

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
INGENIERÍA EN DISEÑO DE PRODUCTOS
VALPARAÍSO – CHILE



Diseño de un inmovilizador para la posición decúbito dorsal de uso
veterinario

MACARENA PATRICIA ARGANDOÑA AGURTO
TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN DISEÑO DE
PRODUCTOS
ROBERTO DURÁN NOVOA
ENERO 2023

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a las personas que me apoyaron en todo este largo proceso.

En primer lugar agradecer a mis padres, Enrique y Patricia que siempre han sido mis pilares, que han creído en mí y no me han dejado sola en ningún momento de mi vida, por apoyarme en mis decisiones y ayudarme cuando lo necesitaba. A mi hermano Enrique, por siempre hacerme reír y darme una mano.

Mis familiares, cada uno aportó su granito de arena, en especial a mi Abue Rebeca, que a pesar de la distancia siempre estuvo presente, entregándome buenas vibras y ánimo para lograr mis metas, gracias por ser mi ejemplo de vida y de la persona que quiero ser. A mi tía Doris, por ser un apoyo incondicional en este proceso, por ser mi pepe grillo siempre.

A mis mejores amigas mafe, cami y javi, que difícil hubiese sido vivir este proceso sin su apoyo incondicional, gracias por darme

animo, escucharme, ofrecerme ayuda cuando la necesite, las adoro.

A mis amigos, por esa palabra de animo y apoyo siempre. A los amigos que me llevo de la universidad, gracias por las risas que lograban desconectarme un poco del estrés y los estudios, por siempre acompañarme a fumar en las ventanas o después de un certamen, por las juntas de estudio que a veces lo que menos hacíamos era estudiar.

A todos los profesores que formaron parte de mi etapa académica, por ayudarme a ser mejor profesional, por entregarme sus conocimientos para seguir avanzando. A Jorge Maggiolo por su ayuda y sus consejos desde mi primer año de universidad.

DEDICATORIA

A Rebeca Rojas, mi ser de luz.

RESUMEN EJECUTIVO

En esta memoria se propone el diseño de un inmovilizador adaptable para la posición decúbito dorsal para uso veterinario, especialmente para procedimientos como toma de radiografías, ecografías y cirugía en perros y gatos. Este busca adaptarse al tamaño del animal, tanto en su ancho como en su largo e inmovilizarlo para ayudar al médico veterinario optimizando el desarrollo de los procedimientos mencionados.

El uso de métodos como OTSM-TRIZ permitieron definir los requerimientos y parámetros para el desarrollo de este producto.

Todo esto permite generar una solución, la cual se llevo a cabo en un prototipo tomando en cuenta la mayor cantidad de variables encontradas a lo largo de esta memoria y presentado a profesionales en el área.

ABSTRACT

This report proposes the design of an adaptable immobilizer for the dorsal decubitus position for veterinary use, especially for procedures such as x-rays, ultrasound and surgery in dogs and cats.

This seeks to adapt to the size of the animal, both in width and length, and immobilize it to help the veterinarian optimizing the development of the mentioned procedures.

The use of methods such as OTSM-TRIZ allowed to define the requirements and parameters for the development of this product.

All this allows to generate a solution, which was carried out in a prototype taking into account most of the variables found throughout this report and presented to professionals in the area.

GLOSARIO

Es necesario definir algunos términos principalmente técnicos para un correcto entendimiento de esta memoria.

OTSM-TRIZ: Teoría del pensamiento poderoso.

TRIZ: Teoría de resolución de problemas de inventiva.

CAD: Computer Aided Design, diseño asistido por computadora.

VENTRODORSAL: Posición radiográfica donde el animal es acostado sobre su espalda, dejando su abdomen en exposición.

CAUDAL: En radiología, el rayo esta dirigido hacia los pies.

CRANEAL: En radiología, el rayo esta dirigido hacia la cabeza.

CHASIS: Estructura rígida con forma de caja plana en cuyo interior se coloca la película radiográfica.

VÍA: Modo de administrar un medicamento

MORFOLOGÍA: Parte de la biología que trata de la forma de los seres vivos y de su evolución.

RdP: Red de Problemas, parte del método OTSM-TRIZ el cual permite tomar un problema global y dividirlo en sub-problemas.

PB: Sub-problemas dentro de la red de problemas en el método OTSM-TRIZ

PS: Posibles soluciones dentro de la red de problemas en el método OTSM-TRIZ

RdC: Red de contracciones, parte del método OTSM-TRIZ, una vez lista la RdP se comienzan a generar nuevos problemas y nuevas posibles soluciones generando la RdC.

Decúbito dorsal: es cuando el cuerpo se apoya sobre su dorso de manera que el vientre quede mirando hacia arriba.

Rx: Rayos X.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	4
RESUMEN EJECUTIVO	5
ABSTRACT	6
GLOSARIO	7
ÍNDICE DE CONTENIDO	9
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE TABLAS	14
INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS DEL PROYECTO	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
1.- ESTADO DEL ARTE	20
1.1.- Medicina Veterinaria	22
1.2.- Procedimientos	22
1.2.1.- Cirugía	23
1.2.2.- Radiología	24
1.2.3.- Ecografía	25
1.3.- Inmovilizadores Quirúrgicos	26
1.3.1.-Pawsitioner	27
1.3.2.- Vetmat	27
1.3.3.- Vet Surgi-form	28
1.3.4.- K-9 EZ BOY	28
1.4.- Mascotas Domesticas	28
1.4.1.- Perro	29
1.4.1.1.- Razas y morfología	29
1.4.2.- Gato	31

1.4.2.1.- Razas y su morfología	31	2.4.1.- Validación mockup	41
1.5.- Métodos y Modelos	31	2.4.2.- Opinión de Médicos Veterinarios	41
1.5.1.- Modelo Becattini	31	3.- CASO DE ESTUDIO	42
1.5.2.- OTSM-TRIZ	33	3.1.- Requerimientos de diseño	44
1.5.2.1.- TRIZ	33	3.1.1.- Análisis contexto y usuario	44
1.5.2.2.- OTSM-TRIZ	34	3.1.2.- Definición requerimientos	47
2.- METODOLOGÍA PROPUESTA	36	3.1.3.- Definición de tareas	48
2.1.- Primera etapa: Requerimientos del diseño	38	3.2.- Diseño conceptual	48
2.1.1.- Análisis de contexto y usuario	38	3.2.1.- Descomposición de problemas	49
2.1.2.- Definición de requerimientos	39	3.2.2.- Modelo Becattini	54
2.1.3.- Definición de tareas	39	3.2.3.- Desarrollo de posibles soluciones	54
2.2.- Segunda etapa: Diseño conceptual	39	3.2.4.- Definición de diseño	60
2.2.1.- Descomposición de problemas	39	3.3.- Modelado 3D	63
2.2.2.- Modelo Becattini	39	3.3.1.- Mockup	64
2.2.3.- Desarrollo de posibles soluciones	40	3.3.2.- Modelado 3D	65
2.2.4.- Definición de diseño	40	3.3.3.- Análisis de materiales	66
2.3.- Tercera etapa: Modelado 3D	40	3.4.- Validación	
2.3.1.- Mockup	40	3.4.1.- Validación Mockup	67
2.3.2.- Modelado 3D	40	3.4.2.- Opinión de Médicos Veterinarios	68
2.3.3.- Análisis de materiales	40	4.- CONCLUSIONES	72
2.4.- Cuarta etapa: Validación	41	5.- TRABAJO FUTURO	73

BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	81
Anexo 1: Diferencias Morfológicas en caninos.	81
Anexo 2: Clasificación de linea dorsal caninos.	83
Anexo 3: Razas de perros	84
Anexo 4: Clasificación de razas de gatos según la F.I.F (Federación Internacional Felina)	85
Anexo 5: Modelo Becattini	86
Anexo 6: Variables ordenadas por veterinarios	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de atención en una clínica veterinaria	23
Figura 2: Sala de cirugía	23
Figura 3: Reclinado dorsal	24
Figura 4: Reclinado ventral	24
Figura 5: Reclinado lateral izquierdo	24
Figura 6: Reclinado lateral derecho	24
Figura 7: Área de Pre-cirugía	25
Figura 8: Sala de Radiología	25
Figura 9: Planos anatómicos del perro	26
Figura 10: Ecografía a un gato	26
Figura 11: Pawsitioner	27
Figura 12: Vetmat	28
Figura 13: Vet surgi-form	28
Figura 14: K-9 EZ BOY	28
Figura 15: Morfología del perro	29
Figura 16: Regiones corporales del perro	30
Figura 17: Morfología del gato	31
Figura 18: Esquema explicativo del Modelo Becattini	33
Figura 19: Ejemplo de desarrollo de una red de problemas (RdP)	35
Figura 20: Metodología propuesta para evaluar el proceso y desarrollo del diseño de producto	38
Figura 21: Pasos para la toma de rayos X	45

Figura 22: Pasos para proceso quirúrgico	46	Figura 39: Propuesta 3	59
Figura 23: Esquema de Red de Problemas	49	Figura 40: Brazo sujeción de extremidad	59
Figura 24: Grupo 1 Red de Problemas	50	Figura 41: Propuesta 3 + usuario	60
Figura 25: Grupo 2 Red de Problemas	51	Figura 42: Lampara de escritorio	63
Figura 26: Grupo 3 Red de Problemas	53	Figura 43: Soporte para celular	63
Figura 27: Grupo 4 Red de Problemas	53	Figura 44: Posicionador multifunción para brazo	63
Figura 28: Zona de mayor contacto entre el inmovilizador y el animal	54	Figura 45: Mockup del inmovilizador con diferentes posturas de los brazos	64
Figura 29: Zonas de aire que generan el vaivén del cuerpo en la posición decúbito dorsal.	55	Figura 46: Mockup brazo de agarre	65
Figura 30: Bases para el diseño de las propuestas	56	Figura 47: Mockup superficie de agarre para el brazo	65
Figura 31: Propuesta 1	56	Figura 48: Modelado 3D inmovilizador	65
Figura 32: Propuesta 1 - largo máximo	57	Figura 49: Modelado 3D brazo de agarre extremidad	66
Figura 33: Propuesta 1 - ancho máximo	57	Figura 50: Validación mockup perro	67
Figura 34: Propuesta 1 con el usuario	57	Figura 51: Validación mockup gato	68
Figura 35: Propuesta 2	58	Figura 52: Linea dorsal del perro	83
Figura 36: Mecanismo propuesta 2	58	Figura 53: Clasificación de linea dorsal en caninos	83
Figura 37: Propuesta 2 - largo máximo y altura mínima	58	Figura 54: Razas de perros	84
Figura 38: Propuesta 2 + usuario	59		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de razas según tamaño y peso.	30
Tabla 2: Razas mas inscritas en Chile.	46
Tabla 3: Variables ordenadas por importancia para veterinarios	61
Tabla 4: Definición del diseño	62
Tabla 5: Clasificación morfológica según cuerpo de caninos	81
Tabla 6: Clasificación morfológica según la cabeza de los caninos	82
Tabla 7: Clasificación de razas de gatos según la F.I.F	85
Tabla 8: Desarrollo modelo Becattini con respecto a la función útil del producto	86
Tabla 9: Desarrollo modelo Becattini con respecto a los efectos perjudiciales	87
Tabla 10: Desarrollo Modelo Becattini con respecto a los recursos.	88
Tabla 11: Variables ordenadas por importancia para veterinarios	90

INTRODUCCIÓN

Los animales han formado parte de la vida del ser humano desde el principio de los tiempos, sobre todo cuando hablamos de animales de compañía o mascotas, en especial perros y gatos que son los mas comunes. Estos animales a pesar de entregar compañía para las personas, son capaces de entregar otros tipos de beneficio, a partir de investigaciones científicas se han clasificado en cuatro áreas: terapéuticos, fisiológicos, psicológicos y psicosociales (Wood, Giles-Corti, Bulsara, 2005).

Con el paso de los años, el vinculo entre humano y animal se ha intensificado y aumentado a nivel global como a nivel país. Según una encuesta de Gfk Adimark, en Chile 6 de cada 10 hogares tiene una mascota (Adimark, 2018).

Los animales de compañía ya no son considerados solo como mascotas, son considerados como un integrante mas de la familia, y por esta razón, los dueños hoy en

día realizan un gasto equivalente al que realizarían en un hijo, ya sea en alimento, juguetes, accesorios para mascotas, peluquería, atención veterinaria entre otros. La consultora Euromonitor Internacional, asegura que “el mercado del “Pet Care” (cuidado relacionado a los animales, como alimentos y artículos) superará los 800 millones de dólares el año 2017 en Chile y se espera que para 2022 alcance los US\$ 1.152,6 millones” (Albertini, 2017).

Dentro de los servicios existentes para las mascotas, la atención veterinaria es primordial para mantener el cuidado de su salud ya que los animales al igual que los humanos pueden sufrir de diversos accidentes, enfermedades o condiciones genéticas, y es ahí donde el Médico Veterinario juega un papel fundamental en el cuidado y salud de la mascota, según el

Colegio Médico Veterinario de Chile (2010), “hoy en día, la atención en las clínicas veterinarias ha ido adquiriendo mayor relevancia, posicionándose como una necesidad para la comunidad, ya que también ésta ha comprendido la importancia de darles una mejor calidad de vida a sus mascotas”. Es por esto que los médicos veterinarios cada vez buscan nuevas opciones para mejorar su trabajo, incorporando nuevas tecnologías, nuevas herramientas y sobre todo aprendiendo de nuevos procedimientos.

Dentro del contexto de la medicina veterinaria, se pueden realizar diferentes tipos de procedimientos, entre estos podemos encontrar la toma de radiografías, ecografías, cirugía, toma de muestras entre otros. Para que algunos de estos procedimientos se ejecuten de mejor manera la posición del animal es fundamental, por

ejemplo en la toma de una radiografía este debe mantener una posición fija durante el tiempo que demore el veterinario en realizar la radiografía, y la posición dependerá de la zona que se quiera observar. Por este motivo se crearon los posicionadores o también conocidos como inmovilizadores, los cuales permiten al veterinario hacer su trabajo con mayor comodidad y facilidad, optimizando recursos y tiempo al momento de realizar el procedimiento. En cuanto a los pacientes, a estos les entrega seguridad y confort cuando se ven sometidos a este tipo de procedimientos que por lo general son bastante estresantes para los animales.

Existen diferentes tipos de inmovilizadores, de distintos materiales y formas dependiendo del área que se quiera dejar expuesta. El más común en el área veterinaria es el inmovilizador en "V", este permite mantener la columna del animal completamente recta, exponiendo el área del abdomen o la columna del animal y sus

extremidades en una posición más cómoda según su anatomía.

En esta memoria se propone una metodología de 4 pasos, los cuales se centran en el diseño de un inmovilizador adaptable a la anatomía de perros y gatos, mediante el uso del Modelo Becattini (análisis de los parámetros) y el método OTSM-TRIZ (Red de problemas).

En primer lugar se analizará el usuario y contexto, los requerimientos del producto utilizando los parámetros entregados por Becattini. En una segunda etapa se desarrollará el diseño conceptual aplicando la red de problemas OTSM-TRIZ, generando posibles soluciones. En la tercera etapa se realizará el modelado 3D de la solución final obtenida en el paso anterior, utilizando un software CAD y como última etapa se validará la utilidad del producto con la consulta a diferentes profesionales veterinarios.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

En esta sección, se detalla el objetivo general y los objetivos específicos que serán desarrollados a lo largo del presente trabajo de título.

Objetivo general

Diseñar un inmovilizador para la posición decúbito dorsal para perro y gatos, ancho y largo adaptable (cirugías, radiografías, ecografías)

Objetivos específicos

- Optimizar la realización de radiografías y cirugías.
- Inmovilizar al animal con su columna y cabeza alineadas y rectas.
- Otorgar mayor independencia al veterinario.

Para lograr lo anterior se utilizara el Modelo Becattini para la obtención de los requerimientos del diseño y la red de problemas de OTSM-TRIZ para generar soluciones.

CAPÍTULO 01

ESTADO DEL ARTE



CAPÍTULO 01

ESTADO DEL ARTE

Se dará una introducción a temas relacionados con esta memoria para dar al lector un mejor entendimiento del proceso de diseño y desarrollo del producto.

