



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

CERVELIERE

PROTECCIÓN ENCEFALICA PARA HEMA

INTRODUCCIÓN

PROYECTO:

“GERVELIERE”, PROTECCIÓN ENCEFALICA PARA HEMA.

AUTOR:

VLADIMIR LEAL

PROFESOR GUIA:

IVAN CARO

LUGAR:

EL COMENDADOR 1916, PROVIDENCIA

TEMÁTICA:

SEGURIDAD PARA DEPORTES DE ALTO CONTACTO

INSTITUCIONES:

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

FABLAB INACAP SUR

COMPAÑIA ESPADA DE PLATA

ACADEMIA DE ESGRIMA HISTORICA DE CHILE

Esta memoria de Título tiene como objetivo presentar el desarrollo de un producto mínimo viable que apunta a resolver las problemáticas de seguridad en la práctica de HEMA (Historical European Martial Arts) o Esgrima Histórica, como es habitualmente conocida en los países hispanohablantes. Para esto, se ha utilizado la metodología de doble diamante, usando la epidemiología propia de la disciplina como punto de partida en el análisis del equipamiento actual utilizado por los esgrimistas al igual que antecedentes y referentes de otras disciplinas o rubros que sufren problemas de seguridad comparables. En base a este análisis se desarrolló un proceso de definición formal y prototipado el cual fue validado a través del testeado por partes de grupos que practican la Esgrima Histórica tanto de manera marcial como deportiva, para desarrollar un producto que se acomode a las necesidades del usuario final.

INDICE

1. FORMULACIÓN DEL PROYECTO	4		
1.1. QUÉ	4		
1.2. POR QUÉ	4		
1.3. PARA QUÉ	4		
2. OBJETIVOS	4		
2.1. OBJETIVO GENERAL	4		
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4		
3. ESTADO DEL ARTE	5		
3.1. HISTORICAL EUROPEAN MARTIAL ARTS	5		
3.2. DIFERENCIAS CON ESGRIMA OLÍMPICA	6		
4. CONTEXTO	10		
5. DEFINICIÓN DE USUARIOS	11		
5.1. COMPETITIVO:	11		
5.2. INTERMEDIO:	11		
5.3. BLOSS FECHTEN:	11		
6. ANTECEDENTES	12		
6.1. ANTECEDENTES CONTEMPORÁNEOS	12		
6.2. ANTECEDENTES MEDIEVALES	13		
		7. REFERENTES	14
		7.1. BIOMÍMESIS	14
		8. PROCESO DE DISEÑO	16
		8.1. APROXIMACIÓN FORMAL (AGOSTO)	16
		8.2. TESTEOS FORMALES (AGOSTO)	18
		8.3. PROTOTIPADO (SEPTIEMBRE)	22
		8.4. ITERACIÓN Y REDISEÑO (OCTUBRE)	28
		8.5. PROTOTIPADO (NOVIEMBRE - DICIEMBRE)	30
		8.6. VALIDACIÓN (ENERO)	32
		8.7. PRODUCTO MÍNIMO VIABLE (ENERO)	34
		9. IMPLEMENTACIÓN	36
		9.1. MANUFACTURA	36
		9.2. PLAN DE NEGOCIO	39
		10. REFERENCIAS	43

1. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

1.1. QUÉ

Sistema de protección de cabeza que permite al usuario suficiente movilidad como para ejecutar las técnicas detalladas en los tratados de esgrima y provee suficiente protección como para recibir el impacto de simuladores de acero alto en carbono o tecnil.

1.2. POR QUÉ

Porque al ser una actividad que recrea artes marciales armadas, el peligro y la gravedad de las posibles lesiones en HEMA es notoriamente alto, lo que fuerza a los practicantes a modificar protecciones de otros deportes o actividades para suplir la escasez de equipo especializado.

1.3. PARA QUÉ

Para reducir el riesgo de lesiones debido a la práctica de deportes de alto impacto, especialmente si involucran el uso de simuladores de armas blancas u otra forma de realizar golpes contra un oponente.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Un sistema de seguridad deportiva que proteja la cabeza del esgrimista de forma más efectiva y cómoda que las caretas de esgrima actuales.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1. PROTECCIÓN

1. Capacidad de resistir el impacto de los simuladores (Cantidad de Newtons que resiste antes de fallar)
2. Capacidad de dispersar la energía cinética de estos golpes (Cantidad de Newtons que se pierde al impactar la protección)

2.2.2. MOVILIDAD

Capacidad del producto de adaptarse al movimiento del usuario. (Ángulo de movimiento que permite)

2.2.3. COMODIDAD

1. Capacidad de liberar calor (T° en el interior del producto en uso)
2. Capacidad de reducir los sentidos del usuario (Ángulo de visión, Volumen audible)
3. Facilidad de transporte (Volumen del producto guardado)

2.2.4. MANTENCIÓN

1. Facilidad de lavado (Tiempo y posibilidad de lavado)
2. Facilidad de reparación (Tiempo y posibilidad de ensamble y desensamble)

3. ESTADO DEL ARTE

3.1. HISTORICAL EUROPEAN MARTIAL ARTS

Este deporte de alto contacto está basado en el estudio de artes marciales anteriores a la primera guerra mundial, desde el uso del sable militar en la época victoriana, hasta espada larga medieval, pasando por la espada ropera del siglo XVII (Jaquet, 2015). El estudio e interpretación de tratados de esgrima publicados durante la época moderna y medieval nace a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX pero resurge con fuerza.

En los años 90, junto con la popularización del internet que democratizó el acceso a las fuentes escritas y viralizó la creación de grupos a través de Europa y Estados Unidos. Actualmente esta disciplina se ha expandido por el mundo, principalmente en países como Chile, Sudáfrica y Taiwán.

Si bien no hay cifras oficiales respecto a la cantidad de clubs o competidores a nivel mundial, hay algunas organizaciones que a través de distintas metodologías han intentado calcular el número de participantes. HEMA Alliance es una asociación que busca catalogar todos los grupos o clubs que practican esgrima histórica, y si bien es un trabajo en proceso, se estiman entre 20 y 50 mil esgrimistas históricos a nivel mundial, con un crecimiento aproximado del 7% anual.

HEMA Ratings es otra asociación centrada específicamente en el número de competidores y su desempeño en campeonatos, lo que excluye a todos aquellos que practican sin competir, pero da luces sobre el futuro del deporte. Para Mayo del 2019 se cuentan 6.076 competidores serios, un 33% más que los 4.438 en Mayo del 2018, lo que indica no solo la popularización del deporte, sino también la profesionalización de este.

3.2. DIFERENCIAS CON ESGRIMA OLÍMPICA

Hay una fuerte conexión entre la esgrima deportiva como se ve en las olimpiadas y la esgrima histórica que caracteriza HEMA, y es que la primera nace de la segunda. Las armas utilizadas en la esgrima deportivas con el florete (simulador del espadín), el epee (simulador de la espada de duelo) y el sable (simulador del sable militar). Todas estas armas caben dentro de HEMA, sin embargo tanto el sistema como las armas se han deportivizado a tal punto que está muy lejos de ser considerado un arte marcial. Por el contrario, el deporte que se practica en la esgrima olímpica se puede reducir a tocar al oponente lo más rápido posible, lo que en la práctica significa enfrentamientos que no se parecen en nada a un combate real.

En contraste, si bien la deportivización es parte de la masificación de la disciplina, HEMA tiene como foco mantener el carácter marcial e histórico de los sistemas que se intenta interpretar, trayendo consigo tres problemáticas principales:

3.2.1. ARMAS POPULARES EN HEMA

Debido a lo amplio del término HEMA, el cual incluye sistemas desde combate desarmado hasta combate a caballo con armadura, nos centraremos en las armas más comúnmente usadas por los esgrimistas históricos en la actualidad, las cuales tienden a ser espadas.

Como se aprecia en la Figura 1, las armas utilizadas en HEMA suelen ser 2 o 3 veces más pesadas que las usadas en esgrima olímpica y tienen mayor masa cerca del centro de percusión (sector de la hoja con el que se golpea), impactando con mucha más fuerza.

Hay que tener en cuenta que armas como el montante son consideradas inseguras para el combate, debido a la gran cantidad de inercia en la hoja, por lo que su práctica se limita a formas y demostraciones.

Armas en Esgrima Olimpica

Armas en Esgrima Historica

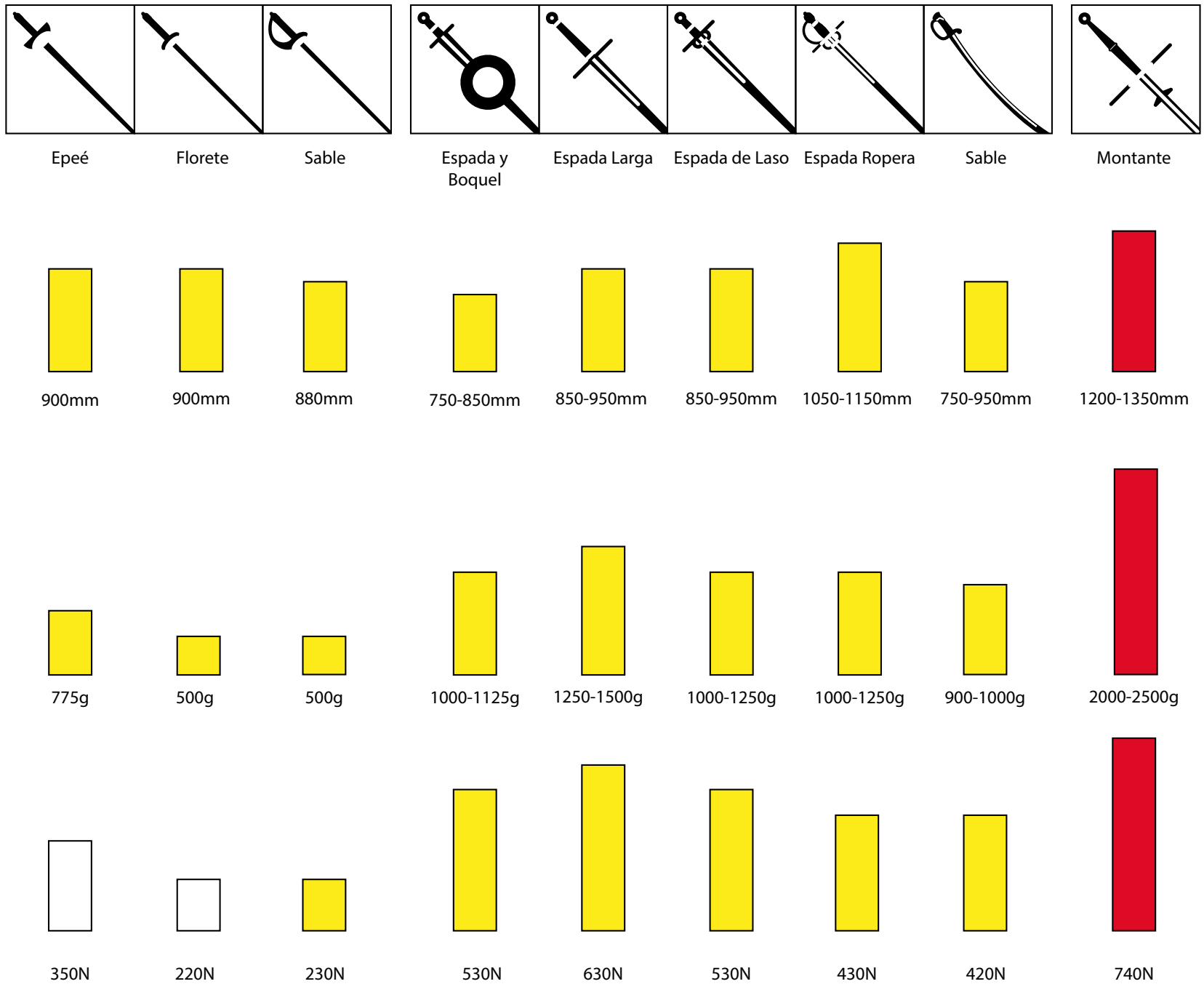


Figura 1

3.2.2. LESIONS EN HEMA

No hay mucha bibliografía científica respecto a las lesiones causadas por estos simuladores, sin embargo un estudio conducido por la Universidad de Ghent, Bélgica en el Hospital Militar Reina Astrid (Sean, 2016), concluye que el perfil de lesiones en HEMA es único en comparación con otras disciplinas de esgrima y artes marciales (Lystad, R. 2015), ofreciendo las siguientes problemáticas:

1. Las lesiones agudas más prevalentes son contusiones, distensiones, esguinces. El tobillo, la mano y el hombro son los sitios más comunes. Las lesiones crónicas son principalmente los problemas de rodilla, hombro y codo.
2. El material protector a menudo falla. La colocación del casco y los guantes son el principal problema.
3. El comportamiento de compensación de riesgo puede estar presente en HEMA.
4. En los torneos la técnica suele ser sustituida por artefactos para explotar las reglas. (de acuerdo a los manuales estudiados). Se necesita más investigación sobre todos los temas.

3.2.3. EQUIPO PROTECTOR EN HEMA

Naturalmente, el equipo protector utilizado actualmente en HEMA es adaptado de esgrima deportiva. Debido a la proliferación de simuladores tanto de acero como nylon, este equipo protector habitualmente se complementa con guantes de lacrosse o especializados para HEMA, protección de articulaciones de motocross, chaquetas acolchadas más gruesas, cubre careta para proteger la nuca, e incluso protector de garganta y pechera.

Hay dos partes del equipamiento en esgrima histórica que fallan a menudo: Los guantes protectores y la careta de esgrima. Las lesiones de mano y dedos son las más comunes, por lo que ha habido un fuerte desarrollo de nuevos guantes hechos especialmente para HEMA (Anexo 1). Sin embargo, las problemáticas que rodean la protección de cabeza siguen sin tener una respuesta efectiva, las cuales si bien son menos comunes, si son mucho más graves cuando ocurren. Según el paper anteriormente citado, las principales fallas de la careta de esgrima son: Desajuste de la careta en medio del combate, principalmente a corta distancia; e impacto excesivo a zonas que no están preparadas para recibirlo (toda la careta a excepción de la malla frontal).

Asimismo, las caretas de esgrima olímpica no tienen protección trasera integrada, por lo que los esgrimistas deben conseguir protectores externos o modificar sus carteras de forma artesanal, con gran variedad en la calidad de estas modificaciones.



