

# Doggo

Andador canino colapsable para perros de raza pequeña con parálisis de tren posterior

Memoria para optar al título de Diseñadora industrial

Alejandra Bustos Aedo

Profesor guía: Mauricio Tapia Reyes

Santiago, Chile  
2020



# Doggo

Andador canino colapsable para perros de raza  
pequeña con parálisis de tren posterior

Memoria para optar al título de Diseñadora industrial

Alejandra Bustos Aedo

Profesor guía: Mauricio Tapia Reyes



Santiago, Chile  
2020



Agradecimientos

*Agradezco a Jennifer y Lucas, por su disposición y entusiasmo.*

*A Mauricio por su guía y paciencia.*

*A Cristian y Daniel por acompañarme en el desarrollo del prototipo.*

*A mis amigos por las palabras de aliento.*

*Y a mi madre Maritza, por su incondicionalidad y contención.*



# Tabla de contenidos

Resumen.....	Pág. 11
Abstract.....	Pág. 12
Indroducción.....	Pág. 13
<b>Cap I. Presentación</b>	
1.1 Problemática.....	Pág. 16
1.2 Oportunidad de diseño.....	Pág. 18
1.3 Objetivos.....	Pág. 18
1.3.1 Objetivo general.....	Pág. 18
1.3.2 Objetivos específicos.....	Pág. 18
1.4 Alcances y limitaciones.....	Pág. 19
<b>Cap II. Contexto</b>	
2.1 Lazo humano-animal.....	Pág. 21
2.1.1 Los comienzos.....	Pág. 21
2.1.2 Animales de compañía.....	Pág. 22
2.2 El mundo de las mascotas.....	Pág. 23
2.2.1 En Chile.....	Pág.23
2.2.2 Los guardianes.....	Pág.25
2.2.3 Problemáticas a nivel país.....	Pág. 27
2.2.4 Tenencia responsable.....	Pág. 28
2.2.5 Organizaciones de protección animal.....	Pág. 29
2.2.6 Visita a Fundación Chile Mestizo.....	Pág. 30
2.2.7 La discapacidad.....	Pág. 31
2.3 El mercado.....	Pág. 33
2.3.1 A nivel global.....	Pág. 34
2.3.2 En el país.....	Pág. 34
2.3.4 Nuevas formas de diseño.....	Pág. 35
2.3.5 Personalización masiva.....	Pág. 37
2.3.6 Tecnologías CAD/CAM.....	Pág. 38
2.4 Antecedentes veterinarios.....	Pág. 40
2.4.1 ¿Cómo se origina una parálisis?.....	Pág. 40

2.4.2 Cifras en servicio de urgencias.....	Pág. 40
2.4.3 Anatomía afectada.....	Pág. 42
2.4.4 Biomecánica.....	Pág. 43
2.4.5 Zoometría canina.....	Pág. 44

### Cap III. Elementos protésicos

3.1 ¿Prótesis u ortesis?.....	Pág. 46
3.2 Breve mirada a la historia.....	Pág. 47
3.3 Aplicación del diseño digital.....	Pág. 48
3.4 Precedentes en animales.....	Pág. 50
3.5 Estado actual de los carros ortopédicos.....	Pág. 52
3.5.1 Carros estandarizados.....	Pág. 53
3.5.2 Carros personalizables.....	Pág. 56
3.5.3 DIY.....	Pág. 57
3.5.4 Diseños conceptuales.....	Pág. 59
3.5.5 Conclusiones.....	Pág. 63
3.6 Conclusiones generales.....	Pág. 64

### Cap IV. Proyecto de diseño

4.1 Planteamiento de objetivos.....	Pág. 66
4.2 Investigación preliminar.....	Pág. 67
4.3 Usuario objetivo.....	Pág. 70
4.4 Sujeto de estudio.....	Pág. 71
4.5 Propuesta conceptual.....	Pág. 73
4.6 Requerimientos de diseño.....	Pág. 74
4.7 Primeras aproximaciones.....	Pág. 76
4.7.1 Exploración formal.....	Pág. 76
4.7.2 Exploración funcional.....	Pág. 77
4.7.3 Observación sujetos.....	Pág. 78
4.8 Propuesta formal.....	Pág. 79
4.9 Diseño de prototipo.....	Pág. 80
4.9.1 Marco.....	Pág. 80
4.9.2 Mecanismo.....	Pág. 81
4.9.3 Carcasas.....	Pág. 83
4.9.4 Ruedas.....	Pág. 86



4.9.5 Conclusiones.....	Pág. 88
4.10 Nuevas direcciones.....	Pág. 89
4.10.1 Función calibrable.....	Pág. 90
4.10.2 Nueva carcasa.....	Pág. 91
4.10.3 Modo de acople.....	Pág. 93
4.10.4 Arnés personalizado.....	Pág. 94
4.10.5 Render final.....	Pág. 96
Cap V. Conclusiones y proyecciones.....	Pág. 98
Cap VI. Bibliografía.....	Pág. 100
Cap VII. Anexos.....	Pág. 101



# Resumen

Doggo es una prótesis canina diseñada para contribuir al bienestar animal de perros de raza pequeña con algún grado de parálisis en sus extremidades posteriores.

En Chile, aunque no se encuentran registros, la discapacidad animal existe y parece pasar desapercibida. Gran parte de esos animales suelen ser abandonados o incluso sacrificados debido a la desinformación y, sobre todo, por el “sacrificio” energético y económico que puede significar tener un animal con este tipo de discapacidades para las personas.

Los carros ortopédicos existentes en el mercado satisfacen solamente la necesidad de desplazamiento, lo que no parece ser suficiente si los usuarios son seres llenos de energía que no perciben la discapacidad física como una limitación. Adicional a esto, la producción de artefactos hechos a la medida utiliza procesos que demoran la entrega a los clientes, sobre todo en un país donde los fabricantes son escasos.

Es aquí donde se identifica una oportunidad de diseño que tiene como resultado el desarrollo de un prototipo de prótesis tipo carro cuyos componentes funcionan de manera dinámica permitiendo al perro adoptar una posición de descanso sin necesidad de retirar el artefacto. El sujeto de estudio es Lucas, un poodle de 4 años con parálisis parcial causada por un atropello.

Por medio de la fabricación digital es posible también explorar la posibilidad de crear un objeto con alto valor estético para las personas amantes de los animales, quienes se desenvuelven en un mundo y mercado donde el diseño personalizado gana terreno con rapidez.

*Conceptos clave: Prótesis, bienestar animal, diseño digital, manufactura aditiva, personalización.*

# Abstract

Doggo is a canine prosthesis designed to contribute to the animal welfare of small breed dogs with some degree of paralysis in their hind limbs.

In Chile, although no records are found, animal disability exists and seems to go unnoticed. A large part of these animals are usually abandoned or even slaughtered due to misinformation and, above all, due to the energetic and economic “sacrifice” that having an animal with this type of disability can mean for people.

The orthopedic carts on the market only satisfy the need for movement, which does not seem to be enough if the users are beings full of energy who do not perceive physical disability as a limitation. In addition to this, the production of custom-made appliances uses processes that delay delivery to customers, especially in a country where manufacturers are scarce.

It is here where a design opportunity is identified that results in the development of a prototype carriage-type prosthesis whose components work dynamically allowing the dog to adopt a resting position without removing the device. The study subject is Lucas, a 4-year-old poodle with partial paralysis caused by an accident.

Through digital manufacturing it is also possible to explore the possibility of creating an object with high aesthetic value for animal lovers, who operate in a world and market where custom design is rapidly gaining ground.

*Key concepts: Prosthetics, animal welfare, digital design, additive manufacturing, personalization.*

# Introducción

En las últimas décadas, la tenencia de animales de compañía o mascotas ha aumentado significativamente en todo el mundo. Se estima que en Estados Unidos existen más 70 millones de mascotas, mientras que, en Chile, estas residen en aproximadamente el 65% de los hogares, siendo el perro el más común.

El lazo afectivo ha convertido a las mascotas en integrantes de las familias, lo que ha derivado en el surgimiento de nuevos mercados dedicados a su alimentación, confort, entretención, vestimenta, entre otras, y también el de nuevas problemáticas, lo que ha impulsado la creación de leyes que velan por su protección y tenencia responsable.

Una de las mayores problemáticas en Chile es el alto índice de abandono y la poca fiscalización, además del escaso acceso a servicios públicos de atención veterinaria y costos elevados en las clínicas privadas.

En respuesta, han surgido fundaciones y ONG con voluntarios que se dedican a rescatar, tratar y rehabilitar animales abandonados, con el fin de reincorporarlos a familias definitivas. Una de ellas es la fundación Chile Mestizo en la comuna de La Pintana, Santiago, donde se evidencia una

problemática más específica: la discapacidad física. Cerca de una cuarta parte de los perros que se encuentran en el albergue tienen capacidades motrices reducidas, producto de amputaciones y parálisis en sus extremidades traseras. Según Ingrid Loza, directora de la fundación, estos animales usualmente terminan sus vidas viviendo en el refugio, debido a la reticencia que hay de parte de los guardianes a adoptarlos.

Las paraplejas tienen mayor incidencia en perros, y son causadas por enfermedades degenerativas o lesiones en la columna vertebral producto de accidentes traumáticos, como caídas, y en gran medida, atropellos. Dependiendo del diagnóstico, existen tratamientos orientados a la rehabilitación, y en caso de que las lesiones sean permanentes o irreversibles se realizan terapias paliativas acompañadas del uso de aparatos protésicos (andador).

Las extremidades posteriores son las mayores responsables de dar impulso al animal al moverse debido a su anatomía, y sin duda el uso de estos aparatos ha dado a estos perros nuevas oportunidades para seguir viviendo sus vidas aplacando el impacto que generan las lesiones. Sin embargo, los diseños desarrollados contemplan su uso solamente en movimiento, por lo

que deben ser utilizados en ciclos para que el perro pueda descansar.

A partir del análisis del mercado de carros ortopédicos se distinguen modelos básicos con elementos fundamentales para el correcto funcionamiento, además de materiales recurrentes en sus componentes como el aluminio, el acero y las correas de nylon.

En Chile, para obtener uno de estos carros, los usuarios suelen recurrir a la importación desde China o Estados Unidos, también a pymes asesoradas por médicos veterinarios, aunque debido a la baja existencia de estas últimas, los dueños suelen confeccionarlos ellos mismos con materiales de bajo costo, como los tubos de PVC. Estos, al ser confeccionados sin los parámetros médicos representan un riesgo potencial de ocasionar otras complicaciones como lesiones en la piel y fatiga en las extremidades delanteras y/o columna.

El presente proyecto pretende desarrollar una evolución al carro ortopédico clásico para perros, analizado para fortalecer su valor tanto funcional como de usabilidad y estético con el fin de generar una alternativa con mayor acceso para los usuarios y, sobre todo, disminuir el impacto de la discapacidad locomotora y uso del andador para así mejorar el estilo de vida no solo del perro, sino también de su guardián.

Considerando las habilidades y técnicas desarrolladas en la carrera de Diseño, se exploran técnicas de prototipado rápido utilizando el diseño asistido por computador y la fabricación digital.

Para llevar a cabo el proyecto se realiza revisión bibliográfica, se analizan las soluciones dadas a las problemáticas planteadas con el fin de identificar los elementos que las componen y cuáles resultan claves para lograr los objetivos expresados anteriormente. También se realizan entrevistas con especialistas veterinarios, además de realizar pruebas con un sujeto de estudio particular con parálisis en sus extremidades traseras.

# 01 | PRESENTACIÓN

## 1.1 Problema

Los carros ortopédicos existentes satisfacen la necesidad de apoyo y movilidad del tren posterior (extremidades traseras) del animal al momento de encontrarse de pie, brindando un apoyo móvil mediante el uso de ruedas e inmovilizando las extremidades atrofiadas. Esto impide que se pueda hacer uso prolongado del carro, ya que el perro debe descansar a lo largo del día, por lo que se establecen ciclos de uso en los que la duración y el tiempo entre estos depende de la capacidad física de cada perro y del horario que establece el dueño en conjunto con el veterinario y terapeuta. Una vez el tiempo de uso termina, el andador debe ser retirado y el perro debe mantenerse en un espacio controlado, donde el requisito más importante es la presencia de pisos de superficie lisa como la cerámica o piso flotante para que el animal pueda desplazarse en forma de arrastre sin riesgo de desarrollar lesiones en la piel.

Existen en el mercado productos destinados al uso en los tiempos de descanso.

Algunos se enfocan en recubrir las extremidades y el abdomen para prevenir las heridas provocadas por el roce, mientras que otros tienen una función de apoyo, a modo de camas. Estos últimos son menos recomendados por los veterinarios, ya que al adoptar una misma posición por tiempos prolongados pueden provocarse las denominadas heridas de presión, además de otras enfermedades asociadas con la falta de movimiento, como la obesidad o la pérdida de masa muscular.

Si bien todos estos artículos representan una ayuda importante para el cuidado de la mascota, su utilización significa el aumento de la dependencia del animal con el guardián. En consecuencia, afecta al mismo tiempo el estilo de vida del dueño debido a la demanda de tiempo extra que significa realizar estos ciclos mencio-



nados, limitando la posibilidad de compartir, jugar y pasear en lugares fuera del hogar. Lo anterior, se traduce, en algunos casos, en abandonos o en la reticencia a la adopción de futuras mascotas causada por la “carga” que podría llegar a significar el tener una mascota discapacitada, como manifiestan voluntarios de refugios y veterinarios contactados para este estudio.

También, de acuerdo con testimonios de los usuarios, los carros resultan difíciles de manejar al momento de manipularlos, lo que requiere de mucha práctica para dominar, restringiendo la cantidad de personas que pueden realizar la tarea en un mismo hogar.

A partir del análisis del estado del arte de los carros ortopédicos se concluye que estos comparten, en su mayoría,

un lenguaje formal enfocado únicamente en la funcionalidad de los productos y no en su estética. Algunos referentes abordan este último factor ofreciendo al comprador la oportunidad de personalizar el producto por medio de la elección de colores de sus correas o uniones.

Por último, estudiando el mercado en conjunto a la kinesióloga veterinaria Camila Sepúlveda, esta afirma que la mejor opción en términos médicos son los carros fabricados a medida, debido a que estos consideran la anatomía de cada animal en específico. Por otra parte, si bien existe una amplia oferta de carros con medidas regulables, son pocas empresas las que se asesoran con expertos para asegurar el bienestar del animal, como Handicapped Pets en Estados Unidos, siendo pocas de las reconocidas las que realizan envíos a Chile.

## 1.2 Oportunidad de diseño

Respondiendo a lo anterior, se plantea el desarrollo de un prototipo cuyos componentes cubran tanto la necesidad de desplazamiento de la mascota como también la posibilidad de que ésta pueda adoptar una postura de descanso sin necesidad de que el dueño retire el aparato, buscando así, entregarle libertad de movimiento del perro a lo largo del día y mitigar el impacto causado por la alta dependencia del animal hacia la persona.

Además, se propone integrar elementos enfocados en facilitar la interacción del guardián con el objeto en su uso y explorar los factores estéticos que pueden entregarle un valor diferenciador.

Al momento de realizar esta investigación se presenta la oportunidad de ingresar al laboratorio de prototipado FabLab del campus sur de Inacap, lo que abre la posibilidad de desarrollar el proyecto en el marco del diseño asistido por computadoras y el prototipado digital utilizando tecnologías como impresión 3D, corte láser y fresado CNC, además de los materiales que estos procesos implican, y de esta forma ampliar el abanico de propuestas experimentando con formas que con otros procesos más tradicionales puedan resultar difíciles de fabricar.

## 1.3 Objetivos

### Objetivo general:

Desarrollar un carro ortopédico que amplíe la capacidad y autonomía de desplazamiento de canes de raza pequeña por medio del prototipado digital, y al mismo tiempo agregar valor al objeto en su interacción con los guardianes

### Objetivos específicos:

- ❌ Reformular las características formales y funcionales de los carros ortopédicos ya existentes.
- ❌ Diseñar un mecanismo abatible que permita al perro la transición entre la posición de marcha y la posición de descanso.
- ❌ Simplificar la interacción del objeto con el guardián mediante el modo de uso.
- ❌ Establecer parámetros para una exploración estética enfocada en las preferencias del guardián.

## 1.4 Alcances y limitaciones

En este proyecto se pretende elaborar un diseño terminado a nivel conceptual además de una propuesta de apariencia visual con algunas variantes y un prototipo físico enfocado en el mecanismo abatible. El diseño del prototipo se centra en un usuario específico debido a las consideraciones médicas recomendadas por una profesional veterinaria y por la disponibilidad de sujetos de prueba, por lo que se acota el proyecto a perros de raza pequeña.

Debido a la crisis sanitaria que afecta el país desde marzo del presente año, no fue posible la fabricación del prototipo para

las pruebas finales destinadas a la validación del funcionamiento del mecanismo, sin embargo, con las pruebas anteriormente realizadas es posible inferir resultados que podrían demostrar la consecución de los objetivos declarados.

El proyecto es desarrollado en el laboratorio de fabricación digital de la universidad tecnológica INACAP.

## 02 | CONTEXTO

## 2.1 El lazo humano-animal

### 2.1.1 Los comienzos

La estrecha relación entre humanos y animales no es reciente. Se estima que a finales de la era glacial inicia el proceso de domesticación de animales y plantas, que se define a grandes rasgos como la inclusión de las especies, sea total o parcialmente a la sociedad humana, un proceso gradual tanto biológico, como cultural y conductual\*, y que no solo impulsó el desarrollo tecno-económico de diversas culturas por todo el mundo, sino también conllevó un cambio demográfico a nivel social y espiritual. La domesticación puede ser considerada como la última fase en la intensificación de la relación entre sociedades humanas y animales, y dentro de esta se identifican otras fases que van desde el control de animales salvajes y cautivos

hasta el desarrollo de crías, llegando de esta forma a la clasificación de mascotas.

Clutton-Brock (1997) enfatiza en que la domesticación de lobos a perros es un evento cultural importante en la historia del Homo sapiens, debido, entre otras cosas, a la capacidad de los perros de entender el lenguaje corporal de las personas y viceversa, lo que permite una comunicación positiva.

### 2.1.2 *Animales de compañía*

Hoy, las mascotas son parte integral de las familias humanas. Las cifras a nivel mundial evidencian su presencia en más de la mitad de los hogares, siendo el perro el animal predominante.

Es a raíz de la naturaleza de la relación, Webster (1966) define a la mascota como “animal que es domesticado, mantenido como un favorito o tratado con afecto” y define a los dueños como guardianes, ya que considera que el término “dueño” no representa la real relación afectiva existente entre los actores. Asimismo, Irvine (2004) sentenció que “mientras que la mascota debe obedecer y entretener un “dueño”, el animal de compañía tiene un guardián o un cuidador que reconoce el animal como uno cuyas maneras de estar en el mundo son radicalmente diferentes pero que aún merecen respeto”, no obstante, en este

documento se utilizarán ambos conceptos ya que el término “mascotas” es utilizado comúnmente por las personas.

Varios autores sugieren que la presencia de animales resulta beneficiosa para las personas tanto física como psicológicamente. Otros, ahondan en los efectos positivos que tienen en el desarrollo de niños pequeños. Como ejemplo, los psicólogos Bradley Smith y Ashley Dale concluyen que las terapias asistidas por animales en las salas de clases pueden contribuir a la mejora en los comportamientos sociales, además de la inclusión, la comunicación y la creación de lazos interpersonales para niños con trastorno del espectro autista (TEA).

## 2.2 El mundo de las mascotas

Respecto a las cifras de tenencia de mascotas en el mundo, en Estados Unidos se estiman aproximadamente 70 millones de perros mascota, lo que corresponde a 1 perro cada 4.6 personas, y 74 millones de gatos, a este le siguen Brasil y China, mientras que en Latinoamérica la lista la encabeza Argentina, donde el 80% de los hogares declara convivir con una mascota, México con un 79% y Chile con un 65%.