En primer lugar, se expone sobre la medicina veterinaria y los procedimientos que están involucrados con el producto a desarrollar, para así dar a conocer sobre el contexto donde este se vera involucrado.

En segundo lugar, se indagará sobre diferentes inmovilizadores para mascotas existentes con la búsqueda de referentes.

En tercer lugar tenemos un acercamiento hacia las mascotas, su importancia en la vida del ser humano, para luego enfocarnos en perros y gatos, específicamente en su morfología, sus distintas razas, con el propósito de identificar requisitos para soluciones viables.

En ultimo lugar, se darán a conocer las metodologías y modelos utilizados en esta memoria, los cuales serán aplicados para la

toma de decisiones respecto al diseño a desarrollar.

1.1 Medicina Veterinaria

La medicina veterinaria en el mundo comenzó alrededor del año 1762 en Francia según Zunino (2018), y en Chile se incorporó la docencia veterinaria y agrícola a la Universidad de Chile el año 1927, siendo estas dos una sola facultad. Luego de 11 años, un 2 de abril de 1938 se separaron y se creó la facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Chile (Duarte, 2006).

Esta se puede definir como la disciplina que se dedica a la prevención, diagnóstico, tratamiento, cura de enfermedades y afecciones que atacan a los animales, ya sea domésticos, salvajes o de reproducción (Ucha, 2013). Se puede dividir en diferentes orientaciones, como por ejemplo la medicina de pequeños animales, producción animal, medicina de grandes animales, medicina preventiva, salud pública y bromatología (Marini, 2017), para esta memoria nos centraremos en la medicina de pequeños

animales, específicamente perros y gatos.

Esta disciplina continuamente va evolucionando a la par con la tecnología, permitiendo realizar nuevos procedimientos de manera más rápida y eficiente reduciendo el tiempo de estrés al que se ve enfrentado el animal, como el tiempo que demora el médico veterinario en realizar el procedimiento. Como señala Tabares (2018), “todo avance tecnológico es un paso adelante en los recursos a nuestro alcance, para ser más precisos en nuestros diagnósticos, prevenciones y tratamientos, además de resolutivos en la gestión del tiempo. Todo ello nos ayuda a mejorar la eficiencia en nuestra profesión”.

1.2 Procedimientos

Las clínicas veterinarias ofrecen una variedad de procesos y procedimientos según las herramientas y maquinarias que posean cada una.

Como se puede apreciar en la Figura 1,

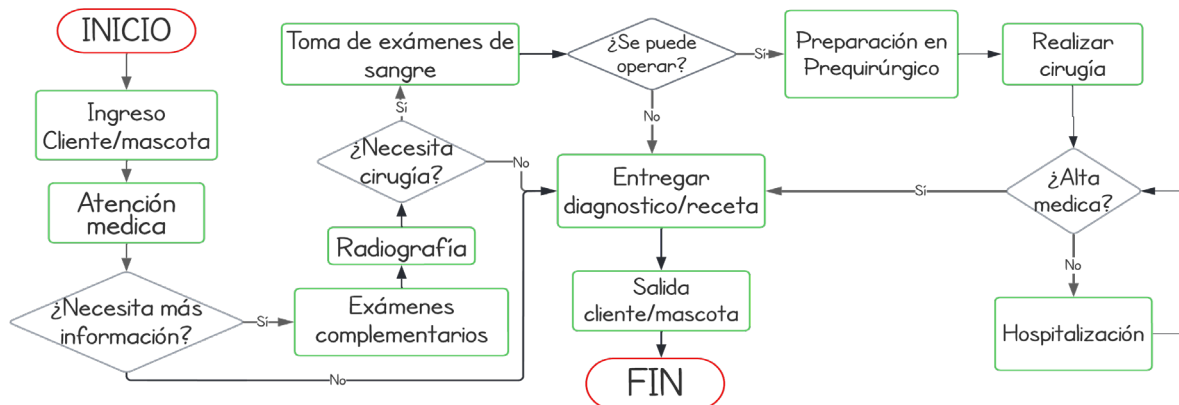


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de atención en una clínica veterinaria

previo a los procedimientos se debe realizar una consulta general para obtener un diagnóstico respecto al estado del animal, en base a la información obtenida por el Médico veterinario, este debe tomar la decisión del paso a seguir.

A continuación se explicaran en mayor profundidad tres procedimientos, los cuales tienen mayor relevancia para la realización de esta memoria.

1.2.1 Cirugía

La cirugía es la rama de la medicina que trata las enfermedades y accidentes, mediante procedimientos manuales e instrumentales

(Sosa, 2008). Este proceso se lleva a cabo en una habitación que cuenta principalmente con una mesa quirúrgica, la cual permite exponer al animal para el procedimiento y otras maquinarias que permitan monitorear al animal durante la intervención.



Figura 2: Sala de cirugías

Pueden existir diferentes razones por las cuales se lleva a cabo una cirugía, según Restrepo (2017), existen tres tipos: electivas, por patología o por urgencia. La posición del animal al momento de la cirugía es fundamental, ya que dependiendo de la zona donde se tenga que realizar la intervención es como va a ser posicionado el animal, y este debe permanecer durante todo el procedimiento en esta posición de manera estable para que el médico veterinario pueda realizar el trabajo de manera eficiente y sin complicaciones.

Según Romich (2013) las posiciones se nombran dependiendo de la parte del cuerpo que tendrá contacto con la mesa. A continuación, se muestran las posiciones más comunes.

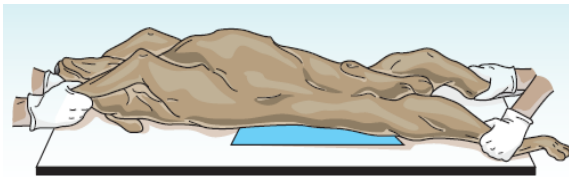


Figura 3: Reclinado dorsal

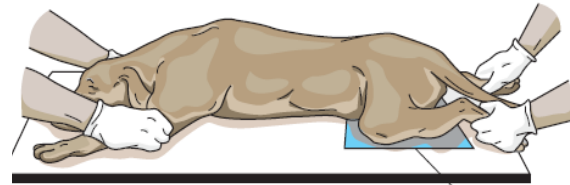


Figura 4: Reclinado ventral

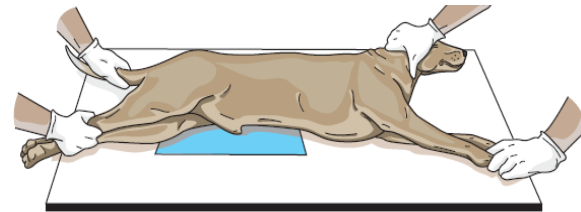


Figura 5: Reclinado lateral izquierdo

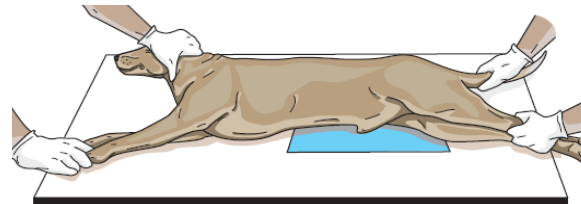


Figura 6: Reclinado lateral derecho

Dentro de la sala de cirugía, se puede encontrar un área que se utiliza como pre-cirugía, es donde el animal se prepara para la intervención a la que será sometido, principalmente se rasura y desinfecta el área a intervenir y se aplica una vía para el suministro de medicamentos y anestesia.

Antes de pasar al área de cirugía, se le aplica un sedante al animal para bajar sus índices de estrés, luego se procede a entubar al animal y así es trasladado hacia el área de cirugía.



Figura 7: Área de Pre-cirugía

1.2.2 Radiología

La radiología es una rama de la medicina que se encarga de generar imágenes por medio de radiación de las diferentes partes del cuerpo, se emplea para el diagnóstico de diversas enfermedades y para visualizar anomalías anatómicas que no se

pueden observar a simple vista (Albarracín-Navas, 2016).



Figura 8: Sala de Radiología

Este proceso se desarrolla en una habitación con el equipo de rayos y el equipo de seguridad que debe utilizar al veterinario y sus ayudantes. En un comienzo las radiografías se tomaban con equipos análogos, pero los avances tecnológicos permiten que hoy en día los equipos sean digitales, así se pueden obtener imágenes de manera instantánea.

El posicionamiento del paciente para la toma de radiografías al igual que en la cirugía es fundamental, ya que la posición tiene el objetivo de entregar la mayor cantidad

de información posible en solo una toma. Según Ayers (2012) usar ayudas de posicionamiento disminuyen la necesidad de restricción manual, reduce la exposición repetida por corrección de posición, y reduce la exposición a la radiación del paciente y del veterinario.

La posición entrega la proyección que va a ser tomada, la nomenclatura de aquella proyección se da de acuerdo a la posición anatómica por donde entra el rayo y por donde sale (Uribe,2017).

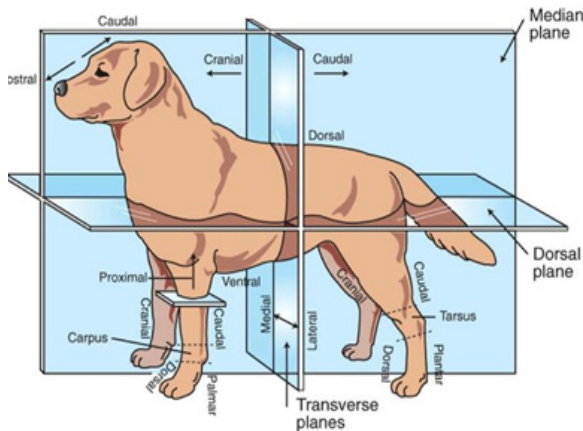


Figura 9: Planos anatómicos del perro

1.2.3 Ecografías

La ecografía es un procedimiento que permite obtener imágenes en tiempo real sin exponer al paciente a radiación (Sierra, V.R.B, 2019).



Figura 10: Ecografía a un gato

Como se puede apreciar en la figura 10, para realizar una ecografía la posición mas habitual es decúbito dorsal.

1.3 Inmovilizadores

Los inmovilizadores o también conocidos como posicionadores, cumplen la función de mantener en una posición fija al paciente durante los diferentes procedimientos que se realizan en la medicina. El posicionamiento adecuado del paciente es esencial para garantizar una buena

exposición al procedimiento (Devey, 2013). Estos productos permiten al paciente mantener una postura mas natural, mayor comodidad durante el proceso y evita que el proceso deba repetirse o detenerse para corregir una postura incorrecta. A continuación se mostraran referentes de posicionadores existentes en el mercado veterinario.

1.3.1 Referentes

- Pawsitioner

Pawsitioner es un Kit de posicionadores para la realización de cirugías y toma de radiografías. Esta hecho de polietileno radio traslucido, es fácil de limpiar, posee una alta densidad y esta contorneado para un mejor agarre del paciente. Las extremidades del paciente son con fijación manual mediante el uso de cintas de nailon. Este se puede encontrar en cinco tamaños diferentes, los cuales se acomodan a las diferentes razas y sus tamaños.



Figura 11: Pawsitioner

- Vetmat

Vetmat es un colchón de uretano, que posee esferas flexibles en su interior que permiten mantener al animal en una posición estable y segura. Este funciona mediante una bomba de vacío, al sacar el aire del interior se acomoda a la anatomía y posición en que fue puesto el animal, luego se abre la válvula de aire para que vuelva a su forma normal.

Es radio traslucido para la toma de radiografías, es ligero, fácil de almacenar, fácil de limpiar y tiene amarres para las extremidades, se puede encontrar en cinco tamaños diferentes.



Figura 12: Vetmat

- Vet surgi-form positioners

Vet surgi-form positioners esta hecho de ABS moldeado, permite que sea fácil de limpiar y desinfectar. Tiene forma de tubo y se puede encontrar en diferentes tamaños.

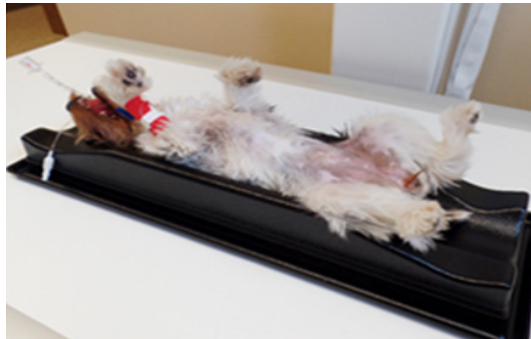


Figura 13: Vet surgi-form

- K-9 EZ BOY

K-9 EZ BOY es una esponja con forma de M, esta permite que la columna vertebral del animal este completamente recta, facilitando

la labor del medico veterinario. La esponja esta cubierta con vinilo reforzado de nailon obteniendo una superficie fácil de limpiar y desinfectar.

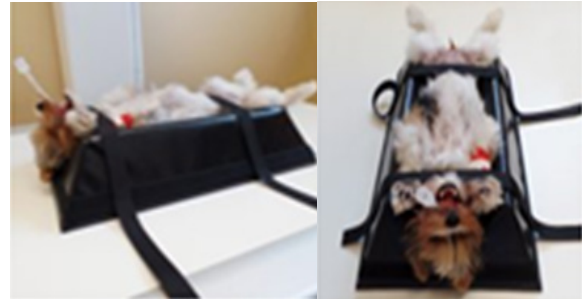


Figura 14: K-9 EZ BOY

1.4 Mascotas domesticas (perros y gatos)

Las mascotas domesticas son muy importantes en la vida del ser humano, ya que con el paso del tiempo este vinculo ha crecido y se ha fortalecido, según la encuesta Cadem (2019), el 96% declara que su mascota es un miembro mas de la familia.

La presencia de estos animales ayuda al humano para su desarrollo personal, afectivo, social e intelectual, y es por este motivo que los dueños exigen a los médicos

veterinarios mayor especialización, actualización y profesionalidad (Chamorro, 2019).

En Chile las mascotas mas comunes son los perros y los gatos, predominando los perros con un 79%, seguidos por los gatos con un 42% (Cadem, 2017). Por este motivo a continuación ahondaremos mas en estas dos especies.

1.4.1 Perro: razas y su morfología

Los perros son conocidos como el mejor amigo del hombre, siendo este quien se ha encargado de realizar alteraciones genéticas y cruzas entre estos animales que hoy permiten la existencia de una misma especie, pero con morfologías muy variadas, lo cual nos permite clasificar en diferentes grupos.

Existen variadas formas de clasificar a un perro por su morfología (ver anexo 1), para esto es necesario tener en cuenta tres aspectos (Gutiérrez, 2012):

- Perfil o silueta corporal
- Peso, corpulencia y tamaño
- Proporciones

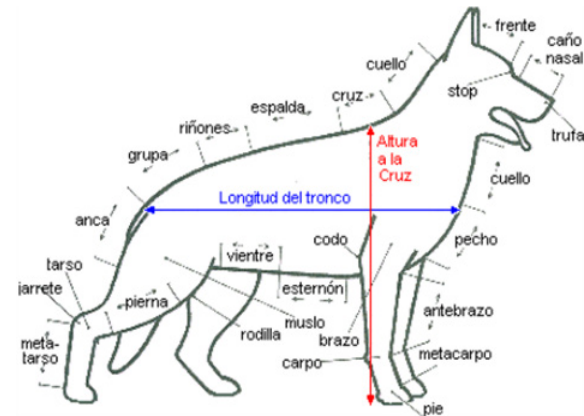


Figura 15: Morfología del perro

Las proporciones de las diferentes razas de perros varían en la longitud del tronco (línea azul), altura de la cruz (línea roja) y el ancho de su cuerpo.

