

Módelos sistémicos de validación formal y ergonómica en los mangos de los cuchillos
utilizados en el porcionado de cárnicos

Nombre: Yeimar Eduardo Bernal Triana

FACULTAD DE ARTES
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
BOGOTÁ D.C.
Mayo 18, 2022

Tabla de contenido

Introducción	4
Planteamiento del proyecto	5
Problemática y oportunidad	5
Justificación	6
Importancia del proyecto:.....	6
Conveniencia del proyecto:	7
Pregunta problema.....	8
Relevancia social del proyecto:	8
Implicaciones prácticas:	8
Valor teórico:.....	8
Metodología para la formulación del proyecto:	9
Objetivos	9
Objetivo General.....	9
Objetivos específicos.....	9
Marco de Referencia	10
Análisis de usabilidad en el porcionado de cárnicos	10
Utensilio de corte:	11
Función del corte del dispositivo:	11

Enfermedades TME (Trastornos- Musculoesqueléticos):.....	14
Perfil del usuario.....	15
Antropometría.....	16
Variabilidad interindividual	16
Variabilidad	19
Variabilidad Inter-espacial.....	19
Variabilidad inter-objetual	20
Límites y alcances	21
Límites.....	21
Alcances.....	22
Desarrollo de la propuesta	24
Conclusiones de la exploración formal 2.....	34
Conclusiones del desarrollo de la forma en prototipado rápido 1 en oasis.....	37
Validación de la forma, postura, agarre y función de los 6 prototipos	40
Conclusiones de prototipado rápido #2.....	41
Resultados de la simulación de componentes	41
Información sobre el análisis de tensión prototipo 1	41
Información sobre el análisis de tensión prototipo 2	45
Información sobre el análisis de tensión prototipo 3	48
Referencias	62

Introducción

Este proyecto de grado es realizado con el propósito de validar la forma del mango del cuchillo a partir de datos y estudios en los usuarios que sufren enfermedades musculoesqueléticas ocasionadas por los movimientos repetitivos en la mano y muñeca en la actividad porcionado de cárnicos.

La demanda de los dispositivos de corte para el porcionado de cárnicos sigue ofreciendo cuchillos con el mango tradicional fig. (tabla3) por lo que los usuarios que operan dichos utensilios de corte empelan una mala postura, debido a esta problemática se abre la oportunidad de estudiar al usuario y objeto con el interés de proponer formas que mejoren los resultados del diseño, en te caso se utilizó para el desarrollo de la forma las partes y los componentes del mismo utensilio de corte.

El interés del proyecto es dejar una investigación que ayude a mitigar enfermedades musculoesqueléticas en la mano y muñeca a partir del diseño.

Planteamiento del proyecto

Problemática y oportunidad

En Colombia el proceso de porcionado de cárnicos pretende ser más exacto en el gramaje de los cortes, uno de los gramajes más requeridos por los usuarios es de 100 gramos por porción de carne por lo que el trabajador que hace dicha actividad debe tener gran precisión para poder cortar la carne con el gramaje indicado y cantidad de porciones requeridas, dado a que estos trabajadores tienen la habilidad de cortar aproximadamente entre cuatro mil a cinco mil porciones con un promedio laboral de 8 a 12 horas diarias de trabajo, por lo que el usuario hace un desgaste físico de tensión repetitiva, malas posturas y agarres inadecuados del utensilio básico de corte, como lo es el cuchillo.

La atención a las condiciones laborales de la actividad porcionado de cárnicos produce movimientos constantes que pueden llegar a producir una enfermedad TME (trastornos musculoesqueléticos) como: túnel carpiano, inflamación en las articulaciones, tendinitis, entre otras.

Se ha encontrado en estudios sobre este tema, realizados por el Ministerio de trabajo por medio encuestas nacionales de condiciones de seguridad y salud en el trabajo, que solamente el 21.07% de los grandes empleadores formales en Colombia, implementan programas de vigilancia epidemiológica dentro de su sistema de gestión, dado que requiere un presupuesto y políticas específicas para ello y con lo cual se podría al menos tener una claridad de la información puntual sobre enfermedades laborales como lo menciona Giraldo Veloza, Lemus, Mafla, D. J., & Oyola.(2017).