### TOP 10 PAÍSES CON MÁS PERROS

Estados Unidos	69 M
Brasil	35,8 M
China	27,4 M
Rusia	12,5 M
Japón	12 M
Filipinas	11,6 M
India	10,2 M
Argentina	9,2 M
Reino Unido	9 M
Francia	7,5 M

### TOP 10 PAÍSES CON MÁS GATOS

Estados Unidos	74 M
China	53,1 M
Rusia	17,8 M
Brasil	12,4 M
Francia	11,4 M
Alemania	8,2 M
Reino Unido	8 M
Italia	7,4 M
Ucrania	7,3 M
Japón	7,3 M

Tablas 1 y 2 Ranking de los 10 países con mayor cantidad de perros y gatos, fuente: [www.Mapsofworld.com](http://www.Mapsofworld.com)

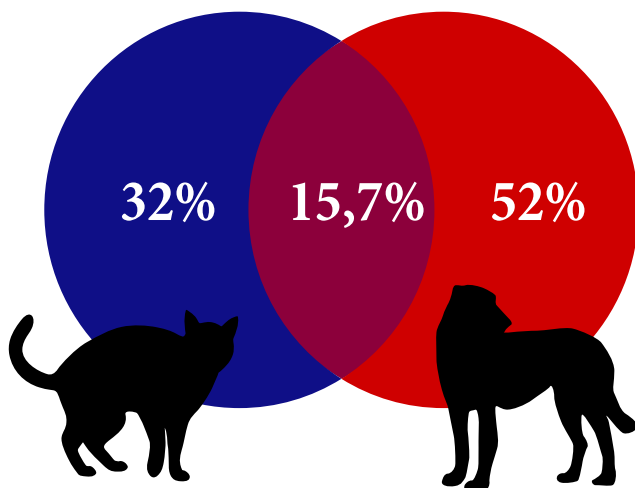
### 2.2.1 En Chile

Sin duda, se puede afirmar que las mascotas forman parte de la mayoría de las familias locales. Según los sondeos realizados por Adimark y Cadem los años 2018 y 2019 respectivamente, donde se encuestaron a 4800 hombres y mujeres mayores de 15 años, aproximadamente en 6 de cada 10 hogares chilenos residen mascotas, con un promedio de dos animales por recinto.

Si bien el 96% de los encuestados declara que la mascota es un miembro más de la familia, y el 26% afirma vacacionar con ellos incluidos, llama la atención que cerca del 42% no han inscrito a su mascota en el registro nacional.

Los conceptos dog y cat lover son adoptados por los dueños o guardianes como parte de su personalidad, evolucionando la percepción que se tiene sobre el mundo animal y la significancia de tener una mascota, considerada actualmente un miembro más de las familias.

Aproximadamente en el 64% de los hogares chilenos hay una mascota



*Fig 1 . Porcentajes de perros, gatos y ambos en los hogares chilenos, elaboración propia*

Las razas caninas que predominan en los hogares chilenos son el poodle toy, el mestizo mediano, el cocker y el yorkshire terrier, las cuales entran entre las clasificaciones toy (hasta 5 kg) y pequeño (de 5 a 11 kg).

En cuanto a la concentración geográfica, la Región Metropolitana encabeza la lista con el 54% del total de hogares, seguido por la zona centro sur con un 14% y la zona centro norte con un 13%.



### 2.2.2 **Los guardianes y sus necesidades**

Según los mismos, el rango etario en que se concentran la mayor cantidad de guardianes es aproximadamente desde los 15 a los 35 años, denominadas “Generación Z” y “Millenials”, seguidas en menor medida por los “Baby boomers”, o sea, adultos de 53 a 72 años aprox.

Según la entrevista recuperada del sitio de Radio Concierto, la veterinaria Paola Mujica, quien es miembro de la comisión de tenencia responsable del Colegio Médico Veterinario (COLMEVET) apunta a que una posible razón para la concentración de tenencia de mascotas en las generaciones de adultos jóvenes se da por el cambio en la cultura chilena de tener hijos en edades más tardías o simplemente no tenerlos,

siendo los animales considerados como “hijos”. En contraste a estas cifras que han ido en aumento, los porcentajes de natalidad y el número de casamientos anuales han disminuido notablemente de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas, donde las tasas de nacimientos y matrimonios se han reducido en un 5,4% y un 1,8% respectivamente.

En el marco de esta investigación se aplica una encuesta a 213 personas para corroborar las cifras anteriormente citadas. Los resultados muestran que el 73% se encuentra en el rango etario descrito. De este porcentaje, el 53% corresponde a personas mayores de 20 años que declaran adquirir los productos para sus mascotas



Fig 2. Los millenials, generación apegada al uso de tecnologías. Fuente thesensorylab.es

por sus propios medios. A partir de estos datos se definen estas personas como segmento a considerar para el desarrollo de productos enfocados en mascotas.

Definiendo entonces quiénes son los guardianes, falta preguntarse, ¿Qué los caracteriza?

Estas generaciones han sido caracterizadas por una serie de factores, donde uno de los principales es su gran aproximación con la tecnología. Respecto a sus preferencias en la adquisición de productos, los millenials suelen ser más selectivos, puesto que están acostumbrados a contar con una mayor variedad de opciones. Estos desean tener el control casi total en su papel de consumidor, desde qué es lo que quieren, hasta cuándo lo quieren, y cómo

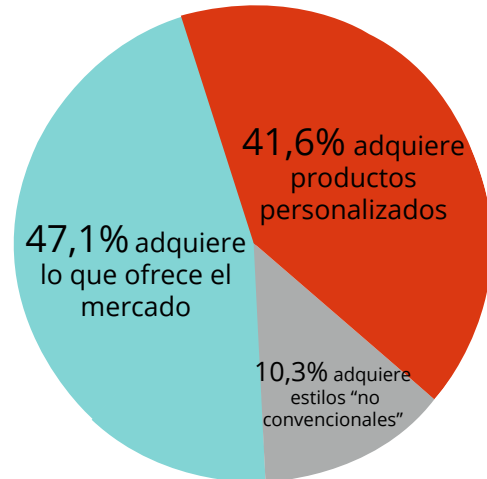


Fig 3. Porcentajes de respuestas a encuesta. Preferencias respecto a la compra de artículos para mascotas, elaboración propia.

lo quieren. Respecto al cómo, los millenials esperan poder elegir productos tan personalizados como sea posible para satisfacer sus necesidades, intereses y gustos. Por último, esperan que los servicios y productos sean entregados a ellos de manera casi instantánea, por lo que prefieren realizar sus compras por internet.

De la encuesta mencionada anteriormente, se desprenden resultados acerca de cuáles son las categorías en que más invierten, concentrando los mayores porcentajes en atención veterinaria, comida y ropa, accesorios y juguetes. Se les consultó también sobre las características estéticas de los productos adquiridos, donde predominó la preferencia por los artículos personalizados.

## 2.2.4 Problemáticas a nivel país

Sin embargo, la tenencia responsable de mascotas no es una realidad en todos los hogares. Una de las más grandes problemáticas de interés público en el país es la abundancia de perros vagos en las calles, que bordean el millón, según los resultados de la encuesta de Percepción de Calidad de Vida Urbana realizada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)\* realizada en 2015, respaldada por la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE)

La veterinaria Camila Sepúlveda afirma que una razón es la poca fiscalización por parte de las municipalidades, y a la poca educación que se entregaba a la ciudadanía hasta hace unos pocos años. Expresa que muchas familias adoptan mascotas como un juguete para sus hijos y una vez esta crece “pierde la gracia”, o al no disciplinarlos correctamente pueden causar destrozos dentro de la casa, por lo que prefieren desligarse del “cacho” y abandonarlos. Agrega otras razones, como es la casi inexistencia de recintos de atención pública para animales y las altas tarifas en las clínicas privadas. Afirma que “los veterinarios no tienen mayores atribuciones en la salud pública en Chile”, por lo que el ejercicio de la profesión resulta costoso para todas las partes involucradas, lo

que conlleva a que muchas mascotas con enfermedades crónicas o con discapacidades físicas sean sacrificadas o abandonadas por falta de recursos.

Es recién el 2019 que se aprueba la modificación al Código sanitario para considerar a los médicos veterinarios como profesionales de la salud. Este cambio, además de reconocer la labor realizada, resulta clave para potenciar la incidencia de entidades como el COLMEVET en el desarrollo de políticas públicas, expresa su presidente, Felipe Bravo.

Gracias a las inquietudes que ellos plantean, es que, por ejemplo, los últimos años se han originado centros veterinarios de atención primaria y farmacias populares en algunas comunas del país, como Las Condes, Los Andes, Quilicura y Valparaíso, entre otras. Estos proyectos municipales abarcan desde campañas de vacunación y esterilizaciones quirúrgicas hasta la rebaja de precio en medicamentos de uso frecuente y paseos recreativos.

## 2.2.5 Tenencia responsable

En Chile, el maltrato animal se considera delito desde 1989 según el código penal. El año 2009 se promulga la ley N° 20.380 sobre la protección de animales, la que establece normas destinadas al reconocimiento de los animales como seres vivos con el fin de velar por su bienestar. Posteriormente, el año 2017 se tramita la Ley de tenencia responsable de mascotas y animales de compañía, que comienza a regir en febrero de 2019.

Esta ley establece las normas destinadas a determinar los derechos y obligaciones de los responsables de animales de compañía, proteger la salud y el bienestar animal, además de la convivencia entre estos y los seres humanos en espacios naturales. Esta contempla tres ejes principales:



Fiscalización por parte del Min. Salud y municipalidades.



Inscripción en Registro Nacional de Mascotas, además de implante de microchip.



Educación de la ciudadanía por medio de campañas con fondos concursables.

Además, se establece la de graduación de las penas aplicadas a quienes cometan el delito de maltrato animal según la gravedad del daño causado, adjuntando a estas



Fig 4. "En memoria de Cholito" por Mona QP.

El 2017 se viraliza un video en que una pareja golpea reiteradamente a un perro en la comuna de Recoleta, Santiago, causándole la muerte. A partir de este suceso, se inicia una petición por medio de redes sociales exigiendo castigo con cárcel a los responsables.

condenas que van desde los 61 días hasta 3 años de cárcel, la aplicación de multas de 1 a 30 UTM y la "inhabilidad absoluta perpetua para la tenencia de animales"\*.

De acuerdo con los datos entregados por el Registro Nacional de Mascotas, hasta febrero del 2020 han sido registrados 209.614 gatos y cerca de 1 millón de perros, trámite que puede ser realizado presencialmente en las municipalidades o de manera virtual en [www.registratumascota.cl](http://www.registratumascota.cl).

## 2.2.6 Organizaciones de protección animal

Al indagar sobre organizaciones animalistas en el registro nacional de personas jurídicas sin fines de lucro proporcionado por el registro civil, existen en la región metropolitana cerca de 150 organizaciones enfocadas en el rescate, apoyo, protección, rehabilitación y reintegración de animales en estado de abandono o maltrato, entre las que se pueden encontrar la Fundación Julieta, Huella Animal Chile, y Chile Mestizo. Estas instituciones no reciben apoyo del Estado chileno, por lo tanto, deben autofinanciarse a través de actividades solidarias, colectas, auspiciadores y socios que hacen aportes monetarios mensuales.

Para esta investigación se contacta a la Fundación Chile mestizo donde se entrevistó a Ingrid Loza, su directora. Esta fundación ubicada en la comuna de La Pintana, en Santiago, se dedica desde el año 2015 a rescatar perros abandonados, entregarles los cuidados médicos necesarios y finalmente buscar familiar para la adopción. Actualmente tienen una población de 82 perros de variadas edades y tamaños, casi todos quiltros, cuidados por tres personas, incluyendo a Ingrid.

En el refugio reciben principalmente perros y la mayoría ellos se encuentran sa-



Fig 5. Campaña "Ponte con luca" en 2018 para recaudar fondos para financiar los tratamientos médicos de los perros paralizados. [www.chilemestizo.cl](http://www.chilemestizo.cl)

nos o con enfermedades internas leves, pero existe un grupo de cerca de 20 que tienen discapacidades motoras como amputaciones, y en mayor número, perros parapléjicos, es decir, con falta total o parcial de sus capacidades locomotoras en sus extremidades posteriores. Ingrid expresa que a los que llama con cariño "motorizados" son los que demandan más cuidados, por lo tanto, más inversión de tiempo, dinero y dedicación, aunque confiesa que es una de las partes que más disfruta de su trabajo, ya que su meta es "mejorar la calidad de vida de perritos postrados rescatados del abandono, y ofrecerles una vida digna, sin dolor".

## 2.2.7 *Visita a fundación Chile Mestizo*

En las visitas realizadas a la fundación, entre junio y agosto del 2018, se pueden observar espacios con corrales amplios que separan a cada grupo según su estado de salud, personalidad y tamaño.

Los perros parapléjicos se encuentran en una habitación aparte la mayor parte del día, acondicionada con piso cerámico para que puedan moverse sin desarrollar lesiones en la piel, y son sacados al aire libre para que puedan jugar y así ejercitar las partes del cuerpo que no se encuentran atrofiadas. Para esto, cada uno tiene una "silla de ruedas" fabricada por el veterinario especialista en prótesis y órtesis de En 2 ruedas, Ortopedia Canina, Freddy Herrera, la que debe ser retirada una vez termina el horario de ejercicios, esto debido a que la silla no les permite recostarse y les provoca cansancio después de un tiempo. Estos carros ortopédicos deben ser fabricados a la medida de cada perro debido a la posición que adopta la columna vertebral al momento de usarla, que debe ser horizontalmente alineada para no generar otro tipo de lesiones.

Ingrid asegura que la utilización de los carros ha facilitado en gran medida su trabajo, y que ha visto mejorías en los perros no solo a nivel físico, sino también en sus estados anímicos, y dice sorprenderse de



*Fig 6. "Pollillillo", perro en la fundación, utilizando su silla de ruedas hecha a la medida. Foto por autor.*



*Fig 7. "Carlitos" y "Elmo", recostados en frazadas después de utilizar sus sillas de ruedas. Foto por autor.*

En la visita se observaron pilas de carros fuera de uso. Ingrid comenta que para ser reutilizados deben ser cambiadas todas las correas, que cierran por medio de velcros, ya que la orina y la humedad ambiental las atrofia con rapidez.

Llama la atención que los materiales de estos carros no se reutilicen, a lo que responde que el fabricante no realiza esa labor, y que en la fundación no cuentan con las herramientas para hacerlo.

### 2.2.8 *La discapacidad*

Freddy Herrera, en conversaciones vía e-mail, comenta que a lo largo de su trayectoria ha visto muchos casos donde los dueños intentan en un principio darle a su perro discapacitado la mejor calidad de vida, pero que después de un tiempo suele volverse muy costoso económicamente debido a las prótesis y órtesis, además de que deben dedicarle mucho más tiempo a los cuidados físicos e higiénicos, por lo que deciden abandonarlos, regalarlos o derechamente sacrificarlos. Comenta también, que sus clientes frecuentes son estas fundaciones y que tiene pocos clientes particulares. Afirma que en sus continuas visitas para hacer mantención a los carros sigue viendo a los mismos perros, que “muchos nuevos llegan, pero pocos se van, a mi parecer, los adoptantes tampoco quieren el compromiso que significa tener a estos animalitos”.

Ingrid por su parte, concuerda con Freddy aseverando que, “los carros no son boni-

tos, son aparatosos y a veces resulta súper difícil ponérselos, esto desencanta un poco a los adoptantes que vienen a buscar una mascota”.

¿Serán solamente los cuidados especiales que los físicamente limitados requieren en materia de cuidados la única razón por la que son abandonados, o no adoptados en los refugios? Poca o nula información ha sido recopilada respecto al tema, pero resulta difícil no comparar en cierta medida con la discriminación que viven los humanos en situación de discapacidad. En las sociedades suele existir un imaginario de “normalidad” donde un cuerpo no hegemónico o no completamente funcional “no encaja” según la percepción de la

colectividad. La exclusión social ha sido un tema ampliamente estudiado, donde diversos autores sentencian que el problema de la discapacidad yace en la sociedad, no a los individuos, por lo que las investigaciones deberían centrarse en identificar de qué forma la sociedad incapacita a las personas\*.

El término minusválido, fue usado frecuentemente para referirse a ellos hasta la última década, donde afortunadamente la educación a la ciudadanía y el cambio de conceptos apunta al desarrollo de sociedades y ciudades inclusivas.

Complicado resulta afirmar o negar que esta misma discriminación la sufren los animales con limitaciones motrices, pero es una idea que se repite al conversar con voluntarios rescatistas y veterinarios mientras avanza esta investigación.

Freddy comenta que, a diferencia de algunos humanos, los animales no son conscientes de sus discapacidades por lo que responden rápida y positivamente, dependiendo de la gravedad de la lesión, a las sesiones de terapia y al uso de prótesis y carros ortopédicos.



## 2.3 El mercado y la industria

### 2.3.1 A nivel global

En las últimas décadas el pet care market ha presentado un crecimiento substancial a nivel global. Se estima que para el año 2025 el mercado alcance los 202,6 millones de dólares, impulsado por el aumento en la adopción de mascotas y la ampliación del espectro de productos y servicios a disposición del consumidor, según reporta la consultora indo-estadounidense Grand View Research.

Dentro del abanico de servicios, plataformas como Gudog.com y Dog vacay ponen en contacto a dueños y cuidadores experimentados que ofrecen cuidados las 24 horas, sin jaulas, con paseos y un ambiente familiar. La red social española Doggytalky lanzada en 2012 se autodefine como “el whatsapp para perros” donde los guardianes pueden compartir experiencias, intercambiar información y opiniones. En Barkibu.com en países como Suecia, Portugal, Estados Unidos, Australia y Chile, entre otros, se puede acceder a atención profesional veterinaria en línea, y además cuentan con guías gratuitas de salud animal. A nivel de productos, las tiendas de ropa dan pasos más allá de las “capas” conoci-

das para dar abrigo, uniendo diseñadores de vestuario a sus equipos y lanzando colecciones inspiradas en la moda “para personas”. La marca Canine Styles es una de las favoritas en Estados Unidos, y además de sus líneas de juguetes, arneses, bowls para comida y camas, lanza dos colecciones de ropa de lujo al año que incluyen sweaters, vestidos, abrigos e incluso chaquetas para la lluvia.



Fig 8. La marca de lujo Versacce incursiona en el mercado con la cama para perros con su famoso estampado barroco. Fuente: Versacce.com

### 2.3.2 En el país

El año 2017 la consultora Euromonitor International estimó la inversión de los chilenos en comida, peluquería y artículos de mascotas en alrededor de 800 millones de dólares, esperando un alza a los 1.152,6 millones para el 2022, considerando un gasto promedio para la mantención de una mascota de aproximadamente 300 mil pesos al año.

Dentro de los nuevos nichos se encuentran tiendas como Gourpet y Hurgos ofrecen alimentos elaborados con productos naturales, considerando dietas balanceadas, definidas por equipos conformados por veterinarios, ingenieros en alimentos y nutriólogos, en formatos que son fáciles de servir; también la Inmobiliaria mascotas en la ciudad de Rancagua, dedicada a la fabricación de casas de madera para perros con una categoría premium, gatos, conejos, gallineros y pajareras.

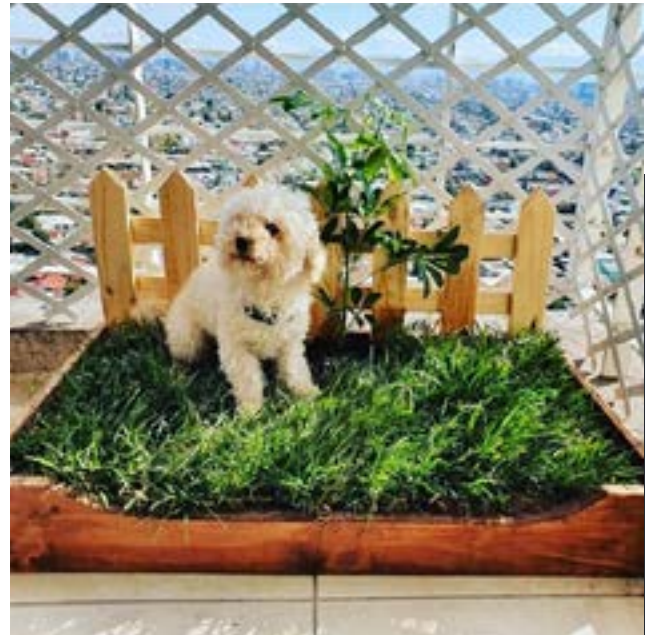


Fig 9. My own tree por Biodecco Fuente: [instagram.com/biodecco](https://www.instagram.com/biodecco)

El emprendimiento Biodecco se dedica a la fabricación de productos con ecosistemas vegetales para mascotas. "My Own Tree" son estructuras de madera con palmetas de pasto intercambiables utilizables como baño, con un pequeño árbol.

En su página de instagram cuentan con más de 20 mil seguidores, y declaran que la mayor fracción de sus clientes son personas que viven en departamentos, que por bienestar de sus mascotas buscan proporcionarles algo de naturaleza en espacios confinados.

### 2.3.4 Nuevas formas de diseño

Dado el desarrollo exponencial de las tecnologías, la innovación y las necesidades de las personas, es que en los últimos diez años desde Europa se ha desarrollado una nueva forma de industria que ya es denominada como una cuarta revolución industrial, marcada por la automatización y digitalización de los procesos.

