

“Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores”

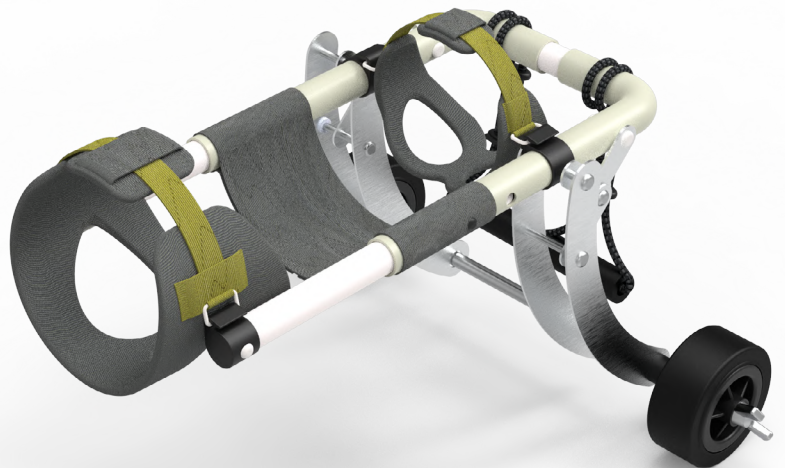
Andrea Michelle Rojas Jiménez

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial

Informe final para optar por el título de Ingeniería en Diseño Industrial con el grado académico de Bachiller

Asesor académico:
DI Federico González Camacho

Cartago Noviembre 2021



Constancia de defensa

Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial
Trabajo Final de Graduación Bachillerato | Segundo Semestre_2021

Trabajo Final de Graduación Proyecto
Bachillerato Ingeniería en Diseño Industrial

Constancia de la Defensa

El Trabajo Final de Graduación presentado por el estudiante Andrea Michelle Rojas Jiménez, carné 2018 118432 para optar por el Título de Ingeniería en Diseño Industrial con grado académico Bachiller Universitario del Instituto Tecnológico de Costa Rica, titulado:

“Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores”

ha sido defendido el día 26 de noviembre del año 2021 ante el Tribunal Evaluador y su Profesor Asesor.



Firmado digitalmente
por FEDERICO
GONZÁLEZ CAMACHO
Fecha: 2021.11.26
17:46:07 -06'00'

Profesor Asesor



Firmado digitalmente por JOSE
ANTONIO BRENES CATALAN
(FIRMA)
Ubicación: calles 11 y 11a,
avenida 18. Bo Iztarú Frente al
TEC. Cartago, Central Oriental
Fecha: 2021.11.26 18:08:54 -06'00'

Tribunal Evaluador 1

SERGIO
ALBERTO RIVAS
PORRAS (FIRMA)

Digitally signed by
SERGIO ALBERTO RIVAS
PORRAS (FIRMA)
Date: 2021.11.29
09:42:46 -06'00'

Tribunal Evaluador 2

26 de noviembre, 2021

Resumen

Existen diversas afectaciones que pueden desembocar en la parálisis de las extremidades posteriores de un perro, tales como displasia, hernias, artritis, problemas neurológicos, mielopatía, entre otras. Las primeras dos tienen mayor incidencia en perros de razas pequeñas.

Estos usuarios pueden requerir una ayuda técnica que les de mayor independencia y facilite su desplazamiento. Actualmente existen en el mercado numerosos productos para este fin, sin embargo, solo pueden utilizarse por periodos de tiempo limitados por la dificultad de tomar posiciones de descanso. Además, tienen precios elevados, soportes deficientes y generan lesiones por fricción.

En este proyecto se identificaron estas oportunidades de mejora, para llevar a cabo el diseño digital 3D de una ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores, con el propósito de brindarle una movilidad más fluida, segura y posibilidad de descanso.

Palabras clave

Ortesis; perros discapacitados; veterinaria; modelado 3D.

Abstract

There are various affectations that can lead to paralysis of a dog hind limbs', such as dysplasia, hernias, arthritis, neurological problems, myelopathy, among others. The first two have a higher incidence in small breed dogs.

These users may require technical assistance that gives them more independence and facilitates their movement. Currently there are many products on the market for this purpose, however, they can only be used for limited periods of time due to the difficulty of taking rest positions, they also have high prices, poor supports and cause friction injuries.

In this project, these improvement opportunities were identified, to carry out the 3D digital design of a customized technical aid for a 4 kg mongrel male dog with paralysis in its hind limbs, in order to provide it with a more fluid and safe mobility and the possibility of rest.

Keywords

Orthesis; handicapped dogs; veterinary; 3D modeling.

Derechos de autor

**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional**



Tabla de contenido

1. Introducción	9	Evaluación	103
2. Problema	11	Matriz de selección	104
3. Objetivos	14	Síntesis: Matriz de selección	105
4. Diagnóstico de la situación	16	Primera aproximación (digital)	109
Público meta	17	Elementos de sujeción	110
Posibles competidores	17	Segunda aproximación (digital)	111
5. Marco teórico	20	Tercera aproximación (física)	112
Prótesis u ortesis	21	7.4. Verificación de alternativa	113
Estructura involucrada	22	Verificación de diseño	114
Locomoción del perro	24	Verificación de resistencia	115
Posiciones y planimetría del perro	26	Verificación de prototipo físico	120
¿Quién necesita una ayuda técnica?	27	Verificación de perceptualidad	121
Análisis de referenciales	29	8. Resultados	122
Síntesis: Análisis de referenciales	45	Manual de uso	124
Análisis tecnológico	46	8.1. Detalles de diseño	126
Síntesis: Análisis tecnológico	55	Sistemas del producto	127
Análisis ergonómico	56	Propiedades	130
6. Marco metodológico	58	Planos técnicos	131
Design Thinking	59	8.2 Estrategia de manufactura	143
7. Desarrollo	65	Manufactura a pequeña escala	144
Usuario de estudio	66	Proceso de ensamble	145
Entrevista a cuidadores	67	8.3. Costos	147
Síntesis: Entrevistas a cuidadores	78	Insumos requeridos	148
Entrevistas veterinarias	79	Procesos subcontratados	149
Definición de funcionalidad	86	8.4. Diferenciación	150
7.1. Necesidad, requerimientos y requisitos	87	Gradiente de mejora	151
7.2. Concepto de diseño	90	Factor diferenciador en el mercado	152
Movilidad segura	91	9. Conclusiones	153
Análisis perceptual	92	10. Recomendaciones	156
7.3. Desarrollo de alternativas	94	11. Referencias bibliográficas	158
		12. Anexos	166

Índice de figuras

Fig. 1. Producto de Animaladas con ruedas.	18	Fig. 25. Referencia de ayuda técnica 5. Fig.	36
Fig. 2. Producto de Walkin' pets.	18	26. Referencia de ayuda técnica 6.	37
Fig. 3. Producto de Ortocanis.	19	Fig. 27. Referencia de ayuda técnica 6.	38
Fig. 4. Producto de K9 Carts.	19	Fig. 28. Andadores en el mercado	39
Fig. 5. Producto de Doggon Wheels.	19	Fig. 29. Referencias de andadores	40
Fig. 6. Producto de Best Friend Mobility.	19	Animaladas con ruedas. (a) Columna	
Fig. 7. Ejemplo de prótesis.	21	inclinada y patas colgantes. (b) Columna	
Fig. 8. Ejemplo de ortesis.	21	horizontal y patas a 90 grados. (c)	
Fig. 9. Partes involucradas en el movimiento.	22	Columna horizontal y patas arrastrándose.	
Fig. 10. Medidas morfométricas en perros.	23	Fig. 30. Referencias de andadores Walkin'	41
Fig. 11. Simplificación de locomoción de un	24	pets.	
perro. (a) Modelo simplificado. (b) Alcance		Fig. 31. Referencia de andador Ortocanis.	42
máximo cuando la altura es igual al largo.		Fig. 32. Referencia de andador K9 Carts.	42
(c) Movimiento de extremidades en		Fig. 33. Referencias de andadores Doggon	43
diagonal		Wheels.	
Fig. 12. Articulación de patas posteriores en	25	Fig. 34. Referencias de andadores Best	44
movimiento.		Friend Mobility.	
Fig. 13. Planimetría en un cuadrúpedo.	26	Fig. 35. Aluminio.	47
Fig. 14. Posiciones de un perro. (a) Decúbito	26	Fig. 36. PVC.	47
dorsal o supino. (b) Decúbito esternal o		Fig. 37. Filamentos para impresión 3D.	48
ventral.		Fig. 38. ABS.	48
Fig. 15. Referencia de ayuda técnica 1.	30	Fig. 39. TPE.	49
Fig. 16. Referencia de ayuda técnica 2.	31	Fig. 40. PLA.	49
Fig. 17. Referencia arnés Loobani.	32	Fig. 41. TPE.	50
Fig. 18. Referencia arnés Solvit.	32	Fig. 42 PLA.	50
Fig. 19. Referencia arnés Pick for life.	32	Fig. 43. Neopreno.	51
Fig. 20. Referencia de ayuda técnica 3.	33	Fig. 44. Malla transpirable.	51
Fig. 21. Referencia bolsa derYep.	34	Fig. 45. Tela Oxford.	51
Fig. 22. Referencia bolsa K9 Carts.	34	Fig. 46. Nylon.	51
Fig. 23. Referencia bolsa buttersbrand.	34	Fig. 47. Rueda 1.	53
Fig. 24. Referencia de ayuda técnica 4.	35	Fig. 48. Rueda 2.	53

Fig. 49. Rueda 3.	53	Fig. 78. Ayuda técnica actual de Goofy.	77
Fig. 50. Rueda 4.	53	Fig. 79. Dr Salmeron.	80
Fig. 51. Rueda 4.	54	Fig. 80. Dr Rodríguez.	83
Fig. 52. Unión 2.	54	Fig. 81. Diaframa de funciones FAST	86
Fig. 53. Unión 3.	54	Fig. 82. Vocabulario visual.	92
Fig. 54. Unión 4.	54	Fig. 83. Ejes perceptuales elegidos.	93
Fig. 55. Perro bóxer en andadera.	56	Fig. 84. Boceto 01.	95
Fig. 56. Perro bóxer de pie.	56	Fig. 85. Boceto 02.	96
Fig. 57. Puntos de apoyo recomendados.	56	Fig. 86. Boceto 03.	97
Fig. 58. HobeyHove Carrito de perro ajustable XS.	57	Fig. 87. Boceto 04.	98
Fig. 59. Silla de ruedas SHZICMY para perros pequeños.	57	Fig. 88. Boceto 05.	99
Fig. 60. HobeyHove Carrito de perro ajustable XS.	57	Fig. 89. Boceto 06.	100
Fig. 61. Silla de ruedas XS HeoBam.	57	Fig. 90. Boceto 07.	101
Fig. 62. Silla de 4 ruedas XS HeoBam.	57	Fig. 91. Boceto 08.	102
Fig. 63. Walkin' Wheels Ligero para perros pequeños.	57	Fig. 92. Boceto 09.	106
Fig. 64. Cookie.	68	Fig. 93. Boceto 10.	106
Fig. 65. Ayuda técnica actual de Cookie.	69	Fig. 94. Sistema de extensión ajustable.	108
Fig. 66. Desventajas de ayuda técnica actual de Cookie.	69	Fig. 95. Escuadra abatible para mesas extensibles.	108
Fig. 67. Kuky.	70	Fig. 96. Sistema de extensión ajustable.	108
Fig. 68. Ayuda técnica actual de Kuky.	71	Fig. 97. Infografía de primera aproximación.	109
Fig. 69. Nunu.	72	Fig. 98. Propuestas de sujeción. (a) Opción 1. (b) Opción 2. (c) Opción 3.	110
Fig. 70. Deformación de extremidades de Nunu.	72	Fig. 99. Infografía de segunda aproximación.	111
Fig. 71. Princesa.	73	Fig. 100. Tercera proximación. (a) Vista posterior. (b) Vista lateral extendida. (c) Vista lateral contraída.	112
Fig. 72. Arnés de soporte de Princesa.	73	Fig. 101. Resultados de análisis estático en pieza barra lateral externa.	115
Fig. 73. Ayuda técnica actual de Princesa.	74	Fig. 102. Resultados de análisis estático en pieza enganche posterior.	116
Fig. 74. Lesiones por roce en Princesa.	74	Fig. 103. Resultados de análisis estático en las piezas enganche izquierdo y derecho.	117
Fig. 75. Blacky.	75		
Fig. 76. Ayuda técnica actual de Blacky.	76		
Fig. 77. Goofy.	77		

Fig. 104. Resultados de análisis estático en barra pivote central.	118
Fig. 104. Distribución de peso en el sistema.	119
Fig. 105. Validación de prototipo físico en el usuario.	120
Fig. 106. Producto diseñado en ejes perceptuales elegidos.	121
Fig. 107. Infografía resumen.	123
Fig. 108. Manual de uso.	124
Fig. 109. Diagrama de sistemas.	127
Fig. 110 Sistema de ajuste.	128
Fig. 111 Sistema de plegado.	128
Fig. 112. Sistema de soporte dorsal.	129
Fig. 113. Sistema de soporte para patas.	129
Fig. 114. Propiedades físicas obtenidas en SolidWorks.	130
Fig. 115. Vista explosionada.	131
Fig. 116. Proceso de manufactura a pequeña escala.	144
Fig. 117. Proceso de ensamble pasos 1-4.	145
Fig. 118. Proceso de ensamble pasos 5-8.	146
Fig. 119. Gradiente de mejora. (a) Antes. (b) Ahora.	151
Fig. 120. Postura incorrecta al reposar con ayuda técnica del mercado.	152
Fig. 121 PVC SDR.	171
Fig. 122. Ficha técnica Aluminio 3003.	172
Fig. 123. Cronograma.	173

Índice de tablas

TABLA I. Árbol de problemas	12
TABLA II. Características de Silla Amigo	30
TABLA III. Características de arnés	31
TABLA IV. Características de bolsa de arrastre	33
TABLA V. Características de pet scooter	35
TABLA VI. Características de silla Turbooro	36
TABLA VII. Características silla de ruedas casera	37
TABLA VIII. Características andador autoajustable	38
TABLA IX. Materiales para la estructura	47
TABLA X. Materiales para impresión 3D	48
TABLA XI. Diámetros para llanta según altura de pata trasera	52
TABLA XII. Ruedas del mercado	53
TABLA XIII. Pesos y precios del mercado	57
TABLA XIV. Caso 01 Información General	68
TABLA XV. Caso 02 Información General	70
TABLA XVI. Caso 03 Información General	72
TABLA XVII. Caso 04 Información General	73
TABLA XVIII. Caso 05 Información General	75
TABLA XIX. Caso 06 Información General	77
TABLA XX. Necesidad, requerimientos y requisitos	88
TABLA XXI. Criterios de evaluación	103
TABLA XXII. Evaluación de propuestas	104
TABLA XXIII. Verificación de requisitos de diseño	114
TABLA XXIV. Insumos requeridos	148
TABLA XXV. Procesos subcontratados	149
TABLA XXVI. Gradiente de mejora	151

1.

Introducción

Con frecuencia se le denomina al perro “el mejor amigo del hombre” no por mera casualidad. Existen restos fósiles de 11 500 años hallados en Jordania [1] que sugieren que los primeros perros ayudaron a los humanos a cazar en la prehistoria. Estos animales fueron domesticados por los humanos hace unos 14000 años en el Cercano Oriente, y desde entonces, está presente esta convivencia perro-humano.

En la tumba de Bonn-Oberkassel [2] se hallaron restos conjuntos de humanos y perros, esto representa la sepultura de dos perros domésticos más antigua que se conoce. Los restos de uno de los perros indicaban que sufrió un caso grave del virus del moquillo. Sin los cuidados, adecuados un perro con esta enfermedad no sobrevive más de tres semanas, sin embargo, este sobrevivió ocho. El autor concluye que, sumado al hecho de que fue enterrado con personas que se considera que fueron sus dueños, esto puede indicar que algunos humanos consideraron a sus perros no solo de forma material, sino que también existió un vínculo emocional y una relación afectiva entre ambas especies hace 14 000 años.

De acuerdo con un estudio nacional realizado por World Animal Protection sobre la tenencia de perros en el 2016, avalado por el Colegio de Médicos Veterinarios, MEVEPES y SENASA, el 50.5% de los hogares costarricenses tienen un perro [3].

En otro estudio realizado por esta misma organización en el año 2018 a 10.051 dueños de perros de Latinoamérica, el 95 % consideran a estas mascotas parte de sus familias [4]. Esta afirmación hace evidente el apego emocional que existe entre las personas y sus perros.

Esta podría ser una de las razones por las que los hospitales veterinarios van en aumento en el país, “Una mayor demanda de servicios de salud para mascotas en Costa Rica incentiva la apertura de hospitales veterinarios privados” [5], por lo que es pertinente realizar aportes que favorezcan y beneficien la salud de esta población animal.

Los perros son el 77% de las mascotas de los costarricenses [6], son los animales domésticos más populares del país, por esta razón se pretende abordar el tema de la parálisis en las extremidades posteriores puntualmente en los perros.

Las causas de paresis o parálisis aguda de las extremidades posteriores se dividen en dos áreas principales [7]: con historia de traumatismo y sin historia de traumatismo. En ambos casos se puede dar la mielopatía degenerativa, la cual es una afectación en la médula espinal del animal análoga a la esclerosis lateral amiotrófica en humanos.

Cuando se da la mielopatía sin historia de traumatismo es por causas hereditarias, puede ser un evento progresivo o súbito que toma desprevenidos a los dueños. La mielopatía es más común en razas grandes, la raza con mayor porcentaje de afectación es el pastor alemán con un 2.01% y la prevalencia general en la población canina es de 0.19% [8].

Esta investigación tiene como fin diseñar una ayuda técnica para un perro que ha perdido la movilidad de sus patas posteriores. De este modo se beneficia al perro con una mayor independencia y calidad en su desplazamiento, indirectamente a su dueño, pues se está beneficiando a un individuo de su interés y a su vez se reducirá su carga en el cuidado, y a otros perros con problemas similares que puedan verse beneficiados por los resultados de esta investigación.

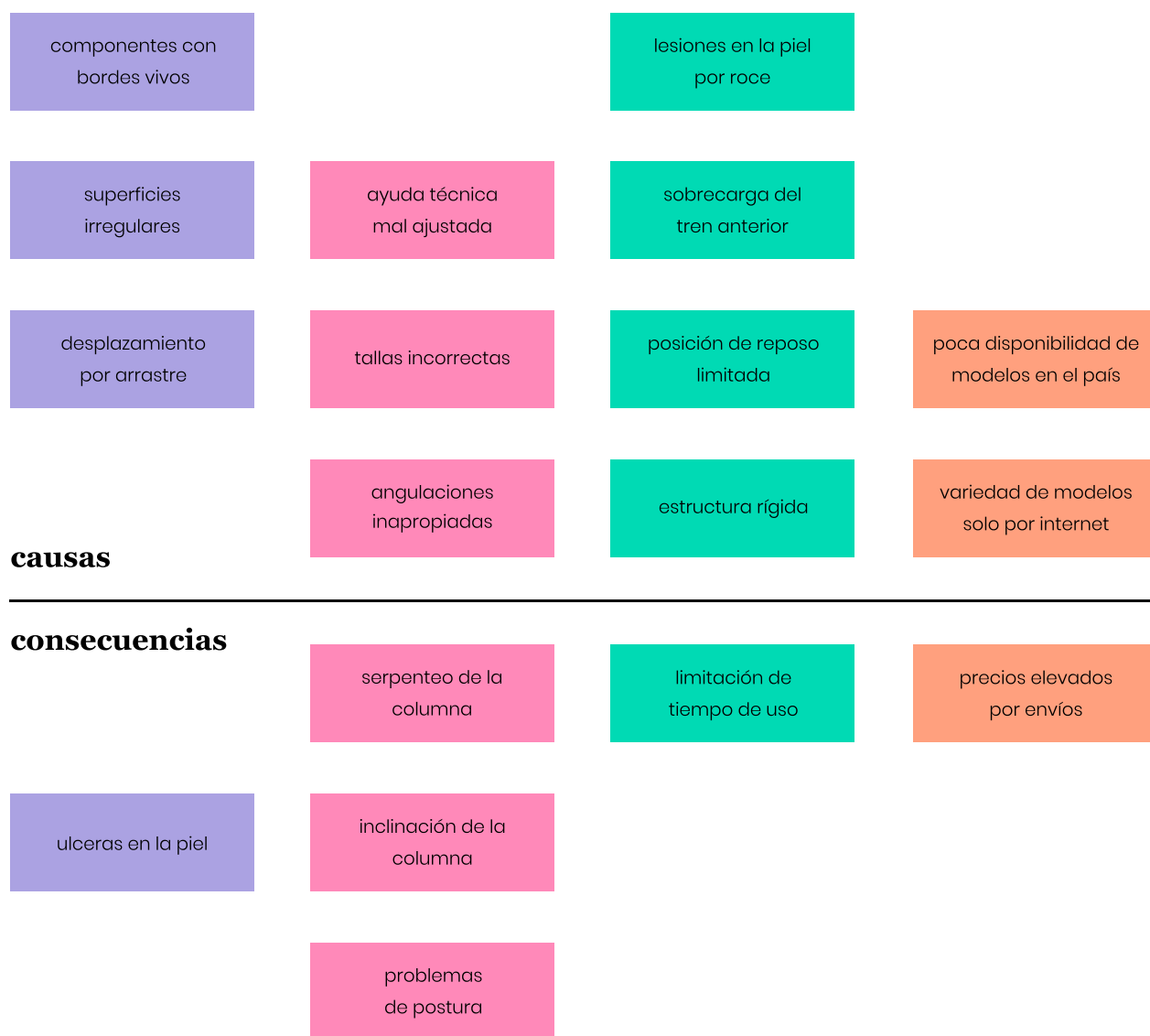
2.

Problema

Movilidad limitada, insegura y dependiente en perros con parálisis en sus extremidades posteriores.

Árbol de problemas

TABLA I
Árbol de problemas



Necesidad identificada

En el 2015 la adiestradora y psicóloga Linda Michaels creó la “Jerarquía de Necesidades del Perro” una adaptación de “La Jerarquía de las Necesidades Humanas” de Abraham Maslow. En esta pirámide Michaels enumera las necesidades de los perros en orden de importancia, comenzando por las necesidades biológicas, emocionales y sociales respectivamente [9].

El correcto desplazamiento de un perro se ubica dentro de las necesidades primarias, ya que es una necesidad biológica. Cuando los perros presentan dificultades para movilizarse esto repercute a su vez en el cumplimiento de sus otras necesidades primarias, pues se les complica realizar suficiente ejercicio, el acceso a fuentes de agua y comida, entre otros.

El problema identificado en este proyecto nace a partir de la necesidad de desplazamiento de los perros con parálisis en sus extremidades posteriores, lo que les dificulta vivir y realizar sus actividades diarias con normalidad.

¿Qué se va a diseñar?

Se pretende diseñar una ayuda técnica para facilitar el desplazamiento de un perro con parálisis en sus extremidades posteriores, que además le permita adoptar una posición de descanso segura.

Relación con diseño

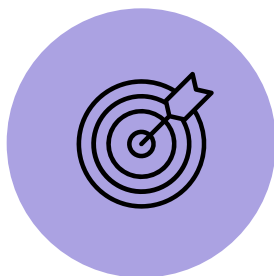
Actualmente existen productos denominados “sillas de ruedas” en el mercado para los perros con parálisis en sus extremidades posteriores. Son una solución satisfactoria, más no óptima ya que cuentan con varias deficiencias que no se han resuelto, como tiempo de uso limitado, lesiones por fricción y descanso limitado.

Con la disciplina del diseño industrial se puede abordar esta problemática de forma integral, con mejoras conceptuales, ergonómicas, estéticas y funcionales respecto a los productos que actualmente se comercializan en Costa Rica para este fin. Todo esto con el respaldo médico pertinente a través de entrevistas a profesionales en el tema.

3.

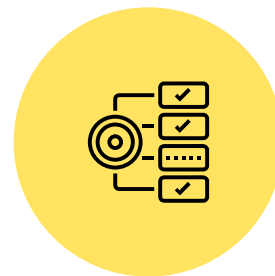
Objetivos

Objetivo general



Diseñar una ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg, con parálisis en sus extremidades posteriores, con el fin de mejorar su calidad de vida a través de una movilidad más fluida y segura.

Objetivos específicos



- Identificar los requerimientos veterinarios necesarios para proponer un diseño ergonómico, personalizado y seguro para el perro.
- Generar un modelo digital para visualizar el funcionamiento y configuración de la ayuda técnica a diseñar.
- Permitir una postura de descanso apropiada durante el uso de la ayuda técnica para evitar lesiones en el perro.

4.

**Diagnóstico
de la situación**

Público meta

Para definir quien o quienes serán los usuarios del producto a diseñar se encuentra con la interrogante, ¿puede ser un animal un usuario?.

El experto en experiencia de usuario Fabio Devin, menciona que un animal si puede serlo, se debe dejar de pensar en los usuarios sólo como usuarios finales, y mas bien pensar en ellos como actores y entidades que cumplen roles que tienen diferentes planos de percepción e interacción [10].

En este artículo, además, se propone una clasificación de usuarios por afinidad en dos grandes ramas:

Usuarios de Experiencia Directa (UED): Aquellos que tienen un contacto o vivencia directa con el objeto o servicio.

Usuarios de Experiencia Indirecta (UEI): Su experiencia deviene de la experiencia de otro usuario, en este caso el UED.

Igualmente, en un artículo de Nielsen Norman Group se habla de *Canine UX* [11], lo que concuerda con el hecho de que un perro puede ser el usuario de un producto.

Dicho esto, la solución del problema definido en este trabajo tiene tres usuarios que podrán tener una afectación positiva tras el desarrollo del producto:



Perro con parálisis

Este será el beneficiado directo (UED), con los hallazgos de este proyecto se estará colaborando en suplir su necesidad de desplazamiento, lo cual mejorará su calidad de vida.



Encargado del perro

Una mayor autonomía en el perro disminuirá el trabajo de su encargado, quien será un beneficiado indirecto (UEI), además, de existir un vínculo emocional con su mascota, la persona buscará su bienestar. Asimismo, este usuario indirecto será el encargado de colocar y retirar el producto.



Médico Veterinario

Este usuario también interactúa con el producto, actuará como un guía para los dueños de perros en el uso del producto.

Posibles competidores

Los competidores o proyectos análogos del presente trabajo corresponden a empresas que se dedican a la elaboración de productos ortopédicos veterinarios, específicamente para perros. Dentro del país se encuentra únicamente la empresa Animaladas con ruedas, mientras que fuera del país existen varias marcas que realizan este tipo de productos. Se mencionan cinco de las principales: Walkin' pets, Ortocanis, K9 Carts, Doggo Wheels y Best Friend Mobility.



Animaladas con ruedas

Fig. 1. Producto de Animaladas con ruedas. [12]

Alrededor del 2010 nació en Costa Rica el proyecto “Animaladas con ruedas”, un emprendimiento encargado de diseñar artículos para animales con movilidad reducida y discapacidad visual. En el país esta es la única empresa que fabrica productos análogos a lo que plantea el proyecto, por lo que es un mercado que se puede explorar.



Walkin' pets by handicapped pets

Fig. 2. Producto de Walkin' pets. [13]

Fue fundada en Estados Unidos en el 2001. El propósito de esta empresa es aprender que existen alternativas a la eutanasia, y que con un poco de ayuda una mascota lesionada puede tener una vida de calidad durante varios años. Han realizado ayudas técnicas para distintos animales, incluyendo gatos, patos, conejos, ovejas, tortugas, entre otros.



Ortocanis

Fig. 3. Producto de Ortocanis. [14]

Es una empresa española, ubicada en Barcelona, se denominan expertos en sillas de ruedas, arnés para perros con displasia de cadera o artrosis, todo en ortopedia y rehabilitación veterinaria. Desde el 2009 se han dedicado a desarrollar, distribuir y difundir las ayudas técnicas más avanzadas de Europa.



K9 Carts

Fig. 4. Producto de K9 Carts. [15]

Con mas de 60 años de experiencia ayudando a miles de mascotas con problemas de movilidad, desde conejos hasta ponis. Se ubican en el estado de Florida, Estados Unidos. Elaboran ayudas técnicas tanto para rehabilitación como para perros con parálisis.



Doggon Wheels

Fig. 5. Producto de Doggon Wheels. [16]

Tiene sus inicios en 1944, cuando sus fundadores comenzaron a trabajar con mascotas discapacitadas. Comercializan ayudas técnicas para perros y diversos accesorios para los mismos. Se ubica en los Estados Unidos y realizan sus productos adaptados a cada mascota.



Best Friend Mobility

Fig. 6. Producto de Best Friend Mobility. [17]

Se ubica en Carolina del Sur, Estados Unidos. Ofrece ayudas para la movilidad de mascotas, (perros y gatos) de distintos tamaños. Procuran tener precios más razonables y brindan información a sus clientes potenciales a través de su blog.

5.

Marco teórico

Prótesis u ortesis

Existe una delgada línea que separa los conceptos de prótesis y ortesis, por lo que suelen ser confundidos. Es importante aclarar su diferencia para posteriormente definir cuál tipo de dispositivo se estará realizando. Por un lado una prótesis (Fig. 7.) tiene como fin sustituir una parte del cuerpo, mientras que en la ortesis (Fig. 8.) se refuerza o complementa una parte, más no se sustituye [18]. Estas herramientas suelen utilizarse en las áreas de ortopedia y rehabilitación, para que el paciente pueda reintegrarse y realizar sus actividades cotidianas a través de una ayuda en su locomoción.



Fig. 7. Ejemplo de prótesis. [19]



Fig. 8. Ejemplo de ortesis. [20]

Estructura involucrada en la traslación de los perros

Debido a la evolución que han tenido los perros, cuentan con dos miembros anteriores articulados y dos miembros posteriores también articulados, unidos por la columna vertebral, lo cual permite que los movimientos posteriores se trasladen a los anteriores y viceversa.

Como se muestra en la Fig. 9., cada miembro anterior del perro se conforma de seis sectores fundamentales y tres articulaciones ordenadas de la siguiente forma: cruz (articulación), escápula, hombro (articulación), húmero, codo (articulación), cúbito y radio, huesos del carpo, huesos del metacarpo y dedos.

Así mismo en cada miembro posterior se encuentran seis sectores, tres articulaciones y otras dos partes importantes: coxal (contiene dos partes importantes, la cresta ilíaca y el isquion), fémur, rodilla (articulación), tibia y peroné, garrón/corvejón (articulación), tarso, metatarso y dedos [21].

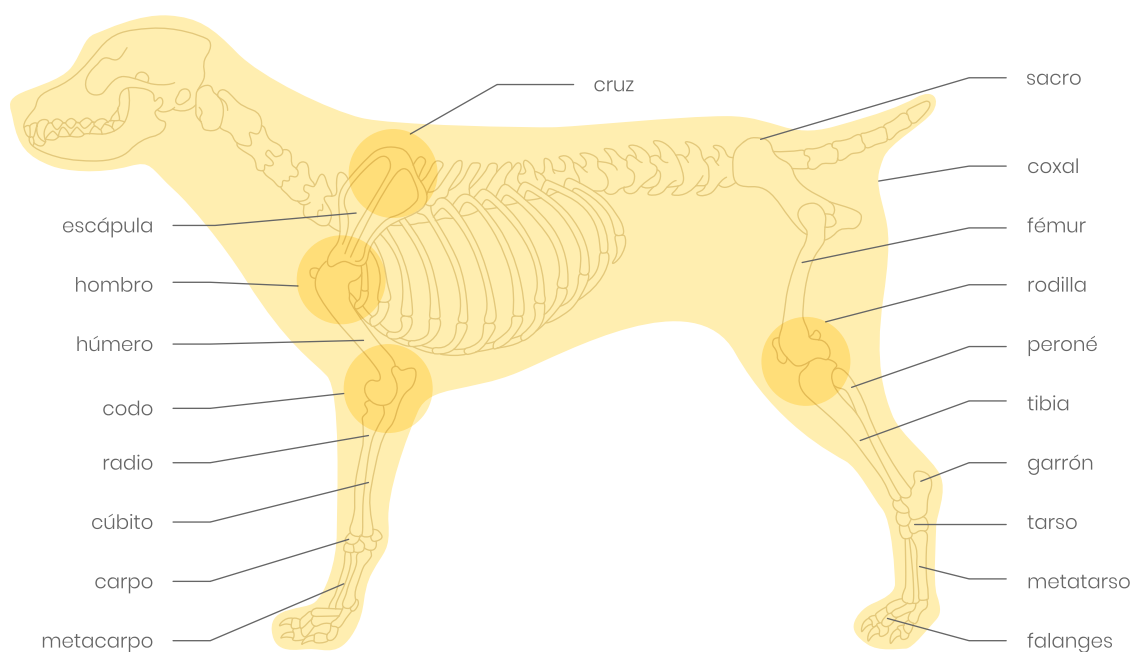


Fig. 9. Partes involucradas en el movimiento.

Al analizar la locomoción de un perro existen varias medidas que deben ser consideradas, tales como el largo de su tronco, que va del hombro al isquion, y la altura de la cruz, que se mide desde la cruz hasta el suelo.

Asimismo en la Fig. 10 se muestran otras medidas morfométricas que podrán ser necesarias para el diseño personalizado de una ayuda técnica y su posible adaptabilidad para distintas medidas.

- a:** altura de la cruz
- b:** largo del tronco
- c:** circunferencia de cuello
- d:** circunferencia de pecho
- e:** circunferencia de cintura
- f:** circunferencia de pata
- g:** largo de pata anterior
- h:** largo de pata posterior
- i:** ancho de tronco

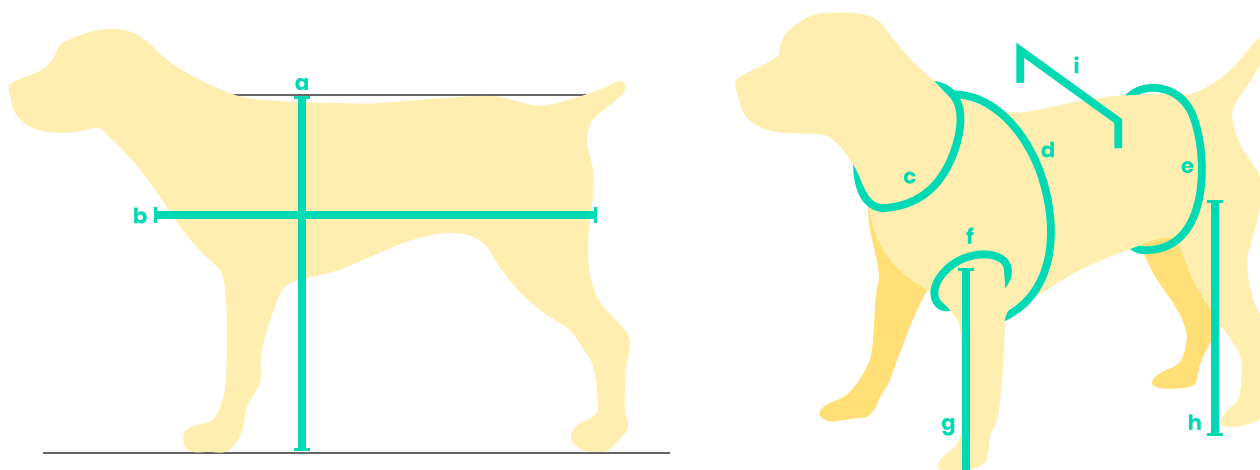


Fig.10. Medidas morfométricas en perros.

Locomoción del perro

Kirschbaum describe el movimiento de traslación de un perro utilizando cuerpos geométricos.

Explica en un modelo simplificado, que se muestra en la Fig. 11., que cuando la altura es igual al largo del perro, las patas pueden extenderse un máximo de 90° , para que el sistema conserve el balance y sostén. En estos 90° se estaría abarcando el mayor terreno posible [21].

El avance de estos cuadrúpedos se da con sus extremidades en diagonal. Mientras una pata trasera y la pata delantera contraria (en diagonal) se apoyan, las otras dos patas se encuentran en recuperación colgando como un péndulo. Luego sucede a la inversa, las patas que estaban de apoyo pasan a estar colgantes y las patas colgantes pasan a ser de apoyo, y así sucesivamente durante la traslación del perro. Este movimiento simultáneo en dos miembros contrarios en forma diagonal, brinda la estabilidad necesaria al animal.

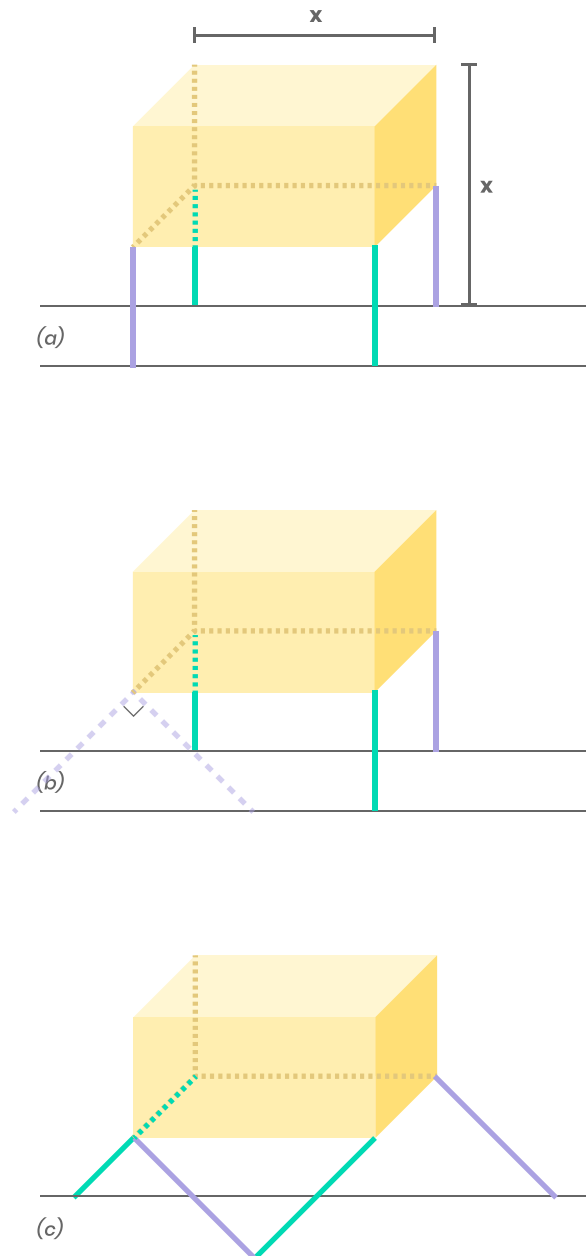


Fig. 11. Simplificación de locomoción de un perro. (a) Modelo simplificado. (b) Alcance máximo cuando la altura es igual al largo. (c) Movimiento de extremidades en diagonal.

A diferencia del diagrama simplificado, las patas de los perros son articuladas como se muestra en la Fig. 12., pues si fueran rígidas su cuerpo se elevaría y descendería en cada paso, lo cual resultaría en un esfuerzo mecánico negativo.

A pesar de que en este proyecto, más allá de alcanzar la eficiencia máxima del perro en cuestión, se pretende alcanzar una mejora con respecto a su desplazamiento actual, se deben comprender los principios de locomoción de estos cuadrúpedos y procurar el menor desgaste de sus articulaciones.

Los perros cuyo largo es aproximadamente igual a su altura, denominados "perros cuadrados" son más eficientes en su traslación. Estos perros con la biomecánica ideal pueden tener el alcance máximo, siendo capaces de avanzar el largo de su tronco en cada paso (como en el ejemplo de las cajas). Recorren la mayor distancia con el menor esfuerzo y desgaste. [22]

Es por este motivo que las razas condrodistróficas (perros pequeños con columna larga y piernas cortas) presentan mayor desgastes y es común encontrar problemas de locomoción, ya que la relación entre el largo de su tronco y patas no es la más eficiente y óptima.

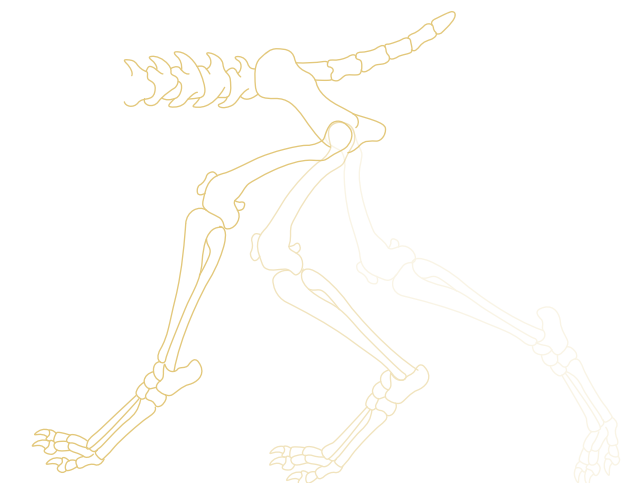


Fig. 12. Articulación de patas posteriores en movimiento.

Posiciones y planimetría del perro

“Para la descripción y orientación de las partes del cuerpo, se usan cortes que seccionan el cuerpo en diferentes partes, llamados ‘Planos’” [23]. Asimismo, para el estudio anatómico de los animales se utilizan estos planos para referirse a vistas y posturas, estas toman como referencia al cuadrúpedo en posición ordinaria de pie como se muestra en la Fig. 13.

Los términos relacionados con la posición del animal cuando se encuentra acostado son:

- **Decúbito dorsal o supino:** Boca arriba sobre la espalda, en un plano paralelo al suelo.
- **Decúbito lateral:** Paralelo al suelo. También están sus variaciones en lateral derecho e izquierdo.
- **Decúbito esternal o ventral:** sobre la pared ventral o abdomen [24].

También pueden darse combinaciones de estas posiciones. Las tres son posturas que pueden adoptar los perros sanos de forma natural de acuerdo a como se sientan más cómodos.

Estas posiciones son utilizadas en procedimientos e intervenciones quirúrgicas en estos animales ya que no representan un riesgo en el animal, ver Fig. 14.

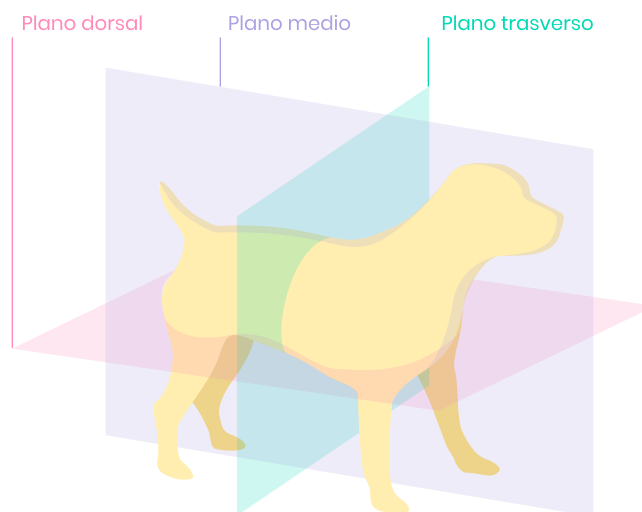
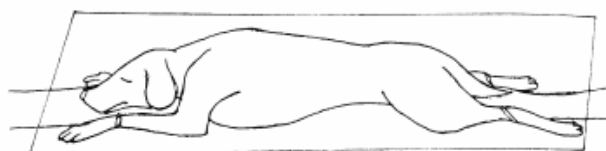


Fig. 13. Planimetría en un cuadrúpedo.



(a)



(b)

Fig. 14. Posiciones de un perro. (a) Decúbito dorsal o supino. (b) Decúbito esternal o ventral. [22]

¿Quién necesita una ayuda técnica?

Existen numerosas causas y enfermedades por las que un perro puede necesitar una ayuda técnica para su desplazamiento.