El diseño de dispositivos de corte(cuchillos) para la actividad de porcionado de cárnicos se forman de dos componentes mango y hoja, se identifica que la forma que ofrece el mango del cuchillo tradicional es un agarre a mano llena por lo que el usuario cuando realizar la actividad de porcionado ocasiona una torción de la mano y muñeca en desviación cubital () por esta razón el trabajador realiza un agarre que no sigue la función de la forma que indica el mango del dispositivo de corte tradicional para disminuir la tensión y la torsión de la mano y muñeca, debido a que el trabajador no sigue la función de la forma del mango el cambio de agarre tiene controversias ya que el dedo sufre molestias en la yema por la fuerza y tensión del lomo del cuchillo.

En el mercado estos dispositivos de corte tienen un rango aproximado de costo de 60 mil pesos a 400 mil pesos colombianos y su oferta se mantiene apetecible por los usuarios o demandantes, por lo que los usuarios se adaptan a lo que hay en el mercado ya que la oferta de dispositivos con ciertas características ergonómicas es limitada.

Justificación

Importancia del proyecto:

La presente investigación se enfoca en la validación de la forma, función, ergonomía y biomecánica del artefacto (cuchillo) que se utiliza en el porcionamiento de cárnicos por lo que se determina que las personas que trabajan dicha actividad tienden a desarrollar una enfermedad TME en la mano y muñeca producidas por los movimientos repetitivos.

La investigación de la Universidad Nacional y de acuerdo con el diario de la República (2019), entre los años 2004 y 2014 en la publicación la salud y seguridad en el trabajo en

Colombia, determinó como las afectaciones a la salud en el entorno laboral más frecuente entre los trabajadores de Colombia son el síndrome del túnel del carpo, con 20% a 40% de la población. El síndrome del túnel carpiano en trabajadores de servicios generales en Colombia González, Beatriz, Carlos, Gelves and Lagos. (2021.)

No solo en Colombia sino en todos los países que practican dicha actividad laboral alarmando a la organización mundial de la salud por lo cual hacen una investigación de cuantas personas en el mundo padecen enfermedades TME concluyendo que aproximadamente 1710 millones de personas tienen trastornos musculoesqueléticos en todo el mundo Ballena, Ramos, & Suárez.(2021). Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de salud de una clínica privada de Lima: Musculoskeletal disorders among health workers of a private clinic of Lima city. Peruvian Journal of Health Care and Global Health, 5(2).

Tomando en consideración esta problemática se busca mitigar las enfermedades TME a partir de nuevas alternativas de diseño desarrollando posibilidades formales más eficientes que le brindará el artefacto para mejorar el desempeño y el bienestar por lo que es relevante optimizar la usabilidad del artefacto.

Conveniencia del proyecto:

Este proyecto es importante ya que su validación de forma y ergonomía ofrece un estudio de diseño para la realización de artefactos que logren mejorar el ámbito laboral y mitigar enfermedades TME producidas por los movimientos de tensión repetitiva.

Pregunta problema

¿Cómo desarrollar formas más eficientes con el fin de mitigar las enfermedades de tensión repetitiva en la mano y muñeca a partir de un estudio formal, funcional, ergonómico y biomecánico del dispositivo de corte (cuchillo)?

Relevancia social del proyecto:

La realización de este proyecto relevante ya que permitirá que otras áreas de conocimiento como: la medicina, ingeniería, ergonomía, entre otras tendían un artículo útil para desarrollo de proyectos con el fin de mitigar las enfermedades TME en la mano y muñeca.

Implicaciones prácticas:

Este proyecto se interesa en el usuario y la intranquilidad por el bienestar de las personas que trabajan día tras día en pro del bienestar de la comunidad realizando esfuerzo físico con movimientos repetitivos y malas posturas en el trabajo sin implementación de pausas activas.

Valor teórico:

La validación sistémica de la forma y ergonomía contribuye a la realización de futuros proyectos de diseño.

Metodología para la formulación del proyecto:

Se logra establecer una metodología adaptada a este proyecto enfocando el diseño en el usuario, gracias a que establece un acercamiento con pacientes con dictamen y características idóneas para la investigación y desarrollo del proyecto por lo que es posible tener un acompañamiento permanente en el desarrollo de esta patología y los tratamientos habituales, por esto se logra dar cada paso un poco más seguro, gracias a las continuas pruebas y evaluaciones de las problemáticas presentadas de forma individual, dando orden y estructura a los aportes generados al proyecto, así como enumerar, verificar y corregir cada paso y realizar revisiones lo más completas posibles.

En cuanto al desarrollo formal, según el libro “Diseño sistemático para productos industriales, con el fin de ordenar el proceso formal desde el análisis de partes y componentes junto con el desarrollo de estructuras básicas y cuantificables.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un estudio formal, funcional, ergonómico y biomecánico que como resultado proponga formas más eficientes con el fin de mitigar las enfermedades de tensión repetitiva.