FIGURA 2 ESGRIMISTA OLÍMPICO



FIGURA 3 ESGRIMISTA HISTÓRICO

4. CONTEXTO

Durante las últimas dos décadas, la esgrima histórica (HEMA) pasó de ser una actividad desarrollada por unos cuantos entusiastas y académicos a convertirse en un deporte practicado por decenas de miles de personas a través del mundo. Sin embargo, a pesar del aumento en número y calidad del equipamiento especializado para esta disciplina, la protección de cabeza sigue siendo una pobre adaptación del equipo protector de esgrima deportiva, lo que revela serios problemas de seguridad en lo que refiere a la práctica de este deporte.

Como actividad de alto contacto, la esgrima histórica propone desafíos importantes, principalmente la protección del esgrimista en movimiento y el cómo lidiar con simuladores de armas que son capaces de generar un alto impacto en cualquier zona del cuerpo, en especial si está desprotegida.

Al igual que deportes como hockey y fútbol americano, la esgrima histórica requiere de un alto nivel de protección para competir de forma relativamente segura, sin embargo, la protección de cabeza toma una importancia central debido las catastróficas consecuencias que pueden resultar de una o varias contusiones cerebrales en el deportista. Debido a esto, considero que es importante investigar una solución para este problema de seguridad en la práctica de esgrima histórica, ya que mientras estos problemas persistan, las probabilidades de crecer en este deporte serán muy limitadas tanto para aquellos que ya compiten como quienes están interesados en la disciplina pero temen por su seguridad durante las competencias.

Asimismo, considero que esta investigación tiene gran potencial a la hora de expandir su utilidad a otros deportes de contacto o artes marciales, además de tener posibles aplicaciones para las fuerzas de seguridad y otros trabajos peligrosos que requieran niveles similares de protección, movilidad y confort que la esgrima histórica.

5. DEFINICIÓN DE USUARIOS

Hay tres actitudes diferenciables en cuanto a la práctica de la esgrima histórica:

5.1. COMPETITIVO:

Prioriza torneos y sparring competitivo. Prefiere un combate intenso, habitualmente contra otros rivales de mentalidad similar. Este es el usuario que corre más riesgo con el equipo actual.

5.2. INTERMEDIO:

Tiene interés en la disciplina y participa en torneos de vez en cuando. Suele enfrentarse a esgrimistas que conoce en un ambiente de clase o sparring amistoso, no siempre de forma competitiva. Este usuario quiere imprimir suficiente fuerza como para asegurar su defensa y efectuar golpes marcialmente aceptables sin dañar a su compañero de clases.

5.3. BLOSS FECHTEN:

De naturaleza semi-colaborativa, este esgrimista, usualmente más experimentado, reduce notoriamente el nivel de protección durante el sparring en orden de simular lo más posible el combate sin armadura detallado en los manuales, dando énfasis en el control de tiempo y distancia.

Este usuario reduce bastante la intensidad de la actividad, sin embargo, Sean W. y Damien Van Tiggelen (2016) revelan que la probabilidad de lesión no disminuye debido a la reducción en protección. Por ende, sigue siendo vital para la protección de cabeza y cuello para el esgrimista.



Figura 4 Esgrimistas compitiendo con equipo completo.



Figura 5 Esgrimistas entrenando con equipo ligero.

6. ANTECEDENTES

6.1. ANTECEDENTES CONTEMPORÁNEOS

Se buscaron antecedentes de protección de cabeza a través de diversos rubros e industrias (Anexo 2 y 3), encontrando principalmente 3 énfasis de protección:

6.1.1. ÉNFASIS FRONTAL

Se sostienen a través de la fricción generada entre un anillo acolchado alrededor de la cara y el mentón con alguna sujeción en la parte trasera (Caretas de esgrima olímpica, Caretas de kendo).

6.1.2. ÉNFASIS VERTICAL

Se sostiene a través de una malla de nylon que actúa de suspensión, dispersando golpes producidos por la caída de un objeto (Casco de combate PASGT, Casco de construcción).

6.1.3. ÉNFASIS CRANEAL

Se caracteriza por un exterior rígido o semirígido y un interior espumoso que absorbe el impacto a través de su deformación (Casco de football americano, Casco de motocicleta, Casco antidisturbios, Casco de combate ACH).

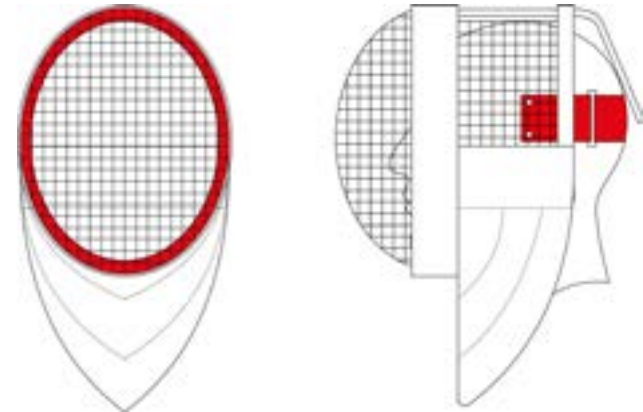


Figura 6 Careta de Esgrima Olímpica, Énfasis Frontal

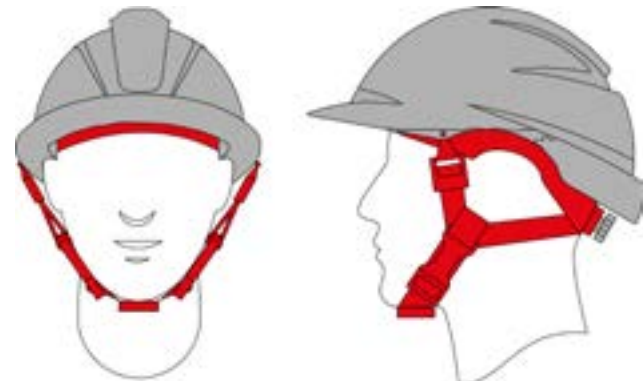


Figura 7 Casco de Seguridad, Énfasis Vertical

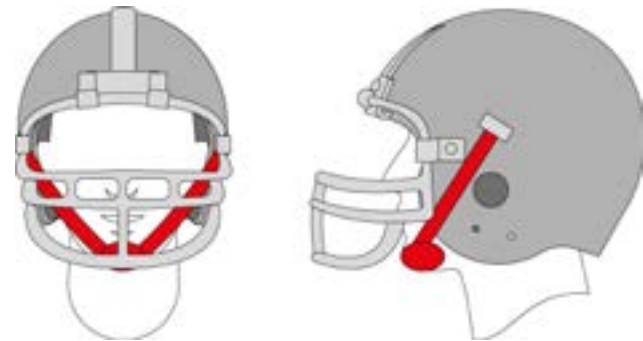


Figura 8 Casco de Football Americano, Énfasis Craneal

6.2. ANTECEDENTES MEDIEVALES

Debido a la temática histórica de la actividad, me tomé la libertad de agregar antecedentes históricos que se escapan del imaginario moderno:

6.2.1. CELADA ALEMANA

Casco que prioriza la comodidad del usuario, reduciendo el peso directo sobre la cabeza y permitiendo diversas configuraciones de ventilación.

6.2.2. YELMO CERRADO

Evolución tecnológica de la celada, enfatiza más la protección del usuario y la movilidad del cuello que la comodidad, siendo ajustado a la forma del cráneo igual que los Almetes Italianos, pero con un sistema de apertura simplificado que comparte el pivote del visor.

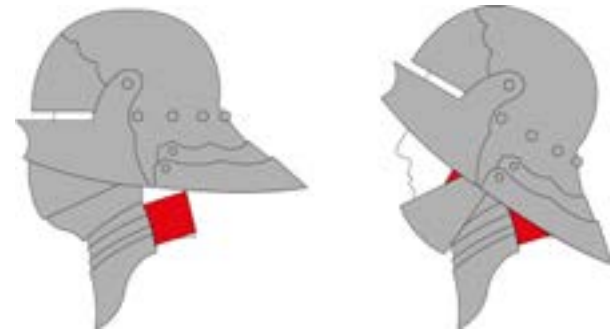


Figura 9 Celada Alemana, Segunda mitad del siglo XV

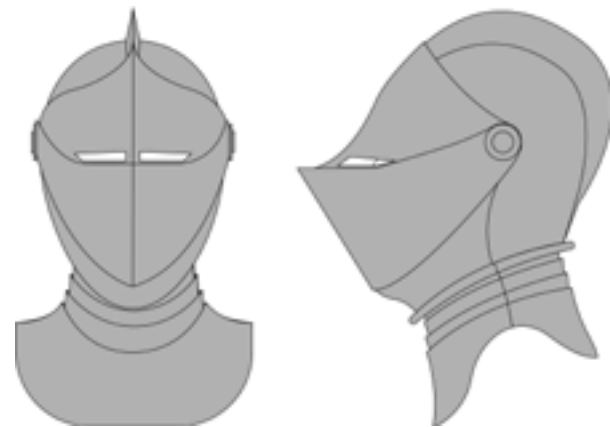


Figura 10 Yelmo Cerrado, Primera mitad del siglo XIV

7. REFERENTES

7.1. BIOMÍMESIS

Volviendo a la temática histórica de la investigación, decidí buscar referentes en el mundo animal para inspirar futuras iteraciones. En esta búsqueda encontré tres sistemas de protección utilizados por distintos animales (Anexo 4).

7.1.1. PIEL DE RINOCERONTE

Compuesta de una capa de epidermis alta en queratina y una comparativamente más sustancial capa de dermis alta en colágeno forma una armadura (Shadwick, 1992) semirrígida que le permite al animal reducir significativamente la letalidad de sus combates territoriales, luchador principalmente con su característico cuerno nasal.

7.1.2. SENOS NASALES EN CAPRINOS

El vacío producido por esta caverna craneal permite a los caprinos enfrentarse con vigorosos cabezazos, reduciendo el impacto de estos sobre el cerebro (Farke, 2008). Aquellos caprinos territoriales como el *Ovis canadensis* han suplementado este vacío con diversas estrías óseas que se flexionan en impacto, dispersando aún más la fuerza transmitida a la cavidad endocraneal.

7.1.3. CORAZA DE TORTUGA

Este prehistórico animal utiliza un sistema de defensa por capas. La coraza alta en queratina con la que estamos familiarizados es acolchada por una relativamente delgada capa de dermis alta en colágeno (Shelef, 2017), la cual está situada sobre una estructura ósea que se expande bajo toda la coraza, la cual a su vez está conectada a la columna vertebral del animal a través de delgados puentes óseos que también se fraccionan para dispersar el impacto.

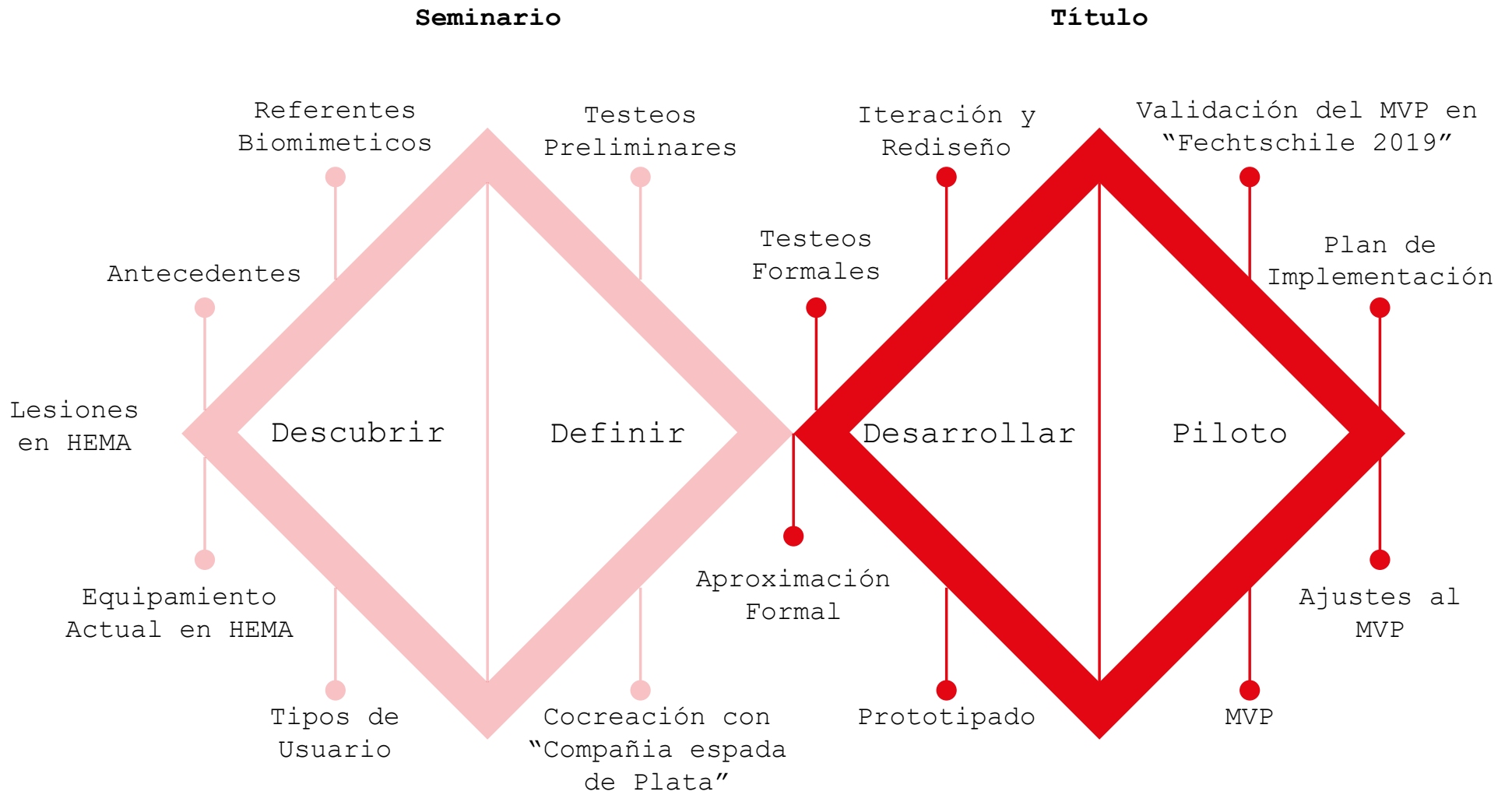


Figura 11 Estructura metodológica

8. PROCESO DE DISEÑO

8.1. APROXIMACIÓN FORMAL (AGOSTO)

El primer paso en el desarrollo formal del proyecto fue un proceso de boceto y sketching tentativo. La idea fue probar distintas posibilidades geométricas y formas de cierre que pudiesen ser implementadas en el diseño final. En paralelo se utilizaron Mock Ups y modelos 3D para expandir las posibilidades formales del futuro Prototipo. Este proceso tuvo una duración base de 2 semanas, de las cuales se esperó visualizar una aproximación formal que dictara el diseño del futuro prototipo.