Algunas de las razones más frecuentes que pueden derivar en una disfunción motora son las siguientes [26]:

- Problemas ortopédicos
- Lesiones traumatológicas
- Problemas neurológicos
- Casos de rehabilitación

Además, la autora menciona que se debe priorizar la terapia física y rehabilitación para que estos pacientes se recuperen, y tras la evolución del paciente se toma la decisión de que utilice o no una andadera, esta no debe ser siempre la primera opción. Si se coloca un andador inadecuado para un perro, este puede sufrir padecimientos secundarios, podrían agravarse sus lesiones o surgir nuevas.

Cabe destacar que una ayuda técnica puede utilizarse como ayuda o como apoyo completo para un perro dependiendo de su condición y grado de inmovilidad. En el paciente paraparésico aún hay sensibilidad y reflejos en las patas, mientras que el paciente parapléjico no siente ni tiene reflejos [27].

A continuación se mencionan algunas afecciones que pueden requerir que un perro utilice una ayuda técnica para agilizar su desplazamiento.

Amputaciones

Pueden ser la consecuencia de un trauma, ser recomendadas debido al cáncer o un defecto de nacimiento del perro.

Artritis

Corresponde a una enfermedad degenerativa que puede reducir la movilidad del animal debido a la inflamación de sus articulaciones. Es una causa muy común de dolor crónico [28]. Uno de cada cinco perros adultos la padece [29].

Displasia de cadera

Enfermedad en la que pueden influir factores genéticos y ambientales. Su aparición se le adjudica a la interacción de múltiples genes con factores medioambientales. Tiene una incidencia mayor al 50% en las razas Bull dog (72,6%), Carlino (64,3%) y Dogo de Burdeos (56,3%) [30].

La displasia produce un proceso inflamatorio en la articulación coxofemoral, instaurándose una enfermedad degenerativa articular que terminará produciendo cambios anatómicos y estructurales en la conformación de la cadera, dando lugar secundariamente a la aparición de osteoartrosis y consecuentemente, dolor en mayor o menor grado [31].

Problemas neurológicos

Existen diversas causas que pueden generar desordenes neurológicos en perros, entre estas la ingesta de sustancias tóxicas, desordenes metabólicos, tumores, accidentes y distemper. Algunas enfermedades que se derivan de problemas neurológicos y que pueden causar problemas de movilidad son enfermedades cervicales y mielopatía.

Mielopatía

La mielopatía degenerativa puede darse en casos con y sin historia de traumatismo. Esta es una afectación en la médula espinal del animal análoga a la esclerosis lateral amiotrófica en humanos. Cuando esta enfermedad se da sin un trauma previo se debe a causas hereditarias, puede ser un evento progresivo o súbito que toma desprevenidos a los dueños. La mielopatía es más común en razas grandes, la raza con mayor porcentaje de afectación es el pastor alemán con un 2.01% y la prevalencia general en la población canina es de 0.19% [8].

Degradación ósea

Esta condición se debe a la edad avanzada de algunos perros que produce el desgaste de sus articulaciones.

Hernias discales

Los discos intervertebrales están formados por tejido fibrocartilaginoso que se encuentran entre los cuerpos vertebrados para su correcta articulación. En algunos pacientes estas estructuras sufren una degeneración, por lo que pierden su elasticidad natural y puede desembocar en la salida del disco hacia el canal medular con la consiguiente compresión medular y daño neurológico asociado [32]. Se da con mayor frecuencia en las razas condrodistróficas como Dachshund y Beagle. [33]

Recuperación

Tras una cirugía el perro puede necesitar una ayuda técnica durante su rehabilitación mientras fortalece y recupera sus extremidades involucradas.

Moquillo

Cuando esta enfermedad alcanza el sistema nervioso central se da la encefalitis, la cual provoca debilidad en las patas y parálisis en el perro [34].

Análisis de referenciales

Se realiza un análisis de productos que funcionan como ayuda técnica para perros con parálisis en alguna de sus extremidades.

En primer lugar se crea una lista de verificación para aplicar a cada referencia, de modo que permita evaluar algunas características simples que puedan ser descritas con sí o no (si satisfacen o no el criterio en cuestión). En esta lista de verificación se encuentran los siguientes puntos:

Ajustable: Posibilidad de modificar las dimensiones del producto para que lo utilice un perro con diferencias morfométricas moderadas (evidentemente no se pueden comparar razas grandes con razas pequeñas, sin embargo, en este punto se hace referencia a ajustes leves de medida, entre perros de tamaños similares más no iguales).

Alineación de tronco: Un perro que carece de problemas en las articulaciones de sus miembros se mueve en una línea horizontal casi perfecta [23], por lo que es importante que un producto diseñado para asistir a un perro en su locomoción procure mantener esta alineación en su desplazamiento.

Posibilidad de recostarse: En este aspecto se evalúa si el perro puede acostarse a descansar o reposar mientras utiliza el producto o si la forma y rigidez de la misma no se lo permite.

Soporte para patas: Se refiere a si la silla tiene o no un soporte para evitar el movimiento indebido de las patas o su roce con la superficie que puede generar trauma.

Adaptable al pañal: Para evaluar si la forma de la silla permite que el usuario utilice pañal y que este se mantenga en su lugar durante el uso.

De esta misma forma, como lista de verificación, se mostrarán los materiales que los componen tales como textil, polímero, metal o madera. Además, se evaluaron dos variables más complejas con una escala de tres niveles, donde se les asignó un número de acuerdo a la presencia del aspecto en el referencial, 1 para bajo, 2 para medio y 3 para alto.

Seguridad de la forma: Hace referencia a la existencia o no de partes que puedan ser peligrosas para el usuario a corto plazo, como terminaciones puntiagudas y/o filosas.

Seguridad de la postura: Se refiere a la ergonomía en la postura del perro al utilizar el producto, lo más similar a la posición de perros en condiciones normales para evitar lesiones o esfuerzos extra.

Por último, se recopilaron datos cuantitativos, cantidad de ruedas (en los casos que aplique), masa del producto, precio aproximado en dólares y puntuación promedio brindada por los clientes de estos productos.

Referencia 1: Silla Amigo



TABLA II
Características de silla Amigo

Fig. 15. Referencia de ayuda técnica 1. [35]

Simples	Ajustable	<input type="checkbox"/>
	Alineación de tronco	<input type="checkbox"/>
	Posibilidad de recostarse	<input type="checkbox"/>
	Soporte para patas	<input type="checkbox"/>
	Adaptable a pañal	<input type="checkbox"/>
Materiales	Textil	<input type="checkbox"/>
	Polímero	<input type="checkbox"/>
	Metales	<input type="checkbox"/>
Complejas	Seguridad de la forma	3
	Seguridad de la postura	1
Cualitativas	Cantidad de ruedas	2
	Masa	- kg
	Precio aproximado	\$ -
	Puntuación de compradores	- ★

Comentario

A pesar de su estética agradable y la posibilidad de pliegue para brindar una posición de descanso más cómoda, este prototipo no se llegó a comercializar. De acuerdo con los comentarios realizados por Ortocanis, los perros no consiguen plegar la silla, y sucede de forma involuntaria, incluso en el vídeo de prueba del producto se observa como necesita ayuda para hacerlo. Además, la posición de las patas posterior a la cadera no es natural para el perro e implica un esfuerzo extra en la columna del individuo.

No pasó de ser un prototipo.

Referencia 2: Arnés

Marca Walkin'



TABLA III
Características de arnés

Fig. 16. Referencia de ayuda técnica 2. [36]

Simples	Ajustable	<input checked="" type="radio"/>
	Alineación de tronco	<input checked="" type="radio"/>
	Posibilidad de recostarse	<input checked="" type="radio"/>
	Soporte para patas	<input checked="" type="radio"/>
	Adaptable a pañal	<input checked="" type="radio"/>
Materiales	Textil	<input checked="" type="radio"/>
	Polímero	<input type="radio"/>
	Metales	<input checked="" type="radio"/>
Complejas	Seguridad de la forma	3
	Seguridad de la postura	2
Cualitativas	Cantidad de ruedas	-
	Masa	- kg
	Precio aproximado	\$ 49
	Puntuación de compradores	4.1 ★

Comentario

Esta es una alternativa liviana y cómoda para el perro, sin embargo, es imprescindible la asistencia por parte de un humano para dar el soporte a su tren posterior durante el desplazamiento.

Es una alternativa favorable para perros con parálisis reversible pues permite el movimiento de sus patas, sin embargo, para perros con parálisis irreversible esto puede ser un problema. O bien sus patas traseras se estarían arrastrando y sufriendo lesiones, o la persona que lo asiste deberá elevar el arnés más allá de la postura natural en el perro para que estas patas no se arrastren, lo cual puede provocar una lesión por la postura forzada durante un tiempo prolongado.

Otros arneses en el mercado

Los arneses son una alternativa viable para la terapia de perros que aún mantienen movilidad en sus extremidades posteriores, sin embargo, para perros con parálisis existen opciones más beneficiosas.

En los ejemplos de la derecha, aunque se observan diferencias estéticas y formales, tienen el mismo funcionamiento y objetivo, elevar el tren inferior del perro con la ayuda de un producto textil que es sostenido por un humano encargado.

Por este motivo, se mantiene la dependencia perro - dueño durante el desplazamiento.

\$ 57 **Marca Loobani**



Fig. 17. Referencia arnés Loobani. [37]

\$ 50 **Marca Solvit**



Fig. 18. Referencia arnés Solvit. [38]

\$ 50 **Marca Pick for life**



Fig. 19. Referencia arnés Pick for life. [39]

Referencia 3: Bolsa de arrastre para perros de 4 - 5,5 kg

Marca Kinbelle



TABLA IV
Características de bolsa de arrastre

Fig. 20. Referencia de ayuda técnica 3. [40]

Simples	Ajustable	<input checked="" type="radio"/>
	Alineación de tronco	<input type="radio"/>
	Posibilidad de recostarse	<input checked="" type="radio"/>
	Soporte para patas	-
	Adaptable a pañal	<input checked="" type="radio"/>
Materiales	Textil	<input checked="" type="radio"/>
	Polímero	<input checked="" type="radio"/>
	Metales	<input type="radio"/>
Complejas	Seguridad de la forma	3
	Seguridad de la postura	2
Cualitativas	Cantidad de ruedas	-
	Masa	120 g
	Precio aproximado	\$ 27
	Puntuación de compradores	3.9 ★

Comentario

En este producto no se brinda una mayor fluidez o rapidez en el desplazamiento, sin embargo, se evitan lesiones en las patas traseras y pecho de la mascota.

Todo el trabajo recae en las patas anteriores, estas se deben encargar de todo el movimiento del perro.

El tiempo de adaptación del perro puede ser menor con este producto, ya que no hay una estructura que limite su movimiento.

Es impermeable, por lo que mantiene al perro seguro y seco.

Otras bolsas para arrastre en el mercado

Al igual que sucede con los arneses, existen varias bolsas de arrastre bajo el mismo concepto, donde lo que cambia es la estética de la bolsa pero el funcionamiento es el mismo.

En este tipo de producto el tronco del perro no se encuentra en la posición óptima (alineado horizontalmente), sin embargo, el perro tiene mayor flexibilidad y rango de movimiento. Además, puede recostarse de manera cómoda.

Puede funcionar para perros con parálisis reversible o irreversible.

\$ 28 **Marca derYEP**



Fig. 21. Referencia bolsa derYep. [41]

\$ 40 **Marca K9 Carts**



Fig. 22. Referencia bolsa K9 Carts. [42]

\$ 42 **Marca Buttersbrand**



Fig. 23. Referencia bolsa buttersbrand. [43]

Referencia 4: Pet scooter talla S

Marca DerYEP



Fig. 24. Referencia de ayuda técnica 4. [44]

TABLA V
Características de pet scooter

Simples	Ajustable	<input type="radio"/>
	Alineación de tronco	<input type="radio"/>
	Posibilidad de recostarse	<input type="radio"/>
	Soporte para patas	<input type="radio"/>
	Adaptable a pañal	<input type="radio"/>
Materiales	Textil	<input type="radio"/>
	Polímero	<input type="radio"/>
	Madera	<input type="radio"/>
Complejas	Seguridad de la forma	3
	Seguridad de la postura	2
Cualitativas	Cantidad de ruedas	4
	Masa	1,5 kg
	Precio aproximado	\$ 116
	Puntuación de compradores	3.0 ★

Comentario

Sus ruedas y la superficie plana donde se apoya el tren posterior del perro no son apropiadas para superficies irregulares o exteriores.

Al igual que en el ejemplo anterior, todo el trabajo recae en las patas anteriores, se encargan de levantar, direccionar y mover al perro.

Referencia 5: Silla de ruedas para patas delanteras

Marca Turbooro



Fig. 25. Referencia de ayuda técnica 5. [45]

TABLA VI
Características de silla Turbooro

Simples	Ajustable	<input type="checkbox"/>
	Alineación de tronco	<input checked="" type="checkbox"/>
	Posibilidad de recostarse	<input type="checkbox"/>
	Soporte para patas	-
	Adaptable a pañal	-
Materiales	Textil	<input type="checkbox"/>
	Polímero	<input checked="" type="checkbox"/>
	Metal	<input checked="" type="checkbox"/>
Complejas	Seguridad de la forma	3
	Seguridad de la postura	3
Cualitativas	Cantidad de ruedas	2
	Masa	- kg
	Precio aproximado	\$ -
	Puntuación de compradores	- ★

Comentario

Esta ayuda técnica es específicamente para perros sin extremidades anteriores (ya sea por nacimiento o amputación).

La estructura rígida en la parte frontal dificulta que el perro adopte una posición de reposo.

Es un diseño limpio, simple y estéticamente agradable. Mantiene al perro en una posición adecuada, permite que este orine de forma habitual ya que no bloquea la salida de orina.

Diseño único creado para Turbo.

Referencia 6: Silla de ruedas casera



Fig. 26. Referencia de ayuda técnica 6. [46]

TABLA VII
Características silla de ruedas casera

Simples	Ajustable	<input type="radio"/>
	Alineación de tronco	<input type="radio"/>
	Posibilidad de recostarse	<input type="radio"/>
	Soporte para patas	<input type="radio"/>
	Adaptable a pañal	<input type="radio"/>
Materiales	Textil	<input type="radio"/>
	Polímero	<input type="radio"/>
	Metal	<input type="radio"/>
Complejas	Seguridad de la forma	2
	Seguridad de la postura	2
Cualitativas	Cantidad de ruedas	2
	Masa	- kg
	Precio aproximado	bajo
	Puntuación de compradores	- ★

Comentario

Es una alternativa más económica que puede ser realizada por los mismos dueños. Por este mismo motivo, pueden haber malas posturas o soportes deficientes, pues no es un producto probado y realizado de forma profesional.

El perro puede recostarse, sin embargo lo hace de una forma antinatural

Referencia 6: Andador para perros autoajustable

Marca Ortocanis



TABLA VIII
Características andador autoajustable

Simples	Ajustable	<input checked="" type="radio"/>
	Alineación de tronco	<input checked="" type="radio"/>
	Posibilidad de recostarse	<input type="radio"/>
	Soporte para patas	<input checked="" type="radio"/>
	Adaptable a pañal	<input type="radio"/>
Materiales	Textil	<input type="radio"/>
	Polímero	<input type="radio"/>
	Metal	<input type="radio"/>
Complejas	Seguridad de la forma	3
	Seguridad de la postura	3
Cualitativas	Cantidad de ruedas	2 o 4
	Masa	- kg
	Precio aproximado	\$ 289
	Puntuación de compradores	4.9 ★

Fig. 27. Referencia de ayuda técnica 6. [47]

Comentario

Es utilizada en la paraplejía reversible e irreversible. Las patas traseras se pueden dejar colgando y tocando el suelo (en casos reversibles) o con suspensores para pies (en casos irreversibles para evitar lesiones en los miembros). Su estructura es de aluminio.

El precio depende del peso del perro. Para esta tabla se tomó en cuenta el diseño para un perro de menos de 4 kg. Para los perros de más de 11 kg cuenta con un soporte extra para la parte trasera. Además, si el individuo tiene debilidad en sus patas delanteras pueden incorporar 2 ruedas extra por un costo adicional.

Es una opción muy completa con posibilidad de adaptar distintos accesorios de acuerdo a cada caso específico.

Análisis de andadores en competidores

La mayoría de ayudas técnicas que se encuentran en el mercado son similares a esta referencia con ruedas, por lo que se realizará un análisis más detallado de estos sistemas.

Estos productos pueden clasificarse en 3 tipos [48]:

Soporte posterior: Se utiliza cuando el perro tiene problemas de movilidad en sus patas traseras. El proyecto se enfocará en este tipo de soporte debido al caso en concreto que se desea resolver.

Soporte anterior: Cuando el perro tiene la afectación en sus patas delanteras, ya sea por nacimiento o por alguna lesión.

Soporte total: En los casos donde el perro tiene dificultad de movimiento en tres o cuatro patas y necesita más soporte.

Este proyecto se enfocará en el soporte posterior. Se analizarán los diseños análogos a estos productos en las marcas de los competidores mencionados en el diagnóstico de la situación del trabajo.

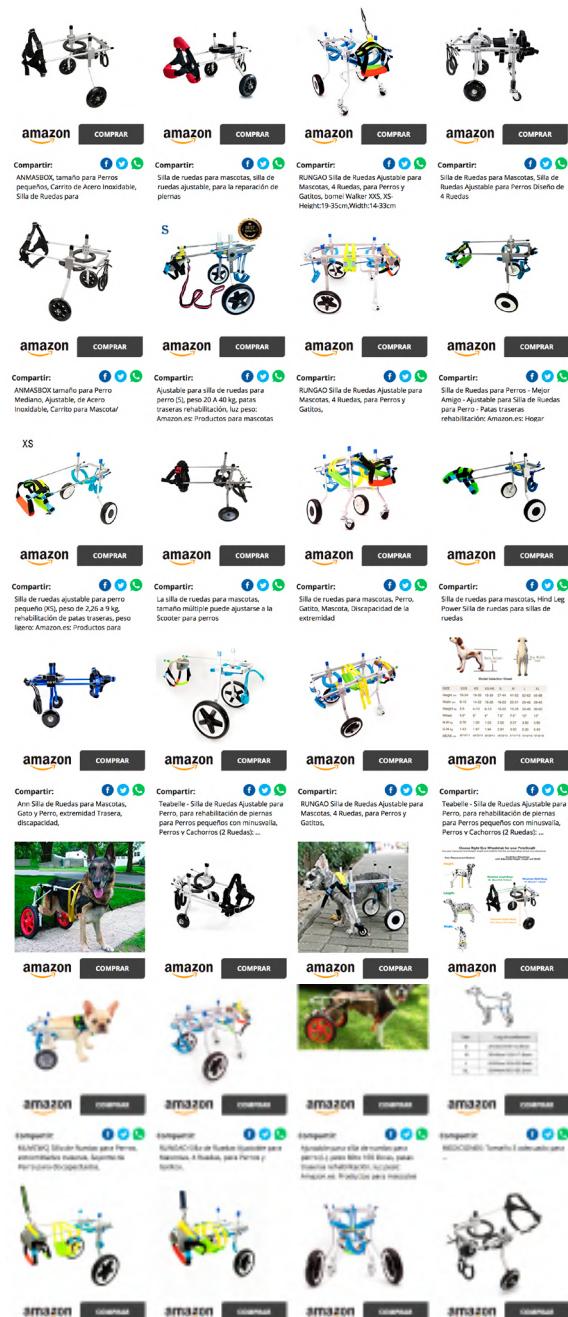
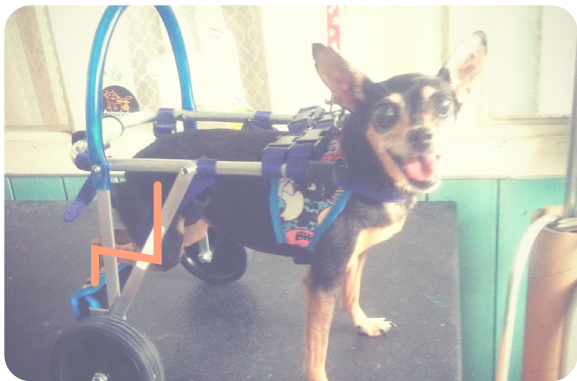


Fig. 28. Andadores en el mercado

Andadores de Animaladas con ruedas



(a)



(b)



(c)

Fig. 29. Referencias de andadores Animaladas con ruedas. (a) Columna inclinada y patas colgantes. (b) Columna horizontal y patas a 90 grados. (c) Columna horizontal y patas arrastrándose. [49]

Observaciones

Los andadores de esta empresa se realizan de forma personalizada para cada usuario. Por este motivo no son ajustables en su estructura (como otros modelos que pueden ampliar o disminuir su tamaño fácilmente dentro de un rango de acuerdo con la talla).

Por un lado, esto puede asegurar una mejor adaptación del perro a la silla ya que es realizada a su medida, pero por otro lado, si el perro está en proceso de crecimiento (sube de peso) esto puede ser un factor en contra.

En las imágenes de la izquierda se observan 3 posiciones distintas de columna-patas en los perros con estos productos.

En la primera (a) se observa la columna del perro levemente inclinada mientras las patas se encuentran colgando. En la segunda imagen (b) su columna se encuentra alineada horizontalmente mientras sus patas forman un ángulo de aproximadamente 90° sobre una barra de soporte. En la tercera imagen (c) la columna también se encuentra alineada horizontalmente mientras las patas se arrastran con un protector para evitar lesiones.

Estas posiciones se evaluarán en las entrevistas con especialistas en veterinaria ortopédica.

Walkin' pets



Observaciones

La distancia entre las barras laterales hace que el serpenteo de la columna esté más presente. El soporte trasero (donde se levanta la zona de la ingle) es muy reducido, ya que es una tira delgada. Esto puede provocar lesiones a largo plazo.

Hay una buena protección en la terminación de la barra que colinda lateralmente con el hombro del perro, sin embargo, carece de un soporte en la zona media de la espalda, por lo que la columna del perro puede tender a arquearse.

La altura ajustable por eslabones, presente en algunos diseños, es un aspecto a destacar de esta marca, cuentan con varias tallas que pueden ajustarse en un rango de tamaños, lo cual es una forma eficiente de estandarizar el producto.

La barra trasera puede interferir con la posición y movimiento natural de la cola (en caso de tenerla presente y con movilidad.)

Además cuentan con accesorios adicionales para condiciones de terreno distintas, como esquies.

Sus llantas grandes e inclinadas permiten transitar en diversos terrenos con menor riesgo de vuelque, mas puede resultar muy pesado para razas pequeñas.



Fig. 30. Referencias de andadores Walkin' pets. [50]

Ortocanis



Fig. 31. Referencia de andador Ortocanis. [51]

Observaciones

Estos modelos tienen varias coincidencias formales con Walkin' pets, por lo que comparten algunos puntos críticos.

La diferencia más notoria con la marca anterior es el tamaño y tipo de llantas, sin embargo esto depende del modelo que se decida comprar. Además, las llantas se ubican de forma perpendicular respecto al suelo.

K9 Carts



Fig. 32. Referencia de andador K9 Carts. [52]

Observaciones

Se puede observar como se arquea la espalda debido a que hay un único soporte en la parte posterior. Allí mismo se puede ver un pliegue en la piel del perro por la zona donde se sostienen sus muslos, esto puede generarle lesiones por fricción a corto plazo.

Posee un soporte delantero deficiente. La correa delantera se utiliza para fijar las barras horizontales, mas no se sostiene del pecho de usuario, por lo que puede resbalarse con el movimiento.

Las llantas se ubican de forma perpendicular respecto al suelo, además, se encuentran sobresalidas a las barras verticales laterales, esto para compensar la falta de inclinación de las llantas.

Doggon Wheels



Observaciones

Cuenta con múltiples soportes para una mayor estabilidad del perro, lo cuál es positivo funcionalmente pero recarga visualmente el producto.

Las barras laterales sirven para mantener elevado el tren posterior, a diferencia de otros diseños donde depende del tren anterior mantener elevado al posterior.

En la parte posterior, rodeando sus patas traseras, cuenta con una barra que cumple una doble función. Por un lado protege estas extremidades si el perro llega a chocar con alguna superficie, por otro lado le da estabilidad al producto y compensa el peso de la estructura en la parte frontal.

La pechera cuenta con varias fajas que pueden ser ajustadas, lo cual es de utilidad si el perro engorda o si simplemente con el tiempo estas tiras se llegan a estirar.

Para soltar al perro simplemente se deben soltar las hebillas y ganchos giratorios, de modo que el perro puede adoptar rápidamente la posición de descanso con ayuda de su dueño.

Los diseños son robustos y poco atractivos, sin embargo tienen buen soporte en varios puntos de la columna.

Se puede dar un movimiento pendulante negativo mientras el perro se desplaza.

Fig. 33. Referencias de andadores Doggon Wheels. [53]

Best Friend Mobility



Observaciones

Tiene similitudes funcionales con la marca Doggon Wheels. Las barras laterales se encuentran más elevadas que la cruz del perro para que el arnés posterior se suspenda de ellos. Estos modelos son funcionales para perros grandes. Para razas pequeñas deberían tener una altura menor, por lo que resulta difícil escalar la forma y disposición que tiene sin que esto interfiera con el suelo.

La estructura base no es ajustable, únicamente la pechera y los soportes que sostienen el tren posterior.

El codo del perro puede lesionarse con la barra vertical que se encuentra sobre este ya que no cuenta con ningún recubrimiento.

Las llantas se encuentran completamente verticales y alineadas con las barras verticales traseras, esto puede ser perjudicial y propiciar vuelques.

Fig. 34. Referencias de andadores Best Friend Mobility. [54]

Síntesis: Análisis de referenciales

A partir del análisis de referenciales anterior se obtiene que los productos de ayuda técnica más eficientes en cuanto a rapidez del usuario son al mismo tiempo los que se encuentran con mayor frecuencia y en variedad de marcas, llamadas coloquialmente “sillas de rueda para perros”.

En términos generales, estos productos mejoran la calidad de vida del perro al mismo tiempo que aumentan su expectativa de vida. Además, le brindan mayor independencia y libertad de movimiento al perro.

En estos diseños el tronco se encuentra en una posición adecuada mientras el perro camina, sin embargo, el perro debe pasar por un periodo de adaptación variable, y no todos llegan a habituarse. El perro puede lastimarse con alguna parte desprotegida de la andadera, volcarse o quedarse enganchado de algún elemento externo.

Dependiendo del tipo de llantas puede trabarse por las irregularidades del entorno: gradas, zacate, huecos, entre otros.

Estas ayudas deben estar diseñadas de acuerdo al espacio donde se desenvuelve el perro para evitar estos inconvenientes.

Cabe destacar que se recomienda el uso de andaderas solo durante periodos breves de tiempo, ya que mantener al perro en una posición fija y antinatural puede ser perjudicial para su salud.

De aquí surge una de las contradicciones con este tipo de ayudas técnicas. Cuando el perro no utiliza ningún producto puede acostarse y descansar cómodamente, pero queda expuesto a elementos externos cuando se desplaza arrastrándose, por lo que puede raspase, lesionarse y sufrir de infecciones.

Por otro lado, si utiliza una ayuda técnica de este tipo podrá moverse con mayor facilidad y eficiencia por un tiempo limitado, pero le será incómodo adoptar posiciones de descanso y realizar sus necesidades (en el caso que controle sus esfínteres).

Análisis tecnológico

Tras la observación de productos análogos existentes en el mercado, se decide hacer un análisis tecnológico para conocer y detallar los componentes, materiales y procesos que puedan ser de utilidad para la elaboración del producto a diseñar.

En primer lugar se caracterizan los posibles materiales a utilizar junto con algunas ventajas y desventajas de los mismos. Para enlistar los posibles materiales de una ayuda técnica se debe tomar en cuenta su no toxicidad, resistencia y durabilidad. Además, en el caso de los materiales que tienen contacto directo con el usuario, estos no deben producir lesiones en la piel.

Asimismo, se describen componentes específicos como llantas, la relación de su forma, radio y peso con la función que tendrán dentro del sistema.

Material para la estructura

TABLA IX
Materiales para la estructura



Aluminio

Fig. 35. Aluminio. [55]

Densidad	2,7 g/cm ³
Precio	Medio
Durabilidad	Alta
Reciclable	Sí

El aluminio se caracteriza por su maleabilidad y ductilidad, por lo que se encuentra en distintas presentaciones que pueden utilizarse en el producto a diseñar. Tiene una larga vida útil, ya que está recubierto de una fina capa de óxido que le hace resistente a la corrosión. Además, es liviano en comparación con otros metales.

Por sus propiedades metálicas es conductor térmico y eléctrico, esto podría ser un peligro potencial si se expone a altas temperaturas o si tiene contacto con electricidad mientras el perro utiliza un producto con este material.

La estructura principal en las ayudas técnicas de los seis competidores están realizadas con este material, lo que indica su aptitud para este tipo de productos. Además, el aluminio y acero son los dos materiales más comunes para sillas de ruedas de humanos por sus características favorables de peso y resistencia.



PVC

Fig. 36. PVC. [56]

Densidad	1,4 g/cm ³
Precio	Bajo
Durabilidad	Alta
Reciclable	Sí

El cloruro de polivinilo, también conocido como PVC, generalmente se encuentra en el mercado en forma de tubos de distintos perfiles, espesores y diámetros, pues su uso más común es en cañerías y cableado eléctrico.

Existen numerosos videos en la web donde se describe cómo hacer una ayuda técnica para perros, casera, utilizando este material en forma de tubos de perfil circular y codos por su accesibilidad económica.

A diferencia de los metales, este material es un aislante térmico y eléctrico. Requiere poco mantenimiento y puede limpiarse con facilidad, lo cual es una característica importante al diseñar un producto para perros que pueden carecer de control de sus esfínteres.

Material para impresión 3D

Los materiales moldeados por impresión 3D pueden ser parte total o parcial de la estructura para la ayuda técnica. Este proceso de manufactura brinda mayor flexibilidad a la hora de diseñar formas complejas y orgánicas.

Los objetos se crean mediante la superposición de capas sucesivas de material a partir de un archivo digital creado en un programa de modelado tridimensional [18].

La impresión 3D se ha utilizado para la elaboración de ayudas técnicas personalizadas, como la Turbooro para patas delanteras que se mostró en los referenciales.

En las ayudas técnicas comerciales de referencia para patas traseras se observa únicamente el uso de cintas de nylon recubiertas para el soporte de la zona posterior. Esta opción de manufactura brinda mayor flexibilidad para la zona que limita con el tronco del perro, de modo que se pueden realizar propuestas con mayor soporte como en el caso de la silla Amigo.



Fig. 37. Filamentos para impresión 3D. [57]

TABLA X
Materiales para impresión 3D



**Acrilonitrilo
butadieno estireno
(ABS)**

Fig. 38. ABS. [58]

Densidad **1,04 g/cm³**

Precio aprox 1 kg **\$ 39.50 + iva**

Metros por kg, 1,75 mm **400 m**

Reciclable **Sí**

Fórmula **(C₈H₈·C₄H₆·C₃H₃N)_n**

Este material se utiliza para realizar equipos de seguridad por encima del cuello. El acrilonitrilo ofrece resistencia al calor y a sustancias químicas, así como resistencia a la tensión. El butadieno aporta resistencia al impacto, dureza y buen rendimiento a bajas temperaturas. Por último el estireno le brinda aspecto brillante, capacidad de proceso y rigidez [58].

Es un material seguro si el perro llega a morderlo, no es tóxico, por este motivo existen juguetes para niños realizados con este material.

Emite vapores tóxicos al momento de fundirse.



Elastómero termoplástico (TPE)

Fig. 39. TPE. [59]

Densidad **1,05 g/cm³**

Precio aprox 500 g **\$ 99.95 + iva**

Metros por kg, 1.75 mm **396 m**

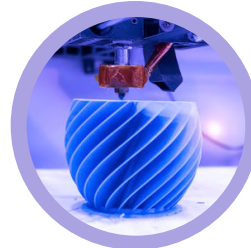
Reciclable **Sí**

Elastómero termoplástico es también conocido como caucho termoplástico. Tiene las propiedades de flexibilidad del caucho.

Por esta característica suele ser utilizado en las partes suaves al tacto de herramientas y objetos que requieren agarre tales como lápizceros, cepillos de dientes, botellas, entre otros.

Puede utilizarse en las zonas donde hay contacto directo con el perro para aprovechar la suavidad del material.

Es una mejor alternativa a la silicona, en términos de ecología y manufactura, ya que se puede procesar más fácil y rápido, además de ser 100% reciclable.



Ácido poli-láctico (PLA)

Fig. 40. PLA. [60]

Densidad **1,24 g/cm³**

Precio aprox 1 kg **\$ 32 + iva**

Metros por kg, 1.75 mm **335 m**

Reciclable **Sí**

Fórmula **(C₃H₄O₂)_n**

Este polímero se genera a partir del almidón de maíz, yuca o caña de azúcar. Esto corresponde a un gran valor agregado del material, es amigable con el medio ambiente y es biodegradable.

Permite obtener un acabado estético y limpio. Es un material frágil, por lo que no se recomienda su uso si va a estar expuesto a golpes o condiciones atmosféricas desfavorables.

Por este motivo, podría utilizarse de forma parcial en componentes de la ayuda técnica, más no de forma extendida donde los factores externos le afecten al material.



Tereftalato de polietileno de glicol (PETG)

Fig. 41. TPE. [61]

Densidad	1,27 g/cm ³
Precio aprox 750 g	\$ 38 + iva
Metros por kg, 1.75 mm	328 m
Reciclable	Sí
Fórmula	(C ₁₀ H ₈ O ₄) _n

Tereftalato de polietileno (modificado con glicol) es un material de la familia del poliéster. Es una variante del plástico más utilizado en el mundo (PET).

Se utiliza en la industria médica, alimentaria, de vestimenta y productos decorativos.

Se caracteriza por su estabilidad y resistencia química. Es resistente al agua, a productos químicos y a la fatiga. Es un material más elástico y menos frágil que el PLA.



Nylon

Fig. 42 PLA. [62]

Densidad	1,52 g/cm ³
Precio aprox 750 g	\$ 58 + iva
Metros por kg, 1.75 mm	274 m
Reciclable	Sí
Fórmula	(C ₁₂ H ₂₂ N ₂ O ₂) _n

Tiene alta resistencia mecánica. Resiste a los golpes mejor que el PLA y el ABS, pero les dobla en precio.

Este material emite vapores tóxicos al momento de fundirse cuando se está conformando la pieza.

Este es un material inflamable y que se quema fácilmente, una característica que puede ser perjudicial para el producto a diseñar.

Material para el contacto



Neopreno

Fig. 43. Neopreno. [63]

Polímero familia de cauchos sintéticos, con alta resistencia química y a factores ambientales. Por su flexibilidad se adhiere con facilidad a los objetos y funciona como una segunda piel.

Tiene un rápido secado, por este motivo suele utilizarse en natación. Puede encontrarse de 1 a 6 mm de grosor, lo cual lo hará más o menos incómodo y caliente para el perro.



Tejido de malla transpirable

Fig. 44. Malla transpirable. [64]

Es un material suave que permite la entrada y salida de aire, haciéndolo fresco en comparación con el neopreno y la tela oxford, incluso es utilizado en zapatos y sillas por este motivo de frescura y comodidad. Tiene un peso de 445 gsm (gramos por metro cúbico).

Puede combinarse con las correas de nylon en productos tipo pechera y arnés. Sin embargo, puede dañarse con facilidad por la fragilidad y disposición del tejido.



Tela oxford

Fig. 45. Tela Oxford. [65]

Es un material resistente, por lo que soporta mordeduras. Es ideal para las pecheras de perros pesados.

Su resistencia va de la mano de su rigidez, por lo que puede ser incómodo el contacto con la piel. Por lo general se encuentra en la parte exterior de las pecheras (la que no tiene contacto directo con el perro).



Nylon

Fig. 46. Nylon. [66]

Tiene un precio accesible, es resistente y fuerte, sin embargo, los roces repentinos pueden provocar lesiones en la piel. Por este motivo puede recubrirse de otro material para la protección del usuario.

Puede desgastarse con facilidad por las mordeduras del perro, además, es un material difícil de limpiar que suele tornarse maloliente.

Tipos de ruedas

Dependiendo de donde vive el perro, donde salga a pasear y el ambiente en el que habite, se debe utilizar un tipo de rueda u otro [67].

Rudas pequeñas

Se recomiendan para entornos urbanos, piso o asfalto. Brindan mayor maniobrabilidad y versatilidad en espacios reducidos. Además, entre más pequeña es la rueda tendrá mayor facilidad de giro [68].

Rudas grandes

Se recomienda para el campo, monte, grandes extensiones de hierba, tierra o arena, en general para terrenos más irregulares. Le dan mayor estabilidad al sistema, sin embargo lo tornan más pesado e incómodo para espacios reducidos.

Además del terreno o superficie de desplazamiento, se deben tomar en cuenta las dimensiones del perro.

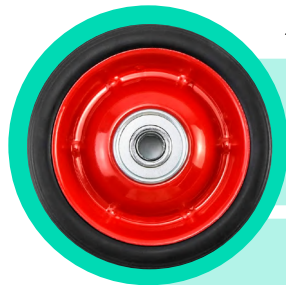
En [69] se recomiendan distintos diámetros de rueda de acuerdo con la altura de la pata posterior del perro, estos datos se muestran a continuación:

TABLA XI
Diámetros para llanta según altura de pata trasera

	altura pata trasera	diámetro
	< 21 cm	10 cm
	21 - 46 cm	20 cm
	43 - 51 cm	30 cm
	48 - 64 cm	40 cm

Modelos del mercado

TABLA XII
Ruedas del mercado

**Rueda de goma QWORK**

Diámetro rueda	5.0"	Capacidad c/u	40 kg
Ancho	1.4"	Masa c/u	509,5 g
Diámetro eje	0.5"	Precio 2 ud.	\$18. 97

Fig. 47. Rueda 1. [70]

**Rueda de poliolefina RWM**

Diámetro rueda	5.0"	Capacidad c/u	136 kg
Ancho	1.25"	Masa c/u	408 g
Diámetro eje	0.375"	Precio 2 ud.	\$21. 80

Fig. 48. Rueda 2. [71]

**Rueda de poliuretano High free**

Diámetro rueda	5.0"	Capacidad c/u	114 kg
Ancho	1.25"	Masa c/u	374,25 g
Diámetro eje	0.3125"	Precio 4 ud.	\$24. 95

Fig. 49. Rueda 3. [72]

**Foam Wheel Small Tires and Wheels**

Diámetro rueda	4.5"	Capacidad c/u	- kg
Ancho	1.25"	Masa c/u	56,7 g
Diámetro eje	0.25"	Precio 2 ud.	\$ 14.96

Fig. 50. Rueda 4. [73]

Tipos de uniones



Velcro

Fig. 51. Rueda 4. [74]

Estas uniones son comúnmente utilizadas en dispositivos para perros tales como pecheras, collares, vestimenta y dispositivos de seguridad.

Su principal ventaja es la facilidad de colocación, lo cual va de la mano con el adjetivo “fácil” que se define posteriormente para la perceptualidad del producto a diseñar.



Hebilla de plástico

Fig. 52. Unión 2. [75]

A pesar de esta facilidad de colocación, el perro no puede retirar estas uniones de forma independiente, siempre requiere de la ayuda de su dueño o encargado.

El velcro es utilizado para la unión de dos piezas textiles. Las hebillas de plástico se utilizan para unir cintas, tiras o fajones, tales como las cintas de nylon de la Fig. 46.



Mosquetón de gatillo

Fig. 53. Unión 3. [76]

Los mosquetones suelen colocar en las terminaciones de cintas, tiras o fajones para unirse con piezas textiles que cuentan con argollas para este fin.



Mosquetón de seguridad

Fig. 54. Unión 4. [77]

Síntesis: Análisis tecnológico

A partir del análisis tecnológico anterior se definen varios aspectos relativos a los materiales. Para la estructura principal del producto puede utilizarse tanto aluminio como PVC debido a que ambos son materiales ligeros, por lo que la toma de decisión en este aspecto puede darse de acuerdo al diseño y manufacturabilidad. Sin embargo, se le puede dar prioridad al uso de **PVC**, ya que tiene una menor densidad, lo que significa menor peso, y uno de los requisitos del producto es su ligereza.

Por otro lado, para componentes y piezas que requieran de impresión 3D, se recomienda el uso de **ABS**, pues este material no es tóxico, resiste al impacto, calor y químicos. Además es el material con la menor densidad de los cinco mencionados.

Para las ruedas se prefiere utilizar los modelos que cuenten con aro de plástico, ya que los aros metálicos representan un mayor peso, lo cual se desea evitar. Para usos domésticos y en superficies uniformes (tales como calles asfaltadas o aceras) pueden utilizarse ruedas de goma. La adquisición de este producto va a depender de la disponibilidad de diámetros en el mercado.

Los tipos de uniones a seleccionar dependerán de cada propuesta. Todos los mencionados anteriormente son de fácil colocación y de uso común, por lo que al ser parte del modelo mental de los usuarios encargados, los encontrarán de fácil uso y cumplirán con este aspecto perceptual deseado en el producto.

Análisis ergonómico

Postura

La ayuda técnica debe asegurar una correcta postura. Se debe procurar que la columna del perro se encuentre alineada, desde la cruz hasta el sacro.

Por otro lado, se prefiere que sus extremidades posteriores se encuentren aproximadamente en ángulo de noventa (entre el fémur y la tibia-proné) cuando el perro se está desplazando, como se muestra en la Fig. 55, ya que si sus patas se encuentran en otra posición (más adelante o más atrás) como sucedió en el modelo de la silla Amigo, se recarga la columna del perro.

Para asegurar una mejor postura se pueden incluir tres puntos de apoyo y soporte para la columna del perro [27], esta fue una de las recomendaciones del Dr. Salmerón.

Estos tres puntos de apoyo recomendados son cerca de la cruz, la espalda media y el sacro, como se resalta en la Fig. 57.

Cuando existen solo dos puntos de apoyo, como en la Fig. 55, la columna puede arquearse en el centro, a su vez generar dolencias y deformaciones en el perro.



Fig. 55. Perro bóxer en andadera. [78]



Fig. 56. Perro bóxer de pie. [79]

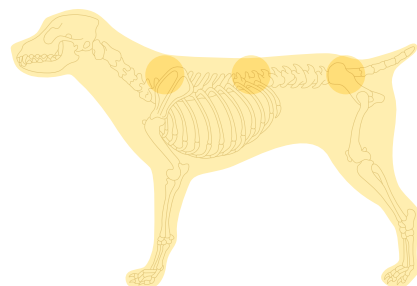


Fig. 57. Puntos de apoyo recomendados.

Peso

Para definir la masa aproximada que debe tener el producto se toman como referencia productos del mercado. Se promedia el peso de 6 ayudas técnicas para perros de 4 kg.

El Dr. Rodríguez recomienda que la masa se encuentre entre el 10% y el 15% del peso total del animal [26] por su experiencia tratando con razas grandes, lo cuál equivaldría a 600g en el caso de Cookie. Sin embargo, este puede ser un valor difícil de alcanzar por el poco peso de cookie.