Objetivos específicos

- Desarrollar un estudio de la adaptabilidad anatómica y biomecánica del dispositivo de corte(cuchillo) para ser referente en estudios de enfermedades de tensión repetitiva en mano y muñeca

- Generar datos a partir de validaciones de la forma de partes, componentes mejorando la ergonomía del utensilio de corte (cuchillo) basado en los resultados de las medidas, agarres y posturas de la investigación.
- Proponer estructuras de mangos de cuchillos según comprobaciones de la forma como análisis de la investigación en pro de mitigar las enfermedades TME en la actividad porcionado de cárnicos.

Marco de Referencia

Análisis de usabilidad en el porcionado de cárnicos

En el proceso de porcionar cárnicos el trabajador se mantiene de pie con la espalda erguida con una flexión de cuello aproximadamente de 20° mientras los brazos se mantienen flexionados en un ángulo entre 20°-30°.

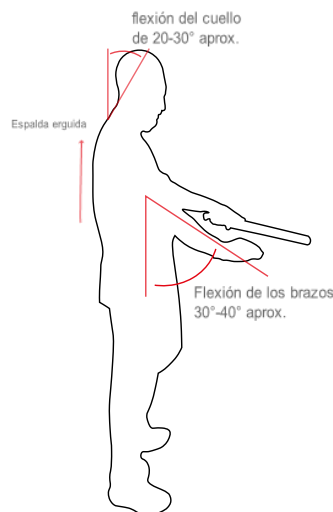


Figura 1: análisis de usabilidad

Fuente: autor

Los dispositivos de corte que se utilizan en el porcionado de cárnicos están compuestos de dos componentes: hoja y mango por lo que empieza por analizar que tan bien están diseñados en términos antropomórficos y sus relaciones funcionales, estéticas, y comunicativas.

Utensilio de corte:

Pérez Porto, J., Gardey, A. (9 de febrero de 2017). Definición de cuchillo - Hace referencia a un utensilio que se emplea para cortar, compuesto por un mango y una hoja metálica con filo. Por lo general el cuchillo dispone de un único borde afilado, que puede ser liso o dentado. De acuerdo con el uso al cual será destinado, este instrumento puede finalizar en punta o no, y tener forma recta o curva. Definicion.de. Recuperado el 16 de enero de 2023 de <https://definicion.de/cuchillo/>

Función del corte del dispositivo:

El porcionado de cárnicos en función requiere de una actividad física en un corte de adelante hacia atrás horizontal de manera repetitiva de 8 a diez movimientos ida y vuelta para lograr separar con el gramaje indicado, esto se logra gracias a la presión del trabajador.

El utensilio de corte en su aspecto funcional comunica y agarre a mano llena lo que implica para el trabajador un agarre incómodo para logra la actividad



Figura 2: análisis de usabilidad

Fuente: autor

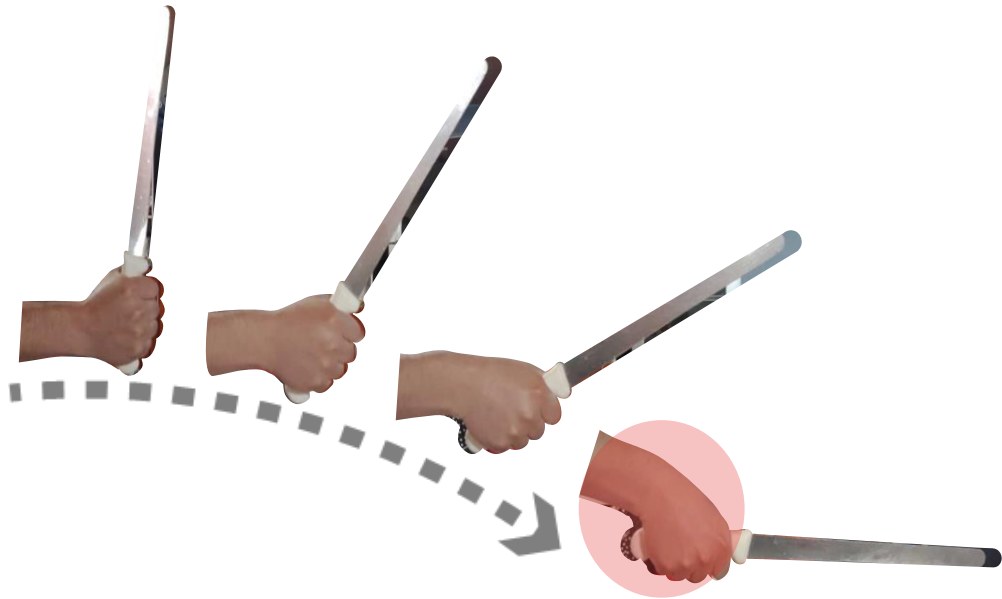


Figura 3: análisis de usabilidad

Fuente: autor

Movimiento: se procede a realizar la desviación cubital de la muñeca.