El cuerpo de un perro se puede dividir en cinco regiones: cabeza, cuello, tronco, cola y sus extremidades. En este estudio nos centraremos en la región del tronco, esta abarca parte importante de la columna vertebral,

compuesta por siete vertebrales cervicales, trece dorsales, siete lumbares, tres sacras y veinte o veintidós coccigeas (Arias,2017)

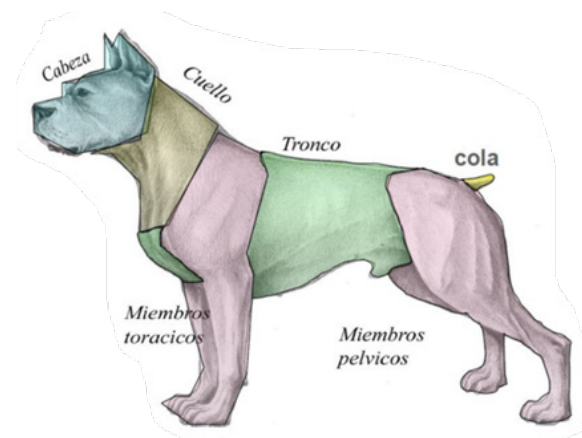


Figura 16: Regiones corporales del perro.

La línea dorso lumbar es aquella que comienza en la cruz, que es el punto de cruce entre la horizontal de la columna vertebral y una vertical constituida por las extremidades delanteras (Fig 14) y termina en la grupa, la cual comienza en la punta de la cadera y termina en la raíz de la cola. Esta línea dorsal es diferente según la raza del perro, existen once clasificaciones diferentes las cuales serán expuestas en el anexo 2.

De acuerdo a las similitudes en su morfología, su pelaje, su comportamiento y proporciones es como se clasifican las diferentes razas.

La Federación Cinológica Internacional (FCI) reconoce actualmente 344 razas de perros, las cuales se pueden ver en el anexo 3, pero se estima que en el mundo pueden haber más de 400 razas (Ibáñez, 2020).

La forma más común de clasificar a las razas es por su tamaño y su peso, como se puede observar en la tabla 1.

Altura a la cruz	Peso	Tipo de raza
Menos a 25 [cm]	Menor a 5 [kg]	Enanos o "Toy"
Hasta 38 [cm]	5 a 14 [kg]	Pequeños
Hasta 56 [cm]	14 a 25 [kg]	Medianos
Hasta 65 [cm]	25 a 50 [kg]	Grandes
Hasta 100 [cm]	+ 50 [kg]	Gigantes

Tabla 1: Clasificación de razas según tamaño y peso. Fuente: Propia con información obtenida de Ibáñez (2020).

1.4.2 Gatos: razas y su morfología

Los gatos comenzaron a entablar relaciones con los hombres por puro interés en Egipto (Rodríguez, 2011), para luego ser domesticadas en todas las partes del mundo.

Esta especie se puede clasificar en distintas razas, pero a diferencia de los perros, estos no poseen gran diferencia de tamaños, según Ramos (2005), un gato tiene un peso promedio de 4,5 [kg] a 5 [kg] y una estatura promedio de 14 [cm] y de 35 a 45 [cm] de largo.

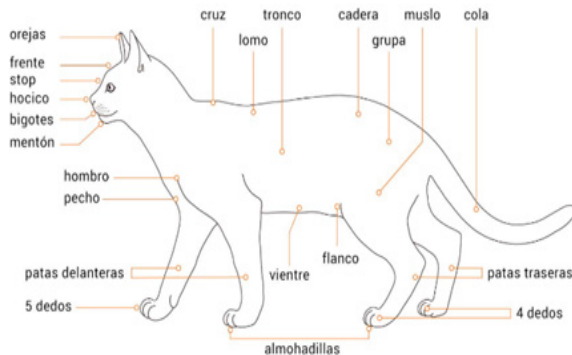


Figura 17: Morfología del gato

La Federación Internacional Felina reconoce 46 razas (Yamarte, 2019), las cuales son clasificadas en cuatro categorías que

se pueden observar en el anexo 4. Las principales diferencias entre las razas de gatos son su personalidad y dentro de su morfología destacan diferencias como la longitud de la cola, el pelaje y la forma de las orejas.

1.5 Métodos y Modelos

La integración de metodologías y modelos como apoyo para el desarrollo de productos futuros o procesos de fabricación nos permiten identificar metas y objetivos antes de generar soluciones, mejorando los resultados del proceso y reduciendo ensayos y errores.

1.5.1 Modelo Becattini

El modelo propuesto por Becattini se utilizara en esta memoria, el cual se basa en una lista de verificación de nivel abstracto para la definición de requisitos adecuada para cualquier campo de aplicación (Becattini, N., Cascini, G., 2014). La lista de criterios identificados que deben ser evaluados de

manera individual, se agrupa en tres grupos de parámetros:

- La mejora de los rendimientos para llevar a cabo funciones útiles.

- Reducción de los efectos secundarios emergentes.

- Reducción de costos.

El primer grupo de parámetros de evaluación se subdivide en cinco categorías con el fin de tener en cuenta las diferentes características relacionadas con la entrega de una función útil (Becattini, N., G., Petrali, P., & Pucciarini, A, 2015) los cuales son:

- Característica de la necesidad del objeto: Popularidad de la necesidad, urgencia de la necesidad.

- Logro umbral: calidad y cantidad del producto.

- Adaptabilidad: versatilidad, robustez.

- Sensibilidad: Sensibilidad a las perturbaciones externas, como afecta la calidad y la cantidad del producto.

- Controlabilidad: Controlabilidad de la calidad y la cantidad del producto.

El segundo grupo de parámetros de evaluación están relacionados con la entrega de una función nociva, las cuales no dependen de la transformación del objeto al producto, pero si el como se entrega la función (Becattini, N., Cascini, G., Petrali, P., & Pucciarini, A, 2015). Las posibles funciones nocivas que pueden ocurrir son:

- Sistema vs Objeto o Producto

- Ambiente vs Objeto o Producto

- Objeto vs Sistema

- Sistema vs Sistema

- Ambiente vs Sistema

- Sistema vs Ambiente

- Objeto vs Ambiente

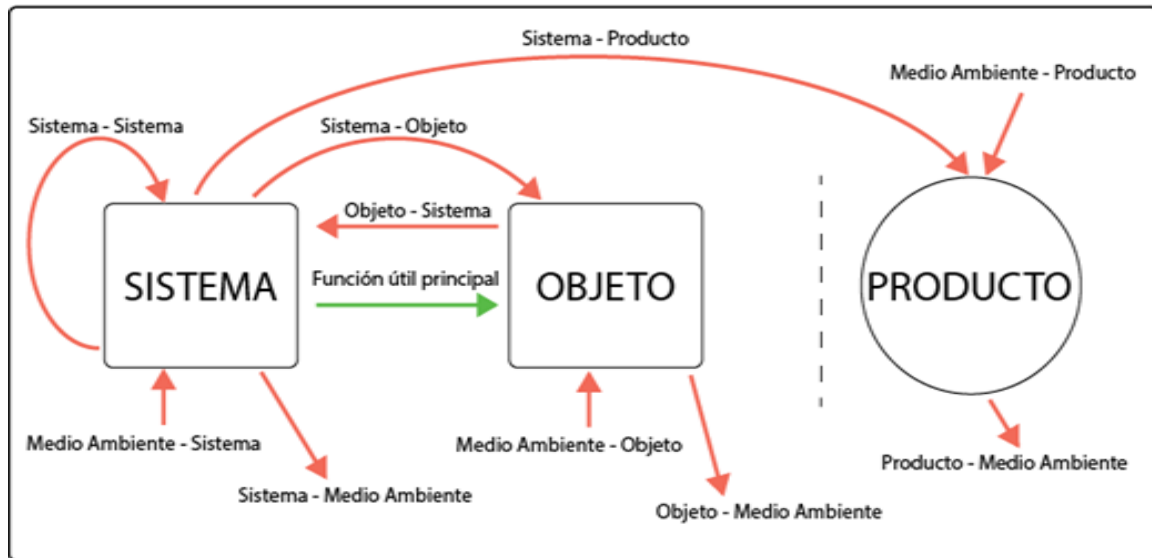


Figura 18: Esquema explicativo del Modelo Becattini

El tercer grupo de parámetros de evaluación, se relacionan con los recursos consumidos en cada fase del proyecto, los cuales se agrupan en cinco categorías, las cuales son:

- Espacio
- Tiempo
- Información
- Material
- Energía

Para llevar a cabo el proceso se debe identificar el sistema, el objeto y el producto para tener mayor claridad sobre a quienes

les afectan los parámetros que se evalúan, dentro del esquema se puede observar la función útil con una flecha verde y las funciones nocivas con flechas rojas (Fig. 18).

1.5.2 OTSM-TRIZ

1.5.2.1 TRIZ

Triz o también conocida como Teoría de la Resolución de problemas de inventiva, creada por Genrich Altshuller (Altshuller, G., 1996) creada a partir de la observación de patentes con el propósito de mejorar la eficiencia en la

resolución de problemas basándose en contradicciones. Es una teoría formal para la innovación sistemática (López, 2005).

Uno de los pasos de la metodología TRIZ nos ayuda a plantear cualquier problema como una contradicción (Ames, 2008), es decir, conflictos entre sistema y su entorno o entre los elementos constitutivos del propio sistema (Cascini, 2012).

Según Nikulin et al., (2013), la arquitectura de TRIZ se basa en tres postulados:

- 1.- Situación inicial, toda solución depende de su estado del arte y entorno.
- 2.- Contradicción, una solución confiable se obtiene resolviendo las contradicciones y/o conflictos entre sus parámetros además de la optimización de los recursos disponibles.
- 3.- Leyes de evolución, todo producto y/o proceso tiene una evolución paulatina que puede ser entendida a través de patrones.

1.5.2.2 OTSM-TRIZ

Triz ha evolucionado con el paso del tiempo, dando origen a la Teoría de pensamiento poderoso o más conocida como OTSM-TRIZ.

Metodología propuesta por Nikolai Khomenko donde se crea una red de problemas (RdP) a partir de un problema complejo, el cual se descompone en sub-problemas (PB) más fáciles de resolver (Fiorineschi et al., 2015). Al tener el problema complejo desglosado en sub-problemas, la situación actual se ve de manera más clara, lo que permite ir completando la red de problemas con soluciones parciales (PS).

Cuando la red de problemas está lista, se comienza a desarrollar la red de contradicciones (RdC), pudiendo encontrar nuevos problemas que no fueron considerados antes (Khomenko, 2006).

La red de problemas posee una estructura jerárquica, como se puede apreciar en la figura 18, donde se

aprecia un nodo que va desprendiendo sub-problemas o posibles soluciones. De igual manera estas son unidas por líneas que representan una relación causal (Nikulín et al., 2016).

las posibles soluciones a dichos problemas.

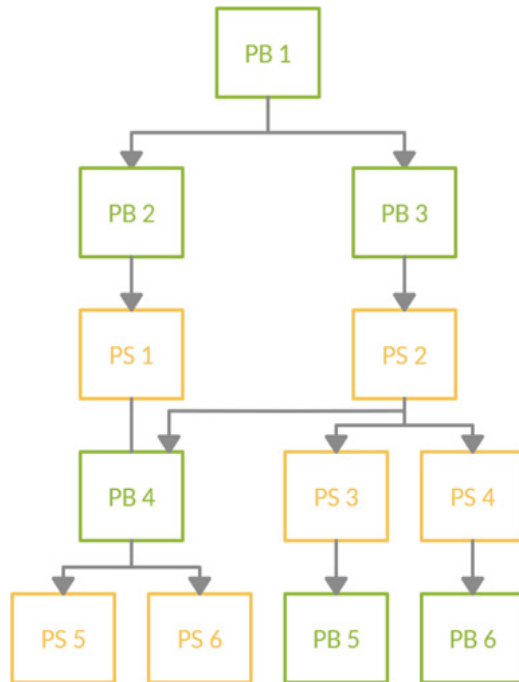


Figura 19: Ejemplo del desarrollo de una red de problemas

Donde los cuadrados en verde PB, son los problemas y los cuadrados naranjos PS son

CAPÍTULO 02

METODOLOGÍA PROPUESTA



CAPÍTULO 02

METODOLOGÍA PROPUESTA

En la figura 19 se da a conocer la metodología propuesta, donde muestra las etapas y sub-etapas del proceso que se llevara a cabo, las cuales nos permitirán llegar a un diseño final. Comienza con el análisis del contexto y del usuario, para terminar con el análisis del diseño obtenido y la validación mediante una consulta a profesionales en el área. La metodología se basa en el uso de herramientas expuestas en el estado del arte.

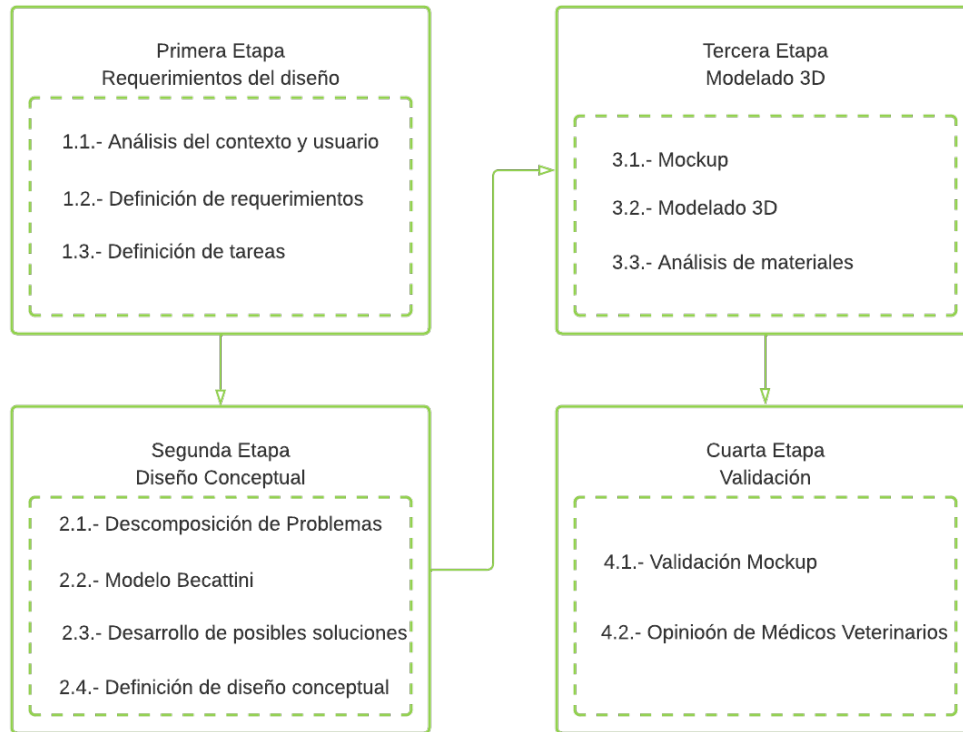


Figura 19: Metodología propuesta para evaluar el proceso y desarrollo del diseño de producto

2.1 Primera etapa: Requerimientos del diseño

El levantamiento de información en la primera etapa del desarrollo de un producto sobre el contexto y usuario es fundamental.

Esta nos entrega toda la información importante a considerar en el diseño y nos

permite definir los requerimientos necesarios para el proyecto.

2.1.1 Análisis del contexto y usuario

Esta sub-etapa tiene como objetivo obtener información relevante para el proceso de diseño. En primer lugar sobre el contexto, donde se desenvolverá el producto a

desarrollar, información sobre los elementos con los que deberá compatibilizar. En segundo lugar, sobre el usuario, como este se va a relacionar con el producto, información que nos permita encontrar limitantes y oportunidades para el diseño del producto introduciéndonos en los procesos realizados en una clínica veterinaria.

2.1.2 Definición de requerimientos

Esta sub-etapa tiene como objetivo enumerar y definir los requerimientos del proyecto encontrados en la sub-etapa anterior.

2.1.3 Definición de tareas

Esta sub-etapa tiene como objetivo especificar cual es la función y el objetivo principal que tendrá el producto a desarrollar.

2.2 Segunda Etapa: Diseño Conceptual

Esta etapa se centra principalmente en el uso de los métodos y modelos mencionados anteriormente, el objetivo de esta etapa

es la recopilación de la información y requerimientos obtenidos en la etapa anterior, de esta forma se comenzaran a desarrollar las primeras propuestas de solución para el producto abarcando la mayor cantidad de requerimientos posibles.