Promedios

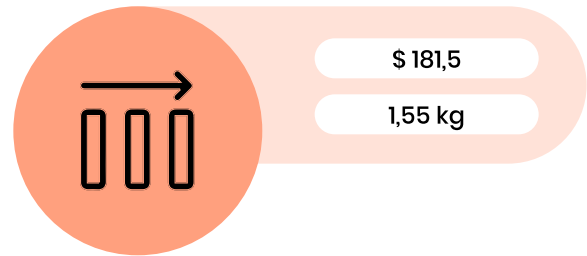


TABLA XIII
Pesos y precios del mercado

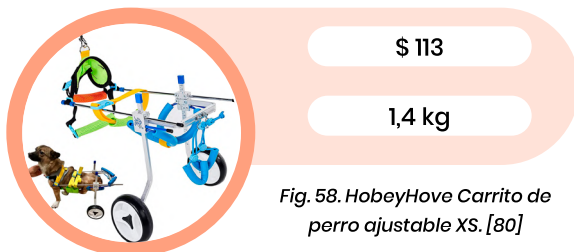


Fig. 58. HobeyHove Carrito de perro ajustable XS. [80]

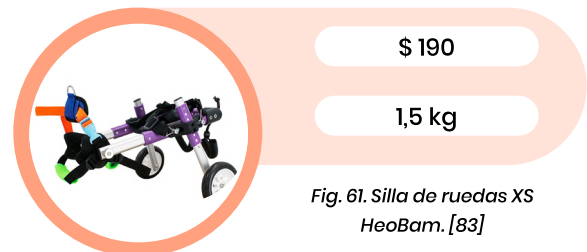


Fig. 61. Silla de ruedas XS HeoBam. [83]



Fig. 59. Silla de ruedas SHZICMY para perros pequeños. [81]

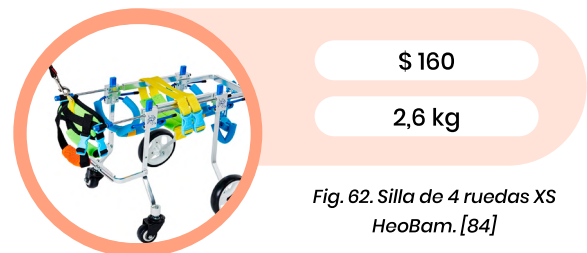


Fig. 62. Silla de 4 ruedas XS HeoBam. [84]

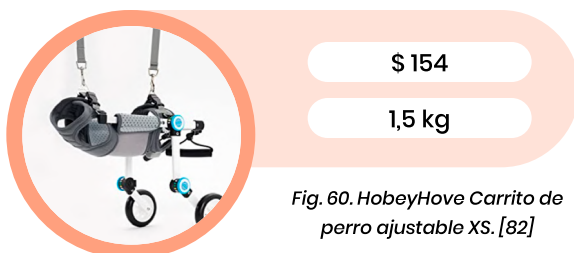


Fig. 60. HobeyHove Carrito de perro ajustable XS. [82]



Fig. 63. Walkin' Wheels Ligero para perros pequeños. [85]

6.

Marco metodológico

Para el desarrollo de este proyecto se toman como referencia las cinco etapas planteadas en la metodología de Design Thinking:

- Empatizar
- Definir
- Idear
- Prototipar
- Evaluar

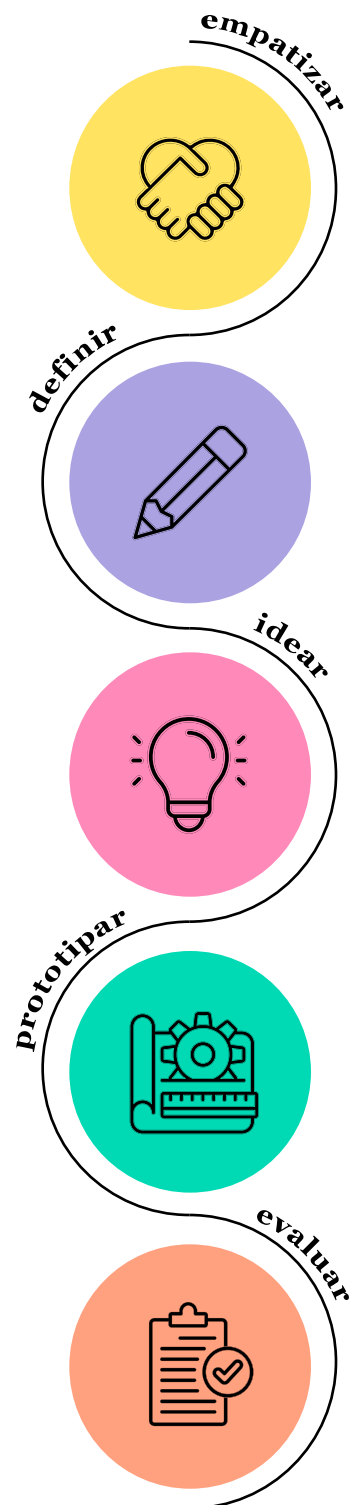
Design Thinking

Design Thinking es una metodología en la que la empatía juega un papel crucial desde el inicio del proyecto.

No solo se centra en la creación de productos y servicios, se basa en la capacidad para ser intuitivo, reconocer patrones, construir ideas con significado emocional, funcional, y expresarse en los medios de comunicación que no sean palabras o símbolos [18].

Este proyecto está enfocado en un usuario que no habla nuestro mismo idioma, ni se comunica con palabras. Por este motivo es de gran relevancia una profunda investigación complementada con observación que permita empatizar y comprender el estado de la cuestión.

La iteración, o repetición, es un factor clave para nutrir el proyecto a lo largo del proceso de diseño. En esta metodología los fracasos se vuelven generativos para crear soluciones relevantes [19].



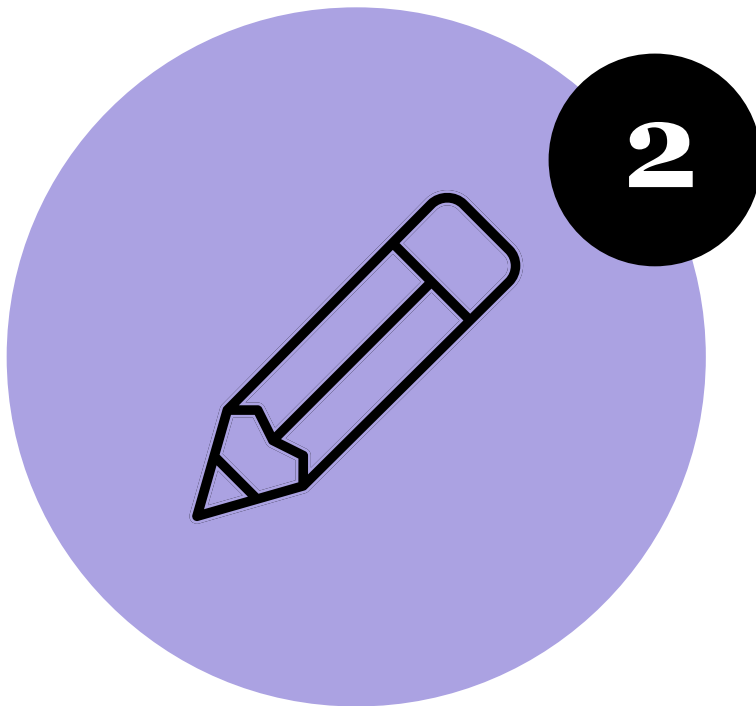


Empatizar

En esta etapa se recaudó toda la información necesaria para contextualizar el proyecto, para así identificar necesidades y problemas puntuales de productos análogos existentes y casos reales de perros con problemas de movilidad.

Herramientas

- Árbol de problemas
- Investigación bibliográfica
- Análisis de referenciales
- Entrevistas a dueños
- Entrevista a veterinario

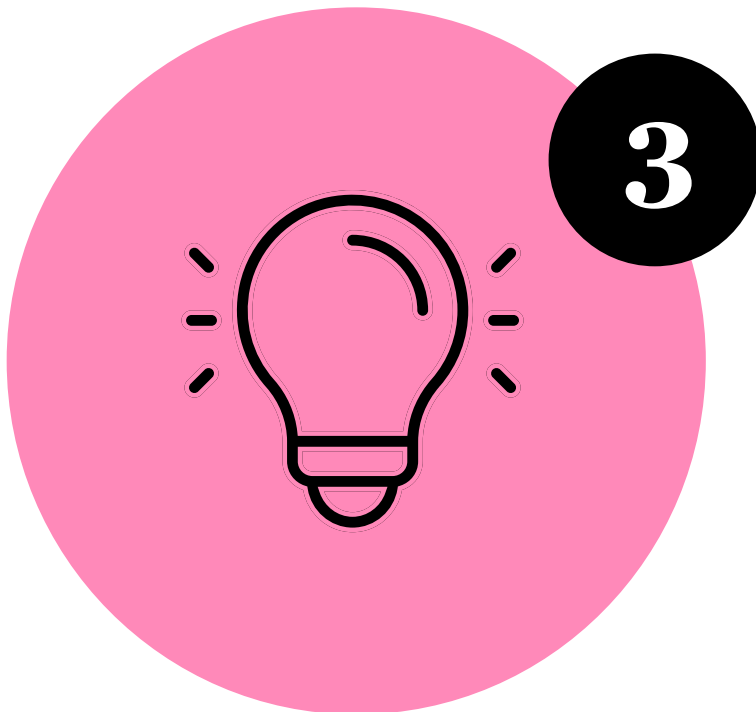


Definir

En esta etapa se definieron los requisitos y requerimientos del producto, a su vez se establecieron parámetros y especificaciones, basadas en la investigación y los resultados de la etapa previa, que repercutieron en el diseño y manufactura del producto.

Herramientas

- Análisis tecnológico
- Diagrama de funciones
- Análisis ergonómico
- Lista de requisitos y requerimientos
- Concepto de diseño
- Vocabulario visual
- Moodboard



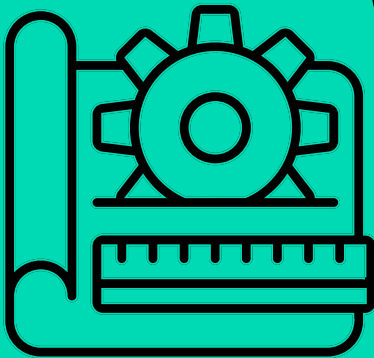
Idear

Basado en los análisis y definiciones anteriores se realizó el boceteo de alternativas que fueron posteriormente evaluadas. Esta es una etapa de constante iteración.

Herramientas

- Brainstorming
- Boceteo
- Matriz de selección
- Iterar

4



Prototipar

Se llevó a cabo el modelo digital de la alternativa con mayor viabilidad evaluada en la etapa anterior. Se realizó la detallación técnica de la misma. Al igual que en la etapa de idear, este es un proceso de constante iteración.

Herramientas

- Modelado 3D
- Planos técnicos
- Mapeo de proceso
- Lista de costos
- Maqueta física

5



Evaluar

Al ser un modelo digital, esta etapa consistió en valorar el resultado a nivel de renders, infografías explicativas para la interacción del producto y análisis estático en un programa de modelado 3D.

Para continuar con esta etapa y valorar la experiencia e interacción del usuario con un modelo funcional se debe realizar un modelo físico de alta fidelidad, lo cuál no se encuentra dentro de los alcances de este proyecto.

7.

Desarrollo

Usuario de estudio

Algunas afectaciones que desembocan en parálisis de las extremidades posteriores tienen mayor incidencia en razas pequeñas. Como se mencionó anteriormente, la displasia de cadera es más frecuente en las razas Bull dog francés y Carlino [29], mientras que las hernias discales lo son en razas condrodistróficas (con patas cortas) tales como Dachshund y Beagle [32].

Además, en un estudio realizado en el 2016 [3], se obtuvo que en el país la mayoría de perros son zaguates 44,7% , seguido por dos razas pequeñas, Poodle Miniatura 10,8% y Chihuahua 5,6%.

Por este motivo, se decide enfocarse en un caso específico de un perro pequeño para concretar y dimensionar la ayuda técnica a diseñar en este proyecto.

Cookie, es un perro mestizo pequeño con parálisis. Fue adoptado tras ser atropellado y perder la movilidad de sus extremidades posteriores. El golpe que recibió durante el accidente le causó mielopatía post traumática, por lo que actualmente utiliza una ayuda técnica realizada de forma artesanal para agilizar su desplazamiento, sin embargo, esta tiene problemas funcionales y de adaptabilidad.

Además, debido a la situación mundial por covid 19, y para reducir el contacto con personas externas, se decide trabajar con este usuario que es parte de la burbuja social de quien desarrolla este proyecto.

Medidas morfométricas

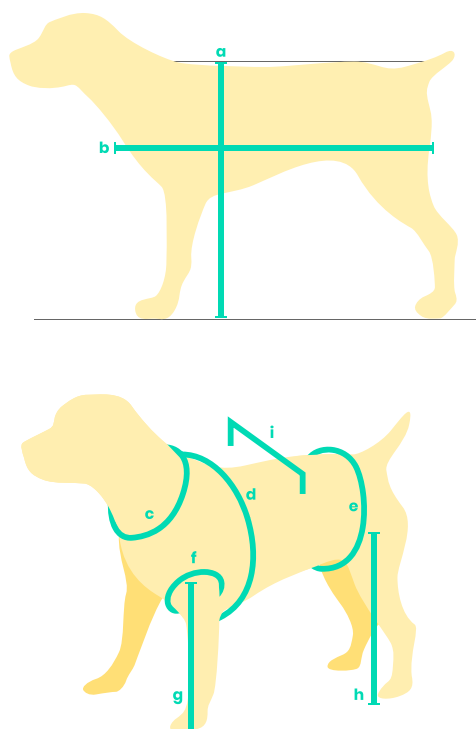


Fig. 10. Medidas morfométricas en perros.

- a. Altura de la cruz:** 22,5 cm
- b. Largo de tronco:** 30 cm
- c. Circunferencia del cuello:** 26,5 cm
- d. Circunferencia del pecho:** 39 cm
- e. Circunferencia de cintura:** 30,5 cm
- f. Circunferencia de pata:** 10,5 cm
- g. Largo de pata anterior:** 18 cm
- h. Largo de pata posterior:** 22 cm
- i. Ancho de tronco:** 12 cm

Entrevistas a cuidadores

Con el fin de obtener información necesaria para identificar necesidades y problemáticas de perros con la condición de estudio, se realizan entrevistas a 6 personas dueñas de perros con parálisis, o problemas de movilidad en sus patas posteriores. Se consideran también usuarios con problemas de movilidad para tener una visión más amplia y cantidad de entrevistas.

Las respuestas a esta entrevista fueron documentadas de forma digital por medio de grabaciones.

Sumado a esto, se solicitaron fotografías y videos de los perros para complementar la entrevista con observación y destacar algunos aspectos que pudieron ser obviados por los entrevistados.

Como resultado se obtuvieron fichas informativas con los casos de cada uno de los perros evaluados que se muestran más adelante.

El uso del material audiovisual fue previamente autorizado por cada uno de los entrevistados por medio de un consentimiento informado. Ver Anexo 1.

Con la información recolectada se pretende realizar una lista borrador de requisitos y requerimientos para la toma de decisiones en etapas posteriores del proyecto. Se elabora una guía para solicitar información general del perro con las siguientes preguntas:

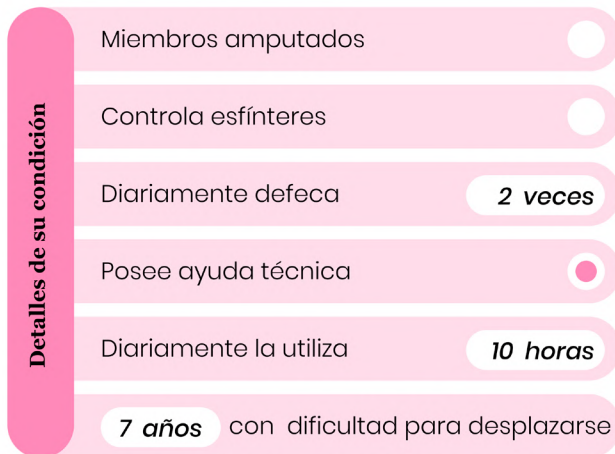
1. ¿Hace cuánto tiene dificultades para desplazarse?
2. ¿Su mascota controla los esfínteres? ¿Su mascota utiliza pañales?
3. ¿Cuenta con alguna ayuda técnica para facilitar su desplazamiento? De ser afirmativo favor adjuntar fotografía.
4. ¿Qué ventajas y desventajas ha percibido con la ayuda técnica actual?
5. ¿En qué superficies se desplaza el perro con mayor frecuencia? (zacate, pavimento, lastre, cerámica, cemento, arena, gradas)
6. ¿Su perro presenta lesiones por fricción en alguna zona? De ser afirmativo favor adjuntar fotografías de las lesiones.

Caso 01 (usuario de estudio)

TABLA XIV
Caso 01 Información General



Fig. 64. Cookie.



Contexto

Cookie fue atropellado en el 2014, y sus dueños de ese momento no podían hacerse cargo de él con esa condición por lo que lo dejaron en la veterinaria. En ese momento el perro se arrastraba y tenía la ingle en carne viva, anemia con la hemoglobina en 4 y diarrea. Se le hizo una ayuda técnica artesanal y afortunadamente se acopló rápido a ella.

Información de interés

Debido a su lesión **no tiene control de esfínteres**, defecación ni micción. Siempre se le deben sacar los orines en la mañana y en la tarde, para evitar infecciones, presionando la zona de su vejiga, de lo contrario los orines salen por rebalse, pero no por control del perro.

Hay que ponerle crema cada vez que se le coloca la silla para que no se quemé la zona de la ingle y el abdomen.

Cuenta con una ayuda realizada de forma artesanal con PVC, además, se realizaron rampas en la casa para que pudiera desplazarse en las distintas áreas.

Se desplaza sobre cerámica, tierra, zacate y gradas. Para estas últimas requiere la ayuda de sus dueños para que eleven la parte trasera de su ayuda técnica.

Caso 01

Ayuda técnica



Fig. 65. Ayuda técnica actual de Cookie.



Fig. 66. Desventajas de ayuda técnica actual de Cookie.



Ventajas

Desplazamiento más fácil y rápido, no requiere de ayuda externa para andar en superficies planas. Simula condiciones normales.



Desventajas

Presenta lesiones en la piel. En la zona de los codos tiene callos por el roce con uno de los tubos. Si no se le coloca crema se enrojece su zona de la ingle.

Cuando el perro está solo todo el día la orina se le acumula en el pañal, por la forma de la silla, lo que le ha provocado pérdida de pelo en la zona abdominal.

Las llantas son pequeñas para que no sea muy pesada, sin embargo, por esto no puede subir y se queda atorado en algunas gradas.

Sus patas adoptan una posición antinatural ya que se encuentran estiradas horizontalmente.

Aunque la silla le permite recostarse a descansar, la posición que adoptan sus patas y columna no es óptima.

Caso 02

TABLA XV
Caso 02 Información General



Nombre
Kuky

Dueña
María Badilla

Condición
Hernias discales

Fig. 67. Kuky.

Raza
Salchicha

Edad
9 años

Masa
6 kg

Sexo
Hembra

Detalles de su condición

- Miembros amputados
- Controla esfínteres
- Diariamente defeca **2 veces**
- Posee ayuda técnica
- Diariamente la utiliza **1 hora**
- 3 meses** con dificultad para desplazarse

Contexto

Kuky empezó a presentar hernias en la columna, por lo que el veterinario le dio a sus dueños la opción de no realizar ningún procedimiento u operarla, sin embargo al operar existía el riesgo de que perdiera movilidad. Sus dueños la operaron y tiempo después sus patas traseras no respondían, incluso tras realizar terapia, además, las hernias seguían apareciendo. Por este motivo decidieron realizarle la eutanasia.

Información de interés

Aproximadamente un mes después de la operación presentó problemas de movilidad.

Principalmente se encontraba en cerámica y zacate. Cuando se desplazaba sin ayuda sufría de lesiones en sus patas, las cuales tenían una recuperación lenta por la falta de circulación en la zona.

Caso 02

Ayuda técnica



Fig. 68. Ayuda técnica actual de Kuky.



Ventajas

Fuera del hogar era muy beneficiosa porque agilizaba su desplazamiento, tenía más autonomía y movimiento.



Desventajas

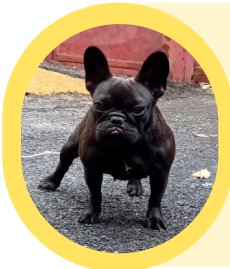
No podía echarse a reposar.

Tampoco podía hacer sus necesidades con este producto colocado, necesitaba que le retiraran la ayuda cada vez que necesitaba orinar o defecar.

Se la debían quitar y poner repetidas veces, por lo que la perra mostró disgusto después de un tiempo.

Caso 03

TABLA XVI
Caso 03 Información General



Nombre
Nunu

Dueña
Katherina Jurburg

Condición
Hipoplasia cerebelosa

Fig. 69. Nunu.

Raza
Bulldog francés

Edad
3 años

Masa
8 kg

Sexo
hembra

Detalles de su condición

Miembros amputados

Controla esfínteres

Diariamente defeca **3 veces**

Posee ayuda técnica

Diariamente la utiliza **-**

3 años con dificultad para desplazarse

Contexto

Nunu tiene dificultad para desplazarse desde que nació, es una enfermedad congénita.

Información de interés

No cuenta con ayuda técnica ya que, al ser una condición de nacimiento, sus dueños prefirieron que fortaleciera sus patas traseras y que tuviera una mejor movilidad. Los dueños afirman que esto les ha funcionado ya que la perra puede levantarse y mantener sus patas traseras firmes, sin embargo, de una forma no convencional.

Se desplaza sobre cerámica, pavimento, zacate y gradas (con dificultad, arrastrando sus patas).

Tiembla constantemente por la inestabilidad que le dan sus patas traseras.



Fig. 70. Deformación de extremidades de Nunu.

Caso 04

TABLA XVII
Caso 04 Información General



Nombre
Princesa

Dueña
Arianna Zúñiga

Condición
Lesión discal

Fig. 71. Princesa.

Raza
Dachshund
Piebald

Edad
8 años

Masa
5 kg

Sexo
Hembra

Detalles de su condición

- Miembros amputados
- Controla esfínteres
- Diariamente defeca **1 vez**
- Posee ayuda técnica
- Diariamente la utiliza **40 minutos**
- 8 meses** con dificultad para desplazarse



Fig. 72. Arnés de soporte de Princesa.

Contexto

Sus patas traseras perdieron movilidad de un día al otro. Su dueña le compró una silla de ruedas por internet, sin embargo, tuvo que realizarle modificaciones. Actualmente la perra se encuentra en terapia.

Información de interés

A pesar de no controlar esfínteres no utiliza pañal. Hay que ayudarlo a orinar tres veces al día y a defecar una vez.

Tiene una silla de ruedas pero prefiere arrastrarse. Cuando la llevan a pasear utilizan un arnés, sin embargo, se cansa más, ya que solo puede utilizar sus patas delanteras.

Antes le ponían la silla durante 25 minutos por día para que se fuera acostumbrando, sin embargo, Princesa se mostraba hostil. Actualmente se la colocan dos veces al día, cuando va a comer.

En el caso de las perras, el constante arrastre, las hace más propensas a infecciones. Algunas veces se le han hecho lesiones en la vulva, esto empeora ya que la perra se lame la zona.

El zacate es la mejor superficie, el lastre le provoca lesiones y en cerámica se resbala. La piel se le ha manchado por el zacate.

Caso 04

Ayuda técnica



Fig. 73. Ayuda técnica actual de Princesa.

En [48] esta es presentada como la mejor silla de ruedas para razas pequeñas (incluyendo dachshund) en el 2021.



Fig. 74. Lesiones por roce en Princesa.



Ventajas

Puede moverse con mayor rapidez.



Desventajas

El soporte original de la silla para su columna era deficiente, por lo que se le realizó una adaptación adicional. Inclusive esta adaptación no le brinda una posición adecuada.

Princesa tiene las patas muy cortas, por lo que se le hace difícil desplazarse incluso con la silla.

Tiene la zona de la ingle enrojecida ya que roza esta parte con los aros de soporte para las patas traseras en la silla de ruedas.

El soporte original de la silla para su columna era deficiente, por lo que se le realizó una adaptación adicional. Inclusive esta adaptación no le brinda una posición adecuada.

Princesa tiene las patas muy cortas, por lo que se le hace difícil desplazarse incluso con la silla.

Tiene la zona de la ingle enrojecida ya que roza esta parte con los aros de soporte para las patas traseras en la silla de ruedas.

Caso 05

TABLA XVIII
Caso 05 Información General



Nombre	Blacky
Dueña	Sofía Sandoval
Condición	Desconocida

Fig. 75. Blacky.

			
Raza	Edad	Masa	Sexo
Schnauzer	12 años	6 -7 kg	Hembra

Detalles de su condición

Miembros amputados	<input type="checkbox"/>
Controla esfínteres	<input type="checkbox"/>
Diariamente defeca	2 veces
Posee ayuda técnica	<input type="checkbox"/>
Diariamente la utiliza	7 horas
7 años con dificultad para desplazarse	

Contexto

Blacky es de criadero, desde que sus cuidadores la compraron padecía de erliquia. Cuando comenzó su parálisis tenía esta enfermedad. Un día estaba jugando, repentinamente la encontraron acostada y con los ojos vueltos hacia atrás. Le realizaron un tac y este salió normal, sin embargo, perdió movilidad en sus patas.

Información de interés

Su pata derecha delantera está inmóvil, la izquierda delantera si tiene movilidad y la pueda apoyar. En las patas traseras tiene sensibilidad, mas no las puede apoyar, aunque si puede nadar.

Para que pueda orinar se le deben presionar la zona de la vejiga. Utiliza pañal o una servilleta por precaución e higiene únicamente.

Únicamente está en cerámica. Cuando hay gradas se le debe ayudar y levantarla con la andadera. Ella no se puede desplazar sola.

Presenta sensibilidad en las uñas y resequedad en las patas.

Caso 05

Ayuda técnica



Fig. 76. Ayuda técnica actual de Blacky.

Cuenta con una andadera realizada de forma artesanal con tubos PVC. Solo una de sus patas tiene movilidad, por esto le cuesta desplazarse. Actualmente no se desplaza de forma autónoma, la andadera la utilizan para que la perra pueda simular estar de cuatro patas con ayuda de almohadas. Se le turnan las posiciones en la andadera y en una cama durante el día.



Ventajas

Fue económica y ha sido duradera, la ha tenido desde el inicio de su condición.



Desventajas

Se cansa más que antes.

La tela que tiene es de difícil secado, por lo que es problemático si se llega a orinar.

Las ruedas se le han trabado, además es muy baja para la usuaria encargada, por lo que a veces es difícil desplazarla.

Por otro lado, la ayuda es muy alta para la perra, puede tocar el suelo con las puntas de sus patas pero queda suspendida.

Caso 06

TABLA XIX
Caso 06 Información General



Nombre
Goofy

Dueño
Sebastián

Condición
Displasia de cadera

Fig. 77. Goofy.

Raza
Beagle

Edad
13 años

Masa
26 kg

Sexo
Macho

Detalles de su condición

- Miembros amputados
- Controla esfínteres
- Diariamente defeca **4 veces**
- Posee ayuda técnica
- Diariamente la utiliza **45 minutos**
- 2 años** con dificultad para desplazarse

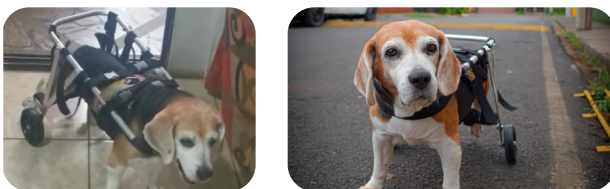


Fig. 78. Ayuda técnica actual de Goofy.

Contexto

Por su edad avanzada sufrió displasia de cadera, sus dueños lo llevaron a tratamiento sin embargo las opciones eran aplicarle la eutanasia o realizarle una ayuda técnica, pues de otro modo no podría caminar.

Información de interés

Cuenta con una ayuda técnica adquirida en Animaladas con ruedas. La utiliza por periodos cortos de tiempo en promedio 15 minutos 3 veces al día, el resto del día se encuentra acostado o lo cargan.

Se desplaza en cerámica dentro de la casa y en la acera cuando se lleva a pasear.

Al utilizar la ayuda técnica por periodos cortos de tiempo no presenta lesiones. Sin embargo cuando anda suelto arrastrándose se raspan sus almohadillas.

Una de las ventajas de este producto es que le permite andar por la casa y pasear en la acera, sin embargo no puede usarlo todo el día ya que se cansa de tener todo el peso en sus patas delanteras

Síntesis: Entrevistas a cuidadores

El 84% de los perros de las y los cuidadores entrevistados cuenta con ayuda técnica. En los casos 1, 2, 4 y 6, donde los perros tienen movilidad en sus patas delanteras, los cuidadores coinciden en que la ventaja de utilizar estos productos es la mayor eficiencia y rapidez del perro en el desplazamiento.

Las dos personas que realizaron la ayuda técnica de forma artesanal desconocen que este tipo de productos deben ser utilizados por periodos cortos de tiempo. En ambos casos las utilizan por más de 7 horas. Esto evidencia la importancia del asesoramiento veterinario cuando se le coloca un producto de ayuda a un perro, ya que su uso indebido puede causar otras complicaciones en el animal a corto o largo plazo.

El caso 1, en el cual el perro utiliza una ayuda técnica por más de 7 horas al día, es el que presenta más lesiones por fricción. Esto contribuye a la idea anterior, se deben establecer tiempos de uso máximos y recubrir las zonas que tienen contacto directo con el perro para evitar heridas o enrojecimientos.

Por este motivo, no es de extrañar que en los casos 2 y 6, donde los perros utilizan la ayuda técnica por periodos de tiempo reducidos (cuando los sacan a pasear), los dueños no detecten lesiones por fricción, ya que el tiempo de uso no es significativo.

En el caso 4 de Nunu, el único perro entrevistado sin ayuda técnica, se observa como la falta de asistencia en problemas de movilidad puede causar deformaciones en el perro, a pesar de su corta edad.

En los casos 1 y 4, donde se presentan los pesos más bajos (4 y 5 kg respectivamente), sus encargados tuvieron problemas para conseguir un producto que se adaptara al tamaño de su perro. Por este motivo el primer caso decidió realizarla de forma artesanal mientras que el otro tuvo que realizarle adaptaciones y modificaciones al producto que adquirió en el mercado.

A partir de la información proporcionada por los cuidadores se obtiene una serie de consideraciones a tomar en cuenta en el desarrollo de este proyecto como requerimientos y requisitos:

- Se debe valorar cómo será la dinámica de excreción del animal y definir si se podrá realizar con o sin el producto a diseñar. Cuando los perros tienen control de esfínteres, en el caso de permitir estas acciones con el producto colocado, se debe considerar libertad en su zona genital y el área próxima a su ano.
- Se debe obtener una proporción del peso máximo que puede tener una ayuda técnica en relación con el peso del perro.
- Valorar la posibilidad de utilizarse con correas y pecheras convencionales.

Entrevistas veterinarias

Para obtener la perspectiva y observaciones de profesionales en veterinaria se realizan entrevistas a 2 veterinarios que tienen experiencia en el área de ortopedia.

Previo a iniciar la entrevista se solicitó firmar un documento de consentimiento para poder grabar las sesiones y utilizar la información brindada durante el proyecto. Ver Anexo 2.

Se elabora una guía para solicitar información con las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo calcular las angulaciones ideales de un perro mestizo? (ángulos de confort)
2. ¿Existen herramientas de análisis postural para perros? ¿Cuáles métodos recomienda?
3. ¿Se debe procurar la alineación horizontal del tronco del animal con la ayuda técnica?
4. ¿Cómo debe ser el movimiento de la columna vertebral del perro, desde la vista lateral y superior, cuando se desplaza con la ayuda técnica?
5. Las andaderas convencionales deben usarse por periodos cortos de tiempo, ¿cuánto tiempo recomienda usted y por qué?
6. ¿Cuál debe ser la relación peso del perro vs peso de la ayuda técnica para no sobrecargar al perro?
7. ¿Cuáles considera usted requisitos básicos en una ayuda técnica de este tipo?
8. ¿Cuál de las posiciones para las patas traseras es más óptima para la ergonomía y una menor carga postural del usuario? (En esta pregunta se muestra la Fig. 28 de Animaladas con ruedas)

Entrevista veterinaria 01

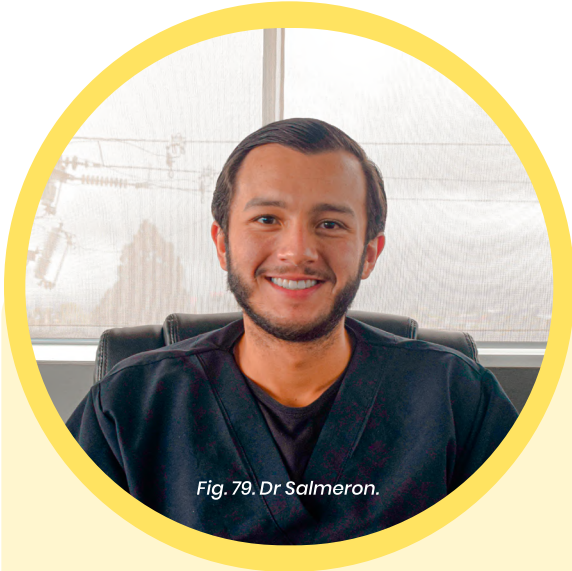


Fig. 79. Dr Salmeron.

Dr. Esteban Salmerón Sibaja

Médico veterinario con énfasis en:

- Ortopedia y traumatología
- Neurocirugía

Trabaja en la veterinaria Vicovet, la cual tiene su fuerte en el área de neurología, tomografía, imágenes en 3D, implantes.

El doctor comenta que tras la domesticación y cambio de hábitat han cambiado las prácticas diarias de los perros, ahora se suben a las sillas, sillones, camas, gradas, entre otros, lo que aumentó la incidencia de los casos de parálisis.

1. ¿Cómo calcular las angulaciones ideales de un perro mestizo? (ángulos de confort)

Para perros con parálisis en extremidades posteriores desconozco si existe un estándar para su postura, sin embargo, en documentación de ortopedia angular se pueden encontrar datos con respecto a ángulos de perros por raza, no así para los mestizos.

2. ¿Existen herramientas de análisis postural para perros? ¿Cuáles métodos recomienda?

Análisis biomecánico de la marcha y análisis en cámara lenta. Sin embargo, cuando el perro tiene problemas de movilidad en sus patas traseras los ángulos ortopédicos y estas pruebas no serían de mayor utilidad, lo primordial es procurar la alineación de la columna,

3. ¿Se debe procurar la alineación horizontal del tronco del animal con la ayuda técnica?

Si, se debe procurar que el soporte horizontal esté a la altura de la cruz del perro.

4. ¿Cómo debe ser el movimiento de la columna vertebral del perro, desde la vista lateral y superior, cuando se desplaza con la ayuda técnica?

Se debe minimizar. Este fenómeno está más presente en perros con tronco largo y patas cortas, como en el caso de los dashshund. Este serpenteo no es óptimo, se puede colocar un soporte derecho e izquierdo para evitarlo.

5. Las andaderas convencionales deben usarse por periodos cortos de tiempo, ¿cuánto tiempo recomienda usted y por qué?

Se recomienda de 30 a 40 minutos de 2 a 3 veces por día. Este es el tiempo máximo. Esto porque los diseños actuales generan lesiones en las axilas, ingle y por arrastre debido al contacto con el material, además, los perros presentan cansancio luego de su uso.

Son pacientes que suelen tener debilidad en su espalda, por lo que tiende a oscilar, lo que puede generar más lesiones si pasa todo el día utilizando la ayuda.

6. ¿Cuál debe ser la relación peso del perro vs peso de la ayuda técnica para no sobrecargar al perro?

No puedo dar un dato exacto, pero entre más liviano mejor. Tener en cuenta que el producto no se vuelque.

7. ¿Cuáles considera usted requisitos básicos en una ayuda técnica de este tipo?

- El material que tiene contacto con el paciente no debe generar lesiones.
- Mantener la espalda a 180°.
- El peso debe ser el más liviano posible.
- Durabilidad, resistente a la corrosión, fácil de lavar e idealmente contra agua.
- La altura del soporte horizontal debe ser igual a la cruz del perro (altura entre el suelo y las dos escápulas del paciente en el lomo).
- Soporte a nivel dorsal, punto de tensión en escápula, en espalda media y en el sacro.
- De tener llantas, colocarlas con cierta angulación para evitar que el producto se vuelque.
- Permitir la adaptabilidad del producto para un ajuste perfecto.
- Dejar libre las zonas para la defecación y micción.

8. ¿Cuál de las posiciones para las patas traseras es más óptima para la ergonomía y una menor carga postural del usuario?

Dependiendo de la condición del perro. Existen dos tipos de pacientes. En el paciente **paraparesico** aún hay sensibilidad y reflejos en las patas. Se debe tener claro que el perro va a querer mover las patas. Por otro lado el paciente **parapléjico** no siente, no tiene reflejos, hay que ayudarlo a defecar.

En los pacientes parapésicos se debe procurar que toquen el suelo con sus extremidades posteriores, mientras que para los perros con parálisis lo ideal es sujetar sus patas a 90° para evitar lesiones por el arrastre. Si el perro tiene movilidad en sus patas va a sentir incómodo si estas se sujetan.

En la imagen superior hay un aumento en el estrés de los miembros anteriores, por lo que se sobrecargan los codos y hombros del usuario. Esta no es la postura ideal.

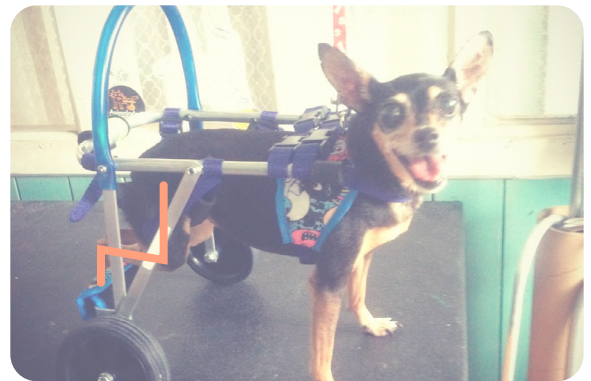
Otros comentarios

Salmerón considera importante el uso de 4 ruedas al menos en las primeras etapas de adaptación del perro, para evitar que la espalda oscile.

Los pañales generan más sistitis, infecciones urinarias, úlceras, mal olor, entre otros. Lo ideal es que en los perros parapléjicos sin control de esfínteres se haga un drenado manual y no se utilice pañal. En el caso de usar pañal, en el momento que el perro hace sus necesidades se debe cambiar y limpiar al perro inmediatamente, como se hace con los bebés.



(a)



(b)



(c)

Fig. 29. Referencias de andadores Animaladas con ruedas. (a) Columna inclinada y patas colgantes. (b) Columna horizontal y patas a 90 grados. (c) Columna horizontal y patas arrastrándose. [49]

Entrevista veterinaria 02



Fig. 80. Dr Rodríguez.

Dr. Doneth Rodríguez Víquez

Médico veterinario, con 9 años de experiencia en cirugía veterinaria con énfasis en ortopedia.

Trabaja en Centro Médico Veterinario MediFauna.

1. ¿Cómo calcular las angulaciones ideales de un perro mestizo? (ángulos de confort)

No hay estándar, ya que todas las razas de perros son anatómicamente diferentes, algunos, es mejor realizar diseños personalizados, pues dependiendo del caso y condición del perro va a ocupar más o menos soportes y distintos tamaños.

2. ¿Existen herramientas de análisis postural para perros? ¿Cuáles métodos recomienda?

Se puede observar por medio de radiografías la zona lumbar del perro para analizar si se encuentra recta y horizontal. El ángulo entre la columna y la salida del fémur suele encontrarse aproximadamente entre 90° y 100°.

Al trazar una línea de centro a centro de las cabezas femorales, luego otra línea a las alas ileacas, debe formarse un ángulo aproximado de 115°. Si este ángulo varía significativamente puede significar alguna alteración en el perro.

3. ¿Se debe procurar la alineación horizontal del tronco del animal con la ayuda técnica?

Si, siempre y cuando no tenga otro problema que pueda requerir otra alineación específica, sifosis, o lordosis.

Esta línea horizontal casi recta de la columna es común en los perros, más no en otras especies de animales doméstico como gatos.

4. ¿Cómo debe ser el movimiento de la columna vertebral del perro, desde la vista lateral y superior, cuando se desplaza con la ayuda técnica?

Los movimientos de serpiente pueden generar compresión y hernias de disco en los pacientes. Se recomienda la estabilización de la zona para que no se comprometan otras estructuras.

5. Las andaderas convencionales deben usarse por periodos cortos de tiempo, ¿cuánto tiempo recomienda usted y por qué?

Esto varía de acuerdo a la edad, condición física del animal: requerimientos energéticos y conformación muscular. Es importante recalcar que se debe procurar que el animal realice ejercicio para evitar la pérdida de tono muscular que puede generar atrofas y desembocar en otros problemas.

6. ¿Cuál debe ser la relación peso del perro vs peso de la ayuda técnica para no sobrecargar al perro?

No existe una medida específica establecida, sin embargo, recomiendo desde mi experiencia y los animales que he tratado que sea un porcentaje entre el 10% y 15% del peso del animal.

7. ¿Cuáles considera usted requisitos básicos en una ayuda técnica de este tipo?

- Accesible económicamente.
- Entre más liviano mejor, además de resistente.

- Comodidad para el animal, ya que con frecuencia se generan erosiones por roce en la piel del animal.
- Estable, para evitar que se vuelque y pueda generar más lesiones en el animal.

8. ¿Cuál de las posiciones para las patas traseras es más óptima para la ergonomía y una menor carga postural del usuario?

Si el perro no tiene posibilidad de recobrar la movilidad de sus patas se recomienda la postura en B, donde sus patas se encuentran sujetas a 90°. Cuando el animal intenta dar pasos, o se busca que lo haga, se recomienda la postura de la imagen C, siempre y cuando, como en la imagen, se protejan estos miembros para evitar lesiones por roce, ver Fig.29.

Se pueden realizar tomografías y mielografías para observar las lesiones que tiene el animal, si puede recuperar o no su movilidad, para así tomar una elección correcta con respecto a su postura en la ayuda técnica.

En esta segunda entrevista se realizan 3 preguntas adicionales que surgieron tras la entrevista veterinaria 01 y en etapas posteriores del proyecto.

9. ¿Para usted, cuál es la mejor ayuda técnica del mercado?

Para la rehabilitación se recomiendan las ayudas tipo arnés, cuando las extremidades posteriores están ausentes se recomienda el tipo patineta, mientras que en los casos de parálisis permanente y presencia de ambos miembros se recomiendan las llamadas “sillas de rueda”. Estas son la última opción para mejorar la calidad de vida de un perro, cuando la recuperación del perro no es una opción.

Es común que los dueños realicen las ayudas técnicas de forma artesanal viendo videos de Youtube, he visto pacientes cuyos dueños les realizan estos dispositivos con pvc o tubos metálicos delgados soldados.

Los diseños básicos que suelen tener por lo general son funcionales, sin embargo, los principales errores y deficiencias que se dan son con respecto a los soportes

10. ¿Qué opina usted con respecto al uso de pañales?

Se recomiendan siempre y cuando se esté pendiente del animal, se debe estar cambiando el pañal, colocar crema anticéptica. Es mejor que lo usen a que no lo usen y se unten de orines y de tierra, pues puede haber dermatitis e infecciones ya que su orina suele ser más densa.

11. Recomienda desarrollar prototipos físicos para probarlos con algún perro de referencia o es necesario contar con respaldo y aprobación y respaldo de estudios médicos previo a este proceso

No hay un ente que regule o que limite la elaboración de este tipo de ayudas técnicas, sin embargo, se deben tener en cuenta los requisitos anatómicos e individuales de cada perro para evitar compresiones o posturas indebidas en el animal.

Las 2 entrevistas realizadas en esta etapa permitieron nutrir la definición de funcionalidad, aspectos ergonómicos, requisitos y requerimientos para la ayuda técnica a diseñar que se detallarán mas adelante.

Definición de funcionalidad

Al tomar en cuenta los requisitos indispensables se realiza un diagrama FAST, para mostrar de forma jerarquizada las funciones del producto para brindar movilidad a perros con parálisis en extremidades posteriores.