El aumento y los cambios en las formas de consumo han obligado a las empresas y diseñadores de productos a responder a las necesidades individuales de sus clientes. El paradigma de la producción masiva se rompe para dar paso al desarrollo de la personalización masiva dando como resultado productos de alta calidad, amigables con el medio ambiente o que entregue a sus usuarios una experiencia que sume valor más allá que el producto mismo.

La incorporación de tecnologías como la impresión 3D, la simulación digital y la inteligencia artificial en la recopilación y análisis de datos permite a las empresas y los equipos de diseño adaptarse de forma más eficiente a los cambios del mercado, no solo en materia de desarrollo de productos, sino a nivel organizacional facilitando las interacciones entre todos sus factores como los proveedores, clientes y los usuarios.

El primer concepto, pet-tech, se puede evidenciar la innovación incremental\*, en la evolución de artículos antes conocidos mediante la utilización de componentes electrónicos como sensores y cámaras que actúan acorde a una programación predeterminada o incluso de forma interactiva por medio de aplicaciones para los móviles de los dueños, y que responden a necesidades lúdicas, estéticas, prácticas y médicas.



Fig 10. Sureflap, puerta con microchip. Fuente [www.surepetcare.com](http://www.surepetcare.com)

El diseño de Sureflap incorpora sensores que detectan el microchip de la o las mascotas del hogar, abriéndose cuando estos se acercan y bloqueándose si no son detectados. Gracias a ello se evita el ingreso de animales externos.

El segundo concepto nace del libro "Pet-tecture, design for pets" del escritor inglés Tom Wainwright, donde el autor recopila diseños de objetos y espacios para las mascotas donde se combina la fabricación digital con otros tipos de técnicas usadas tradicionalmente, como el curvado de madera y el uso de material textil, aunque la mezcla de técnicas de fabricación no parece ser el único cruce de conceptos.

Al analizar estos objetos, también se logra captar una interacción entre el mundo del animal y del dueño no solo en el ámbito afectivo y de las relaciones cotidianas, sino también en los productos y espacios que conforman el hogar, como por ejemplo "Archibird", parte de la recopilación de Wainwright, donde el hábitat del ave coexiste con lo que se puede considerar un mueble básico de un hogar como lo es la mesa de comedor. A diferencia de los productos convencionales, en estos se pueden identificar conceptos asociados al estilo de vida del dueño y mascota, la sensibilidad de la relación entre ambos, y además a la funcionalidad del producto en sí.



Fig 11. Jaula Archibird por Gregoire De La Forrest. Fuente [www.gregoiredelafforest.com](http://www.gregoiredelafforest.com)



Fig 12. Dog House Sofa por Seungji Mun. Fuente [mpup.co.kr](http://mpup.co.kr)

Con la motivación de crear conciencia sobre los crecientes índices de abandono animal, el diseñador crea un espacio para mejorar la armonía entre las personas y sus mascotas, desarrollando así la marca Mpup con la premisa "Todas las especies tienen el mismo derecho a habitar esta tierra, nosotros estamos aquí para asegurarnos de que todos puedan seguir este principio".

### 2.3.5 Personalización masiva

Para algunos este concepto puede parecer nuevo, pero es hace poco más de 30 años que autores como Stanley Davis comienzan a estudiarlo, lo define en su libro "From Future Perfect Planning Review" como "la capacidad de proporcionar productos de diseño individual y servicios a todos los clientes a través de una alta agilidad de los procesos y la integración de los mismos" (Davis S, 1989). Resulta tremendamente importante considerar el rol de los usuarios al momento de diseñar productos, pues son ellos los que finalmente determinan si el sistema funciona o no, de esta manera, mientras mayor acceso se tenga a esta información sobre los usuarios, mayor es la posibilidad que un proceso de diseño innovativo se desarrolle con éxito, ya que se conocen en profundidad los requerimientos del grupo objetivo, por lo que el pozo de información disponible para trabajar es potencialmente mayor. (Ogawa & Piller, 2006)

Pine (1999) realiza una distinción entre cuatro tipos de personalización:



**Adaptable:** Diseño estándar que puede ser adaptado por el cliente.

**Colaborativo:** En conjunto con el cliente se determinan sus necesidades.



**Transparente:** A partir de la observación. No se explicita al cliente.

**Cosmética:** Cambia sólo la presentación comercial, no el producto.



En la aplicación del concepto el día e hoy, las empresas realmente no personalizan al 100% sus productos. Lo que se hace es preparar "módulos" o modelos diferentes basandose en el mercado, para posteriormente basarse en las necesidades de un cliente individual, y así configurar nuevos módulos, lo que puede llevar a un aumento exponencial de configuraciones posibles.

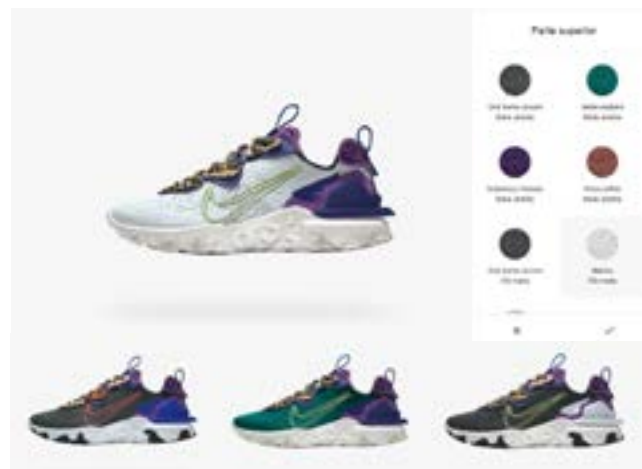


Fig 13. Montaje con distintas configuraciones de una misma zapatilla. Elaboración propia

Bajo el concepto de diseño adaptable, el año 2019 la empresa de indumentaria deportiva Nike lanza la colección "Nike by you". El usuario debe seleccionar un modelo y la interfaz le proporciona distintas maneras de personalizarlo, eligiendo las texturas y colores de todos los componentes, desde la suela hasta el logo de la marca. Una vez comprados, los diseños llegan a los usuarios en 3 a 5 semanas.

### 2.3.6 Las tecnologías CAD/CAM

Las siglas corresponden a Computer Aided Design y Computer Aided Manufacturing, es decir, diseño y manufactura asistidos por computadoras. Esta es la manera en que gran parte del diseño arquitectónico, de productos e ingenieril es desarrollado el día de hoy, en un contexto donde la industria 4.0 ya mencionada avanza con fuerza.

Dentro de las herramientas de diseño, se encuentran los software de modelado digital, que permiten una visualización más amplia sobre lo que se está creando en diferentes aspectos tanto funcionales como estéticos, aplicando también realismo al momento de presentar las opciones a los clientes. Programas como AutoCAD, Maya, Inventor, creados por la compañía norteamericana Autodesk, son los más mencionados si se consulta a los diseñadores sobre sus preferencias.

Cada programa existente, tiene características y funciones que lo diferencia de los otros, pero un concepto que se repite es el del diseño paramétrico.

Respecto a la manufactura encontramos las maquinarias CNC (control numérico computarizado) en las que, como indica su nombre, una computadora, a través de una programación específica, controla

#### ¿Qué es el diseño paramétrico?

En Chidostudio, plataforma de investigación y exploración en diseño paramétrico lo definen a grandes rasgos como la abstracción de una idea o concepto, que puede relacionarse con procesos geométricos o matemáticos que van cambiando a medida que se desarrolla el proyecto, según las necesidades del mismo. Mediante programas de modelamiento avanzado como Rhinoceros y Grasshopper, es posible confeccionar modelos digitales que pueden ser modificadas al cambiar un valor en cualquier parte de la estructura. Una vez realizada la operación las geometrías cambian generando piezas con formas únicas, pero que comparten un mismo origen. Así se pueden crear por ejemplo, familias de productos.

la posición y velocidad de los ejes, y por medio de una fresa es posible tallar geometrías tanto simples como complejas, en materiales variados como la madera, algunos metales y plásticos.

Por otro lado, utilizando la misma lógica de movimiento y programación de las CNC se encuentran las herramientas de manufactura aditiva, que a diferencia que estas

últimas depositan material a través de una boquilla, en vez de sustraer con una fresa. Las impresoras 3D son capaces de fabricar piezas en metal, plástico, caucho, compuestos, cera y arena, y si bien existen de diferentes categorías, las más utilizadas son las de tecnología FDM del inglés "fused deposition modelling", es decir, modelado de piezas por deposición de material fundido. En esta técnica se derrite el material y se deposita, a través de una boquilla extrusora, en una cama que puede ser fría o caliente que va bajando a medida avanza el proceso.

Una gran ventaja competitiva en la aplicación de esta técnica es la libertad para modelar geometrías complejas y modificarlas las veces que sea necesario sin encarecer el proceso. O sea, se pueden reducir los lotes de fabricación, logrando incluso series unitarias al prescindir de elementos como moldes, alcanzando de esta manera la personalización masiva, no únicamente en aspectos estéticos, sino también formales, lo que ha aumentado ampliamente su aplicación en el sector médico-sanitario, como en el diseño de prótesis.

Si bien, también es posible detectar algunas desventajas, como la disponibilidad y coste de las materias primas, son limitaciones propias de una industria medianamente incipiente y siguen siendo trabajadas por los expertos para, en un futuro, democratizar los procesos de fabricación.



Fig 14. CNC Table Spring por Rick Lee, Fuente: [www.architonic.com](http://www.architonic.com)



Fig 15. Zapatos fabricados en impresora 3D por Andreia Chaves, Fuente: [www.neo2.com](http://www.neo2.com)

## 2.4 Antecedentes veterinarios

### 2.4.1 ¿Cómo se origina una parálisis?

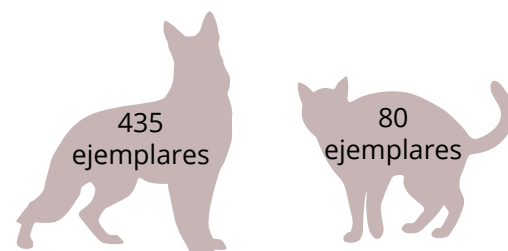
Principalmente, una parálisis puede ser causada por enfermedades degenerativas o traumatismos. Entre las enfermedades congénitas que suelen afectar con mayor incidencia las extremidades posteriores (tren posterior) está la degeneración de los discos intervertebrales y el desarrollo de tumores en la espina dorsal. También pueden ser causadas por enfermedades infecciosas como la rabia y el distemper, mientras que las causas traumatológicas suelen ser lesiones permanentes en el cuello o en la médula espinal.

Las parálisis pueden dividirse en dos categorías según la presencia de movimiento voluntario de las extremidades. A la falta total de movimiento se le denomina paraplejía y a la presencia parcial de movimiento se le denomina paraparesia. En ambos casos suelen realizarse cirugías reconstructivas y además de los cuidados post operatorios y rehabilitación kinesiológica se recomienda el uso del carro ortopédico.

### 2.4.2 Cifras en servicio de urgencias

Si bien no fue posible encontrar registros sobre la población total de perros paralizados a nivel nacional, se logra acceder a la información presentada por un tesista de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile sobre pacientes ingresados por traumatismos en el de la misma universidad. En el estudio, se realiza un catastro de las mascotas ingresadas por traumatismos al servicio de cirugía del Hospital clínico Bilbao de la Universidad de Chile entre los años 1997 y 2007.

De un total de 515 pacientes:





La mayor causa de los traumatismos en los pacientes caninos fue el atropello, alcanzando el 48% del total. Por su parte, el 45% de los pacientes felinos fueron ingresados por causas desconocidas, atribuibles según los veterinarios a caídas de altura. La zona corporal que sufrió el mayor porcentaje de traumatismos fueron las extremidades y la pelvis, siendo el sistema musculoesquelético el más comprometido.

Al estudiar los atropellos, se obtiene que el 54,5% de los caninos accidentados correspondieron a perros mestizos de tamaños pequeño y mediano, seguidos por el pastor alemán, cocker y poodle con un 7,8% cada uno. El tratamiento a seguir fue la cirugía el 41% de los casos, de los cuales el 7% no sobrevivió y el 36% sobrevivió con secuelas, ya sea paraparesia o paraplejia en tren posterior. (Bahamondes, 2008)

Cabe mencionar que, al perder parcial o totalmente la movilidad y sensibilidad de toda la zona posterior del cuerpo, estos perros no pueden orinar ni defecar por cuenta propia, por lo que en algunos casos se deben realizar sondajes urinarios todos los días o estimulaciones físicas para provocar la liberación de los esfínteres.

### 2.4.3 Anatomía afectada

En vistas generales, el perro es un animal perteneciente al suborden de los cánidos y del orden de los carnívoros. Sus características físicas y conductuales difieren mucho entre cada raza, a diferencia de otras especies domésticas que no han sufrido tantas modificaciones genéticas por parte de criadores.

Cuando se lesiona la médula espinal total o parcialmente, se ve afectado el sistema nervioso coxofemoral, conjunto de nervios y ramificaciones provenientes de la zona lumbar, llamado plexo lumbosacro. En una parálisis estos nervios dejan de recibir impulsos por parte del cerebro debido a la lesión en la médula, por lo que se pierde el movimiento y la funcionalidad causando el atrofiamiento de los músculos, articulaciones y ligamentos de la zona. (Dyce, Sack y Wensing, 1999)

El principal afectado es el sistema musculoesquelético debido a que la falta de movimiento conlleva una pérdida de masa muscular además del deterioro de articulaciones y ligamentos. La parte delantera

también puede sufrir un daño colateral causado por la sobrecarga de peso por tener que “arrastrar” peso muerto, con o sin carros ortopédicos.

Por último, se registran también lesiones en la piel causadas por dos razones. Las úlceras de decúbito o escaras son causadas por presión prolongada sobre la piel y suelen presentarse cuando el animal pasa gran parte del día acostado y no cambia su posición, mientras otras ocurren cuando el entorno no es acondicionado con superficies lisas, y al arrastrar las extremidades se generan heridas por roce.

Para evitar estas lesiones se recomienda a los guardianes controlar el tiempo y cambiar al animal de posición si es que este no lo hace por si mismo, además de hacer uso de colchones anti escaras, y otros artículos como la “Drag bag”, una especie de saco en el que se insertan las extremidades paralizadas, de tela acolchada y respirable, para que el perro pueda moverse sin rozar su piel contra el piso.

#### 2.4.4 Biomecánica

La biomecánica se define como la ciencia de los movimientos realizados por los cuerpos considerando las libertades y restricciones anatómicas de cada uno.

Al momento de diseñar estas prótesis u ortesis, resulta indispensable el estudio de la posición natural de las extremidades, las fuerzas que estas deben soportar, y los pesos asociados. De esta forma, el diseñador debe asegurarse de que el aparato sea lo suficientemente resistente y al mismo tiempo debe ser liviano para no dificultar la capacidad de caminar del animal.

Según el veterinario zootecnista Roberto Rodríguez Ricco, el 60% del peso corporal de un cuadrúpedo corresponde a la parte anterior debido al peso de la cabeza, y el 40% a la parte posterior. En el caso de las órtesis aplicadas a extremidades anterior-

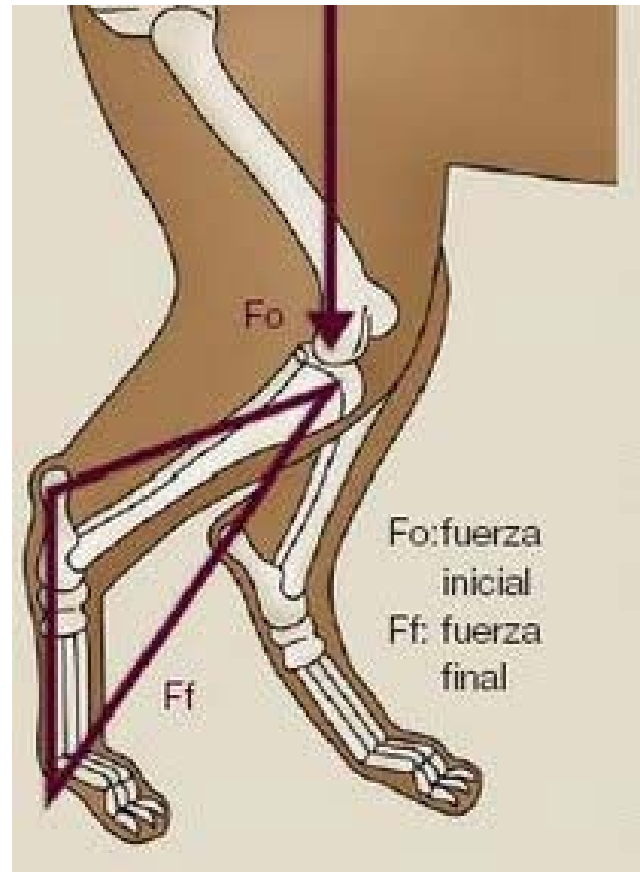


Fig 16. Esquema reparto de fuerzas en extremidad posterior canina, Fuente: [www.traumatologiveterinaria.com](http://www.traumatologiveterinaria.com)

res el cálculo del peso soportable para su diseño es directamente asociada al peso de estas, es decir, aproximadamente al 30% del peso total del animal. En cambio, para las extremidades posteriores debe realizarse un cálculo trigonométrico ya que estas son flexionadas al camina.

## 2.4.5 Zoometría canina

Se refiere al estudio de las formas de los perros mediante mediciones concretas que permiten comprender las capacidades y diferencias entre las razas y sub-razas.

(EJEMPLOTERRIERS <https://es.slideshare.net/wilmerchimbrazo96/zoometria-y-razas-de-can-es-comunes-del-ecuadoer>)

A partir de estos estudios es posible obtener tablas con clasificaciones estandarizadas según tamaño, peso, nivel de musculatura, y otras variables que resultan pertinentes al momento de diseñar artefactos protésicos. No obstante, como

ya fue mencionado anteriormente, los médicos veterinarios enfatizan la importancia de considerar las medidas físicas de cada perro en particular.

Para esto se recomienda considerar las medidas presentadas en la figura 17.

Sin duda, resulta importante seguir las directrices dadas por los expertos veterinarios, sin embargo, la correcta aplicación e interpretación de estas herramientas permiten la potencial estandarización de algunos elementos en los diseños, en la medida que no signifiquen ningún daño al animal.

Como tomar las medidas de tu perro para realizar la silla de rueda:

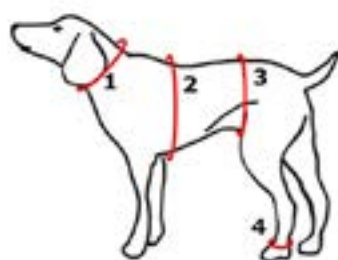


Figura 1

- 1-Circunferencia del cuello.
- 2-Circunferencia del pecho.
- 3-Circunferencia del abdomen.
- 4-Circunferencia de la pata por encima de la almohadilla.

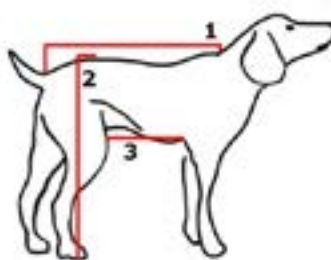


Figura 2

- 1-Distancia desde el nacimiento del cuello hasta el nacimiento de la cola.
- 2-Altura desde el suelo hasta el lomo medido por la pata trasera.
- 3-Distancia entre patas.



Figura 3

- 1-Ancho del perro medido por la parte más ancha de su trasera, levantado en esa posición.

Fig 17. Consideraciones métricas para la confección de un carro ortopédico hecho a medida.  
Fuente: ortocanis.com

# 03 | ELEMENTOS PRÓTESICOS

### 3.1 *¿Prótesis u ortesis?*

En algunos casos, diferenciar estos conceptos puede resultar confuso. La diferencia principal entre ellos es la función que desempeñan.

Las prótesis se definen como extensiones artificiales que reemplazan o proveen partes del cuerpo atrofiadas o inexistentes por diversas causales como por amputación o malformaciones. Además de brindar apoyo funcional, como una pierna protésica, por ejemplo, cumplen también una función estética, sobre todo para personas que han perdido un miembro de forma traumática. Estas se dividen en exoprótesis, aquellas que pueden ser retiradas por el paciente, y endoprótesis, aquellas que

son ubicadas de manera quirúrgica y no pueden ser removidas por el paciente.

Las ortesis, por su parte, son dispositivos externos cuyo uso tiene como propósito modificar los aspectos funcionales o estéticos del sistema músculo esquelético. Pueden ser utilizadas temporalmente en períodos de rehabilitación de lesiones para aportar comodidad, disminuir dolor y limitar movimientos, o de manera definitiva en caso de lesiones o enfermedades crónicas.

