimeo*. <https://vimeo.com/ondemand/animalgaitsforanimators>
- Fariña, J., & Smith, F. (2011). Movimiento. En *Manual Ilustrado de Cinología* (pp. 37–43). Federación Cinológica Argentina. <https://dokumen.tips/documents/3-capitulo-movimiento-5671d2cd8004e.html>
- Farricelli, A. (2023, marzo 18). *How to Determine a Dog's Quality of Life*. PetHelpful. <https://pethelpful.com/dogs/How-to-Determine-a-Dogs-Quality-of-Life>
- Galli, K., & Pelozo, S. (2017). *Órtesis y prótesis* (pp. 7–13). Monografía Auditoria médica. <https://www.auditoriamedicahoy.com.ar/biblioteca/Karina%20Galli%20Sabrina%20Peloso%20Ortesis%20y%20pr%C3%B3tesis.pdf>
- Garcés, D. (2023, enero 31). *Animales en la vía: Evita muchas y accidentes*. Autofact. <https://www.autofact.cl/blog/mi-auto/infracciones/animales-en-la-via>
- Gillete, R. L., & Angle, T. C. (2014). Canine Locomotion Analysis. En *Canine Rehabilitation and Physical Therapy* (2nd ed., p. 201). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9781437703092000119>
- González Arzate, A., & Bermúdez Díaz, R. A. (2023). Aplicación del modelo jerárquico para el proceso de fabricación de un prototipo de prótesis canina [Tesis de bachiller, Universidad Tecnológica Centroamericana]. En *Centro Universitario Tecnológico CEUTEC*.
- Grand View Research. (9 de noviembre de 2022). *3D Printed Prosthetics Market Size & Growth Report, 2023-2030*. Grand View Research. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printed-prosthetics-market-report>

- Gunt Hamburg. (s.f.). Cinética y cinemática. En *Mecánica – estática* (pp. 144–145). Gunt Hamburg. Recuperado el 1 de noviembre del 2023, de https://www.gunt.de/images/download/kinematics_kinetics_spanish.pdf
- Gutiérrez Campaña, S. F. (2022). Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a unos pacientes caninos “Canis lupus familiaris” con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga. [Tesis de bachiller, Universidad Técnica de Cotopaxi]. En *Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi*. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9676>
- Gutiérrez Murcia, V., & Moreno Arenas, J. A. (2023). Artefacto que permita mejorar la movilidad en extremidades de perros de razas pequeñas en Cali [Tesis de bachiller, Universidad Autónoma de Occidente]. En *Repositorio Educativo Digital UAO*. <https://red.uao.edu.co/handle/10614/14856>
- López Plana, C., & Mayor Aparicio, P. G. (2022). Seção transversal 44. Membro torácico. En *Atlas de anatomia seccional do cão* (p. 170). EDUFRA. <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1693>
- Mordor Intelligence Research & Advisory. (Junio de 2023). *Animal Ortho-Prosthetics Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2023 - 2028)*. Mordor Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/animal-ortho-prosthetics-market>
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (2023). Boletín estadístico de siniestralidad vial, primer semestre 2023. En *Observatorio Nacional de Seguridad Vial* (pp. 6, 14). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <https://www.onsv.gob.pe/post/boletin-estadistico-de-siniestralidad-vial-primer-semestre-2023/>
- Parra Esteve, J. M. (2022). Diseño y validación de una prótesis canina. [Tesis de bachiller, Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech]. En *UPCommons*. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/369664>
- PetyZOO. (s.f.). *Razas de Perros: toys o enanos, pequeños, medianos, grandes y gigantes*. PetyZOO. Recuperado el 9 de noviembre del 2023, de https://petyzoo.com/razas-de-perros/#Perros_por_tamanos

- Rodríguez Ricco, R. (2006). Biomecánica. En Grupo Asis (pp. 42–43). Argos.
<http://argos.grupoasis.com/bibliografias/80.pdf>
- Shum Xie, Y. M. (2021). Matriz BCG - Matriz Boston Consulting Group [Imagen online]. En *Yi Min Shum Xie*. <https://yiminshum.com/matriz-bcg-ejemplo-construir/>
- Trustmary Team. (1 de febrero de 2024). *3 Técnicas Para Medir la Experiencia del Cliente*. Trustmary. <https://trustmary.com/es/experiencia-del-cliente/3-tecnicas-para-medir-la-experiencia-del-cliente/>
- Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). Product Design and Development. En *Mheducation.com* (7th ed., pp. 13–16). McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com/highered/product/product-design-development-ulrich-eppinger/M9781260043655.html>
- Vizcaino, A. (28 de abril del 2023). *Productos para mascotas entre los más vendidos en Perú*. Mercado Negro. <https://www.mercadonegro.pe/marketing/productos-para-mascotas-entre-los-mas-vendidos-en-peru/>

ANEXOS

ANEXO N° 1

Encuesta: Requerimientos de diseño

ENCUESTA 1:

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

ENCUESTA PARA CONOCER LOS REQUERIMIENTOS EN EL DISEÑO DE UNA PRÓTESIS PARA PERROS

Esta encuesta es realizada por egresados de la carrera profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada Antenor Orrego, con el objetivo de identificar los requisitos y consideraciones que representarán la base para el diseño de una prótesis para perros que contribuirá a mejorar su calidad de vida.

Nombre:

Oscar Centurión Rabanal

Profesión:

Médico Veterinario

Fecha:

02 / 10 / 2023

REFERENCIAS

- ¿Cuáles son las lesiones/enfermedades más frecuentes que se presentan en las extremidades de los perros que pueden conllevar a una amputación? Considerar que el nivel de frecuencia va del 1 al 5, siendo 5 el más frecuente.

	1	2	3	4	5
Accidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Parálisis	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Displasia de cadera	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Artrosis/artritis	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infecciones en las extremidades	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tumores óseos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- ¿Cuál es la cantidad promedio de perros que ingresan a la clínica veterinaria con estas lesiones en extremidades?

- Menos de 10 mensual
 10 a 25 mensual
 26 a 30 mensual
 Más de 30 mensual

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

- ¿Cuál es el tamaño de los perros que más ingresan con estas lesiones?

	Peso (kg)	Altura (cm)
<input type="radio"/> Mini o Toy	- 5	- 20
<input type="radio"/> Pequeños	5 - 14	20 - 29
<input checked="" type="radio"/> Medianos	15 - 24	30 - 49
<input type="radio"/> Grandes	25 - 50	50 - 70
<input type="radio"/> Gigantes	+ 50	+ 70

- ¿Qué extremidades son las que mayormente sufren amputación en los perros?

- Extremidades delanteras Extremidades traseras

- ¿Qué tipo de amputación es más común?

- Amputación total Amputación parcial

NECESIDAD DE UNA PRÓTESIS

- ¿Considera necesario el uso de una prótesis para un perro que tiene ausencia de sus extremidades? Considerar dimensiones corporales seleccionadas en la pregunta 3 y 4.

- Si No

Ayuda a recuperar la movilidad correcta, pero debe tenerse en cuenta el tamaño de sus extremidades para ver qué tipo de prótesis le conviene para su mejoría.

- ¿De qué manera el uso de una prótesis puede cambiar el comportamiento de un animal? Explicar

- Positiva Negativa No cambia

Ai mejorar su movilidad hace más actividad física y libera estrés.

- ¿Tiene conocimiento si existe la venta de prótesis para perros en el Perú? Explicar

- Si No

No es muy común, no conozco si venden prótesis.

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

CONSIDERACIONES PARA UNA PRÓTESIS

Considerar dimensiones corporales seleccionadas en la pregunta 3 y en la pregunta 4.

9. ¿Existe una proporción de las extremidades para los perros? Explicar.

Sí No

Cada perro tiene sus medidas, para cada prótesis se debería tomar medidas de longitud y ángulo.

10. ¿Es preferible que la prótesis sea articulada o totalmente rígida? Explicar

Articulada Rígida

Los perros se adaptan con más facilidad, la prótesis debe usarse en su mayoría en actividades de paseo.

11. Si el animal carece de movilidad en las extremidades, ¿cree usted que es necesario que la prótesis tenga ruedas?

Sí No

Cuando no tienen movilidad es necesario que tenga rueda sólo si el animal es muy pequeño o si no tienen ambas patas del mismo lado, de lo contrario no podrían avanzar.

12. ¿Qué características cree usted que son importantes en el diseño de una prótesis? Considerar que el nivel de importancia va del 1, al 5, siendo 5 el más importante.

	1	2	3	4	5
Resistente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Seguro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Personalizable	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ergonómico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Buena sujeción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Estructura flexible	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estructura articulada	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fácil de manipular	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

13. ¿Qué tipo de afecciones en la piel, originadas por fricción, son más frecuentes en los perros? Considerar que el nivel de frecuencia va del 1 al 5, siendo 5 el más frecuente.

	1	2	3	4	5
Alergia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Desgarro de la piel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infección cutánea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inflamación de la piel	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ADAPTACIÓN A LA PRÓTESIS

14. ¿En cuánto tiempo se adapta el animal a una prótesis?

- Un mes Más de tres meses
 Dos meses Nunca se adapta
 Otro: Tres semanas

15. ¿Los perros después de colocarse una prótesis deben llevar una dieta estricta para mantener el peso considerado para la prótesis?

Sí No

No es necesario una dieta estricta, solo mantener una dieta balanceada.

FIRMA DEL ENCUESTADO

ENCUESTA 2:

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

ENCUESTA PARA CONOCER LOS REQUERIMIENTOS EN EL DISEÑO DE UNA PRÓTESIS PARA PERROS

Esta encuesta es realizada por egresados de la carrera profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada Antenor Orrego, con el objetivo de identificar los requisitos y consideraciones que representarán la base para el diseño de una prótesis para perros que contribuirá a mejorar su calidad de vida.

Nombre:

Eder Uceda Benites

Profesión:

Médico Veterinario

Fecha:

02 / 10 / 2023

REFERENCIAS

- ¿Cuáles son las lesiones/enfermedades más frecuentes que se presentan en las extremidades de los perros que pueden conllevar a una amputación? Considerar que el nivel de frecuencia va del 1 al 5, siendo 5 el más frecuente.