2.2.1 Descomposición de problemas

Para el desarrollo de esta sub-etapa, se utiliza la red de problemas OTSM-TRIZ con el fin de identificar el problema global y descomponerlo en pequeños problemas con sus posibles soluciones, creando un esquema virtual que nos permita ver la relación entre estos.

2.2.2 Modelo Becattini

En esta sub-etapa se presenta el desarrollo del Modelo Becattini, el cual nos permite establecer parámetros y requerimientos para el proyecto a desarrollar. Se definirá el producto, el sistema, el objeto y la función útil que este debe cumplir, y los parámetros que guardan relación

con la función útil, la entrega de una función nociva y los recursos de consumo, permitiendo que el diseño no se vea afectado por limitaciones no consideradas.

2.2.3 Desarrollo de posibles soluciones

Esta sub-etapa considera las posibles soluciones encontradas en la sub-etapa anterior, las cuales comenzaran a ser desarrolladas generando las primeras ideas y bocetos de la solución.

2.2.4 Definición de diseño conceptual

Esta sub-etapa nos permite un mayor acercamiento a lo que va a ser la solución final que responda al problema encontrado, teniendo en consideración las posibles soluciones desarrolladas en la sub-etapa anterior y los requerimientos obtenidos en la primera etapa.

2.3 Tercera etapa: Modelado 3D

Luego de la definición del diseño conceptual, en esta etapa se busca llevar ese diseño a

un formato computarizado, esto nos permite verificar de mejor manera si esta solución responde a los parámetros establecidos y requerimientos encontrados.

2.3.1 Mockup

Luego de la realización del modelado 3D, se decide hacer una maqueta para corroborar las dimensiones y la forma del producto. Permitiendo visualizar en escala real el producto.

2.3.2 Modelado 3D

Esta sub-etapa nos permite generar el diseño de manera computarizada a través de un software CAD, especificando las dimensiones, la cantidad y distribución de piezas o partes que el producto va a tener.

2.3.3 Análisis del materiales

Esta sub-etapa tiene por objetivo la definición del material o materiales que van a ser utilizados al momento de la materialización del producto.

2.4 Cuarta etapa: Validación

Esta última etapa tiene como objetivo validar el diseño conceptual definido en la segunda etapa. Esta etapa se llevará a cabo mediante herramientas que permitan dar a conocer el diseño a profesionales del área de la Medicina Veterinaria y evaluar los requerimientos obtenidos en el modelo Becattini.

2.4.1 Validación Mockup

Luego de realizar el mockup, este es probado en el contexto definido anteriormente, para verificar si cumple o no su función, ver posibles mejoras.

2.4.2 Opinión de Médicos Veterinarios

En esta sub-etapa, se presentará a diferentes profesionales del área de la

Medicina Veterinaria menor (perros y gatos), el diseño conceptual definido en etapas anteriores, con la finalidad de saber si el diseño propuesto cumple con lo planteado en las otras etapas.

CAPÍTULO 03

CASO DE ESTUDIO



CAPÍTULO 03

CASO DE ESTUDIO

Este capítulo tiene la finalidad de desarrollar la metodología propuesta en el capítulo anterior y confirmar la viabilidad de los pasos descritos es esta.

Se presentará el desarrollo de los métodos propuestos y se tomarán las decisiones respecto al diseño del producto.

Por último se validarán los pasos anteriores, como una validación preliminar del proceso, mediante la consulta a expertos basados en evidencias.

3.1 Requerimientos del diseño

Según una encuesta cadem realizada en febrero del 2022, 8 de cada 10 personas tienen una mascota, como preferencia perros y como segunda opciones gatos. Esta cantidad va en aumento ya que el año 2019 el promedio de mascotas era de un 2,3 y para el año 2022 es de un 2,7. Por este motivo, las veterinarias buscan innovaciones o mejoras tecnológicas para entregar una mejor atención a sus pacientes.

Este caso de estudio se centra en el desarrollo de un inmovilizador para la posición decúbito dorsal para perros y gatos en procedimientos veterinarios como radiografías, ecografías y cirugías en perros y gatos en la posición decúbito dorsal.

La principal problemática encontrada es la poca versatilidad que poseen los inmovilizadores que existen en el mercado a las diferentes morfologías existentes tanto en perros como en gatos.

3.1.1 Análisis de contexto y usuario

Nos centraremos en el área de radiografías y el área de cirugía dentro de una clínica veterinaria.

La sala de radiografías es un espacio que contiene un equipo de rayos X y una mesa radiográfica de superficie lisa de un material que tenga baja absorción de rayos X, que tiene por objetivo soportar al paciente al momento de realizar la radiografía.

Se pueden realizar diferentes proyecciones para la toma de una radiografía, dentro de esta memoria nos centraremos en la proyección ventrodorsal.

Esta proyección quiere decir que el paciente va a estar recostado sobre su columna manteniendo su cabeza en posición natural y sus extremidades posteriores estiradas hacia caudal y sus extremidades superiores hacia craneal (Véase la figura 9: planos anatómicos del perro)

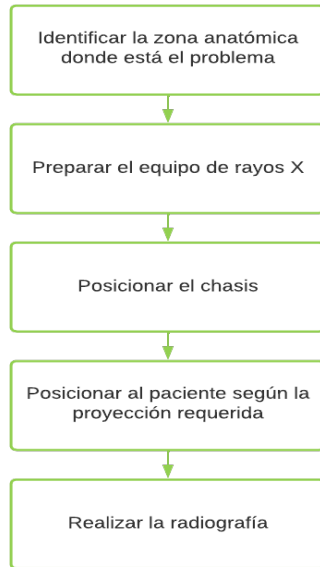


Figura 21: Pasos para la toma de rayos X

Para la toma de radiografías el paso fundamental es el cuarto de la figura 21, ya que posicionar bien al animal va a permitir que el proceso sea rápido y no sean necesarias correcciones y nuevas tomas. El animal debe permanecer completamente inmóvil durante el proceso para obtener una buena imagen al tomar la radiografía. En algunos casos el animal es muy nervioso o no logra quedarse quieto por lo tanto se le aplica un sedante para poder tranquilizarlo.

El uso de un inmovilizador permite al veterinario y al animal estar menos tiempo expuestos a los rayos X, y obtener la información necesaria sin la necesidad de repeticiones y de personal extra para mantener inmóvil al animal, sometiendo menos tiempo al animal al estrés que esto le provoca.

El área de cirugía, es un espacio que cuenta con dos sectores, área pre-cirugía que es donde se prepara el animal y el área de cirugía que es donde se lleva a cabo la operación. En ambas áreas podemos encontrar una mesa para exponer al paciente a una altura adecuada para la intervención. Esta zona debe ser un área limpia y esterilizada para evitar contaminación tanto de los instrumentos a utilizar como del paciente a quien se le realiza el procedimiento.

La duración de un proceso quirúrgico varía en tiempo según el proceso a realizar, una operación simple puede durar 30 minutos, y una compleja puede durar 4 horas.

Durante todo este tiempo el animal debe permanecer en una posición fija, generalmente atado a la mesa desde sus extremidades para obtener una mejor visión del área donde se está interviniendo.

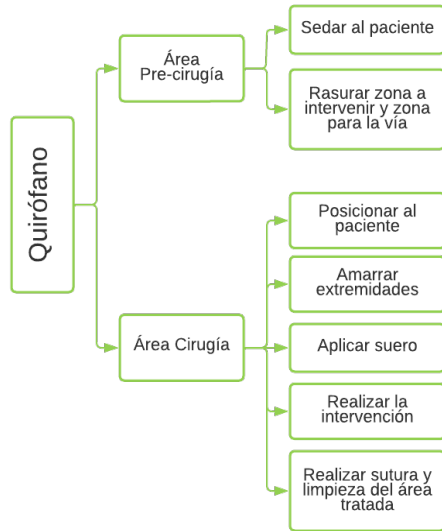


Figura 22: Pasos para un proceso quirúrgico

Como se menciona en el estado del arte, la morfológica en los perros es muy variada, en cuanto a peso, tamaño y proporciones. Se pueden encontrar perros que pueden medir 90 [cm] de altura y pesar 80 [kg] como un Gran danés o medir 20 [cm] de altura y pesar 1 [kg] como un Chihuahua (Olivares, 1995)

y eso afecta directamente en el diseño del producto a desarrollar. Por este motivo es importante definir los puntos de contacto que va a tener el inmovilizador con el cuerpo del animal y el rango en que se va a trabajar.

En Chile según el Registro Nacional de Mascotas (2022), existen 1.862.092 mascotas inscritas, de las cuales 1.439.572 son perros, lo cual equivale a un 77% y 422.520 son gatos lo cual equivale a 23% restante.

RAZA	CANTIDAD	%
MESTIZO	736.648	52
POODLE	174.868	12
PASTOR ALEMAN	62.291	4,3
DACHSHUND	56.997	4
YORKSHIRE	37.195	3
FOX TERRIER	33.979	2,4
BEAGLE	23.178	2
LABRADOR RETRIEVER	21.965	2
GOLDEN RETRIEVER	19.947	1,4
BOXER	18.573	1,3

Tabla 2: Razas mas inscritas en Chile

La información entregada por la tabla 2 nos permite evidenciar que en Chile dentro de

las razas mas populares no se encuentran razas que pertenezcan a la clasificación de perros de tamaño toy o enano ni perros gigantes, lo cual acota las dimensiones para el diseño del inmovilizador.

De igual forma podemos encontrar diferentes razas de gatos, las cuales se diferencian mas por atributos puntuales como el largo del pelo, largo de la cola y la forma de su cara u orejas. En cuanto a tamaño no tienen tantas diferencias como un perro, pero estos se pueden considerar como un perro de raza pequeña o mediano.

En esta memoria podemos encontrar dos usuarios, como usuario primario tenemos a medico veterinario ya que es el encargado de manipular el inmovilizador, y es a quien debemos satisfacer sus necesidades. Se busca la disminución en el tiempo de duración de los procedimientos antes mencionados y en la exposición a la radiación, evitar la repetición de radiografías

por un mal posicionamiento del animal.

Como usuario indirecto se consideran los perros y gatos, debido a que estos se benefician a partir de la necesidad del veterinario. El inmovilizador debe contenerlos de acuerdo a su anatomía, permitiendo que estén menos tiempo sometidos a los procedimientos, entregándoles un mayor confort y mantener una posición fija por medio del descanso natural de su cuerpo.

3.1.2 Definición de requerimientos

A partir de la información recopilada tanto en la sub-etapa anterior como en el estado del arte podemos comenzar a definir requerimientos para este producto.

En primer lugar, se define como producto a diseñar un inmovilizador dorso lumbar adaptable para perros y gatos con el fin de ayudar al médico veterinario a la realización de los procedimientos mediante este instrumento y poder generar un mayor confort en el animal. El inmovilizador debe

ser adaptable tanto en su ancho como en su largo, esto debido a las diferencias morfológicas que poseen los cuerpos de los perros y gatos, en especial esta solución estará pensada en razas pequeñas, medianas y razas grandes (entre los 5 [kg] hasta los 50 [kg]) que tengan una longitud de su tronco mínima de 40 [cm] y una máxima de 120 [cm].

El producto debe ser de un material resistente ya que debe soportar el peso del animal, debe ser fácil de limpiar dado que va a estar involucrado en ambientes donde es primordial la limpieza y la higiene para evitar posibles infecciones, debe ser de un material que no interfiera en la toma de rayos x, seguro y cómodo para el animal y fácil de manipular para el veterinario.

3.1.3 Definición de tareas

Como se menciona anteriormente, esta memoria busca desarrollar el diseño de un producto que permita al animal

permanecer inmóvil mediante el descanso natural de su cuerpo en una posición a la que no esta acostumbrado, y a su vez permitir que el médico veterinario pueda realizar los procedimientos de manera segura, rápida y sin complicaciones.

El objetivo principal de este producto es mantener la columna vertebral tanto de perros como gatos completamente recta e inmóvil mientras se somete a una intervención en una clínica veterinaria.

3.2 Diseño conceptual

Luego de cumplir la primera etapa de la metodología propuesta en esta memoria, donde se pudieron definir los requerimientos importantes para este proyecto según lo obtenido por el estudio tanto del usuario como del contexto se comenzara la etapa del diseño conceptual con el uso de herramientas como la teoría de resolución de problemas (OTSM-TRIZ) donde se crea una red de problemas buscando posibles

soluciones para aplicar en el diseño del producto y también se usara el Modelo Becattini, el cual nos brinda un grupo de parámetros para facilitar la evaluación de los requisitos para el diseño del producto.

3.2.1 Descomposición de problemas

Se procede a realizar la red de problemas (Fig 23) donde los problemas se pueden observar de color verde y las posibles soluciones de color naranja.

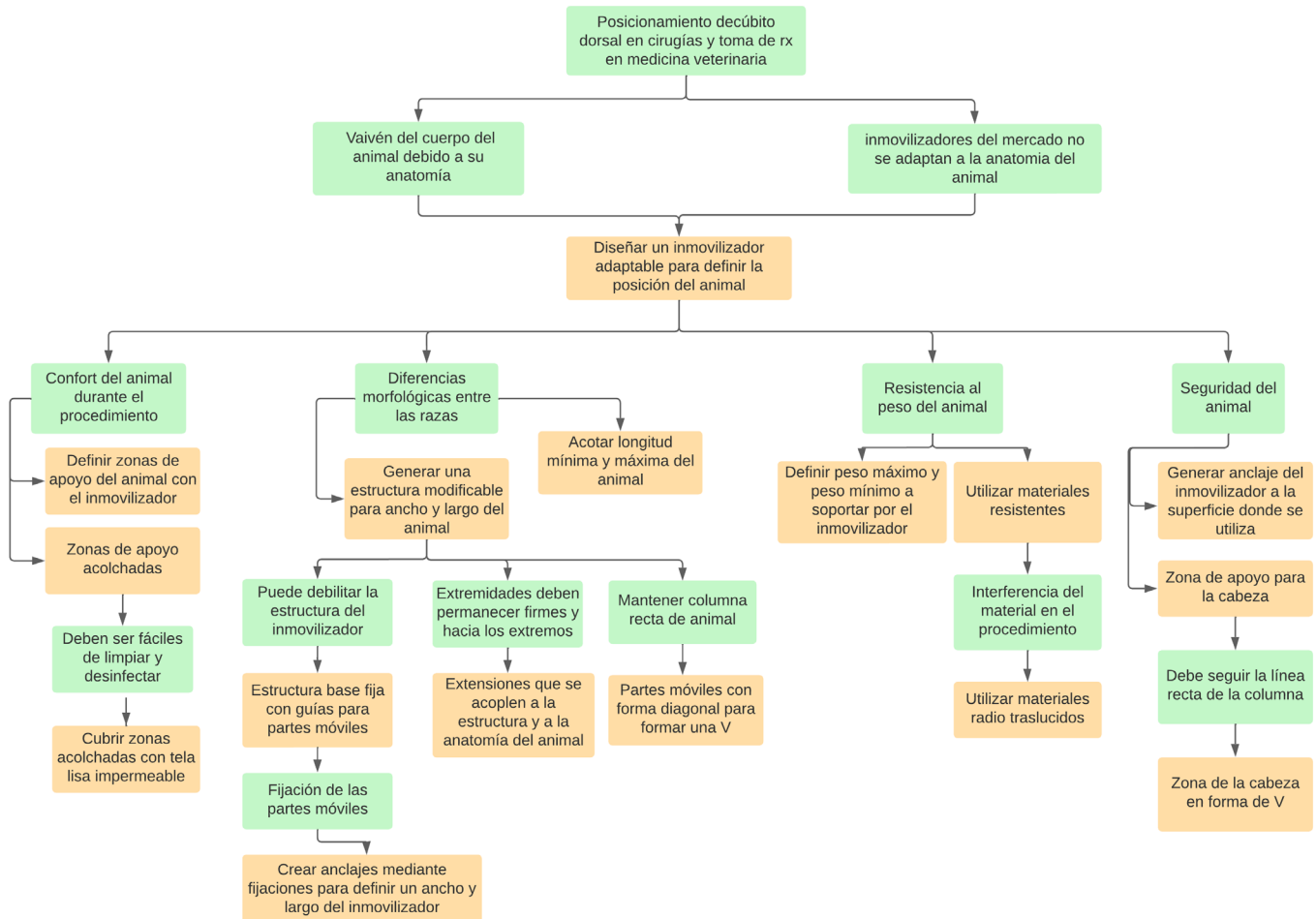


Figura 23: Esquema de Red de Problemas

Se identifica el problema principal como "el posicionamiento decúbito dorsal en cirugías y toma de Rx en Medicina Veterinaria", ya que ese es el enfoque de esta memoria. Luego podemos encontrar el problema 2 que guarda relación con el "vaivén del cuerpo del animal debido a su anatomía", esto ya que el animal al ser posicionado con sus extremidades hacia arriba y su tronco topando la superficie, su columna vertebral no le permite mantener una posición estable y con la columna totalmente recta, tiende a caerse hacia un lado, debido a la curvatura en su espalda. Por este motivo al momento de realizar cirugías es necesario el amarre de sus extremidades a la mesa para poder balancear su cuerpo y en la toma de radiografías la ayuda de mas personas para poder balancear su cuerpo y en la toma de radiografías la ayuda de mas personas para sostener al animal. Por otra parte tenemos que los inmovilizadores que hoy en día existen en el

mercado no se adaptan a las diferencias anatómicas entre razas y especies (perros y gatos), son diseñados por tallas fijas.