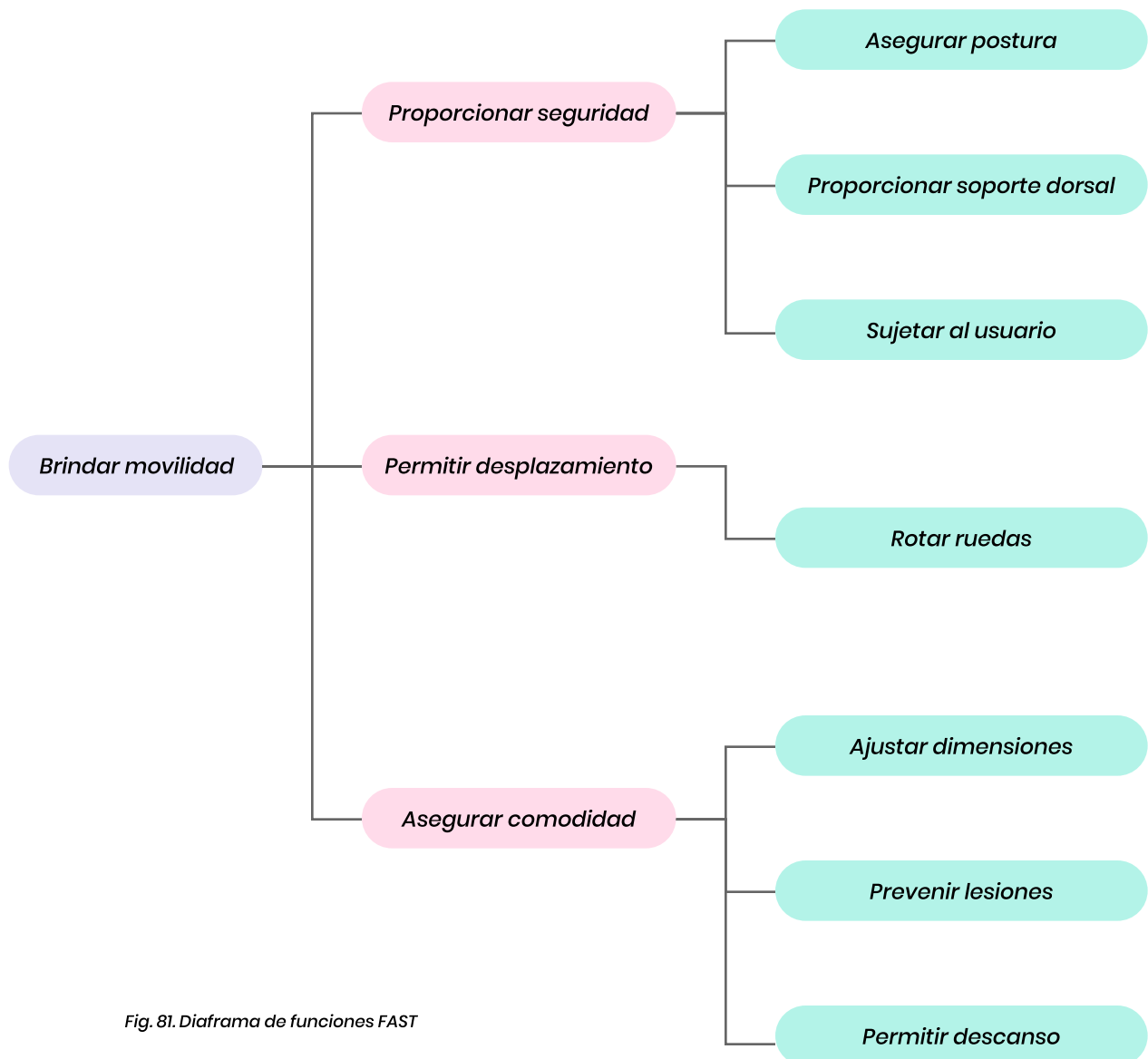



Fig. 81. Diaframa de funciones FAST



7.1.

**Necesidad,
requerimientos
y requisitos**

Definición de necesidad, requerimientos y requisitos

TABLA XX
Necesidad, requerimientos y requisitos

Necesidad	Requerimientos	Requisitos	Tipo
Movilidad segura en perros con parálisis en sus extremidades posteriores.	Que sea seguro	Material que evite lesiones	I
		Alineación de la columna	I
		Liviano	I
		Soporte dorsal	I
		Baja propensión al vuelque	I
		Evitar el serpenteo	I
		Soporte para patas traseras	I
		Que brinde independencia	Posibilidad de recostarse	D
	Apertura en zonas de excreción	I	
	Adaptable a pañales	D	
	Permitir uso prolongado	D	
	Permitir giros	I	
	Que sea versátil	Alturas y diámetros regulables	D
	Fácil de colocar y quitar	I	
	Que tenga alta durabilidad y resistencia	Resistente al agua	I
	Resistente a la corrosión	I	
Fácil de reparar y mantener	I		

D = Deseable I = Indispensable


A partir de los hallazgos obtenidos en la investigación bibliográfica y las entrevistas se logra definir la necesidad, requerimientos y requisitos del producto a diseñar.

Como muestra la tabla anterior, los requisitos relacionados con el requerimiento de seguridad son todos indispensables, esto porque se prioriza ante todo la ergonomía y protección del usuario.

Por otro lado, 3 de los 5 requisitos relacionados con la independencia del usuario son deseables. Si bien se busca una autonomía en el desplazamiento del perro, los productos que se encuentran en el mercado aún no brindan una independencia total debido a las limitaciones del tiempo de uso e imposibilidad de adoptar posiciones de descanso óptimas. Por este motivo son características deseables para destacar e innovar, más no indispensables para obtener el correcto funcionamiento del producto.

En el tercer bloque de requisitos relacionados con la versatilidad, se prioriza la facilidad de colocar y retirar el producto, esto de la mano con el adjetivo fácil definido posteriormente para la semántica del producto. La adaptabilidad del producto a diversos diámetros y alturas se considera deseable, pues lo primordial es que cada silla sea del tamaño ideal para su usuario específico, por lo que la adaptabilidad sería un plus del producto.

Por último, con respecto a la durabilidad y resistencia, se define como indispensable que no se dañe ante agua ni se llegue a corroer, además, que sea de fácil reparación y mantenimiento o que permita estas acciones con el uso de piezas desensamblables y reemplazables.



7.2.

Concepto de diseño

Movilidad segura

Movilidad: Cualidad de un cuerpo u objeto que puede moverse o ser movido.

Seguridad: Ausencia de peligro o riesgo.

¿Por qué movilidad segura?

Al diseñar una ayuda técnica para la locomoción de un ser vivo, el objetivo principal es brindarle una movilidad más fluida, sin dejar de lado la seguridad en su postura y con las distintas partes del sistema que interactúen con su cuerpo.

Alcances

Elaborar un modelo 3D digital de la ayuda técnica a la medida para el usuario de estudio.

Expectativas

Brindar las especificaciones técnicas que aseguren una movilidad fluida y segura para que el usuario de estudio pueda desplazarse y desenvolverse con mayor normalidad.

¿Qué?

Ayuda técnica para el desplazamiento.

¿Para quién?

Un perro macho mestizo de 4 kg, con parálisis en sus extremidades posteriores,

¿Por qué?

Los productos existentes cuentan con problemas de interacción que generan lesiones en el perro, tienen tiempos de uso limitados y no permiten adoptar posiciones de descanso naturales.

¿Cómo?

A través de un diseño que proporcione soporte al usuario, le permita entrar en posición de descanso y utilizarlo por periodos de tiempo mayores.

¿Dónde?

En superficies planas con terreno regular, interiores y exteriores.

Análisis perceptual

Comienza con la recolección de fotografías de productos análogos para generar un vocabulario visual, organizarlo en cuadrantes con adjetivos bipolares para que, apoyado del concepto, se elija la perceptualidad que se espera alcanzar.

Vocabulario visual en ejes semánticos

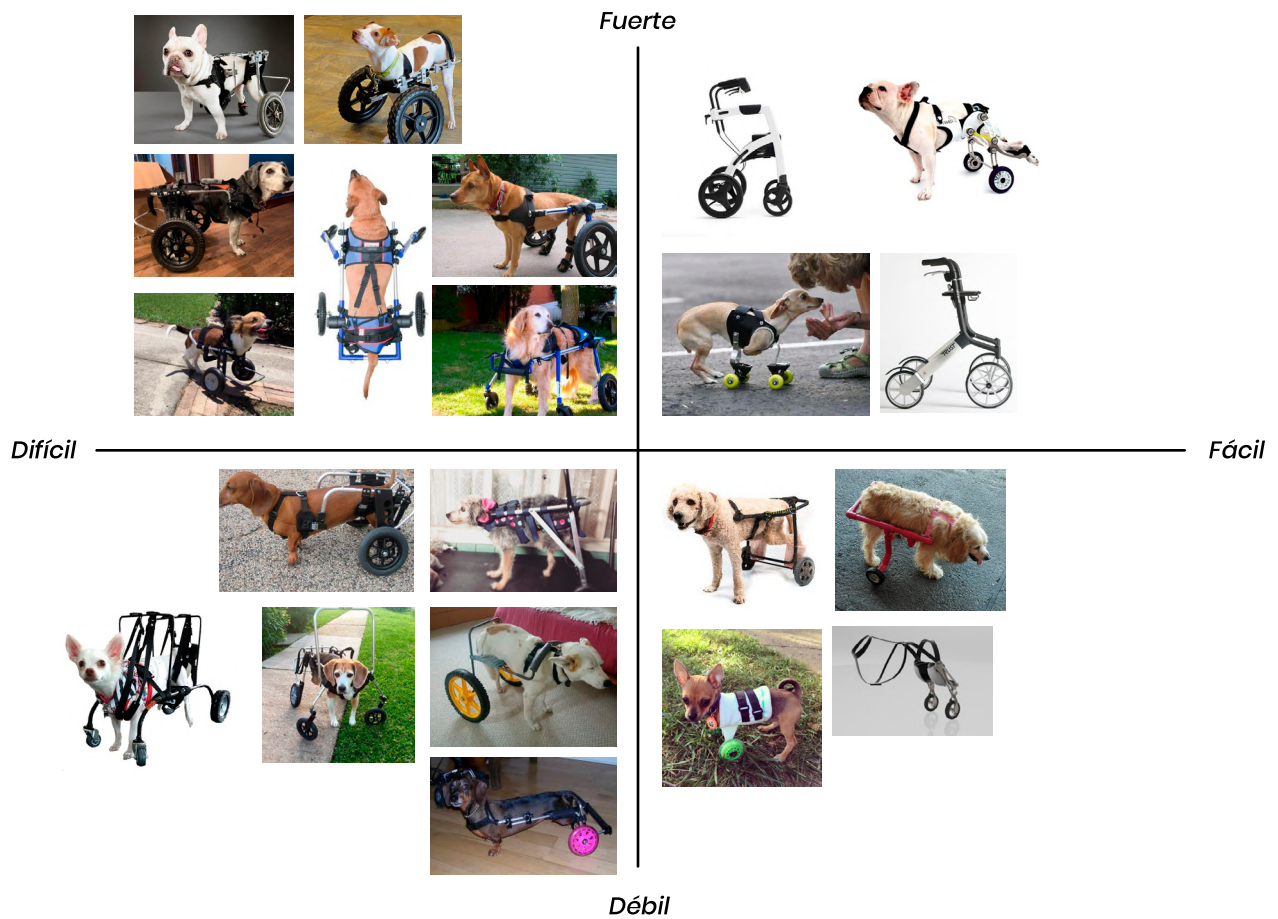


Fig. 82. Vocabulario visual.

Se decide trabajar bajo una semántica fuerte-fácil. El adjetivo **fuerte** hace referencia a la percepción de resistencia del producto. Esto se logra a través de la apariencia de los materiales a utilizar y los grosores de los mismos.

Se puede observar como en el vocabulario visual en ejes semánticos se clasifican como débiles los productos elaborados con perfiles tubulares muy delgados. Aunque esto se puede relacionar con la ligereza del producto, también da la sensación de debilidad, lo que se puede corregir con el acabado del material.

Por otro lado, se elige el adjetivo **fácil**, refiriéndose a la colocación del producto y la interacción entre el usuario encargado y la ayuda técnica.

Los productos clasificados como difíciles se encuentran saturados de elementos como bandas y tiras. Si bien son imprescindibles para brindar un mejor soporte al usuario, es importante reducir su peso visual para que se perciba más fácil de usar y colocar.

Fuerte



Fácil

Fig. 83. Ejes perceptuales elegidos.



7.3.

Desarrollo de alternativas

Boceto 01

Cuenta con un soporte ajustable para el tronco del perro, esto para evitar el serpienteo de la columna. Además, tiene 3 llantas, para una mayor estabilidad, de modo que se distribuya el peso entre estos tres puntos y que no recaiga todo en las extremidades anteriores del perro.

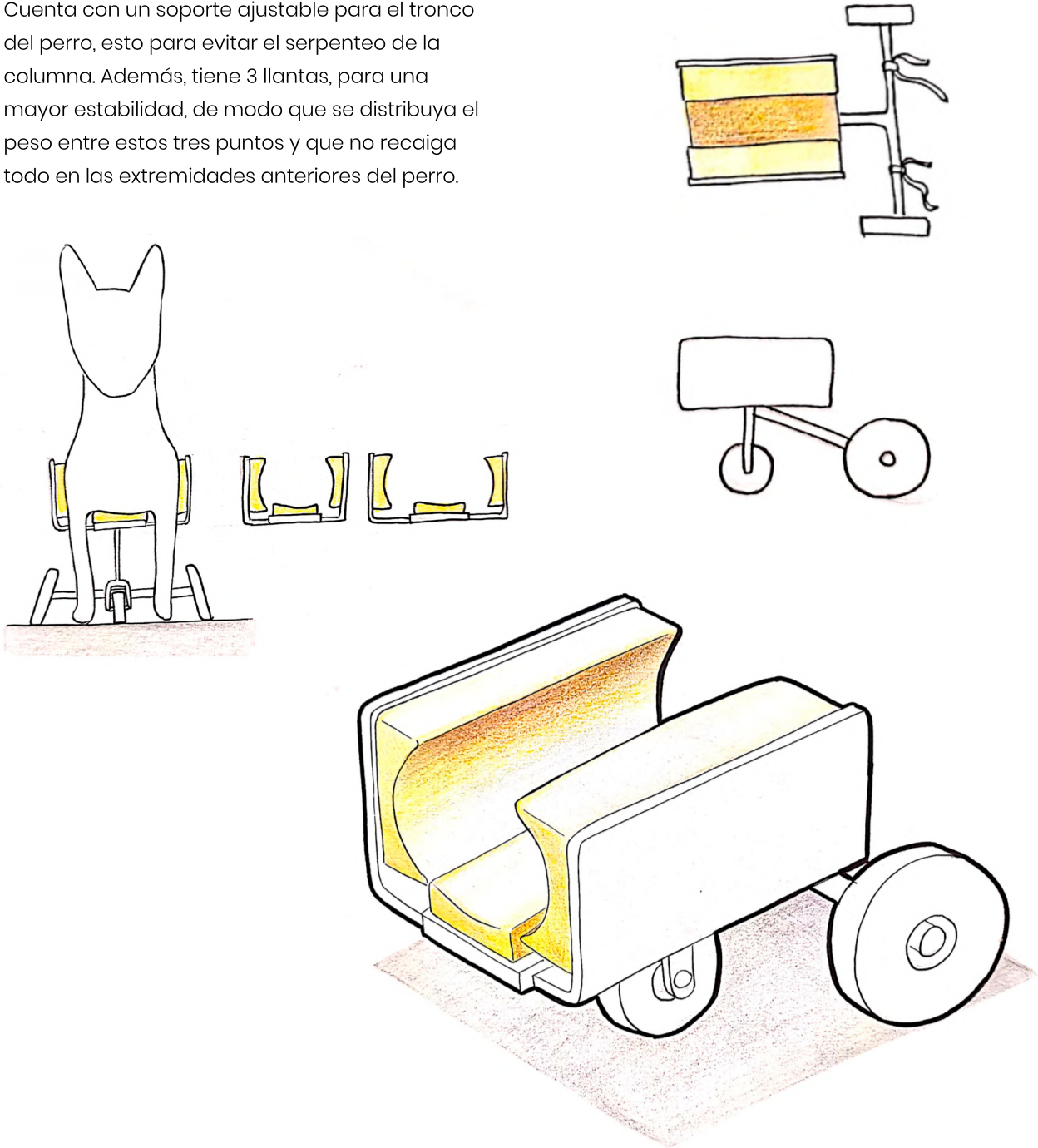


Fig. 84. Boceto 01.

Boceto 02

Posee dos roscas laterales, para que al aflojarlas o socarlas se pueda elevar o descender la llanta trasera, y que así el perro pueda tomar una posición de reposo. Para el soporte de su tronco, tiene una estructura rígida en la base que se ajusta con bandas en la parte superior, todo esto reforzado con material blando para la comodidad del perro

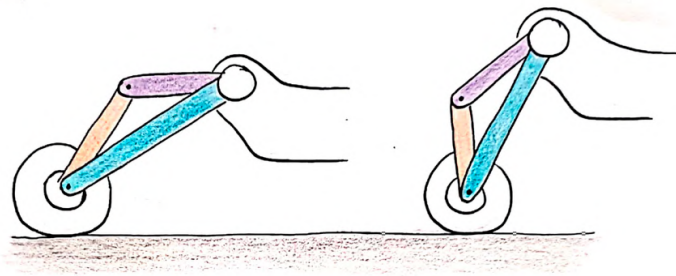
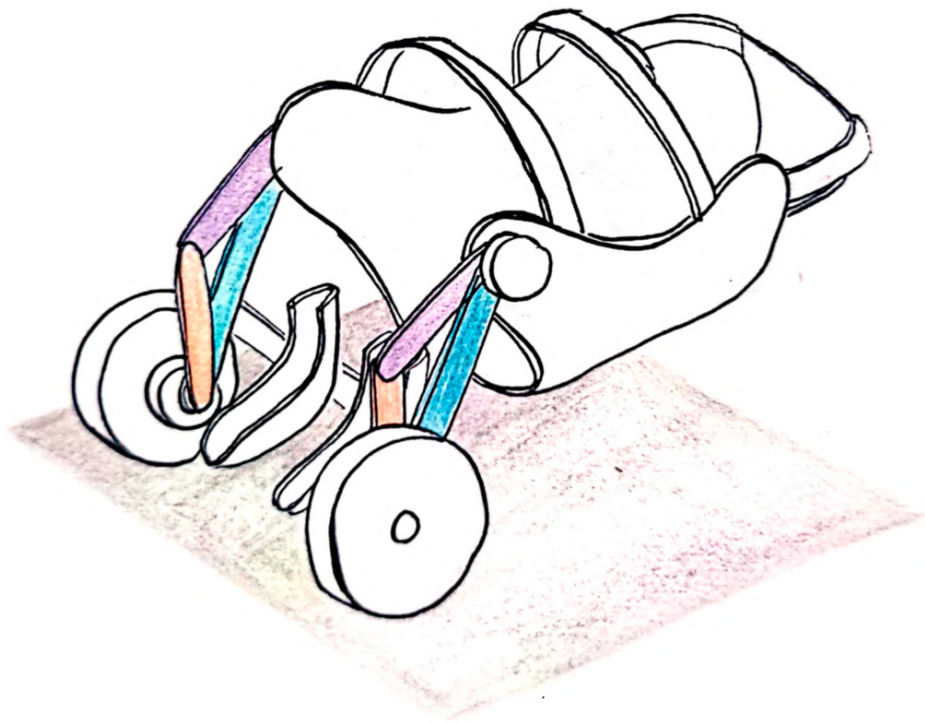
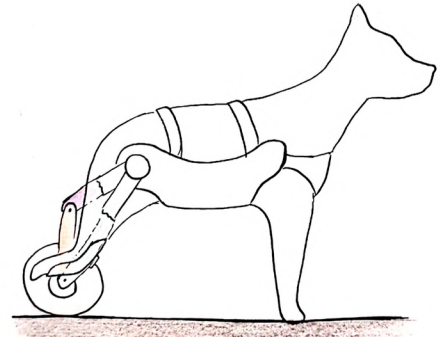


Fig. 85. Boceto 02.

Boceto 03

Combina el concepto de arnés y andadera. Por un lado los arnés le brindan un buen soporte a los perros y les permite asemejar la posición al caminar habitual, sin embargo, requieren de una persona que lo sostenga, por esto se combina con una andadera que cumpla esta función de sostén elevado.

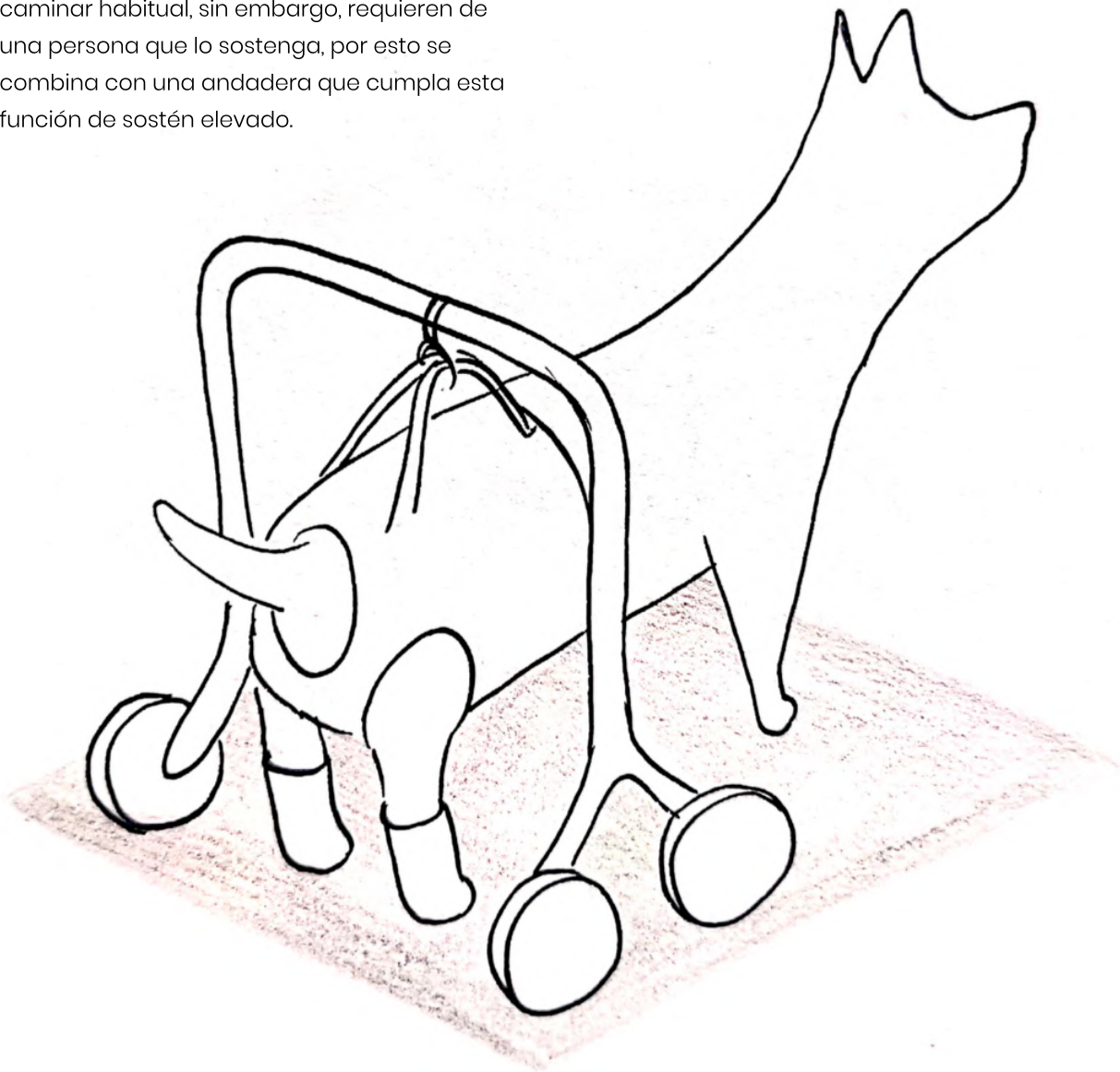


Fig. 86. Boceto 03.

Boceto 04

Tiene similitudes formales con los andadores convencionales que se comercializan, sin embargo, cuenta con una barra articulada en la parte de sus extremidades posteriores, la cual se mantiene inmóvil por una palanca que puede ser retirada para que el perro adopte una posición de reposo.

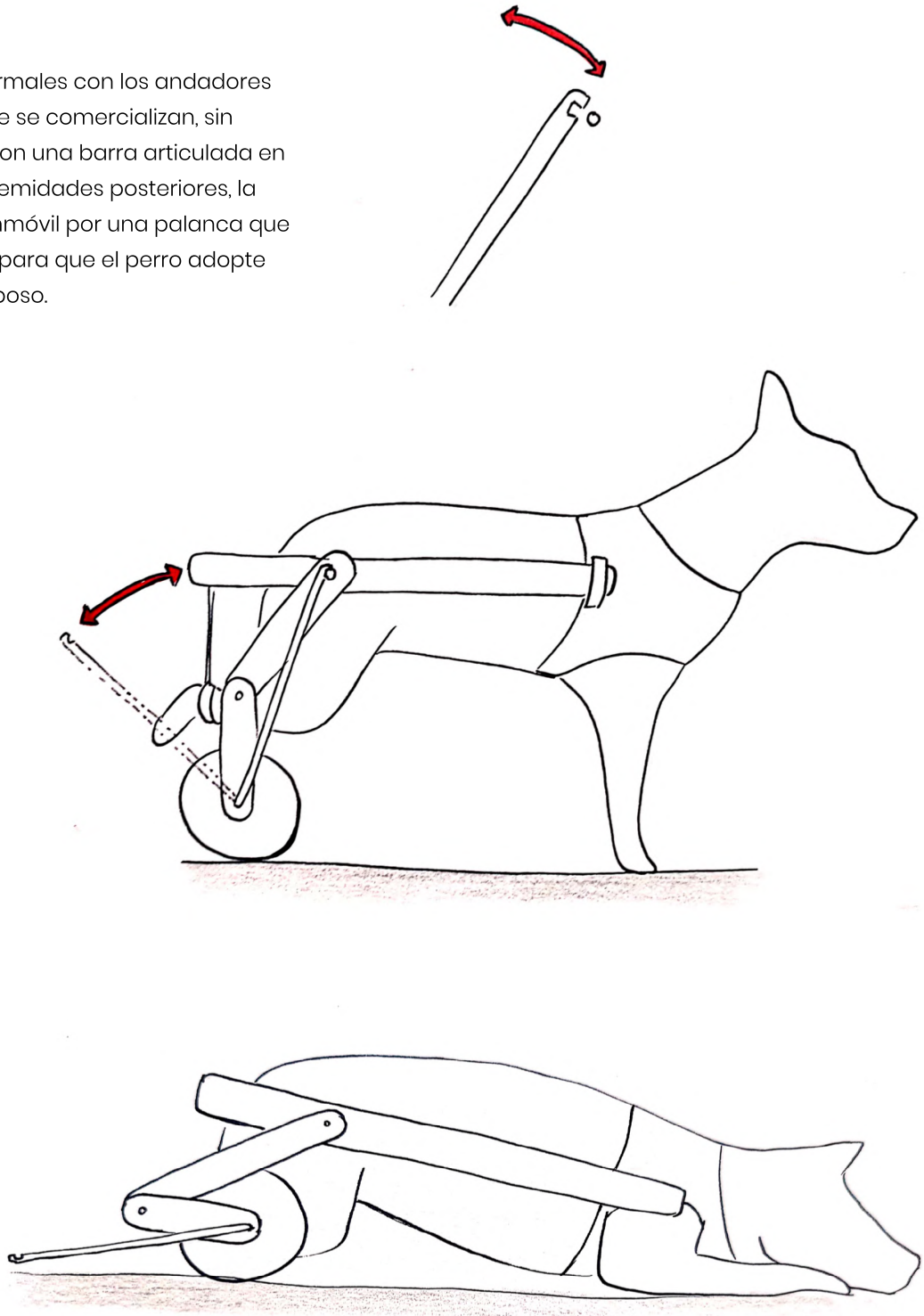


Fig. 87. Boceto 04.

Boceto 05

El perro debe usar un chaleco. El producto se sostiene de la parte superior de este chaleco para mantener su columna alineada, mientras sus patas se sostienen de dos soportes en la parte posterior.

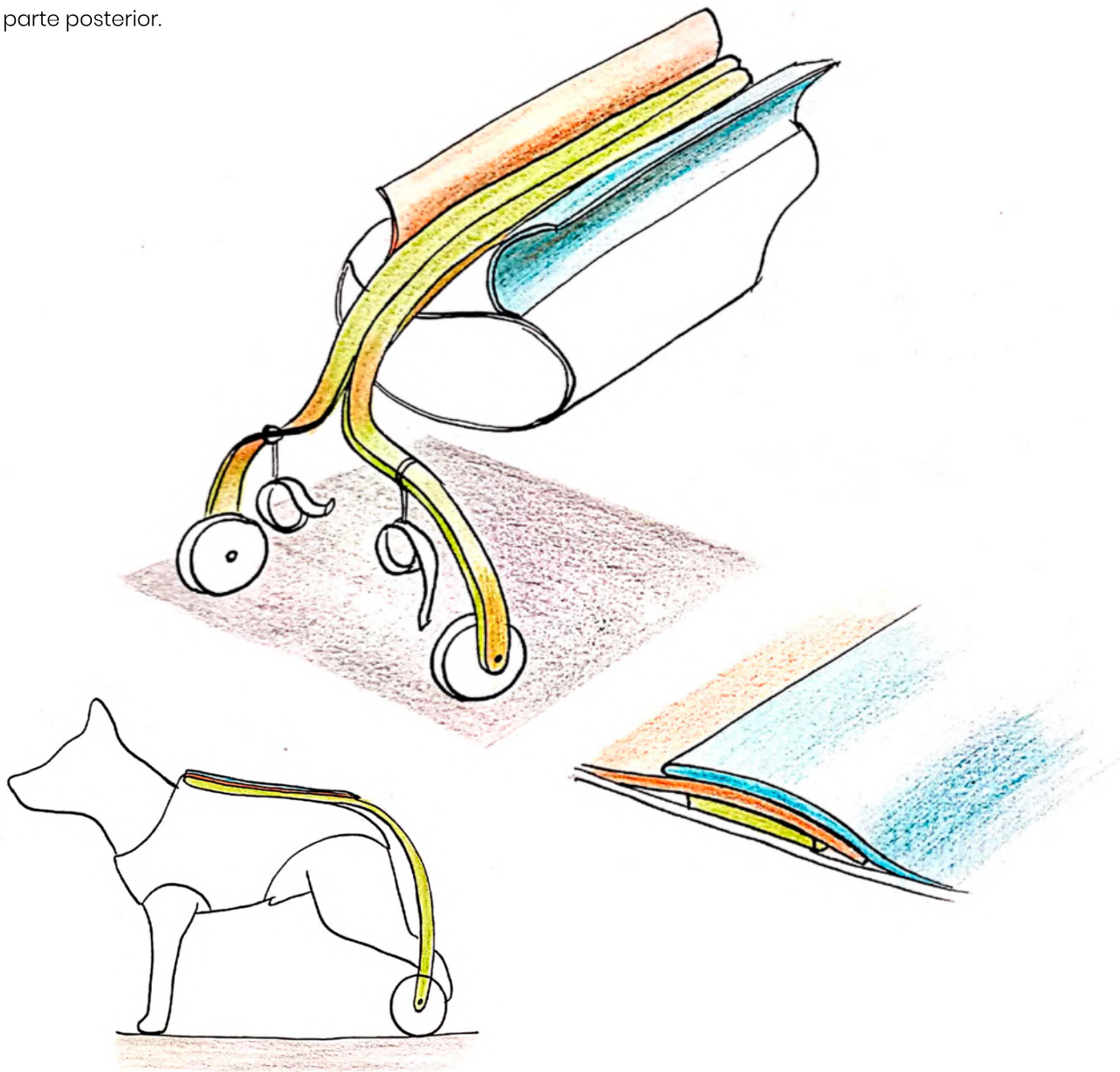


Fig. 88. Boceto 05.

Boceto 06

Cuenta con 3 puntos de apoyo en la zona dorsal del perro, para asegurar la posición recta de su columna. Para esto debe usar un chaleco con argollas en la zona superior donde se puede prensar o soltar con facilidad de la estructura exterior.

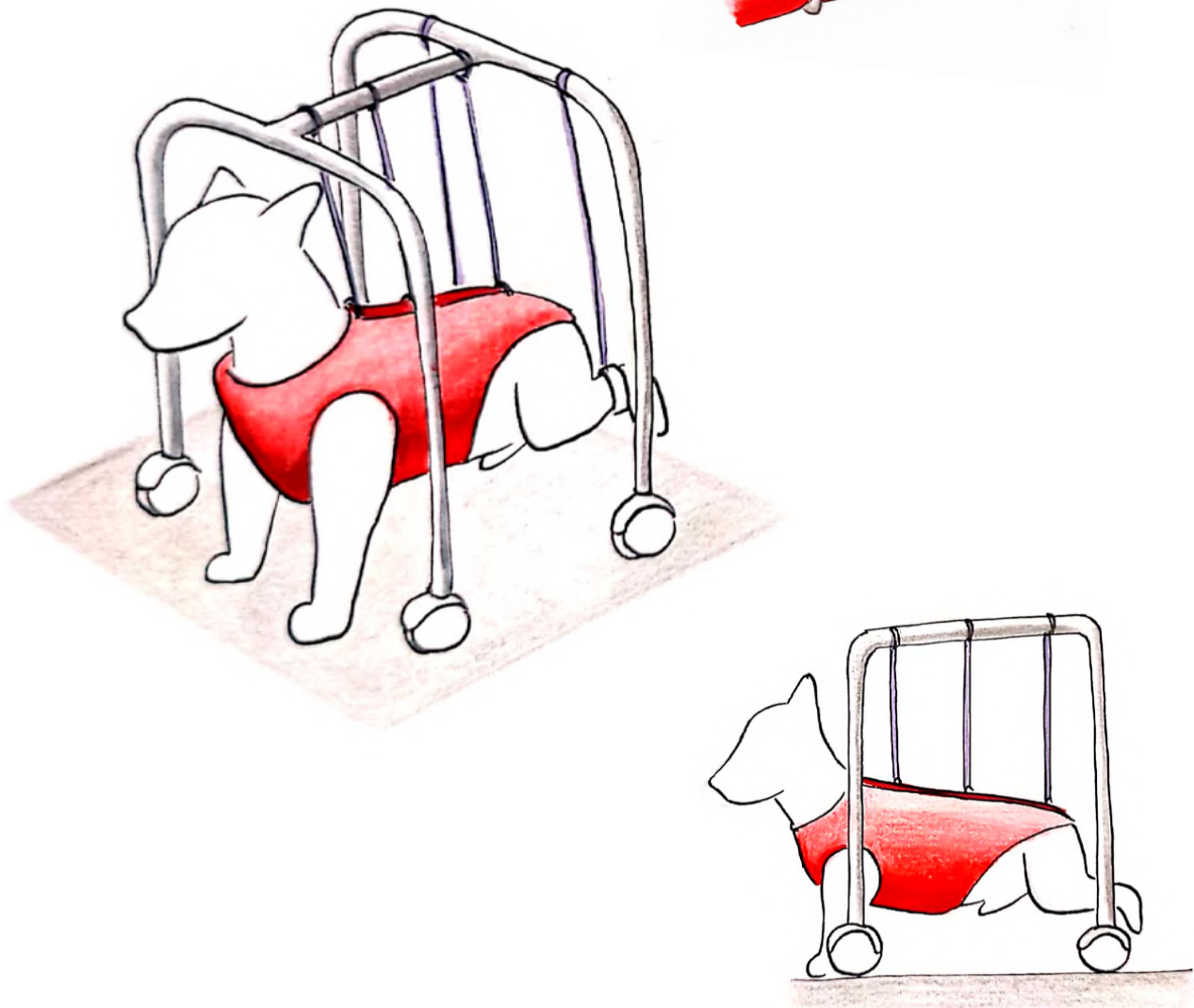


Fig. 89. Boceto 06.

Boceto 07

En la parte posterior cuenta con dos cavidades de textil para que se introduzcan las patas traseras y no se rocen con la superficie en que se desplaza. La estructura central se sujeta de un camión que utiliza el perro con elementos laterales para este fin.

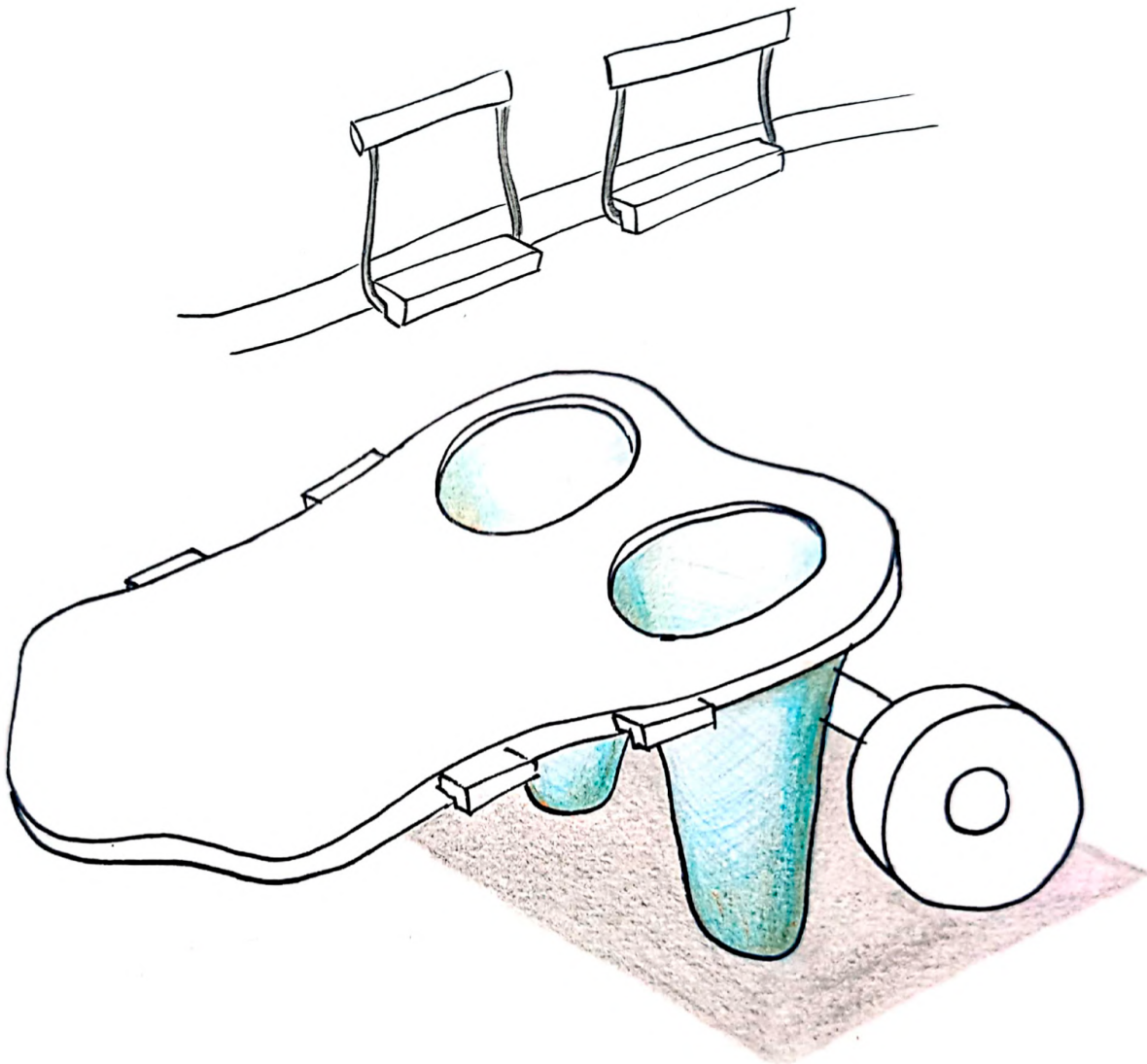
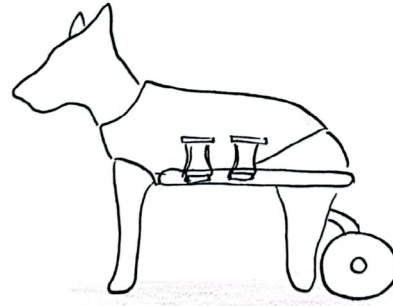


Fig. 90. Boceto 07.

Boceto 08

Se compone de una estructura rígida que da soporte al tren posterior y la columna. Asimismo, posee un arnés para la parte anterior que sujeta el pecho al soporte de la columna.

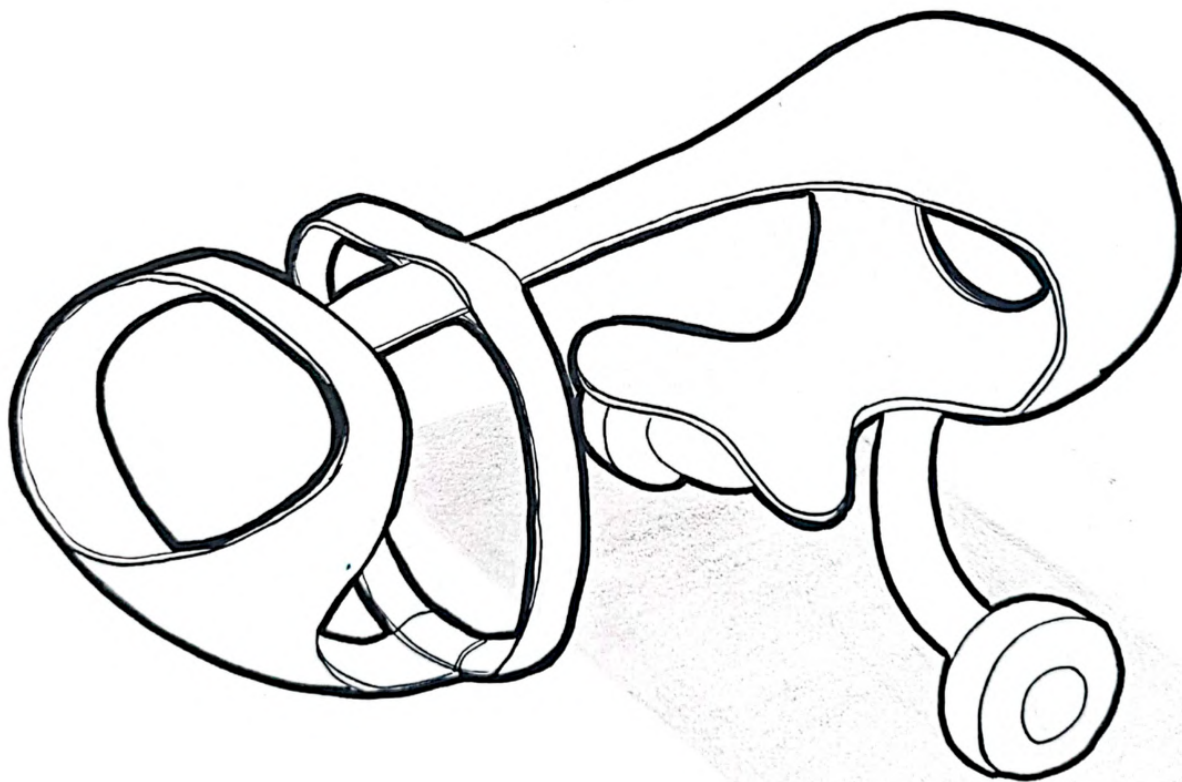


Fig. 91. Boceto 08.

Evaluación

Para evaluar las 6 propuestas presentadas se utilizarán como rubros los requisitos y requerimientos definidos anteriormente que puedan ser evaluados a través de los bocetos. A estos se les asignó una cantidad de puntos de acuerdo a su importancia relativa

Para esta matriz de selección se omiten los requerimientos relacionados con la resistencia y durabilidad de cada propuesta, ya que esto dependerá de los materiales que se elijan para realizarlas, aspectos que no se encuentran definidos en los bocetos pero que se tomarán en cuenta para la o las propuestas a desarrollar.