### 3.2 Breve mirada a la historia

Existen registros que evidencian la existencia de estos elementos a hace más de 3000 años. En 1995, el profesor C. Wilfred Griggs, de la Universidad de Brigham Young, en Utah, aplicó, junto a su equipo, rayos X a seis momias egipcias, encontrando en una de ellas una barra de 22 centímetros de largo ubicada en una rodilla. Años más tarde, el cirujano ortopédico Richard T. Jackson encontró en la misma momia rastros de resinas orgánicas similar a las utilizadas en la ortopedia moderna, además de rastros de gasas y textiles.

Pasando posteriormente por la aplicación de “patas de palo” y manos de garfios, la mayor revolución en el ámbito científico destinado al tema se dio luego de la primera guerra mundial, donde muchos soldados resultaron mutilados.

Actualmente, gracias al desarrollo de la tecnología, los avances en la protésica incluyen campos como la informática, la electrónica y la ingeniería biomédica como la conocemos el día de hoy.

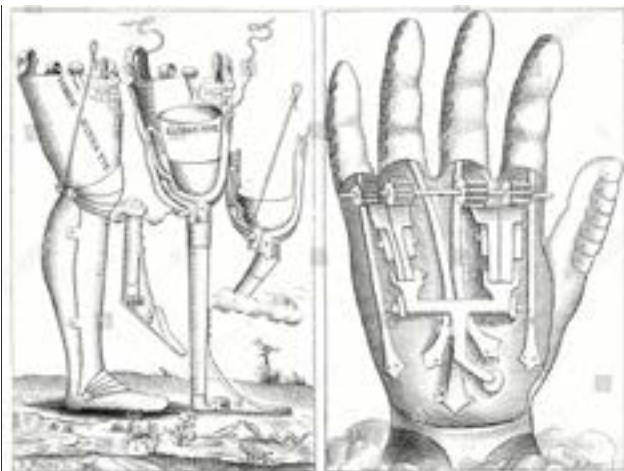


Fig. 18. Mano mecánica y prótesis de pierna por Ambroise Paré, 1564. Fuente: [www.sciencephoto.com](http://www.sciencephoto.com)

El cirujano de la realeza francés Ambroise Paré comenzó sus estudios sobre prótesis tras operar por muchos años a soldados mutilados en la guerra, quienes solían preferir cometer suicidio antes que sufrir una amputación.

Las prótesis existentes eran pesadas y su función era meramente estética, es por esto que en 1564 diseña la primera prótesis de mano funcional.



Fig 19. Recubrimiento de prótesis en pierna, impresión en ABS, Fuente: [www.3dsystems.com](http://www.3dsystems.com)

### 3.3 Aplicación del diseño digital

Como ya fue mencionado, el estado actual de las prótesis y ortesis se encuentra en niveles realmente avanzados, utilizando, por ejemplo, sensores que captan las señales eléctricas del cerebro a través del cuero cabelludo, permitiendo al paciente mover prótesis de partes del cuerpo que fueron amputadas.

Tecnologías como el escaneo y la impresión 3D han sido ampliamente aplicadas en las últimas décadas en la fabricación de implantes para intervenciones quirúrgicas, pero cada vez aumenta más en la fabricación de prótesis externas y órtesis de todo tipo. Estas han mejorado ampliamente la productividad y han permitido a los diseñadores explorar y llevar más lejos los límites formales, funcionales y visuales

de los productos, a través de métodos de evaluación como las simulaciones de materiales y esfuerzos a los que estos serán sometidos.

La combinación de estas nuevas herramientas ha dado lugar a la personalización de los productos, no solo a un nivel de ajustabilidad, sino también estética, además de, al ser diseñados en computadores, permiten la fácil re fabricación en caso de pérdida, rotura etc.

Un ejemplo es el del estudio Bespoke Innovations, equipo conformado por diseñadores industriales y cirujanos ortopédicos, que aspiran a “humanizar” la vida de personas que han sufrido la falta congénita o traumática de algún miembro. Su trabajo consiste en la fabricación de recubrimientos de prótesis ligeros personalizados, recreando la forma de una pierna mediante el modelado digital ayudado





*Fig 20. Recubrimiento de prótesis en pierna con sacados, Fuente: [www.3dsystems.com](http://www.3dsystems.com)*



*Fig 21. Prótesis reticulada en impresion 3D, Fuente: [newatlas.com](http://newatlas.com)*

### 3.4 Precedentes en animales

Al contrario del caso de los humanos, la literatura respecto a los animales resulta bastante limitada. Uno de los primeros ejemplos documentados posibles de encontrar es el del estadounidense Harry A. Gorman, quien creó una prótesis de cadera para perros, la cual posteriormente modificó para aplicarla a personas.

(buscar documentación)

Actualmente, el uso de estos artefactos en animales ha aumentado significativamente, y con esto, el desarrollo de diseños especializados utilizando tecnologías de manufactura aditiva en la confección total o parcial del producto.

Ese es el caso de Derby, un husky siberiano que nació con una malformación en ambas extremidades delanteras. El equipo de la empresa estadounidense 3D Systems, dedicada a diseñar y fabricar con impresión 3D abordó su caso para desarrollar prototipos que le permitieran a Derby el

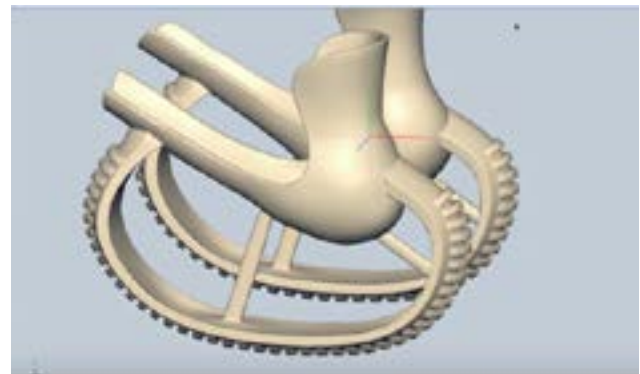


Fig 22. Modelo 3D de prótesis para el perro Derby Fuente: dogtime.com

moverse libremente, cosa que resultaba difícil con la silla de ruedas que utilizaba, según comentaron sus guardianes.

En cada prototipo se fueron probando diferentes variables, como el tamaño y forma del receptáculo donde se ubican las extremidades, la altura de la prótesis, la distribución de los soportes, etc. En todo el proceso se desarrollaron más de cuatro modelos diferentes, con el propósi-



*Fig 23. Prueba de prótesis para el perro Derby Fuente: dogtime.com*

to principal de lograr una prótesis con la longitud de una extremidad normalmente desarrollada, para no generar daños en su columna. Cada modelo fue generado de manera digital y posteriormente fabricado por impresoras 3D en materiales flexibles. De esta manera, las prótesis, además de soportar el peso del animal, eran capaces de amortiguar las fuerzas para acercarse lo más posible a una pisada natural.

## 3.5 Estado actual de carros ortopédicos

Al explorar los artefactos correspondientes al tema de esta investigación, es posible encontrarse con una gran cantidad de carros ortopédicos de formas y materiales muy similares, enfocados en entregar al perro la capacidad de desplazarse.

Es posible hacer una división de los artículos en cuatro categorías, las que serán detalladas en el desarrollo de este subcapítulo, estas son: carros estandarizados; personalizados; DIY y diseños conceptuales. Las tres primeras categorías comparten muchos elementos formales y varían en sus materiales y en algunos la aplicación de elementos estéticos. La figura 23

muestra los componentes básicos en los modelos observados.



Fig 24. Esquema de partes básicas de un carro ortopédico, elaboración propia.

### 3.5.1 Carros estandarizados

Los elementos ajustables que componen estos diseños permiten a los usuarios el adquirirlos de manera rápida y económica, dependiendo de la oferta en cada país, por medio de plataformas de comercio como Amazon, Ebay, Mercadolibre, etc.



Fig 25. Carro estándar. Fuente: Amazon.com



Fig 26. Carro estándar. Fuente: Mercadolibre.com

Un ejemplo que sobresale es la silla “ergonómica” italiana, fabricada en policarbonato y con un arnés de nylon y telas sintéticas (no especifica). Son cinco los tamaños disponibles, y cada uno cuenta con tornillos y correas que permiten hacer pequeños ajustes según la morfología del perro.



Fig 27. Silla ergonómica italiana talla XS, Fuente: ortocanis.com



Fig 28. Representación virtual de SitGo en perro de raza pequeña. Fuente: empoweringpets.com

Otro caso a destacar es el de **SitGo** desarrollado por la empresa estadounidense Best friend mobility, enfocado en brindarle al perro la posibilidad de sentarse y pararse mientras lo utiliza. Se hace uso casi exclusivo de aluminio en la fabricación del marco, el arnés es fabricado en neopreno textil, la misma tela utilizada en la confección de trajes de surf, y las ruedas son de poliuretano. El precio varía entre los 329 (\$222.000) y 499 dólares (\$336.000) desde las tallas XS a la XL.

Al revisar las valoraciones dadas por los usuarios que han adquirido la silla **SitGo** en el sitio web de Amazon, el artículo cuenta con 2.5/5 estrellas. Las principales inconsistencias han sido relacionadas con fallas en las uniones, en algunos casos desarmándose por completo en mitad de una caminata, además de que las piezas que generan el torque solían engancharse en la piel del animal y del dueño al momento de ensamblar, generando heridas.



*Fig 29 Modelo 3D y foto real de KerDog usada en la etapa de rehabilitación. Fuente: [www.sophiadog.com](http://www.sophiadog.com)*

Enfocados en la rehabilitación, el equipo de SophiaDog diseña **KerDog**, un carro ortopédico que incluye un sistema de pedales, y que cambia sus componentes a según la etapa terapéutica en la que el animal se encuentra.

La primera etapa consta de la ejercitación de las extremidades traseras mediante el

movimiento radial que proporcionan los pedales. Una vez las extremidades recuperan la capacidad de movimiento se pasa a la segunda etapa, donde los pedales son desactivados y retirados para que el resto de la silla funcione como un andador empujado por las cuatro extremidades. Actualmente, esta silla fue la única encontrada con un enfoque terapéutico.

### 3.5.2 Carros personalizables

En esta categoría se suman algunos carros con medidas estandarizadas, pero que dan la opción de que el usuario pueda escoger los colores de algunos de los elementos, principalmente las uniones plásticas.

Ese es el caso de los modelos de la empresa estadounidense "Handicapped pets", una de las mayores fabricantes a nivel mundial, ofreciendo variados tipos de carros enfocados en diferentes patologías. Los componentes son diseñados con medidas estandarizadas siendo clasificadas por tallas y se distribuyen en el mismo país además de países como Canadá, Australia, Reino Unido, Japón, entre otros. La personalización aplicada a estos artículos es la opción de elegir colores o estampados a las uniones y en algunos casos a los marcos de aluminio. Los precios rondan entre los \$199 USD (\$133.000 CLP) sus sillas XS y \$495 USD (\$331.000 CLP) las XL.



Fig 30. Carro con elementos personalizables, Fuente: [handicappedpets.com](http://handicappedpets.com)



Por otra parte, se encuentran los carros fabricados a medida por veterinarios e ingenieros. En Chile existe, como ya fue mencionado, En 2 ruedas, ortopedia canina, donde el veterinario visita personalmente al usuario y aplica las mediciones pertinentes para fabricar carros principalmente con marcos de acero y aluminio, y correas de nylon y velcros para la sujeción del perro.



*Fig 31. Carro hecho a la medida por veterinario Freddy Herrera, fotografía por el fabricante*

### 3.5.3 D.I.Y



*Fig 32. Carro fabricado en casa utilizando tubos de PVC, Fuente: [www.itsoverflowing.com](http://www.itsoverflowing.com)*

La sigla anglo D.I.Y (do it yourself) se traduce al español literalmente como “hazlo tú mismo”. Fue posible encontrar planos y explicaciones paso a paso para fabricar carros de aluminio y principalmente de tubos de PVC. La mayor ventaja que presentan estos carros es el bajo costo de los materiales y la eliminación de la mano de obra externa, por lo que son preferidos por muchos guardianes, debido al elevado costo de las otras opciones. La desventaja, es la nula participación de expertos en su diseño y fabricación, por lo que no son recomendados por los veterinarios ya que muchas veces no se aplican las medidas correctas y las fijaciones o materiales no tienen una buena durabilidad y resistencia.



En esta categoría, cabe destacar la incipiente aplicación de la impresión 3D, como es el caso de “**FiGo**”, desarrollado por la diseñadora canadiense Erica Charbonneau. **FiGo** nace de la necesidad de un amigo de esta de adquirir una silla para su perro, quien no podía costear los precios de las sillas del mercado. El resultado en el uso fue positivo, lo que llevó a Erica a generar piezas plásticas que sirven de unión con tubos de acrílico o aluminio que conforman el marco. Estas piezas son de carácter “open source”, es decir, cualquier persona que quiera fabricarlas puede descargarlas y modificarlas de acuerdo con los materiales para el marco con los que disponga cada usuario. Además del diseño de las piezas, la diseñadora entrega un manual para tomar la toma de medidas, para armar la silla, y finalmente una guía para la fabricación de las correas que sostienen el abdomen del animal.



*Fig 33. “FiGo” Por Erica Charbonneau. Las piezas pueden ser descargadas desde la plataforma [www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com)*

### 3.5.4 Diseños conceptuales

En esta última categoría se encuentran diseños los cuales han sido en su mayoría desarrollados de manera conceptual, aunque uno de ellos siguió hasta una fase de prototipo. La gran diferencia de estos diseños con los anteriores es que se puede notar una búsqueda de los diseñadores por evolucionar la funcionalidad de los carros, seguida por exploraciones estéticas y modos de uso.



Fig 34. "Goo Dog" por Rodrigo Violante, Sao Paulo.  
Fuente: [www.behance.net](http://www.behance.net)



Fig 35. "Dog Wheelchair" por Michał Szczególski  
Fuente: [www.behance.net](http://www.behance.net)



Fig 36 Representación virtual de "Tempo" por 435 Creative Design,  
Fuente: [www.435creative.com](http://www.435creative.com)

El diseño de "Tempo" por el estudio taiwanés 345 Creative Design, es orientado a perros especialmente activos, añadiendo ruedas auxiliares como las de las bicicletas para niños, para asegurar la estabilidad del perro al correr y girar rápidamente. También cuenta con un marco articulado que permite al perro acostarse y levantarse, sin embargo, no especifica de que manera se realiza la fuerza para que esto suceda sin ayuda de terceros.

Como diseño conceptual, se encuentra “Air restand”, ganador del premio de diseño Red Dot Award en 2019. Diseñada en China por el estudio *inDare Design*, consiste en una “prenda de airbag” que se une al pecho y se extiende hacia las patas traseras. El diseño apunta a aminorar las limitaciones y restricciones de movimiento que presentan los carros hechos de metal o plástico, dado el gran tamaño y peso.

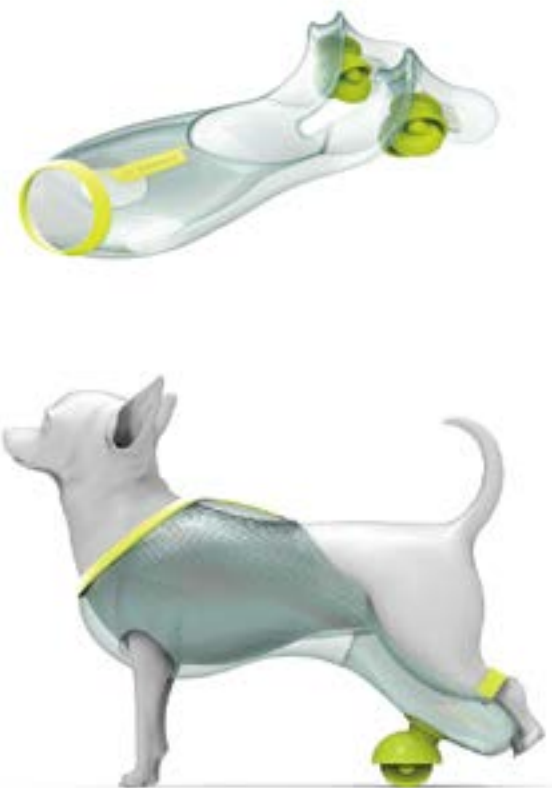


Fig 37. “Air restand” por InDare design Fuente: Behance.net



Fig 38. “Dog scooter” Fuente: Behance.net

“The dog scooter” consiste en un exoesqueleto con ruedas diseñado en Egipto. A través de un escáner se obtiene la forma del muslo del perro para posteriormente ser fabricado en una impresora 3D. En el extremo superior, donde está la cadera se ubica una especie de articulación que permitiría al perro sentarse o acostarse. No existen registros de mecanismos internos que realicen la fuerza necesaria para levantarse ni tampoco de prototipos físicos.

Otro diseño conceptual es “Voko dog” por el diseñador croata *Ivan Saban*. Se trata de un carro con componentes flexibles y que puede ser utilizado tanto en las extremidades delanteras como en las traseras. Este diseño destaca en que, al retirar las ruedas, esta adopta un “modo interior” con topes de goma que se separa las extremidades del perro del suelo al momento de moverse por arrastre.

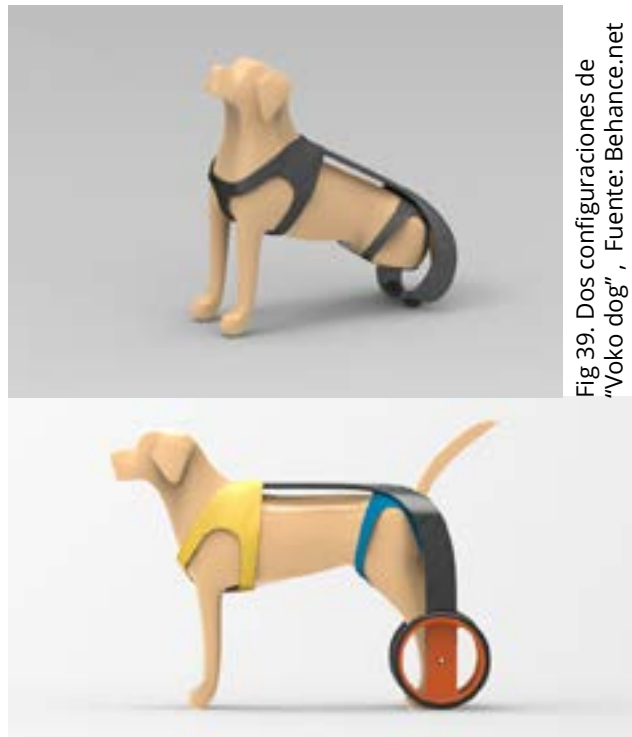


Fig 39. Dos configuraciones de “Voko dog”, Fuente: Behance.net

La diseñadora rusa *Liza Anufrieva* desarrolla como proyecto de título “**Dog Wheelchair**” inspirada en el desierto, la arena y las serpientes. El concepto principal apunta hacia la modularidad en el armado y la

posibilidad de agregar un par de ruedas delanteras, además, agrega articulaciones para plegar las partes al guardar y así transportar fácilmente.



Fig 40. Representación virtual de *Dog Wheelchair*, el diseño completo contempla piezas intercambiables dependiendo de la discapacidad del perro. Fuente: Behance.net



Fig.41. AmiGo, por Nir Shalom fue parte de la exposición de la Semana del Diseño en Milán el año 2011, Fuente: [www.designboom.com](http://www.designboom.com)

El referente que más ha resaltado es el carro "AmiGo", por el diseñador israelí *Nir Shalom*. Por medio de un sistema parecido a unas tijeras, se crea una rodilla que permite al perro acostarse y pararse utilizando un tensor elástico que genera la fuerza que el perro no puede realizar por sí mismo. Unido al marco va un arnés termoforado con correas para unir fácilmente al perro.



Si bien este producto no se encuentra disponible en el mercado, el proyecto ha recibido un alto grado de aceptación entre el público objetivo gracias a la publicación de material audiovisual, además de haber sido expuesto en la semana del diseño de Milán el año 2011.

### 3.5.5 Conclusiones

Los carros ortopédicos existentes en el mercado comparten ciertas características, principalmente sobre su materialidad. Se repite el uso de marcos de aluminio y acero, debido a su buena resistencia y peso ligero.

También se observan similitudes en la manera que tienen de abordar características como la regulación de la altura, ancho, etc. la forma de acoplamiento de la silla al perro. En la mayoría se trata de correas por las que se insertan los muslos, algunos también apartan del piso las articulaciones inmobilizadas. mientras otras permiten cierto grado de libertad para los casos en que la parálisis no es total.

En análisis de los diseños conceptuales resulta muy interesante puesto que proponen soluciones a necesidades que los carros del mercado no ofrecen, llama la

atención sin embargo el poco desarrollo de prototipos a partir de estas propuestas. Se nota también la búsqueda de los diseñadores por añadir elementos estéticos a sus propuestas de maneras distintas a las pocas opciones del mercado.