Para la segunda semana de exploración, la formalidad se definió en tres conjuntos vitales para la composición del producto: El cráneo, el visor y el cubre nuca.

En primer lugar, el cráneo estaría compuesto por una malla de nylon remachada a una placa semi esférica de material laminado para proteger la parte superior de la cabeza a través de la suspensión del casco sobre esta, de forma similar a los cascos de construcción o de combate.

En segundo lugar, el visor se compone de una malla de acero como las caretas de esgrima (o caretas de airsoft) remachado a un marco de material laminado, placas para la protección de la garganta y una correa de fijación al mentón, para proteger la cara del esgrimista de cortes y estoque tanto con nylon como acero. El sistema se basa en la síntesis de varios sistemas de visor europeos desarrollados durante el fin de la edad media y los primeros dos siglos de la edad moderna.

Finalmente, el cubre nuca se compone de varias placas de material laminado amarradas entre sí para permitir suficiente flexibilidad sin reducir la protección. El sistema en sí está basada en los kabuto japoneses y su sistema de correas de seda para sostener armaduras de hierro o acero.

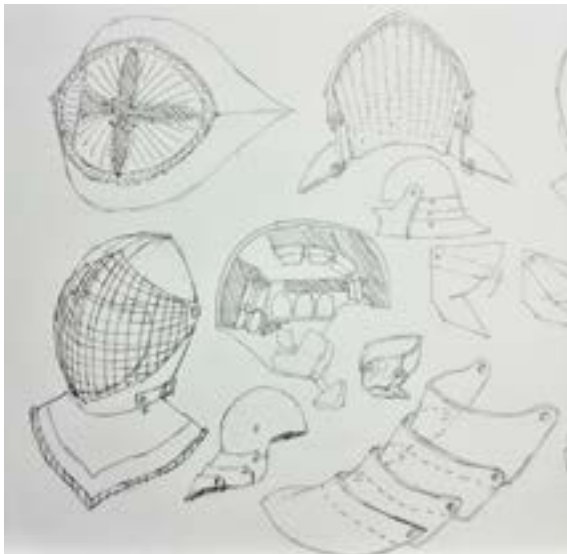


Figura 12 Bosquejos exploratorios

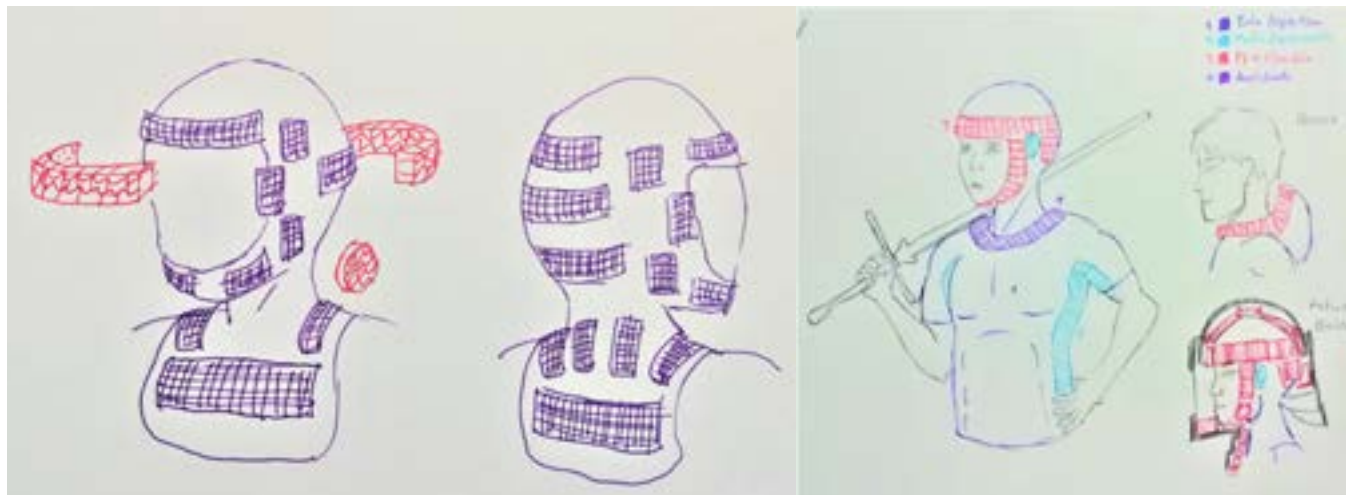


Figura 13 Aproximación teórica de la capucha

8.2. TESTEOS FORMALES (AGOSTO)

El proceso de testeo se centró principalmente en la materialidad y geometría de las piezas que constituyen el prototipo.

8.2.1. TESTEO DE MATERIAL LAMINAR

El testeo de materiales se centró en comparar la resiliencia de dos materiales propicios para el uso de material protector, el kevlar y la fibra de carbono. Para efectuar el testeo se fabricaron 3 maquetas en base a un molde hemisférico (semiesfera), cada uno compuesto por 6 capas de material: kevlar, fibra de carbono o ambos intercalados. Esos materiales laminados se consolidan a través de una resina epóxica que al catalizar endurece la pieza sobre el molde.

Para comparar estas 3 maquetas, se utilizó un sistema similar al usado durante el proceso de Seminario en las pruebas preliminares. La prueba consistió en dejar caer pesos controlados a una altura fija (100 cm). Cada peso utiliza 3 tipos de puntas para verificar el efecto de concentración de fuerza. Estas puntas son: Plana (sin punta), 10mm (espesor de simulador de nylon) y 3mm (espesor de espada de acero).

8.2.2. RESULTADOS TESTEO DE MATERIAL LAMINAR

Como resultado de estas pruebas de material, se logró comparar la resistencia al impacto de estas 3 maquetas. La maqueta compuesta de 6 capas de kevlar fue la que resultó más dañada, trizando la parte superior del hemisferio, cediendo estructuralmente. Por otro lado, la maqueta compuesta íntegramente por fibra de carbono resultó flexible, absorbiendo el impacto sin problemas. Sin embargo la consistencia flexible al tacto genera dudas sobre su utilidad a la hora de dispersar el impacto. Finalmente, la tercera maqueta compuesta de 3 capas de kevlar y 3 capas de fibra de carbono intercalada obtuvo los mejores resultados. La combinación de materiales permite suficiente flexibilidad como para evitar la fractura de la maqueta al mismo tiempo que esta retiene una consistencia más sólida e idónea para funcionar como placas protectoras.

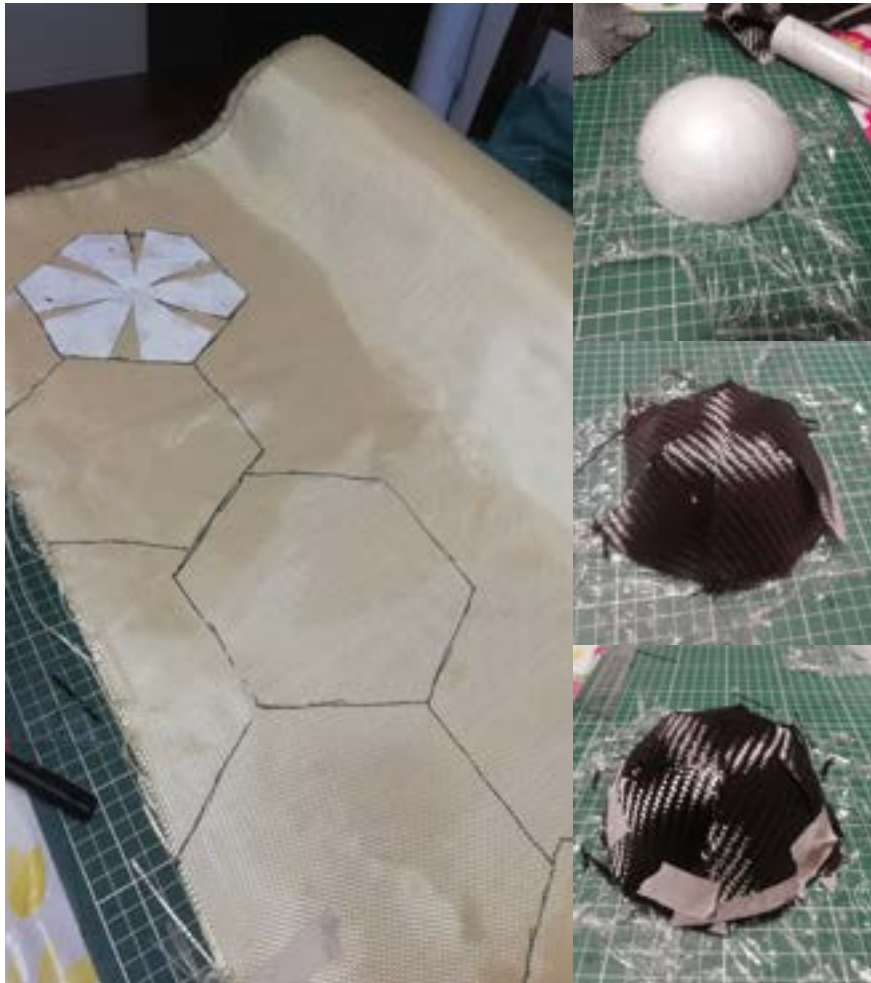


Figura 14 Proceso de laminado sobre molde



Figura 15 Maquetas de material laminado

8.2.3. TESTEO DE IMPRESIÓN

A la hora de lidiar con la problemática del acolchado, una opción particularmente interesante en términos de manufactura, fue la implementación de impresión 3D a través de material flexible. Hay varios materiales en el mercado, como PA11 y TPU. Sin embargo, fue el PLA flexible el material más fácil de obtener en Chile, por lo que decidí hacer pruebas de testeo con este material.

Para iniciar el testeo, hablé con Pablo Gutiérrez, encargado del FabLab de Lo Contador para asesorarme.

8.2.4. RESULTADOS TESTEO DE IMPRESIÓN

1. Pruebas de Acolchado: Las primeras pruebas de impresión se realizaron en las máquinas Maker-Bot propiedad del FabLab de Lo Contador, donde imprimí PLA flexible por primera vez. Estas primeras pruebas me sirvieron para comprender la consistencia y propiedades del material para comprender futuras aplicaciones.

2. Pruebas de Velcro: A la hora de hacer interactuar el acolchado con el interior textil, mi primera aproximación fue imprimir directamente sobre velcro, confiando en la capacidad del PLA flexible de adherirse al reverso de este. Sin embargo, el velcro estandar en la actualidad es demasiado sintético y poco poroso como para generar una adhesión suficientemente fuerte.

Fue difícil ajustar la máquina para que pudiera extruir correctamente, sin embargo luego de dos impresiones las fallas de extrusión se volvieron insostenibles. La maquina es vieja y carece de varias características útiles para controlar el flujo y la velocidad de la impresión, por lo que Pablo me recomendó trabajar en el FabLab del Inacap, en Escuela Agrícola.



Figura 16 Prueba de impresión en Maker-Bot



Figura 17 Velcro impreso en 3D

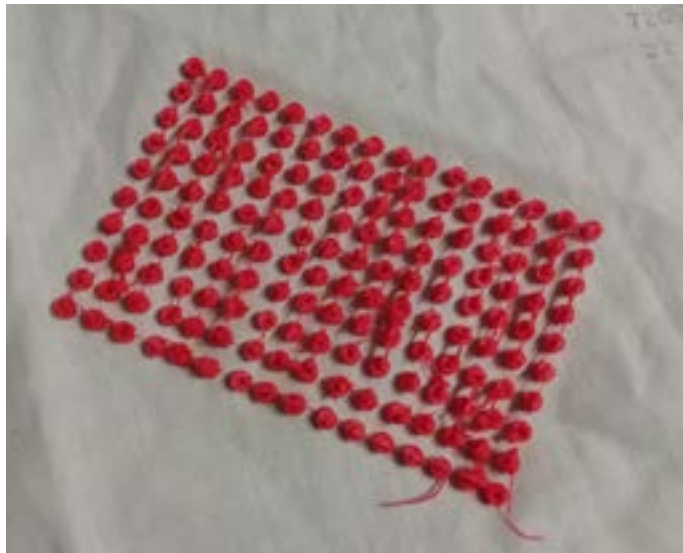


Figura 18 Prueba de impresión textil

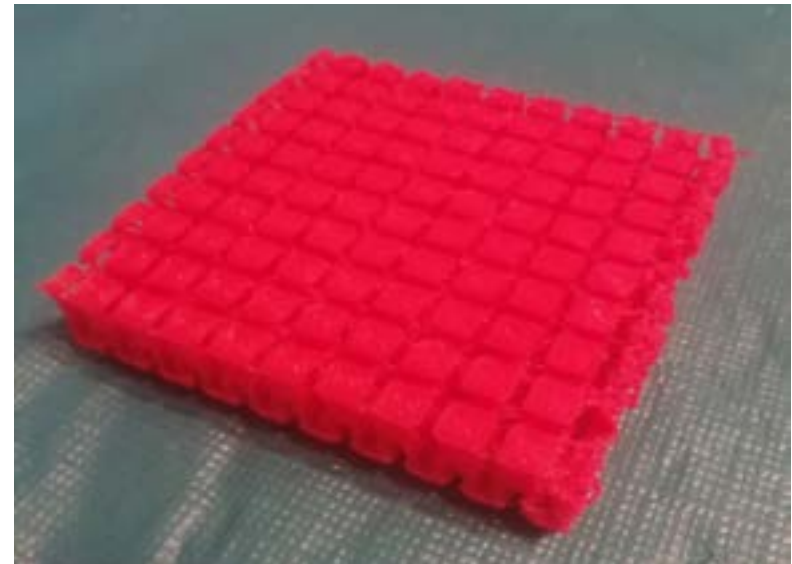


Figura 19 Almohadilla impresa en 3D

8.3. PROTOTIPADO (SEPTIEMBRE)

8.3.1. LAMINADO

Debido al largo tiempo que requiere la manufactura de moldes de alta calidad, el prototipado se realizó a través de moldes de fabricación artesanal. Esto resultó en una geometría irregular pero completamente funcional en términos de testeo.

Por otra parte, el catalizado de la resina se realizó sin la ayuda de prensa hidráulica, debido a la falta de acceso a la maquinaria, por lo que la proporción de resina no es homogénea en las diferentes piezas del prototipo.