TABLA XXI
Criterios de evaluación

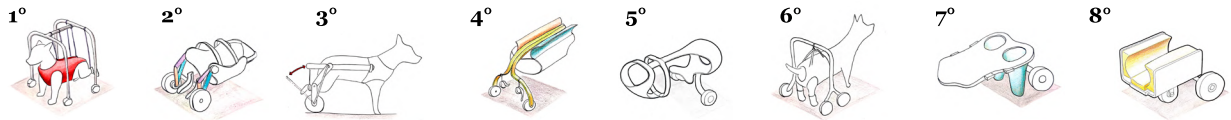
Requisito	Peso	¿Qué se tomará en cuenta?
Alineación de la columna	3	La columna se encuentra alineada horizontalmente
Soporte dorsal	3	Cuenta con soporte en la columna en varios puntos
Baja propensión al vuelque	3	Llantas lejos del centro de gravedad para distribuir peso
Posibilidad de recostarse	2	Facilidad para adoptar una posición de descanso
Evitar el serpenteo	3	Límites laterales para evitar el serpenteo o efecto péndulo
Soporte para patas traseras	3	Espacio para suspender y soportar patas traseras
Apertura en zonas de excreción	3	Espacio para que expulse sustancias sin que se acumulen
Adaptable a pañales	1	Espacio para sujetar pañales de ser necesarios
Alturas y diámetros regulables	2	La forma se presta para incorporar elementos de ajuste
Fácil de colocar y quitar	3	Cantidad de pasos para la interacción producto- dueño

Matriz de selección

TABLA XXII
Evaluación de propuestas

Requisito	Peso	Propuestas							
		 01	 02	 03	 04	 05	 06	 07	 08
Alineación de la columna	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Soporte dorsal	3	1	2	1	2	3	3	3	3
Baja propensión al vuelque	3	3	2	3	2	2	3	2	2
Posibilidad de recostarse	2	1	3	1	3	1	1	1	1
Evitar el serpienteo	3	3	2	1	2	2	1	2	2
Soporte para patas traseras	3	2	3	1	3	3	3	3	1
Apertura en zonas de excreción	3	1	3	3	3	2	3	1	3
Adaptable a pañales	1	2	3	3	3	3	3	2	3
Alturas y diámetros regulables	2	3	3	3	2	2	3	2	2
Fácil de colocar y quitar	3	2	2	3	2	3	3	2	2
Totales:		55	66	56	64	63	68	56	57

Síntesis: Matriz de selección



En la parte superior se muestra el lugar que obtuvo cada propuesta en la matriz de evaluación, de ahora en adelante se referirá a ellas utilizando esta posición. Apartir de estos resultados se pueden destacar los puntos fuertes y débiles de las propuestas evaluadas, ya sea para fusionar ideas o seleccionar la que posea cualidades más beneficiosas.

El 1° carece de soportes laterales que eviten el serpienteo/movimiento pendulante. A pesar de ser la propuesta con la mejor puntuación, debe solucionarse este problema para ser una alternativa segura. Además no permite al usuario recostarse.

La 2° tiene buen soporte en la zona del pecho y permite posición de reposo con una leve interferencia del encargado, sin embargo, su soporte dorsal general no es óptimo y puede curvarse la columna y/o generar sobrecarga en miembros anteriores.

En el 3° el usuario puede recostarse con facilidad con una ayuda leve de su dueño, sin embargo, por su similitud con las ayudas técnicas convencionales tiene deficiencias en el soporte lateral y vertical de la columna.

Del 4° se destaca la simpleza del diseño y poca saturación de elementos, sin embargo, por gravedad el cuerpo del usuario va a tender a caer durante el tiempo de uso.

La estructura del 5° brinda un buen soporte dorsal, además, se apoya de la pechera. Sin embargo, la posición donde se ubica el soporte de la ingle dificulta la existencia de un soporte para patas.

En el 6°, al igual que en el 1°, se puede destacar la facilidad para colocar y retirar la ayuda técnica. Puede mantenerse la idea de un arnés fijo para agilizar este proceso durante el día.

El 7° posee una alternativa de fácil colocación para el soporte de patas traseras, sin embargo, obstruye una zona de excreción.

El sistema de amortiguación lateral en el 8° evita el serpienteo, sin embargo, el hecho de que tenga una tercera rueda debajo del soporte, aunque le da estabilidad, hace que el tomar una posición de descanso requiera de mucho esfuerzo para el usuario dueño.

Se realizan otras alternativas distintas a las ayudas técnicas convencionales a modo de exploración. Estos fueron bocetos conceptuales, dejando de lado los requisitos y requerimientos teóricos, para valorar si se pueden integrar a alguna de las soluciones planteadas en las propuestas que si cumplen con los requisitos.

Boceto 09

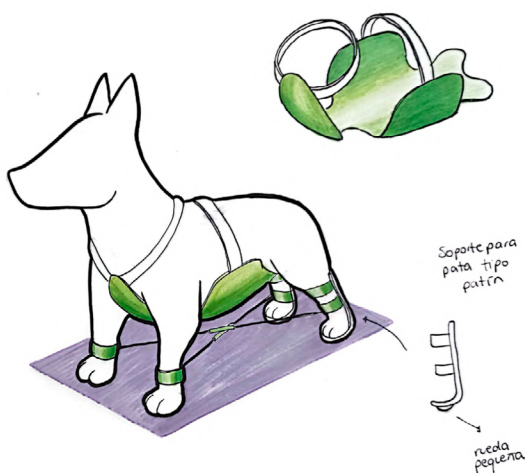


Fig. 92. Boceto 09.

Esta propuesta se basa en la secuencia en el movimiento de las patas de los perros en diagonal, pata izquierda delantera-pata derecha trasera, pata derecha delantera-pata izquierda trasera, y así sucesivamente. Las patas traseras se sujetan de las delanteras en diagonal, además cuentan con un soporte tipo patín para facilitar este movimiento.

Boceto 10

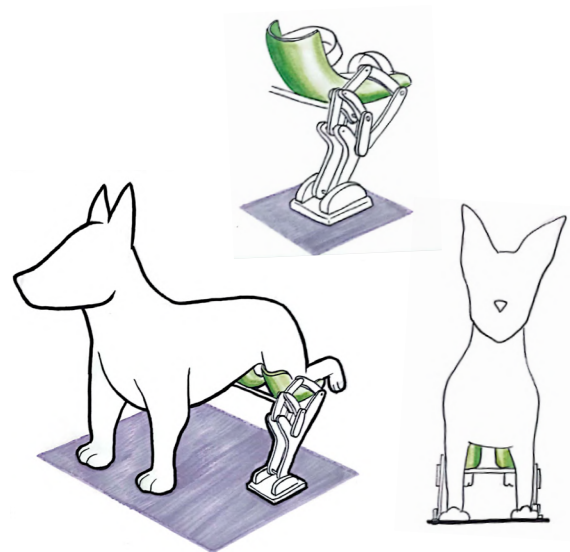


Fig. 93. Boceto 10.

Esta propuesta se asemeja a un exoesqueleto. Las patas traseras se encuentran sobre unas "patas" articuladas que se moverán a partir del movimiento de las patas delanteras.

A partir de los resultados de la matriz de selección, los bocetos de exploración conceptual y la entrevista con el Dr. Rodríguez se decide continuar trabajando con el boceto 4 (el cual obtuvo el lugar número 3 en la matriz), Fig. 84.

Este boceto se caracteriza por incorporar el plegado en la ayuda técnica para permitir que el perro entre en posición de descanso.

Tiene similitudes formales con los productos que se encuentran en el mercado (Fig. 24.), de este modo se mantienen los aspectos positivos de estos, tales como la correcta alineación de la columna y posición de las patas, mientras que, incorpora el aspecto diferenciador del plegado. Además, se pueden explorar soluciones para el soporte y contacto seguro.



Fig. 24. Referencia de ayuda técnica 6. [47]

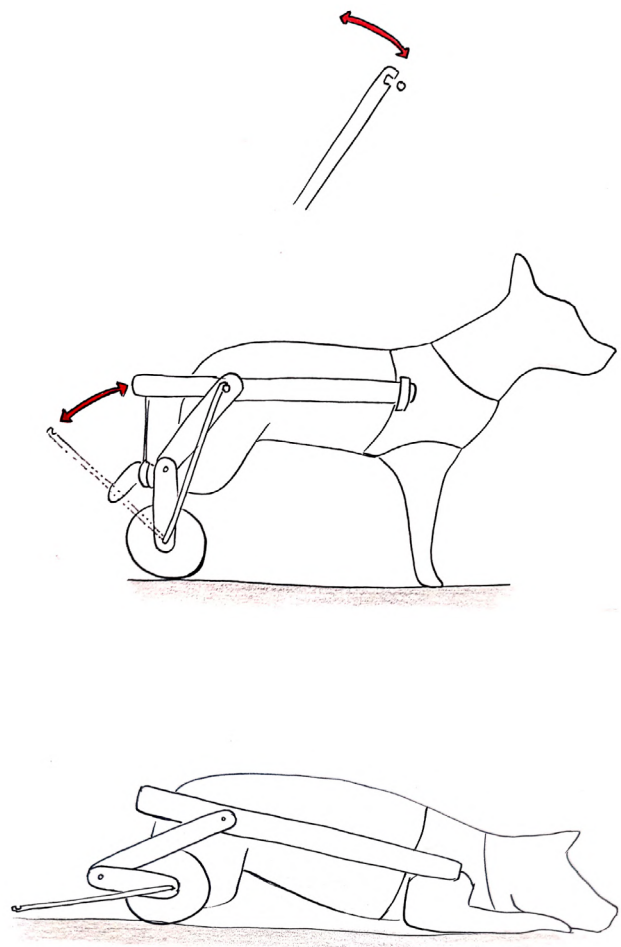


Fig. 87. Boceto 04.

Para llevar a cabo el modelo digital de la propuesta se toma como referencia el funcionamiento de una mesa plegable y dos de sus mecanismos.

En primer lugar el mecanismo de extensión, para los ajustes de tamaño en los laterales de la ayuda técnica y la zona trasera, para poder variar levemente las dimensiones de acuerdo al ancho del perro, esto puede ser de utilidad si el perro en cuestión está en periodo de crecimiento o tiene cambios en su peso. Esto no es el caso de Cookie, sin embargo, se mantiene esta adaptabilidad para una posible estandarización del producto en el futuro, a pesar de que esta cualidad no está dentro de los alcances del proyecto.

En segundo lugar, el mecanismo de plegado, que se conecta con las llantas para permitir que el perro entre en posición de descanso, se inspira en las escuadras abatibles también presentes en el funcionamiento de estas mesas.



Fig. 94. Sistema de extensión ajustable. [86]



Fig. 95. Escuadra abatible para mesas extensibles. [87]



Fig. 96. Sistema de extensión ajustable. [88]

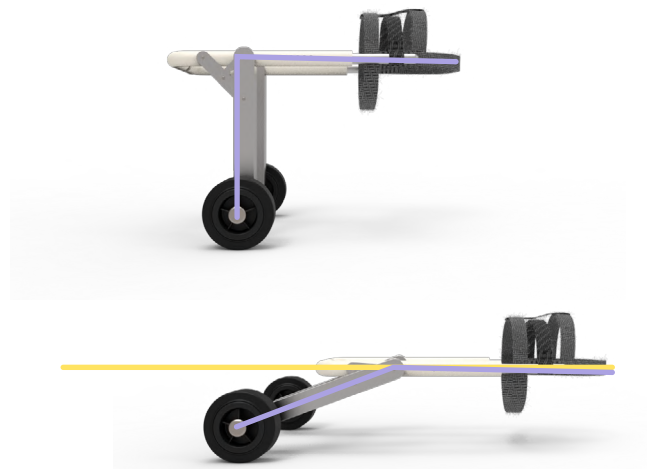
Primera aproximación (digital)

Se realiza una primera aproximación del modelo 3D de la propuesta elegida, en esta se exploran los mecanismos de extensión y plegado que tendrá el producto.

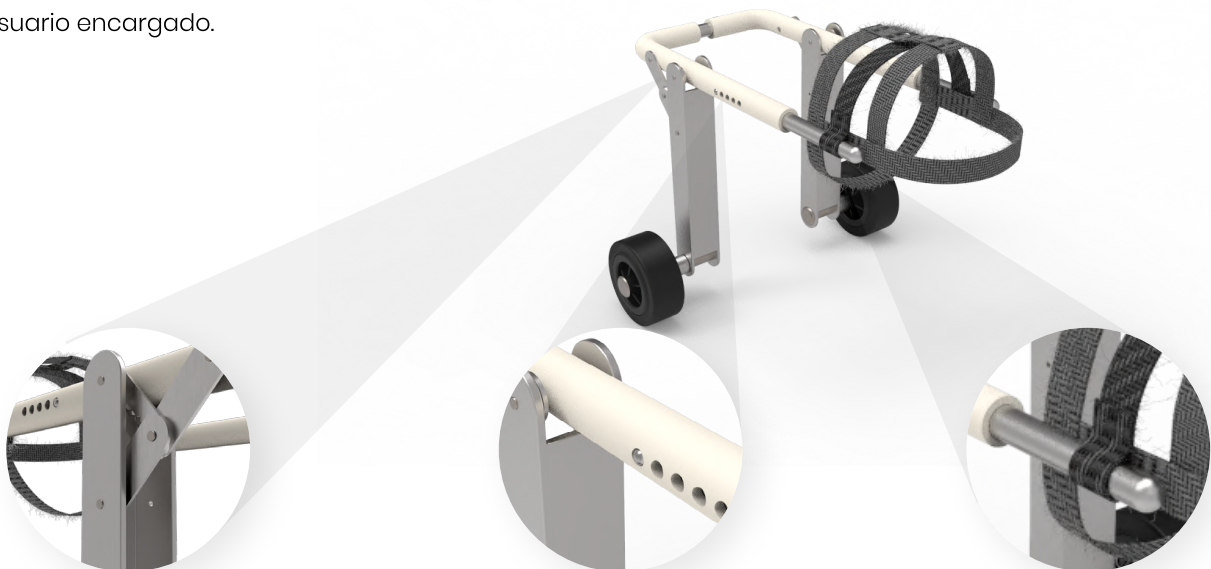
Asimismo se identifican mejoras y correcciones que deben realizarse en el modelo propuesto, tales como incorporar tres puntos de apoyo y modificar la morfología de la barra vertical que se conecta con la llanta, para permitir un mayor rango de plegado en el dispositivo y asegurar una mejor postura del perro cuando este se recuesta.

Además, se deben explorar formas para la sujeción arnés - ayuda técnica, de modo que, de la mano con la frase semántica definida, se tenga una sujeción **fuerte** que a su vez pueda ser retirada y colocada con **facilidad** por el usuario encargado.

Posibilidad de plegarse



No se da un plegado total por la forma de la barra que limitan con las piezas horizontales



Sistema de plegado

Sistema de extensión

Sujeción arnés - ayuda técnica

Fig. 97. Infografía de primera aproximación.

Elementos de sujeción

Para la sujeción entre los elementos de soporte (arnés) con la ayuda técnica, se realizan 3 alternativas, dos de las cuales (las que lo requerían) fueron impresas en 3D para realizar pruebas y valorar cuál es la mejor opción a nivel de resistencia y facilidad de uso.

Estos elementos estarían presentes en 4 puntos de la ayuda técnica, uno de cada lado en el arnés anterior y en el arnés posterior.

Opción de sujeción 01

Pieza cilíndrica hueca con una argolla en la parte superior que permite el paso de un mosquetón de seguridad presente en el arnés.

Opción de sujeción 02

Pieza cilíndrica hueca con una sección en forma de U en la parte superior que crea un enganche para permitir el paso de un anillo rectangular a presión.

Opción de sujeción 03

Cinta de nylon con anillo en forma de D para dar paso a un mosquetón de gatillo presente en el arnés.

Considerando el peso extra que representa el uso de cuatro mosquetones en las opciones de sujeción 01 y 03, se decide optar por la opción de sujeción 02.

La duda que se tuvo con respecto a esta opción fue la posibilidad de que el anillo rectangular se desprendiera con facilidad debido al movimiento del perro, sin embargo, al imprimir la pieza en 3D y realizar la prueba introduciendo el anillo, se obtiene que el encaje por presión es resistente y no se desprende con facilidad.

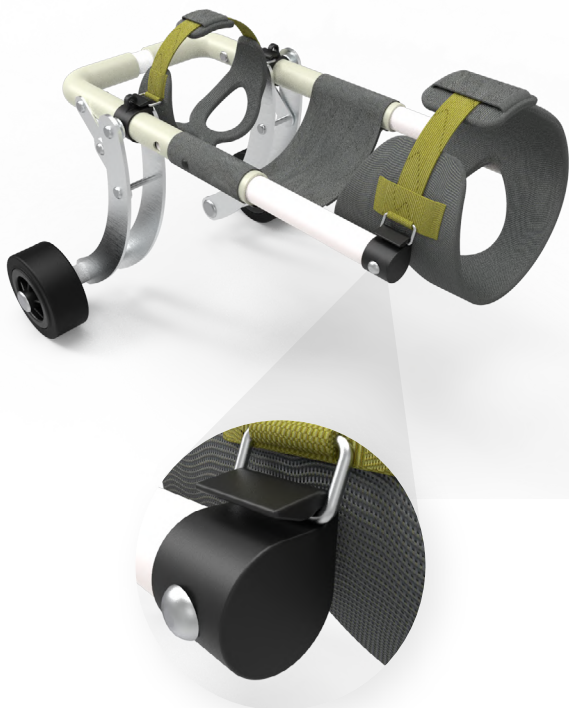


Fig. 98. Propuestas de sujeción. (a) Opción 1. (b) Opción 2. (c) Opción 3.

Segunda aproximación (digital)

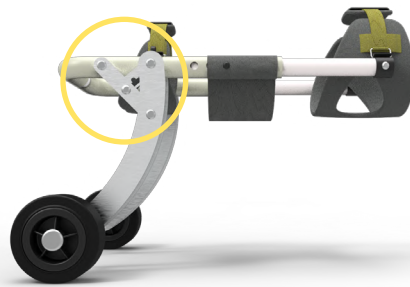
Lo que anteriormente era la barra vertical que se conecta con la llanta, ahora son dos piezas planas con curvatura. Estas formas tienen una manufactura más sencilla ya que no requieren del proceso de plegado.

Asimismo, se les da una morfología curva para que, en el momento en que el sistema se pliegue, se logre una alineación entre el eje horizontal de la ayuda técnica y las ruedas, lo que no sucedía con la forma recta anterior ya que aún existía un ángulo de elevación del sistema con respecto a la planta.



Sujeción arnés-ayuda técnica por encaje

Possibilidad de abatirse



Barra curvada

que permite un plegado total



Tres puntos de apoyo

para un deporte más seguro y completo

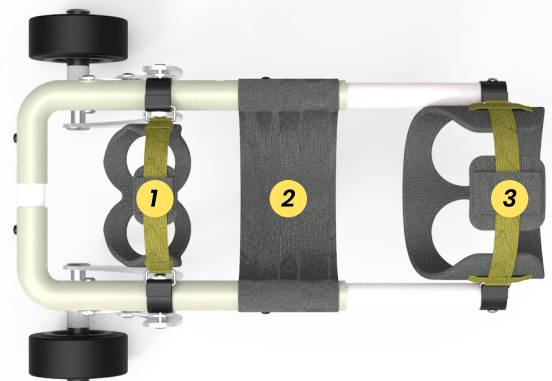


Fig. 99. Infografía de segunda aproximación.

Tercera aproximación (física)

A partir de esta aproximación tangible se observa que para que el sistema tenga mayor estabilidad es necesario que el eje de las llantas sea el mismo para ambas, y no dos independientes como se propuso en las aproximaciones 1 y 2.

Además, para que este eje sea coherente con la parte superior del sistema, debe ser extensible, de modo que tenga el mismo rango de crecimiento que la barra superior paralela a este eje.

Asimismo, se haya pertinente la presencia de espaciadores (lo que se colocó en el prototipo con espuma amarilla), esto para asegurar la separación entre las piezas que así lo requieran, puntualmente en el eje de las llantas y en las piezas del sistema de plegado.

Para esta aproximación se utilizan arnés marca Samohui de forma ilustrativa. Esta es una aproximación formal para validar el funcionamiento de los mecanismos de extensión y plegado, sin embargo, no posee los materiales finales. Por este motivo las barras curvadas se encuentran desfasadas, ya que para este prototipo fueron realizadas con acrílico de 1,5 mm.

Inicialmente se realizaron los tubos internos de aluminio, sin embargo, finalmente se utilizó PVC debido a su peso favorable.

(a)



(b)



(c)

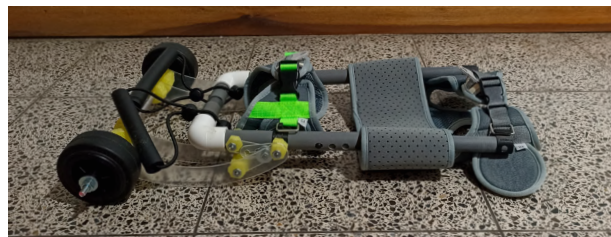



Fig. 100. Tercera aproximación. (a) Vista posterior. (b) Vista lateral extendida. (c) Vista lateral contraída.



7.4.

Verificación de alternativa

Verificación de diseño

TABLA XXIII
Verificación de requisitos de diseño

Requisitos	Tipo	Comprobación
Material que evite lesiones	I	Superficie amplia de malla transpirable acolchonada
Alineación de la columna	I	Columna a 180° en posición de descanso y movimiento
Liviano	I	650 g, 16,25% de la masa del perro
Soporte dorsal	I	3 puntos de apoyo, en cruz, espalda media y sacro
Baja propensión al vuelque	I	Ancho del sistema mayor a su altura
Evitar el serpenteo	I	Soporte en espalda media y ancho ajustable
Soporte para patas traseras	I	Presencia de soportes ajustables con almohadillas
Posibilidad de recostarse	D	Sistema de plegado en llantas
Apertura en zonas de excreción	I	Zona del ano libre de material
Adaptable a pañales	D	Arnés en tren posterior que permite sostener pañal
Permitir uso prolongado	D	Permite tomar posición de descanso
Permitir giros	I	Ruedas pequeñas de 8 cm de diámetro
Alturas y diámetros regulables	D	Barras extensibles en ancho y largo, arneses ajustables
Fácil de colocar y quitar	I	4 enganches a presión
Resistente al agua	I	Uso de PVC, aluminio, y ABS
Resistente a la corrosión	I	
Fácil de reparar y mantener	I	Posibilidad de desensamblar para reparar

D = Deseable I = Indispensable

Verificación de resistencia

Se realiza el análisis individual de varias piezas donde se recargará el peso del perro cuando utilice la ayuda técnica. Estos análisis incluyen el estático de tensión, desplazamiento estático, escala de deformación y factor de seguridad.

Barra lateral externa

Los resultados indican que esta pieza en PVC puede soportar un máximo de 74,4N, lo que equivale a 7,6 kg. Este es un valor superior a lo que deberá soportar la pieza, por lo que no hay ningún inconveniente en su resistencia.

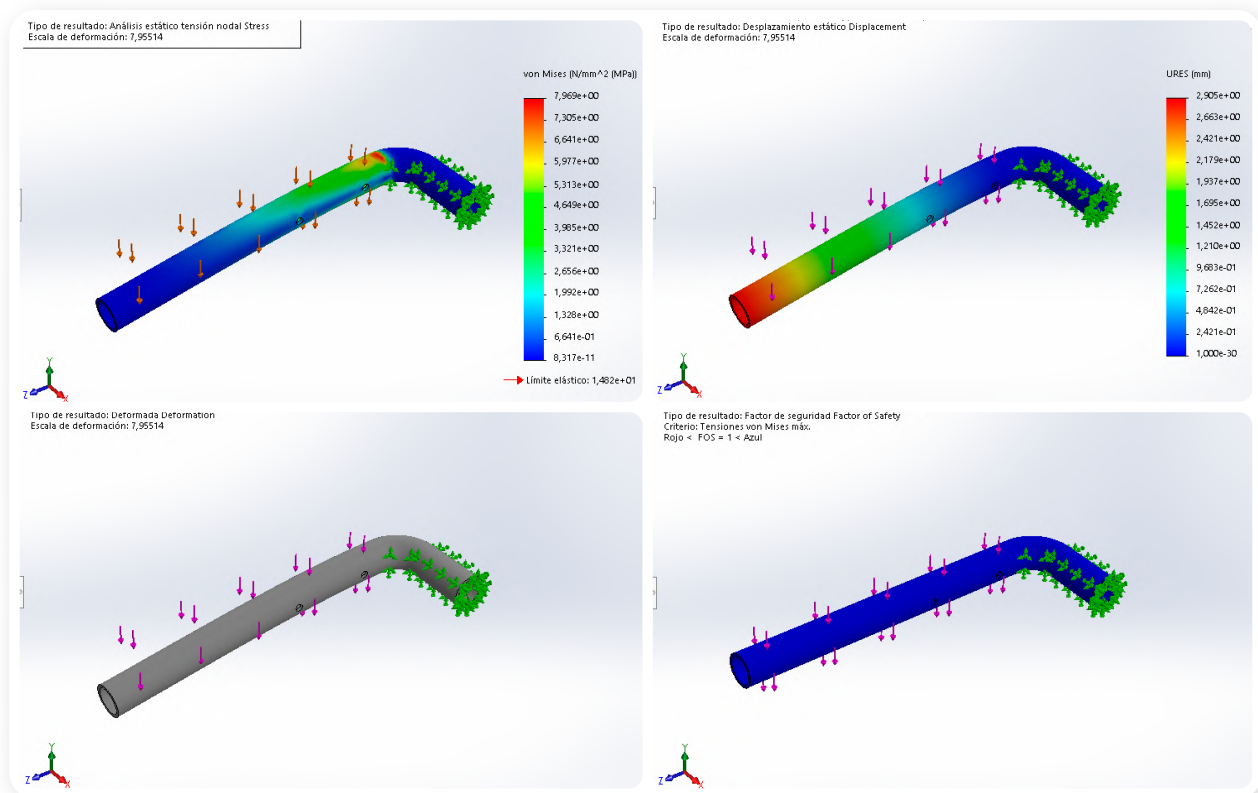


Fig.101. Resultados de análisis estático en pieza barra lateral externa.

Enganche posterior

Los enganches estarían sujetando los anillos rectangulares del arnés, del cual se sujeta el perro. Al ser piezas desarrolladas para este proyecto, se decide verificar su resistencia a través de los siguientes análisis.

De esto se obtiene que cada una de estas piezas en ABS puede soportar hasta un máximo de 31,4 N, equivalentes a 3,2 kg.

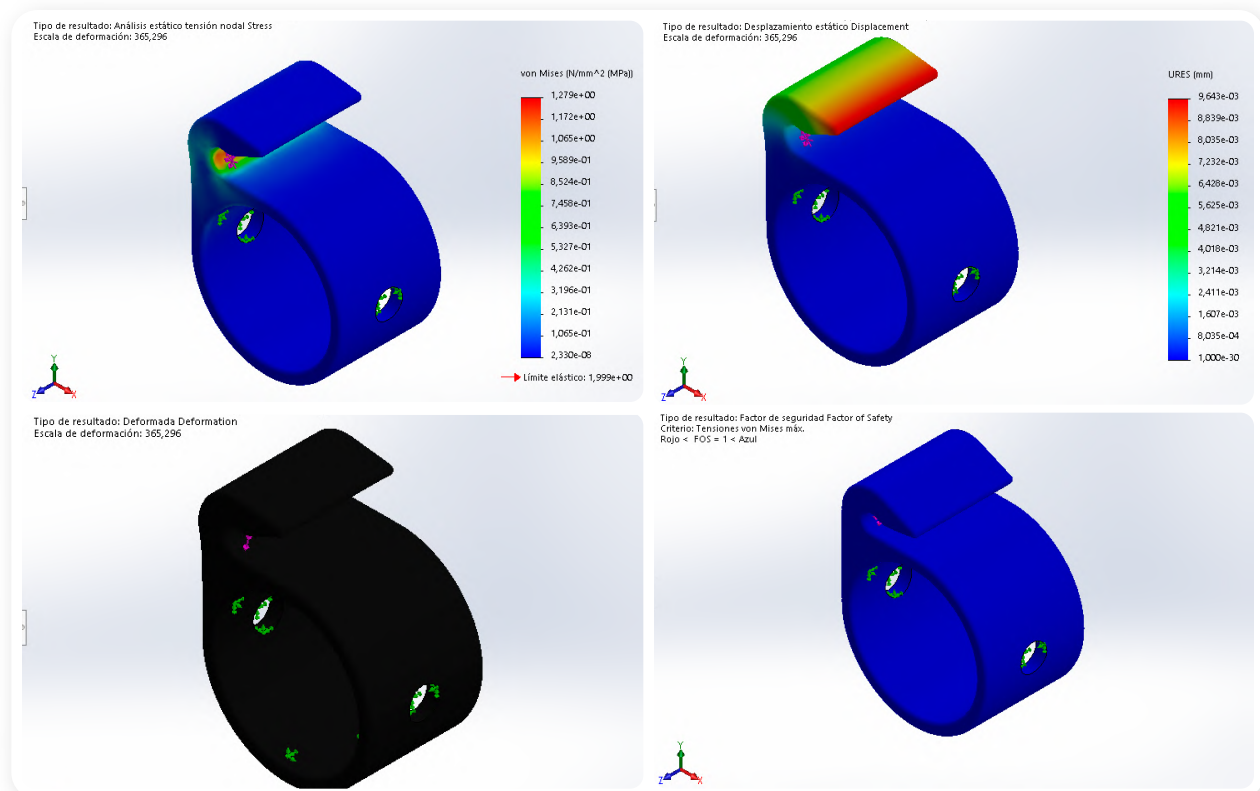


Fig. 102. Resultados de análisis estático en pieza enganche posterior.

Enganche izquierdo y derecho

Al igual que en la pieza anterior, debido a la similitud formal entre las piezas, se obtiene que esta puede soportar hasta un máximo de 31,4 N, equivalentes a 3,2 kg.

Si se suma la capacidad de las cuatro piezas y el peso fuera distribuido uniformemente en cada una de ellos, podrían soportar hasta 12,81 kg.

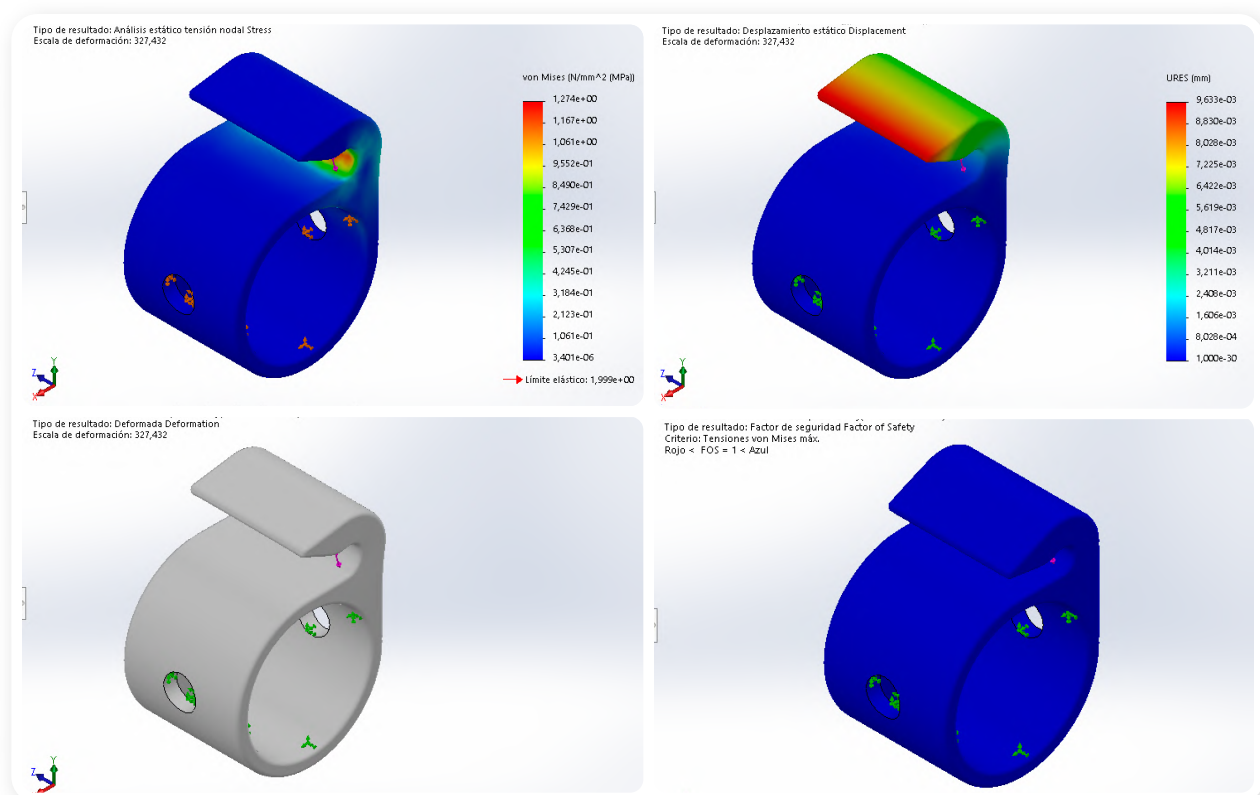


Fig. 103. Resultados de análisis estático en las piezas enganche izquierdo y derecho.

Barra pivote central

En este caso se evalúa la interacción entre dos piezas. Se aplica una fuerza vertical al eje que está en contacto con un corte cilíndrico de la pieza barra pivote central. De acuerdo con el límite elástico del material de esta pieza, 55148500 N/m^2 , se observa en la escala de von Mises que no se fracturará por una fuerza de 20N.

Puede soportar un máximo de 3,2 kg. Además, el desplazamiento máximo de la pieza es $1,03 \times 10^{-5} \text{ m}$, lo cual no estaría afectando el funcionamiento del sistema de plegado ya que es un valor mínimo.

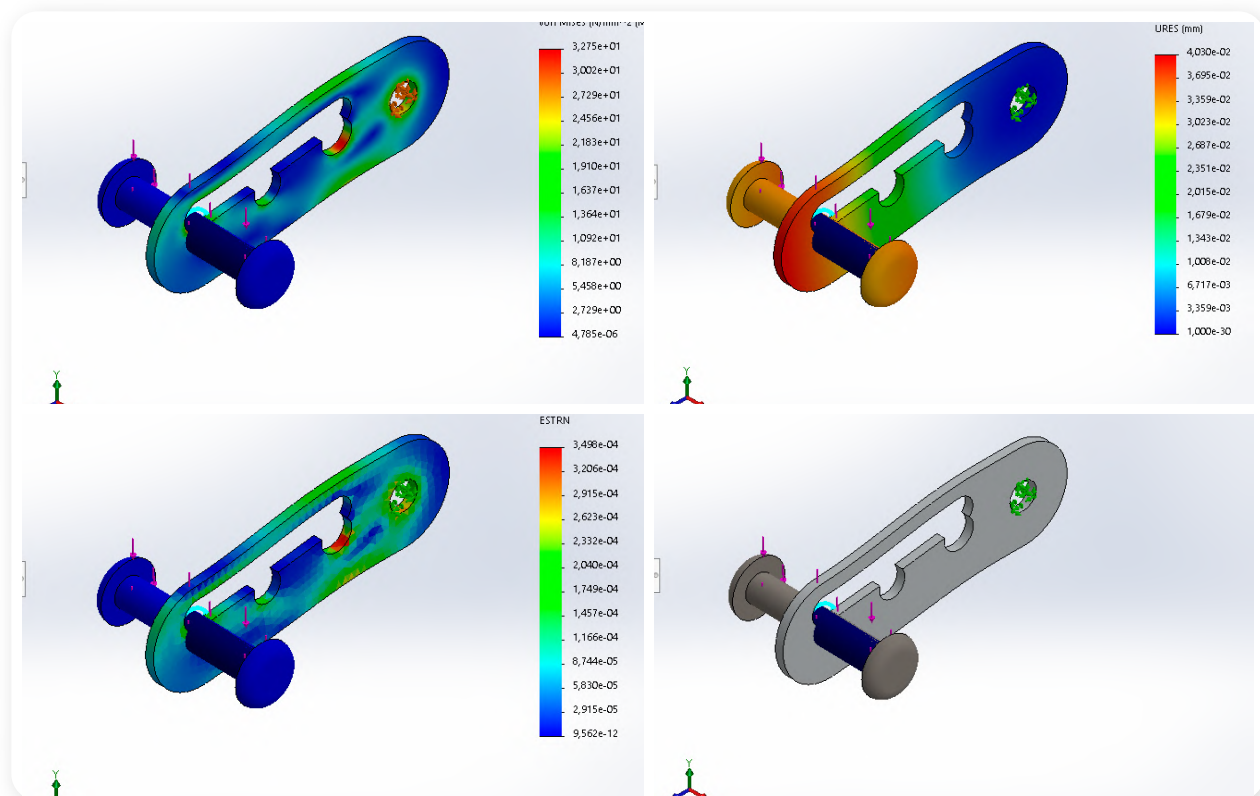


Fig. 104. Resultados de análisis estático en barra pivote central.

Distribución del peso

En condiciones ideales, con una distribución simétrica del peso del perro y asumiendo que cada lado del sistema estaría soportando la mitad de la masa del perro de estudio, se obtiene que este producto a la medida realizado para un perro mestizo de 4 kg, es capaz de soportarlo. Con los materiales propuestos inclusive podría soportar a un perro de 6 kg sin riesgo.

También se debe considerar que parte del peso se distribuye en sus patas delanteras, por lo que cada mitad del sistema deberá soportar aún menos de 2kg, permitiendo un rango mayor de peso.

El análisis individual de estas piezas permite valorar como sería una futura adaptabilidad a un perro con peso mayor, cuales piezas podrían mantenerse y cuáles deben modificarse para dicho fin.

- Soporta hasta 70 kg
- Soporta hasta 3,2 kg
- Soporta hasta 7,6 kg
- Soporta hasta 3,2 kg

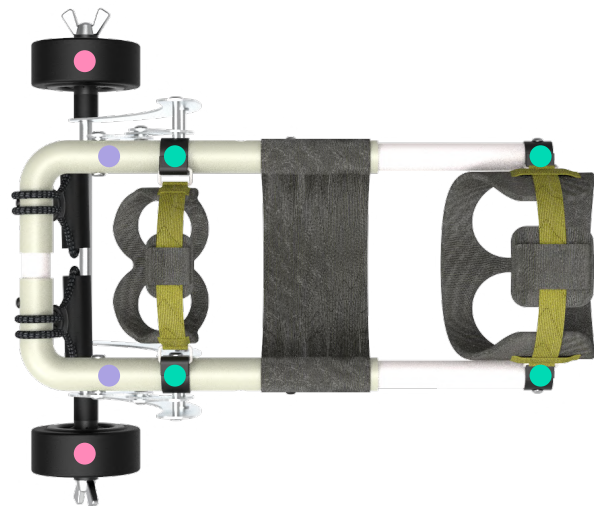


Fig. 105. Distribución de peso en el sistema.

Verificación de prototipo físico



En primer lugar se ponen a prueba los mecanismos de extensión y enganche a presión, los cuales funcionan de la forma esperada. El soporte para las patas traseras permite sujetar por completo estas extremidades sin comprometerlas, debido al acolchonado de la almohadilla.

Los arneses que se muestran en fotografías son genéricos, y se utilizan con fines ilustrativos (por este motivo se ven holgados), el proyecto plantea realizar estas piezas de forma personalizada para asegurar el ajuste al animal.

Se coloca el producto al usuario de estudio para validar el tamaño y su postura cuando la ayuda técnica se encuentra plegada y sin plegar.

Se logra la alineación horizontal de la columna en ambas posiciones, lo cual es uno de los requisitos más importantes del producto para una postura correcta, de la mano de su concepto "movilidad segura".

En este caso no se realizaron pruebas de movilidad ya que el prototipo no cuenta con material final en las barras que hacen posible el sistema de plegado, por lo que se corre el riesgo de que estas se quiebren ya que son de un material provisional para fines demostrativos.

Fig. 106. Validación de prototipo físico en el usuario.

Verificación de perceptualidad

Se realiza una encuesta a 34 personas (ver Anexo 3) para evaluar cómo es percibido el objeto perceptualmente y si esto coincide con la perceptualidad definida anteriormente, fuerte y fácil.

Los resultados de dicho formulario arrojan que el producto es percibido como fuerte por un 84% de los encuestados, por lo que se cumple exitosamente con este adjetivo perceptual previamente definido. También se consultó si percibían al producto liviano o pesado, para conocer si había una relación entre la percepción de fuerte y el peso del producto, sin embargo, los resultados estuvieron dispersos, de modo que estos adjetivos no fueron vinculados.

Para evaluar la facilidad se consultó puntualmente por los sistemas de plegado y extensión del producto, para tener respuestas específicas y no una percepción general de la facilidad de uso.

Los sistemas de unión con mosquetones fueron considerados de fácil uso por alrededor del 90% en ambas alternativas (de seguridad y de gatillo). Por otro lado, el sistema de enganche por encaje fue considerado fácil por el 78% de las personas. Apesar de obtener resultados menos favorables en la tercera opción, se mantiene su uso pues tuvo aceptación por la mayoría de personas. Además, los mosquetones le conferirían mayor peso a la ayuda técnica, lo que aumentaría la carga del perro.

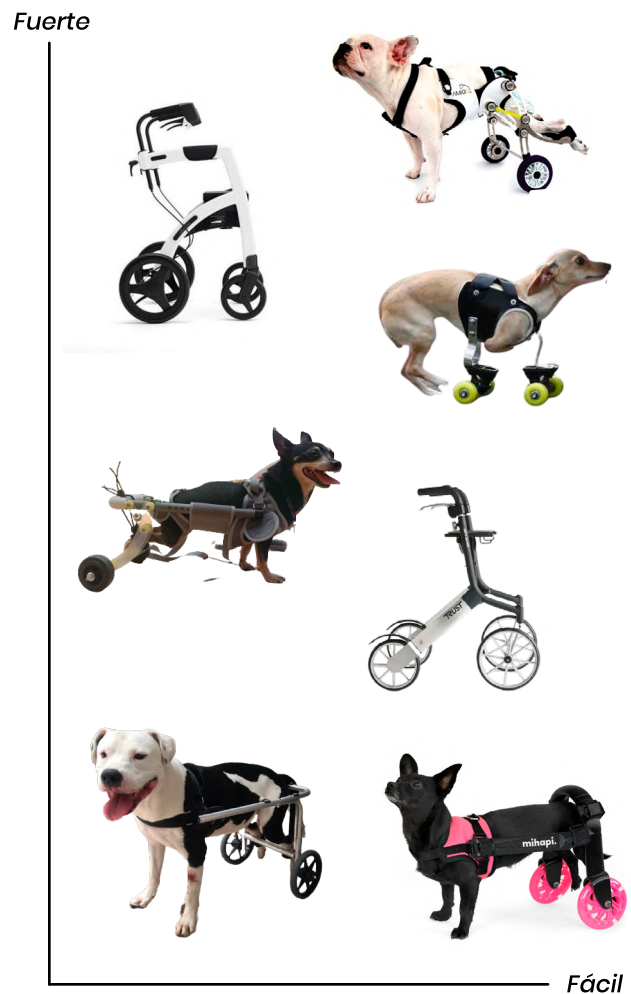


Fig. 107. Producto diseñado en ejes perceptuales elegidos.

8.