Se concluye finalmente la pertinencia del desarrollo de este proyecto para llenar un nicho que en lo tangible no se ha llenado. Se comparte con los otros diseñadores la inquietud de evolucionar el funcionamiento de estos elementos, considerando lo limitados que se observan, siendo que sus usuarios primarios, los perros, no se sienten limitados al tener una discapacidad.

# Conclusiones generales

Al realizar la investigación preliminar sobre el mundo de las mascotas en sus variadas aristas, llamó la atención la falta de investigación y registros sobre los animales discapacitados. Resulta complicado comprender la contradicción existente en un país con cifras tan altas de abandono, especialmente de perros y donde la mayoría de los chilenos se consideran a si mismos como amantes de los animales.

La visita a la fundación Chile mestizo y el testimonio de Ingrid Loza resultó clave para comprender un poco mejor esta problemática, y sumada a las conversaciones con los profesionales de la salud surge una inquietud personal por buscar una forma para velar por el bienestar animal en el uso de elementos protésicos y al mismo “reconciliar” a las personas con la discapacidad canina y el uso de carros ortopédicos, que el día de hoy parece ser escasa.

Al indagar sobre el mercado se concluye lo siguiente.

En primer lugar, el evidente aumento de las cifras sugiere que las personas están invirtiendo cada vez más en el bienestar de sus animales. Por otro lado, específicamente en el campo de las prótesis existe un nicho poco explorado al menos localmente, y la oferta disponible satisface casi únicamente la necesidad de desplazamiento del perro.

Finalmente se reconoce el contexto industrial en el que nos encontramos, en que el diseño y manufactura digital nos permite ampliar los escenarios y buscar nuevos objetivos. En este caso resulta pertinente dejar de considerar al perro como el usuario primario del artefacto, elevando la importancia del usuario persona, que como se menciona en el desarrollo, busca productos que se ajusten a sus necesidades específicas, ya sean funcionales y/o estéticas.



# 04 | PROYECTO DE DISEÑO

## 4.1 Planteamiento de objetivos

A partir de las conclusiones anteriores se plantea como objetivo general el desarrollar un carro ortopédico que amplíe la capacidad y autonomía de desplazamiento de canes de raza pequeña por medio del prototipado digital, y al mismo tiempo agregar valor al objeto en su interacción con los guardianes

De este objetivo se desprenden los siguientes objetivos específicos, con sus respectivas actividades:

**Objetivo específico 1:** Reformular las características formales y funcionales de los carros ortopédicos ya existentes.

- Revisión de literatura respecto al contexto de las mascotas y la discapacidad
- Análisis de estado del arte
- Decreto de los requerimientos de diseño
- Definición usuario

**Objetivo específico 2:** Diseñar un sistema que permita al perro la transición entre la posición de marcha y la posición de descanso.

- Análisis referentes
- Selección forma de acumulación fuerza
- Desarrollo propuestas
- Elaboración maquetas y prototipos

**Objetivo específico 3:** Simplificar la interacción del objeto con el guardián mediante el modo de uso.

- Análisis de referentes de uso
- Análisis modo de uso usuario específico
- Consultar a otros usuarios
- Desarrollo de propuestas
- Elaboración de prototipo

**Objetivo específico 4:** Establecer parámetros para una exploración estética enfocada en las preferencias del guardián.

- Encuestas para caracterizar al usuario
- Elaboración de moodboards
- Establecer variables
- Propuestas conceptuales
- Desarrollo de modelos

## 4.2 Investigación preliminar

Luego de la visita a la fundación Chile Mestizo se contacta a otras fundaciones para generar una base de datos e intentar cuantificar de algún modo a la población canina paralizada. Se contacta por correo electrónico a siete fundaciones y se obtiene respuesta de cuatro: Fundación Julieta (1 paralizado), Huella animal (0 paralizados), Fundación Quiltería (9 paralizados) y Fundación Stuka (0 paralizados). Estos datos, aunque resultan útiles para consultar a los voluntarios sobre el uso de carros ortopédicos, no resultan suficientes para realizar un catastro significativo.

Luego, para conocer la amplitud del nicho al que se apunta, y con esto a los potenciales usuarios, se realiza una encuesta a las personas que tienen animales de compañía independiente de la especie y el estado físico. En ella se consulta por ítems sobre la tenencia de mascotas, y por ítems sobre la persona y sus preferencias.

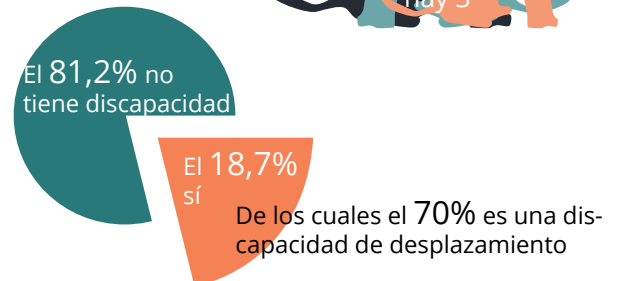
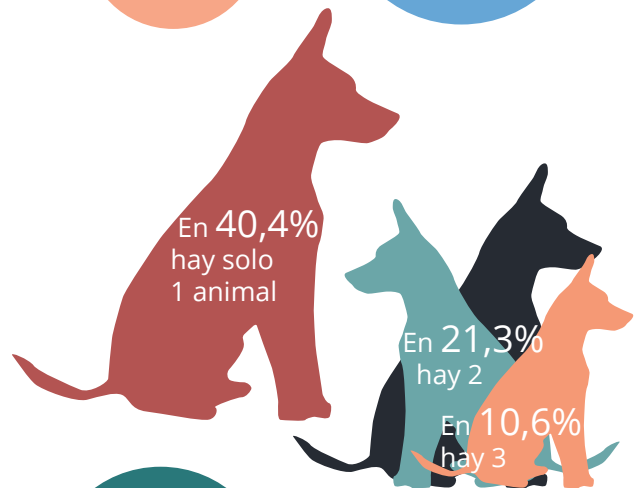
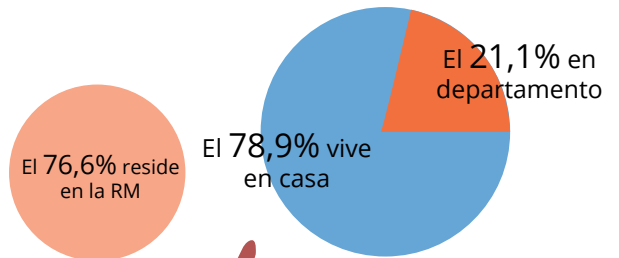
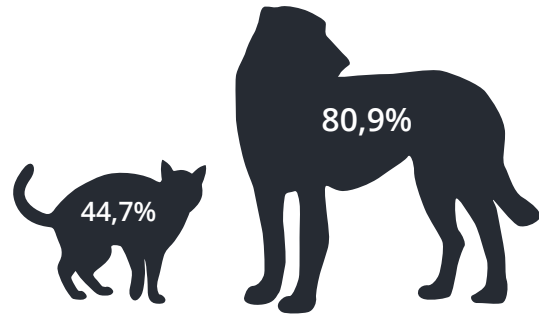
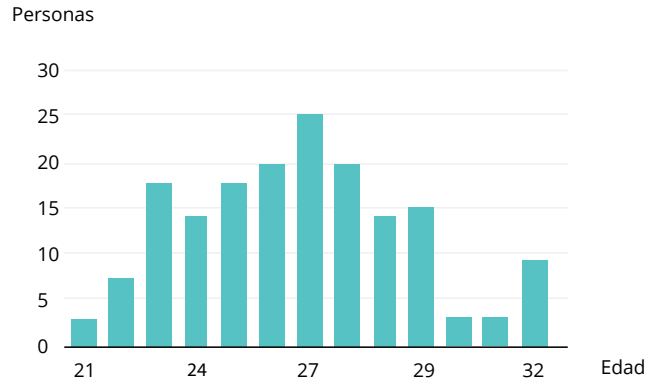


Fig 42 Algunos resultados de encuesta aplicada a guardianes, se grafican los rangos etarios, los lugares de residencia, cantidad por especie, animales discapacitados, elaboración propia.

Al mismo tiempo se empieza una búsqueda de usuarios particulares, se aplica otra encuesta orientada a personas que conviven con un animal paralizado, con el fin de recopilar información más específica. A partir de las personas que contestaron la encuesta, se toma contacto con tres personas, guardianes de perros con parálisis en tren posterior, con tal de conseguir uno o más sujetos de prueba.

Oliver (30 años) es el guardián de *Rueditas*, un macho quiltro de 7 años. Parálisis total de extremidades posteriores causada por un atropello. El carro que utiliza rueditas es hecho a medida pero ya lo tenía cuando fue adoptado así que se desconoce su procedencia.

Bernardita (23 años), guardiana de *Chepa*, pastora alemán de 12 años con parálisis causada por enfermedad degenerativa. El carro que utiliza es fabricado a la medida por Freddy Herrera, entrevistado en esta investigación.

Jennifer (27 años), guardiana de *Lucas*, poodle de 4 años con parálisis parcial causada por un atropello, el carro que Lucas utiliza lo fabricó la pareja de Jennifer, ya que los carros a medida no se ajustaban a su presupuesto.



Fig 43. *Rueditas*, Fotografía por su guardián,



Fig 44. *Chepa*, Fotografía por su guardiana, Bernardita.



Fig 45. *Lucas*, Fotografía elaboración propia.

Se consulta a los tres sobre sus experiencias con sus perros paralizados y el uso de los carros ortopédicos.

Oliver y Bernardita declaran que, al ser perros medianos/grandes se les dificulta ponerlos en la silla por sí solos, por lo que suelen realizar de 2 a 3 ciclos de uso en un día normal, o de 1 a 2 ciclos si tienen muchas tareas aparte o se encuentran muy cansados. Bernardita también acota que como mantienen a Chepa en el patio de la casa no utilizan pañales, por lo que cuando sale a su paseo suele orinar y mojar las correas. Esto ha estropeado los velcros con los que se sujetan las correas por lo que debe reemplazarlos cada cierto tiempo.

Jennifer comparte que no tiene mayor problema en ese sentido, ya que el carro elaborado por su pareja no cuenta con ningún amarre, está fabricado con una

canillera deportiva sobre la que se posa el abdomen de Lucas, y bajo estas un par de ruedas de un carro de feria.

Luego de mantener conversaciones con los tres guardianes, se revisa la disponibilidad para realizar las pruebas, y se decide tomar a Lucas como sujeto de pruebas, puesto que por su tamaño es más factible la impresión de piezas, además de ser parte del rango de tamaño con mayor tasa de traumatismos por accidentes.

### 4.3 *Usuario objetivo*

De acuerdo con la investigación preliminar y las cifras presentadas en el apartado de estadísticas en el servicio de urgencias, se define el usuario objetivo.

Es importante declarar que los usuarios son ambos, perro y guardián, puesto que los dos cumplen un rol específico en el uso del objeto. Con la finalidad de tener clara la información en el desarrollo del proyecto, estos se definirán de dos maneras:



Fig 46. Posición de estiramiento, Fuente: Pinterest.de

**Usuario activo:** Perros de tamaño pequeño con parálisis total o parcial del tren posterior, que puedan desplazarse por medio de sus extremidades anteriores. Se denomina usuario activo ya que es el que interactúa con el objeto en su funcionalidad primaria.



Fig 47. Dog lovers, Fuente: styletails.com

**Usuario pasivo:** Adultos jóvenes, principalmente de la generación millennial, amantes de los animales. Son personas que invierten fondos y dedicación en el bienestar y estética de sus mascotas y de sí mismos, además de tener variados pasatiempos y gustos que los identifican. Se denomina usuario pasivo ya que, si bien también interactúa de manera importante con el objeto, su relación con este se da en las funciones secundarias.

#### 4.4 Sujeto de estudio

Lucas, poodle pequeño de 4 años.

Descripción según dueña Jennifer Ruiz: *“Lucas siempre ha sido muy inquieto y juguetón, su actividad favorita era jugar a atrapar la pelota en el parque, le encantan las pelotas.”*

En enero de 2017 es atropellado por un automóvil, por lo que es sometido a intervención quirúrgica de emergencia. Es diagnosticado con paraparesia de tren posterior, es decir, la lesión medular es irreversible pero puede mover sus extremidades con dificultad. Posterior al reposo post quirúrgico de seis semanas se deriva a especialista en fisioterapia, quién alterna el uso de TENS con ejercicios kinesiológicos que deben ser aplicados también por la dueña de manera cíclica. Se añade hidroterapia, esta permite que por medio de un flotador el perro pueda caminar dentro de una piscina, lo que le ayuda a ejercitar sus músculos.

Lucas utiliza un carro ortopédico casero. Jennifer afirma que la decisión de no comprar una silla de ruedas fue debido a los altos costos, además de que consideró que el tiempo de espera para su fabricación era muy prolongado (3 a 4 semanas debido a la existencia de otros pedidos) y necesitaba la silla lo antes posible, y si bien

el producto es hecho a la medida, la forma que ofrecía el fabricante le pareció muy aparatosa considerando que en su casa cuentan con espacios reducidos. Se barajó la posibilidad de comprar un aparato con medidas ajustables por medio del portal mercadolibre.com, pero los precios también resultaron elevados considerando su presupuesto.



Fig 48. Carro ortopédico casero, fotografía propia.

Si bien Lucas se adaptó rápidamente al artefacto, Jennifer cree que es muy pesado para él (3 Kg.), ya que suele cansarse aproximadamente a los 20 minutos de uso, lo que le resulta extraño considerando la energía que tiene cuando no lo está utilizando.

En cuanto a los guardianes, siendo Jennifer la guardiana principal, conviven con ella sus padres, su hermano menor y su pareja. Ella se dedica a cuidar personas

de la tercera edad en sus casas, y comenta que afortunadamente la mayor parte de los “pacientes” le permiten llevar a Lucas consigo. Cuando no puede llevarlo, lo deja al cuidado de su madre quién es la única que se encuentra en el hogar la mayor parte del día, ya que los demás trabajan fuera.

En esta fase, se realizan dos visitas de 4 horas cada una, una en un día de Jennifer con Lucas en el trabajo, y otra un día en la casa con la madre con el fin de observar las actividades realizadas por ellas y por Lucas, además de tomar sus medidas anatómicas. Debido a que las visitas fueron de tiempo limitado y no se pudo hacer uso de una cámara las 24 horas por petición de un miembro del grupo familiar, se solicita a ambas el registro de un diario de cinco días para comparar con la información captada en las visitas.

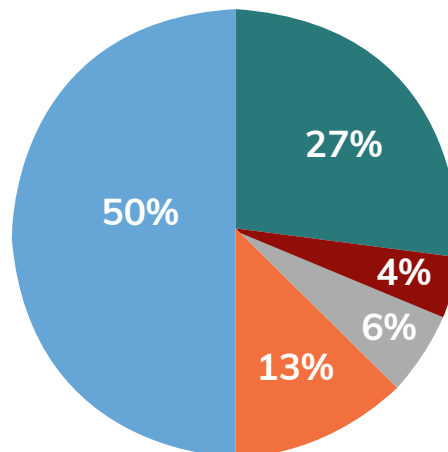
En la visita de 4 horas a Jennifer se registraron:

- 2 horas de desanso
- 55 minutos de uso del carro
- 1 hora de sueño
- 5 minutos de comer/beber

En la visita a la madre se registraron:

- 2,5 horas de desanso
- 20 minutos de uso del carro
- 1 hora y 10 minutos de sueño

Promedio 5 días madre



Promedio 5 días Jennifer

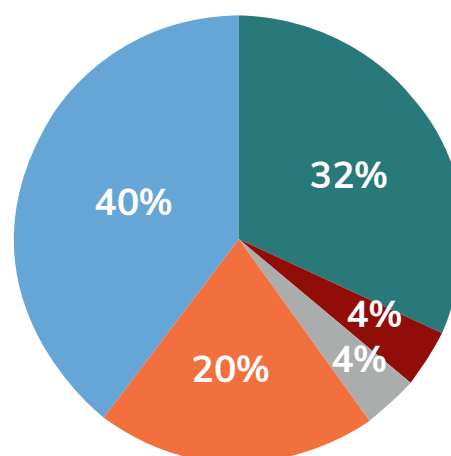


Fig 49. Gráficos de promedio de cinco días de actividades y su duración en la rutina diaria de Lucas. Elaboración propia.



## 4.5 Propuesta conceptual

Una vez identificada la oportunidad de diseño y a los potenciales usuarios, se elabora una lluvia de ideas para establecer conceptos con los cuales se pueda dar identidad al proyecto. Se separan a los dos tipos de usuario para asignar cada uno de estos conceptos de acuerdo con las necesidades y características de cada uno, sin limitar la posibilidad de plantear conceptos que abarquen a ambos.

*Perro: Dinamismo, autonomía, energía.*

*Persona: Resignificación, facilidad de uso, valor agregado, personalización.*

Teniendo estos conceptos, lo que se propone es el desarrollo de un prototipo que responda al concepto de “*dinamismo personalizado*”.

De esta manera se pretende entregar a los usuarios las condiciones para acercarse lo más posible a una vida con circunstancias regulares o lo que podría llamarse una “vida normal”, normalizar la discapacidad física y mitigar la sobre dependencia que esta pueda generar. Esto por ningún motivo pretende eliminar las responsabilidades de los guardianes con sus animales de compañía, sino más bien compatibilizarlas con las otras actividades en el transcurso de su vida cotidiana, que se desenvuelve en un contexto de trabajo, hobbies, relaciones personales, etc.

## 4.6 **Requerimientos de diseño**

Se consultó a los voluntarios de refugios y a los guardianes particulares sobre los aspectos que consideran más importantes al adquirir un carro ortopédico, y se observa que los requerimientos de diseño varían según el usuario, en especial en variables como el modo de uso y la función estética. Para los voluntarios de la fundación es mucho más importante la resistencia del artefacto ya que al haber muchos perros y por la geografía del refugio ocurren choques y volcamientos. El modo de acople del carro con el perro se ubicó en segundo lugar, y la estética no se considera importante.

Con los guardianes particulares se cambian las preferencias. La forma de uso aparece como lo más importante, luego la resistencia, y declaran no haber pensado en el tema estético puesto que el mercado local no abarca ese tema, pero que de ser opción les parece interesante.

A continuación se clasifican los requerimientos de diseño según la importancia.

### **Indispensables**

- Los componentes deben resistir el peso del animal y al mismo tiempo deben tener un peso ligero para no dificultar la caminata.
- Las dimensiones del prototipo deben ser estrictamente relacionadas con las medidas anatómicas del animal.
- Las piezas que forman parte del mecanismo deben resistir su uso repetitivo.
- El funcionamiento final del mecanismo debe ser capaz de actuar a partir de los movimientos del perro, sin ser accionado por terceros.
- Los elementos que almacenan energía deben ser cubiertos para la seguridad tanto del perro como del guardián.
- Toda parte que esté en contacto directo con la piel del perro debe ser de materiales inofensivos, que no generen heridas provocadas por el roce, que no causen reacciones alérgicas, que resistan agentes externos como la orina.

## Deseables

- El diseño debe considerar el contexto espacial donde será utilizado, es decir, espacios donde hay mobiliario u otros agentes externos que pueden entorpecer su uso.
- Postura y retiro del artefacto realizable por una sola persona.
- Postura y retiro lo menos invasivo posible, para no estresar al perro.
- Establecimiento de variables que representen los gustos personales y estilo de vida de los guardianes, por ej. el color, las texturas, terminaciones.
- Todos los elementos que puedan ser personalizados deben ser al mismo tiempo funcionales, es decir, no añadir componentes que solamente cumplan una función estética.
- Considerando el contexto de proyecto académico, es necesario optimizar el uso de los recursos económicos.

## Opcionales

- Reutilización de materiales en el proceso de prototipado.
- Medidas regulables, solo en caso de que el perro usuario sea cachorro.
- Fácil guardado

## 4.7 Primera aproximación

Esta etapa se divide en tres fases. En la primera, se hace una exploración de formas generales. En la segunda se buscan las maneras de activar el mecanismo, y en la última el propósito es definir las limitaciones físicas del perro mediante la observación de sujetos tanto sanos como paralizados.

### 4.7.1 Exploración formal

Para sistematizar el proceso, se dibujan perros en las dos posiciones (de pie y acostado) y se repite el mismo dibujo para realizar bocetos rápidos sobre ellos. Con esto se puede tener las primeras nociones de una propuesta formal o al menos estructural.