Las piezas del prototipo se fabricaron usando capas intercaladas de Kevlar y Fibra de carbono cubiertas con Resina epóxica y catalizando a baja temperatura. Las piezas constitutivas del casco son:



Figura 20 Craneo moldeado a partir de un casco de seguridad

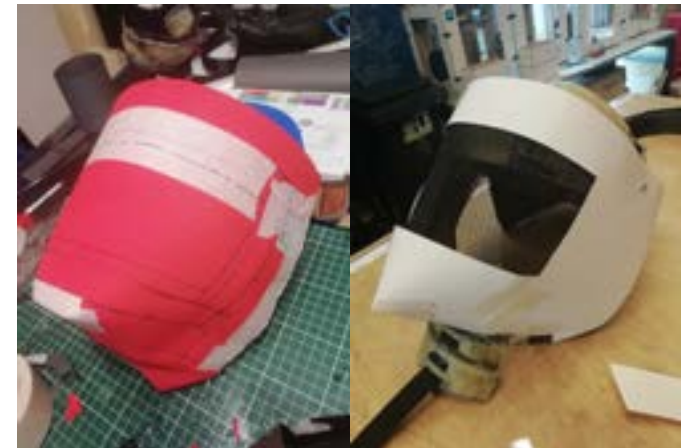


Figura 21 Moldes experimentales

1. Cráneo: Pieza hemisférica que protege la parte superior de la cabeza.

2. Placa occipital: Pieza semi-tubular que protege la parte trasera de la cabeza a través de pivotes laterales unidos al cráneo.

3. Cubre nuca: Pieza arqueada que se fija a la Placa occipital para extender su protección hacia la nuca sin perder movilidad.

4. Visor: La pieza más compleja, protege la cara del usuario a través de pivotes laterales unidos al cráneo.

5. Gorjal: Pieza que se fija bajo el visor para proteger directamente la garganta del usuario por debajo del cuello alto de la chaqueta.

6. Cobertores laterales: Protegen la parte lateral del cuello. Se fijan al Cubre nuca para mantener la flexibilidad de la región.

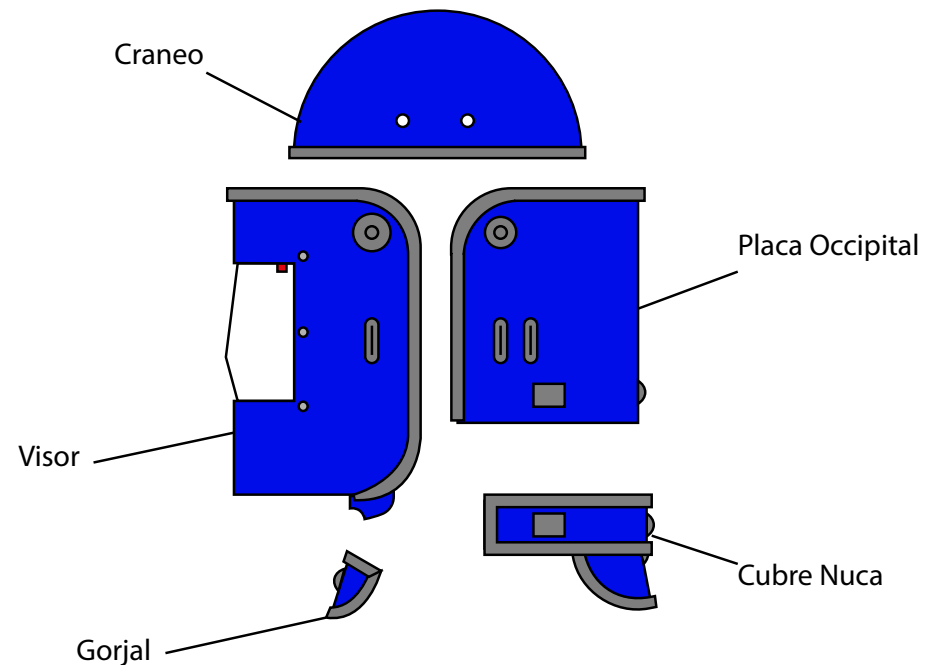


Figura 22 Despiece del casco

8.3.2. IMPRESIÓN

Para acceder al FabLab de Inacap debí solicitar una inscripción de mi proyecto. Así fue como conocí a Cristian, encargado del FabLab, quien me ofreció asesoría, total acceso a las herramientas del lugar y sobre todo a las máquinas RedFab2, basadas en el modelo Ultimaker 2, diseñadas y manufacturadas por los miembros del FabLab.

1. Acolchado: Gracias al mejor control de impresión que me ofrece la RedFab2, fui capaz de probar diversas geometrías hasta encontrar una con capacidades de acolchado satisfactorias. Para conseguirlo utilicé la teoría de superficies y volúmenes auxéticos, debido a su capacidad de absorber más energía durante su deformación que geometrías no auxéticas.

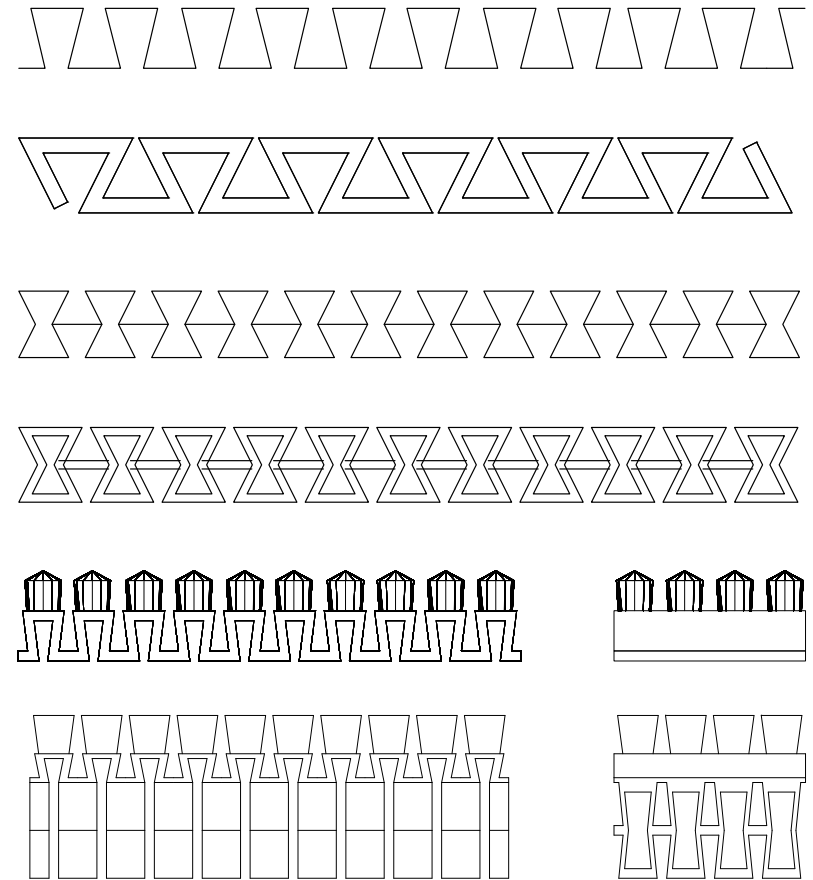


Figura 23 Geometrias auxeticas

2. Velcro: Debido al fracaso del velcro clásico, debí buscar alternativas a la hora de adherir el acolchado a la fundación textil de tal manera de mantener la naturaleza modular del acolchado y así permitir variedad de tallas dentro del casco. Así fue como encontré un interesante modelo 3D donde a través de la impresión se podía crear una especie de velcro plástico. Edité el archivo e hice distintas pruebas formales que convergieron en un sistema de adhesión que se puede imprimir directamente en el textil y aplicarse a la geometría de las piezas acolchadas, permitiendo su enganche o aseguramiento a la fundación textil del prototipo.

Luego del estallido social del 18 de Octubre, mi acceso a las máquinas del FabLab del Inacap se vio severamente limitado o imposibilitado, lo que retrasó bastante mi proceso de trabajo. Debido a esta situación decidí adelantar la compra de una impresora personal que me asegurará avances independiente de la contingencia en la calle. Esta impresora de segunda mano es una Ender 5 y es con ella que logré imprimir aquellas piezas que faltaban para finiquitar el prototipo.

3. Pivotes: Puede parecer algo totalmente estético, pero la aplicación de pivotes en el prototipo fue vital para asegurar la estabilidad de las piezas del casco durante su apertura y cierre.

4. Gargantas: De igual modo, para aquellos lugares por donde correas atraviesan las placas del casco se imprimieron gargantas de PLA para facilitar su inserción y proteger la apertura.

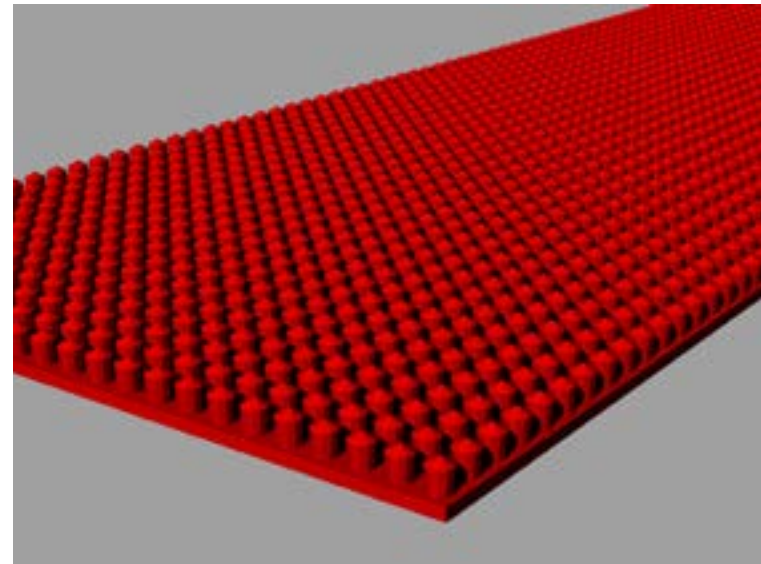


Figura 24 Modelado de velcro 3D



Figura 25 Velcro y Almohadilla impresos

8.3.3. TEXTIL

Una de las pocas tareas que pudieron tercerizarse antes del estallido social fue la manufactura de la capucha textil que servirá de fundación para el acolchado interno del casco, permitiendo flexibilidad de talla y ajuste a través de la modularidad del acolchado impreso en 3D. Esta capucha fue manufacturada por Confecciones Maroa a pedido, y trabajamos juntos para confeccionar un prototipo a la altura de las necesidades deportivas de esgrima histórica.

Primero se construyó una polera con capucha integrada, para asegurar la posición de la capucha al cuello y axilas del esgrimista lo que imposibilitaría los posibles desajustes que afectarían a la capucha durante los forcejeos.

Sin embargo, la polera integrada resultó incómoda en términos prácticos, especialmente para esgrimistas de pelo largo. En el segundo prototipo, se retiró la polera y se extendieron los laterales para poder acomodar acolchado frente a las orejas y bajo la sien.



Figura 26 Prototipos de capucha

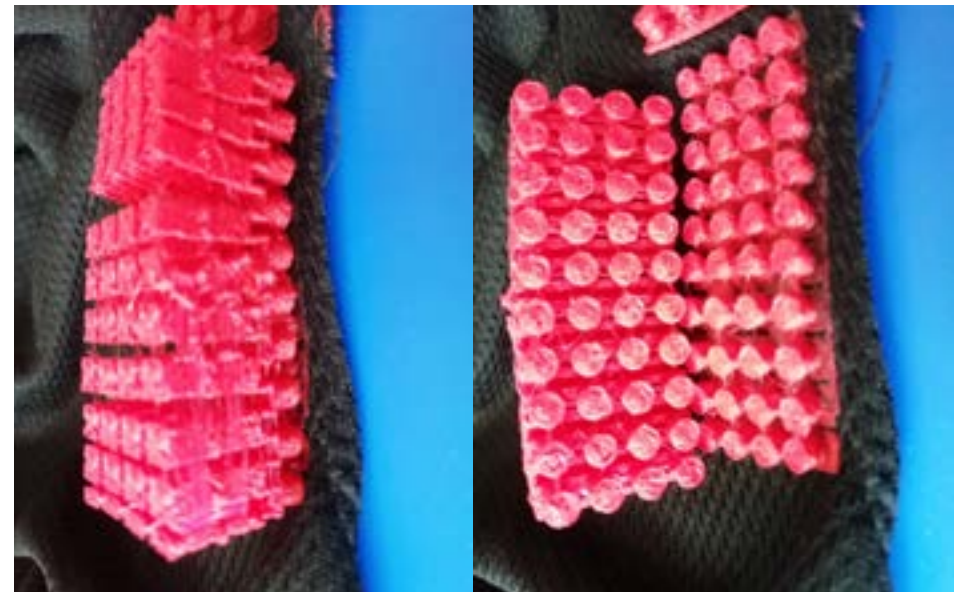


Figura 27 Velcro rediseñado

8.3.4. ENSAMBLADO

Se utilizaron 3 principales modos de ensamble durante el proceso de prototipado: Pernos, correas de mochila y velcro. Las correas de mochila son consideradas como el método oficial de ensamble de las placas del cubre careta, metodo basado en la construcción de kabutos japoneses, mientras que los pernos representan pivotes y remaches para el cráneo y el visor.

Por su lado, el velcro se posicionó como la forma más cómoda e intuitiva de cerrar el casco sin ayuda, por lo que se implementó un sistema de rejillas similar a las usadas por las correas de mochila pero con el propósito de unir el visor con el cubre nuca. Este sistema se compone por cintas de bucle de una pulgada de grosor que atraviesan cada lado del cubre nuca a través de rejillas, para ser cocidas en el interior con un segundo par de cintas de gancho. Esto permite ajustar el cierre del casco con un solo movimiento, cubriendo la cinta de bucle expuesta en el cubre nuca con la cinta de gancho que atraviesa las rejillas a cada lado del visor.