	1	2	3	4	5
Accidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Parálisis	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Displasia de cadera	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Artrosis/artritis	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infecciones en las extremidades	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tumores óseos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- ¿Cuál es la cantidad promedio de perros que ingresan a la clínica veterinaria con estas lesiones en extremidades?

- Menos de 10 mensual
 10 a 25 mensual
 26 a 30 mensual
 Más de 30 mensual

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

- ¿Cuál es el tamaño de los perros que más ingresan con estas lesiones?

Peso (kg)	Altura (cm)
<input type="radio"/> Mini o Toy	- 5
<input type="radio"/> Pequeños	5 - 14
<input checked="" type="radio"/> Medianos	15 - 24
<input type="radio"/> Grandes	25 - 50
<input type="radio"/> Gigantes	+ 50

- ¿Qué extremidades son las que mayormente sufren amputación en los perros?

- Extremidades delanteras
 Extremidades traseras

- ¿Qué tipo de amputación es más común?

- Amputación total
 Amputación parcial

NECESIDAD DE UNA PRÓTESIS

- ¿Considera necesario el uso de una prótesis para un perro que tiene ausencia de sus extremidades? Considerar dimensiones corporales seleccionadas en la pregunta 3 y 4.

- Sí
 No

Debido a que ayuda a que el perro recupere su estabilidad motora y el peso se distribuya correctamente.

- ¿De qué manera el uso de una prótesis puede cambiar el comportamiento de un animal? Explicar

- Positiva
 Negativa
 No cambia

Son más activos e independientes.

- ¿Tiene conocimiento si existe la venta de prótesis para perros en el Perú? Explicar

- Sí
 No

La mayoría de dueños asocia a una prótesis con precios altos por lo que no es conocido que existan empresas que las vendan.

CONSIDERACIONES PARA UNA PRÓTESIS

Considerar dimensiones corporales seleccionadas en la pregunta 3 y en la pregunta 4.

9. ¿Existe una proporción de las extremidades para los perros? Explicar

Sí No

Para una prótesis es necesario tomar medidas de la otra extremidad ya que cada perro tiene medidas distintas, ya sea por su estilo de vida o por su edad.

10. ¿Es preferible que la prótesis sea articulada o totalmente rígida? Explicar

Articulada Rígida

No es necesario que sea articulada siempre y cuando siga la anatomía del perro.

11. Si el animal carece de movilidad en las extremidades, ¿cree usted que es necesario que la prótesis tenga ruedas?

Sí No

Cuando les faltan las dos patas delanteras es necesario una silla de ruedas de lo contrario no podría manipular la prótesis.

12. ¿Qué características cree usted que son importantes en el diseño de una prótesis? Considerar que el nivel de importancia va del 1 al 5, siendo 5 el más importante.

	1	2	3	4	5
Resistente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Personalizable	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ergonómico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Buena sujeción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Estructura flexible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estructura articulada	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fácil de manipular	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Otro:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. ¿Qué tipo de afecciones en la piel, originadas por fricción, son más frecuentes en los perros? Considerar que el nivel de frecuencia va del 1 al 5, siendo 5 el más frecuente.

	1	2	3	4	5
Alergia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desgarro de la piel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infección cutánea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inflamación de la piel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ADAPTACIÓN A LA PRÓTESIS

14. ¿En cuánto tiempo se adapta el animal a una prótesis?

Un mes Más de tres meses
 Dos meses Nunca se adapta
 Otro: _____

15. ¿Los perros después de colocarse una prótesis deben llevar una dieta estricta para mantener el peso considerado para la prótesis?

Sí No

Se debe continuar con la alimentación, siempre cuidando que sea saludable.

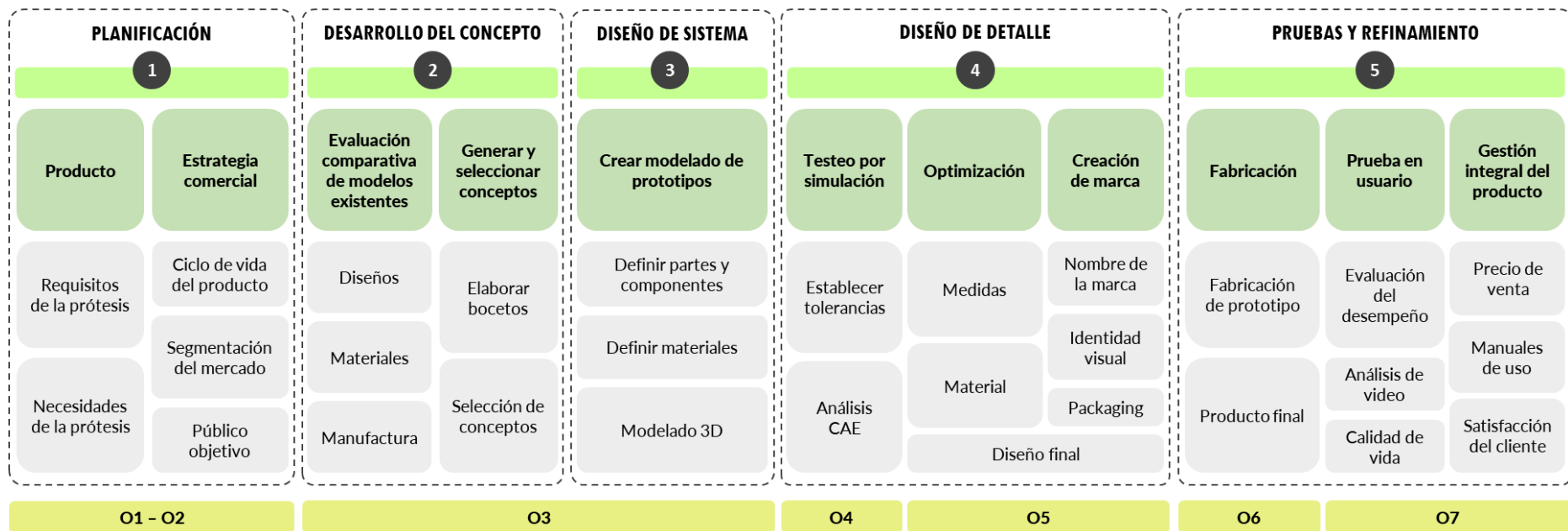
Dr. EDER LUIS UCEDA BENITES
 Médico Veterinario
 C.M.V.P. 3112

FIRMA DEL ENCUESTADO

ANEXO N° 2

Proceso del diseño y elaboración de la prótesis canina

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PRÓTESIS CANINA



Donde:

O1 = Recopilar datos médicos veterinarios, radiográficos y biofísicos.

O2 = Realizar un análisis detallado de la anatomía y las necesidades individuales del perro.

O3 = Crear modelos 3D de prótesis caninas utilizando un software CAD.

O4 = Realizar un análisis de elementos finitos para evaluar la resistencia y la funcionalidad de las prótesis caninas diseñadas.

O5 = Optimizar los diseños de las prótesis caninas en función de los resultados de la simulación.

O6 = Producir prótesis caninas individualizadas utilizando tecnologías de fabricación avanzadas de impresión 3D.

O7 = Evaluar la funcionalidad y desempeño de la prótesis final en el usuario.

ANEXO N° 3

Guías de observación de los perros candidatos

CASO CANELA:

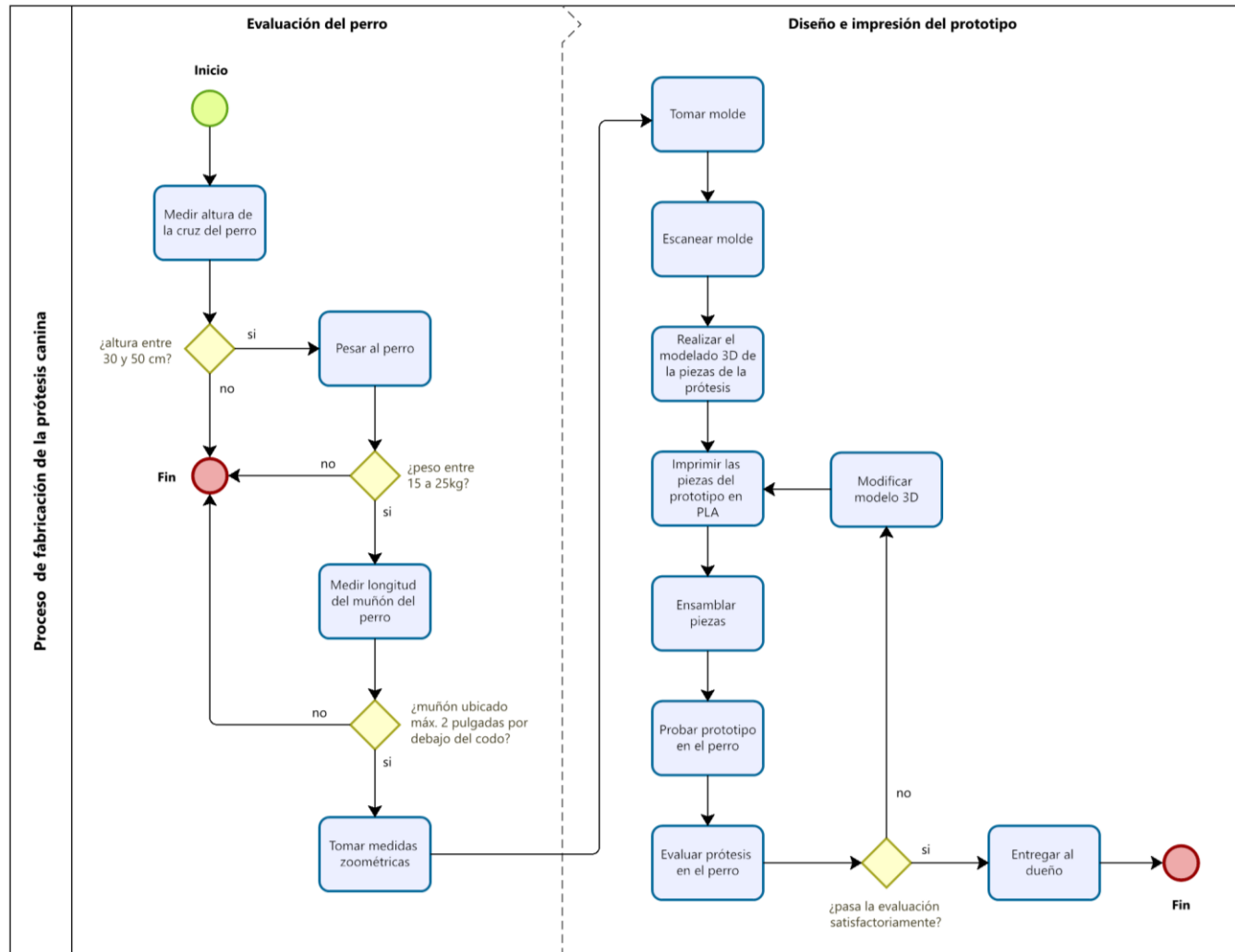
<i>Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano</i>			
GUÍA DE OBSERVACIÓN PREVIO AL USO DE LA PRÓTESIS			Hoja: 1 de 1
PROPÓSITO:	Evaluar el desempeño del perro al momento de caminar con una extremidad faltante y su impacto en su comportamiento.		
FECHA:	15/11/2023		
EVALUADO:	Canela	RAZA:	Mestiza
EDAD:	3 años	PESO:	23 kg
TAMAÑO:	56 cm	SEXO:	Hembra
MOTIVO DE AMPUTACIÓN:	Fue atropellada por un conductor imprudente que se fue a la fuga. Estuvo varios días con la fractura, al ser rescatada fue llevada al veterinario para su tratamiento, pero tuvieron que amputarle su pata delantera izquierda debido a gangrena.		
RESULTADOS:	COMPORTAMIENTO: <ul style="list-style-type: none">• Dificultad para caminar y para hacer sus necesidades• Mucha actividad• Caminata irregular		
FOTOS:			
Estado en el que se encontró a Canela		Muñón después de la cirugía	
			