Una vez boceteado, se estudia el movimiento de estos trazados por medio de maquetas realizadas con palos de helado y pinchos. Se definen cuáles son los componentes básicos además de los puntos fijos y los puntos móviles (articulaciones) del sistema. Esta exploración sirve para entender el comportamiento de las piezas, y cómo este va cambiando a medida que se modifican las piezas, los puntos de fijación, y la dirección de las fuerzas aplicadas. Si bien no se tomaron decisiones de

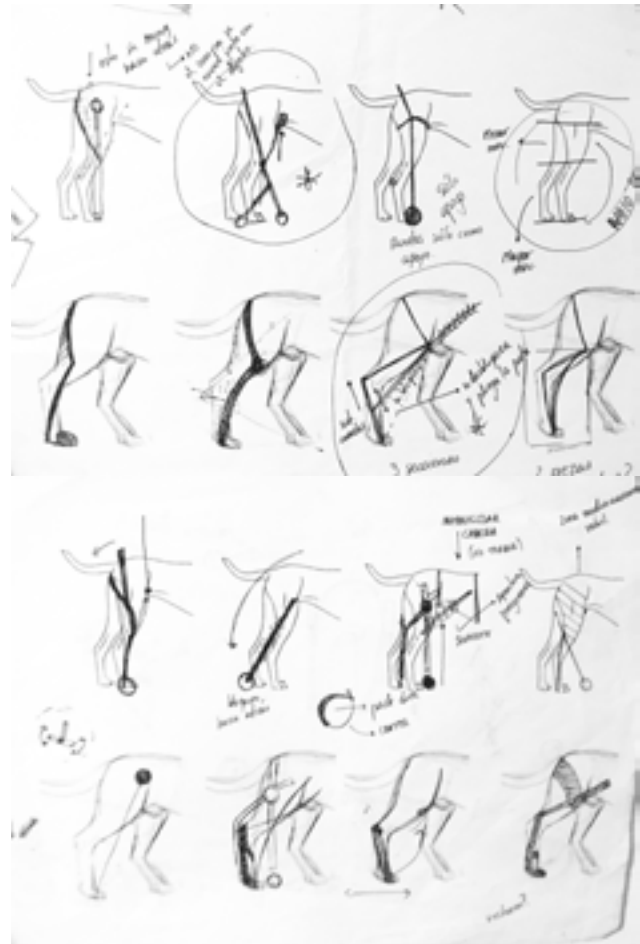


Fig 50 y 51 Exploración formal, elaboración propia

diseño específicas mediante este ejercicio, se destaca este paso ya que resulta útil, como se menciona anteriormente, para el entendimiento de los sistemas, y además para identificar los puntos en que podrían ubicarse los almacenadores de energía.

#### 4.7.2 Exploración funcional

En paralelo se buscan referentes de almacenadores de energía, para la incorporación de elementos que reemplacen la fuerza perdida por las extremidades posteriores y la columna. De esta manera el animal podría sentarse y levantarse sin sobre exigir la capacidad de sus extremidades anteriores, además de no depender al cien por ciento de una persona.

Aquí surge el concepto de energía mecánica, compuesta por la energía cinética y potencial, asociadas al movimiento y la posición de un sistema. A grandes rasgos, la energía cinética se refiere al trabajo que debe realizar un cuerpo para llevar una partícula desde el reposo a una velocidad determinada, mientras que la energía potencial corresponde a la energía que almacena una partícula al cambiar de posición dentro de un campo de fuerzas.

Considerando que el producto debe contar con un funcionamiento autónomo, se estudian las opciones de elementos elásticos, puesto que no necesitan de un motor para funcionar.

Los elastómeros funcionan a tracción. La teoría física de los elementos elásticos indica que los elastómeros presentan coeficientes de pérdida mayores a los resortes de acero, es decir, la ponderación de la di-

sipación de la energía elástica en un ciclo de uso. En palabras simples, los elastómeros son más propensos que los resortes de acero a la disminución de sus capacidades elásticas, lo que se conoce comúnmente como “vencimiento”.



Fig 52. Banda elástica para ejercicios kinesiológicos. Fuente: casadelkine.cl

Los resortes funcionan a tracción, compresión y torsión. Los dos primeros son los más comúnmente utilizados y son los que alargan o comprimen su forma. Los resortes de torsión almacenan energía mecánica cuando son girados sobre un eje, siendo la fuerza liberada proporcional al ángulo en que se han rotado.



Fig 53. Resorte de torsión en pinza para ropa. Fuente: Amazon.com

Los resortes a gas son rellenos con gas nitrógeno o aceite y son ampliamente utilizados como método de amortiguación.



Fig 54. Resorte a gas de apertura progresiva. Fuente: suspaintecnica.es

### 4.7.3 Observación a sujetos

En la siguiente fase, se observan los movimientos tanto naturales como condicionados que un perro sano puede realizar y se comparan con los de Lucas y los perros del refugio en La Pintana. Un movimiento (o posición) que se repitió tanto en los perros sanos como en los paralizados fue el llamado “perro boca abajo”, posición conocida en la práctica de yoga. Esta es la manera en que los perros y gatos sanos estiran sus extremidades, y al mismo tiempo es la postura observada que adoptaron los perros para descansar mientras utilizaban el carro ortopédico.

Finalmente, se identifica una similitud entre el movimiento para llegar a la postura anteriormente descrita y el funcionamiento de un resorte de torsión, por lo que se decide probar con estos elementos.

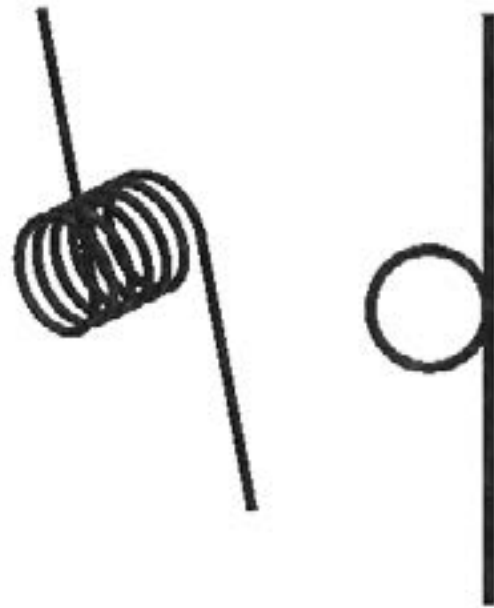


Fig 55. Modelo 3D de resorte diseñado para las pruebas, Elaboración propia



Fig 56. Posición perro boca abajo. Fuente: myriamyoga.com

## 4.8 Propuesta formal

Se propone el diseño de una articulación entre la rodilla y la cadera, en ambos costados del animal, en la que se ubica un resorte de torsión. Estas piezas se unen a través de un marco de un material liviano que se divide en tres partes:

- Unión con tren delantero
- Apoyos laterales
- Apoyo posterior

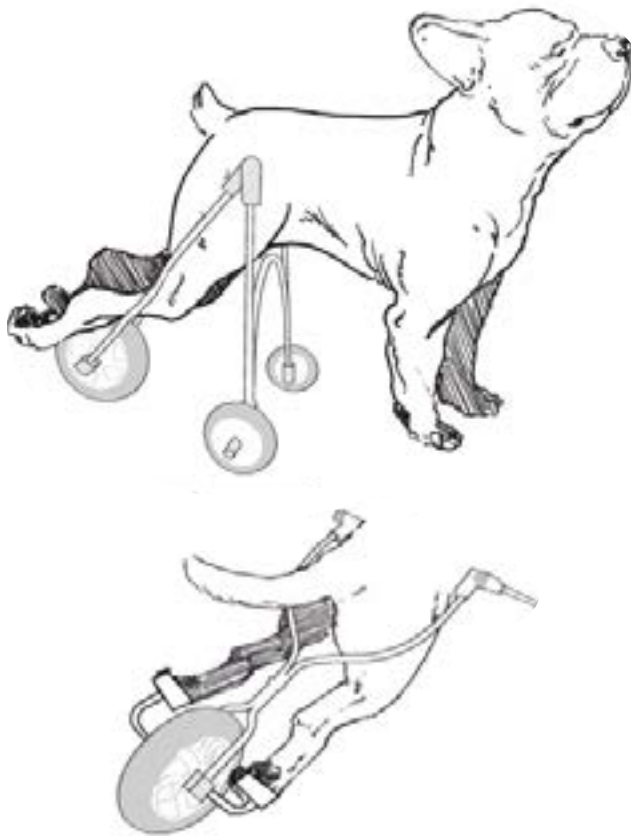


Fig 57. Primera propuesta formal, elaboración propia.

Cuando el perro adopta la posición “perro boca abajo”, los apoyos rotan en sentido contrario, lo que hace que la cadera del perro baje hasta el nivel del suelo. Cuando el perro, en posición de descanso se mueve hacia adelante, los apoyos laterales hacen palanca con el suelo, y por medio de la energía liberada por el resorte, la cadera se levanta.

Cabe destacar que, si bien se afirma que la mayoría de los animales que utilizan prótesis u órtesis se adecuan rápidamente a su uso, no se sabe con exactitud si sucedería lo mismo con este artefacto, ya que este tiene una función extra aparte del desplazamiento. Sin embargo, etólogos y kinesiólogos veterinarios coinciden en que es posible enseñar y condicionar comportamientos, independiente de la edad y el estado físico. Es por esto que se añade también un asa sobre la cadera del perro de manera que el guardián pueda ayudarlo a levantarse mientras se aprende el funcionamiento.

## 4.9 Diseño de prototipo

### 4.9.1 Marco

Luego de definir una forma preliminar, se plantean diferentes opciones para la confección del marco. Como se menciona en los requisitos de diseño, la estructura debe ser firme y resistente, pero a la vez liviana.

Entre las opciones se consideran tubos y pletinas de acero y aluminio, barras de duraluminio, tubos acrílicos, barras de fibra de vidrio y fibra de carbono.

Considerando la disponibilidad en el mercado y el presupuesto limitado, se plantea en un principio la utilización de barras o pletinas de aluminio, posteriormente decidiendo por el formato de tubo, teniendo en cuenta la posición de la estructura y la dirección de las fuerzas a las que serán sometidas, puesto que, al ser una extrusión de un perfil de sección circular, la resistencia es mayor a la de una barra plana.

Se utiliza un tubo de 7.9 mm para probar su resistencia en las pruebas con el sujeto.

Además de la buena resistencia y el peso ligero, los tubos de este tipo resultan muy fáciles de mecanizar y moldear. Para conseguir las formas curvas del marco se arma un jig desmontable en MDF y se corta con

láser. Una vez armado se rellenan los tubos con arena y se aplica calor con una pistola en las zonas que se desean curvar. En paralelo se realizan pruebas para unir las piezas.

Los métodos de unión química requieren muchas horas de secado, con excepción del cianocrilato, y las terminaciones se vieron desprolijas, mientras que las uniones físicas con remaches se apreciaron firmes y además de fácil implementación, por lo que se sigue el prototipado con este método.

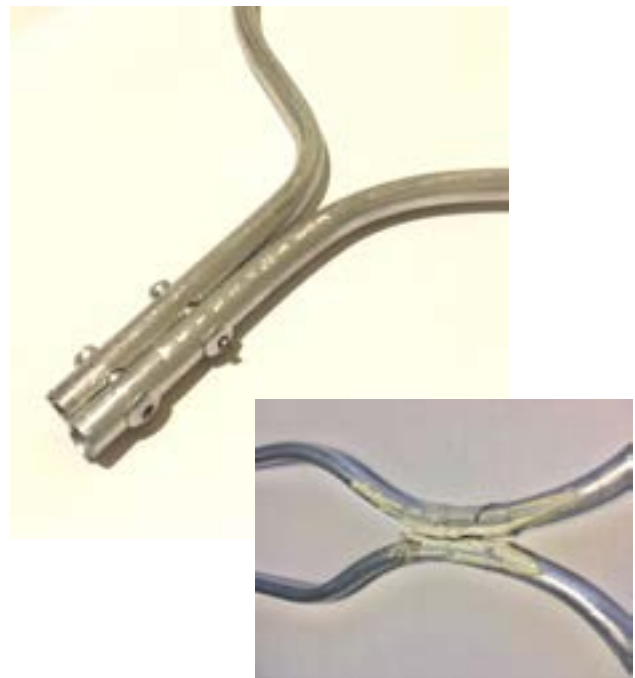


Fig 58. Unión química y física de marco, elaboración propia.



## 4.9.2 Mecanismo resorte

Las primeras ideas resuelven la disposición de las piezas del sistema. Se dibuja un eje por el que se unen las piezas internas a las carcasas y en ese mismo eje se posiciona el resorte. Se imprimen en ABS y PLA para observar posibles diferencias.

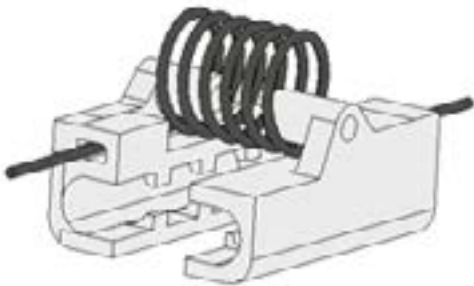


Fig 59. Primer método de ensamble, elaboración propia.

Al ensamblar todos los componentes y girar los apoyos, las partes más delgadas de las piezas se fracturaron, tanto las de ABS como las de PLA, específicamente se repitió la fractura en el cilindro del eje debido a la compresión del diámetro del resorte al ser girado.

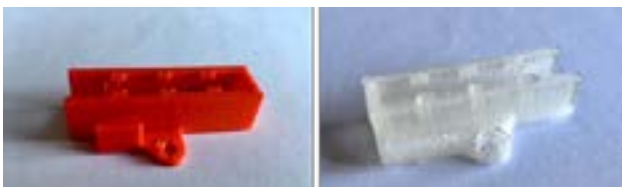


Fig 60. Piezas de PLA (rojo) y ABS (blanco) fracturadas en el eje, elaboración propia.

Se busca una nueva manera de armar el sistema y se consultan referentes de sistemas con pivote.



Fig 61. Referentes de articulación.

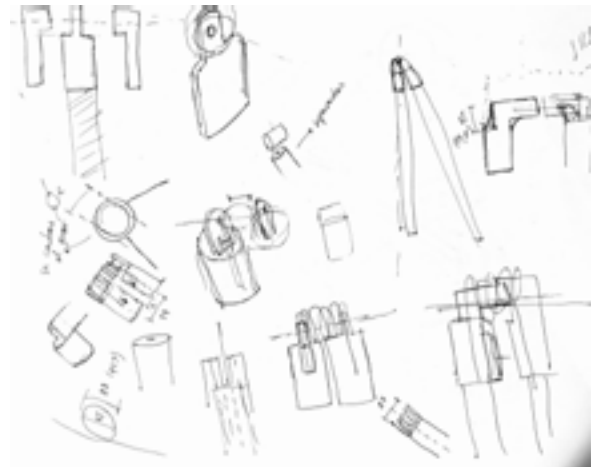


Fig 62. Bocetos de exploración segundo mecanismo, elaboración propia.

El nuevo diseño distribuye las piezas de manera parecida, pero varían las dimensiones y el modo de ensamble. Se aumenta el diámetro del eje de modo que calce, con un margen de tolerancia, con el diámetro del resorte. Para facilitar el armado se separa la sección que recibe al tubo de aluminio y un extremo del resorte del resto de la pieza y se agregan ensambles tipo riel (fig x). De esta manera se obtiene una articulación donde los componentes quedan mucho mejor ensamblados entre ellos, y se facilita también la unión con el marco de aluminio.

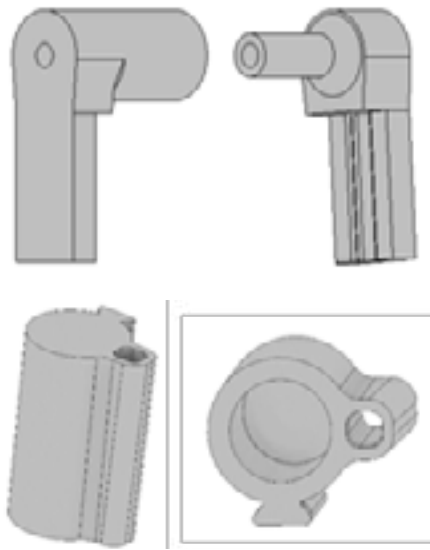


Fig 63. Segundo método de ensamble, elaboración propia.



Fig 64. Desglose piezas de segundo método de ensamble, elaboración propia.

Vale aclarar que el diseño de un resorte consta de un grupo de variables, como el grosor y material del alambre, el diámetro interior y exterior del cuerpo, el número de vueltas y el ángulo de los extremos. Es necesario que cambie apenas una de estas variables para tener como resultado un resorte totalmente diferente, por lo que en este proyecto se intenta el acercamiento al diseño de un resorte que ayude a cumplir



Fig 65. Vista lateral, elaboración propia.



Fig 66. Vista frontal, elaboración propia.

el objetivo de levantar el peso de Lucas, pero para conseguir resultados más precisos se considera necesario el trabajo en conjunto a un experto o experta en el área.

Los resortes fabricados en el proyecto han sido modificados en base a observaciones de ensayo y error acompañadas por las consideraciones variables mencionadas.

### 4.9.3 Carcasas

En primer lugar, se debe definir el rango en que giran los apoyos laterales y el apoyo posterior al cambiar de posición. Para esto, se ensambla el sistema con los resortes.



Fig 67. Marco ensamblado con mecanismo de resorte y ruedas, elaboración propia.

Es indispensable tener en cuenta las consideraciones métricas recomendadas por los veterinarios, por lo que se utilizan las medidas de Lucas y se determina la angulación de los apoyos laterales respecto a la perpendicular del piso. El ángulo que se busca establecer es el mínimo necesario para que, al caminar, la estructura mantenga la estabilidad y no se pliegue.

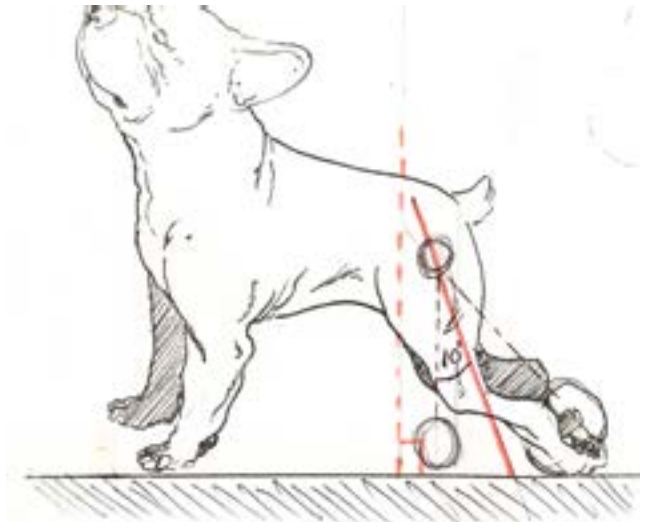


Fig 68. Boceto angulación de  $10^\circ$  como el mínimo para mantenerse de pie, elaboración propia.

Una vez establecidos estos límites, se procede al diseño de la forma y ensamble de las carcasas. A continuación, se presentan las diferentes iteraciones realizadas en las primeras maquetas y prototipos.

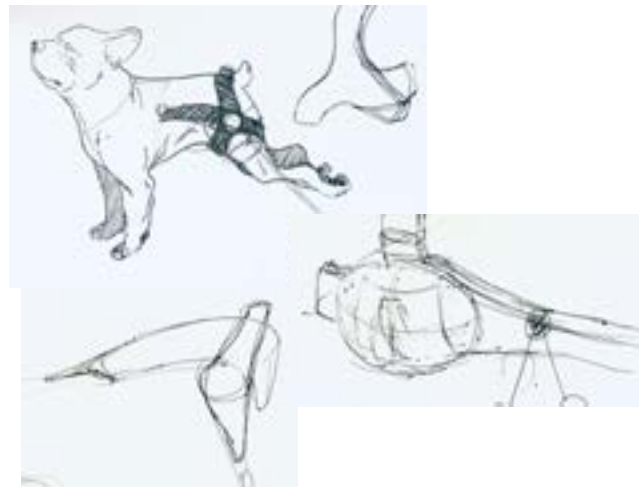


Fig 69. Bocetos para el diseño de carcasas, elaboración propia.

En el primer prototipo se diseñan dos carcasas que se unen con tornillos y donde se limitaron los rangos de giro mediante toques dentro de la cara interior de cada una de ellas. En el centro se ubica un orificio por el cual atraviesa el eje del mecanismo de resortes. Las dimensiones son directamente proporcionales con el tamaño del mecanismo, por lo que, en caso de variar el diseño del resorte, en específico, si se agranda, la carcasa debe aumentar también de tamaño (diseño paramétrico).

Desde caras externas se extienden dos "brazos" en direcciones contrarias, de los cuales se amarran las correas en las que se inserta el muslo del perro, además de las partes donde se unen otros componentes como el asa superior.

Finalmente se modelan las uniones para el marco y las ruedas, se fabrican en PLA, para posteriormente realizar una prueba con Lucas y Jennifer.