A partir de estos problemas se genera la primera solución que es " Diseñar un inmovilizador adaptable para definir la posición del animal". Luego se comienza la descomposición en problemas mas pequeños donde podemos encontrar cuatro grupos. El primer grupo lo podemos ver en la figura 23.

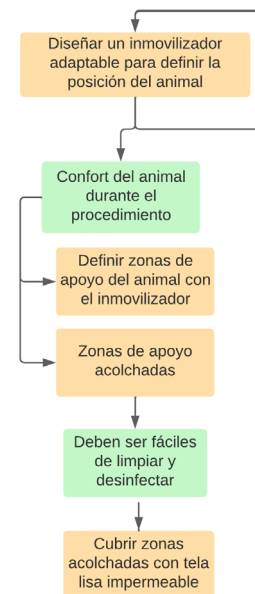


Figura 24: Grupo 1 Red de Problemas

El confort del animal durante el procedimiento es fundamental, ya que en las cirugías estas pueden durar muchas horas con el animal en una posición en la que no está acostumbrado, como posibles soluciones se optó por definir las zonas donde el animal y el inmovilizador estarán en contacto y que estas zonas sean acolchadas para poder sostener amigablemente al animal y entregarles calor, ya que la anestesia interfiere en su temperatura corporal.

Pero podemos encontrar otro problema y es que en las cirugías todo debe estar completamente limpio y desinfectado, por lo tanto las zonas acolchadas deben ser fáciles de limpiar y desinfectar entre una y otra operación, por este motivo se decide como solución el utilizar una tela para poder cubrir estas zonas que sea impermeable y fácil de limpiar. En la figura 25 podemos visualizar el segundo grupo de la red de problemas, donde

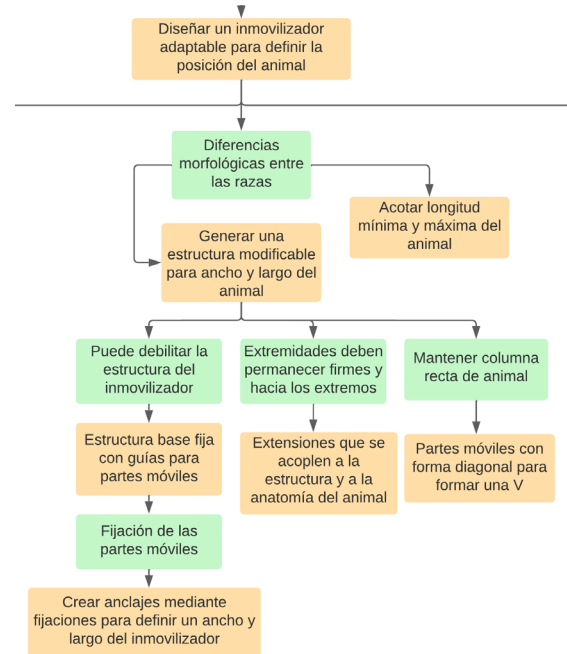


Figura 25: Grupo 2 Red de Problemas

el problema principal de este grupo es "Las diferencias morfológicas entre las razas", como se puede observar en el Anexo 1, podemos encontrar diferentes formas en las razas de perros, varía su largo, ancho, forma de su cuerpo, es por este motivo que se encuentran dos posibles soluciones, acotar la longitud mínima y máxima para la cual va a estar diseñado el inmovilizador,

según lo estudiado en el estado del arte el inmovilizador debería soportar a un animal de longitud mínima de 40 cm (tamaño de una raza pequeña) y longitud máxima de 120 cm (tamaño de una raza grande) excluyendo a las razas enanas o "toy" y las razas gigantes ya que son un porcentaje pequeño en Chile.

El inmovilizador debe ser una estructura modificable para que este se adapte a las dimensiones del animal. De esta solución se pueden desprender tres problemas. El primero es que la estructura se puede debilitar al ser modificable, como posible solución se plantea generar una estructura fija, la cual posea guías y sobre estas se pueda encontrar el mecanismo móvil, permitiendo una mayor estabilidad de la estructura. De lo cual se desprende otro problema ya que estas guías móviles deben poseer una forma de fijación para evitar que cambie la postura de estas al momento de posicionar al animal.

Como segundo problema, a pesar de que la estructura se pueda modificar, las extremidades siempre deben permanecer extendidas hacia los extremos del cuerpo del animal de manera firme, como posible solución se decide realizar extensiones que se acoplen a la estructura principal para las extremidades delanteras y extensiones que se acoplen a las guías móviles para las extremidades traseras, de esta forma se podrán conseguir las diferentes longitudes necesarias para las razas dentro del rango establecido.

Como último problema dentro del grupo dos la columna del animal siempre debe permanecer recta, es por esto que como solución se plantea que la base debe formar una "V" ya sea entre diferentes partes o una completa para que el cuerpo del animal pueda descansar hacia un mismo punto a lo largo del inmovilizador.

En la figura 26, podemos observar el grupo 3

de la red de problemas, donde el problema principal es la resistencia al peso del animal, para el cual se visualizan dos posibles soluciones.

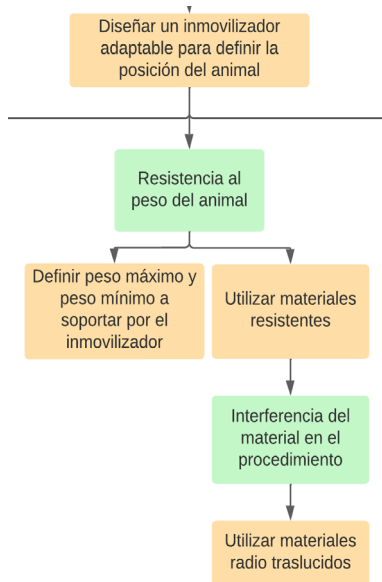


Figura 26: Grupo 3 Red de Problemas

Al igual que en el grupo dos, una de las posibles soluciones es acotar el peso máximo y peso mínimo que el inmovilizador pueda soportar, y como otra posible solución es la utilización de materiales resistentes para la construcción del inmovilizador. Es importante que el material elegido no interfiera en los

procedimientos (rx y cirugías) por lo tanto debe ser un material radio translucido.

Por último la seguridad del animal (figura 27) es prioridad para el diseño del inmovilizador, problema del cual podemos obtener como soluciones el generar una forma de anclaje del este a la superficie donde se va a utilizar, evitando que este pueda deslizarse o moverse.

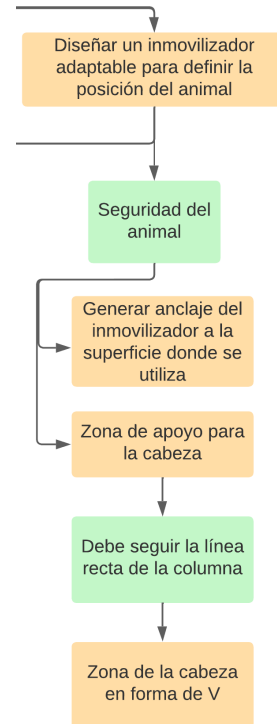


Figura 27: Grupo 4 Red de Problemas

Por otra parte la cabeza del animal debe tener un lugar de apoyo que permita que esta pueda descansar de manera natural sin perder la línea recta con la columna del animal, por este motivo, la zona de la cabeza debe tener la forma de "V" al igual que la base del inmovilizador, logrando que ambas se encuentren alineadas.

3.2.2 Modelo Becattini

Como se explicó anteriormente en el capítulo 02, aquí se definirá el producto, sistema, objeto y la función útil.

El producto es el prototipo a realizar, el sistema es el inmovilizador para perros y gatos, donde su función útil es la de mantener en una posición fija al objeto que en este caso es el usuario (perros, gatos).

En el anexo 5, se puede visualizar el desarrollo del modelo en la tabla correspondiente a los parámetros entregados por Becattini.

3.2.3 Desarrollo de posibles soluciones

En esta etapa se comenzarán a desarrollar posibles soluciones que cumplan con los requerimientos antes mencionados.

Como primer paso para el desarrollo del diseño es necesario identificar las zonas de mayor contacto que tendrá el inmovilizador con el animal, ya sea perro o gato.



Figura 28: Zonas de mayor contacto entre el inmovilizador y el animal

En la figura 28, podemos observar que las zonas de mayor contacto del animal con el inmovilizador son los hombros y la cadera (representados por un círculo), la parte más alejada del cuerpo de las extremidades, la columna desde su cuello hasta el inicio de la cola y la cabeza.

Para las posibles soluciones es importante tener en cuenta el contacto con las áreas mencionadas, ya que están aseguradas que el animal se encuentre en la posición correcta de manera segura, principalmente el área de la columna, la cual debe estar completamente recta.

Como se puede apreciar en la figura 29, las zonas marcadas en amarillo son espacios de aire que se generan cuando el animal se pone en la posición decúbito dorsal debido a su anatomía (espalda curva), por estos espacios el animal no puede mantenerse recto y estable en esa posición ya que estos generan un vaivén en el cuerpo del animal.

Si el espacio en amarillo (fig 29) es reemplazado por una estructura, el vaivén ya no existiría y el animal podría mantenerse en la posición manteniendo la estabilidad y la columna recta.

Por otra parte, es necesario modificar el ancho y el largo del inmovilizador para que este



Figura 29: Zonas de aire que generan el vaivén del cuerpo en la posición decúbito dorsal.

pueda adaptarse a diferentes tamaños.

Es importante considerar las extremidades del animal, ya que estas deben permanecer estiradas hacia los extremos para permitir una mejor visualización del área, por esto en el diseño debe existir un mecanismo que permita sostener y mantener las extremidades del animal fijas pero de manera segura y confortable para este.

A continuación se presentan tres propuestas de diseño que deben responder a los problemas encontrados en el desarrollo de OTSM-TRIZ (ver figura 23).

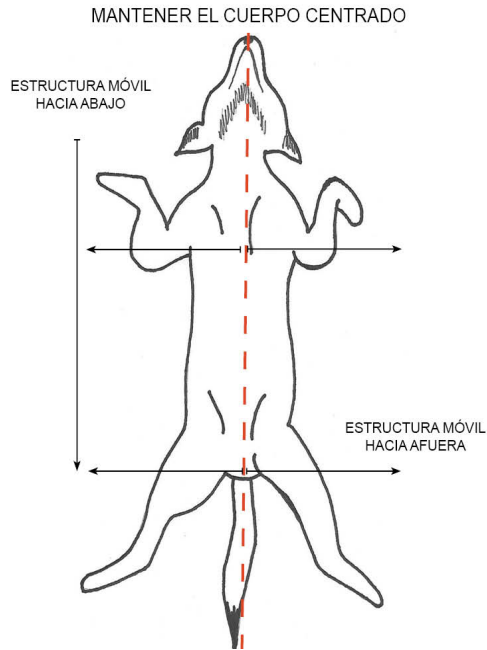


Figura 30: Bases para el diseño de las propuestas

3.2.3.1 Propuesta 1:

Como se puede apreciar en la figura 31, esta propuesta consta de cuatro pilares unidos mediante varillas roscadas que permiten el

movimiento tanto horizontal como vertical del inmovilizador, utilizando un sistema de freno mediante tuercas mariposa y topes en los extremos.

El soporte de la cabeza y cuello está unido a los dos primeros pilares, estos solo van a tener un movimiento horizontal, mientras los otros dos pilares tienen movimiento vertical y horizontal.

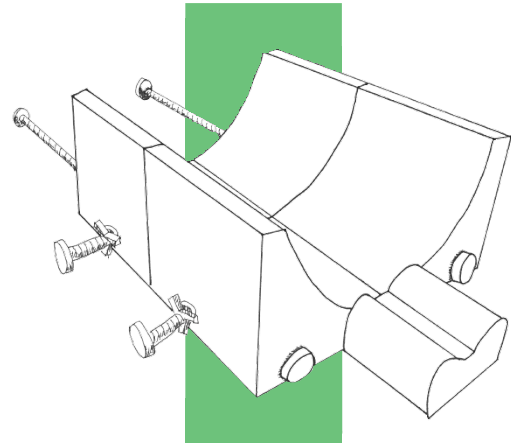


Figura 31: Propuesta 1

En la figura 32 podemos observar el inmovilizador en su largo máximo, pero con

su ancho mínimo.

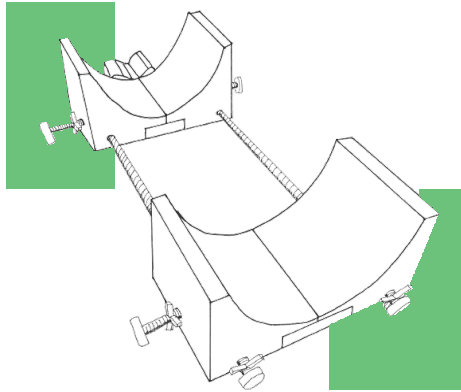


Figura 32: Propuesta 1 - Largo máximo

Cuando se abre el inmovilizador en su ancho máximo, como se puede ver en la figura 33, aparece debajo de la parte central de los pilares un soporte el cual permite que el animal mantenga la altura del inmovilizador y solo se cree un vacío después de la cadera y antes de los hombros.

Esta propuesta no cuenta con agarres para las extremidades, ya que los pilares mantendrían las extremidades en su lugar.

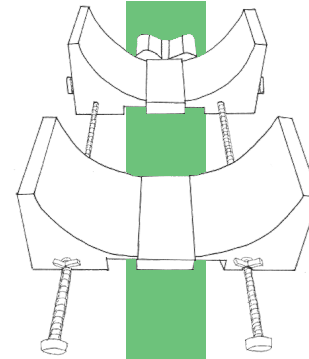


Figura 33: Propuesta 1 - Ancho máximo

Los pilares en su interior deben tener algún material como espuma o esponja que entregue mayor comodidad al animal.

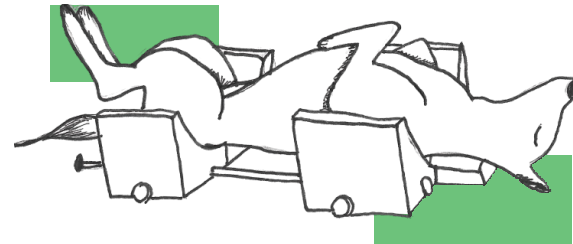


Figura 34: Propuesta 1 con el usuario

3.2.3.2 Propuesta 2

Esta propuesta consta de dos grandes piezas iguales pero en sentidos contrarios, cada una de estas piezas consta de dos pilares que pueden modificar su altura mediante ranuras.