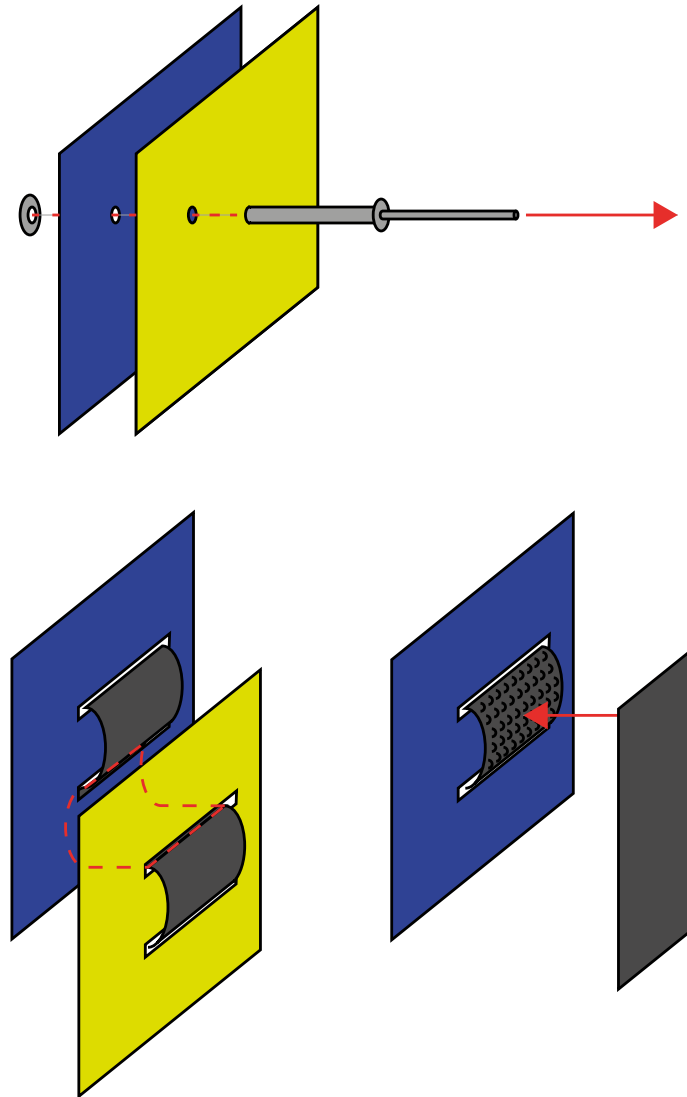


Figura 28 Diagrama de modos de ensamble

8.4. ITERACIÓN Y REDISEÑO (OCTUBRE)

El Miércoles 16 de Octubre se realizó un pre-testeo, donde se hizo un cuestionario para obtener información antes del testeo oficial el día Sabado 19. Si bien la escala de esta prueba fue limitada, obtuve feedback útil para el rediseño y validación del prototipo.

8.4.1. ASPECTOS RESCATABLES

1. El visor entrega mayor campo de visión que una careta de esgrima, llegando a los 180°, lo que permite mejor visión periférica, vital para el combate no linear habitual en los tratados medievales.

2. La red de nylon entrega una sensación de seguridad superior a la careta de esgrima, ya que evita el contacto directo entre la cabeza y la zona golpeada.

3. El amplio espacio dentro del casco da una sensación menos claustrofóbica y sofocante que la careta de esgrima, permitiendo mejor ventilación y mayor comodidad.



Figura 29 Comparación de la movilidad con y sin chaqueta

4. La correa acolchada para el mentón fue muy apreciada por los esgrimistas, ya que permite un ajuste firme y cómodo dentro del casco.

5. El sistema de cierre y apertura fue considerado cómodo e intuitivo, debido a su localización en los costados del casco en lugar de la parte trasera.

6. La protección de garganta fue considerada como muy superior al de una careta de esgrima, debido a las placas rígidas y su acolchado integrado.

7. La protección de nuca fue considerada como muy superior al de un cubre careta para HEMA, debido a la distancia que tiene la placa en cuestión con el sector cervical.

8.4.2. ASPECTOS A MEJORAR

1. Las piezas que componen el gorjal tienden a atascarse bajo el cuello alto, dificultando el movimiento horizontal de la cabeza. Para solucionar esto se optó por reducir la cantidad de piezas en el área en pro de la movilidad del usuario.

2. El casco aún cerrado expone las partes laterales del cuello. Para solucionar este problema se agregaron placas laterales fijadas con correas al cubrenuca para proteger el área sin perder movilidad.

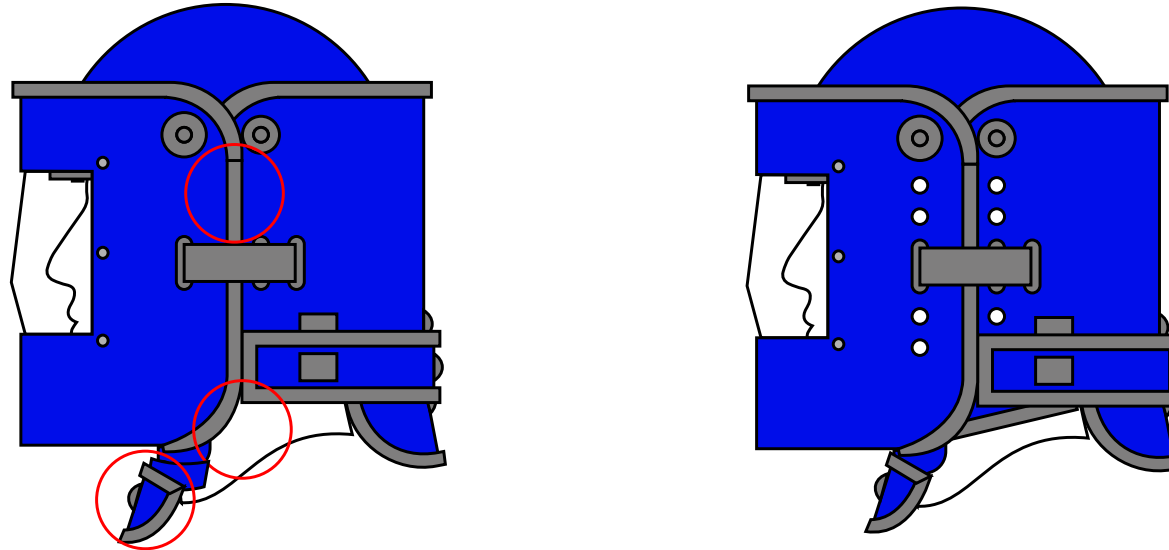


Figura 30 Comparación de la movilidad con y sin chaqueta

8.5. PROTOTIPADO (NOVIEMBRE - DICIEMBRE)

Luego de analizar el feedback recibido antes del estallido social, decidí avanzar con el proceso de terminación, transformando el prototipo funcional en un Producto Mínimo Viable. El plan original era tercerizar el proceso de masillado y pintura, sin embargo la contingencia nacional volvió esto imposible. Por ende, al igual que el moldaje de las piezas, decidí hacer el enmasillado de forma totalmente manual, ayudado solo con una lijadora orbital. Una vez finalizado el enmasillado de las piezas, aplique 3 capas de pintura de aparejo para posteriormente realizar el pintado con spray de color.

Una vez pintadas las piezas compré 4 metros de burlete de goma de 15 mm en Gomas Cruzeiro, los cuales adherí a los bordes de la mayoría de las placas con pegamento epóxico. Esto me permitió verificar el ajuste entre las piezas y la distancia a cruzar desde el cráneo al visor a la hora de imprimir y ensamblar los pivotes.

El resultado fue de apariencia sólida pero tosca, debido al excesivo grosor de estas y la forma en que la sección transversal se relaciona con el borde de las placas del material laminado. Por ende decidí probar otra tienda, Gomalandia, y comprar burletes más discretos, que se ajustaran mejor a los bordes de las placas que componen el casco.

El siguiente paso fue la implementación de una rejilla de acero para el visor del casco. Conseguir esta rejilla resultó más complicado de lo esperado, por ende decidí comprar una careta de airsoft para utilizar su malla debido a que es del mismo grosor y densidad que la de una careta de esgrima olímpica. Debido a la particular forma de la careta de airsoft fue necesario alterar la malla para poder implementarla dentro del visor, sin embargo sus dimensiones laterales al no ser suficientes como para asegurar el total cierre del visor fue reforzado con pletinas de aluminio al interior.



Figura 31 Sparring ligero con la Compañía Espada de Plata

Paralelamente, desarrolle un sistema de pivotes para alinear perfectamente el cráneo del casco y su visor, a través de dos piezas anguladas impresas con PLA, las cuales interactúan con una golilla interna que permite tanto la apertura del casco sin posibilidad de atascarse, con un cierre firme y seguro. Para expeditar el proceso de ensamblado, las piezas fueron impresas a $\frac{2}{3}$ de su diámetro final, las cuales fueron reemplazadas en el futuro para reducir las posibilidades de rotura en el pivote.

El sistema de velcros fue mantenido, debido a la gran facilidad con la que permite el cierre del casco alrededor de la cabeza, incluso con guantes protectores puestos. Debido a la orientación de las cintas de velcro, las posibilidades de que un golpe desenganche estas cintas es muy baja y debido al no uso de pegamentos para este sistema su reemplazo y mantención es bastante sencillo.



Figura 32 Principales piezas enmasilladas



Figura 33 Principales piezas pintadas

8.6. VALIDACIÓN (ENERO)

8.6.1. TESTEO PRÁCTICO

Debido a la falta de mecanismos para medir objetivamente el impacto del sparring en el prototipo, decidí utilizar criterios subjetivos y escalas comparativas para organizar el feedback recibido luego de las sesiones.

Para esto realicé una pauta con la que cuantificar los datos (Anexo 5-9), mientras recopilaba sus apreciaciones cualitativas.

8.6.2. FECHTSCHILE

Para validar este producto y demostrar (o refutar) su efectividad a nivel competitivo la mejor opción disponible fue probarlo en el Fechtschile, un torneo de esgrima histórica organizado por la Academia de Esgrima Histórica de Chile, agrupación conocida por su enfoque deportivo y competitivo, a diferencia del enfoque centrado en la recreación de un arte marcial, como la Compañía espada de Plata. Esto me permitirá obtener feedback vital para la implementación de un producto final.

La recalendarización del torneo me permitió llegar a un nivel de desarrollo con el que me siento seguro utilizando el prototipo, sin embargo antes de presentarse



Figura 34 Sparring pesado con la Acadmia de esgrima historica de Chile

al torneo con el era necesario saber la opinión de los organizadores. Por ende los contacte para acordar una reunión y me citaron a la Escuela Bilingue Republica del Paraguay, lugar de entrenamiento para la Academia y donde también se realiza el torneo Fechtschile.

Luego de explicar el proyecto y demostrar el prototipo en un sparring pesado, los integrantes e instructores de la Academia dieron sus propias apreciaciones respecto al prototipo, las cuales se pueden dividir en 2 grupos: Inmediatas y Futuras.

Las apreciaciones inmediatas son aquellas que deben solucionarse para permitirme competir en el Fechtschile, estas son:

1. Aplicar un acolchado más tradicional detrás del gorjal para mejorar la comodidad y la protección frente a hojas rotas que podrían atravesar el cuello alto de la chaqueta.

2. Apernar o remachadas las piezas laterales del cubrenuca, ya que en su configuración enlazada (amarrada) no les generaba suficiente confianza.

Por otro lado, las apreciaciones Futuras son aquellas que seria recomendable tener en cuenta en un producto final:

3. Textil externo para acallar el sonido de los impactos y evitar que el ruido acuse golpes de menor calidad.

4. Reducir la altura de las placas para recibir los impactos con el cráneo (lugar donde está la malla de nylon) en vez de las placas adjuntas a este.

5. Redondear la barbilla para evitar accidentes durante el combate cercano.

6. Perforar las placas en los laterales para permitir mejor audición.

8.7. PRODUCTO MÍNIMO VIABLE (ENERO)

8.7.1. REDISEÑO INMEDIATO

Utilizando el feedback del testeo práctico con la Compañía Espada de Plata y las apreciaciones de los miembros de la Academia Histórica de Chile, aplique una serie de cambios al prototipo.

El primer y más anticipado cambio fue la aplicación de ventilas para mejorar la audición del esgrimista y reducir la acumulación de calor, la cual resultó problemática durante los testeos prácticos. Estas ventilas se componen por agujeros de 5 mm, 10 rodeando el cráneo del casco y 4 a cada lado del visor y el cubre nuca.

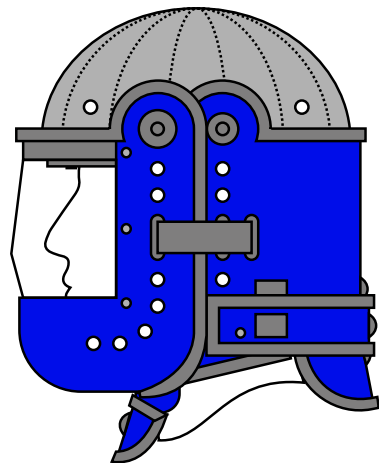
Uno de los aspectos del cubre nuca que no agradó a la Academia fue que las placas laterales estuvieran amarradas en lugar de remachadas. Para mantener la movilidad pero dar una mayor sensación de seguridad y confort al ponerse el casco, las placas laterales fueron modificadas y remachadas en un solo punto que, gracias a una golilla interna, permite un pivote suave pero firme.

Otra de las recomendaciones extraídas de los testeos con la Compañía, fue la inclusión de una correa ajustable bajo el mentón, para entregar más seguridad ante golpes ascendentes y mejorar la interacción de la cabeza con el casco, idealmente reduciendo las posibilidades de que la malla de nylon se tuerza o se gire sobre la cabeza del esgrimista.

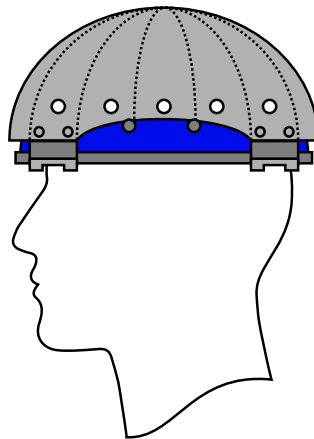
Finalmente, reemplace el acolchado plástico de la garganta para reemplazarlo por un acolchado más tradicional. La razón de este cambio fue principalmente de boca de aquellos esgrimistas más experimentados que prefieren el uso de textiles ya probados y certificados, en lugar de un acolchado experimental, debido a la posibilidad de que hojas rotas puedan atravesar el cuello de la chaqueta. Sin embargo, esta apreciación se centró específicamente en la garganta, debido a la peligrosidad del área y no en el resto del casco.

8.7.2. REDISEÑO FUTURO

Debido al sistema de suspensión y el impacto directo hacia las placas semirrígidas, se produce un efecto campana, que en menor medida ensordece al usuario, pero que más gravemente en la opinión de los miembros de la Academia, acusaba (o podría llegar a acusar) golpes de mala calidad. Debido al fuerte sonido de que puede percibir del impacto, el referí podría confundirse y contar como válido un golpe realizado con el plano de la hoja. Por ende, una de las principales recomendaciones recibidas desde la Academia fue la implementación de un forro textil sobre el cráneo, que permitiera acallar el impacto para evitar la desconcentración del juez y mejorar el confort del usuario.