Esta es la primera prueba de prototipo con los usuarios, y se testean dos configuraciones: la primera consiste solamente en la mitad posterior del prototipo, sin unión a un arnés delantero. La segunda se diferencia solamente en que sí se une a este arnés, en este caso se utiliza un arnés básico de tienda de mascotas y se engancha por medio de broches.

En esta etapa no fue posible evaluar el

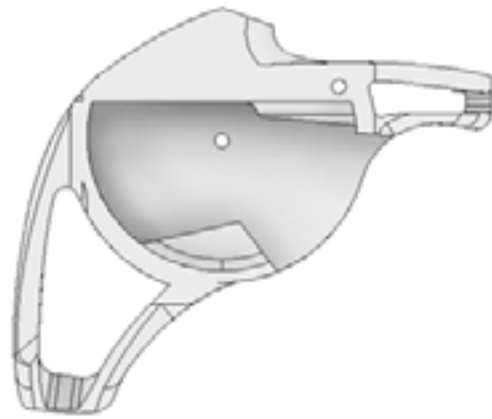


Fig 70. Modelo 3D de carcasa con brazos para amarrar correas , elaboración propia.

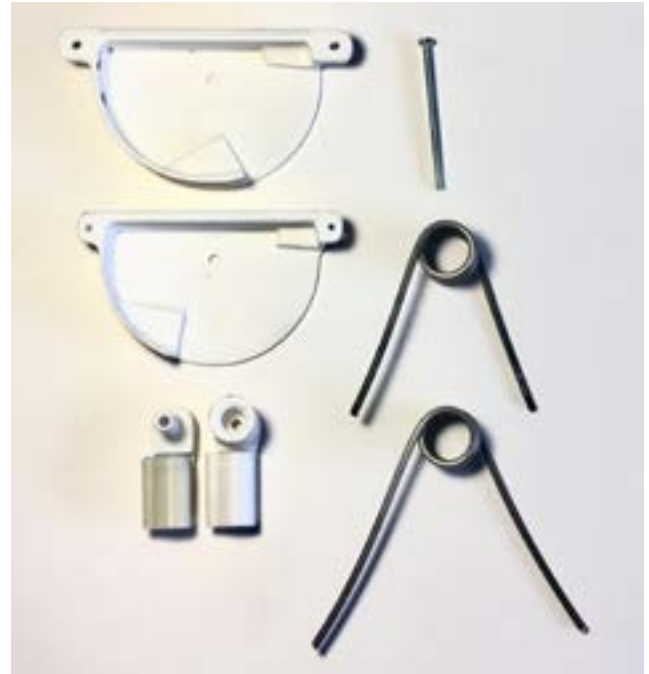


Fig 71. Modelo 3D de carcasa que se une al arnés delantero, elaboración propia.

prototipo en su totalidad puesto que Lucas se encontraba muy nervioso y no permitió manipular sus extremidades con facilidad, sin embargo, fue posible observar el funcionamiento de la estructura y la rectificación de las medidas de algunas piezas. Se concluye que es indispensable la unión entre las piezas de la cadera y el tren delantero del animal, puesto que esa estructura forma un triángulo imaginario que mantiene la estructura en su lugar.

La cadera por si sola no mantiene erguidos a los apoyos laterales puesto que no hay nada estabilizando la columna del animal, el marco cae hacia delante.

Posteriormente se experimenta con el requisito de personalización el objeto, mediante la división interna de las carcasas recién presentadas, dando como resultado la fabricación de cuatro carcasas, siendo las internas las que mantienen en su lugar al sistema de resortes, y las externas las que pueden ser intercambiadas para jugar con diferentes colores y estilos.



*Fig 73. Elementos internos del sistema, elaboración propia.*



*Fig 72. Primera prueba de prototipo, elaboración propia.*

#### 4.9.4 Ruedas

Para agilizar el proceso se aplican pruebas con dos tamaños de ruedas de scooter de diámetros 110 mm y 80 mm.

Se observa que con las ruedas de diámetro 100 mm el desplazamiento en línea recta es realizado exitosamente, sin embargo, al momento en que Lucas intenta voltear hacia un lado se hace necesario hacer un ángulo de giro mayor al que está acostumbrado a realizar, por lo que la rueda se traba o choca con los muebles. Por otra parte, con las ruedas de diámetro 80 mm, el ángulo de giro necesario es menor por lo que Lucas puede girar sin problemas, lo que se traduce en un desplazamiento más fluido, de modo que se decide continuar el prototipado utilizando las ruedas más pequeñas.

Adicional a las pruebas tamaño, surge la idea de buscar un mecanismo que ayude al perro en la tarea de sentarse. Para esto se testean dos tipos de rodamientos: el común que viene incluido en la rueda de



Fig 74. Ruedas de scooter de 80 y 110 mm respectivamente , elaboración propia.

scooter, y uno anti-reversa, es decir, que bloquee el movimiento de la rueda si se realiza una fuerza hacia atrás.



Fig 75. Rodamiento anti reversa con adaptador para rueda en impresión 3D , elaboración propia.

Se observa que al adoptar la posición de perro boca abajo mientras se utilizan los rodamientos normales, El 75% de las veces el artefacto retrocedió, mientras que al utilizar el rodamiento anti-reversa, el carro se plegó el 80 % de las veces, quedó parado el 20%, y no retrocedió ninguna vez.



*Fig 76. Prueba de giro con rueda de 80 mm y rodamiento , elaboración propia.*

#### 4.9.5 Conclusiones

- Si bien las maquetas y los primeros prototipos logran ejecutar los movimientos deseados al aplicar las fuerzas manualmente, al hacer las pruebas con el perro no fue posible obtener resultados positivos respecto al diseño del resorte.

- La manera de unir la silla al perro resulta dificultosa puesto que son necesarias dos o incluso tres personas para hacerlo (una sostiene la silla, otra sostiene al perro y otra inserta las patas en el arnés) dado que tiene muchos amarres y el perro se mueve nervioso.

- El diseño de las carcasas intercambiables se considera poco viable ya que para realizar el cambio es necesario desarmar gran parte del prototipo, lo que resulta tedioso para el usuario, además de que existe la

posibilidad de que se pierdan elementos como tornillos o tuercas.

- Se observa que la forma de las carcasas al estar unidas es poco fluida, parecen piezas de diferentes objetos que no son coherentes entre sí.

- Se rescata información acerca del tamaño de las ruedas, mientras sean de mayor diámetro más difícil es para el perro hacer un giro.

- Se evalúan positivamente algunos parámetros de impresión relacionados a la calidad (altura de cada capa de filamento) y las tolerancias de las piezas, en especial de las que se ensamblan una dentro de otra.



#### 4.10 **Nuevas direcciones**

A partir de las pruebas realizadas y las conclusiones obtenidas se decide modificar aún más el diseño, cambiando en primer lugar la dirección en que se aplican las fuerzas al resorte. Esto, a raíz de la asesoría con fabricantes que afirman que, al utilizar un resorte de torsión en sentido contrario al enrollado, es decir, abriendo los extremos, la manera en que se libera la energía es menos estable y más difícil de calcular.

*\* Es necesario acotar que los fabricantes asesores no poseen nociones cuantitativas sobre el diseño de resortes, sino más bien conocen, por experiencia, con detalle las variables explicadas anteriormente, por lo que al consultar con ellos sobre fórmulas matemáticas no se consigue información relevante. \**

Con esta información y cambio de direcciones se bocetean nuevas geometrías para el mecanismo del resorte y por consiguiente para las carcasas. Al utilizar un

resorte de torsión de esta manera, suele ser necesario fijar uno de los extremos y dejar el otro libre para generar la fuerza. A medida que se fueron diseñando los resortes desde el principio del prototipado, estos se fueron manipulando para analizar su comportamiento. Una observación relevante es que a medida que se van cerrando los extremos se debe aplicar mayor fuerza para lograrlo. Con esto se plantea la posibilidad de regular la energía que el mecanismo almacena, lo que podría ser una gran mejora al diseño, ya que en el caso de que el animal gane o pierda peso o fuerza en sus extremidades, el mecanismo puede ser reajustado sin la necesidad de cambiar el resorte.

#### 4.10.1 **Función calibrable**

Como primer paso se modifican las carcasas del prototipo anterior, marcando una progresión de ángulos. Se hacen orificios en una de las caras de la carcasa con una barilla caliente y se inserta uno de los extremos en el primero de ellos, mientras que el otro extremo es asignado a un apoyo lateral utilizando las mismas uniones anteriores, con la finalidad de evaluar manualmente si se percibe un aumento en la resistencia del resorte.

Considerando el objetivo planteado de simplificar el modo de uso para el guardián, se pretende diseñar un mecanismo que no lo obligue a desarmar el aparato o a utilizar muchas herramientas externas para llevar a cabo este ajuste.

Así es como se desarrolla una base con un eje de las mismas dimensiones que el prototipo anterior, y de la superficie se levantan "dientes" donde se puede enganchar el extremo del resorte que queda fijo. Se prueba girando manualmente el extremo fijo al igual que en el primer paso, y al tener un resultado positivo se procede a diseñar la carcasa.



*Fig 77. Carcasa intervenida para graduación de fuerzas, elaboración propia.*



*Fig 78. Prueba de base dentada para graduación de fuerzas, elaboración propia.*

#### 4.10.2 Nueva carcasa

Luego de diseñar los elementos básicos para esta pieza se debe determinar de que forma podría realizar el ajuste de fuerzas. Se dibujan algunas ideas donde se integran elementos como palancas y perillas. No se considera buena opción el girar el extremo del resorte con los dedos ya que si se manipula de manera incorrecta este se puede soltar bruscamente y generar lesiones.

Finalmente se modela la geometría que parece cumplir mejor el objetivo. Como resultado se obtiene la pieza de la figura X, donde la graduación de los ángulos depende de la dimensión de la pieza, y esta depende a su vez del diseño del resorte, al igual que en los primeros prototipos.

Respecto al apoyo lateral, se fusiona la pieza articulada con una carcasa que contiene el tubo de aluminio y el extremo libre del resorte. Se agrega un orificio que será el eje del sistema y por donde se inserta un tornillo para mantener las piezas en su lugar. En este prototipo se elimina el apoyo posterior para las extremidades traseras, ya que al cambiar la dirección del resorte ya no quedan extremos disponibles para mover esa pieza. En el entretanto se dejan las patas traseras libres, ya que Lucas puede moverlas con suavidad.

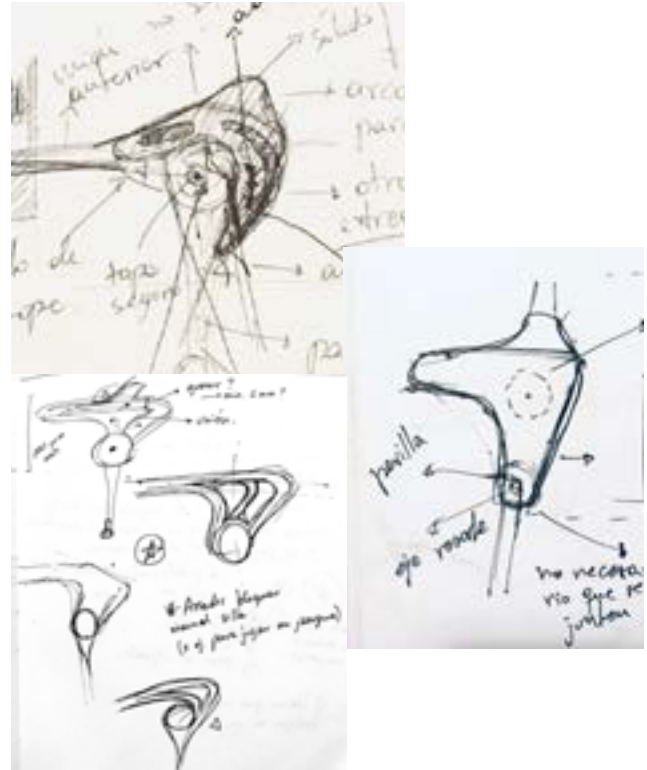


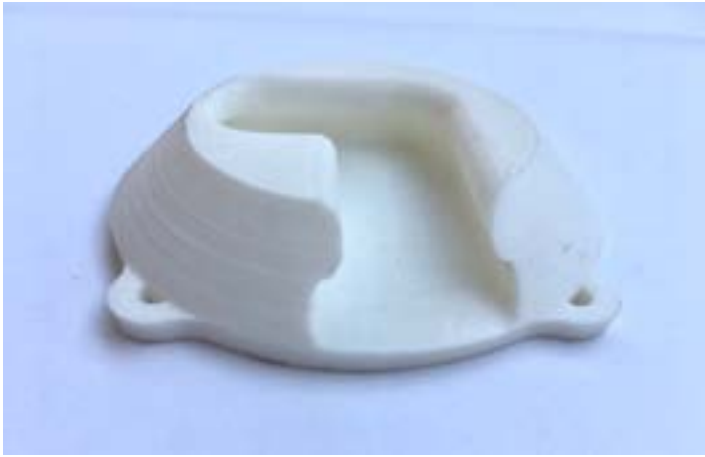
Fig 79. Bocetos para nueva carcasa , elaboración propia.



Fig 80. Modelo e impresión 3D carcasa final , elaboración propia.



Fig 81. Modelo 3D apoyo lateral, elaboración propia.



*Fig 82. Piezas de acomple zona de cadera, Elaboración propia*

### 4.10.3 Modo de acople

Hasta este punto se ha utilizado el mismo método de unión perro/carro desde el primer prototipo. Como se expresó en las conclusiones de las primeras pruebas, las correas dificultaban la tarea puesto que se necesita más de una persona para llevarla a cabo. Si bien Lucas reacciona más calmado con Jennifer, cuando es otra la persona que intenta acoplar el carro se pone nervioso y se mueve más. A raíz de esto se busca simplificar la unión, nuevamente se realiza una lluvia de ideas con bocetos y finalmente se decide mantener los mismos puntos de unión, pero aproximándose al perro desde arriba, de esta forma, él debe permanecer sentado o acostado mientras se lleva a cabo la acción.

Para esto se modelan piezas con un tipo de "riel" (figura x) que se cose a la tela del arnés, mientras su contraparte se integra a la carcasa.

Entonces, para acoplar la silla:

- 1- El usuario posiciona el aparato desde arriba del lomo apoyando las ruedas en el piso.
- 2- Se ensamblan las uniones de la cadera en ambos costados.
- 3- Se giran las uniones delanteras hacia el torso.
- 4- Se ensamblan las uniones del torso

en ambos costados.

- 5- Se empuja el asa superior para ayudar al perro a levantarse.

Una vez el perro se encuentra de pie, su propio peso termina de asegurar el ensamble en su lugar.

Para quitar la silla, básicamente son los mismos pasos pero en reversa:

- 1- El perro debe tomar posición de descanso
- 2- El usuario empuja el ensamble del torso hacia adelante.
- 3- Se gira la pieza en sentido contrario al del ensamblaje.
- 4- Se retira la pieza de la cadera.
- 5- Ya desensamblado el aparato, se puede retirar moviendo hacia arriba.

Es hasta esta etapa que fue posible fabricar piezas para los prototipos, debido al cierre de los laboratorios. Además, debido a la cuarentena y la logística de trabajo, esta parte del trabajo no alcanza a ser sometida a prueba, sin embargo, a la fecha de la entrega de este documento se inicia el plan de desconfinamiento, por lo que se programan visitas al usuario para realizar y documentar las últimas pruebas.

#### 4.10.4 Arnés personalizado

Finalmente, se desarrolla el diseño del arnés. Los principales requisitos son asociados con la elección de las telas, que deben ser resistentes ya que el ideal del proyecto es que este elemento se utilice todo el día, o la mayor parte de estos. Luego de explorar ideas formales se elabora un molde con un diseño estándar con papel vegetal para analizar la forma de fabricación y los puntos de uniones y costuras.

Se divide la confección del arnés en dos capas, una capa interna, cuya tela está en contacto directo con la piel del animal, por lo que no debe provocar roce y debe permitir la disipación de calor, e idealmente impermeable debido a la posibilidad de estar en contacto con la orina del perro. La capa externa, como indica su nombre está en contacto con el exterior, por lo que la tela debe ser principalmente resistente, impermeable y resistente a los rayos uv.

Teniendo en cuenta la caracterización de los guardianes desarrollada en el marco teórico y los resultados de la encuesta realizada para este proyecto, se identifican los estilos estéticos asociados a las preferencias más recurrentes, y con ello, parámetros aplicables al diseño de este prototipo para conseguir un grado de personalización acotado.

Los hobbies que más se repiten entre los guardianes son:

- Practicar y ver deporte
- Leer y visitar distintos cafés
- Escuchar y tocar música

En esta fase toma la primera preferencia y se elabora un moodboard deportivo para analizar las líneas formales, colores, etc, que caracterizan el estilo.

Las telas hoy en día pueden ser cortadas fácilmente por medio de cortadoras láser, por lo que es posible agilizar el proceso de confección, teniendo modelos básicos que varían según parámetros definidos a continuación.

Se establecen, entonces, de esta forma los parámetros con los cuales puede ser aplicada la personalización. Se plantea mantener el mismo diseño formal de las carcasas para los diferentes estilos, permitiendo la elección de las siguientes variables:

- Color: Actualmente los filamentos para impresoras 3D tienen una amplia gama de colores y que se va ampliando cada vez más.
- Uniones y terminaciones: En las partes



Fig 83. Moodboard inspirado en la vida deportiva y sus elementos. Elaboración propia

donde existan uniones, como por ejemplo, el cierre del arnés, o la unión de este con la correa de caminata, se pueden variar los elementos utilizando cierres, cordones, broches, etc.

- Texturas: Las telas de la capa exterior pueden ser de un material liso o texturizado, además se pueden crear texturas por medio del corte o grabado láser. Respecto a las carcadas, las piezas fabricadas con filamento ABS en alta calidad suelen tener un acabado mate, pero también pueden pasar por un post proceso donde se realiza un baño con vapor de acetona que deja la superficie muy lisa y brillante.



Fig 84. Propuesta de arnés inspirado en el deporte. Elaboración propia

El estilo deportivo se caracteriza por la ropa ceñida al cuerpo, las líneas sobrepuestas evocan movimiento, rapidez, los colores sólidos y brillantes como el rojo, azul, amarillo y blanco resaltan a la vista y se utilizan muchos cierres y cordones. A partir de esto se elabora una propuesta de arnés para amantes del deporte.

#### 4.10.5 Renders finales



*Fig 85. Representación visual. Elaboración propia*





*Fig 86. Representación visual de ambas posiciones. Elaboración propia*

# Conclusiones y proyecciones

A modo de conclusión se pretende expresar los hallazgos, contribuciones, falencias, temas inconclusos del proyecto además de las proyecciones y posibles mejoras en este contexto de proyecto académico final, para así desarrollar una mirada objetiva y crítica de este, y los futuros proyectos venideros en la vida profesional.

Para partir, resulta interesante y algo inquietante la falta de conocimiento y/o registro de las estadísticas sobre las distintas discapacidades animales y lo que estas conllevan. Al observar con ojos optimistas un presente donde la situación de discapacidad en las personas se encuentra en vías de normalización más que de inclusión y donde la sociedad está cambiando su percepción sobre la vida de los animales velando por su bienestar, se percibe un ambiente propicio para el desarrollo de proyectos con enfoques transversales que pongan al animal doméstico o salvaje al mismo nivel de importancia que el animal humano.

Este proyecto en específico apunta a lograr este equilibrio entre las necesidades de ambos tipos de usuarios y las propuestas buscan solucionar cada problemática sin “sacrificar” la necesidad del otro, como

pasa, por ejemplo, con el método de acople, que si bien es orientado a facilitar la tarea al guardián, intenta ser lo menos invasivo para no poner nervioso al perro.

Al analizar las altas cifras del mercado de las mascotas y comparado con la poca oferta respecto a los artefactos protésicos queda en evidencia la pertinencia de este tipo de proyectos, lo que se puede apreciar también al investigar el estado del arte, donde decenas de diseñadores de todo el mundo han puesto el foco. Sin embargo, pocos son los proyectos que pasan la etapa conceptual y se materializan hasta llegar a ser un producto. Cabrá preguntarse el por qué, podría atribuirse a la falta de información ya expresada u otros factores, pero ya resulta interesante el desarrollo de estas propuestas y las diversas soluciones que aparecen.

La rápida expansión de los métodos de prototipado rápido y fabricación digital parecen ser una de las claves para traer a la realidad estas soluciones que apuntan a problemáticas tan específicas, pero con la particularidad de poder crear soluciones únicas sin la necesidad de inversión extra de recursos, energía y tiempo. Esta fue una de las razones principales para con-

siderar este tipo de manufactura para el desarrollo de estos prototipos, conjugada también con el bajo impacto que se genera al utilizar métodos aditivos, generando menos residuos.