Resultados

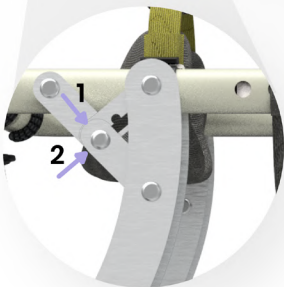
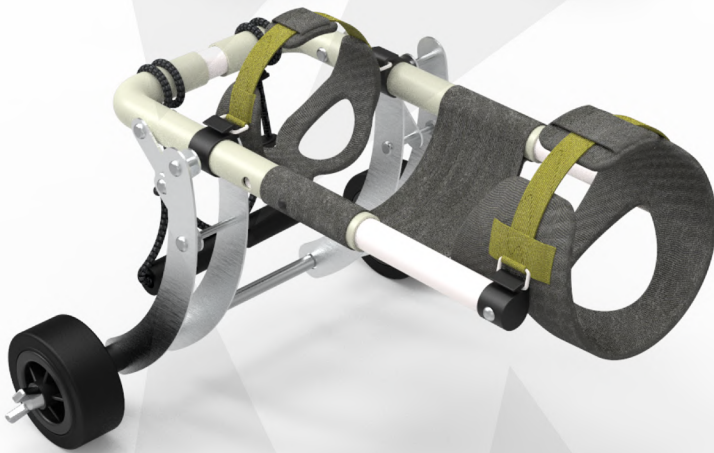
runest

run & rest

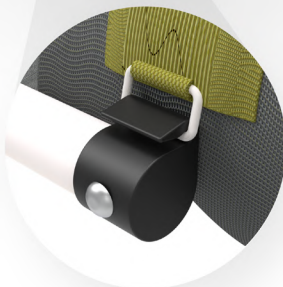
soportes ajustables para evitar arrastre de patas



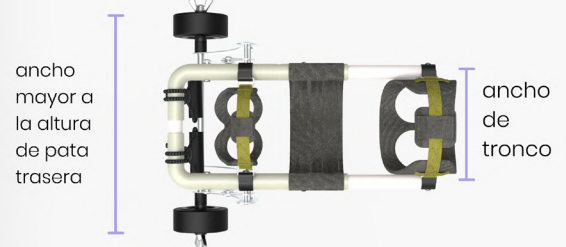
barras extensibles para ajustar largo y ancho



posibilidad de plegado en dos pasos



fácil enganche a presión



distancia entre llantas mayor a la altura para bajar centro de masa y evitar volcamientos



posibilidad de reposar en decúbito esternal

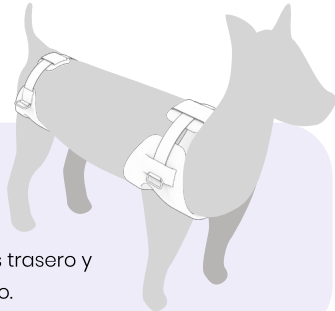


Fig. 108. Infografía resumen.

Manual de uso

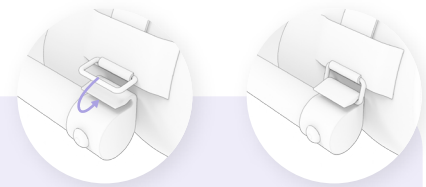
Paso 1

Coloque los el arnés trasero y delantero en el perro.



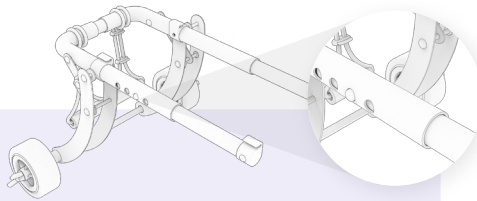
Paso 4

Sujete el arnés a la ayuda técnica insertando a presión los anillos en los enganches.



Paso 2

Ajuste el largo y ancho de ser necesario, presionando el botón y deslizando.



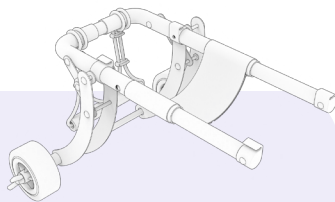
Paso 5

Coloque las patas posteriores del perro en los soportes y ajuste para que queden fijas.



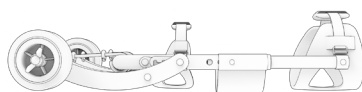
Paso 3

Coloque el arnés central y fíjelo con el velcro que posee en la parte inferior.



Paso 6

Si redujo el ancho de las barras, ajuste el eje de las llantas con los tornillos mariposa.

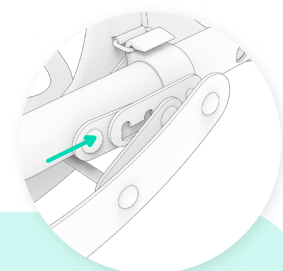


¿Cómo plegar el sistema?

En dos simples pasos:



Empujar



Deslizar

Fig. 109. Manual de uso.

Elección de materiales

A continuación se describen las razones por las que fue elegido cada material en el producto:

Tubería PVC tipo SDR

Inicialmente se plantea el uso de tubería en ABS para la estructura principal del sistema, ya que este tiene una no toxicidad comprobada y es resistente a condiciones desfavorables, sin embargo, no es vendido en el país en esta forma, y su importación aumentaría el costo del producto.

Por este motivo, se consulta sobre la tubería PVC Durman tipo SDR. Se indica que en las formulaciones de sus tubos no utilizan plomo, y que además tienen varios certificados haciendo constar que no son dañinas para la salud, ya que no desprenden sustancias tóxicas en el agua cuando se usan para tuberías.

Los compuestos de estas formulaciones son confidenciales y no están abiertas al público, sin embargo, son respaldadas por sus certificaciones. Entre estas se encuentran: NSF (Fundación Nacional de Sanidad), UL (Underwrites Laboratories), FM (Factory Mutual), Normas ASTM (Asociación Internacional para el Ensayo y Materiales), LOW VOC (Volatile Organic Compounds). [89]

Aluminio 3003

El aluminio es un metal liviano y que no se corroe. Es utilizado comúnmente en ayudas técnicas de este tipo por su resistencia.

El aluminio 3003 es la aleación en la cual se encuentran las láminas del espesor requerido, esta es utilizada para proyectos de resistencia media. Considerando que el sistema debe soportar alrededor de 4 kg, es un material idóneo.

ABS

Como se mencionó anteriormente, este es un material no tóxico si llega a ingerirse, considerando que las piezas que van a realizarse de este material son pequeñas. Además, puede ser moldeado en impresión 3D, y se recomienda su uso para dispositivos de seguridad por su alta resistencia.

Para visualizar las fichas técnicas de estos materiales dirigirse al Anexo 4.



8.1.

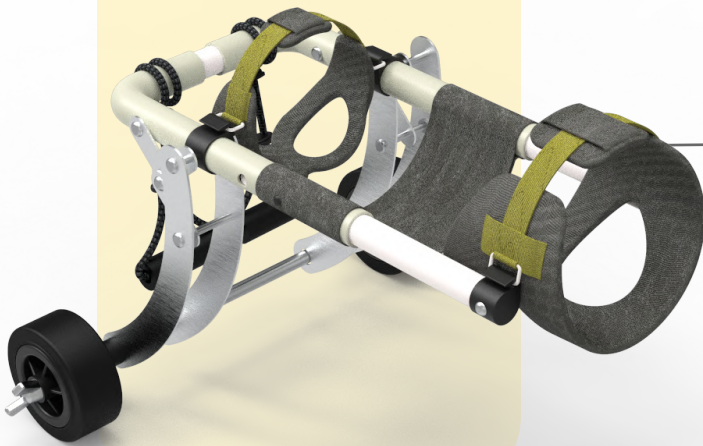
Detalles de diseño

Sistemas del producto

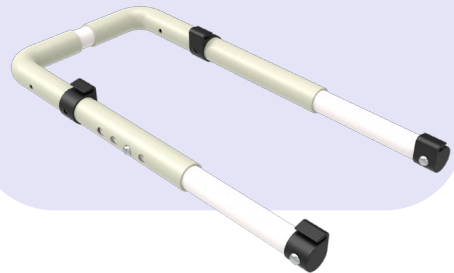
El producto diseñado, denominado "Runrest", unión de las palabras del inglés run y rest (correr y descansar), se puede segmentar en cuatro secciones principales, las cuales se detallan a continuación.

ayuda técnica

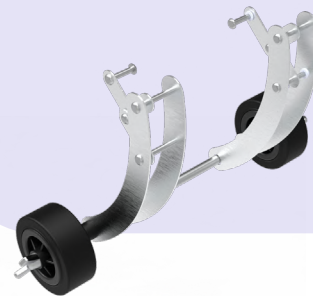
runest
run & rest



sistema de ajuste



sistema de plegado



sistema de soporte dorsal



sistema de soporte para patas



Fig. 110. Diagrama de sistemas.

Sistema de ajuste

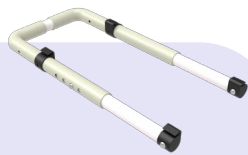


Fig. 111. Sistema de ajuste.

Este subsistema se compone de nueve piezas:

- Barra posterior interna (x1)
- Barra lateral externa (x2)
- Barra lateral interna (x2)
- Enganche posterior (x2)
- Enganche izquierdo (x1)
- Enganche derecho (x1)
- Botón de seguro (x4)
- Resorte (x4)
- Eje (x2)

Dentro de cada botón de seguro se encuentra un resorte y estos se insertan en las barras internas saliendo por el orificio correspondiente, para que el botón funcione como seguro en ambas barras internas que serán retráctiles para ajustarse al largo del tronco.

En el extremo opuesto, las barras internas laterales cuentan en un enganche (izquierdo o derecho según corresponda), estos se encuentran unidos con remaches.

Las barras laterales externas poseen un enganche posterior. Dentro de estas se introducen las barras internas utilizando el mecanismo del botón, el tamaño se ajusta a conveniencia.

Todas las barras son de PVC, material resistente al agua, que no se oxida ni corroe, con baja densidad para permitir la ligereza que requiere el producto.

Sistema de plegado

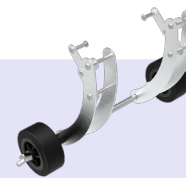


Fig. 112. Sistema de plegado.

Este subsistema se compone de once piezas:

- Barra curva (x4)
- Barra pivote lateral (x4)
- Barra pivote central (x2)
- Arandela (x8)
- Eje 40 mm (x4)
- Eje 25 mm (x2)
- Eje 7 mm (x2)
- Eje para ruedas (x1)
- Tornillo mariposa (x2)
- Espaciador (x2)
- Rueda (x2)

Cada barra cuenta con orificios por los cuales se pasan los ejes. Se utilizan arandelas en los espacios que limitan dos barras, para evitar el desgaste por fricción entre piezas.

Por el orificio de mayor diámetro de las barras curvas atraviesa el eje para ruedas, el cual es una barra con un roscado interno para dar paso a los tornillos tipo mariposa en los extremos que le dan el largo a este eje. Este eje, como su nombre lo dice, contiene las ruedas y los espaciadores.

El largo del eje se puede ajustar con los tornillos de sus extremos una vez que se haya adaptado el ancho del producto con las piezas del subsistema de ajuste.

Sistema de soporte dorsal



Fig. 113. Sistema de soporte dorsal.

Este subsistema se compone de 3 piezas:

- Arnés trasero (x1)
- Arnés frontal (x1)
- Arnés central (x1)

Todas estas piezas permiten un mayor y mejor soporte del perro. Por recomendación veterinaria [27] se utilizan tres puntos de apoyo en lugar de los dos que utilizan la mayoría de las ayudas técnicas, esto para evitar que se curve la zona dorsal central del perro.

Estas piezas están realizadas con tela de malla transpirable acolchonada, el cual es un material fresco, cómodo y apto para el perro que se utiliza en varias pecheras del mercado.

Asimismo, cuentan con tiras de nylon y hebillas de plástico para ajustar en la parte superior de acuerdo al perímetro del perro, en la parte posterior y anterior según corresponda.

En las laterales de los arnés trasero y delantero se encuentran anillos rectangulares que pueden encajarse o desencajarse a presión en los cuatro enganches del sistema de ajuste para colocar o retirar el producto fácilmente.

Sistema de soporte para patas



Fig. 114. Sistema de soporte para patas.

Este subsistema se compone de 3 piezas:

- Cordón elástico (x2)
- Seguro para cordón (x4)
- Almohadilla (x2)

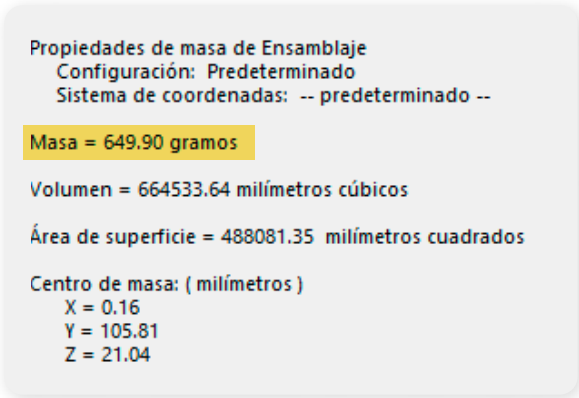
Este es un subsistema recurrente en las ayudas técnicas que se encuentran en el mercado que se decide mantener ya que cumple su función correctamente.

Cuando los perros tienen parálisis total en sus extremidades posteriores, como en el caso del usuario de estudio, se recomienda que sus patas se sujeten en un ángulo de 90° para evitar que se generen lesiones por fricción cuando se desplazan [27].

Las patas del perro se colocan sobre las almohadillas de espuma, y el seguro para cordón que se encuentra sobre estas se soca según corresponda, de forma que la almohadilla se curva en forma de C protegiendo y sujetando la pata.

Propiedades

Se utiliza el programa de modelado 3D SolidWorks para aplicar los materiales correspondientes a cada parte y componente del sistema, para así tener una masa aproximada y verificar si esta se encuentra dentro del rango aceptable.



Propiedades de masa de Ensamblaje
Configuración: Predeterminado
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --

Masa = 649.90 gramos

Volumen = 664533.64 milímetros cúbicos

Área de superficie = 488081.35 milímetros cuadrados

Centro de masa: (milímetros)
X = 0.16
Y = 105.81
Z = 21.04

Fig. 15. Propiedades físicas obtenidas en Solid Works.

De acá se obtuvo que la ayuda técnica diseñada efectivamente tiene una masa menor a la masa promedio (1,55 kg) que tienen las ayudas técnicas del mercado para perros de aproximadamente 4 kg.

Esta característica rescatable del sistema se debe al uso de materiales livianos. Se utiliza PVC en la estructura principal debido a su baja densidad. Además, se utiliza aluminio en las piezas que requieren mayor resistencia y cuya forma se adecua mejor a este material, este es un metal liviano que no se oxida.

Planos técnicos

A continuación se encuentran los planos técnicos de las piezas que requieren ser desarrolladas para la ayuda técnica diseñada.

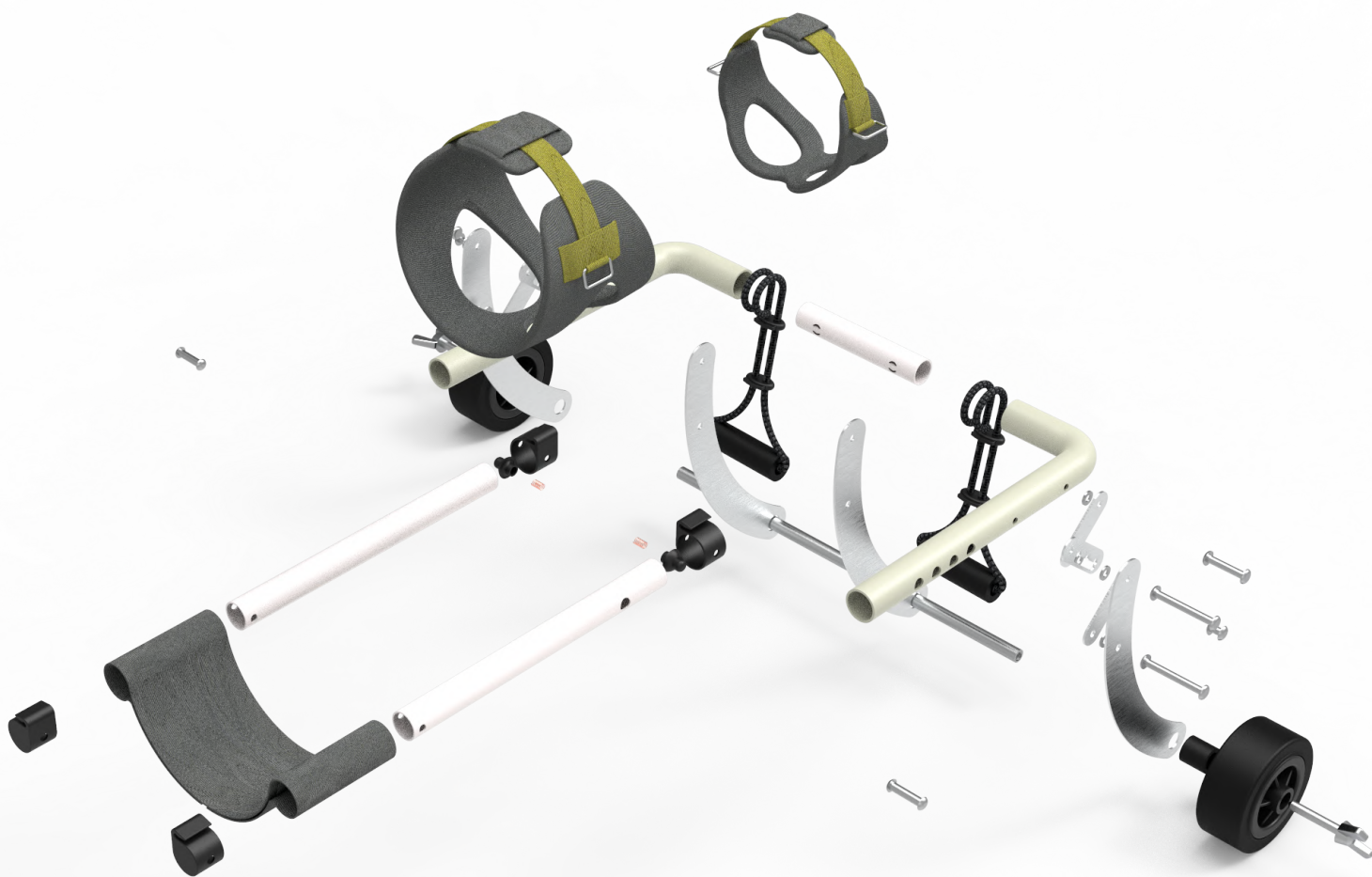
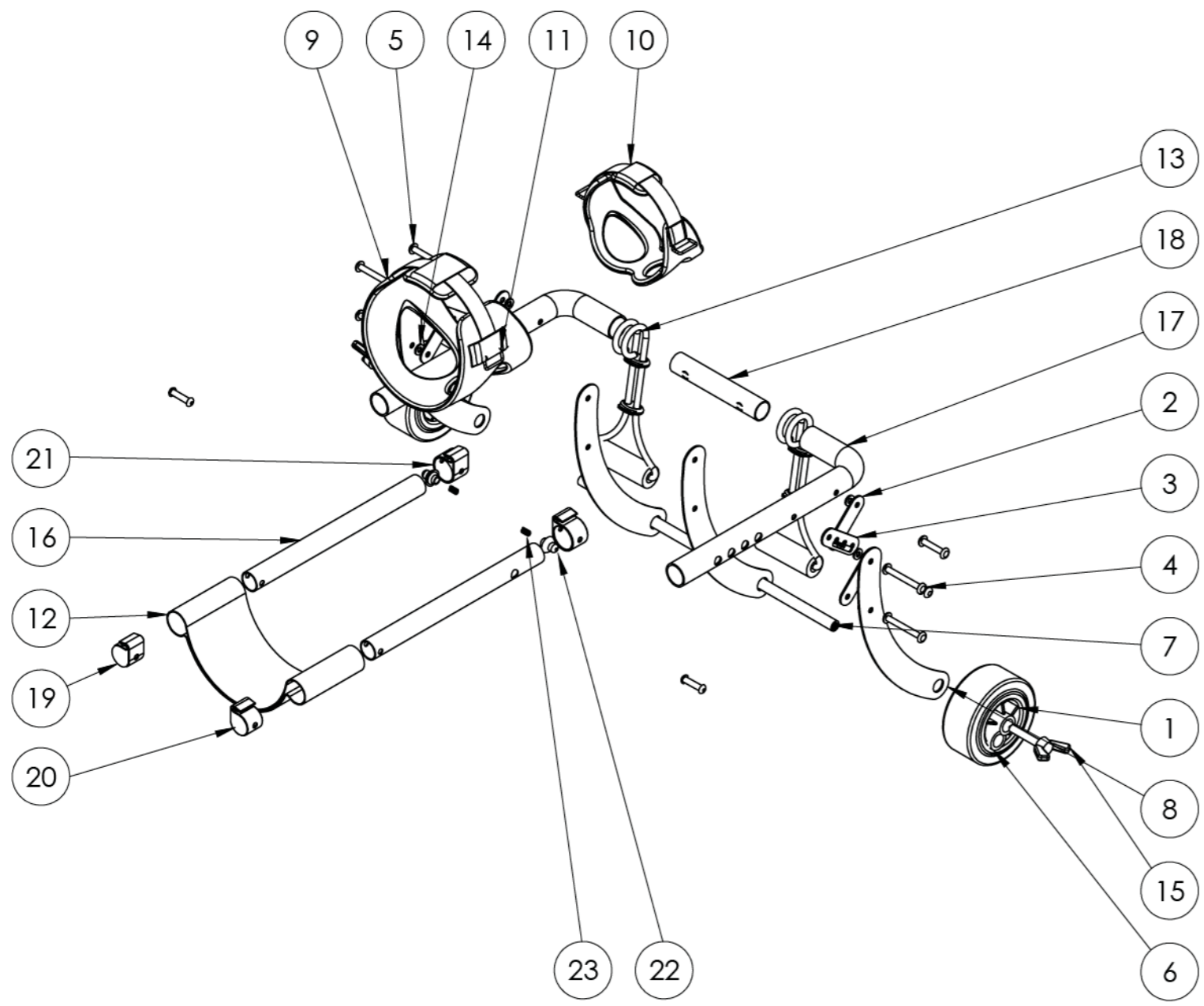
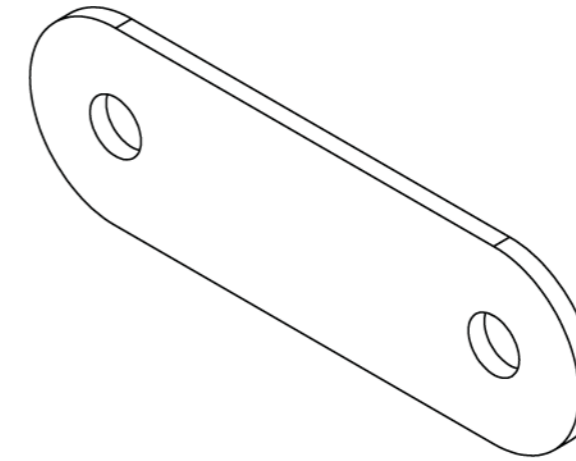
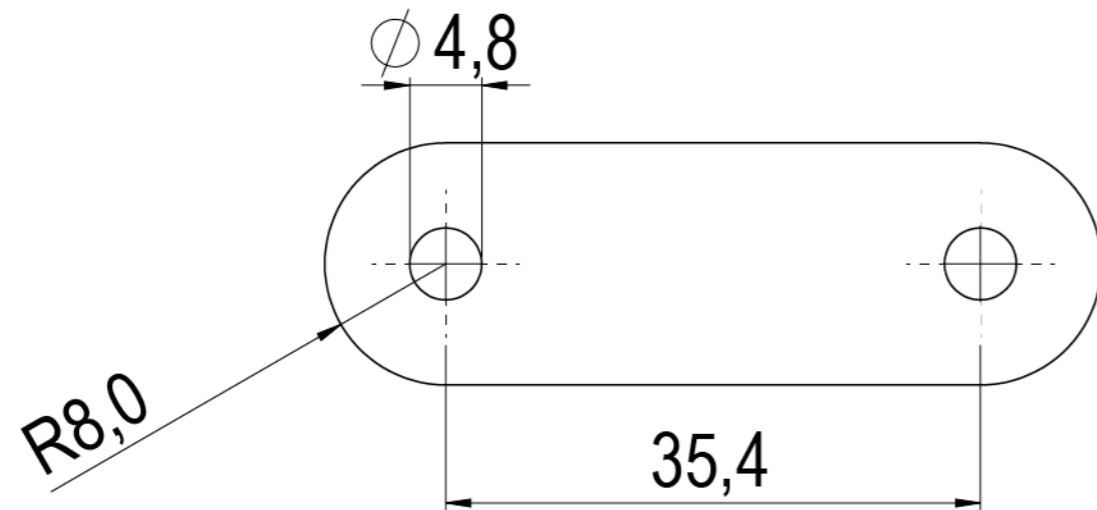


Fig. 116. Vista explosionada.



NOMBRE DE PIEZA	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
rueda	1	2
barra pivote lateral	2	4
barra pivote central	3	2
eje 40mm	4	4
eje 25mm	5	2
espaciador	6	2
eje para ruedas	7	1
barra curva	8	4
eje 7 mm	9	2
arnes trasero	10	1
arnes frontal	11	1
arnes central	12	1
soporte patas	13	2
arandela 3/16"	16	8
tornillo mariposa 1/4"	15	2
barra lateral interna	16	2
barra lateral externa	17	2
barra posterior interna	18	2
enganche izquierdo	19	1
enganche derecho	20	1
enganche posterior	21	2
boton seguro	22	4
resorte 4 mm	23	4

Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Diseño Industrial	Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez	
	Carné: 2018 118432	Fecha: 10 nov 2021
	Escala: 1:5	Material: -
	Pieza: ensamble	
Proyecto:	Sistema: 	
Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores	Lámina: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> 01 11 </div>	



Espeesor: 1,5 mm

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial

Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez
Carné: 2018 118432 **Fecha:** 10 nov 2021
Escala: 2:1 **Material:** 1:2
Pieza: N.º 2: barra pivote lateral

Proyecto:

Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores

Sistema:

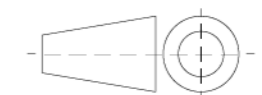
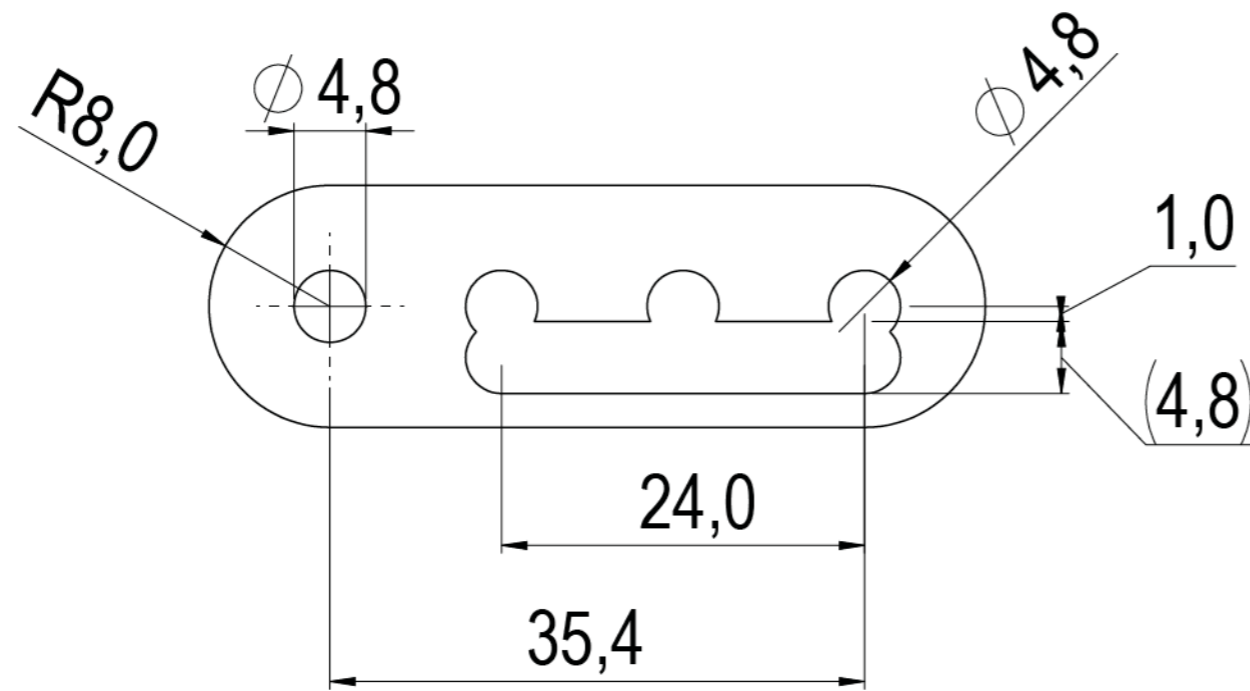
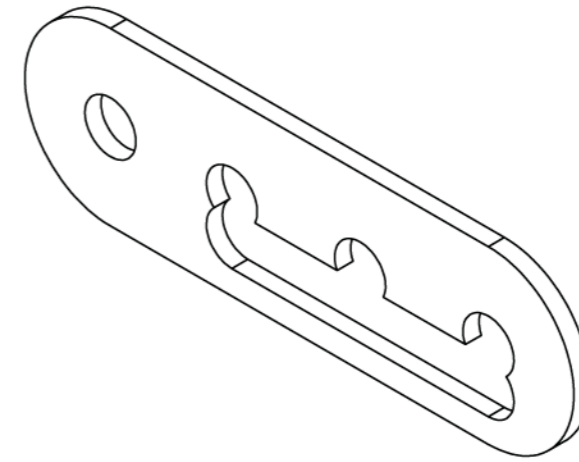


Lámina:

02
11



Espesor: 1,5 mm



Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial

Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez
Carné: 2018 118432 **Fecha:** 10 nov 2021
Escala: 2:1 **Material:** Aluminio 6061
Pieza: N.º 3: barra pivote central

Proyecto:

Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores

Sistema:

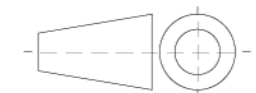
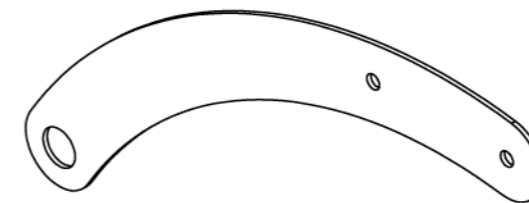
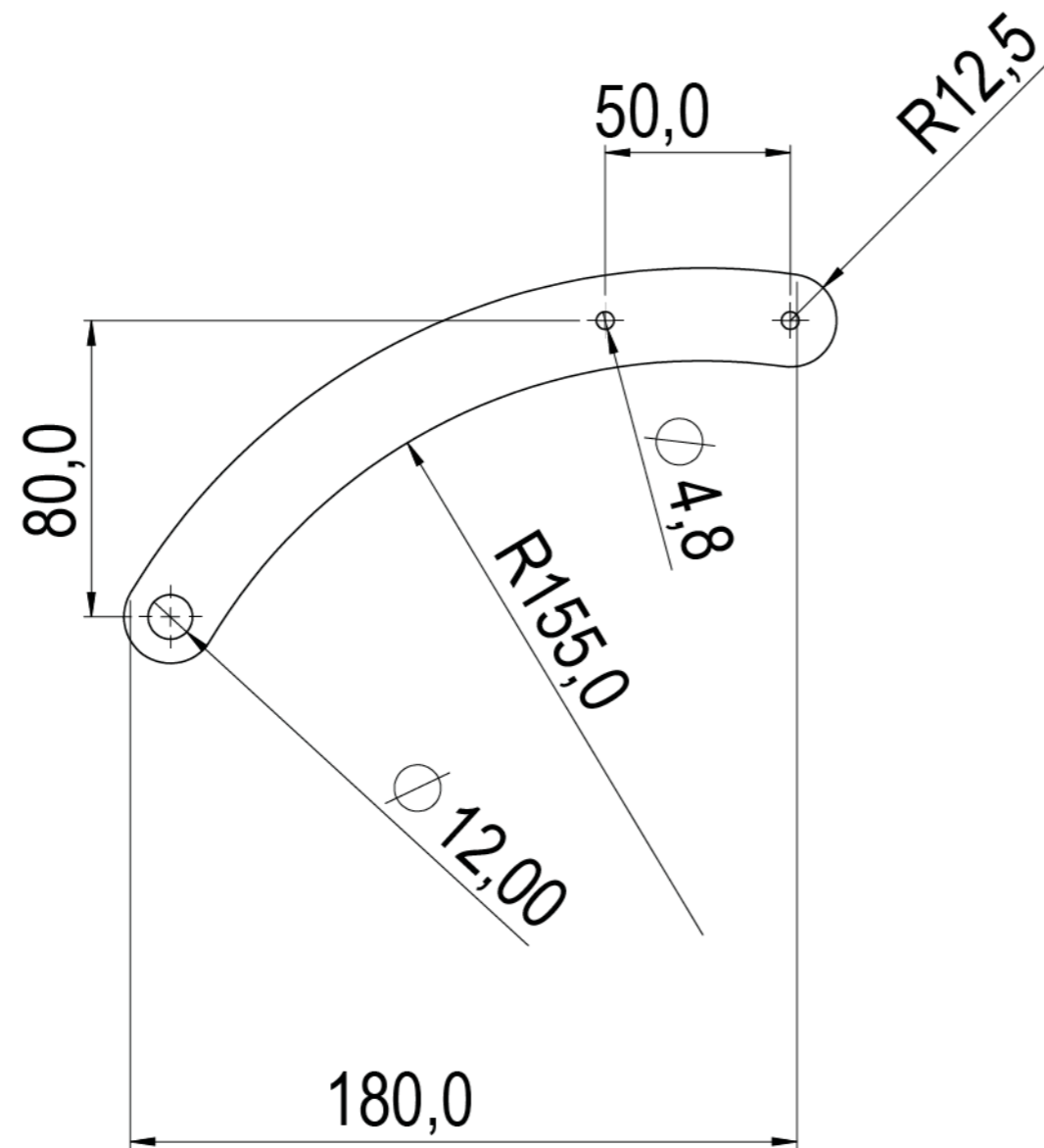


Lámina:

03
11



Espesor: 1,5 mm

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial

Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez
Carné: 2018 118432 **Fecha:** 10 nov 2021
Escala: 1:2 **Material:** Aluminio 6061
Pieza: N.º 8: barra curva

Proyecto:

Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores

Sistema:

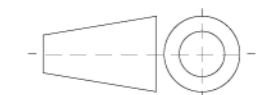
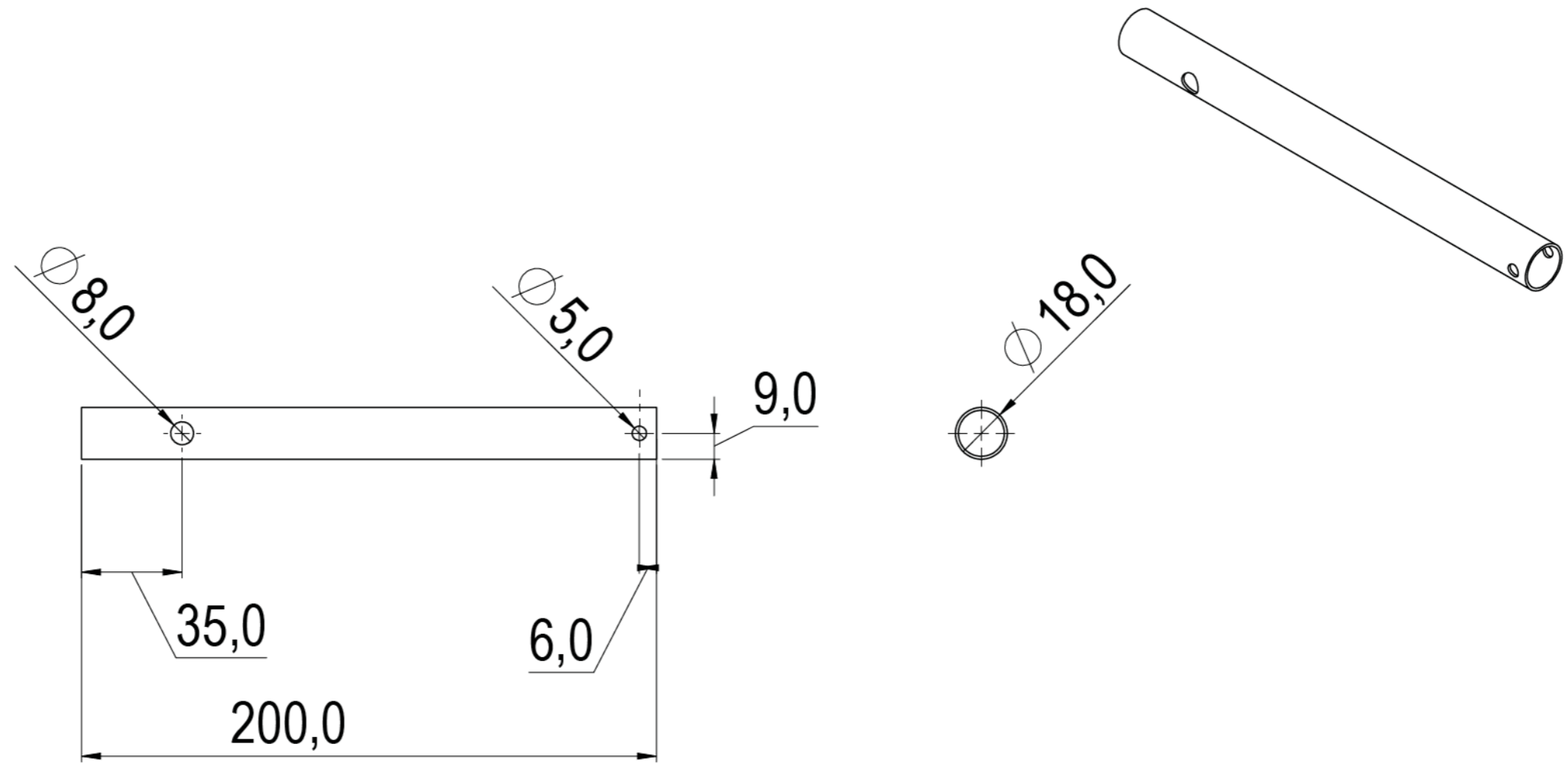


Lámina:

04
11



Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial

Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez
Carné: 2018 118432 **Fecha:** 10 nov 2021
Escala: 1:2 **Material:** PVC 1/2"
Pieza: N.º 16: barra lateral interna

Proyecto:

Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores

Sistema:

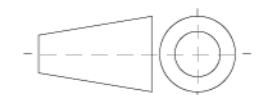
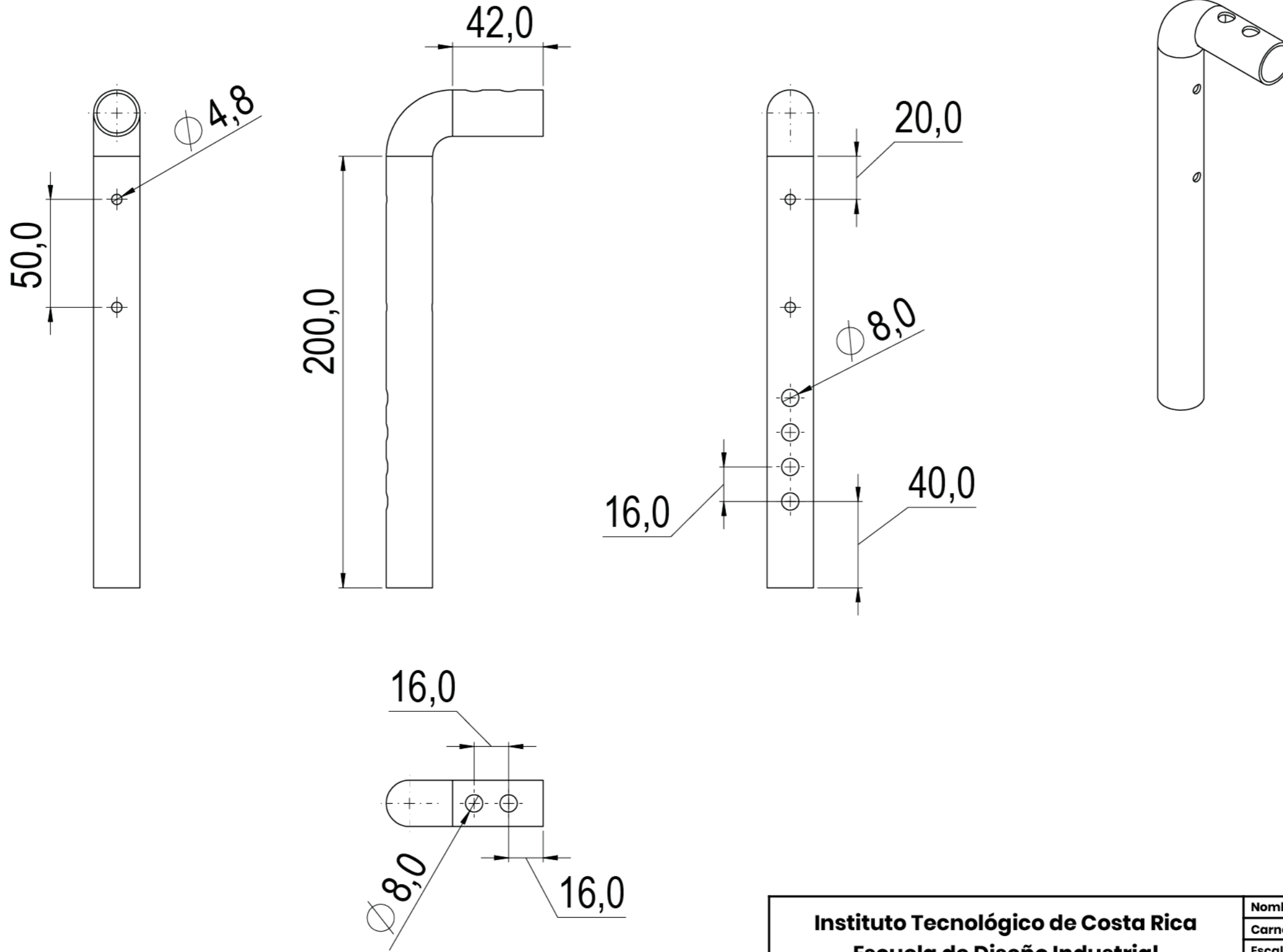
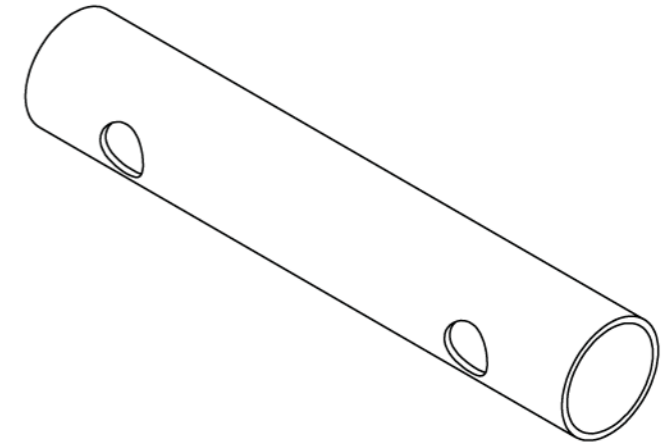
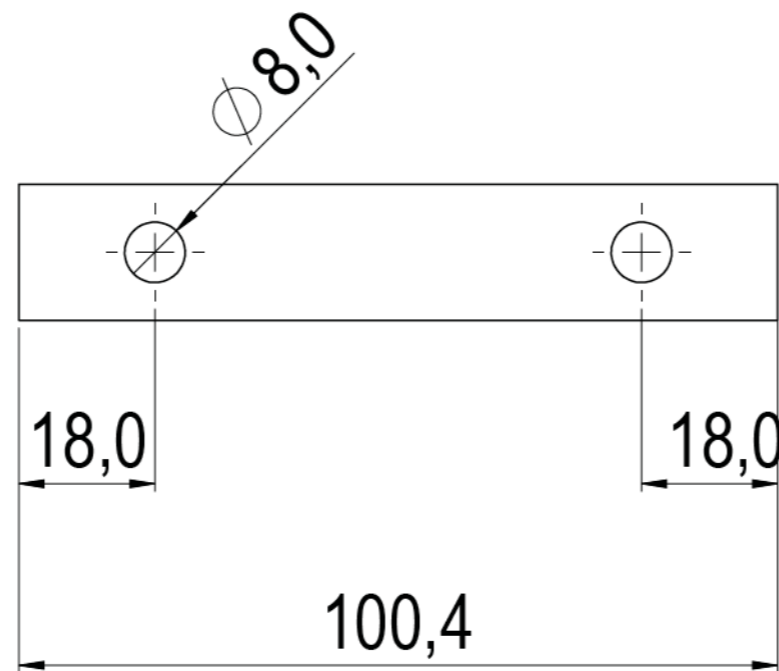
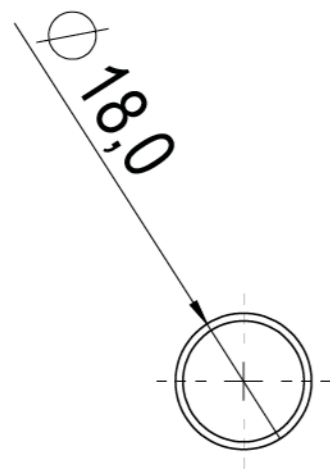