Rompió tendones y ligamentos		A nivel de clavícula	
Canela caminando			Caminata irregular

CASO GALÁN:

<i>Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano</i>			
GUÍA DE OBSERVACIÓN PREVIO AL USO DE LA PRÓTESIS			Hoja: 1 de 1
PROPÓSITO:	Evaluar el desempeño del perro al momento de caminar con una extremidad faltante y su impacto en su comportamiento.		
FECHA:	17/11/2023		
EVALUADO:	Galán	RAZA:	Cocker
EDAD:	7 meses	PESO:	12kg
TAMAÑO:	35 cm	SEXO:	Macho
MOTIVO DE AMPUTACIÓN:	Fue atropellado cuando tenía 4 meses al querer cruzar la pista por una camioneta que iba a velocidad. Al ser llevado a una veterinaria el médico veterinario indicó que se le amputará la pata delantera debido a que había roto articulaciones.		
RESULTADOS:	COMPORTAMIENTO: <ul style="list-style-type: none">• Mucha actividad• Muy juguetón• Caminata irregular		
FOTOS:			
Estado de Galán tras el accidente		Caminata tras la amputación	
			
Miembro muy afectado	Condición actual de Galán		Caminata irregular
			Amputación a nivel de clavícula

ANEXO N° 4

Diagrama de proceso de fabricación de la prótesis canina



ANEXO N° 5

Fotografías de toma de molde

TOMA DE MOLDE DE GALÁN



TOMA DE MOLDE DE CANELA



ANEXO N° 6

Encuesta: Necesidades de los dueños

ENCUESTA 1:

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

ENCUESTA PARA CONOCER LAS NECESIDADES DE LOS DUEÑOS EN UNA PRÓTESIS CANINA

Esta encuesta es realizada por bachilleres de la carrera profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada Antenor Orrego, con el objetivo de identificar las necesidades que tienen los dueños de perros con amputaciones y lo que buscan en una prótesis.

Dueño(a) de:

Galán

Fecha:

11 / 05 / 2024

1. ¿Para qué utilizaría una prótesis canina?

Para que mi perro camine mejor sin balancear su cabeza, que camine de forma nivelada y con más libertad, se sienta más cómodo y para que no tenga problemas a futuro.

2. ¿Qué le gusta de las prótesis existentes?

He visto que hay de diferentes aspectos, unos más simples y otros con varias partes, me gustan los que tienen diferentes colores.

3. ¿Qué no le gusta de las prótesis existentes?

No he encontrado en Perú, solo encuentro páginas de otros países y comprarlo saldría muy caro y demoraría en llegar.

4. ¿Qué aspectos consideraría para comprar este tipo de producto?

Principalmente el precio, de buena calidad, que le sirva a mi perro, que sea fácil de poner.

ENCUESTA 2:

Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano

ENCUESTA PARA CONOCER LAS NECESIDADES DE LOS DUEÑOS EN UNA PRÓTESIS CANINA

Esta encuesta es realizada por bachilleres de la carrera profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada Antenor Orrego, con el objetivo de identificar las necesidades que tienen los dueños de perros con amputaciones y lo que buscan en una prótesis.

Dueño(a) de:

Canela

Fecha:

21 / 05 / 2024

1. ¿Para qué utilizaría una prótesis canina?

Para que Canela camine mejor con más equilibrio, es muy activa y ya se ha caído varias veces al correr. Hace que se le irrite en esa zona (zona amputada). Al ser grande creo que de mayor puede que se le dificulte pararse o moverse por lo que una prótesis le ayudaría a mejorar su calidad de vida.

2. ¿Qué le gusta de las prótesis existentes?

Me gusta que se ve que lo hacen de acuerdo a cada perro, depende lo que necesita el perro. Hay unas que se extienden conforme el perro crece.

3. ¿Qué no le gusta de las prótesis existentes?

No venden acá, es difícil contactar porque la mayoría de las páginas son en inglés se venden en otros países y tienes que pagar en su moneda.

4. ¿Qué aspectos consideraría para comprar este tipo de producto?

El precio, que sea de buena calidad, que se pueda pagar desde acá y pueda contactarme con los encargados en caso de una consulta o problema.

ANEXO N° 7

Buyer Person

BUYER PERSON 1:

TIPO: DECISOR



Nombre: Ricardo Gutiérrez Juárez

Edad: 25 años

Lugar donde vive: Trujillo

Estado laboral: Laborando

Poder adquisitivo: Nulo

DESCRIPCIÓN: Ricardo es un joven centrado en ejercer su carrera profesional para lo cual está desarrollando sus prácticas profesionales en ingeniería industrial. Sus principales intereses son los videojuegos, la tecnología y jugar con su perro Bodi el cual tiene 3 años y es imperativo. Hace unos meses su perro sufrió un accidente y le amputaron su pata delantera por lo que está buscando escoger una prótesis canina para solicitarle a su madre que brinde la parte monetaria para así comprarla.

COMPORTAMIENTO DE COMPRA	CANALES DE COMUNICACIÓN	DECISIÓN	OBJETIVO
<ul style="list-style-type: none"> Le gusta informarse antes de escoger un producto Adopta tendencias Compra por la experiencia Presencial y online 	<ul style="list-style-type: none"> YouTube Facebook Instagram WhatsApp TikTok 	<ul style="list-style-type: none"> Él toma la decisión sobre qué productos comprar ya que sabe buscar información en los medios online 	<ul style="list-style-type: none"> Encontrar la mejor prótesis en el mercado que mejore la movilidad de su perro y que a su vez sea atractiva

PUNTOS DE DEBILIDAD	LO QUE LE DESMOTIVA	CRITERIO DE COMPRA	COMPORTAMIENTO ONLINE
<ul style="list-style-type: none"> No tiene trabajo estable No tiene fondos para gastos Su opinión se condiciona a opiniones externas 	<ul style="list-style-type: none"> Cuando no cumplen lo que ofrecen No le gusta recibir publicidad no solicitada Servicio sin chat online Mala atención 	<ul style="list-style-type: none"> Prioriza los beneficios y el aspecto visual tanto del producto como de la marca 	<ul style="list-style-type: none"> Suscripciones Sigue a marcas de renombre Sigue a "influencers" Prefiere contenido dinámico y jovial Solo visita webs posicionadas

BUYER PERSON 2:

TIPO: COMPRADOR



Nombre: Luz Juárez Zarate

Edad: 53 años

Lugar donde vive: Trujillo

Estado laboral: Laborando

Poder adquisitivo: Medio-Alto

DESCRIPCIÓN: Luz es la madre de Ricardo, es una mujer trabajadora y muy apreciada en su empresa en la cual lleva más de 20 años. Suele estar muy ocupada por el trabajo, pero en sus tiempos libres le gusta pasarla con su hijo y su perro, mirar videos online o TV o simplemente descansar. Tras el accidente de su mascota se preocupó mucho ya que le gustan los animales y lo considera parte de la familia por lo que ante la idea de comprar una prótesis estuvo de acuerdo siempre y cuando esté dentro de un precio que considere razonable.

COMPORTAMIENTO DE COMPRA	CANALES DE COMUNICACIÓN	DECISIÓN	OBJETIVO
<ul style="list-style-type: none"> Opta por comprar marcas habituales Trata de minimizar tiempo y esfuerzo Compra presencial Busca ahorrar 	<ul style="list-style-type: none"> Facebook Instagram WhatsApp 	<p>Ella realiza la compra, aporta el dinero ya que tiene solvencia económica, del producto recomendado por su hijo</p>	<p>Encontrar una prótesis que mejore la movilidad de su perro y que a su vez sea económica</p>

PUNTOS DE DEBILIDAD	LO QUE LE DESMOTIVA	CRITERIO DE COMPRA	COMPORTAMIENTO ONLINE
<ul style="list-style-type: none"> No sabe comprar online Le gustan tarifas claras Prueba nuevos productos solo por recomendación 	<ul style="list-style-type: none"> Precios muy altos al que considera valor del producto Cuando no responden sus dudas ante consultas Letras pequeñas 	<p>Compra lo que considera calidad-precio: busca que sea duradero, resistente y con un precio accesible que justifique sus características</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sigue a "influencers" Prefiere contenido formato tutorial Para conocer una marca la busca en redes sociales Comparte lo que considera atractivo

BUYER PERSON 3:

TIPO: INFLUENCIADOR



Nombre: Dayana Rosario Alvarado

Edad: 27 años

Lugar donde vive: Lima

Estado laboral: Laborando

Poder adquisitivo: Alto

DESCRIPCIÓN: Dayana es una chica "influencer" la cual sube contenido sobre su mascota a sus redes sociales mostrando su estilo de vida y los accesorios y cuidados que le brinda a su pequeño. Sus redes sociales tienen varios seguidores y monetiza sus publicaciones generando grandes entradas por lo que constantemente busca impresionar a sus seguidores. Da reseñas sobre los productos que utiliza, le gusta presentar nuevos lanzamientos por lo que realiza colaboraciones con varias marcas y emprendedores.