Si bien el impacto medioambiental y el diseño sustentable no están dentro de los lineamientos principales de este proyecto, es imperante la necesidad de que los diseñadores seamos capaces de considerarlos como requisitos fundamentales en el desarrollo de cualquier proyecto, considerando la gran crisis ecológica que estamos enfrentando.

Respecto al cumplimiento de los objetivos planteados, parecen ser todos logrados a nivel conceptual y formal, siendo necesaria una validación funcional con el sujeto de pruebas, la que, como ya se explicó, no fue posible de realizar por las limitaciones que nos presenta una crisis sanitaria mundial. La exploración estética fue acotada por motivos logísticos puesto que los parámetros establecidos permiten un sinnúmero de configuraciones únicas.

Un aspecto en el que se presentó la mayor dificultad y no parece ser del todo logrado es en el diseño de los resortes, lo que podría ser mejorado al abrir el proyecto a un equipo multidisciplinario. No obstante, hubo consciencia de esta problemática durante el proceso de diseño, por lo que el desarrollo de las piezas considera la posi-

ble necesidad de cambios para su óptimo funcionamiento, lo que puede ser solucionado gracias a la utilización de herramientas de diseño paramétrico.

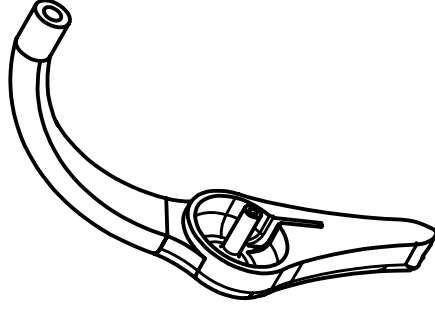
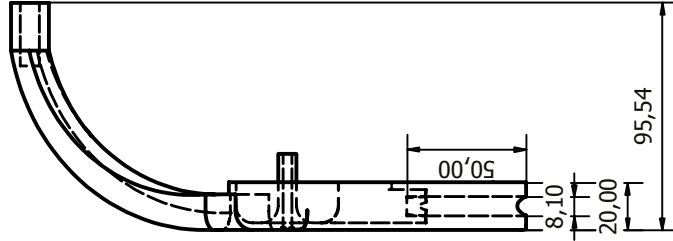
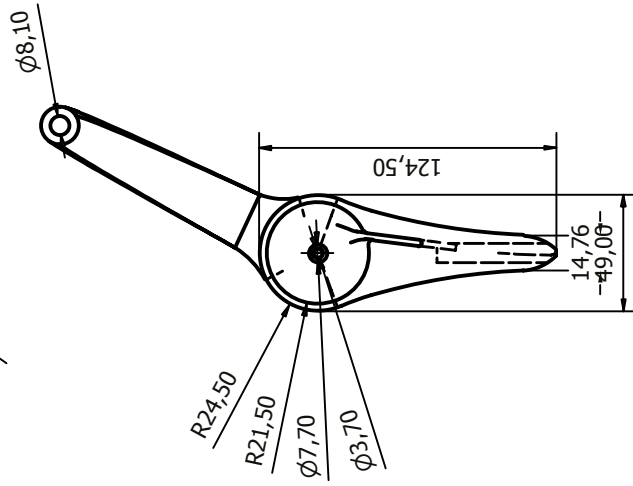
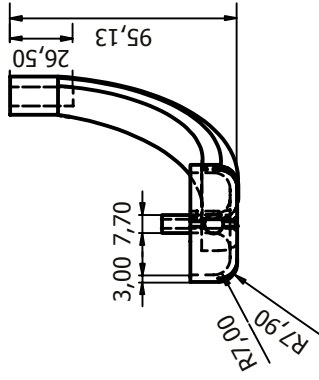
Como un paso siguiente, se proyecta la postulación a fondos concursables que financian emprendimientos e innovación como el Capital Semilla de CORFO, Fondart en líneas de diseño, o incluso en la Incubadora de Negocios de INACAP. Con mayores recursos sería posible el armar el equipo necesario para realizar las mejoras necesarias, como el apoyo para las extremidades posteriores, que no fue totalmente desarrollada en el prototipo final, además de ahondar en una experimentación con otros materiales que podrían solucionar los problemas de rompimiento de algunas piezas 3D.

De esta manera sería posible dar el salto del desarrollo de un prototipo a la fabricación de productos con una identidad de marca, interfaces dinámicas para la personalización de los componentes y que puedan llegar a distintos tipos de usuarios con también distintas necesidades.

# Referencias bibliográficas

- Allen, K., Blascovich, J., Tomaka, J., & Kelsey, R.M. (1991). *Presence of human friends and pet dogs as moderators of autonomic responses to stress in women*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 582-589.
- Anderson, D. (2007). *Assessing the human-animal bond*. West Lafayette: Purdue University Press
- Cardozo, J., Hernandis, B., Ramírez, N. (2013) *El diseño de productos en el contexto de la personalización en masa*. *Iconofacto* 9 (12), 136-153.
- Clutton-Brock. (1987). *The Natural History of Domesticated Mammals*. London: Cambridge University Press.
- Ferreira M., Velázquez E. (2009) *Discapacidad, exclusión social y tecnologías de la información*. *Política y Sociedad*, 2009, Vol. 46 Núm. 1 y 2: 237-253
- Gallardo, M. (2008) *Caracterización y análisis del proceso de adiestramiento canino en la región metropolitana*. (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Irvine, L. (2004). *If you tame me: Understanding our connection with animals*. Philadelphia, USA: Temple University Press. [pág.28]
- Jiao, J., Tseng, M., Ma, Q. (2003). *Towards High Value-added Products and Services: Mass Customization and Beyond*. *Technovation*, 23(10), 809 - 821.
- Munari, B. (1983). *Cómo nacen los objetos: apuntes para una metodología proyectual*. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- Ng, E., Schweitzer, L., Lyons, T. (2010) *New Generation, Great Expectations: A Field Study of the Millennial Generation*. *Journal of Business and Psychology* 25(2), 281-292
- Noske, B. (1989). *Humans and other animals: Beyond the boundaries of anthropology*. London: Pluto Press.
- Smith, B., Dale, A. (2016) *Integrating animals in the classroom: The attitudes and experiences of Australian school teachers toward animal-assisted interventions for children with Autism Spectrum Disorder*. *Pet Behaviour Science* 1, 13-22
- Pine, B. (1999) *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*.
- Ynzunza, C., Izar J. (2017) *El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras*. *CONCIENCIA TECNOLÓGICA* No. 54, Julio-Diciembre 2017: 33-45

# 07 | ANEXOS



Nombre: Doggo, apoyo lateral

Diseño: Alejandra Bustos Aedo

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y  
Urbanismo

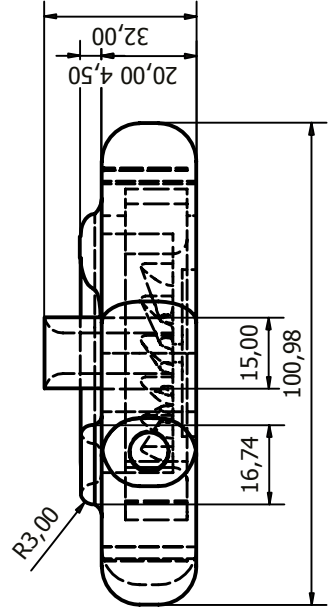
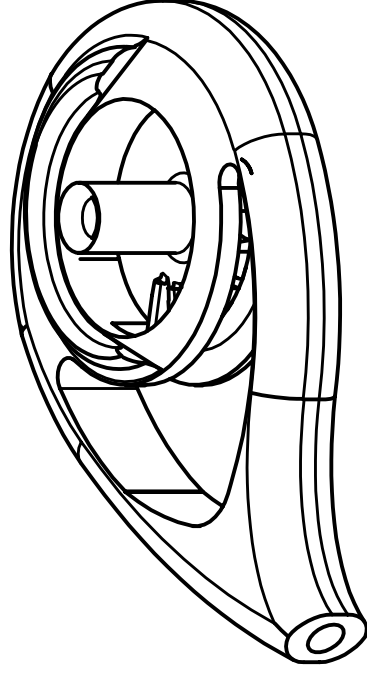
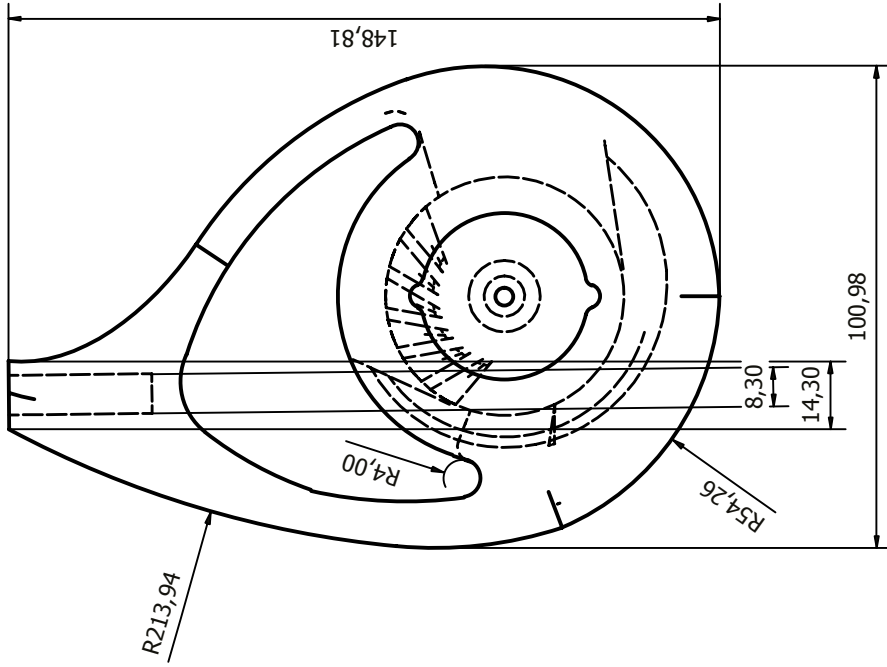
Material: ABS

Fecha  
Sept. 2020

Escala  
1:2

Unidad  
mm





Nombre: Doggo, cadera izquierda

Diseño: Alejandra Bustos Aedo

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y  
Urbanismo

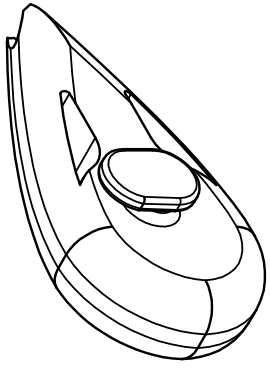
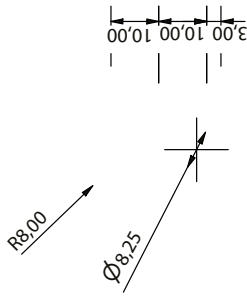
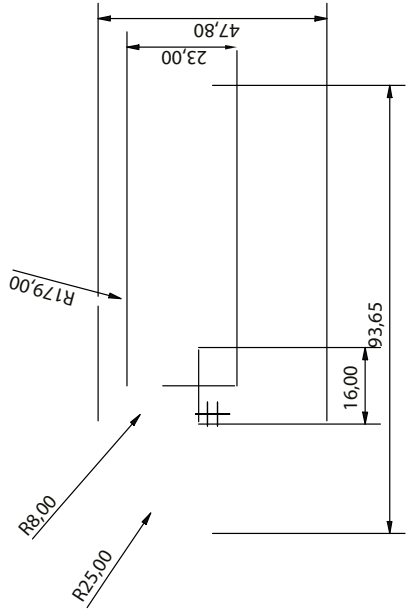
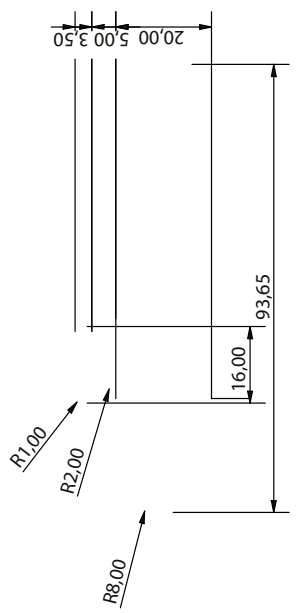
Material: ABS

Fecha  
Sept. 2020

Escala  
1:1

Unidad  
mm

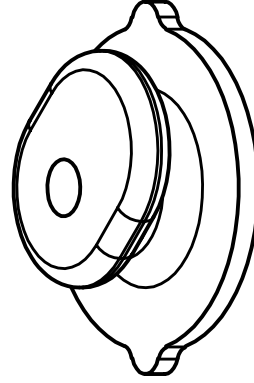
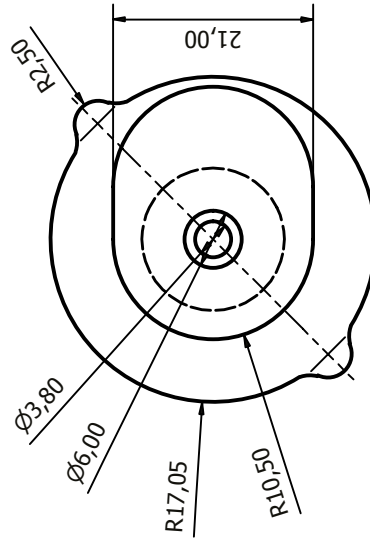
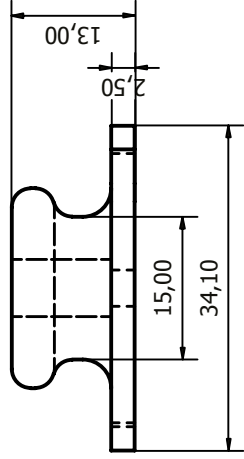
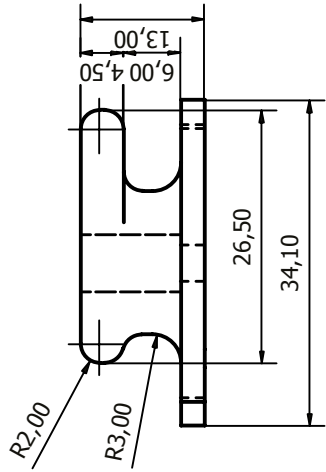




Nombre: Doggo, arnés anterior derecho

Fecha Sept. 2020	Escala 1:1	Unidad mm
Diseño: Alejandra Bustos Aedo		
Universidad de Chile Facultad de Arquitectura y Urbanismo		
Material: ABS		





Nombre: Doggo, ensamble cadera

Diseño: Alejandra Bustos Aedo

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y  
Urbanismo

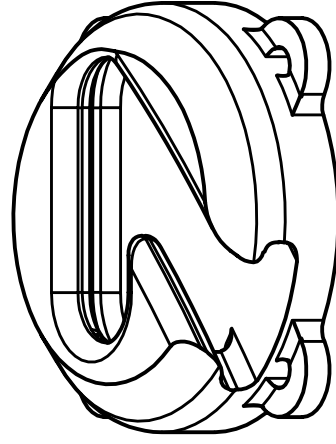
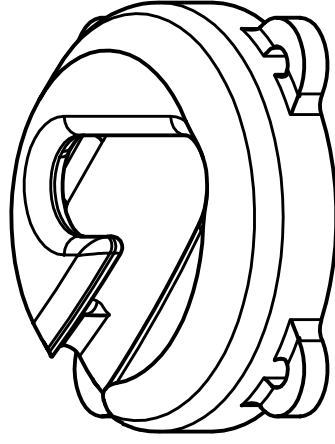
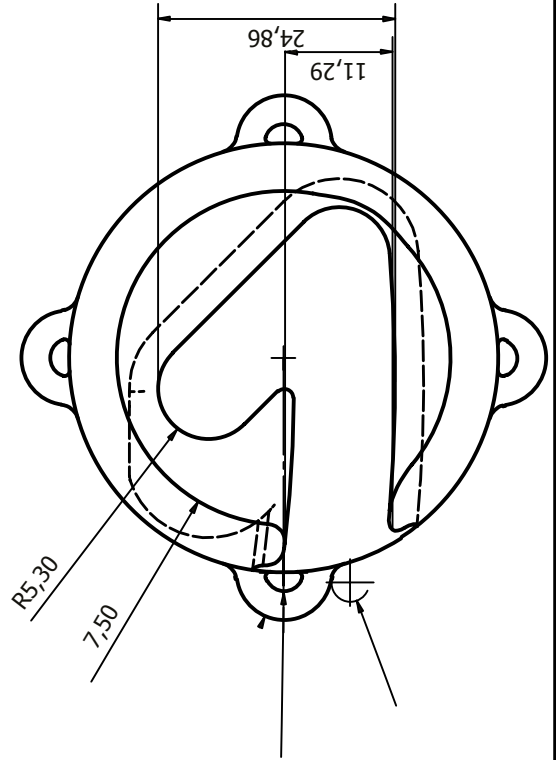
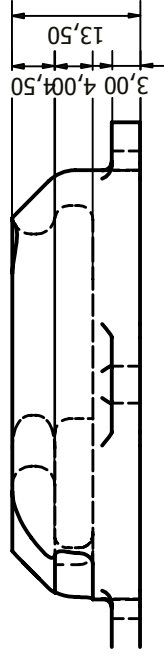
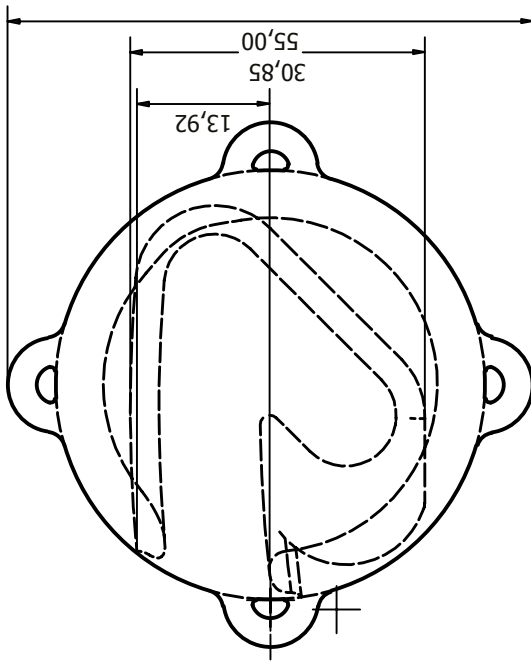
Material: ABS

Fecha  
Sept. 2020

Escala  
2:1

Unidad  
mm





Nombre: Doggo, ensamble torso

Diseño: Alejandra Bustos Aedo

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y  
Urbanismo

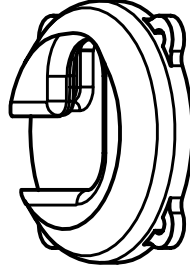
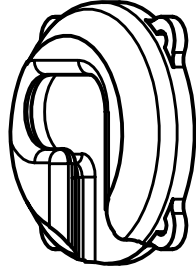
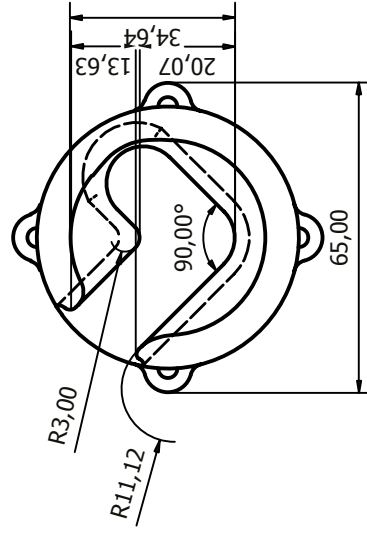
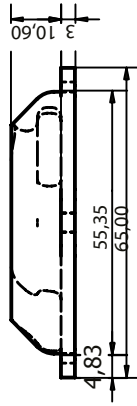
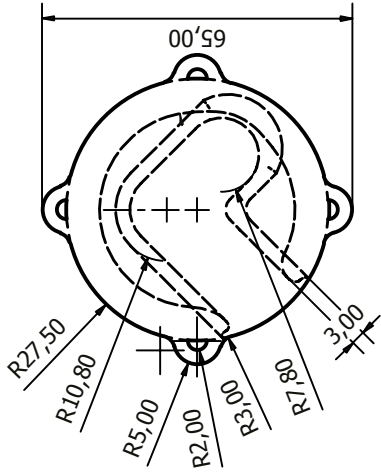
Material: ABS

Fecha:  
Sept. 2020

Escala:  
2:1

Unidad:  
mm





Nombre: Doggo, ensamble cadera

Diseño: Alejandra Bustos Aedo

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y  
Urbanismo

Material: ABS

Fecha  
Sept. 2020

Escala  
1:1

Unidad  
mm