Lámina:

05
11



Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Diseño Industrial		Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez	
		Carné: 2018 118432	Fecha: 10 nov 2021
Proyecto: Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores		Escala: 1:2	Material: PVC 3/4"
		Pieza: N.º 17: barra lateral externa	
		Sistema:	Lámina:
			06 11



Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial

Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez
Carné: 2018 118432 **Fecha:** 10 nov 2021
Escala: 1:1 **Material:** PVC 1/2"
Pieza: N.º 18: barra posterior interna

Proyecto:

Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores

Sistema:

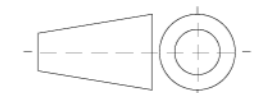
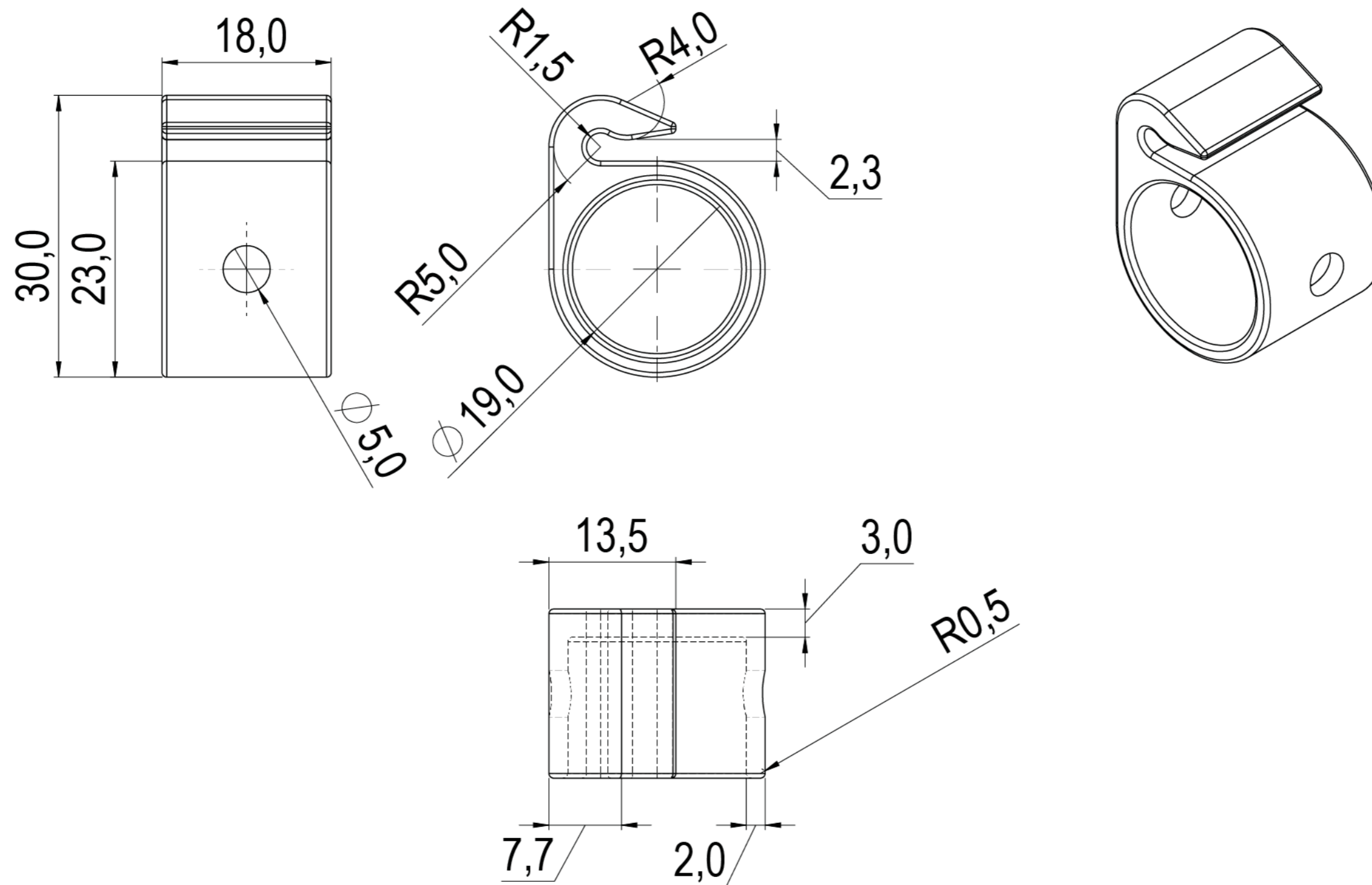


Lámina:

07
11



Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial

Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez
Carné: 2018 118432 **Fecha:** 10 nov 2021
Escala: 2 : 1 **Materia:** ABS
Pieza: N.º 19: enganche izquierdo

Proyecto:

Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores

Sistema:

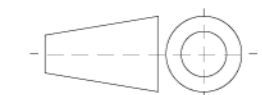
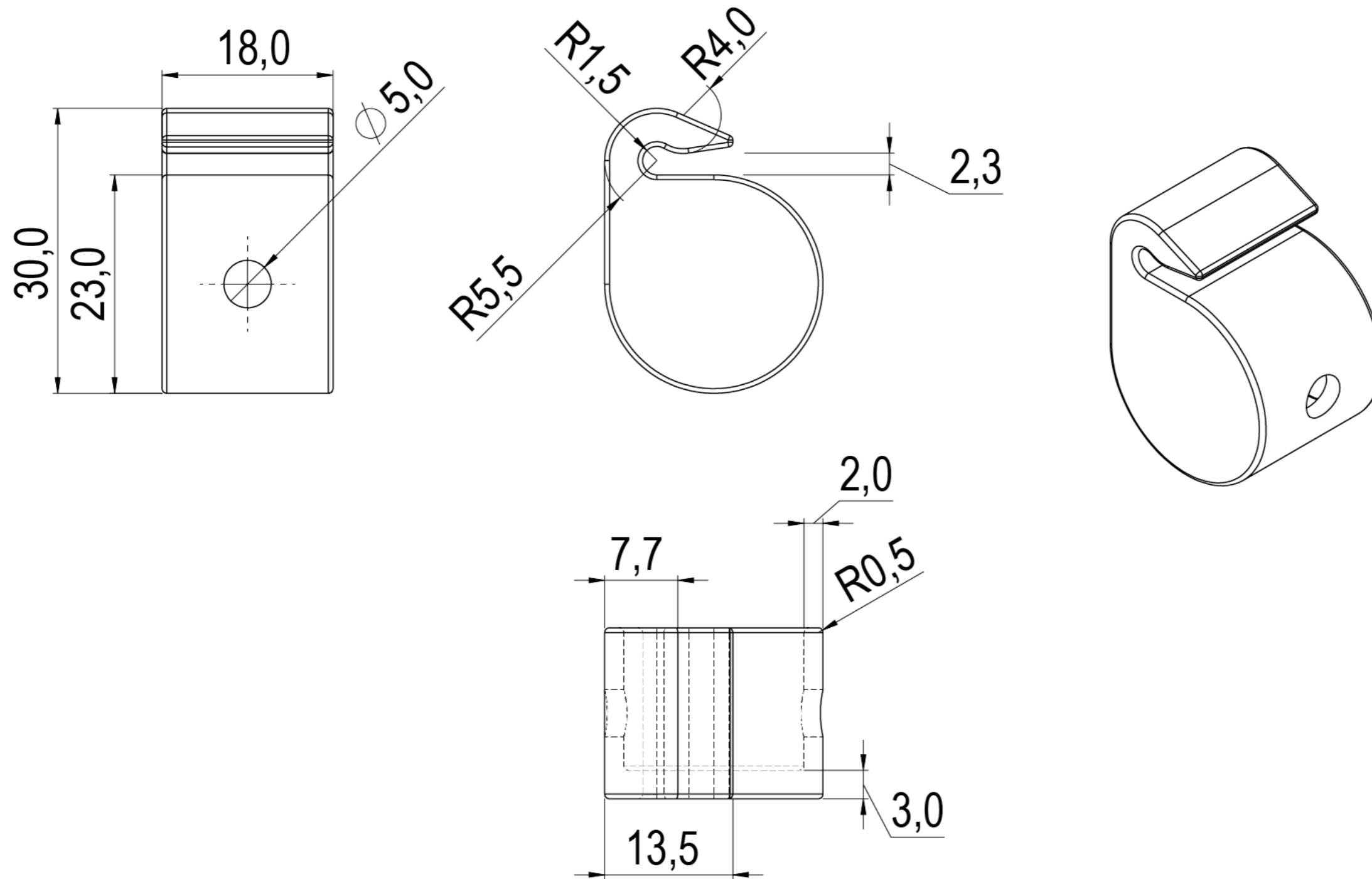


Lámina:

08
11



Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial

Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez
Carné: 2018 118432 **Fecha:** 10 nov 2021
Escala: 2 : 1 **Material:** ABS
Pieza: N.º 20: engancho derecho

Proyecto:

Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores

Sistema:

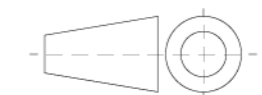
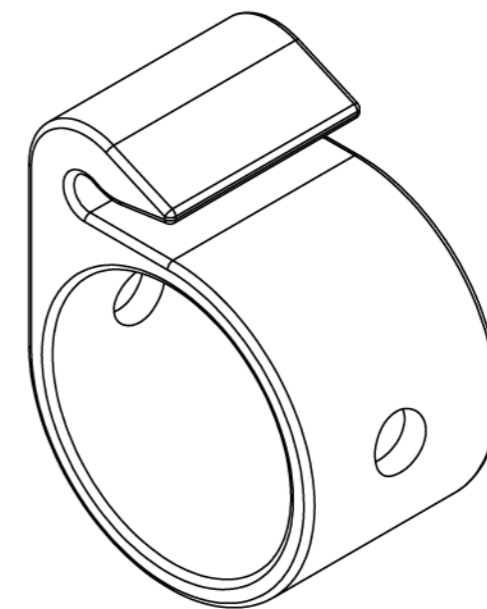
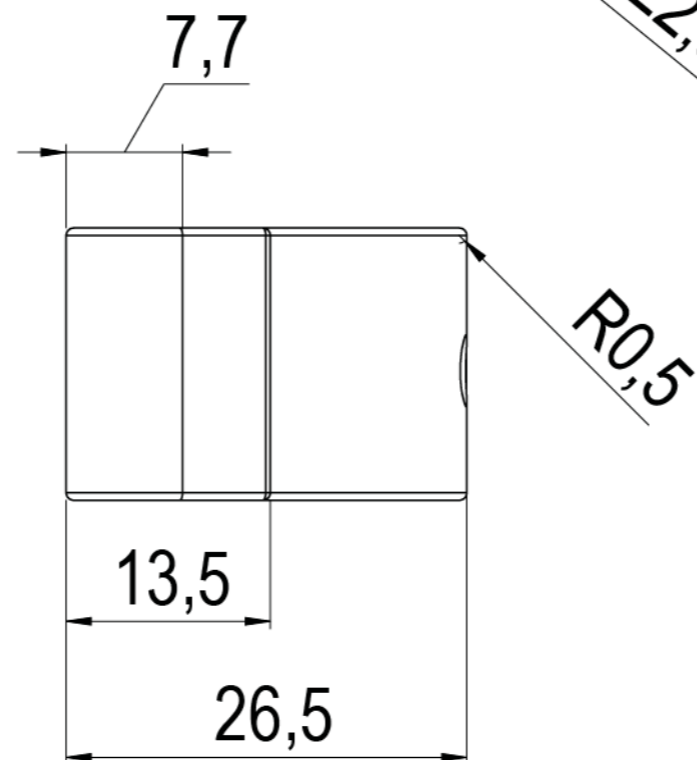
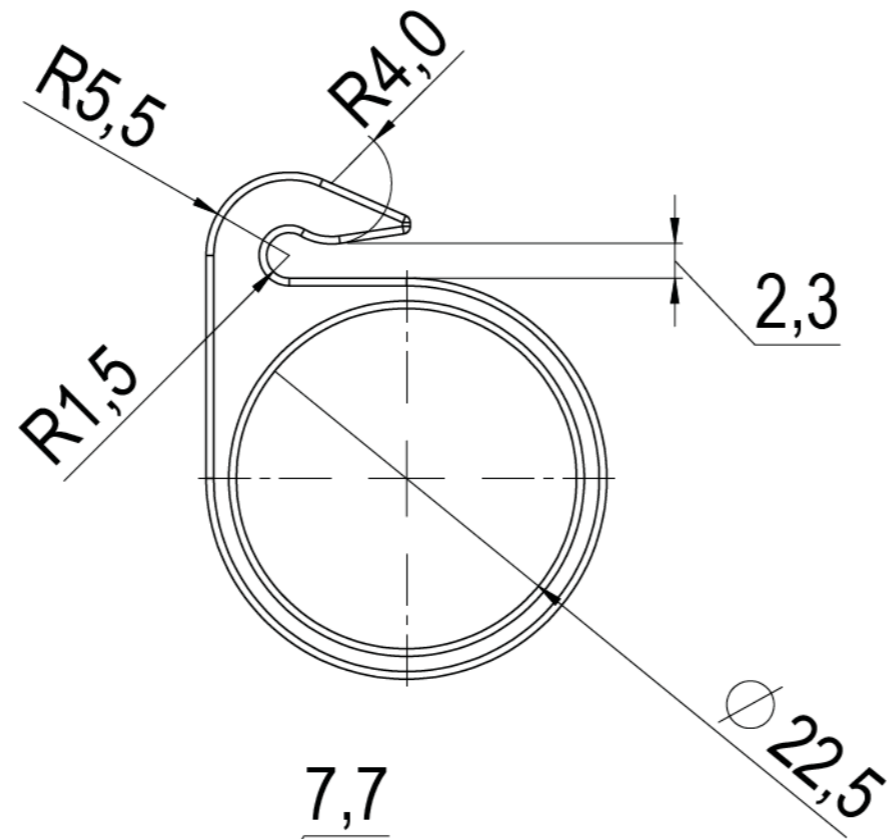
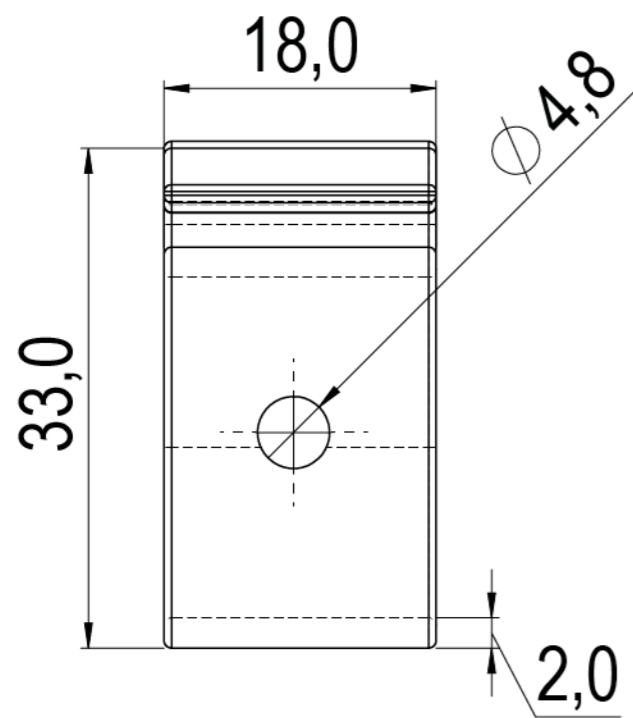


Lámina:

09
11



Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial

Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez
Carné: 2018 118432 **Fecha:** 10 nov 2021
Escala: 2:1 **Material:** ABS
Pieza: N.º 21: enganche posterior

Proyecto:

Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores

Sistema:

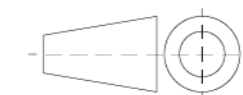
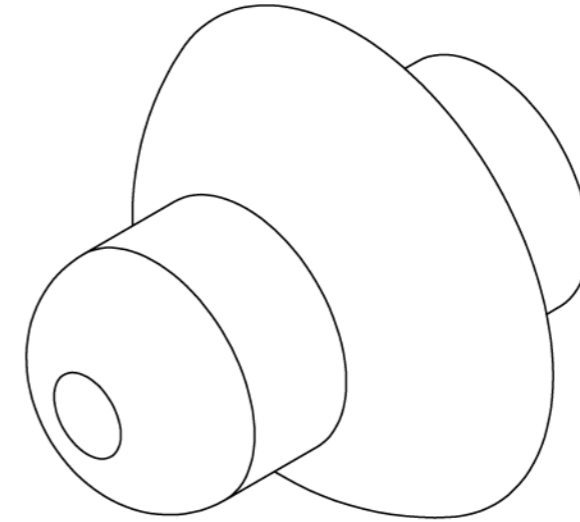
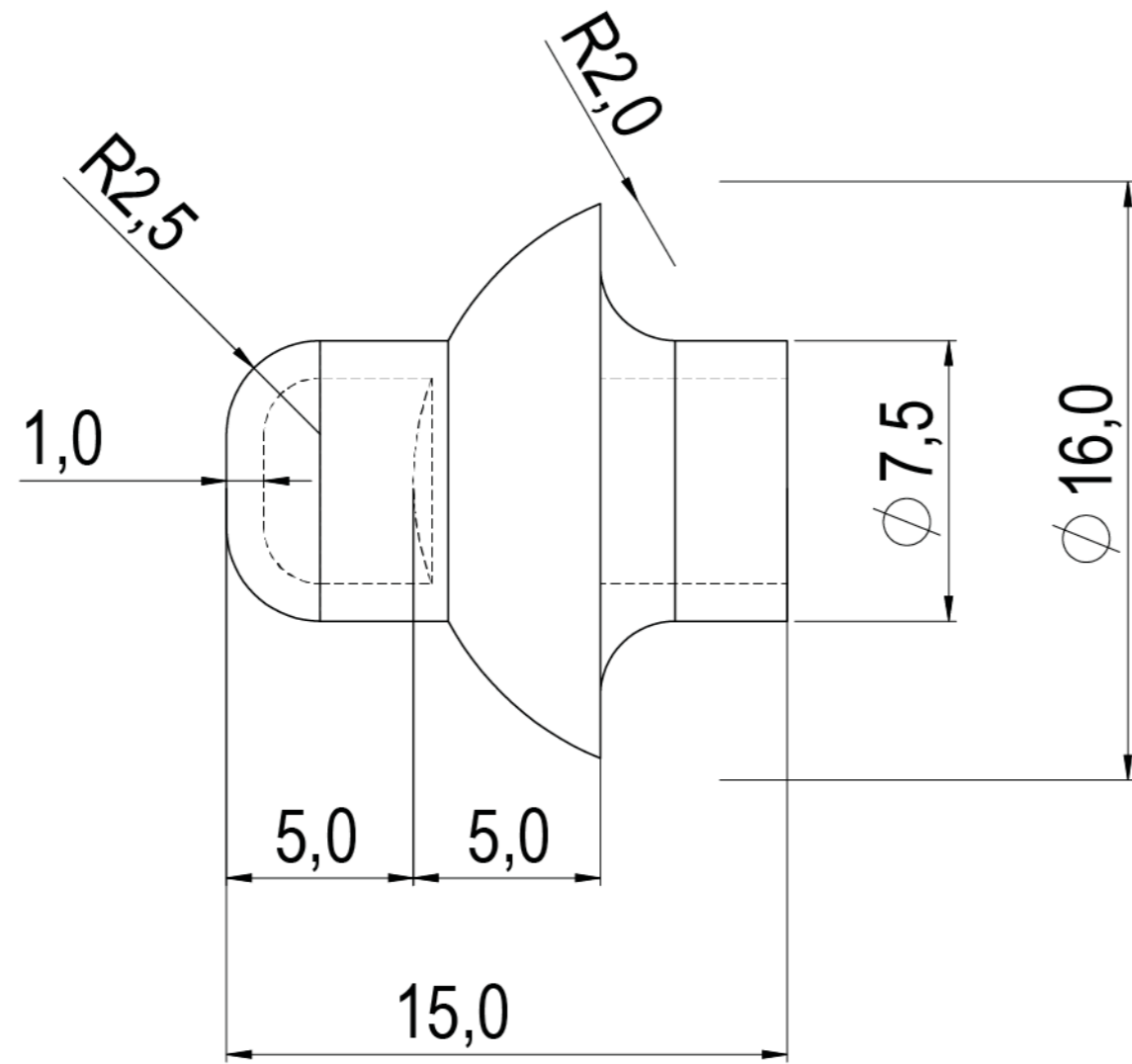


Lámina:

10
11



Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial

Nombre: Andrea Michelle Rojas Jiménez

Carné: 2018 118432 **Fecha:** 10 nov 2021

Escala: 5:1 **Material:** ABS

Pieza: N.º 22: seguro boton

Proyecto:

Diseño de ayuda técnica a la medida para un perro macho mestizo de 4 kg con parálisis en sus extremidades posteriores

Sistema:

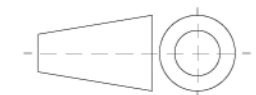


Lámina:

11
11



8.2.

Estrategia de manufactura

Manufactura a pequeña escala

Para efectos de este proyecto se plantea el proceso de manufactura de un producto personalizado. Los procesos podrían variar si se desean realizar a escala, sin embargo, esto se encuentra fuera de los alcances del proyecto.

**Procesos realizados de forma externa*

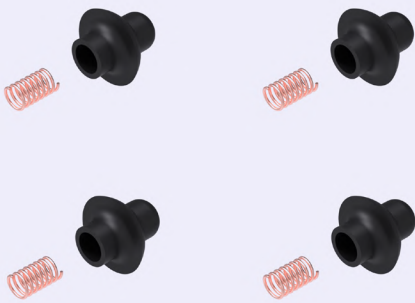


Fig. 117. Proceso de manufactura a pequeña escala.

Proceso de ensamble

Paso 1

Ensamble por encaje entre resorte y botón de seguro.



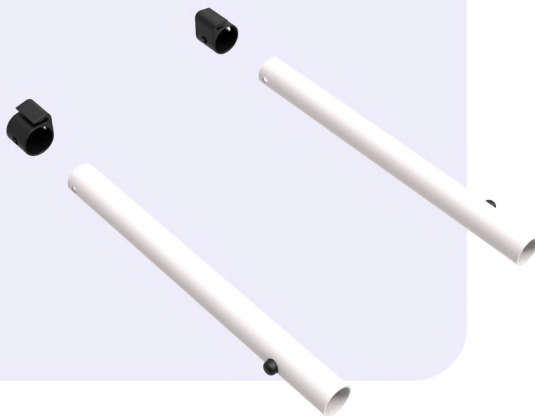
Paso 2

Inserción de botones de seguro en barras internas.



Paso 3

Introducir enganche izquierdo y derecho en las barras laterales internas y fijarlo con remaches.



Paso 4

Introducir enganches posteriores en las barras laterales externas y fijarlo con remaches.

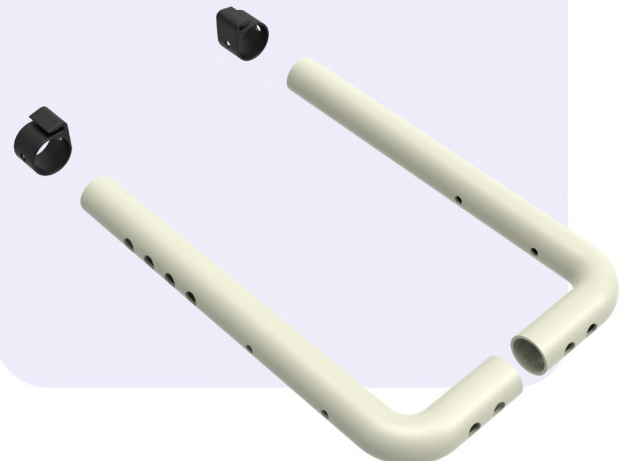
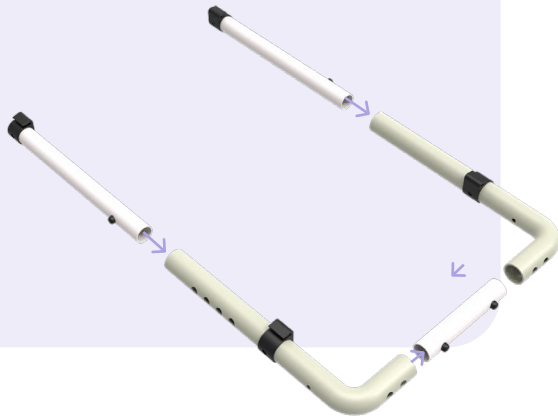


Fig. 118. Proceso de ensamble pasos 1-4.

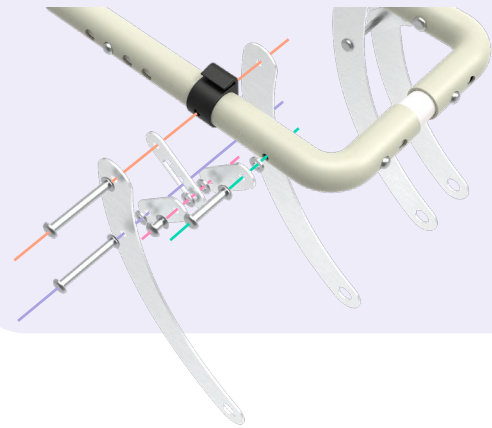
Paso 5

Introducir las barras internas en las externas presionando el botón de seguro para que encaje en los agujeros correspondientes.



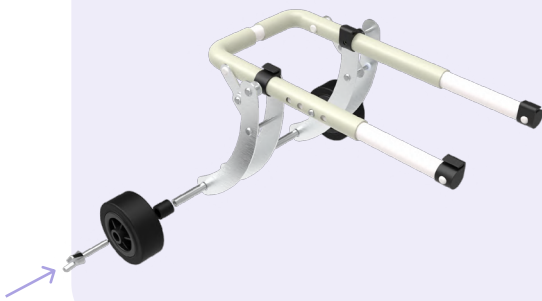
Paso 6

Colocar las barras curvas, pivote central y lateral según el orden de la imagen con los ejes. Separar con arandelas donde hay contacto entre 2 piezas.



Paso 7

Intruducir el eje de las ruedas, los espaciadores, las ruedas y fijarlos con los tornillos mariposa.



Paso 8

Encajar los anillos de metal de la pechera en los enganches a presión y atar los soportes para patas en la barra posterior.

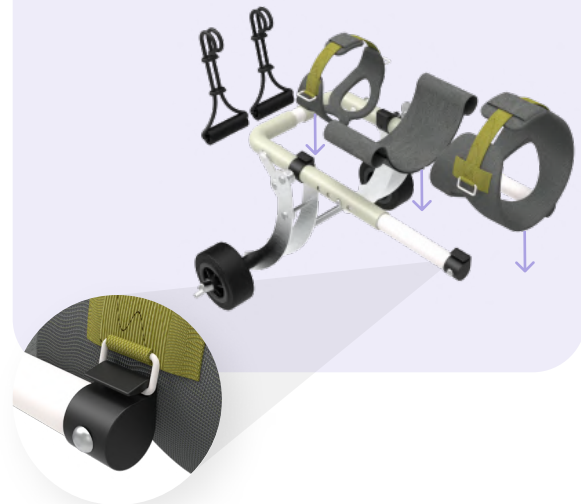



Fig. 119. Proceso de ensamble pasos 5-8.



8.3.

Costos




Insumos requeridos

TABLA XXIV
Insumos requeridos

	Componente	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Estructura	 Tuvo de aluminio 3/16	1m	₡ -	₡ 645
	 Tubo PVC 1/2"	1 m	₡ -	₡ 1395
	 Tubo PVC 3/4"	1 m	₡ -	₡ 2350
	 Codo PVC 3/4"	2	₡ 250	₡ 500
	 Rueda de goma 80 * 35 * 46 mm	2	₡ 2400	₡ 4800
	 Lámina de aluminio 1/16", 1 m largo	5,5 cm	₡ -	₡ 3600
	 Arandela 3/16"	8	₡ 15	₡ 120
	 Tornillos de mariposa 3/8 * 3"	2	₡ 400	₡ 800
	 Resorte 4 mm, cobre	4	₡ 500	₡ 2000
Arnés	 Cinta 20 mm, nylon	1 m	₡ -	₡ 80
	 Anillo rectangular, aluminio	4	₡ 80	₡ 320
	 Hebilla, plastico	2	₡ 60	₡ 640
	 Velcro 2cm	1 m	₡ -	₡ 220
	 Malla transpirable, poliester	1 m	₡ -	₡ 3400
Soporte patas	 Cordón elástico 4 mm	1 m	₡ -	₡ 150
	 Seguro para cordón	4	₡ 75	₡ 300
	 Tubo de espuma	2	₡ -	₡ 1000

Procesos subcontratados

TABLA XXV
Procesos subcontratados

	Proceso	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Procesos	 Impresión 3D de botón de seguro	4	₡ 900	₡ 3600
	 Impresión 3D de enganches	4	₡ 1200	₡ 4800
	 Corte y confección de los arnés	3	₡ 2500	₡ 7500
	Maquinado CNC de piezas metálicas	10	₡ -	₡ 41000
			Total	₡ 79 220

Se consulta de forma presencial y por medio de llamadas telefónicas los costos de los insumos de la lista. Estos son los precios en colones costarricenses en noviembre del 2021, por lo que podrían variar con el paso del tiempo por inflación u otros factores.

Los costos fueron calculados para realizar un prototipo, ya que por el objetivo del proyecto se diseña una silla personalizada. Por este motivo, con la lista actual, en algunos materiales como los tubos y láminas habría material sobrante, ya que se indicó en el presupuesto la cantidad mínima que se vende. Sin embargo, si el producto se produce en cantidades mayores, los costos se reducirían y se podría utilizar un proceso alternativo a la impresión 3D como inyección, ya que las piezas que utilizan este proceso (enganches y botón de seguro) serían constantes en el diseño, pues su forma no varía si el tamaño del perro lo hace.

Al costo de producción se le debe sumar el margen de ganancia para obtener el precio al cual se podría vender una ayuda técnica como la diseñada.

En el mercado internacional, los precios de ayudas técnicas para perros de alrededor 4kg rondan los ₡120 000. A esto se le debe agregar el costo de envío al país.

Si se considera un margen de ganancia del 20% en el producto diseñado y se utiliza la fórmula de precio de venta:

$$PV = \frac{\text{costo}}{(1 - \% \text{ margen})} = \frac{80\,000}{(1 - 0,2)} = 100\,000$$

El precio final de venta corresponde a ₡100 000, lo cual corresponde a un 17% menos que el costo promedio encontrado actualmente en el mercado internacional, por lo que el diseño realizado prueba ser competente y factible.



8.4.

Diferenciación

Gradiente de mejora

Este producto se diferencia de los existentes en el mercado por su posibilidad de plegado, esto permite que el perro entre en una posición de descanso mientras utiliza la ayuda técnica, sin necesidad de que esta se le retire en su totalidad, lo cual aumenta el tiempo que puede ser utilizado el producto.

TABLA XXVI
Gradiente de mejora, antes y ahora

Antes	Ahora
Barra vertical fija que imposibilita tomar una posición de descanso óptima.	Barra curva abatible que permite adoptar posición de descanso sin forzar la columna.
Periodos de uso cortos debido a imposibilidad de adoptar posiciones de descanso.	Barra curvada abatible que permite adoptar posición de descanso en decúbito esternal.
Dos puntos de apoyo con tiras de nylon delgadas que generan rozamiento.	Tres zonas de contacto amplias con malla transpirable suave.
Peso promedio del sistema de 1,55 kg, debido a estar formadas principalmente por aluminio.	Peso de 700g por la implementación de PVC en la estructura, esto disminuye el trabajo del perro.

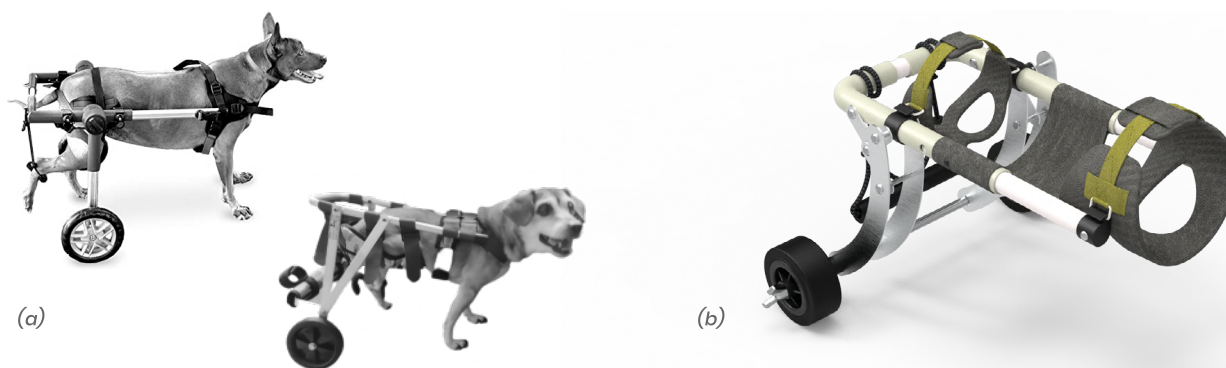


Fig. 120. Gradiente de mejora. (a) Antes. (b) Ahora.

Factor diferenciador en el mercado



Fig. 121. Postura incorrecta al reposar con ayuda técnica del mercado. [90]

Así como lo indica Maria Elena Martinez, especialista en cirugía veterinaria de pequeños animales y docente, el uso de andadores se debe dar por periodos cortos de tiempo, ya que cuando el perro se cansa no puede adoptar una posición cómoda [89].

De este modo, el factor diferenciador del producto en cuestión radica en la posibilidad de que el usuario perro adopte una posición de descanso en decúbito esternal.

Esta es una posición segura donde la columna se encuentra alineada horizontalmente, a diferencia de lo que se observa en la Fig. 121.

Con esta diferenciación aumenta el posible tiempo de uso de la ayuda técnica, esta no se debe estar retirando por completo constantemente para que el perro tome una posición de descanso, lo cual disminuye la carga del usuario encargado y el rechazo del perro por la constante colocación y retiro del producto.

Tiene tres ventajas competitivas que lo destacan en el mercado:

- Su bajo peso, ideal para razas pequeñas y perros débiles
- Posibilidad de ajuste de largo y ancho
- Posibilidad de plegado

Por estas razones se concluye que hay una evidente mejoría y un aporte en el área de productos de ortesis para perros, por medio del diseño industrial.

9.

Conclusiones

A partir de la culminación de este proyecto se da un cumplimiento de los objetivos propuestos. En primer lugar se logran identificar los requerimientos veterinarios necesarios para obtener un producto ergonómico, personalizado y seguro, estos son aplicados en el diseño desarrollado.

Entre estos cabe mencionar la alineación de la columna del perro cuando se encuentra de pie en su posición de desplazamiento, gracias a sus tres puntos de apoyo; y cuando se encuentra acostado en posición de descanso, ya que su parte posterior puede descender aún cuando está utilizando el producto.

Además, se logra generar un modelo digital para visualizar el funcionamiento de la ayuda técnica, a su vez, un prototipo de baja fidelidad para realizar pruebas con el usuario Cookie e identificar puntos de mejora en el diseño para incluirlos así en las recomendaciones y que puedan ser tomadas en cuenta si se retoma el proyecto.

Así como con otras ayudas técnicas con ruedas, hay una independencia del perro con su cuidador mientras este se encuentra desplazándose. El perro requerirá la ayuda de su cuidador cuando necesite recostarse, sin embargo, la acción de plegar la ayuda técnica es menor a la de retirarla por completo, lo que sucedía anteriormente en estos casos, esto permite entrar en una posición de descanso y prolongar el tiempo de uso.

A nivel formal, la propuesta desarrollada tiene similitudes con las ayudas técnicas que se encuentran en el mercado, ya que se mantienen los aspectos positivos de estos dispositivos, tales como el eje horizontal que permite la alineación de la columna y los soportes en las patas traseras que evitan las lesiones por fricción en estas zonas.

Por otro lado, se mejoran las partes donde estos productos tienen deficiencias, como la cantidad de puntos de apoyo. Por este motivo, se agrega un tercer punto de apoyo para evitar el curvamiento de la zona abdominal del perro. La diferenciación del producto, que radica en su capacidad de plegado, es un aspecto que aunque simple, no lo contienen los otros productos del mercado. Esto representa una mejora notable del producto ya que aumenta el tiempo posible de uso y la comodidad del perro al utilizarlo en posición de descanso.

El usuario encargado debe asistir al perro para colapsar o expandir la ayuda técnica, aunque lo ideal sería que el perro pueda realizar este movimiento de forma autónoma, no fue posible realizarlo, ya que este no tiene ningún tipo de movilidad en su tren posterior. Además, de incluirse un mecanismo que permita el abatimiento con el movimiento del perro, este se plegaría en momentos inapropiados o no lo haría del todo ya que el usuario no tendría conciencia de su movimiento, como sucedió con el diseño de la ayuda técnica Amigo, la cual nunca se comercializó por este motivo.

El arnés representado en el modelado 3D es con fines ilustrativos. Se omitió su fabricación y diseño para este proyecto, sin embargo, si se plantea el mecanismo de unión que tendrá con la ayuda técnica.

Se buscó utilizar materiales que puedan ser conseguidos fácilmente como la tubería de PVC y de aluminio. A pesar de que estos materiales no tienen un acabado profesional, pueden conseguirse fácilmente para una fabricación a pequeña escala y son livianos, ideales para reducir el esfuerzo del perro.

Se decide fabricar desde cero las piezas de los enganches, ya que estas no se encuentran en el mercado y responden a las necesidades específicas formales y dimensionales del producto diseñado.

A nivel de la investigación, cabe destacar la falta de datos estadísticos, morfométricos e investigaciones relacionadas con perros discapacitados, esta fue una limitante en la elaboración de un modelo adaptable a rangos mayores, de modo que se centró en un caso específico con necesidades específicas y con posibilidad de ajuste limitada.

Por esta carencia de información fidedigna, algunas de las recomendaciones veterinarias obtenidas en las entrevistas se basan en la experiencia de los profesionales con casos análogos, pues no hay documentos oficiales que respalden la información requerida.

Por último, se debe considerar que hay un aumento real en el apego entre el humano y el perro, reflejado en la cantidad creciente de hogares con perros como mascota y de hospitales veterinarios.

Esto debe impulsar al mercado, y al mismo tiempo al gremio de diseño, a realizar productos que, más allá de un beneficio económico, tengan un impacto en la salud y bienestar de otros seres vivos.

"Se puede juzgar el verdadero carácter de un hombre por la forma en que trata a los animales"

- Paul McCartney

10.

Recomendaciones

A partir de las entrevistas veterinarias y por recomendación de los profesionales, se debe trabajar cada caso que requiera una ayuda técnica de forma individualizada, en la medida de lo posible. Las condiciones de cada perro podrían influir en la forma del producto. Dependiendo de las afectaciones que tenga el perro, el diseño de una ayuda técnica óptima para su caso cambia o puede tener variaciones con respecto a un diseño base.

La finalidad de este proyecto no es alentar el uso o desarrollo de ayudas técnicas de forma artesanal o casera sin una previa recomendación médica. El desarrollo de este tipo de ayudas, que surgen para asistir a un ser vivo por afectaciones en su salud, debe estar siempre supervisado por médicos especializados. No se recomienda realizar pruebas en usuarios sin tener antes una base investigativa, referenciales y validación médica que respalden el producto, para evitar generar un daño mayor en el usuario final.

A pesar de que el perro puede tomar una posición de descanso con el producto, esta ayuda no puede ni deberá ser de uso permanente. Siempre se debe retirar el producto cuando el perro va a dormir.

A nivel de diseño, se puede mejorar la interacción entre el producto y el usuario encargado a través de una palanca o saliente que permita controlar el plegado con el pie, para evitar que la persona deba descender para realizar esta acción, aunque comparativamente tiene una menor carga que retirar el producto en su totalidad.

Por otro lado, se recomienda realizar pruebas en un prototipo con los materiales finales, ya que en el acercamiento físico que se obtuvo en este proyecto, no se contó con las barras de aluminio que forman parte del sistema de plegado, de modo que estas piezas fueron generadas con materiales provisionales en corte láser para realizar pruebas de tamaño e interacción, tanto entre el producto y el encargado como entre el producto y el perro.

Para una posible adaptabilidad del producto a otro perro se debe tomar en cuenta su peso, largo de tronco y altura de pata trasera. Algunas piezas del sistema, tales como los enganches, barras laterales externas y botones de seguro, pueden ser estandarizables en estos productos si se llegaran a producir de forma comercial, Sin embargo, otras como las barras laterales internas y las barras curvas, varían según el tamaño del perro y deben escalarse. Esto quiere decir que se deben variar sus medidas y materiales para distintos fines, más no su forma ni el funcionamiento principal.

11.