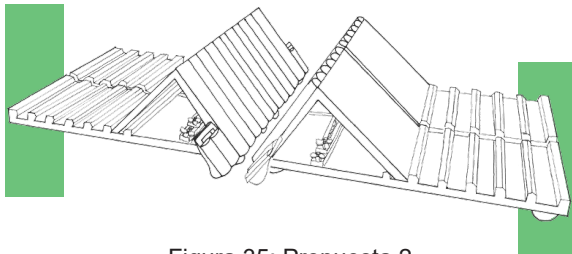


Figura 35: Propuesta 2

La parte de los pilares que tiene contacto con el animal esta acolchada y en sus extremos se pueden identificar apoyos para las extremidades, donde debe usarse un velcro para sujetar la extremidad al inmovilizador.

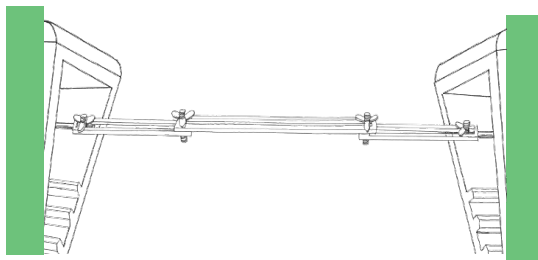


Figura 36: Mecanismo Propuesta 2

El ancho de esta propuesta es muy variable ya que son dos módulos por separado, los cuales tienen en sus bases ventosas de plástico para evitar que estos se separen una vez posicionado el animal, de esta forma el espacio de aire que produce el vaivén sería sustituido por estos pilares y la columna podría tocar la mesa de trabajo.

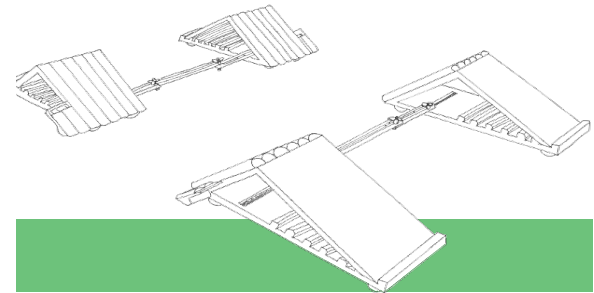


Figura 37: Propuesta 2 - largo máximo y altura mínima

El mecanismo en esta propuesta permite la variación de largo del inmovilizador, y se compone por tuercas mariposas, estas permiten soltar o fijar los canales que dan el largo con tornillos.

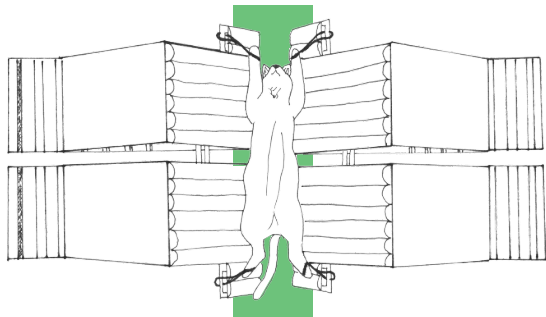


Figura 38: Propuesta 2 + usuario

La parte de los pilares que tiene contacto con el animal esta acolchada y en sus extremos se pueden identificar apoyos para las extremidades, donde debe usarse un velcro para sujetar esta al inmovilizador.

3.2.3.3 Propuesta 3

La propuesta 3 consiste en un inmovilizador con forma de "M", con una extensión para la cabeza del animal.

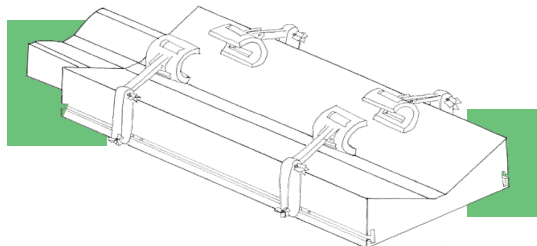


Figura 39: Propuesta 3

Como se puede apreciar en la figura 39, esta propuesta costa de 4 brazos que mediante un riel en cada costado de la estructura principal se desplazan para poder cambiar la distancia entre estas acomodándose al largo del animal.

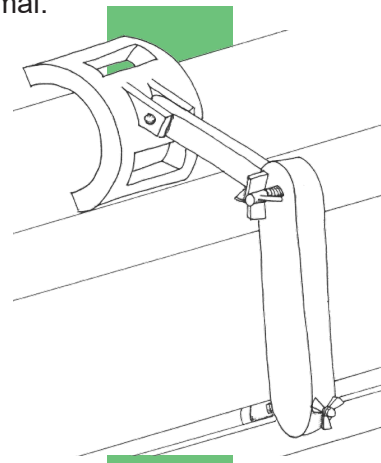


Figura 40: Brazo sujeción de extremidad

El brazo de sujeción funciona con un sistema de tuercas mariposas, tanto para ajustar el brazo al riel en la posición que se necesita y para modificar la altura de la garra para ajustarse a los diferentes tamaños de los animales. La garra que es donde iría la extremidad del animal se sujeta con un velcro.

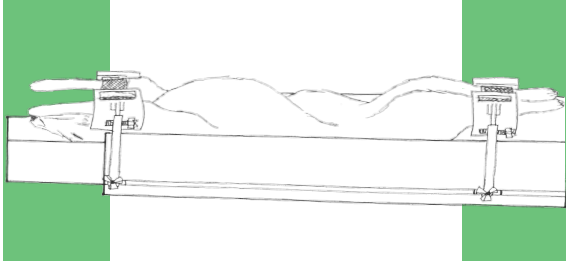


Figura 41: Propuesta 3 + usuario

En la figura 41 se puede apreciar la propuesta tres con el usuario indirecto.

3.2.4 Definición de diseño

Previo a la definición del diseño, se hablo con veterinarios para conocer cuales eran los puntos fundamentales que debe tener el diseño, y se compararon con las variables que mas coinciden con la investigación, los parámetros destacados en el Modelo Becattini y las soluciones encontradas en la red de problemas/ OTSM-TRIZ, obteniendo de esta manera 7 variables con las cuales se van a evaluar las propuestas para definir el diseño final.

Las variables destacadas son las siguientes:

- Variación en sus dimensiones (ancho y alto): Que el largo pueda cambiar entre los 40 [cm] y los 120 [cm]. y en cuanto al ancho que este sea menor o igual a los 40 [cm].
- Resistencia al peso del animal: debe soportar entre 3 a 40 [kg].
- Seguridad y confort para el animal: Debe mantener el cuerpo con su descanso natural, mantener la columna recta y minimizar la perdida de calor corporal del animal.
- Facilidad para limpieza y desinfección de su superficie: Superficie lavable e impermeable y que no se desgaste rápidamente con desinfectantes o bactericidas.
- Facilidad de uso (Veterinario): Cantidad de pasos que debe realizar para posicionar al animal, facilidad de transporte, facilidad de guardado.
- Firmeza en la sujeción de las extremidades del animal: Permite mantener las extremidades en tensión hacia los extremos.
- Producción y manufacturas: cantidad de

piezas, materiales y como se va a hacer su forma principal.

Luego de definir las variables, se eligió una escala simple, con una puntuación del 1 al 10, donde:

- 1 = no cumple

- 5 = cumple medianamente

- 10 = cumple

Con la cual se van a evaluar las tres propuestas mencionadas en el punto anterior.

Para poder definir cual es el porcentaje que tiene cada una de las variables, se hablo con veterinarios y se les pregunto directamente que ordenaran las variables según la importancia que tienen para ellos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las variables con mas ponderación son la resistencia al peso del animal, la seguridad y el confort para el animal y la facilidad para la limpieza y desinfección las tres con un 40%, seguidas por la firmeza en la sujeción del las

extremidades con un 35%, la facilidad de uso para el veterinario con un 30%, la variación en sus dimensiones (alto y largo) con 25% y por ultimo la producción y manufactura con un 20%.

	Resistencia al peso	Facilidad para la limpieza y desinfeccion	Firmeza en la sujecion	Variacion en sus dimensiones	Facilidad de uso para el veterinario	Seguridad y confort para el animal	Produccion y manufactura
R. Santiago	6	7	5	4	3	1	2
A. Verdejo	2	7	5	3	4	6	1
E. Argandoña	6	3	2	7	4	5	1
G. Vergara	7	2	6	1	4	5	3
C. Manriquez	3	4	6	2	5	7	1
F. Ferrari	6	2	1	7	4	5	3

Tabla 3: Variables ordenadas por importancia para veterinarios (detalles en el anexo 6)

Como se puede observar en la tabla 3, las variables fueron ordenadas del 1 al 7, donde el 7 es la de mayor relevancia y la 1 la de menor relevancia para el veterinario.

A partir de toda esa información se realizo la tabla 4, donde se puede observar la variable, su ponderación, la descripción de esta y el puntaje obtenido en cada variable por las tres propuestas. Siendo la propuesta tres la con mayor puntaje de 6,9.

Variable	Ponderación	Descripción	P1	P2	P3
Firmeza en la sujeción de las extremidades	35%	Mantener las extremidades en tensión hacia los extremos	3	8	8
Variación en sus dimensiones	25%	Variación en el ancho (menor o igual a 40 cm) alto (40 cm a 120 cm)	4	8	5
Resistencia al peso del animal	40%	Debe soportar de 3 kg a 40 kg	5	7	8
Seguridad y confort para el animal	40%	Mantener el cuerpo con su descanso natural / mantener columna recta / minimizar la perdida de calor corporal	4	7	8
Facilidad de uso para el veterinario	30%	Fácil de transportar / pasos para posicionar al animal	3	5	6
Facilidad para la limpieza y desinfección	40%	Superficie lavable e impermeable	5	3	7
Producción y manufactura	20%	Cantidad de piezas / Materiales	4	3	6
Promedio			3.9	6.3	6.9

Tabla 4: Definición del diseño

Dentro de las variables mas importantes para los veterinarios es posible notar que la propuesta 3 fue la que obtuvo mejor puntaje en todas, confirmando de otra manera que es la propuesta que se va a definir para seguir con esta memoria.

Otra variable importante es la firmeza en la sujeción de las extremidades, ya que este es un punto fundamental para el inmovilizador, de esta forma queda expuesta el área a

tratar manteniendo las extremidades hacia los extremos en tensión, y como se puede observar en la tabla 4, la propuesta uno tiene una puntuación muy baja en comparación a las otras dos propuestas, esto se debe a que no posee una parte específicamente en le diseño para sujetar las extremidades, sino que estas se mantendrían sujetas solo por los bordes de los pilares pero sin ejercer la tensión necesaria para despejar el área.

3.3 Modelado 3D

Luego de decidir cual propuesta es en la cual se va a continuar trabajando, se puede destacar dentro de esta propuesta el brazo de sujeción de las extremidades. Por este motivo se comienza una búsqueda de referentes tanto en el ámbito cotidiano como en la medicina humana sobre brazos inmovilizadores o mecanismos que se le asemejen al de la propuesta.

En el ámbito cotidiano podemos encontrar mecanismos similares al propuesto, como por ejemplo un soporte para cámaras o una lámpara los cuales permiten variar el largo como el ancho.



Figura 42: Lámpara de escritorio



Figura 43: Soporte para celular

Y por el área de la medicina humana, se pudieron encontrar diferentes posicionadores de brazos multifuncionales, todos con un mecanismo que permite variar la posición de este.



Figura 44: Posicionador multifunción para brazo

3.3.1 Mockup

Con la información obtenida en la etapa anterior se comenzó a realizar un mockup del inmovilizador, para verificar medidas y posibles cambios en el diseño.

Considerando las variables expuestas, las cuales importaron mucho en la decisión de mejoras al diseño.

En primer lugar al comenzar el desarrollo del mockup se pudo observar que el riel por donde se puede desplazar el brazo de agarre para las extremidades iba a perjudicar mucho al momento de realizar la limpieza y desinfección de esa área, es por esto que se decidió reemplazar ese riel por una superficie lisa de poco grosor que sobresale desde los bordes del inmovilizador.

Esto también permitió modificar la forma en que el brazo cambiaba de posición, ya que eran muchos pasos para que el veterinario lograra posicionar al animal en el inmovilizador, de esta manera y tomando en

consideración los referentes de brazos encontrados, se decidió cambiar este mecanismo por uno de pinzas, tanto donde el brazo se conecta con el inmovilizador, en la parte superior del brazo de sujeción y por ultimo en la garra que afirma la extremidad del animal.



Figura 45: Mockup del inmovilizador con diferentes posturas de los brazos



Figura 46: Mockup brazo de agarre



Figura 47: Mockup superficie de agarre para el brazo

3.3.2 Modelado 3D

Para el modelado 3D, se utilizó el programa Autodesk Inventor Professional 2023, donde se realizó un modelo 3D del inmovilizador luego de las mejoras que se obtuvieron al realizar el mockup.

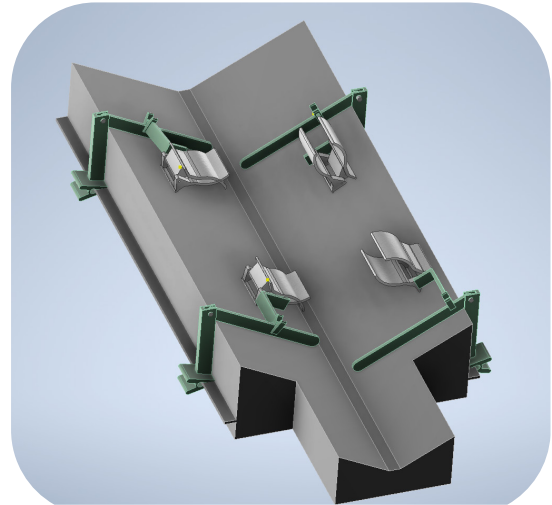


Figura 48: Modelado 3D inmovilizador

Al realizar el modelo 3D también se tomó una decisión definitiva sobre las dimensiones que va a tener este. Con un largo total de 100 cm, de los cuales 80 cm son para el cuerpo del animal y 20 cm para el apoyo de la cabeza.

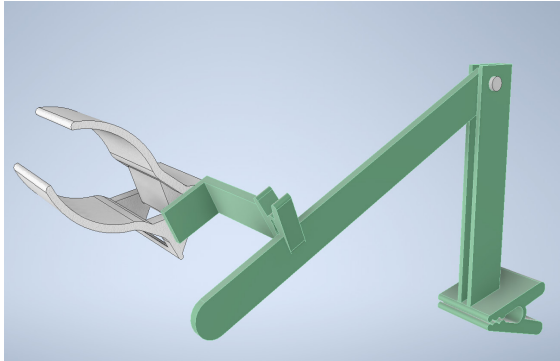


Figura 49: Modelado 3D brazo de agarre extremidad

En cuanto al brazo de agarre como se puede observar en la figura 49, consta de 3 pinzas, una de ellas de un tamaño mediano para su agarre al inmovilizador, una mas pequeña para la variación de altura de la garra y por ultimo la pinza que va a sujetar la extremidad del animal que es de un tamaño mayor.

3.3.3 Análisis de materiales

Para este producto los materiales deben cumplir con algunas necesidades básicas, las cuales no pueden ser perturbadas al momento de la utilización de este, al ser utilizado en toma de radiografías, los materiales deben ser radio traslucidos

o que no afecten la calidad de la radiografía. Uno de estos ejemplos es el metal, este se puede apreciar en la radiografía lo cual podría perjudicar la vista de esta, por esto se y luego de preguntar a los veterinarios, se tomo la decisión de realizar la base del inmovilizar de madera, la estructura general de este con la forma de "M" de espuma para la comodidad del animal y cubierto con alguna tela que sea impermeable y fácil de limpiar y desinfectar. El brazo se decidió realizarlo solo de impresión 3D para de esta forma evitar el uso de metales que puedan interferir, y por ultimo la garra también de impresión 3D pero esta debe llevar en su interior (zona que esta en contacto con la extremidad del animal) espuma para que el agarre no dañe al animal.

3.4 Validación

Para validar el diseño del inmovilizador se realizo una visita al Centro Veterinario Dr. Argandoña, ubicado en 4 oriente 616, Viña

del mar. Donde pudimos hablar con 6 veterinarios con distintos años de experiencia y distintas especialidades, a los cuales se les presento el mockup realizado y estos permitieron poder utilizarlo durante dos cirugías, para probar su funcionamiento.