Rediseño basado en el feedback de la Academia Historica de Chile



Cubre Craneo Teorico

Otra recomendación, esta vez en términos de durabilidad, se centró en la posible reducción del visor, limitando la solución de este con el cráneo. El razonamiento principal fue que como el cráneo es la pieza donde se sostiene la malla de nylon y es por ende el principal disipador de energía, los golpes debieran impactar en el cráneo, en lugar del visor, ya que a la larga podría dañar los pivotes que le sostienen. Analizando el visor llegué a la conclusión de que esta modificación podría mejorar el diseño actual en términos de peso y durabilidad, por lo que es uno de los principales cambios a realizar en un futuro rediseño.

Finalmente, una preocupación menor fue la geometría angular del mentón, el cual fue considerado por algunos demasiado puntiagudo como para ser seguro durante el combate cercano (grappling), por lo que un diseño más redondeado les podría inspirar más seguridad. En términos prácticos esta no parece ser una preocupación mayor, pero vale la pena tenerla en cuenta para futuras iteraciones.

Figura 35 Diseños especulativos basados en el feedback de la Academia de Esgrima Historica de Chile

9. IMPLEMENTACIÓN

9.1. MANUFACTURA

A nivel de manufactura industrial, hay tres procesos que deben realizarse para constituir el producto: La infusión de resina para el material laminado, la costura de la capucha, el acolchado y los accesorios textiles, y la impresión 3D del sistema de acolchado plástico.

9.1.1. INFUSIÓN DE RESINA AL VACÍO

La infusión de resina al vacío es un proceso que requiere de cierta preparación previa a cualquier tipo de manufactura estandarizada. Lo primero y más demorado es el diseño, prototipado e implementación de los moldes, debido a que el material y la forma pueden afectar tanto el presupuesto como el acabado final de las piezas, además de la cantidad de post-proceso que cada pieza ha de recibir. Los principales candidatos en términos de material son madera y acero, debido a que no corren gran peligro de adherirse a las piezas durante el curado de la resina. Solo este proceso puede extenderse por 4 meses en caso de tener todas las habilidades y capital de producción necesario, pero podría extenderse de 6 meses a un año de carecer de los instrumentos apropiados.

Para preparar la infusión de resina, se cubre el molde con alrededor de 4 capas de desmoldante semi-permanente, dejando 15 minutos entre cada aplicación. Posteriormente, el material laminar se corta en patrones tridimensionales para apilarlos sobre el molde con un borde excedente de alrededor de una pulgada. Este material es cubierto por una superficie llamada "Peel Ply", cuyo propósito es facilitar el desmontaje y asegurar la calidad de la pieza. Sobre esta superficie se aplica un "Release Film" o película semipermeable que permite la distribución del exceso de resina a través de la pieza. Luego se instala la malla de drenaje, que permite que la resina se extienda por todo el molde a través de la red de distribución. Se sitúan los elementos de la red de distribución de resina: El cono de infusión, manguera espiral 12 mm y mangueras de 6-9 mm, todo adherido con tacky tape. Finalmente se cubre el trabajo con la bolsa de vacío, sellando con tack tape para evitar fugas, conectando la manguera alimentadora al recipiente con resina y la manguera de aire a la bomba de vacío.

El último paso es la inyección de la resina al molde preparado. La resina se extenderá por el molde gracias a la malla de flujo y se detiene en las partes con solo “Peel Ply” y “Release Film”, consiguiendo que se impregna todas las capas y la resina llegue hasta la aspiración. En caso de haber exceso de resina, esta caerá a un recipiente conectado entre la bomba de vacío y el molde. Luego de 24 horas de curado en la bolsa, la pieza debe extraerse y volver a curarse esta vez a 60° durante 12 horas.

Una vez curada la pieza, pasa a post proceso, donde se cortan los bordes y se hacen las perforaciones. Este proceso puede automatizarse de forma relativamente fácil inmovilizando las piezas en jigs para trabajar con fresas CNC o similares. Después de procesar las piezas, estas deben ser pintadas y barnizadas para pegar los detalles y ensamblar todo el conjunto.

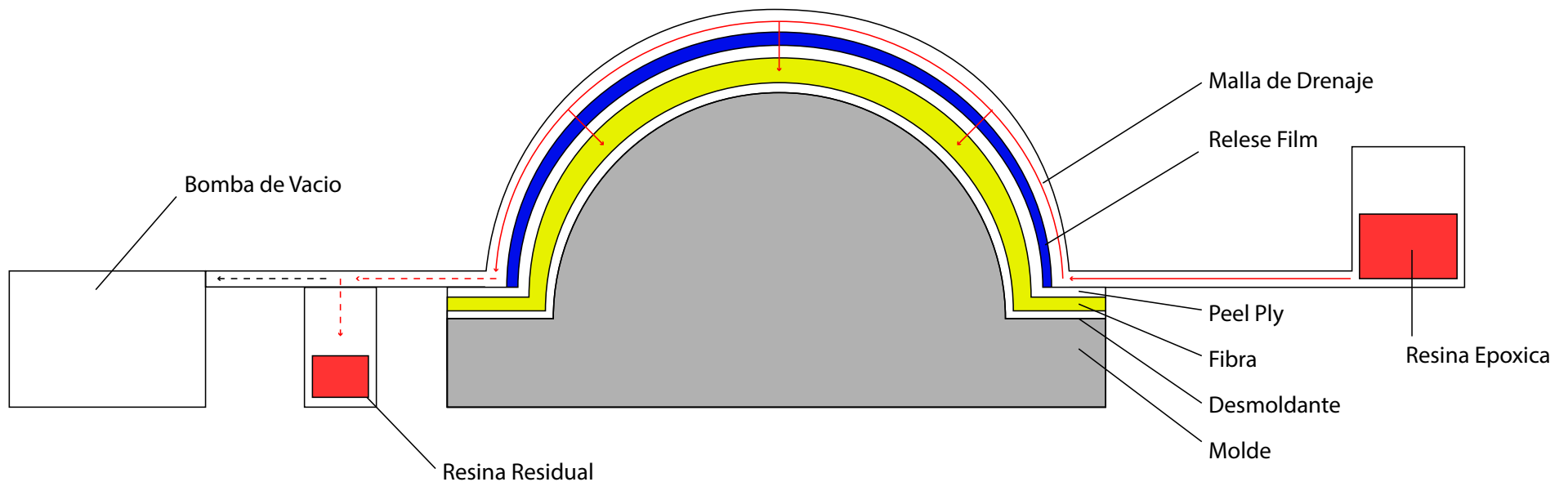


Figura 36 Diagrama de Inyección al vacío

9.1.2. MANUFACTURA TEXTIL

Idealmente, el proceso de manufactura textil debería tercerizarse a algún taller que trabaje a pedido. El prototipo se desarrolló en Confecciones Maroa, pero para la confección de un producto deportivo serio se requiere de un taller con mejores instalaciones para asegurar la calidad del producto final.

La principal pieza textil es la capucha, que absorbe el sudor del esgrimista mientras aumenta su comodidad dentro del casco y permite el aumento de material acolchado dentro del mismo. Esta capucha está confeccionada de tela respirable que requiere de máquinas Colleterera de 5 agujas para producir de forma fiable y consistente.

Por otro lado está la confección del acolchado de garganta, el cual debe ser relativamente delgado y confeccionado con tela certificada en Newtons. De similar construcción pero diferente diseño es el futuro cubre cráneo, cuya adición podría reducir el ruido producido por impactos descendentes además de alargar la vida útil del cráneo del casco.

9.1.3. IMPRESIÓN SIMULTÁNEA

Respecto a la impresión de acolchado en PLA flexible, hay que entender que es al menos 3 veces más lenta que la impresión del PLA standard, por lo que imprimir de forma paralela con más de una impresora se vuelve algo necesario para reducir la cantidad de horas requeridas para terminar una unidad o pack de almohadillas.

9.2. PLAN DE NEGOCIO

9.2.1. ACTIVIDADES CLAVE

El diseño y manufactura de los moldes es nuestra primera actividad clave, ya que a mayor calidad de moldes, menor trabajo de post proceso debe realizarse sobre cada pieza resultante, lo cual reduce el precio a largo plazo.

Una vez inyectadas las piezas, estas deben ser sometidas a un post proceso donde se cortan los excesos de material y fresán las aberturas y agujeros necesarios para el ensamblaje, además de pintar y lacar las piezas. Todos estos procesos son tercerizables a talleres con la infraestructura y herramientas necesarias para producir piezas estandarizadas, en lugar de invertir en dichas instalaciones de forma directa.

Muestras de reseña serán necesarias a la hora de crear un vínculo con potenciales clientes. Debido a la naturaleza nicho de este deporte y la poderosa influencia que tiene el internet sobre sus participantes, la reseña de productos y el marketing boca a boca es vital para cualquier producto que espere tener éxito en las comunidades HEMA, por lo que se hace necesario enviar muestras de prueba a diferentes youtubers y/o líderes de grupos con gran alcance para obtener su feedback y sello de confianza.

Finalmente, una actividad clave en el éxito del producto es el monitoreo de satisfacción del cliente y asistencia técnica en caso de problemas o reparaciones.

9.2.2. RECURSOS CLAVE

Las licencias intelectuales de los moldes y el diseño del producto son vitales para poder tercerizar aspectos de la producción sin perder el control de la propiedad intelectual del producto. Por otro lado, una certificación estadounidense, europea o japonesa es necesaria para la comercialización internacional e ideal para la comercialización nacional.

Respecto a recursos físicos, los más importantes son los materiales laminados, resina epóxica y materiales de inyección al vacío (bomba de vacío, peel ply, release film, etc), además de los talleres de trabajo donde se confeccionará el producto.

El trabajo de inyección al vacío es relativamente artesanal, por lo que requiere de una mano de obra fiable y especializada. Por ende, no puede tercerizarse y lo ideal sería contratar directamente a la persona o equipo encargado del proceso de manufactura.

Finalmente, a la hora de vender tanto nacional como internacionalmente, una página web es necesaria, ya que debido a la escala de ventas esperadas no se invertirá en oficinas o tiendas físicas.

9.2.3. RED DE SOCIOS

Ya que el renacimiento de la esgrima histórica se ha dado principalmente a través de comunidades online, es vital generar lazos de cooperación con youtubers e influencers para que evalúen y recomienden los productos ofrecidos, debido a la confianza que genera la opinión de estos personajes con años de experiencia en un deporte que recién se está popularizando.

De igual forma, aliarse con organizaciones nacionales a la hora de patrocinar eventos deportivos como el Fechtschile será muy importante a la hora de promocionarse como equipamiento diseñado principalmente para esgrima histórica.

En caso de obtener popularidad en lugares como Europa y USA, donde se concentra la mayoría de los clientes, se volverá necesario realizar alianzas con proveedores locales para distribuir el producto a los distintos clientes de forma más fiable, además de buscar patrocinio en eventos internacionales como Swordfish o Longpoint.

9.2.4. OFERTA DE VALOR

Primer producto de seguridad encefálica diseñado desde el inicio para responder a los peligros presentes en la esgrima histórica, con amplias posibilidades de personalización y seguimiento constante de sus clientes a través de un servicio de asistencia personalizado.

9.2.5. SEGMENTO DE CLIENTES

Al ser un producto especializado en un mercado nicho, el cliente esperado un adulto de ingresos estables medio-alto o esgrimistas muy competitivos que desean aumentar el nivel de seguridad en su equipo.

Por otro lado, organizadores de eventos y torneos también pueden ser clientes que utilizan nuestros productos como premios.

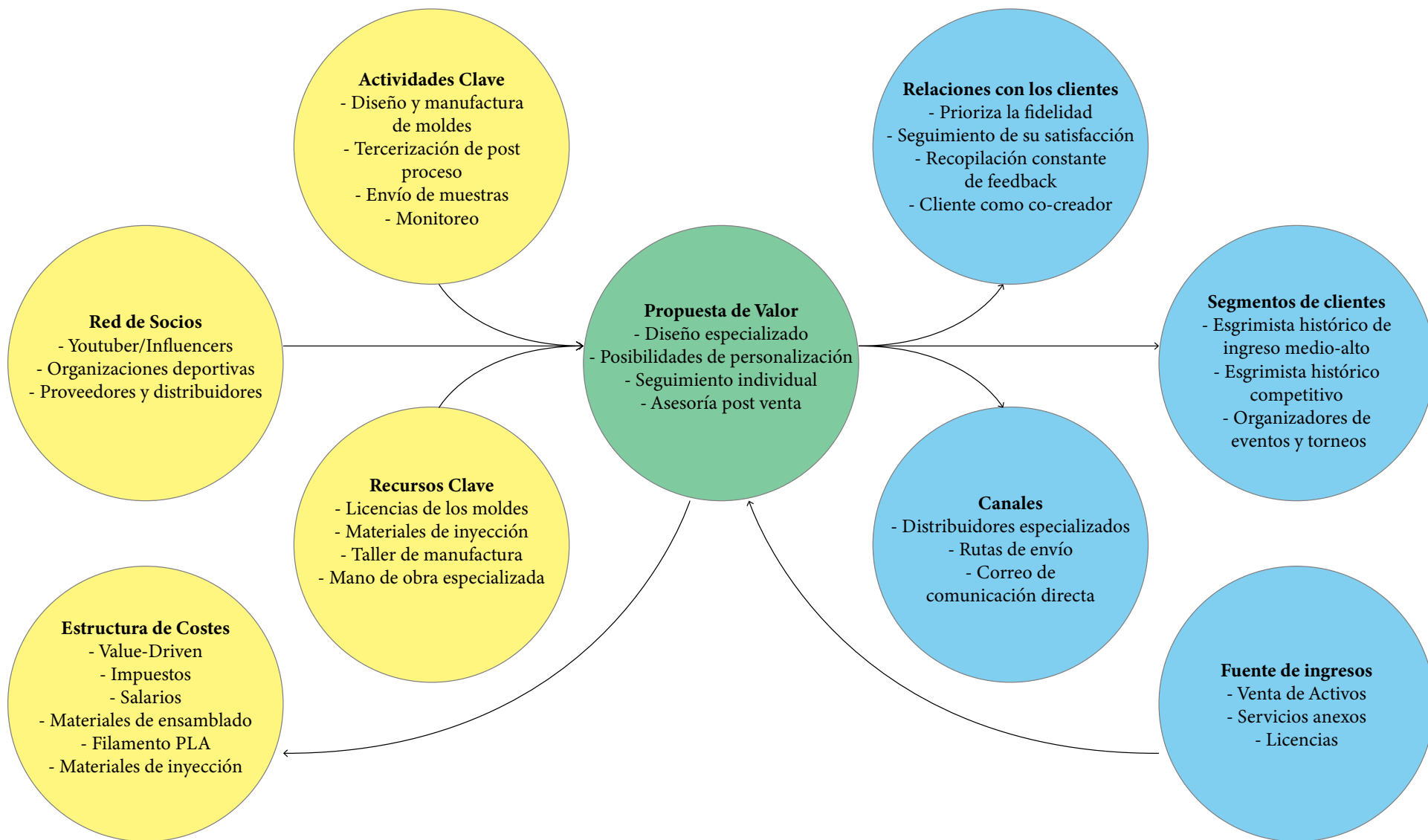


Figura 37 Diagrama del Lienzo de Negocio

9.2.6. CANALES

Desde el inicio, el principal canal de contacto con el cliente será el escaparate virtual de distribuidores como HEMA Supplies, The HEMA Shop y Purpleheart Armory, desde donde el cliente podrá agendar su entrega, aplicar personalizaciones y comprar el producto desde cualquier parte del mundo. Sin embargo, el aumento de la demanda en las regiones de mayor consumo hará necesaria la licitación de distribuidores como AliExpress o Ebay.