COMPORTAMIENTO DE COMPRA	CANALES DE COMUNICACIÓN	DECISIÓN	OBJETIVO
<p>Compra online</p> <p>Compra productos novedosos y atractivos</p> <p>Canje por publicidad</p> <p>Sigue tendencias</p>	<p>YouTube</p> <p>Facebook</p> <p>Instagram</p> <p>WhatsApp</p> <p>TikTok</p>	<p>Ella escoge y compra el producto que desea</p>	<p>Comprar lo más atractivo y útil a su perro de manera que también muestre la alta calidad de vida que le brinda</p>

PUNTOS DE DEBILIDAD	LO QUE LE DESMOTIVA	CRITERIO DE COMPRA	COMPORTAMIENTO ONLINE
<p>Solo colabora con marcas seguras</p> <p>No teme dar opiniones negativas</p> <p>Expuesta a la crítica del público</p>	<p>Productos de mala calidad</p> <p>Marcas con mala reputación</p> <p>Mala atención al cliente</p>	<p>Prioriza el atractivo visual y lo novedoso del producto, prefiere productos que no se han visto comúnmente</p>	<p>Hiperconectada</p> <p>Activa en publicaciones e interacciones</p> <p>Sigue a cuentas dog-lovers</p>

ANEXO N° 8

Ficha de registro de datos – Desempeño con la prótesis

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DESEMPEÑO CON LA PRÓTESIS								Hoja 1 de 2
OBJETIVO:		Determinar el impacto de la prótesis en la locomoción del perro.						
FECHA:		14/09/2024		CASO:		Galán		
ESTUDIO DE MARCHA								
DISTANCIA:		3m		REPETICIONES:		6		
TIEMPO (s)								
SIN PRÓTESIS				CON PRÓTESIS				
1.	3.71	4.	3.70	1.	2.80	4.	2.93	
2.	3.60	5.	3.73	2.	2.94	5.	3.45	
3.	3.68	6.	3.77	3.	3.15	6.	3.07	
PROMEDIO:		3.695 segundos		PROMEDIO:		3.057 segundos		
RESULTADOS:		La diferencia de tiempo entre caminar sin prótesis (3.7) y con prótesis (3.1) indica una mejora significativa en la eficiencia del movimiento.						
ESTUDIO DE POSTURA								
<i>Marcar con una "x" considerando que:</i>								
<i>(0) Postura normal</i>				<i>(2) Postura anormal moderada</i>				
<i>(1) Postura anormal leve</i>				<i>(3) Postura anormal severa</i>				
				<i>(4) Incapaz de soportar peso</i>				
POSICIÓN PARADO		0	1	2	3	4		
Sin prótesis					X			
Con prótesis		X						
RESULTADOS:		Sin la prótesis, el perro se inclina hacia adelante colocando su pata delantera en el centro teniendo una desviación hacia el lado interno y mostrando una preferencia por estar sentado. Al usar la prótesis, logra una alineación adecuada de la columna, lo que le permite descansar cómodamente y mantenerse de pie sin dificultad.						

**FICHA DE REGISTRO DE DATOS
DESEMPEÑO CON LA PRÓTESIS**

Hoja 2 de 2

NIVEL DE COJERA

Marcar con una "x" considerando que:

(0) No hay cojera

(1) Cojera leve o intermitente

(2) Cojera moderada, soporta peso

(3) Cojera severa, soporta peso

(4) Cojera intermitente, no soporta peso

(5) Cojera continua, no soporta peso

EN CAMINATA	0	1	2	3	4	5
Sin prótesis				X		
Con prótesis		X				
EN TROTE	0	1	2	3	4	5
Sin prótesis				X		
Con prótesis	X					

RESULTADOS:

Sin la prótesis, el perro muestra una cojera severa al caminar, debido a la incapacidad de soportar adecuadamente su peso. Al usar la prótesis, la cojera disminuye y se presenta de forma leve e intermitente, ya que el perro aún está en proceso de adaptación.

Durante el trote, sin la prótesis, la cojera sigue siendo marcada por la dificultad de cargar su peso. Sin embargo, con la prótesis, no presenta cojera, ya que el movimiento rápido le permite manejarla mejor, favoreciendo una mayor fluidez en su desplazamiento.

**APROBACIÓN
DEL MÉDICO
VETERINARIO:**

X

Apruebo el diseño y funcionamiento de la prótesis canina, confirmando es adecuada para su uso.


 Dr. EDER LUIS UCEDA BENITES
 Médico Veterinario
 C.M.V.P. 3112

ANEXO N° 9


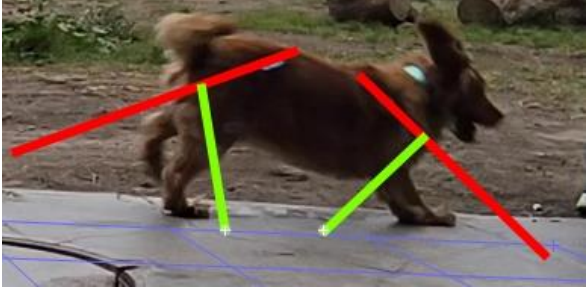
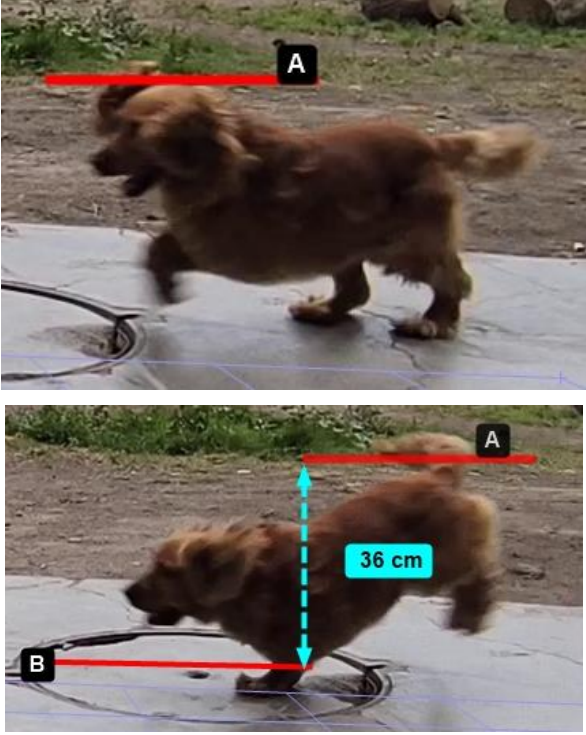
Fotografías de la prótesis y su uso

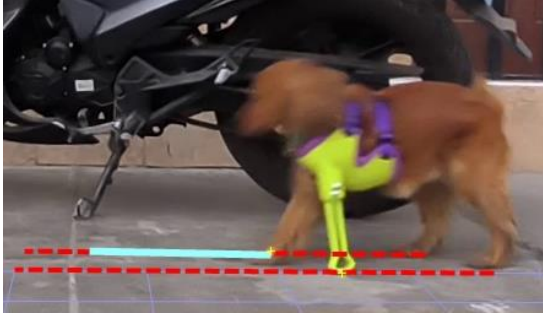
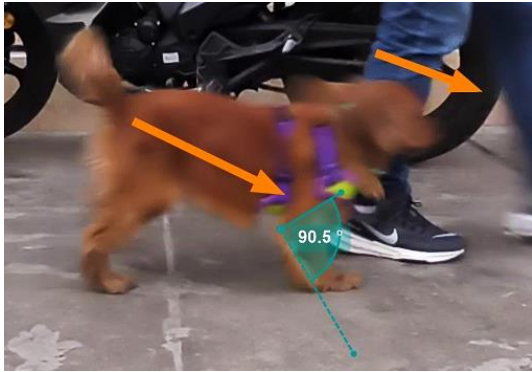



ANEXO N° 10

Fichas de análisis de video

FICHA DE ANÁLISIS DE VIDEO		Nº: 1	
		Hoja 1 de 2	
PROPÓSITO:	Analizar el balance en la marcha de perro sin la prótesis y puesta para determinar si existe mejora, mediante Kinovea.		
FECHA:	14/09/2024	CASO:	Galán
ESTADO:	Sin prótesis		
FACTOR EN EVALUACIÓN:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Angulación del movimiento ✓ Amplitud del movimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equilibrio de la línea dorsal 	
#	FOTOGRAMA:	OBSERVACIÓN:	
1.		<p>Posición de la pata delantera derecha en el centro de su plano medio, teniendo una inclinación hacia el lado izquierdo.</p> <p>Se observa que en caminata su amplitud es corta.</p>	
2.		<p>Gran inclinación del cuerpo hacia adelante, provocando que el abdomen esté cerca al suelo, que su cabeza también baje y que su pata delantera flexione hasta los 65°.</p>	
3.		<p>Su cadera se inclina hacia la derecha, provocando ocasionalmente tirones que desestabilizan su marcha y afectan su equilibrio al caminar.</p>	


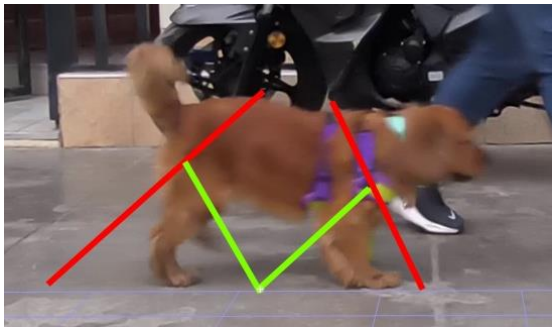
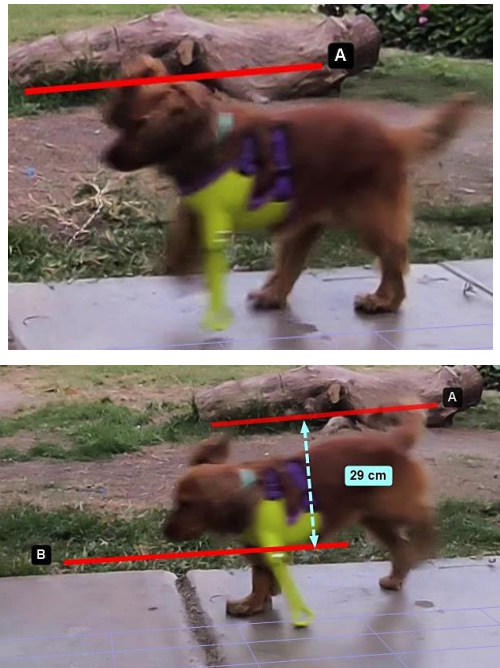
FICHA DE ANÁLISIS DE VIDEO		Nº: 1
FICHA DE ANÁLISIS DE VIDEO		Hoja 2 de 2
#	FOTOGRAMA:	OBSERVACIÓN:
4.		Al correr, además de pegar el pecho al suelo, lanza las patas traseras de manera que se eleven considerablemente.
5.		No conecta la angulación de la cadera con la del hombro considerando la cuadrícula color lila (líneas verdes).
6.		La ausencia de la extremidad provoca una cojera que genera un movimiento de la cabeza de aproximadamente 36 cm.