Valores normales: Desviación cubital: 0-30/40° (AO), 0-30° (AAOS)

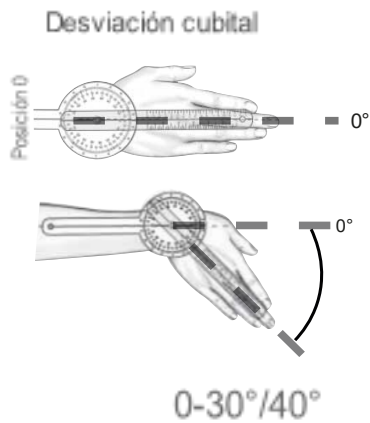


Figura 4: Desviación cubital

Fuente: Taboadela, (2007). Goniometría. Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART

Goniometría:

Ciencia y técnica de la medición de los ángulos, además de su construcción o trazado, en la medicina, la goniometría permite la medición de la movilidad articular, paso fundamental para evaluar pacientes con discapacidades. análisis de movimiento a partir de la movilidad articular del paciente. (<https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/goniometria.php> © Definiciones-de.com)

Se analiza que el agarre a mano llena que ofrece el artefacto para la función de la actividad genera una tensión muscular por que el trabajador cambia el agarre haciendo un movimiento de pronación (fig.6) en la mano reacomodando la postura de donde los dedos pulgares, anular, corazón y meñique realizan un trabajo de agarre en flexión hacia la palma de la mano, mientras que el dedo índice no participa en el agarre, por lo que desempeña una función de dirigir el utensilio para dar precisión y presión en el corte. Esta reacomodación implica que el dedo índice reciba afectaciones en la realización de la actividad.

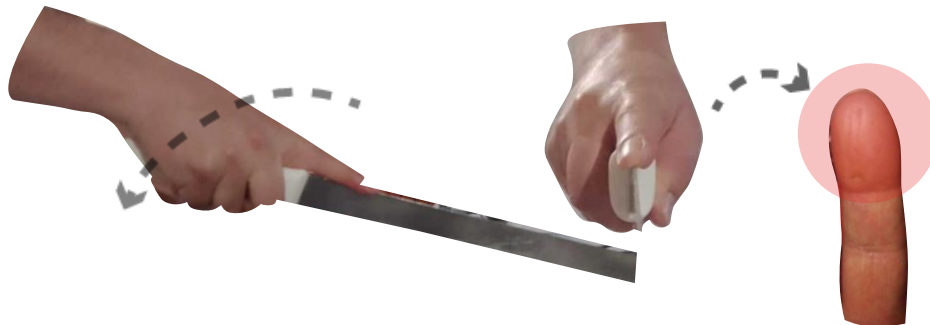


Figura 5: Análisis de puntos críticos del agarre.

Fuente: autor

Pronación

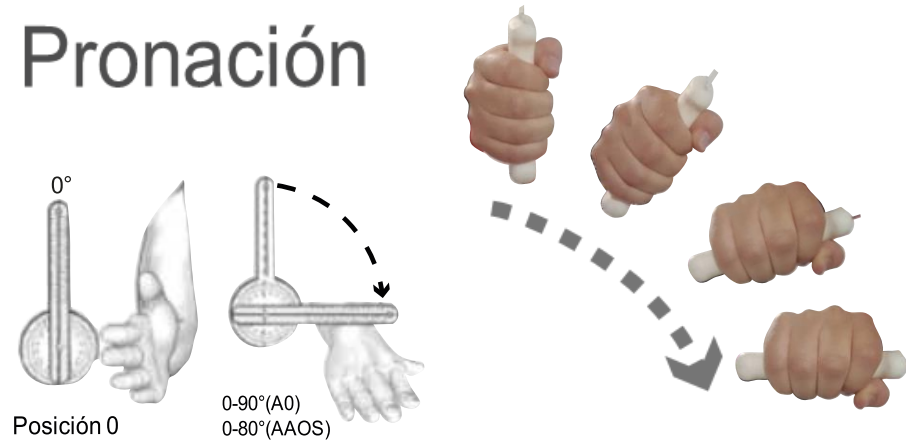


Figura 6: Análisis de movimientos de la mano

Fuente: Autor

Enfermedades TME (Trastornos- Musculoesqueléticos):