Referencias bibliográficas

- [1] A. Forssmann, "Vínculos afectivos entre humanos y perros hace 14.000 años", Natgeo, https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/vinculos-afectivos-entre-humanos-perros-hace-14000-anos_12375 (Consultado 15 jul., 2021).
- [2] H. Rodríguez, "Perros cazadores acompañaron a los humanos en la Prehistoria", Natgeo, https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/perros-cazadores-acompanaron-a-humanos-prehistoria_13804 (Consultado 15 jul., 2021).
- [3] World Animal Projection, "Estudio nacional sobre tenencia de perros en Costa Rica", Issuu, <https://issuu.com/wspalatam/docs/estudioperros-web-singles> (Consultado 15 jul., 2021).
- [4] EFE, "El 95 % de los latinoamericanos considera a sus perros parte de la familia," El País. [En línea]. Disponible: <https://www.elpais.cr/2018/05/05/el-95-de-los-latinoamericanos-considera-a-sus-perros-parte-de-la-familia/>
- [5] J. L. Rendon Gallego, "Hospitales veterinarios de 24 horas van en aumento," La Nación. [En línea]. Disponible: <https://www.nacion.com/economia/negocios/hospitales-veterinarios-de-24-horas-van-en-aumento/R7AUTGMEBVAEXFVAJM3RJJ6H3Y/story/>
- [6] F. Matarrita Chaves, "Las mascotas más populares en Costa Rica," La Nación. [En línea]. Disponible: <https://www.nacion.com/revista-dominical/asi-son-los-ticos-con-sus-mascotas/OXBLY3ZD5FAXBLXB367G7AQWZE/story/#:~:text=El%20perro%20es%20el%20animal,77%25%20dijeron%20tenerlos%20como%20mascota.>
- [7] S. Rodenas, "Actuación ante un perro con paraparesis o parapleja aguda", AVEPA, vol. 29, no. 1, pp. 72-73, 2009. Consultado: 16 jul. 2021. [En línea]. Disponible: <https://ddd.uab.cat/pub/clivetpeqani/11307064v29n1/11307064v29n1p72.pdf>
- [8] F. C. Pellegrino, "Mielopatía degenerativa: estado actual del conocimiento. Revisión bibliográfica", Anales de veterinaria de murcia, vol. 29, pp. 63-86, 2013. Consultado: 16 jul. 2021. [En línea]. Disponible: <https://revistas.um.es/analesvet/article/view/209001/166961>
- [9] L. Michaels, "Hierarchy of dogs needs", Do no harm, <http://www.dogpsychologistoncall.com/hierarchy-of-dog-needs-tm/> (Consultado 17 jul., 2021).
- [10] F. Devin, "Hacia una nueva categorización de Usuarios," Uxpanol. [En línea]. Disponible: <http://uxpanol.com/experiencia-de-usuario/hacia-una-nueva-categorizacion-de-usuarios/>
- [11] K. Whintont y P. Laubheimer, "Canine UX: Essential Usability Principles for Dogs," Nielsen Norman Group. [En línea]. Disponible: <https://www.nngroup.com/articles/dog-ux/>
- [12] Animaladas Con Ruedas, "Producto de Animaladas con ruedas". [En línea]. Disponible: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=296461075368912&set=pb.100050150664126.-2207520000>.
- [13] Walkin' pets, "Producto de Walkin' pets". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/-/es/Walkin-Wheels-Aprobado-veterinarios-traseras/dp/B072JNF7DS>

- [14] Ortocanis, "Producto de Ortocanis". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.es/Ortocanis-Silla-Ruedas-para-Perros/dp/B07Q81R8FR>
- [15] K9 Carts "Producto de K9 Carts". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/K9-Carts-Wheelchair-Extra-Small/dp/B00JJ2ILK6>
- [16] Doggon Wheels, "Producto de Doggon Wheels". [En línea]. Disponible: <https://empoweringpets.com/doggon-wheels-dog-wheelchair/>
- [17] Best Friend Mobility, "Producto de Best Friend Mobility". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/Best-Friend-Mobility-Wheelchair-Adjustable/dp/B08D6RZHQP>
- [18] Y. Álvarez Cubillom, "Silla de ruedas para perros con elementos replicados en impresora 3D", Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España, 2016. [En línea]. Disponible: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/3188>
- [19] Ortocanis, "Prótesis para perro". [En línea]. Disponible: <https://www.ortocanis.com/es/ortosis-caninas/protesis-para-perro.html>
- [20] Ortocanis, "Ortesis codo perro". [En línea]. Disponible: <https://www.ortocanis.com/es/ayudas-tecnicas/ortosis-codo-perro.html>
- [21] W. Kirschbaum, "Mecánica del movimiento de traslación del perro", Mundo Rottero, vol. 3, no. 5, 2004. Consultado: 20 jul. 2021. [En línea]. Disponible: <http://www.rotty.it/BIBLIOTECA/Mundo%20Rottero%205.pdf>
- [22] O. Eijo, Argentina. Comprendiendo la biomecánica canina (13 abr., 2016). Consultado: 23 jul., 2021. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=LfjSQ9GQRCo&t=8s>
- [23] D. García y D. Noriega, "Terminologica anatomica," Federative Committee on Anatomical Terminology, 2021. Consultado 03 nov. 2021. [En línea]. Disponible: http://www.memcirugia.com.ar/pdfs/sillas_de_ruedas.pdf
- [24] UNED, "Posiciones anatómicas", Multimedia UNED, https://multimedia.uned.ac.cr/pem/anatomia_especies_silvestres/pant/generalidades/posiciones.html (Consultado 03 nov. 2021).
- [25] Animals Cuckys, "Decúbito esternal". [En línea]. Disponible: <https://guiido46.wordpress.com/tag/decubito-esternal/>
- [26] J. A. Rocha, "Discapacidad física canina", Tesis de licenciatura, Facultad de Artes y Diseño, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia, 2016. [En línea]. Disponible: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/9834/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1>
- [27] E. Salmeron, comunicación personal, 25 ago., 2021.
- [28] L. Harris, "Canine Arthritis and Emotion Study", Canineoptimists, <https://canineoptimists.mystrikingly.com/> (Consultado 26 jul., 2021).

- [29] Arthritis Foundation, "A los perros también les da artritis", Arthritis Foundation, <https://espanol.arthritis.org/espanol/la-artritis/artritis-canina/> (Consultado 26 jul., 2021).
- [30] Ortocanis, "Incidencia de la displasia de cadera en perros", Ortocanis, <https://www.ortocanis.com/es/content/incidencia-de-la-displasia-de-cadera-en-perros> (Consultado 26 jul., 2021).
- [31] A. Sánchez Carmona, "Displasia de cadera en perros", Centro Veterinario, no. 91, 2020. (Consultado 26 jul., 2021). [En línea]. Disponible: <https://axoncomunicacion.net/wp-content/uploads/2020/02/Displasia-de-cadera-en-perros.pdf>
- [32] U. Ibaseta, "Hernias discales en perros: tipos, síntomas y tratamientos", Hospital Veterinario Nacho Meneses, <https://hvnachomenes.com/blog/page/3/> (Consultado 26 jul., 2021).
- [33] T. Casanova Villanueva, "Hernias discales toracolumbares: tratamiento conservador versus tratamiento quirúrgico", Tesis de licenciatura, Facultad de Veterinaria, España, Universidad de Zaragoza, 2019. [En línea]. Disponible: <https://core.ac.uk/download/pdf/290000326.pdf>
- [34] Ortocanis, "El moquillo en los perros y su tratamiento", Ortocanis, <https://www.ortocanis.com/blog/el-moquillo-en-los-perros-y-su-tratamiento/> (Consultado 26 jul., 2021).
- [35] Ortocanis, "Silla Amigo". [En línea]. Disponible: <https://www.ortocanis.com/blog/silla-de-ruedas-para-perros-amigo/>
- [36] Walkin' "Arnés para perro". [En línea]. Disponible: <https://www.latiendadefrida.com/products/arnes-para-soporte-trasero-para-perro-walkin-lift-rear-harness-de-handicapped-pets>
- [37] Loobani "Arnés Loobani". [En línea]. Disponible: <https://www.todomascotas.com/raiz/5885--arnes-de-soporte-para-perro-loobani-para-patas-traseras.html>
- [38] Solvit "Arnés Solvit". [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/Arn%C3%A9s-soporte-elevaci%C3%B3n-SOLVIT-Carelift/dp/B008EXJIG2/ref=pd_lpo_1?pd_rd_i=B008EXJIG2&pvc=1
- [39] Pick for life "Arnés Pick for life". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/-/es/elevaci%C3%B3n-rehabilitaci%C3%B3n-traseras-lesionados-discapacitados/dp/B07KXGWRYP>
- [40] Kinbelle "Bolsa de arrastre para perros de 4 - 5,5 kg". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/-/es/Kinbelle-arrastre-mascotas-paralizadas-protecci%C3%B3n/dp/B07Q9JW6BL>
- [41] DerYEP "Referencia bolsa derYep". [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/dp/B08DNW6BH3/ref=sspa_dk_detail_0?psc=1&pd_rd_i=B08DNW6BH3&pd_rd_w=evz29&pf_rd_p=9fd3ea7c-b77c-42ac-b43b-c872d3f37c38&pd_rd_wg=nTnQm&pf_rd_r=ZF340P39KE8K7J7N7G58&pd_rd_r=ad48fb43-c048-4ff0-b8f4-688beb2e5b99&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlnaWVyPUEzRDI3TVdEVUxJNDNXJmVuY3J5cHRlZiEiPUEwNTk2MjAyMlhmYmVdSMDI2VzRRQiZlbnNyeXB0ZWRBZEIkPUEwMjM0TAWUYzVEZGMIBNWVQOSZ3aWRnZXROYWlPcXNwX2RldGFpbCZHY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpcmVjdCZkb05vdExvZ0NsaWNrPXRydWU=

[42] K9 Carts “Referencia bolsa K9 Carts”. [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/K9-carros-protect-a-pet-XS-Azul/dp/B00JJ2ISTK/ref=pd_sbs_3/141-5299970-9364152?pd_rd_w=g58xG&pf_rd_p=3676f086-9496-4fd7-8490-77cf7f43f846&pf_rd_r=MV7ZTF2Z36EXBJK5MPD6&pd_rd_r=aee9bc26-7257-4739-80ac-b78eaf9403fa&pd_rd_wg=8Cziw&pd_rd_i=B00JJ2ISTK&pssc=1

[43] Buttersbrand “Referencia bolsa Buttersbrand”. [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/Original-arrastre-minusv%C3%A1lidos-unidades-libras/dp/B07YD5D15Y/ref=pd_sbs_7/141-5299970-9364152?pd_rd_w=BKNG2&pf_rd_p=3676f086-9496-4fd7-8490-77cf7f43f846&pf_rd_r=RMDDBMT54ZXIMNF13FHQC&pd_rd_r=c09c8de4-55c3-424e-93d1-5ade86e138a2&pd_rd_wg=XL7Fx&pd_rd_i=B07YD5D15Y&pssc=1

[44] DerYEP, “Pet scooter talla S”. [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/DerYEP-traseras-paralizadas-protecte-extremidades/dp/B08GPWV94W/ref=pd_sbs_1/141-5299970-9364152?pd_rd_w=bBEQL&pf_rd_p=3676f086-9496-4fd7-8490-77cf7f43f846&pf_rd_r=N3T2FCTZN3PG2K6WG6S1&pd_rd_r=93fb1b22-2289-4c9a-8bca-650cfc412ad1&pd_rd_wg=AEr4g&pd_rd_i=B08GPWV94W&th=1

[45] Turbooro, “Silla de ruedas para patas delanteras”. [En línea]. Disponible: <https://www.gannett-cdn.com/-mm-/2390adfc3358882221d6a49f7f55d1236a89fe58/c=246-161-2150-1237/local/-/media/2014/12/26/USATODAY/USATODAY/635551966778267524-122614turbo-roo.jpg?width=660&height=373&fit=crop&format=pjpg&auto=webp>

[46] Sr Perro, “Silla de ruedas casera”. [En línea]. Disponible: https://www.srperro.com/blog_perro/imaginacion-y-mana-para-ayudar-a-un-can-con-problemas-de-movilidad-una-silla-de-ruedas-ca/

[47] Ortocanis, “Andador para perros autoajustable”. [En línea]. Disponible: <https://www.ortocanis.com/es/inicio/sillas-de-ruedas-para-perros.html>

[48] Ortocanis, “Silla de ruedas para perros: ¿Cuál es la mejor del 2021?”, Monederosmart, <https://www.monederosmart.com/silla-de-ruedas-para-perros/> (Consultado 26 jul., 2021).

[49] Animaladas con ruedas “Sillas de ruedas Animaladas con ruedas”. [En línea]. Disponible: <https://www.facebook.com/animaladas.ruedas/photos>

[50] Walkin’ pets, “Andadores Walkin’ pets”. [En línea]. Disponible: <https://wheels4dogs.co.uk/product/ww-large-dog-wheelchair/>

[51] Ortocanis, “Andador Ortocanis”. [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.es/Ortocanis-Silla-Ruedas-para-Perros/dp/B07Q4PHPSG>

[52] K9 Carts, “Andador K9 Carts”. [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/-/es/ruedas-perros-peque%C3%B1a-fabricada-Estados/dp/B00JJ2IN5O>

[53] Doggon Wheels, “Andador Doggon Wheels”. [En línea]. Disponible: <https://www.doggon.com/>

[54] Best Friend Mobility, “Andador Best Friend Mobility”. [En línea]. Disponible: <https://www.dogwheelchairscenter.com/>

- [55] Minning, "Aluminio". [En línea]. Disponible: <https://www.worldenergytrade.com/metales/aluminio/china-importa-cada-vez-mas-aluminio-a-medida-que-aumenta-la-demanda-de-aleaciones>
- [56] Mercasa, "Tubo PVC". [En línea]. Disponible: <https://www.grupomercasa.com/producto/tubo-pvc-sanitario-200-mm-sdr-50/>
- [57] Devil Design, "Filamentos PLA". [En línea]. Disponible: <https://www.en3dstudios.com/product/devil-design-1-75mm-pla-any-color/>
- [58] L. Contreras, "ABS". [En línea]. Disponible: <https://www.3dnatives.com/es/filamento-de-abs-impresion-3d-06062019/>
- [58] M. Humphreys, "La mejor opción para proteger lo más importante: acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) utilizado en la fabricación de equipos de seguridad por encima del cuello", Informe técnico, The University of Warwick, Inglaterra, 2018. [En línea]. Disponible: https://centurionsafety.eu/wp-content/uploads/2018/10/7500_ABS_White-Paper_ES-web.pdf
- [59] La factoría 3D, "TPE". [En línea]. Disponible: https://www.lafactoria3d.es/servicios/impresion/materiales/27/flexible_tpe
- [60] HTP, "PLA". [En línea]. Disponible: <https://www.directindustry.es/prod/http-europe/product-223000-2278638.html>
- [61] La factoría 3D, "PETG". [En línea]. Disponible: https://www.lafactoria3d.es/servicios/impresion/materiales/44/pet_petg
- [62] 3D Natives, "Nylon". [En línea]. Disponible: <https://www.3dnatives.com/es/caracteristicas-tiene-nylon-en-impresion-3d-120320202/>
- [63] Julius K9, "Camiseta neopreno". [En línea]. Disponible: <https://latiendak9.com/camiseta-neopreno-perro-julius-k9/>
- [64] Rabbitgoo, "Pechera para perro". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/-/es/Rabbitgoo-mascotas-ajustable-acolchado-reflectante/dp/B06XG4L5FL>
- [65] LEPSJGC, "Malla transpirable perros". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/-/es/LEPSJGC-Arn%C3%A9s-malla-transpirable-perros/dp/B09B4MF5NW>
- [66] Ponsa, "Cinta de nylon". [En línea]. Disponible: <https://www.ponsa.com/cintas/cintas-estandar/>
- [63] Julius K9, "Camiseta neopreno". [En línea]. Disponible: <https://latiendak9.com/camiseta-neopreno-perro-julius-k9/>
- [64] Rabbitgoo, "Pechera para perro". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/-/es/Rabbitgoo-mascotas-ajustable-acolchado-reflectante/dp/B06XG4L5FL>
- [65] LEPSJGC, "Malla transpirable perros". [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/-/es/LEPSJGC-Arn%C3%A9s-malla-transpirable-perros/dp/B09B4MF5NW>
- [66] Ponsa, "Cinta de nylon". [En línea]. Disponible: <https://www.ponsa.com/cintas/cintas-estandar/>

[67] Ortocanis, "Sillas de ruedas para perros", Ortocanis, <https://www.ortocanis.com/es/content/como-elegir-la-mejor-silla-de-ruedas-para-nuestro-perro> (Consultado 10 ago., 2021).

[68] Ortopedia online, "Sillas de ruedas para perros", Ortopedia Mimas, <https://www.ortopediamimas.com/blog-de-ortopedia/partes-de-una-silla-de-ruedas/> (Consultado 10 ago., 2021).

[69] Ortocanis, "Ruedas de recambio para silla autoajustable", Ortocanis, <https://www.ortocanis.com/es/accesorios-silla-de-ruedas-autoajustable/ruedas-para-perro.html> (Consultado 10 ago., 2021).

[70] QWORK, "Juego de 2 ruedas de goma". [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/QWORK-ruedas-1-4-rodamiento-capacidad/dp/B08TW88QBY/ref=sr_1_2?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=21XDRKPACPXJS&dchild=1&keywords=5+inch+wheel&qid=1633709202&sprefix=rueda+5+p%2Caps%2C233&sr=8-2

[71] RWM Casters, "Rueda de poliolefina". [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/RWM-Casters-rueda-poliolefina-Negro/dp/B00426CIK8/ref=sr_1_3?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=21XDRKPACPXJS&dchild=1&keywords=5%2Binch%2Bwheel&qid=1633709202&sprefix=rueda%2B5%2Bp%2Caps%2C233&sr=8-3&th=1

[72] High Free, "Juego de 4 ruedas de repuesto para carrito de la compra". [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/HighFree-repuesto-carrito-5-0-di%C3%A1metro/dp/B088B6F4KY/ref=sr_1_9?

[__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=5+inch+wheel&qid=1633711490&sr=8-9](https://www.amazon.com/-/es/Small-Tires-and-Wheels-4-inch-closed-cell-foam-Eva-wheel/dp/B088B6F4KY/ref=sr_1_9?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=5+inch+wheel&qid=1633711490&sr=8-9)

[73] Small Tires and Wheels, "4 inch closed cell foam Eva wheel". [En línea]. Disponible: <https://smalltiresandwheels.com/product/4-inch-foam-wheel/>

[74] S. Cabezas, "Velcro". [En línea]. Disponible: <https://www.fayerwayer.com/2011/03/el-origen-de-el-velcro/>

[75] Acetal, "Hebilla plástico". [En línea]. Disponible: <https://www.pethardware.com/es/hebillas-plastico/hebilla-plastico-200/?v=507%20PL/40>

[76] King Chain, "Mosquetón giratorio de gatillo con argolla grande". [En línea]. Disponible: <https://www.richelieu.com/ca/es/categoria/ferreter-para-la-construccion/herrajes-en-general/herrajes-para-cuerda-cable-cadena/ganchos-de-seguridad/mosquet-giratorio-de-gatillo-con-argolla-grande/1224812/sku-480971>

[77] Ponsa, "Mosquetón seguridad". [En línea]. Disponible: <https://www.mundoherramienta.net/material-prevencion-riesgos-laborales/mosqueton-seguridad/>

[78] NFNatcane, "Sillas de ruedas para perros" [En línea]. Disponible: NFNatcane. [En línea]. Disponible: <https://nfnatcane.es/blog/sillas-de-ruedas-para-perros/>

[79] Mascotas domésticas, "Bóxer Alemán". [En línea]. Disponible: <https://mascotasdomesticas.net/diferencia-entre-boxers-estadounidenses-y-alemanes/>

- [80] HobeYHove, "HobeYHove Carrito de perro ajustable XS" [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/ajustable-traseras-mascotas-perritos-discapacitados/dp/B08R5KRC8H/ref=sr_1_2?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=wheelchairs%2Bfor%2Bsmall%2Bdogs&qid=1631719014&sprefix=sillas%2Bde%2Bruedas%2Bpara%2Bpeq%2Caps%2C253&sr=8-2&th=1
- [81] SHZICMY, "Silla de ruedas SHZICMY para perros pequeños" [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/-/es/ruedas-peque%C3%Blos-minusv%C3%Allidos-mascotas-ayudante/dp/B07RY2TQ86>
- [82] HobeYHove, "HobeYHove Carrito de perro ajustable XS" [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/HobeYHove-ajustable-extremidades-paralizadas-recuperar/dp/B08NYM33TD/ref=sr_1_3?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=wheelchairs%2Bfor%2Bsmall%2Bdogs&qid=1631721634&sr=8-3&th=1
- [83] HeoBam, "Silla de ruedas XS HeoBam" [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/peque%C3%Blos-ajustable-rehabilitaci%C3%B3n-discapacitados-conveniente/dp/B08P2NW2PN/ref=sr_1_2?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=dog+wheelchair+xs&qid=1631722891&sr=8-2
- [84] HeoBam, "Silla de 4 ruedas XS HeoBam" [En línea]. Disponible: https://www.amazon.com/-/es/HeoBam-peque%C3%Blo-ajustable-peque%C3%Blos-rehabilitaci%C3%B3n/dp/B0967QK228/ref=sr_1_13?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=wheelchair+for+small+dogs&qid=1631723247&sr=8-13
- [85] Walkin' Wheels, "Walkin' Wheels Ligero para perros pequeños" [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.com/dp/B01BT84GEC?tag=monederosmart.com-20&linkCode=ogi&th=1>
- [86] Basic Livin, "Mesa plegable rectangular 122 x 60 x 72 cm". [En línea]. Disponible: <https://cr.epaenlinea.com/mesa-plegable-rectangular-122-x-60-x-72-cm.html>
- [87] Niubó, "Escuadra abatible para mesas extensibles". [En línea]. Disponible: <https://www.niuboshop.com/escaire-abatible-per-taules>
- [88] JingPieCle, "Mesa plegable de 4 pies". [En línea]. Disponible: https://m.media-amazon.com/images/I/51A5n63d1pL_AC_SL1500_.jpg
- [89] Durman, "Certificaciones", Durman, <https://www.durman.com/certificaciones.html> (Consultado 5 nov., 2021).
- [90] M. E. Martínez, "Andador para perros, no es una silla de ruedas. Mitos y verdades", Memcirugia, 2014. Consultado 03 nov. 2021. [En línea]. Disponible: http://www.memcirugia.com.ar/pdfs/sillas_de_ruedas.pdf
- [91] Durman, "Tubería SDR", Durman, <https://www.durman.com/descargas/TuberiaSDR/fichas/FTtubosSDR.pdf> (Consultado 10 nov., 2021).
- [92] Sumitec, "Aleaciones de aluminio", Sumitec, <http://www.sumiteccr.com/aluminio/AL03.pdf> (Consultado 10 nov., 2021).

12.


Anexos

Anexo 1:

Consentimientos informados encargados

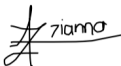
Se solicita el consentimiento de los encargados de perros para documentar las entrevistas en grabaciones.

Por este medio, yo Diana Hernández Jiménez cédula de identidad 114020374, el día 13 del mes de agosto del 2021, autorizo a Andrea Michelle Rojas Jiménez, cédula de identidad 1 1763 0652 a utilizar la información facilitada en grabaciones, fotografías y videos como parte de la investigación para su trabajo de graduación sobre el diseño de una ayuda técnica para la movilidad de perros con parálisis en las extremidades posteriores durante el II semestre del año 2021.




Firma

Por este medio, yo Arianna Zuñiga Fallas cédula de identidad 117440265, el día 13 del mes de Agosto del 2021, autorizo a Andrea Michelle Rojas Jiménez, cédula de identidad 1 1763 0652 a utilizar la información facilitada en grabaciones, fotografías y videos como parte de la investigación para su trabajo de graduación sobre el diseño de una ayuda técnica para la movilidad de perros con parálisis en las extremidades posteriores durante el II semestre del año 2021.




Firma

Por este medio, yo María Fernanda Badilla G cédula de identidad 1.1738.0618, el día 21 del mes de agosto del 2021, autorizo a Andrea Michelle Rojas Jiménez, cédula de identidad 1 1763 0652 a utilizar la información facilitada en grabaciones, fotografías y videos como parte de la investigación para su trabajo de graduación sobre el diseño de una ayuda técnica para la movilidad de perros con parálisis en las extremidades posteriores durante el II semestre del año 2021.




Firma

Por este medio, yo Sofía Sandoval Pérez cédula de identidad 1-17620974, el día 13 del mes de Agosto del 2021, autorizo a Andrea Michelle Rojas Jiménez, cédula de identidad 1 1763 0652 a utilizar la información facilitada en grabaciones, fotografías y videos como parte de la investigación para su trabajo de graduación sobre el diseño de una ayuda técnica para la movilidad de perros con parálisis en las extremidades posteriores durante el II semestre del año 2021.




Firma

Por este medio, yo Katherina Jurburg Chaves cédula de identidad 1 1810 0308, el día 12 del mes de agosto del 2021, autorizo a Andrea Michelle Rojas Jiménez, cédula de identidad 1 1763 0652 a utilizar la información facilitada en grabaciones, fotografías y videos como parte de la investigación para su trabajo de graduación sobre el diseño de una ayuda técnica para la movilidad de perros con parálisis en las extremidades posteriores durante el II semestre del año 2021.



Firma

Por este medio, yo Deborah Barrios Jiménez cédula de identidad 206340250, el día 01 del mes de 09 del 2021, autorizo a Andrea Michelle Rojas Jiménez, cédula de identidad 1 1763 0652 a utilizar la información facilitada en grabaciones, fotografías y videos como parte de la investigación para su trabajo de graduación sobre el diseño de una ayuda técnica para la movilidad de perros con parálisis en las extremidades posteriores durante el II semestre del año 2021.



Firma

Anexo 2:

Consentimientos informado veterinarios

Se solicita el consentimiento de los veterinarios para documentar las entrevistas en video.

Por este medio, yo Esteban Salmerón Sibaja, cédula de identidad 207210487, autorizo a Andrea Michelle Rojas Jiménez, cédula de identidad 1 1763 0652, estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica a documentar por medio de audio, video y fotografías la entrevista realizada a mi persona el día 24 del mes de 8 del 2021. Asimismo, la autorizo de utilizar este material audiovisual, la información y material suministrado como parte de la investigación para su trabajo de graduación sobre el diseño de una ayuda técnica para la movilidad de perros con parálisis en las extremidades posteriores, durante el II semestre del año 2021.

La titular de la investigación se compromete a resguardar la información que sea suministrada y utilizarla para fines meramente académicos de acuerdo con lo estipulado en la Ley No. 8968.




Estudiante Andrea Rojas Jiménez



Persona entrevistada

Por este medio, yo Eneth Rodríguez Viquez, cédula de identidad 21186430, autorizo a Andrea Michelle Rojas Jiménez, cédula de identidad 1 1763 0652, estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica a documentar por medio de audio, video y fotografías la entrevista realizada a mi persona el día 10 del mes de Octubre del 2021. Asimismo la autorizo de utilizar este material audiovisual, la información y material suministrado como parte de la investigación para su trabajo de graduación sobre el diseño de una ayuda técnica para la movilidad de perros con parálisis en las extremidades posteriores durante el II semestre del año 2021.

La titular de la investigación se compromete a resguardar la información que sea suministrada y utilizarla para fines meramente académicos de acuerdo con lo estipulado en la Ley No. 8968.



Estudiante Andrea Rojas Jiménez



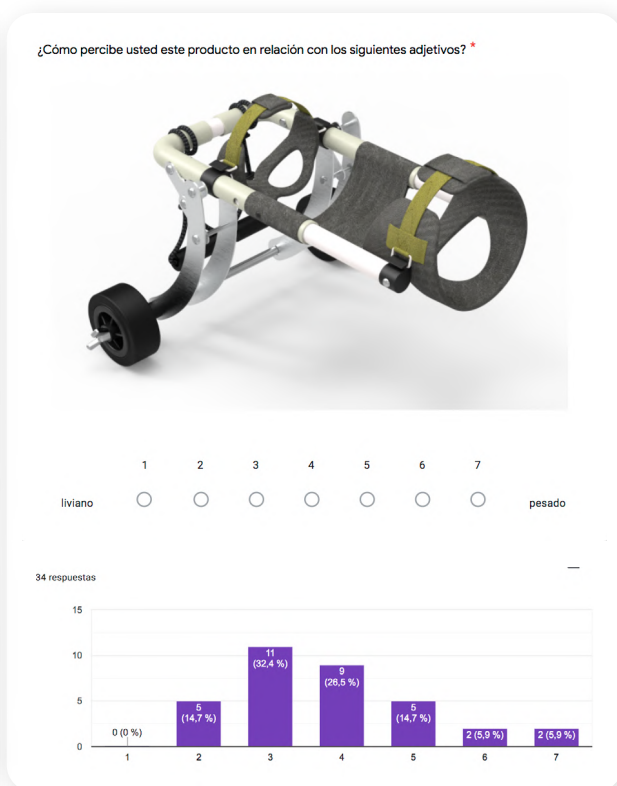
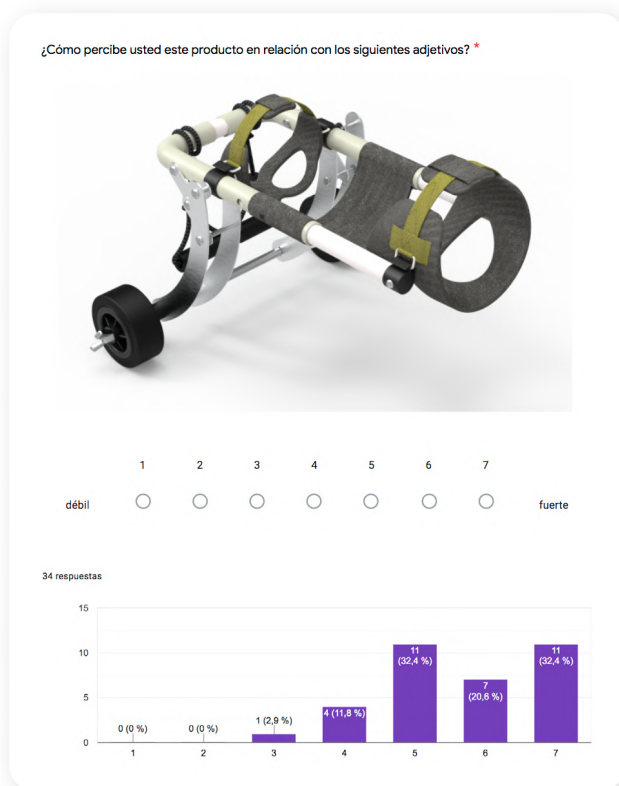
Persona entrevistada

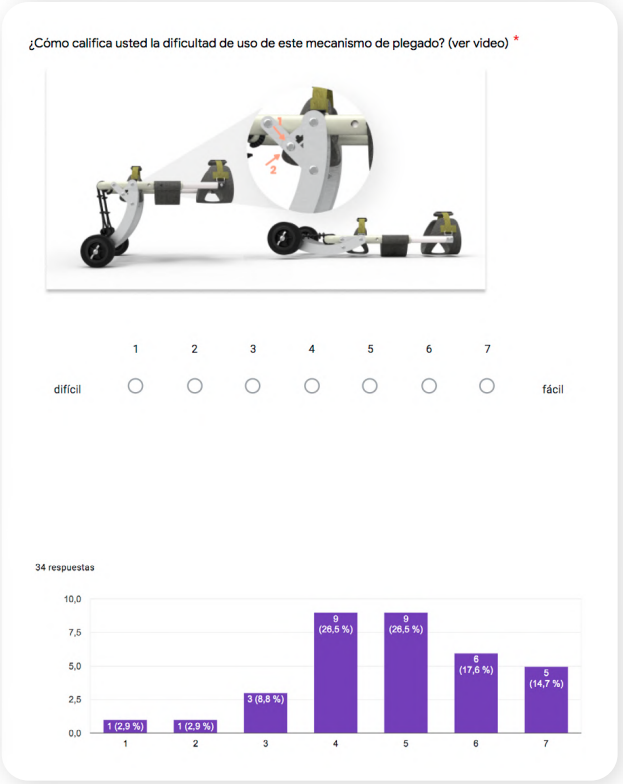
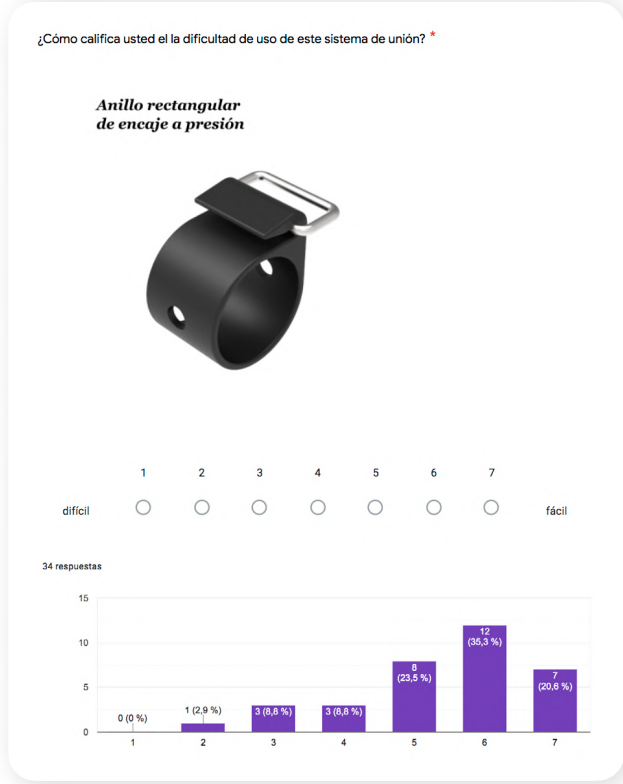
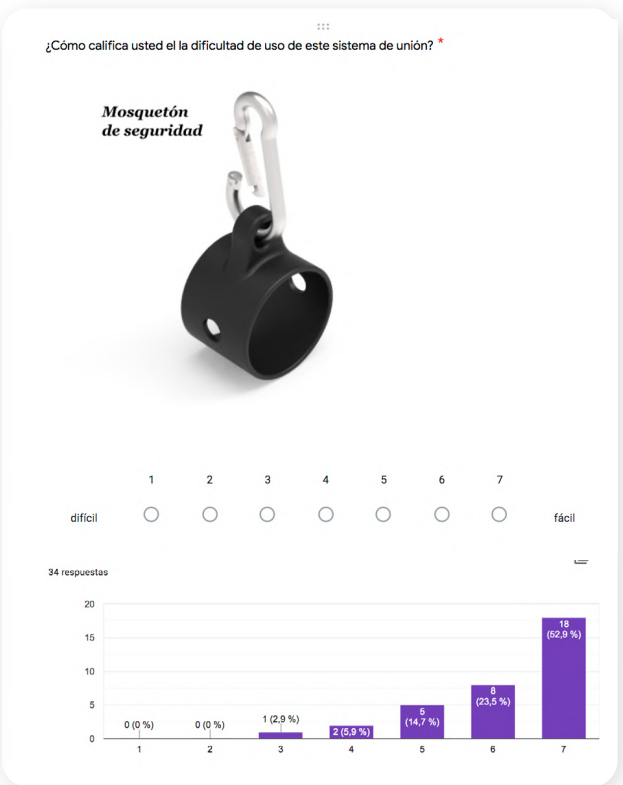
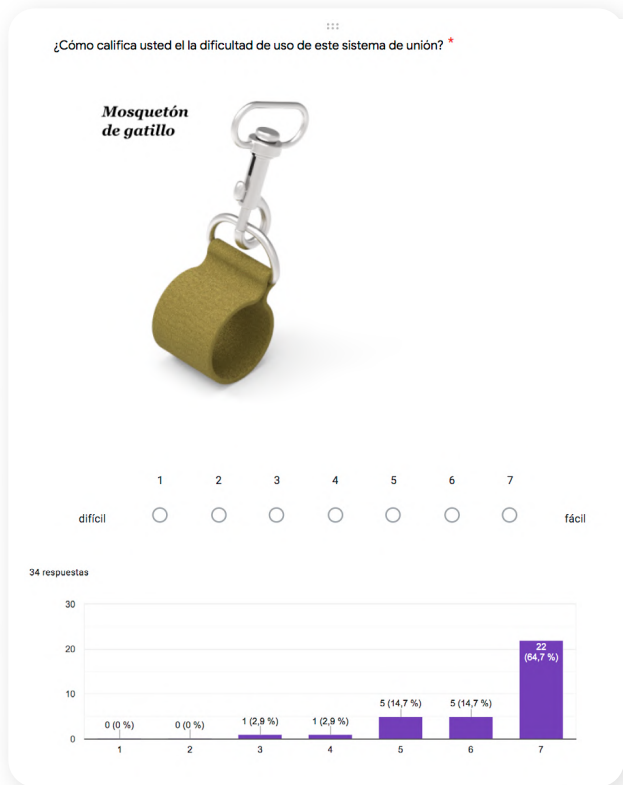
Anexo 3:

Resultados de validación de perceptualidad

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la validación de perceptualidad del producto diseñado. Esta validación se llevó a cabo utilizando los renders realizados.

El prototipo físico elaborado únicamente fue utilizado para validar el tamaño y mecanismo de plegado, ya que no contaba con los materiales finales, por lo que no era apto para esta validación que evaluaba la parte estética.





Anexo 4:

Fichas técnicas

Durman®

FT Tubería Tipo SDR

Descripción

Tubería de PVC para conducción de agua potable.

Presentación

Tubería PVC

Diámetros de ½ a 18 pulgadas

Empaque Rieber incorporado o campana cementada

La presión de trabajo varía de acuerdo al SDR

Norma de referencia ASTM D 2241

Aplicaciones y consideraciones básicas

- Este producto es utilizado solamente para sistemas de distribución agua.
- No es apto para la distribución de gases o aire comprimido.

Normas de producto

- Norma ASTM D 2241
- NSF STD 14-61 (si el cliente lo requiere)

Características generales

- Fácil instalación
- Químicamente inerte
- No produce olores ni sabores
- Libres de plomo
- Apariencia uniforme

Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Díam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)					
		SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
12	21,34±0,10	...	...	...	...	...	1,57+0,09
18	26,67±0,10	...	...	...	1,52+0,09	1,57+0,09	1,98+0,12
25	33,40±0,13	...	...	1,52+0,09	1,60+0,10	1,96+0,12	2,46+0,15
31	42,16±0,13	1,18+0,07	1,52+0,09	1,63+0,10	2,01+0,12	2,49+0,15	3,12+0,19
38	48,26±0,15	1,18+0,07	1,52+0,09	1,85+0,11	2,29+0,14	2,84+0,17	3,58+0,21
50	60,32±0,15	1,47+0,09	1,85+0,11	2,31+0,14	2,87+0,17	3,56+0,21	4,47+0,27
62	73,02±0,18	1,78+0,11	2,24+0,13	2,79+0,17	3,48+0,21	4,29+0,26	5,41+0,32
75	88,90±0,20	2,16+0,13	2,74+0,16	3,43+0,21	4,24+0,25	5,23+0,31	6,58+0,39
100	114,30±0,23	2,79+0,17	3,51+0,21	4,39+0,26	5,44+0,33	6,73+0,40	8,46+0,51
150	168,28±0,28	4,11+0,25	5,18+0,31	6,48+0,39	8,03+0,48	9,91+0,59	12,47+0,75
200	219,08±0,38	5,33+0,32	6,73+0,40	8,43+0,51	10,41+0,62	12,90+0,77	...
250	273,05±0,38	6,65+0,40	8,41+0,50	10,49+0,63	12,98+0,78	16,05+0,96	...
300	323,85±0,38	7,90+0,47	9,96+0,60	12,45+0,75	15,39+0,92	19,05+1,14	...
375	388,62±0,41	9,47+0,57	11,96+0,72	14,94+0,90	18,49+1,11	...	...
450	457,20±0,48	11,15+0,67	14,07+0,84	17,58+1,05	21,77+1,31	26,90+1,61	...

Presión nominal de trabajo a 23 °C

	SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
psi	100	125	160	200	250	315
Kg/cm ²	7,03	8,93	11,25	14,06	17,58	22,15
kPa	690	862	1103	1379	1724	2172



Última revisión: Abril, 2015

HABLEMOS.

Fig. 122 PVC SDR. [91]




ALEACIONES DE ALUMINIO

AA 3003 H14 (UNS A93003)



1. Descripción: Esta aleación de aluminio y manganeso tiene buena capacidad para ser deformada, combinada con su buena resistencia a la corrosión y de buen soldado. Principalmente utilizado en recipientes para almacenar sustancias varias, también se utiliza en pasillos y puentes en plantas industriales.

2. Normas involucradas: ASTM B-209

3. Propiedades mecánicas: Resistencia a la fluencia: 145 MPa (21 KSI)
Resistencia máxima: 152 MPa (22 KSI)
Elongación 8% (en 50mm, espesor 1.6 mm)
Módulo de elasticidad: 69 GPa (10000 KSI)

4. Propiedades físicas: Densidad 2.73 g/cm³ (0.0986 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.05- 0.20 % Cu mín
1.00 – 1.50 % Mn
0.70 % Fe
0.60 % Si máx
0.10 % Zn máx

6. Usos: Se utiliza para recipientes a presión, recipientes para almacenamiento de alimentos y algunos productos químicos, tanques para aceite y gasolina.

NOTA:
Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumpla el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

(506) 2591-7514 ☎
(506) 2551- 4169 📠
info.clientes@sumiteccr.com 📧



www.sumiteccr.com



Fig. 123. Ficha técnica Aluminio 3003. [92]

Anexo 5:

Cronograma

Al principio del semestre se planteó el siguiente cronograma para llevar a cabo el proyecto.

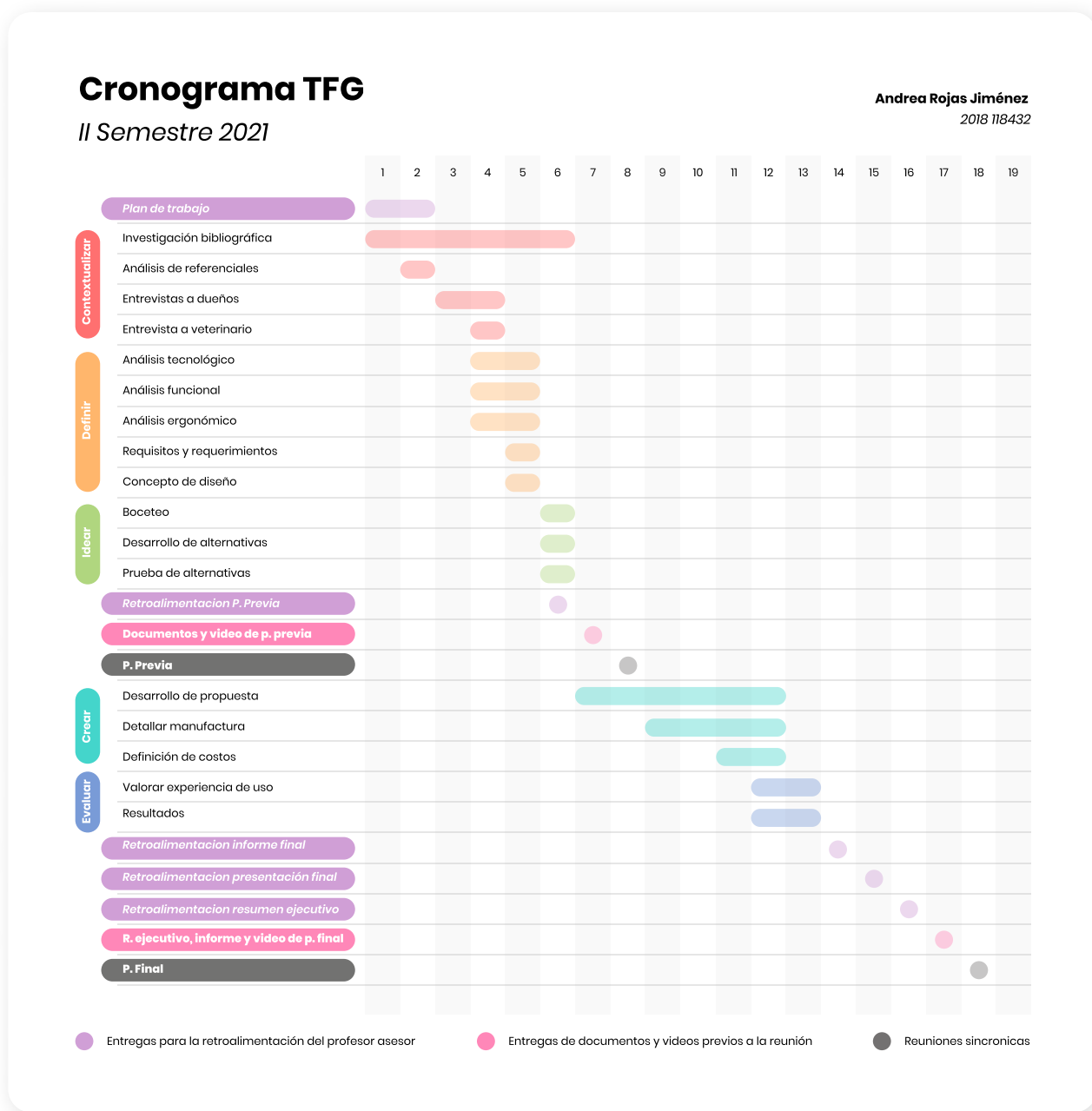


Fig. 124. Cronograma.