FICHA DE ANÁLISIS DE VIDEO		Nº: 2	
FICHA DE ANÁLISIS DE VIDEO		Hoja 1 de 2	
PROPÓSITO:	Analizar el balance en la marcha de perro sin la prótesis y puesta para determinar si existe mejora, mediante Kinovea.		
FECHA:	26/09/2024	CASO:	Galán
ESTADO:	Con prótesis		
FACTOR EN EVALUACIÓN:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Angulación del movimiento ✓ Amplitud del movimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equilibrio de la línea dorsal 	
#	FOTOGRAMA:	OBSERVACIÓN:	
1.		La pata delantera se alinea lateralmente con la trasera derecha, la prótesis se ajusta de manera adecuada al eje de la pata trasera izquierda. Se observa que en caminata tiene más amplitud.	
2.		Poca inclinación del cuerpo hacia adelante, el abdomen no está cerca al suelo, su cabeza se mantiene hacia el frente. Su pata delantera flexiona hasta los 90.5°.	
3.		Sube con más facilidad la vereda y no tiene menos momentos de desequilibrio.	

FICHA DE ANÁLISIS DE VIDEO

Nº: 2

Hoja 2 de 2

#	FOTOGRAMA:	OBSERVACIÓN:
4.		Al correr su pecho mantiene una distancia considerable del suelo, las patas traseras se elevan menos que sin prótesis.
5.		La angulación de la cadera conecta con la del hombro considerando la cuadrícula color lila (líneas verdes).
6.		Tiene una cojera que genera un movimiento de la cabeza de aproximadamente 29 cm.

Enlace de los videos:

https://drive.google.com/drive/folders/1pWQfIWUDUjnoRKXkWv7PGO0oNXfu9Yxx?usp=drive_link

ANEXO N° 11

Datos de Kinovea

Datos de posición vertical sin prótesis

Tiempo (ms)	Marcador 1	Tiempo (ms)	Marcador 1	Tiempo (ms)	Marcador 1
0	131.0986	900	123.2259	1800	86.69584
33	145.7779	933	105.9788	1833	99.47459
67	159.0108	967	94.1087	1867	105.5209
100	168.0987	1000	92.25693	1900	104.8283
133	169.896	1033	100.3549	1933	99.16746
167	162.8908	1067	114.5115	1967	91.12027
200	148.504	1100	129.0421	2000	83.39433
233	130.8049	1133	138.619	2033	77.78628
267	115.6527	1167	139.7528	2067	74.2163
300	108.9387	1200	131.5315	2100	71.44035
333	113.0635	1233	115.5377	2133	68.88085
367	124.9308	1267	95.14302	2167	66.98942
400	138.5599	1300	75.66549	2200	66.01208
433	148.8672	1333	63.87235	2233	65.55789
467	152.8448	1367	64.27956	2267	65.19308
500	149.2632	1400	75.41592	2300	64.75091
533	138.5616	1433	90.69907	2333	64.23784
567	123.2891	1467	103.171	2367	63.72289
600	108.0457	1500	109.0474	2400	63.29881
633	98.23905	1533	107.3562	2433	63.02514
667	98.17034	1567	98.43964	2467	62.85002
700	108.0364	1600	83.79945	2500	62.69996
733	122.8648	1633	66.54462	2533	62.63728
767	136.4928	1667	52.00098	2566	62.73579
800	145.101	1700	46.77011	2600	62.90106
833	146.3049	1733	53.95488		
867	138.5433	1767	69.68895		

Min	Máx
131.0986	169.896
108.9387	152.8448
98.17034	146.3049
92.25693	138.619
63.87235	109.0474
46.77011	105.5209
62.90106	

Diferencia
38.7974
60.9573
43.9061
54.67446
48.13456
54.04797
46.36207
74.74665
45.17505
62.27729
58.75079
42.61984

Promedio
52.53745667

Datos de posición vertical con prótesis

Tiempo (ms)	Marcador 1	Tiempo (ms)	Marcador 1	Tiempo (ms)	Marcador 1
0	123.6694	933	159.8502	1867	105.9818
33	132.2309	967	152.136	1900	120.7731
67	143.8758	1000	137.1917	1933	137.2767
100	158.4077	1033	119.2632	1967	149.8369
133	172.1034	1067	104.3779	2000	154.0617
167	180.5052	1100	102.48508	2033	148.0734
200	176.2338	1133	104.5453	2067	132.9872
233	174.551	1166	120.4112	2100	112.7743
267	162.4906	1200	139.7949	2133	93.46666
300	148.3505	1233	155.864	2167	81.55064
333	136.4071	1267	164.3371	2200	80.61423
367	130.758	1300	164.0165	2233	87.45858
400	133.5479	1333	155.5162	2267	93.71213
433	143.7077	1367	140.4129	2300	93.46107
467	157.1533	1400	122.0747	2333	88.45289
500	168.6985	1433	106.335	2366	85.50356
533	174.4876	1467	99.41849	2400	88.53012
567	172.9739	1500	104.4185	2433	94.69426
600	164.2422	1533	119.4345	2466	99.44611
633	149.7027	1567	138.2768	2500	101.3502
667	132.493	1600	153.477		
700	116.9833	1633	159.8527		
733	107.5938	1667	155.9664		
767	107.5193	1700	143.5563		
800	117.0557	1733	126.5561		
833	132.6658	1767	110.1446		
867	148.3256	1800	99.4734		
900	158.4293	1833	97.95661		

Min	Máx
123.6694	176.2338
130.758	174.4876
107.5193	159.8502
102.48508	164.3371
99.41849	159.8527
97.95661	154.0617
80.61423	93.71213
85.50356	101.3502

Diferencia
52.5644
45.4758
43.7296
66.9683
52.3309
57.36512
61.85202
64.91861
60.43421
61.89609
56.10509
73.44747
13.0979
8.20857
15.84664

Promedio
48.94938133

ANEXO N° 12

Cuestionario post uso de prótesis

**CUESTIONARIO POST USO DE PRÓTESIS
CALIDAD DE VIDA**

Hoja 1 de 1

PROPÓSITO: Conocer la calidad de vida del perro con la prótesis tras el periodo de adaptación.

CASO: Galán

FECHA: 26/09/2024

TIEMPO DE USO: 1.5 semanas

Marcar con una "X":

1. ¿Cómo es el apetito del perro?

<input type="checkbox"/> (0) Sin apetito	<input type="checkbox"/> (1) Poco apetito	<input checked="" type="checkbox"/> (2) Apetito normal
--	---	--

2. ¿Cómo es la hidratación del perro?

<input type="checkbox"/> (0) Requiere líquidos subcutáneos	<input type="checkbox"/> (1) Poco consumo	<input checked="" type="checkbox"/> (2) Consumo adecuado
--	---	--

3. ¿Cómo es la interacción del perro con otras personas y perros?

<input type="checkbox"/> (0) Sin interacción, se esconde	<input type="checkbox"/> (1) Poca interacción	<input checked="" type="checkbox"/> (2) Interacción normal
--	---	--

4. ¿Realiza más o menos actividad física que antes de usar la prótesis?

<input type="checkbox"/> (0) Sin actividad física	<input type="checkbox"/> (1) Menos / Igual	<input checked="" type="checkbox"/> (2) Más actividad
---	--	---

5. ¿Cómo es la actitud del perro?

<input type="checkbox"/> (0) Tristeza / Enojo	<input type="checkbox"/> (1) Apatía / Desinterés	<input checked="" type="checkbox"/> (2) Feliz / Tranquilidad
---	--	--

6. ¿Cómo realiza su evacuación y/u orina?

<input type="checkbox"/> (0) No lo realiza / Alta dificultad	<input checked="" type="checkbox"/> (1) Regular / Poca dificultad	<input type="checkbox"/> (2) Normal / Sin dificultad
--	---	--

RESULTADO

TOTAL: 11

(0 – 5) Mala calidad de vida

(6 – 9) Calidad de vida regular

X

(10 – 12) Excelente calidad de vida

ANEXO N° 13

Manuales para el usuario

MANUAL DE TOMA DE MOLDE



Introducción

Gracias por confiar en Neo Can para la prótesis de tu mascota. Por tu compra, recibes este kit para la toma de molde, el cual deberás utilizar antes de que podamos iniciar la fabricación de la prótesis.

Este manual te orientará en el proceso de realizar la toma de molde de yeso a tu perro correctamente, recuerda que puedes revisar nuestros videos en la plataforma de NeoCan.

Materiales incluidos en el kit

- (2 unid) Vendas de yeso 4"
- (10 m) Stretch film 5"
- (50 cm) Perfil flexible
- (1 unid) Serrucho para yeso



**imágenes referenciales

01

Materiales extra que debes tener

- (1 par) Guantes de látex
- (1 unid) Tijeras grandes
- (1 unid) Recipiente o tina pequeña con agua fría

Consideraciones a tener en cuenta

- Coloca al perro en una superficie cómoda, asegurándote de que esté en una posición relajada y ten todos los materiales cerca a tí.
- Es necesario de contar con ayuda de al menos dos personas más y tener al perro parado y con su columna alineada durante todo el proceso.
- Durante el proceso, es importante mantener al perro tranquilo.
- Si el perro muestra signos de incomodidad o estrés, realiza pausas y asegúrate de que esté calmado antes de continuar.
- Una vez que hayas enyesado la extremidad amputada de tu perro, deberás enviarnos el molde por correo. A partir de ese momento, procederemos a crear la prótesis personalizada basada en el molde y, posteriormente, te la enviaremos.