3.4.1. Validación Mockup

Como se comento en la etapa anterior, al visita la clínica veterinaria y llevar el mockup, los veterinarios en especial el cirujano Gonzalo Vergara, permitió probar el mockup durante la operación de un cachorro de 3 meses y la operación de una gata de 10 años.

Al mockup solo se le realizador dos de los 4 brazos que tiene el inmovilizador, es por esto que en las imágenes solo se pueden observar dos.

En la figura 50, podemos observar a un cachorro de 3 meses, que se encuentra despertando de la anestesia luego de la operación sobre el mockup.



Figura 50: Validación Mockup perro

De igual forma se utilizo el mockup en la operación de una gata que posee un menor tamaño que el cachorro, ambos operados en la posición decúbito dorsal. Como se puede apreciar en la figura 51 la gata se encuentra con anestesia y sujeta por los brazos de sujeción en sus extremidades inferiores para dejar el área del estomago a la vista del veterinario, sin estos ser un elemento que puede dificultar el procedimiento o que puedan entorpecer la labor del veterinario, ya que se encuentra a los extremos y la guía para variar el ancho del brazo permite

generar una especie de barrera entre la garra y el área que va a ser operada.



Figura 51: Validación Mockup gato

3.4.2 Opinión de Médicos Veterinarios

Al visitar el Centro Veterinario Dr. Argandoña, se pudo conversar con 6 veterinarios como se mencionó anteriormente, a los cuales se les preguntó por el mockup, a primera vista que les parecía el diseño, si podían identificar su forma de uso, que les llamo la atención sobre el diseño, si encontraron algo

que no les pareció correcto o que podía interferir su trabajo, y que pusieran en orden de prioridad las variables presentadas en la etapa anterior. (ver Tabla 3).

En primer lugar se conversó con Rodrigo Santiago, Médico veterinario con diplomado en Imagenología, a este le llamo mucho la atención el apoyo para la cabeza en el inmovilizador ya que comentó que generalmente los inmovilizadores que él conocía ninguna tenía un apoyo cabeza y esto ayuda mucho para que el animal se encuentre más cómodo y con su cuerpo alineado, otro de los puntos que más le llamo la atención fueron los brazos de sujeción porque solo había visto inmovilizadores con la estructura principal y que las extremidades se amarraban a la mesa donde este se encontraba para mantener al animal fijo en una posición.

Uno de los puntos más importantes que menciono es que el animal si o si debe estar bajo anestesia para el uso de este producto

ya que un animal completamente despierto es difícil posicionarlo decúbito dorsal y afirmar sus extremidades con los brazos sería casi imposible. "Que el perro cargue con todo su peso sobre su columna vertebral les genera dolor, este inmovilizador significaría menos molestia o menos dificultad para ponerlos en esta posición" (Santiago, 2022).

Enrique Argandoña, médico veterinario con especialidad en cirugía, traumatología y radiología que también trabaja en el Hospital clínico veterinario de la UVM y es docente de esta carrera en los ramos de radiología y cirugía.

El se preocupó sobre todo en el agarre de las extremidades, ya que la forma de "M" del inmovilizador y el mantener las extremidades fijas permite al animal estar completamente alineado desde su cabeza a su cola. Sugirió poner en los extremos de la guía donde va ubicada la garra unos amarres de emergencia para tener una doble seguridad en caso de que la garra se pueda llegar a

mover de su lugar. Otro de los puntos que más llamo su atención fue el cambio de dimensiones y las diferentes razas que el inmovilizador podía soportar, ya que como se explico en el estudio existen diferentes tamaños y morfologías en los perros sobre todo.

Gonzalo Vergara, médico veterinario con especialidad en cirugía de tejidos blandos, traumatología y ortopedia, el cual trabaja en el Hospital Lago Peñuelas, se enfocó bastante en los materiales que se tenían contemplados para el diseño, comentó que le gustaría que también el inmovilizador pudiera cambiar su forma de "M" bajando uno de sus extremos para que quede formada una "L" para que también pueda ser utilizado en radiografías y operaciones con el animal reclinado hacia la derecha o izquierda.

"Agregar amarres a los extremos que sean tipo cuerdas, para tener una doble sujeción para las extremidades" (Vergara, 2022).

Amanda Verdejo, Médico veterinario general que trabaja en la consulta veterinaria Servipet, se enfocó principalmente en la seguridad del animal, en los materiales de los cuales iba a ser el inmovilizador y del espacio que este ocuparía tanto en la mesa de trabajo como al momento de ser guardado. En cuanto el tamaño dijo que quizás no era tan práctico ya que es de gran tamaño y guardarlo o transportarlo resulta algo complicado, pero a su vez tener un inmovilizador de ese tamaño que varié sus dimensiones permite tener solo uno en vez de uno diferente para cada tamaño.

"Poner harto énfasis en el material del cual va a estar hecho y que quede bastante acolchado para el confort del animal, ya que a la mayoría de estos les duele permanecer en la posición decúbito dorsal" (Verdejo, 2022)

Franco Ferrari, médico veterinario con especialidad en neurología.

Al tener como especialidad en neurología, comento que este inmovilizador que está diseñado para la posición decúbito dorsal también podría servir para la toma de mielografías (técnica especial para obtener radiografías de la columna vertebral), ya que al ser en forma de M y las mielografías el rayo debe entrar de manera oblicua, el perro podría posicionarse apoyando su costado solo en un lado de la "M", y de esta forma se podría apreciar de mejor manera la columna vertebral.

Catalina Manríquez Médico veterinario con especialidad en la medicina felina, comento que es necesario mantener al animal anestesiado, que los gatos son más fáciles de posicionar pero no dejarían que les sujeten las extremidades si están completamente despiertos. Que el inmovilizador ayudaría al momento de encontrarse solo con el dueño del animal al momento de tomar una radiografía ya que estos no saben como posicionar al animal y al ayudar a sostener

a este, puede ser necesario tomar mas de una radiografía para que esta salga como necesita el veterinario. Otro de los puntos que mas comento fue el dolor que les provoca a los perros y gatos estar posicionados decúbito dorsal y por este motivo explico la necesidad de que la superficie sea completamente acolchada, para que la espalda del animal no este directamente en contacto con la mesa o una superficie plana y dura.

"Posicionar al animal directamente con la mesa de espalda, les genera mucho dolor"(Manríquez, 2022).

4 CONCLUSIONES/ OBSERVACIONES

La utilización del Modelo Becattini y la red de problemas OTSM-TRIZ ayudaron a cumplir los objetivos mencionados en esta memoria, abarcando la mayor cantidad de requerimientos necesarios y pedidos por los médicos veterinarios.

Conversar con los veterinarios en todo momento del desarrollo de esta memoria facilitó los puntos donde había que poner mayor énfasis, las necesidades que estos tenían como usuarios principales y el ambiente donde se iba a utilizar este producto.

En cuanto a la realización del mockup y la búsqueda de referentes relacionadas con el área médica, se puede concluir que fue de bastante ayuda para detectar posibles complicaciones futuras en el diseño y poder cambiarlas a tiempo para la prueba en terreno.

El desarrollo de esta memoria fue exitoso ya que se pudo realizar un mockup y fue probado en terreno y validado por los expertos.

5 TRABAJO FUTURO

Debido a que la medicina veterinaria es un área que va a continuar avanzando y creciendo como industria, y la tenencia de mascotas es cada vez mayor y mas consciente de parte de los dueños, a futuro se pueden desarrollar cambios en el diseño permitiendo variar el tamaño del inmovilizador para mejorar su transporte y modificar su forma para que este pueda ser utilizado en otras posiciones y no solo para la posición decúbito dorsal. Esto mediante el uso de mecanismos que permitan desenganchar la "M" de la base y poder plegar de la forma que se necesite para poder abarcar mas campo dentro de la cirugía y la radiología en la medicina veterinaria.

A futuro se puede continuar el desarrollo de este proyecto realizando un prototipo con los materiales adecuados, estudiando los mencionados en esta memoria o analizando nuevos.

Se puede continuar con el area de negocios,

como va a ser fabricado, como va a ser distribuido, si se puede realizar en grandes cantidades, etc.

Y como se menciona al comienzo de esta sección poder generar nuevas formas para nuevas proyecciones o piezas complementarias para el inmovilizador que permitan realizar otras posiciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Becattini, n., & cascini, g. (2014). General-purpose requirements checklist for improving the completeness of a design specification. In ds 77: proceedings of the design 2014 13th international design conference (pp. 111-120).

- Becattini, n., cascini, g., petrali, p., & pucciarini, a. (2015). Production processes modeling for identifying technology substitution opportunities. *Procedia engineering*, 131, 14-29.

- Wood, l., giles-corti, b., & bulsara, m. (2005). The pet connection: pets as a conduit for social capital?. *Social science & medicine*, 61(6), 1159-1173.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0277953605000535>

- Adimark, g. F. K. (2018). Microestudio gfk: los chilenos y sus mascotas.

https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2405078/cms-pdfs/fileadmin/user_upload/country_one_pager/cl/gfk_los_chilenos_y_sus_mascotas.pdf

- Albertini, camila. Cuidado de mascotas moverá más de us\$800 millones. [en línea] publimetro en internet. 29 de agosto, 2017
<https://www.publimetro.cl/cl/noticias/2017/08/29/cuidado-mascotas-movera-mas-us-800-millones.html>
- Colegio médico veterinario (2010). Autorización de clínicas veterinarias. [en línea] <<http://www.colegioveterinario.cl/noticias/ver.php?id=25>> [consulta: 21 septiembre 2019]
- Sanchez,edgar.#diamundialdelosanimales: tendencias en el mercado de mascotas que debes conocer. [en línea] <<https://www.merca20.com/tendencias-mercado-mascotas-diamundialdelosanimales/>> [consulta: 16 septiembre 2019]
- López, e. C. (2005) la metodología triz y su impacto en la innovación industrial en México.
- Ames, w. C. (2008). Triz, la herramienta del pensamiento e innovación sistemática. Contabilidad y negocios: revista del departamento académico de ciencias administrativas, 3(6), 38-46.
- Cascini, g. (2012). Triz-based anticipatory design of future products and processes. Journal of integrated design and process science, 16(3), 29-63.
- Nikulin, c., graziosi, s., cascini, g., arañeda, a., & minutolo, m. (2013). An algorithm for supply chain integration based on otsm-triz. Procedia-social and behavioral sciences, 75, 383-396.
- Nikulin, c., & becker, g. (2015). Una metodología sistémica y creativa para la gestión estratégica: caso de estudio región de atacama-chile. Journal of technology management & innovation, 10(2), 127-144.
- Fiorineschi, l., frillici, f. S., & rissone, p. (2015). A comparison of classical triz and otsm-triz in dealing with complex problems. Procedia engineering, 131, 86-94.
- Khomenko, n., schenk, e., & kaikov, i. (2006). Otsm-triz problem network technique: application to the history of german high-speed trains. Triz future 2006.

- Nikulin, c., gonzalez, v., diaz, p., martinez, l. B., & carreño, c. (2016). Evaluación de soluciones conceptuales basado en la integracion de otsm-triz y ahp. *Dyna management*, 4(1).
- Ucha, f. (2013). Definición de medicina veterinaria. [online] definición abc. Available at: <https://www.definicionabc.com/ciencia/medicina-veterinaria.php> [accessed 27 feb. 2020].
- Marini, m. L. (2017). Importancia de la historia clínica y la laparotomía exploratoria en la obstrucción intestinal (doctoral dissertation, universidad nacional de río negro).
- Zunino, p. (2018). Historia y perspectivas del enfoque “una salud”. *Veterinaria (montevideo)*, 54(210), 46-51.
- Duarte romano, c. (2006). Escuela de medicina veterinaria: estrategia comunicacional de la facultad de ciencias veterinarias y pecuarias de la universidad de chile.
- Tabares rivero, n. (2018). Nuevas tecnologías aplicadas en veterinaria | portalveterinaria. [online] portalveterinaria.com. Available at: <https://www.portalveterinaria.com/articoli/articulos/28489/nuevas-tecnologias-aplicadas-en-veterinaria.html> [accessed 2 mar. 2020].
- Restrepo, m. (2017). Lo que debes saber sobre: cirugías de mascotas. [online] clinicaraza.com. Available at: <https://www.clinicaraza.com/blog/lo-que-debes-saber-sobre-cirug%c3%adas-de-mascotas> [accessed 3 mar. 2020].
- Devey, j. J. (2013). Surgical considerations in the emergent small animal patient. *Veterinary clinics: small animal practice*, 43(4), 899-914.
- Romich, j. A. (2013). *An illustrated guide to veterinary medical terminology*. Cengage learning.
- Uribe ramírez, m. A. (2017). *Radiología veterinaria*.
- Ayers, s. (2012). *Small animal radiographic techniques and positioning*. John wiley & sons.

- Cadem.cl. (2019). El chile que viene - mascotas. [online] available at: https://www.cadem.cl/wp-content/uploads/2019/06/chile-que-viene_mayo-2019.pdf [accessed 6 mar. 2020].
- Chamorro, j. M. J. (2019). El cambio de rol personal y social con mascotas y alimentos, pasan por la veterinaria. *Badajoz veterinaria*, (15), 56-61.
- Ibáñez, g. (2020). Todas las razas de perros | imágenes, características y cuidados. [online] [petdarling.com](https://www.petdarling.com). Available at: <https://www.petdarling.com/articulos/razas-de-perros/> [accessed 6 mar. 2020].
- Yamarte, c. And yamarte, c. (2019). Gatos: ¿cuántas razas hay en el mundo?. [online] [fayerwayer](https://www.fayerwayer.com). Available at: <https://www.fayerwayer.com/2019/10/gatos-razas/> [accessed 6 mar. 2020].
- Ostrander, e. A. (2008). Base genética de la morfología canina. *Investigación y ciencia*, 376, 26-34.
- Sosa, v. M. R. (2008). El bienestar animal en cirugía. *Redvet. Revista electrónica de veterinaria*, 9(10), 1-3.
- Albarracín-navas, j. H. (2016). Guía de procedimientos para el área de imagenología diagnóstica de la clínica veterinaria animales de compañía.
- Gutiérrez, j., 2012. Morfología y estructura general del perro - adiestrador canino. [online] [adiestrador canino](https://adiestradorcanino.com/webdelperro/morfologia-y-estructura-general-del-perro/100/). Available at: [<https://adiestradorcanino.com/webdelperro/morfologia-y-estructura-general-del-perro/100/>](https://adiestradorcanino.com/webdelperro/morfologia-y-estructura-general-del-perro/100/) [accessed 22 july 2020].
- Rodríguez, c. (2011). El encantador de gatos. Aguilar.
- Ramos, a. J., ramos, r., vela, m. C., & camarillo, a. D. (2005). Los gatos: origen, historia, importancia ecológica, económica, mitos y realidades. México: división académica de ciencias agropecuarias.
- Docplayer.es. N.d. Tema 48 gatos: caracteres étnicos y etológicos específicos de los gatos. Razas de gatos. - pdf free download. [online] available at: <https://docplayer.es/23916390-tema-48-gatos-caracteres-etnicos-y-etologicos-especificos-de-los-gatos-razas-de-gatos.html> [accessed 5 august 2020].

- Sierra, v. R. B. (2019). Manual de procedimientos de manejo y diagnóstico del área de imagenología (ecografía, endoscopia y radiografía) en pequeños animales de la clínica veterinaria vetermedicas (doctoral dissertation, universidad cooperativa de Colombia).
- Registro nacional de mascotas. (2022, febrero). Subdere.gov.cl. Recuperado 6 de diciembre de 2022, de <https://www.subdere.gov.cl/sala-de-prensa/registro-nacional-revela-aumento-en-tendencia-de-adopci%C3%B3n-de-gatos-como-mascotas>
- Olivares, e. M. (1995). Razas de perros: sus características y aptitudes. Tecnovet, 1(3).
<https://www.t13.cl/noticia/nacional/encabezados-popular-quiltro-razas-perros-mas-inscritas-chilenos>
- Altshuller, G. (1996). And Suddenly the Inventor Appeared: Triz, the Theory of Inventive Problem Solving (2nd ed.). Technical Innovation Center, Inc.