9.2.7. RELACIONES CON LOS CLIENTES

La relación con el cliente se basa en asistir personalmente la compra de cada cliente y hacer un cercano seguimiento de su satisfacción, recopilando su feedback de forma constante a través de un correo de línea directa con el fin de implementar este conocimiento en futuras iteraciones y corregir fallas o errores de diseño/material lo antes posible, convirtiendo al cliente en un co-creador post compra.

9.2.8. ESTRUCTURA DE COSTES

Nuestra estructura de costo se prevé como Value-Drive, es decir, prioriza la creación de valor para el cliente por sobre el costo económico. Los principales costos fijos serían los impuestos y salarios, mientras que los principales costos variables con los materiales de manufactura, materiales de ensamblado, filamento PLA, comisión de talleres y materiales de inyección.

La naturaleza del producto significa que una economía de escala es improbable desde el inicio, por lo que se espera reducir los costos a través de la incorporación de servicios paralelos o secundarios lo cual fortalecería la lealtad del cliente.

9.2.9. FUENTES DE INGRESOS

La principal fuente de ingresos de la empresa desde el inicio será la venta de activos, obteniendo ingresos por cada producto vendido, sin embargo, se esperan servicios anexos, como personalización de color y diseño, asesoramiento personal post venta y accesorios integrables. En una segunda etapa, las licencias de propiedad intelectual significaron una nueva fuente de ingresos una vez se generen concesiones con otras empresas y distribuidores..

10. REFERENCIAS

1. Andrade-López, A, Mendoza-Flórez, R, Blanco, C, Quintana, L, Padilla-Zambrano, H, Ramos, Y, Rubiano, A, Pacheco-Hernández, A, Moscote-Salazar, L. (2018). Encefalopatía Traumática Crónica: Revisión De La Literatura.. 26.
2. Farke, A . (2008) . Frontal sinuses and head-butting in goats: a finite element analysis. *Journal of Experimental Biology*. 3085-3094.
3. Greenhill, D, Navo, P, Zhao, H, Torg, J. (2016) . Inadequate Helmet Fit Increases Concussion Severity in American High School Football Players. *Sports Health A Multidisciplinary Approach*.
4. Jaquet, D. (2015) . Historical European Martial Art a crossroad between academic research, martial heritage re-creation and martial sport practices. *Acta Periodica Duellatorum*. 5-35.
5. Lystad, R. (2015). Epidemiology of injuries in full-contact combat sports. *Australasian Epidemiologist*. 22. 14-18.
6. Sean W, Damien Van Tiggelen. (2016) . Injury profile of Longsword fencing in Historical European Martial Arts. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*. 81-88.
7. Shadwick, R, Russell, A y Lauff, R. (1992) . The structure and mechanical Design of Rhinoceros Dermal Armour. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*. 419-427.
8. Shelef, Y., y Bar-On, B. (2017) . Turtle shells have built-in shock absorbers. *Journal of Experimental Biology*. 1545-1546.
9. Turner, G. (2002) . Dynamics of Hand-Held Impact Weapons. *Association of Renaissance Martial Arts*. 1-152.

Anexo 1

Koning Gloves (€250.00 ~ \$186.000)



Sparring Gloves (199.00 ~ \$148.000)



Red Dragon Gloves
(U\$135.00 ~ \$90.000)



Pro Gauntlets (En desarrollo)



SPES Heavy sparring gloves
(£160.00 ~ \$138.000)

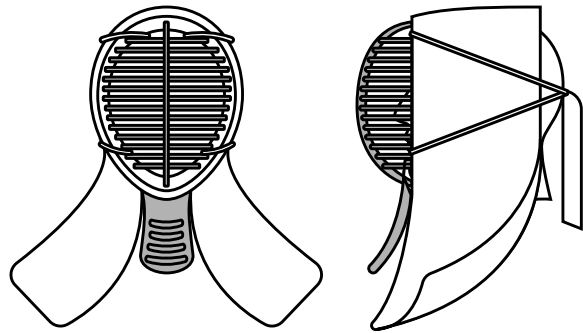


Anexo 2

Careta de Kendo (Man)

US\$ 170-1.300

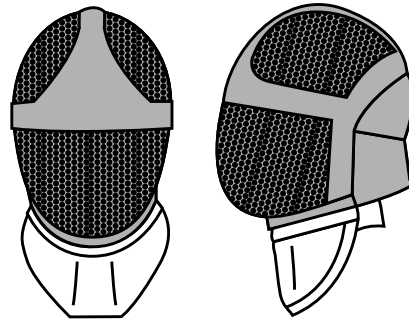
~ \$140.000-1.000.000



MFA Tournament Mask

(Leon Paul)

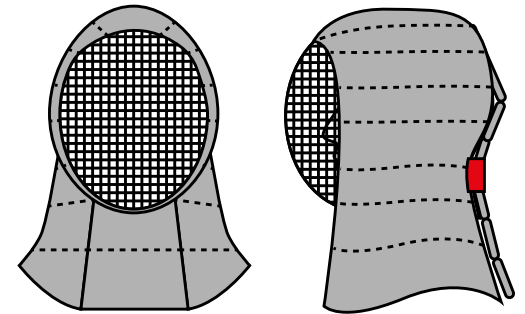
US\$ 476 ~ \$390.000



Cubre careta HEMA

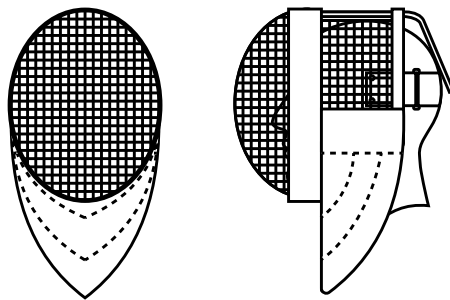
(SPES Trinity Mask Overlay)

US\$ 80 ~ \$65.000



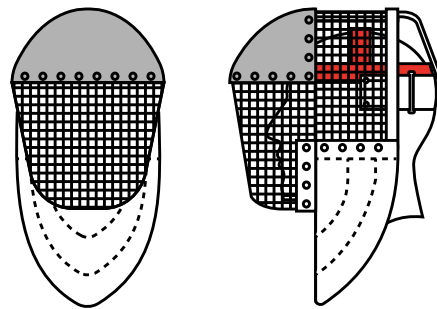
Careta de Esgrima Olimpica

US\$ 25-100 ~ \$20.000-80.000



Careta HEMA (Terry Tindill)

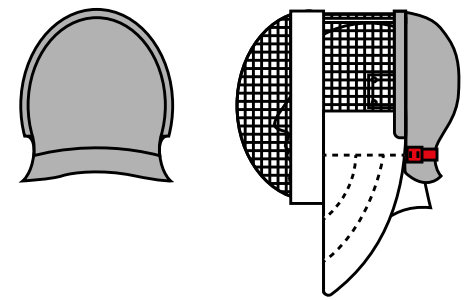
US\$ 170-250 ~ \$140.000-200.000



Protector trasero de Careta

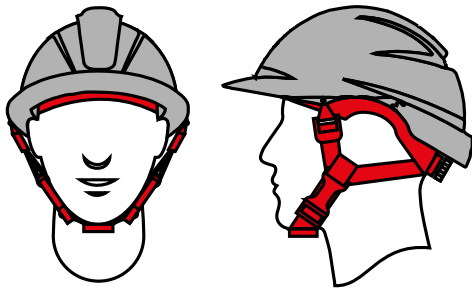
HEMA (Leon Paul)

US\$ 45 ~ \$37.000

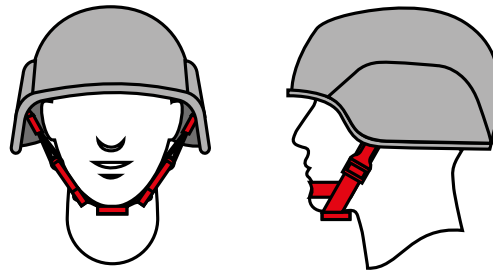


Anexo 3

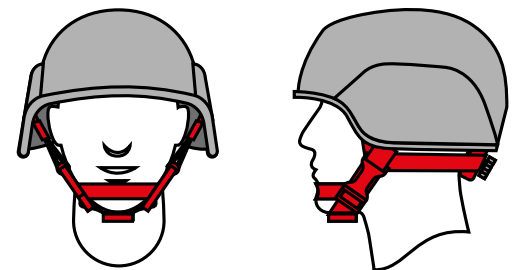
Casco de Seguridad



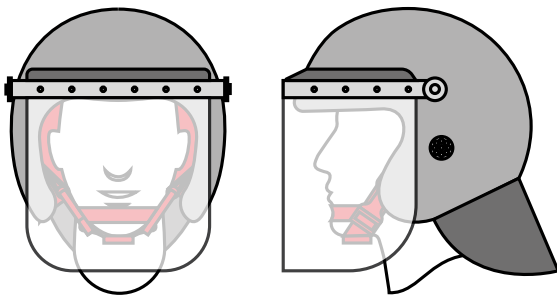
Casco de Combate (PASGT)



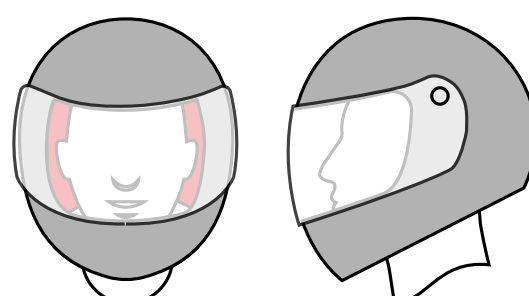
Casco de Combate (ACH)



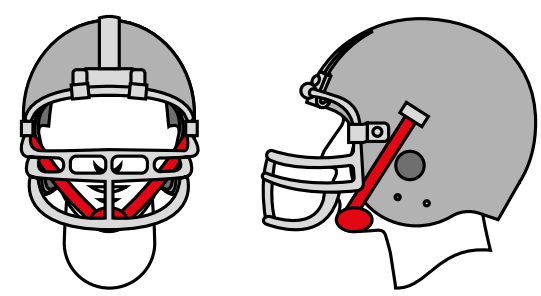
Casco Antidisturbios



Casco de Motocicleta



Casco de Football Americano

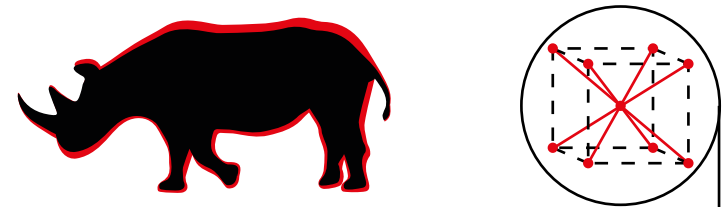


Anexo 4

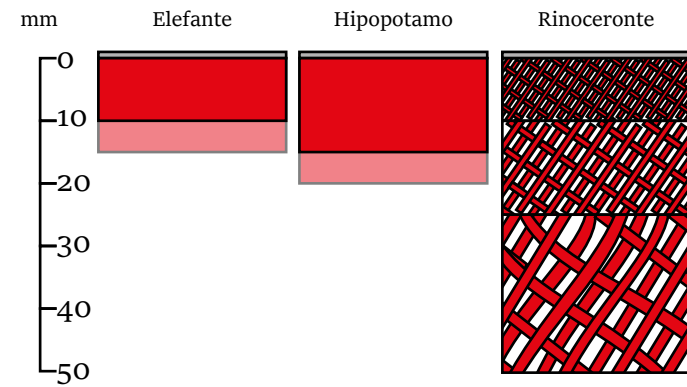
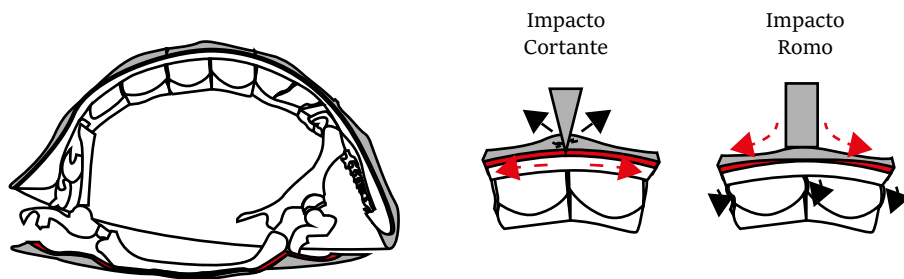
Sinus de Cabra