02

Pasos para la toma de molde

PASO 1. Envolver el torso del perro y su cuello con 3 capas de stretch film, sobre todo la zona amputada evitando que esté muy apretando.

PASO 2. Colocar el perfil de PVC a lo largo de la columna vertebral, desde la nuca y sostener los extremos.

PASO 3. Colocarse los guantes, abrir la venda y remojar el rollo en agua fría por 2 segundos y escurrir.

PASO 4. Envolver las vendas en el vendaje empezando desde el torso pasando por sus costillas hasta la parte trasera, continuar con las demás vendas desde el último pedazo del anterior tratando de encapsular bien la zona amputada y el cuello.

PASO 5. Una vez envuelto todo con las vendas de yeso presionar un poco mediante masajes con las manos hasta que se endurezca por completo (aproximadamente 3 minutos).

PASO 6. Con un serrucho de mano cortar el yeso por el medio del perfil de PVC hasta que esté lo suficientemente delgado.

PASO 7. Terminar de cortar el yeso con una tijera por el medio del perfil de PVC

PASO 8. Retirar el perfil y con las tijeras cortar el stretch film y retirarlo por completo.

PASO 9. Retirar cuidadosamente el molde hacia abajo y con un marcador colocar el nombre del perro para su identificación.

03

Información de contacto y soporte

Contacto y soporte técnico

- **Nombre de la empresa:** NeoCan
- **Teléfono de soporte:** +51 222 222 222
- **Horario de atención:** Lunes a Viernes, de 9:00 a.m. a 6:00 p.m.
- **Correo electrónico:** soporte@neocan.com
- **Sitio web:** www.neocan.com.pe

Redes sociales

- **Facebook:** Neo Can
- **Instagram:** @NeoCan
- **Youtube:** @NeoCanProtesis

Servicio de garantía y devoluciones

- **Política de garantía:** Si experimenta cualquier problema con la prótesis, por favor contáctenos dentro de los primeros 12 meses de uso para evaluar la posibilidad de reparación o reemplazo bajo nuestra garantía.
- **Proceso de devolución:** Para iniciar un proceso de devolución, comuníquese con nuestro equipo de soporte a través del teléfono o correo electrónico indicados arriba.

04

NEO CAN

Llámenos al:
(+51) 111 111 111
Envíenos un correo a:
consultas@neocan.com

www.neocan.com.pe

MANUAL DE USO DE LA PRÓTESIS



Introducción

Gracias por elegir nuestra prótesis de pata entera Neo Can, la prótesis de pata entera está diseñada para proporcionar movilidad y comodidad a perros con amputaciones completas de una pata.

Mejora la movilidad

- **Movimiento natural:** La prótesis está diseñada para permitir un movimiento natural, facilitando la marcha del perro.
- **Actividad física:** Permite que el perro participe en actividades físicas que de otra manera serían difíciles o imposibles.

Calidad de vida

- **Reducción del dolor:** Al proporcionar un apoyo adecuado, la prótesis ayuda a reducir el dolor asociado con la amputación.
- **Comodidad:** La prótesis está diseñada para ser cómoda, minimizando la fricción y evitando irritaciones en la piel.

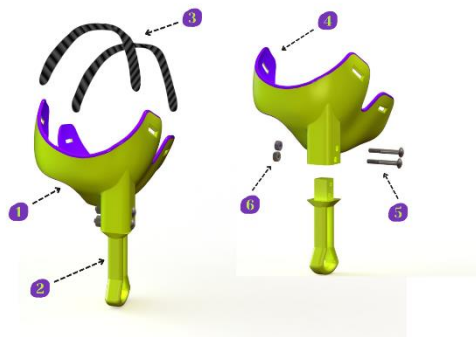
Beneficios psicológicos

- **Bienestar emocional:** La capacidad de moverse libremente puede mejorar el bienestar emocional del perro.
- **Reducción del estrés:** Menos frustración y estrés al poder realizar actividades que antes eran difíciles o imposibles.

01

Componentes de la prótesis

1. **Pechera:** Estabiliza y conecta la prótesis con el cuerpo.
2. **Soporte:** Soporta el peso del cuerpo del perro.
3. **Correas de sujeción:** Aseguran el ajuste de la prótesis.
4. **Goma espuma:** Protege la piel del contacto con la prótesis.
5. **Pernos:** Evitan el desplazamiento del apoyo.
6. **Tuercas hexagonales:** Ajustan el soporte con la pechera.



02

Preparación del perro

Preparar al perro de manera adecuada garantiza no solo la comodidad y seguridad del animal, sino también el éxito a largo plazo del uso de la prótesis.

Limpieza y cuidado de la piel

Asegúrate de que la zona de contacto con la prótesis esté limpia y sin irritaciones.

Familiarización con la prótesis

Deja que el perro olfatee y explore la prótesis antes de intentar ponérsela.

Ajuste gradual

Coloca la prótesis durante cortos periodos de tiempo inicialmente, incrementando gradualmente la duración.

Uso de recompensas

Recompensa al perro con golosinas y elogios cuando acepte la prótesis y se comporte de manera tranquila.

Supervisión constante

Supervisa al perro de cerca durante las primeras semanas de uso para asegurarte de que se adapta bien y no experimenta incomodidad.

03

Armado de la prótesis

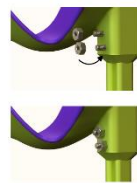
1 Insertar el soporte en la pechera encajando los orificios de ambos.



2 Colocar los pernos de modo que la cabeza del perno quede en la parte exterior. (1/4")



3 Colocar las tuercas en los orificios y enroscar. (5/16")



4 Colocar en el animal, ajustar bien las correas y ¡listo! tu perro ya usa la prótesis NeoCan.



04

Colocación de la prótesis

Una vez armada la prótesis se debe seguir los siguientes pasos:

Colocar la pechera

- Coloca la pechera ajustable alrededor del torso del perro, introduciendo la pata delantera del perro en el orificio de la pechera, asegurándote de que esté bien posicionada y cómoda.

Ajustar la prótesis

- Fija la prótesis a la pechera usando las correas y hebillas proporcionadas, ajustándolas para que la prótesis quede segura pero no cause presión excesiva.

Verificación del ajuste

- Verifica que la prótesis esté correctamente asegurada, sin puntos de presión incómodos.
- Supervisa al perro durante las primeras horas de uso, realizando ajustes adicionales si es necesario para maximizar su comodidad y movilidad.

Estos pasos aseguran que la prótesis se coloque de manera efectiva, brindando el soporte necesario, comodidad y seguridad.

Para más detalle puedes observar los videos tutoriales accediendo a nuestra app Neo Can o en nuestra página web.

05

Consejos adicionales

Adaptación gradual

- Comienza poco a poco:** Deja que el perro use la prótesis por periodos cortos al principio, aumentando gradualmente el tiempo a medida que se adapta.
- Reforzamiento positivo:** Utiliza premios y elogios cuando el perro acepte y camine bien con la prótesis.

Supervisión constante

- Primero bajo supervisión:** No dejes al perro solo con la prótesis durante los primeros días de uso para evitar que intente quitársela o se lastime.
- Revisión diaria:** Revisa diariamente la piel del perro en la zona de contacto con la prótesis para detectar posibles irritaciones o heridas.

Cuidado de la piel

- Higiene importante:** Mantén la piel donde se ajusta la prótesis siempre limpia y seca para evitar infecciones o irritaciones.
- Uso de protectores:** Considera el uso de protectores o vendajes debajo de la prótesis si la piel es especialmente sensible.

Reajuste Regular

- Ajustes periódicos:** La prótesis puede necesitar ajustes periódicos para asegurar un buen ajuste a medida que el perro se acostumbra a ella.
- Crecimiento del perro:** Si el perro es joven, ten en cuenta que su tamaño puede cambiar y la prótesis podría necesitar reajustes o reemplazo.

06

Consejos adicionales

Actividad física

- **Ejercicio moderado:** Durante las primeras semanas, limita la actividad física intensa hasta que el perro se acostumbre completamente a la prótesis.
- **Superficie adecuada:** Comienza con ejercicios en superficies suaves para minimizar el impacto en la prótesis y en la pata del perro.

Consulta veterinaria

- **Consulta regular:** Programa revisiones periódicas con el veterinario para asegurarte de que la prótesis sigue siendo adecuada y no está causando problemas de salud.
- **Ante cualquier problema:** Si notas algo inusual, como hinchazón, dolor o rechazo de la prótesis, consulta inmediatamente al veterinario.

07

Información de contacto y soporte

Contacto y soporte técnico

- **Nombre de la empresa:** NeoCan
- **Teléfono de soporte:** +51 222 222 222
- **Horario de atención:** Lunes a Viernes, de 9:00 a.m. a 6:00 p.m.
- **Correo electrónico:** soporte@neocan.com
- **Sitio web:** www.neocan.com.pe

Redes sociales

- **Facebook:** Neo Can
- **Instagram:** @NeoCan
- **Youtube:** @NeoCanProtesis

Servicio de garantía y devoluciones

- **Política de garantía:** Si experimenta cualquier problema con la prótesis, por favor contáctenos dentro de los primeros 12 meses de uso para evaluar la posibilidad de reparación o reemplazo bajo nuestra garantía.
- **Proceso de devolución:** Para iniciar un proceso de devolución, comuníquese con nuestro equipo de soporte a través del teléfono o correo electrónico indicados arriba.

08

NEO CAN

Llámenos al:
(+51) 111 111 111
Envíenos un correo a:
consultas@neocan.com

www.neocan.com.pe

MANUAL DE CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LA PRÓTESIS



Manual de cuidado y mantenimiento

Introducción

Gracias por elegir nuestra prótesis, la prótesis Neo Can está hecha de Tereftalato de Polietileno Glicol - modificado (PETG), el cual ofrece durabilidad y ligereza para la comodidad del perro. Conoce los beneficios de este material:

Ligereza y flexibilidad

- **Peso Reducido:** El PETG es un material liviano, lo que minimiza la carga adicional sobre el perro, facilitando su adaptación y comodidad.
- **Adaptación al movimiento:** El PETG ofrece una flexibilidad moderada, permitiendo que la prótesis se adapte a los movimientos naturales del perro sin causar incomodidad.