ANEXOS



ANEXO 1: Diferencias morfológicas en caninos






Cuerpo	Características	Imagen de referencia
Longilineos	Estirados Esbeltos Mayor longitud	
Brevilineos	Comprimidos Bajos Fuertes y macizos	
Mediolineos	Proporciones armoniosas entre longitud y altura	
Hipermetricos	Muy grandes Mucho desarrollo muscular	
Elipsometricos	Pequeños Ojos saltones Articulaciones frágiles Cráneo englobo	

Tabla 5: Clasificación morfológica según cuerpo en caninos

Cabeza	Características	Imagen de referencia
Lupoides	Cabeza en forma de pirámide horizontal Orejas rectas Hocico alargado	
Molosoides	Cabeza en forma prismática Orejas caídas Hocico cuadrado	
Bracoides	Cabeza voluminosa redonda o cubo Orejas pequeñas y caídas Hocico corto	
Graioides	Cabeza en forma de cono alargado Orejas pequeñas hacia adentro Hocico largo y delgado	

Tabla 6: Clasificación morfológica según la cabeza de los caninos

ANEXO 2: Clasificación de línea dorsal en caninos

Según Fariña y Smith (2011) el cuerpo de un canino se puede clasificar por su línea dorsal.

- Dorso recto o a nivel
- Dorso recto descendente
- Dorso Recto ascendente
- Dorso arqueado sobre el lomo
- Dorso encarpado (convexo)
- Dorso de rueda de carro
- Dorso de camello
- Dorso hundido tras la cruz
- Dorso vencido, ensillado (concavo)
- Dorso blando
- Dorso cargado de hombros.

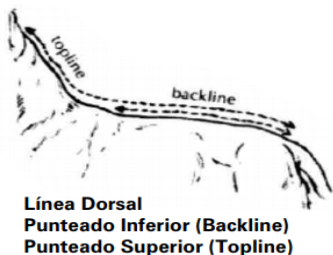


Figura 52 : Línea dorsal del perro

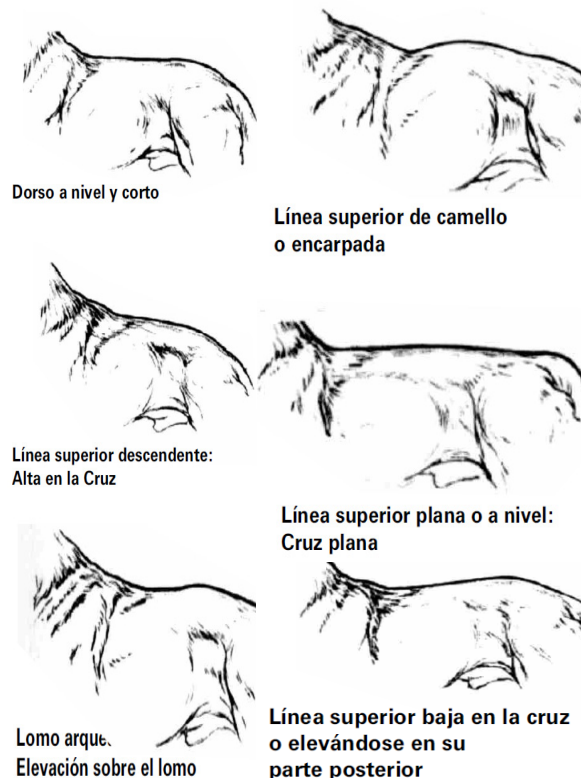


Figura 53 : Clasificación de línea dorsal en caninos

ANEXO 3: Razas de perros

La F.C.I (Federación Cinologica Internacional) clasifica a los caninos en 10 grupos:

Grupo 1: Perros de pastor y perros boyeros

Grupo 2: Perros tipo pinscher y schnauzer (Molosoides)

Grupo 3: Terriers

Grupo 4: Teckels

Grupo 5: tipo spitz y tipo primitivo.

Grupo 6: perros tipo sabueso, de rastro (sin incluir a los lebreles) y razas semejantes.

Grupo 7: perros de muestra.

Grupo 8: perros cobradores de caza, levantadores de caza y perros de agua.

Grupo 9: perros de compañía.

Grupo 10: lebreles

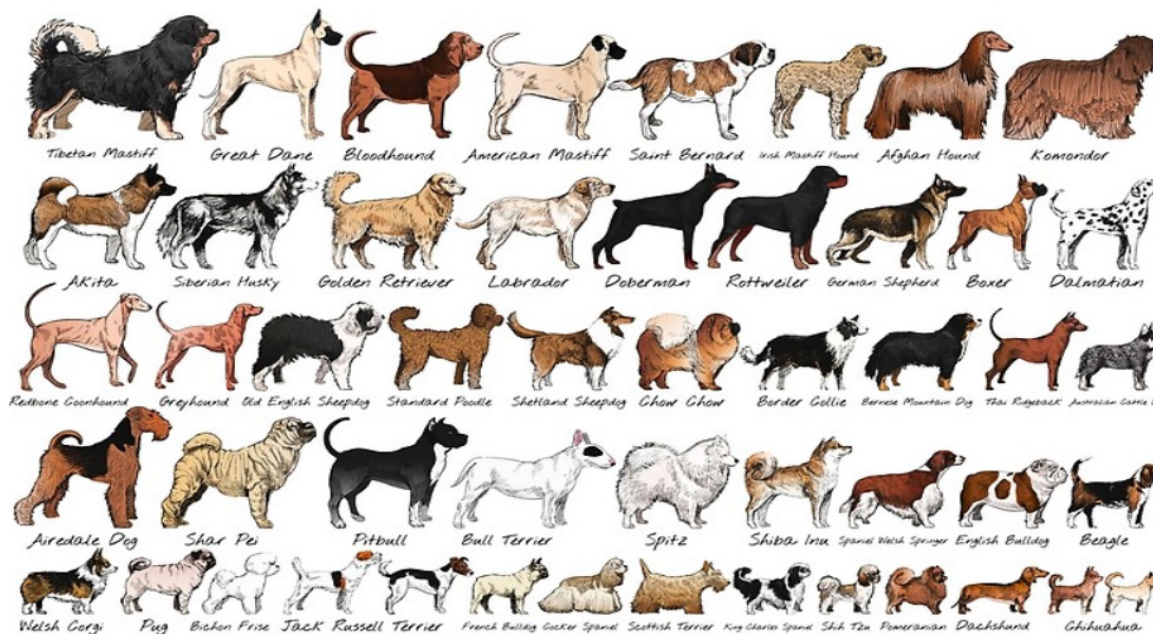


Figura 54 : Razas de Perros

ANEXO 4: Clasificación de razas de gatos según la F.I.F (Federación Internacional Felina)





Categoría	Características	Nombres de razas	Imagen de referencia
Categoría I	Cuerpo corto y pesado, con cabeza redonda	- Gato persa de pelo largo - Gato exótico de pelo corto	
Categoría II	Razas musculosas con pelo de longitud intermedia	- Gato Ragdoll - Gato Birmano Sagrado	
Categoría III	Razas con el pelo corto	- Gato Azul Ruso - Gato Korat	
Categoría IV	Razas de tipo oriental, esbeltas y musculosas	- Gato Balines - Gato Oriental de pelo largo	

Tabla 7: Clasificación de razas de gatos según la F.I.F
(Fuente: Federación Internacional Felina)

ANEXO 5: Modelo Becattini

Función útil del producto				
PARÁMETROS	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN/DESEO	PROBLEMA	POSIBLE SOLUCIÓN
Características que dan origen al producto	Popularidad de la necesidad	Facilitar el trabajo de un medico veterinario mediante una herramienta que sea amigable con el animal.	El uso de estas herramientas no es muy utilizado en Chile.	Generar una herramienta útil para el uso veterinario.
	Urgencia de la necesidad	Mantener al animal en una posición fija apoyado en su tronco en los procedimientos veterinarios	La anatomía de su cuerpo no le permite mantenerse en esa posición.	Desarrollar un producto acorde a su morfología que le permita estar en esta posición de manera estable.
Logro Umbral	Calidad del producto	Material resistente que no interfiera la toma de rayos x, fácil de limpiar y debe soportar el peso del animal y adaptarse a su forma.	Que el producto no soporte al animal de manera correcta y el material afecte la toma de rayos x	Generar un producto con materiales resistentes , traslucidos, de superficie lisa .
	Cantidad del producto	-	-	-
Adaptabilidad	Versatilidad	Inmovilizador debe ser capaz de modificar su ancho y su largo para adaptarse al animal.	Al modificar su largo y ancho pierda sus características principales.	Definir las zonas de apoyo del inmovilizador con el cuerpo del animal y el mecanismo para que este cambie su largo y ancho.
	Robustez	Debe ser una estructura resistente a los diferentes pesos del animal.	La estructura no soporte los diferentes pesos que tenga el animal	Delimitar peso máx del animal, sera capaz de sostener.
Sensibilidad	Sensibilidad a las perturbaciones externas (cantidad)	-	-	-
	Sensibilidad a las perturbaciones externas (calidad)	Debe funcionar en cualquier superficie de apoyo.	En algunas superficies no se mantenga estable.	Incorporar anclaje a la superficie que pueda desmontarse fácilmente.
Controlabilidad	Control de calidad	Logre mantener al animal en una posición fija y intuitivo para el veterinario	Que el veterinario no lo utilice de la forma correcta y pueda dañar al animal.	Realizar un diseño intuitivo / Generar un manual de uso.
	Control de cantidad	-	-	-

Tabla 8: Desarrollo Modelo Becattini con respecto a la función útil de producto

Efectos Perjudiciales				
PARÁMETROS	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN/DESEO	PROBLEMA	POSIBLE SOLUCIÓN
Sistema - Objeto	Integridad del objeto	El producto no genere daños en el usuario al momento de su uso.	El producto sea dañino para el usuario.	Entregar una forma amigable con el usuario
	Residuo del producto	-	-	-
Medio ambiente - Objeto	Sensibilidad a condiciones externas	El material de la estructura no interfiera en la toma de rayos x.	El material interfiera en las radiografías.	Realizar un estudio de materiales.
Objeto - Sistema	Resistencia mecánica	El inmovilizador debe ser capaz de soportar el peso del animal en la posición VD.	Que el inmovilizador ceda frente al peso del animal.	Utilizar material resistente y soportes para mantener el peso sin cambiar su forma.
	Resistencia al uso	Los cambios en la forma del inmovilizador no desgasten sus partes.	El usuario cambie la forma del inmovilizador de manera incorrecta o aplicando fuerza indebida.	Las zonas que se modificaran en el inmovilizador para cambiar su forma, sean resistentes y tengan anclajes para facilitar su uso.
Sistema - Sistema	Confiabilidad	El producto no falle por razones de manufactura.	El producto falle por razones de manufactura.	Tener atención especial en las formas de anclaje y soportes de resistencia.
	Tiempo de vida	Que tenga una vida útil de mínimo un año.	No es posible medir la vida útil.	Utilizar materiales resistentes.
Medio ambiente - Sistema	Resistencia a la corrosión	-	-	-
	Resistencia a condiciones externas	El producto resista a las condiciones de una cirugía.	El producto no sea resistente a las condiciones de una cirugía y se dañe su estructura.	Proporcionar una cubierta cerrada y lisa que permita proteger la estructura base del producto.
Sistema - Medio ambiente	Ruido en la producción	-	-	-
	Calentamiento global	-	-	-
	Contaminación	-	-	-
	Seguridad del usuario	El producto no genere daños en el animal ni en el veterinario al ser utilizado.	el animal no se encuentre bien posicionado y esto le genere un daño a causa de la postura.	Generar zonas de apoyo para el cuerpo y las extremidades del animal e incorporar acoples para sus extremidades y cabeza.
	ergonomía y comodidad	El producto permita el animal estar en una posición poco habitual pero mediante el descanso natural de su cuerpo	Que el producto genere presión sobre el cuerpo del animal.	Superficie acolchada y que se pueda regular ancho y largo para contener al animal.

Tabla 9: Desarrollo Modelo Becattini con respecto a los efectos perjudiciales.

Recursos

PARÁMETROS	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN/DESEO	PROBLEMA	POSIBLE SOLUCIÓN	NIVEL
Espacio	Accesibilidad	El producto no debe interferir con la labor del Veterinario.	El producto no permita al Veterinario acceder al animal de manera correcta.	Garantizar que la estructura no interfiera en la actividad a desarrollar.	
	Área de Utilización	Debe ser máximo del tamaño de una mesa quirúrgica	Que el área sea menor al tamaño necesario cuando el producto este en su máxima extensión.	Utilizar el producto sobre superficies mayores o iguales a las dimensiones de este.	
	Capacidad de almacenamiento	No debe estorbar en las áreas donde se va a utilizar.	No se cuenta con un lugar específico dentro de la clínica veterinaria para su almacenamiento.	Incorporar un sistema para que el producto pueda ser colgado en una pared.	
	Espacio de instalación	El mismo espacio del área de utilización.	-	-	-
	Espacio de desmantelación	El mismo espacio del área de utilización.	-	-	-
Tiempo	Rapidez de la función	El producto debe cumplir su función inmediatamente cuando el animal sea posicionado en el.	El producto necesite un re ajuste en su longitud o ancho.	La zona que sostiene la cabeza del animal y sus extremidades delanteras sea fija y la zona de apoyo de las extremidades traseras y la columna sea móvil	
	Tiempo de mantención	-	-	-	
	Tiempo de desmantelación	Menor a 5 minutos.	El usuario no sepa como desmontar el producto.	Producto intuitivo en base a ensambles.	
	Tiempo de ensamble	Requerir el menor tiempo posible para preparar el producto.	Al usuario le tome mas tiempo del estipulado.	Producto intuitivo en base a ensambles, con una parte fija y una móvil.	
	Disponibilidad	Producto siempre disponible para realizar su función	-	-	-
Información	Conocimiento del usuario	El usuario debe saber como utilizar el producto	El usuario no sepa utilizar el producto.	Generar indicaciones para el producto.	
	Competencia de mantenedores	-	-	-	
	Facilidad de uso	Se espera que sea intuitivo	El usuario no sepa utilizar el producto.	Generar indicaciones para el producto.	

Información	Facilidad de instalación	Que el usuario no requiera información adicional.	El usuario no sepa utilizar el producto.	Generar indicaciones para el producto.	
	Facilidad de desinstalación	Que el usuario no requiera información adicional.	El usuario no sepa utilizar el producto.	Generar indicaciones para el producto.	
	Facilidad de actualización	-	-	-	-
	Complejidad	No debe ser complejo para el usuario.	El usuario no sepa utilizar el producto, las piezas sean muy pequeñas.	Piezas con ensamble intuitivo, piezas reconocibles y como interactúan entre sí.	
Material	Portabilidad	El producto pueda ser transportado por las diferentes áreas de la clínica veterinaria donde pueda utilizarse.	El producto sea muy pesado para transportarlo.	El producto sea liviano o fácil de desarmar para poder ser transportado.	
	Materiales consumibles	-	-	-	-
	Independencia de otros productos	No requiere otros productos.	-	-	-
	Reusabilidad de las partes	-	-	-	-
	Reusabilidad del sistema	-	-	-	-
Energía	Energía requerida para trabajar	No requiere energía para entregar su función útil.	-	-	-
	Dependencia de una energía	No depende de energía para entregar su función útil.	-	-	-
	Numero de transformaciones	No posee transformaciones de energía.	-	-	-
	Eficiencia	-	-	-	-
	Numero de trabajadores	El Veterinario o asistente del veterinario.	-	-	-

Tabla 10: Desarrollo Modelo Becattini con respecto a los recursos.

ANEXO 6: Variables ordenadas por veterinarios

	Resistencia al peso	Facilidad para la limpieza y desinfeccion	Firmeza en la sujecion	Variacion en sus dimensiones	Facilidad de uso para el veterinario	Seguridad y confort para el animal	Produccion y manufactura
R. Santiago	6	7	5	4	3	1	2
A. Verdejo	2	7	5	3	4	6	1
E. Argandoña	6	3	2	7	4	5	1
G. Vergara	7	2	6	1	4	5	3
C. Manriquez	3	4	6	2	5	7	1
F. Ferrari	6	2	1	7	4	5	3

Tabla 11: Variables ordenadas por importancia para veterinarios