Piel de Rinoceronte

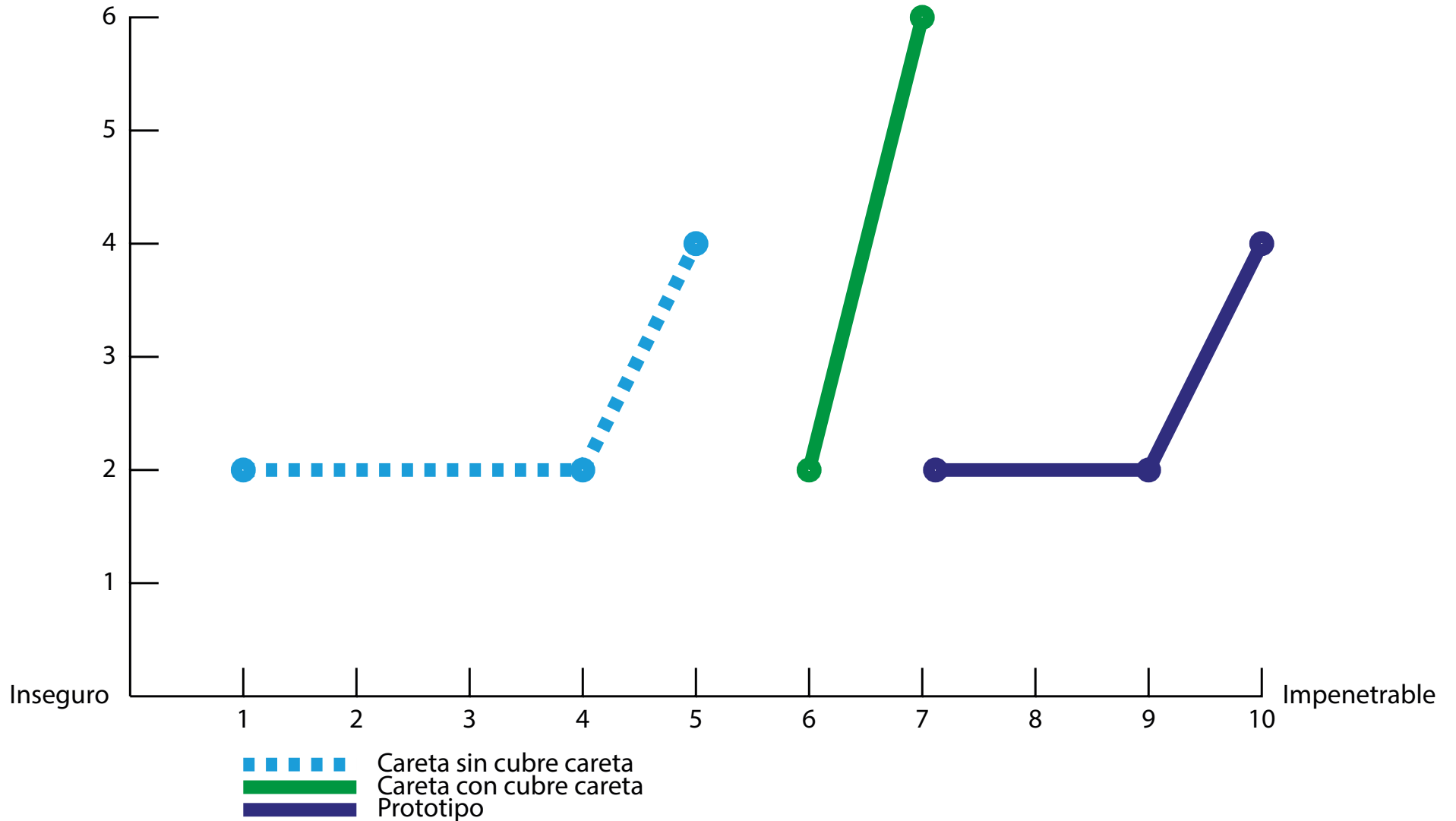


Coraza de Tortuga



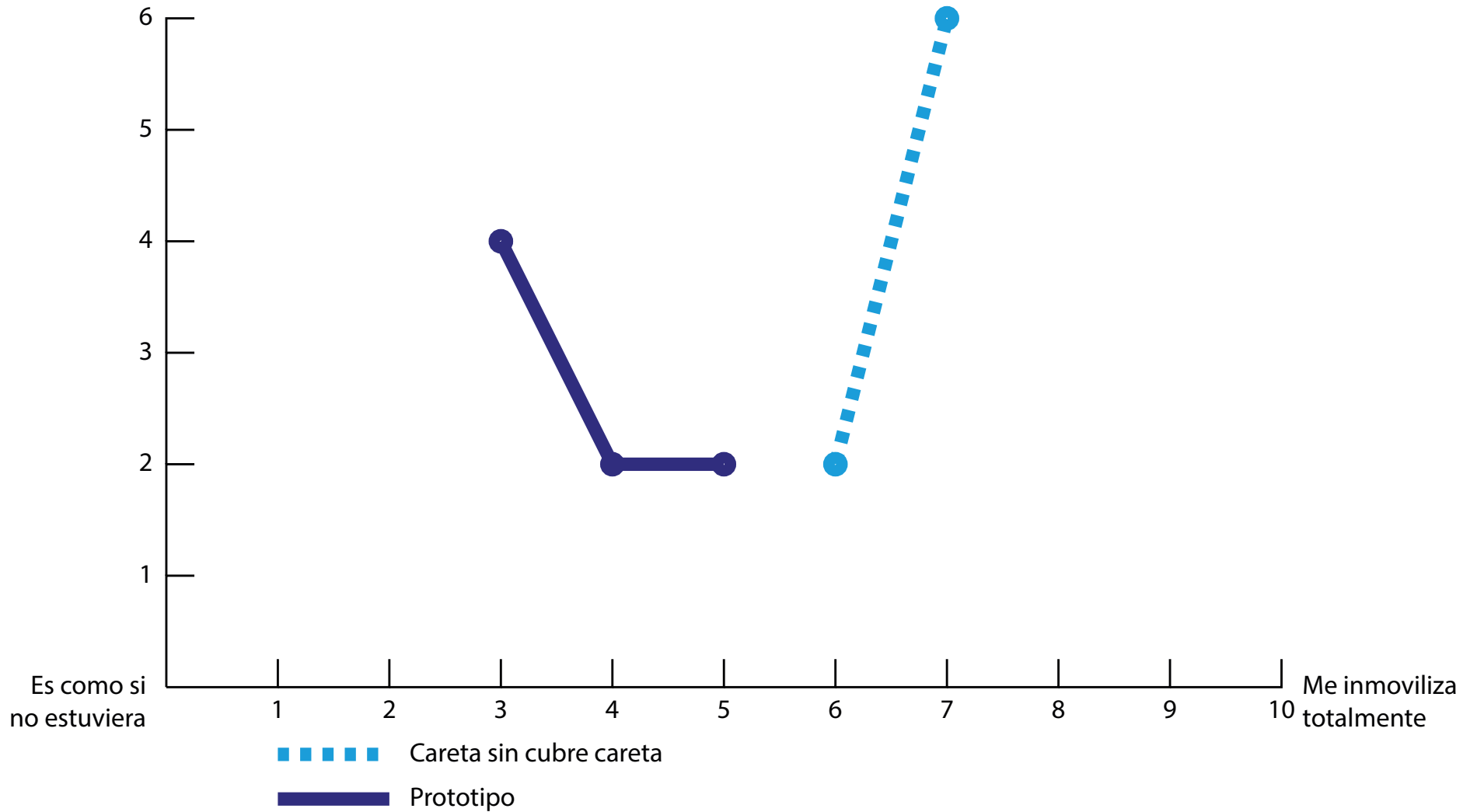
Anexo 5

Sensación de seguridad



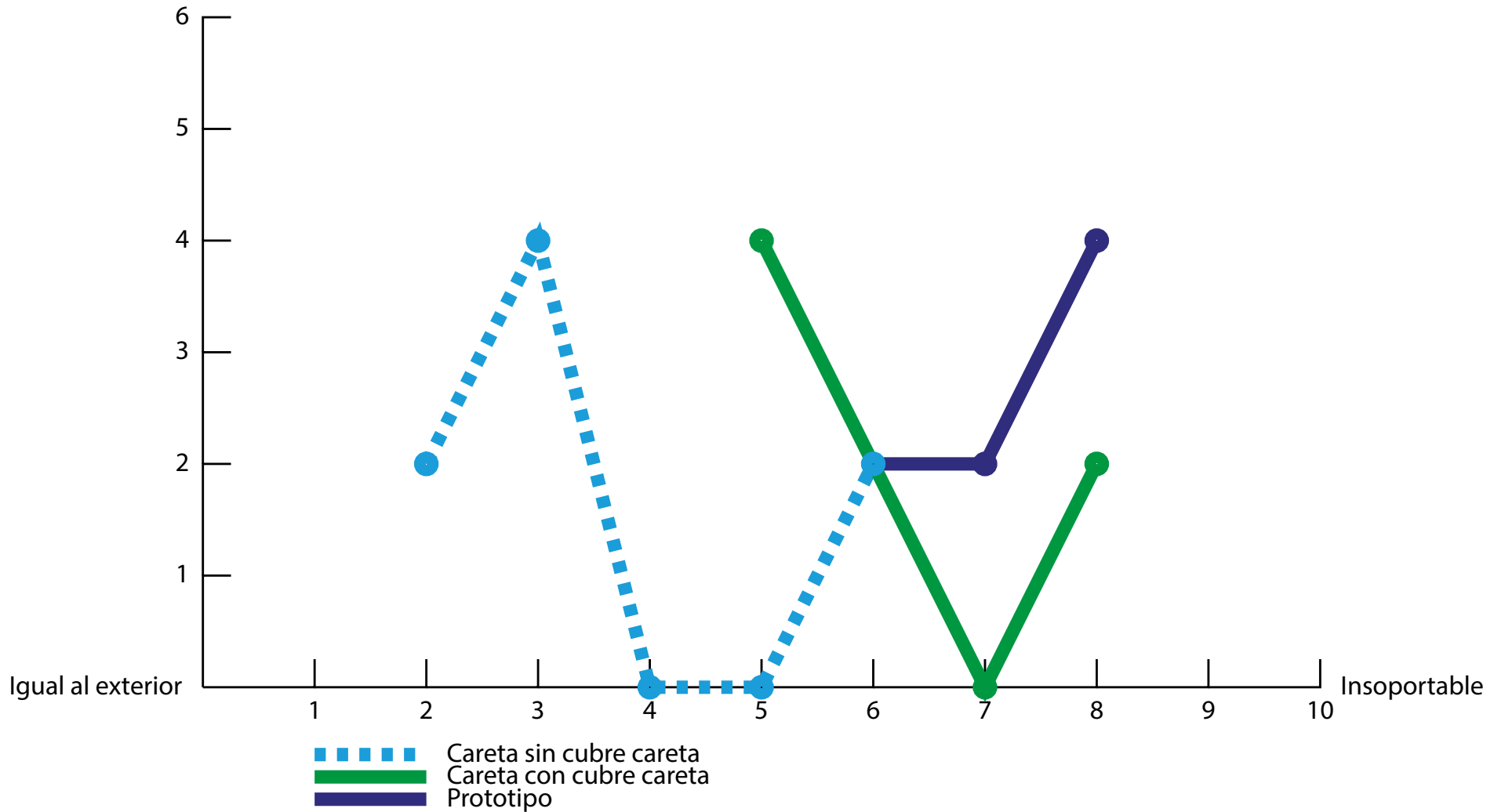
Anexo 6

Reducción de movilidad



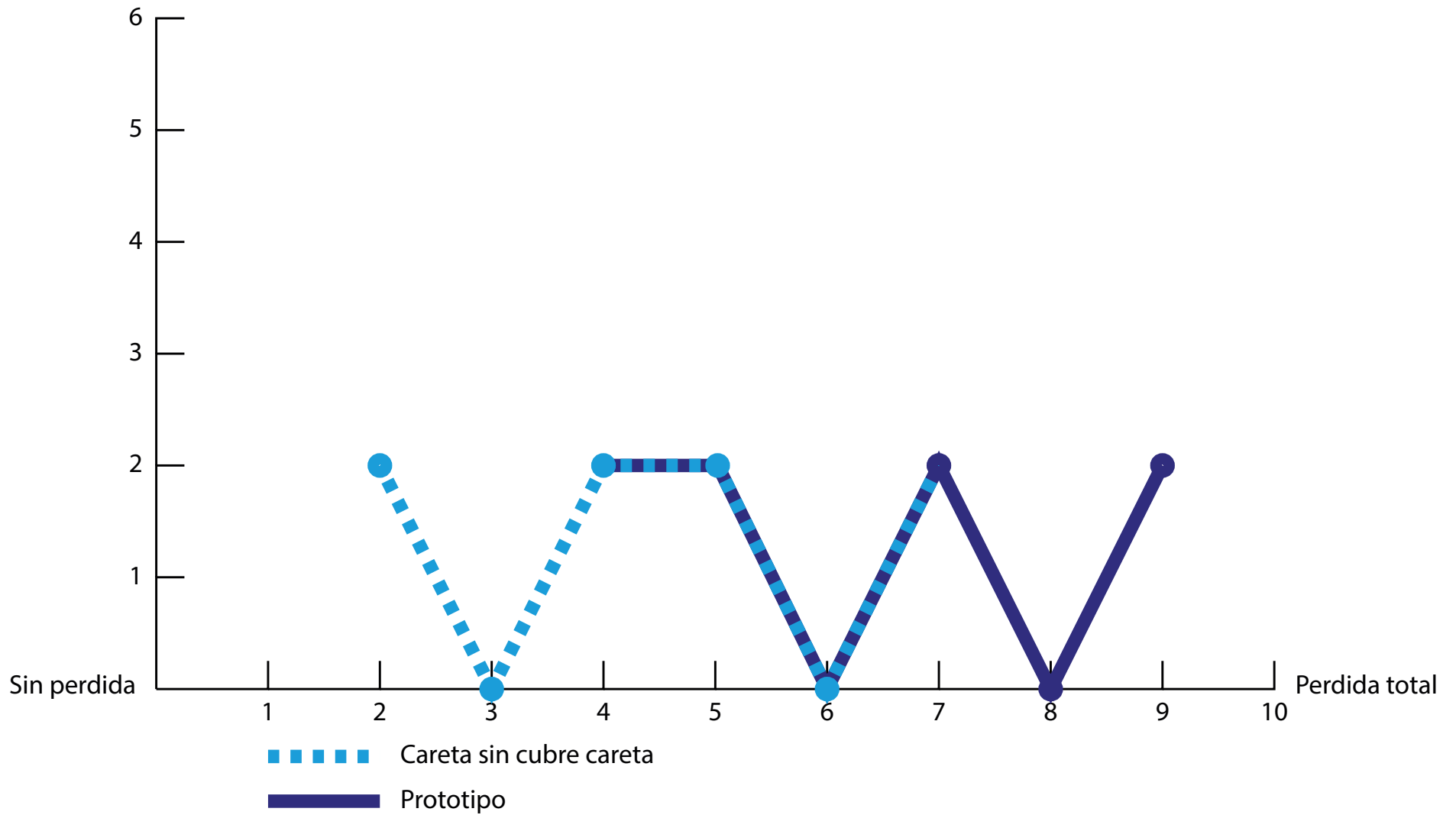
Anexo 7

Sensación de calor



Anexo 8

Reducción de visibilidad



Anexo 9

Reducción de audición