Resistencia y durabilidad

- **Alta resistencia al desgaste:** El PETG es muy resistente a los golpes y tensiones, por lo que es una opción ideal para prótesis que pueden estar sometidas a esfuerzos físicos.
- **Resistencia química:** El PETG es resistente a muchos ácidos, álcalis y aceites, lo que lo hace duradero en diversos ambientes sin riesgo de degradación química rápida.

Biocompatibilidad

- **Seguro para la piel:** El PETG es biocompatible, lo que significa que es seguro para el contacto con la piel del perro, reduciendo el riesgo de reacciones alérgicas o irritaciones.

01

Limpieza y cuidado diario

Limpieza diaria

- **Limpieza regular:** Limpia la prótesis diariamente con un paño suave y húmedo para eliminar polvo, suciedad y residuos. Esto ayuda a mantener el material en buen estado y previene la acumulación de bacterias.
- **Uso de jabón suave:** Si es necesario, utiliza un jabón suave y agua tibia para limpiar la prótesis**. Evita productos químicos fuertes o abrasivos que puedan dañar el material.
- **Enjuague completo:** Asegúrate de enjuagar bien la prótesis** para eliminar cualquier residuo de jabón que podría irritar la piel del perro.

***Evita sumergir completamente la prótesis en agua diariamente, limpia con un paño húmedo en lugar de usar agua a presión.*

Secado adecuado

- **Secado:** Secar con un paño suave y dejar al aire libre antes de volver a colocarla en el perro. El secado al aire evita la proliferación de hongos o bacterias.
- **Evitar el calor directo:** No uses secadoras o esponjas la prótesis a fuentes de calor directo, ya que el PETG podría deformarse o dañarse.

02

Limpieza profunda mensual

Realiza una limpieza profunda al menos una vez al mes.

Desmontaje de las piezas

- **Separar componentes:** Desmonta las piezas para limpiar cada pieza por separado (guardar los pernos y arandelas). Esto asegura que todas las áreas sean adecuadamente limpiadas.

Lavado completo

- **Remojo en agua con jabón:** Llena un recipiente con agua tibia y añade un jabón suave. Sumerge las piezas de la prótesis y déjalas en remojo durante máx. 10 minutos para aflojar la suciedad y los residuos acumulados.
- **Cepillado suave:** Usa un cepillo de cerdas suaves, como un cepillo de dientes viejo, para limpiar las áreas difíciles de la prótesis, prestando especial atención a las uniones y ranuras.

Limpieza de hebillas y correas

- **Lavado:** Lávalas a mano con agua tibia y jabón suave, cepillándolas suavemente.

Desinfección

- **Solución desinfectante:** Prepara una solución de agua y vinagre blanco en partes iguales, o usa una solución desinfectante suave. Sumerge las piezas de la prótesis por máx. 5 minutos para eliminar bacterias y posibles hongos.
- **Alternativa con alcohol:** También puedes pasar un paño ligeramente humedecido con alcohol isopropílico.
- **Enjuague:** Después de la desinfección, enjuaga todas las partes de la prótesis con abundante agua tibia.

03

Limpieza profunda mensual

Secado cuidadoso

- **Secado al aire:** Coloca todas las partes de la prótesis sobre una toalla limpia y seca para que se sequen al aire por completo. Es importante que no haya humedad antes de volver a ensamblar y usar la prótesis.

Revisión post-limpieza

- **Inspección final:** Una vez que la prótesis esté completamente seca, revisa todas las partes en busca de cualquier signo de desgaste o daño que pueda haber sido revelado durante la limpieza profunda.
- **Reajuste de componentes:** Asegúrate de que todas las piezas desmontadas estén correctamente reinstaladas y ajustadas.

Almacenamiento de la prótesis

Lugar seco y fresco

Almacena la prótesis en un lugar seco y fresco.

Evitar exposición

Evita la exposición prolongada al sol y a altas temperaturas.

04

Reparaciones y reemplazos

Es necesario para asegurar que la prótesis mantenga su funcionalidad y seguridad a lo largo del tiempo.

Pechera y soporte (PETG)

- **Reparación de grietas:** Si el material desarrolla grietas menores, estas pueden repararse utilizando un adhesivo compatible con plásticos (adhesivo de cianoacrilato).
- **Reemplazo por desgaste:** Si el material muestra signos de desgaste significativo o deformación, la pieza afectada deberá ser reemplazada.

Goma espuma (microporoso)

- **Reparación temporal:** Si la goma espuma comienza a despegarse, puedes re aplicar el adhesivo UHU para mantenerla en su lugar temporalmente.
- **Reemplazo por deterioro:** La goma espuma puede degradarse con el tiempo o perder su forma. En ese caso, reemplázala con una nueva plancha de microporoso pegándola con UHU y recortando los sobrantes.

05

Reparaciones y reemplazos

Correas

- **Reemplazo de correas desgastadas:** Si las correas se deshilachan, debilitan o pierden elasticidad, deben reemplazarse por nuevas correas de nylon para garantizar un ajuste seguro.

Hebillas y clips de plástico

- **Sustitución de hebillas o clips rotos:** Las hebillas o clips que se rompen o deforman deben reemplazarse inmediatamente para asegurar la funcionalidad y el ajuste de la prótesis.

Pernos y tuercas

- **Reapriete de pernos y tuercas:** Los pernos y tuercas deben revisarse regularmente para asegurarse de que están bien ajustados. Si se aflojan, deben reapretarse para evitar la pérdida de estabilidad.
- **Reemplazo por corrosión:** Si alguno de los componentes muestra signos de corrosión o daño, debe reemplazarse con nuevos de tamaño y especificaciones iguales.

Pernos

- 2 pernos cabeza redonda y cuello cuadrado de 1/4" x 1.75

Tuercas

- 2 tuercas hexagonales de 1/4"

06

Consejos adicionales

Ajustes y revisiones

- **Revisión con el veterinario:** Programa revisiones periódicas con tu veterinario para asegurar que la prótesis sigue siendo adecuada y no causa problemas de salud.
- **Reajustes periódicos:** A medida que el perro se adapta o si cambia su tamaño, ajusta la prótesis según sea necesario para asegurar un ajuste cómodo y seguro.

Manejo de olores

- **Control de olores:** Si la prótesis desarrolla un olor, utiliza una mezcla de agua y vinagre blanco (50/50) para limpiarla. El vinagre es un desodorante natural y no dañará el polipropileno.
- **Evitar productos perfumados:** Evita el uso de productos perfumados o desodorantes fuertes que podrían irritar la piel del perro o dañar la prótesis.

07

Información de contacto y soporte

Contacto y soporte técnico

- **Nombre de la empresa:** NeoCan
- **Teléfono de soporte:** +51 222 222 222
- **Horario de atención:** Lunes a Viernes, de 9:00 a.m. a 6:00 p.m.
- **Correo electrónico:** soporte@neocan.com
- **Sitio web:** www.neocan.com.pe

Redes sociales

- **Facebook:** Neo Can
- **Instagram:** @NeoCan
- **Youtube:** @NeoCanProtesis

Servicio de garantía y devoluciones

- **Política de garantía:** Si experimenta cualquier problema con la prótesis, por favor contáctenos dentro de los primeros 12 meses de uso para evaluar la posibilidad de reparación o reemplazo bajo nuestra garantía.
- **Proceso de devolución:** Para iniciar un proceso de devolución, comuníquese con nuestro equipo de soporte a través del teléfono o correo electrónico indicados arriba.

08

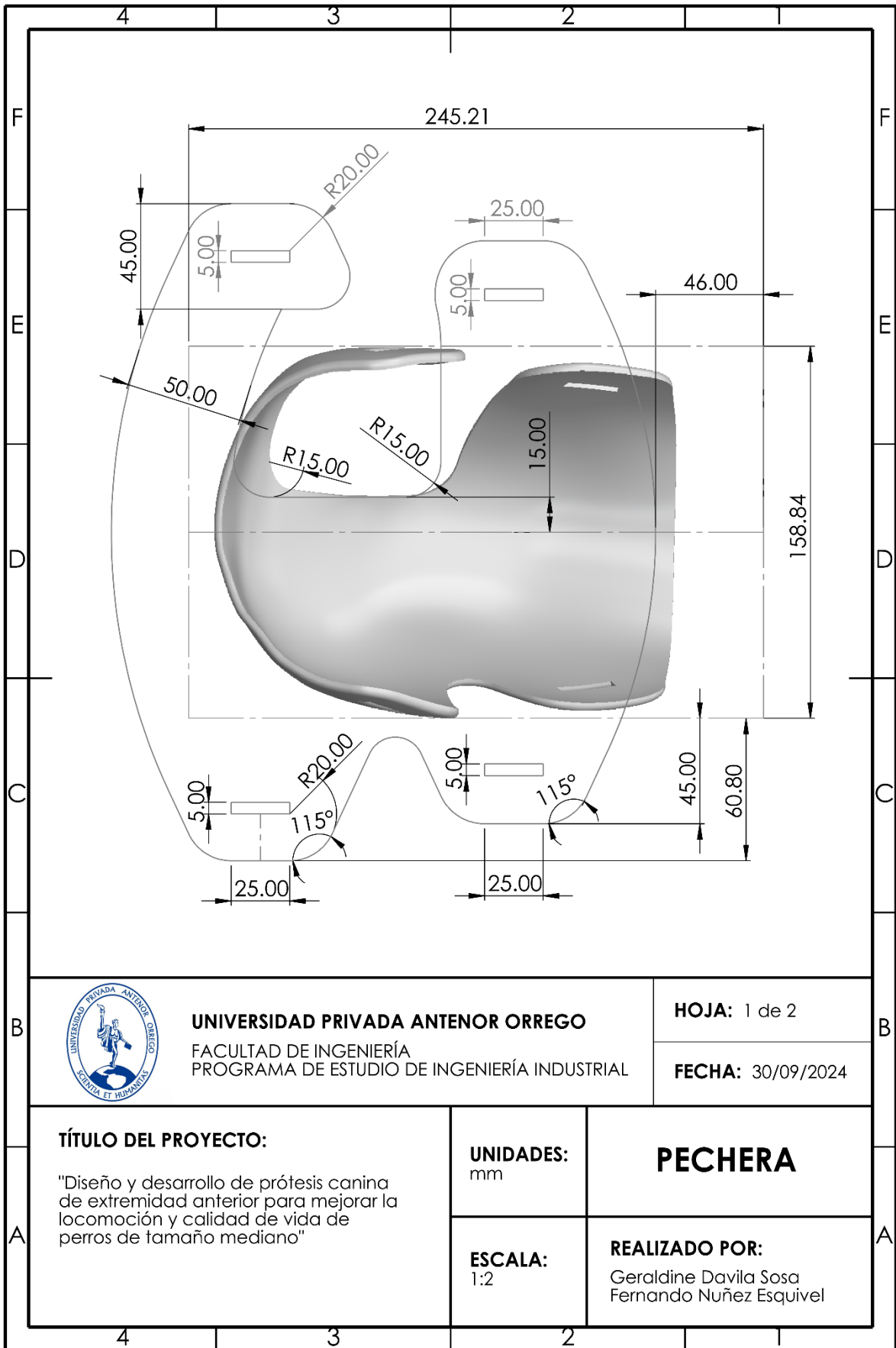
NEO CAN

Llámenos al:
(+51) 111 111 111
Envíenos un correo a:
consultas@neocan.com

www.neocan.com.pe

ANEXO N° 14

Planos de la prótesis



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

HOJA: 1 de 2

FECHA: 30/09/2024

TÍTULO DEL PROYECTO:

"Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano"

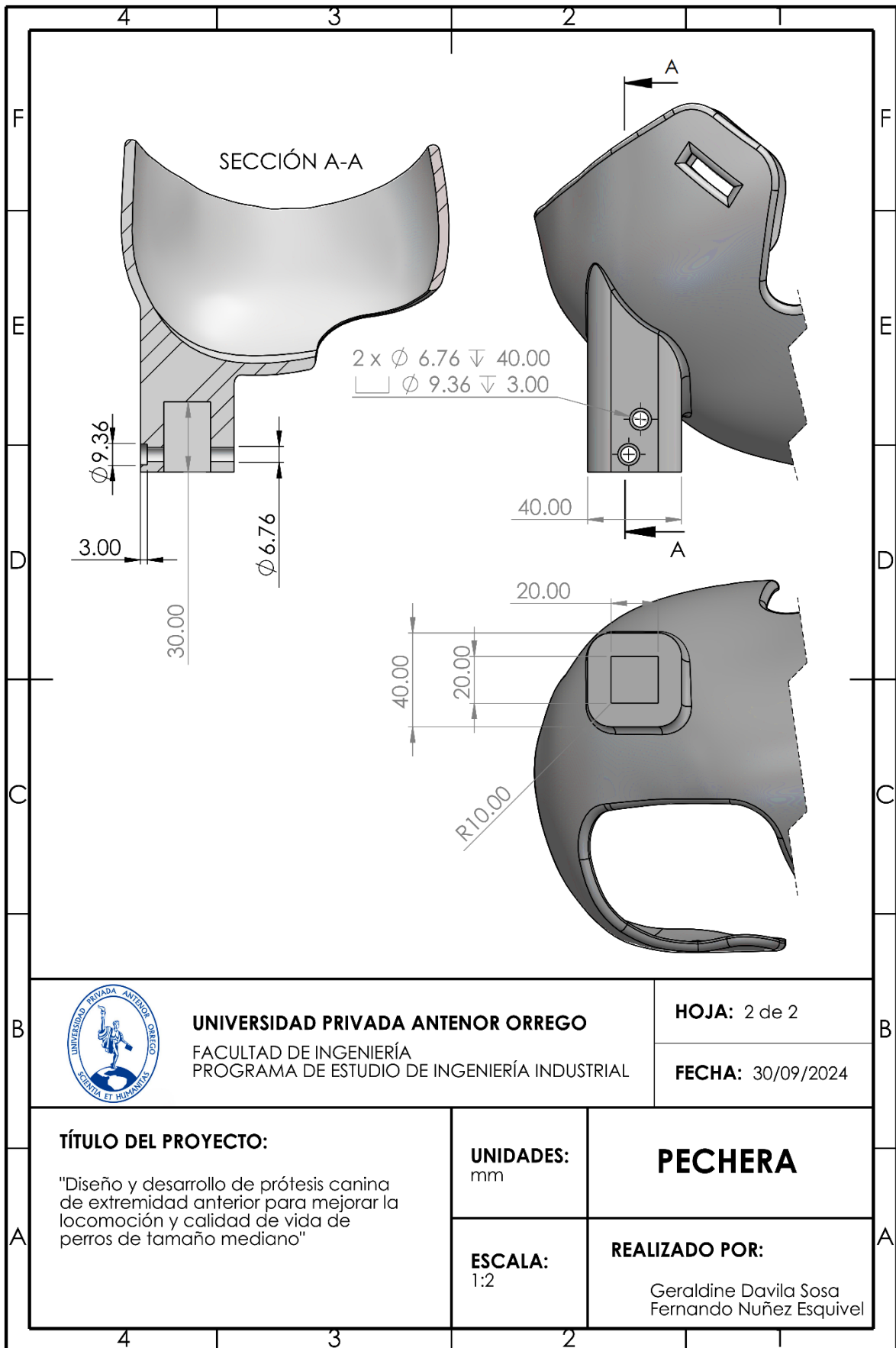
UNIDADES:
mm

PECHERA

ESCALA:
1:2

REALIZADO POR:

Geraldine Davila Sosa
 Fernando Nuñez Esquivel



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

HOJA: 2 de 2

FECHA: 30/09/2024

TÍTULO DEL PROYECTO:

"Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano"

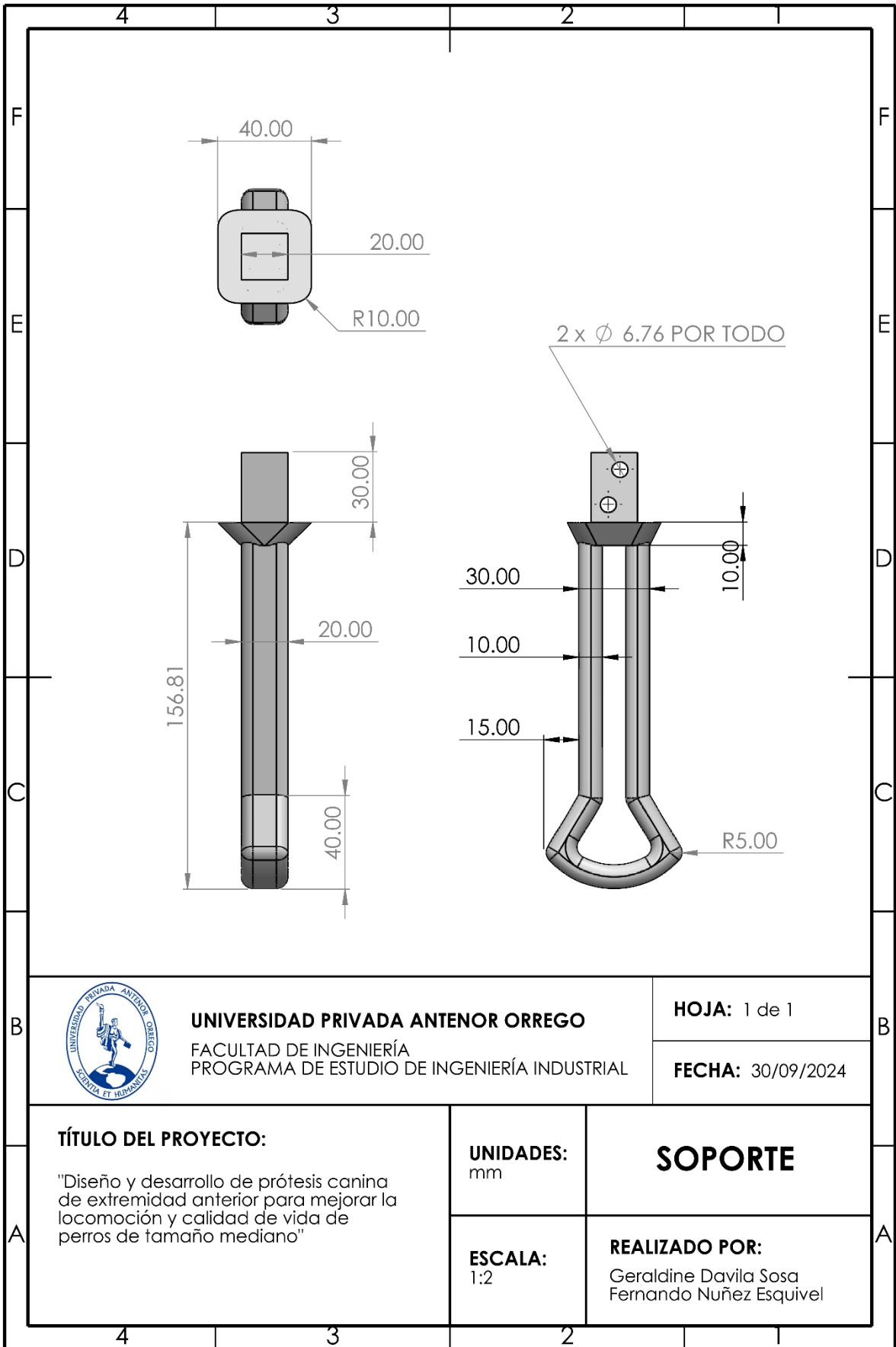
UNIDADES:
mm

PECHERA

ESCALA:
1:2

REALIZADO POR:

Geraldine Davila Sosa
 Fernando Nuñez Esquivel



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

HOJA: 1 de 1
FECHA: 30/09/2024

TÍTULO DEL PROYECTO:

"Diseño y desarrollo de prótesis canina de extremidad anterior para mejorar la locomoción y calidad de vida de perros de tamaño mediano"

UNIDADES:
mm

SOPORTE

ESCALA:
1:2

REALIZADO POR:
Geraldine Davila Sosa
Fernando Nuñez Esquivel