Agencia europea para la seguridad y salud en el trabajo.(2019). Los TME relacionados con el trabajo afectan principalmente a la espalda, el cuello, los hombros y las extremidades — tanto superiores como inferiores— y se incluye en ellos cualquier daño o trastorno de las articulaciones u otros tejidos. Los problemas de salud varían desde molestias y dolores leves hasta enfermedades más graves que requieren baja por enfermedad o tratamiento médico. En los casos crónicos estos trastornos pueden provocar una discapacidad e impedir que la persona afectada siga trabajando.(<https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>)

Perfil del usuario

Los trabajadores de porcionado cárnicos realizan dicha actividad aproximadamente 280 días al año con un tiempo que oscila de 60 a 70 horas de trabajo semanal, en un día un porcionador corta un promedio de 4.500 a 5.000 piezas de carne teniendo en cuenta en gramaje que le exijan debe quedar con el peso indicado, esta actividad requiere de un desgaste físico de movimientos repetitivos en el brazo, mano y muñeca por lo que se analizó que el trabajador en un minuto realiza 84 movimientos, en una hora 5.000 movimientos aproximadamente, de 8 a 12 horas 55.000 movimientos aproximadamente, en un año, 15 millones movimientos aproximadamente y en 10 años 155 millones de movimientos aproximadamente por lo que el trabajador puede llegar a contraer un enfermedad TME (trastorno musculoesquelética) causadas por los movimientos repetitivos en las actividades laborales que causan fatiga, tensión muscular y mala circulación sanguínea esto afecta directamente a los músculos e incluso al sistema nervioso generando traumas inflamatorios de articulaciones, músculos, huesos, vasos sanguíneos y nervios. Las enfermedades y lesiones más comunes son el túnel carpiano, tendinitis, artritis, entre otras

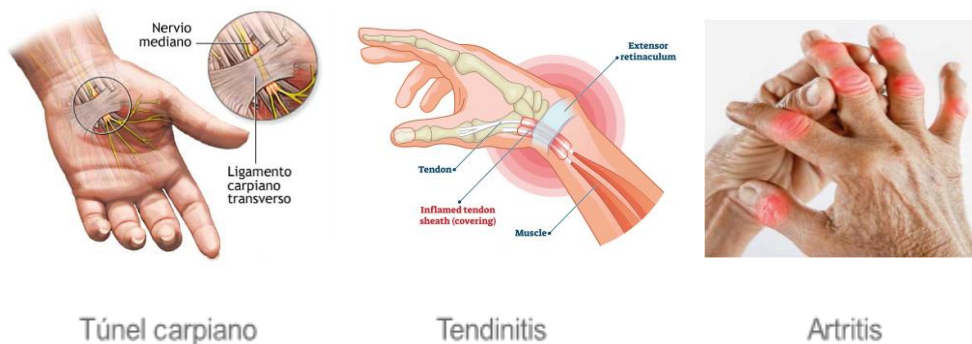


Figura 6: Enfermedades causadas por tensión repetitiva

Fuente. MEDLINE PLUS. Síndrome del túnel del carpo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 4 agosto, 2017]. Disponible en Internet

Antropometría

(Significados, 2013). La antropometría es el tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano. Como tal, la antropometría es una ciencia que estudia las medidas y dimensiones de las diferentes partes del cuerpo humano ya que estas varían de un individuo para otro según su edad, sexo, raza, nivel socioeconómico, etc. Actualmente, la antropometría es aplicada en diversas áreas de medicina para estudiar las enfermedades y anomalías que afectan las dimensiones del cuerpo humano. Con relación a este punto, en conjunto a esta ciencia trabajan otras, por ejemplo: la puericultura en el desenvolvimiento del cuerpo infantil.

Variabilidad interindividual

Este proyecto de diseño requiere de la información e investigación de las medidas antropométricas para el desarrollo de la validación de la forma a partir de unos parámetros percentiles de las medidas antropomórficas de la mano.

Se elabora una investigación de la medición de los dedos de la mano ya que no se encuentran datos antropométricos de estas medidas en la población colombiana, por lo que se utiliza el libro de ergonomía y procesos de diseño segunda edición capítulo 6 manejo estadístico de datos donde se inicia la evaluación de estadística descriptiva en 17 personas del sexo femenino y 17 masculino que trabajan en la plaza de mercado las flores en Bogotá de los cuales se hallaron los valores en percentiles 5, 50 y 90.

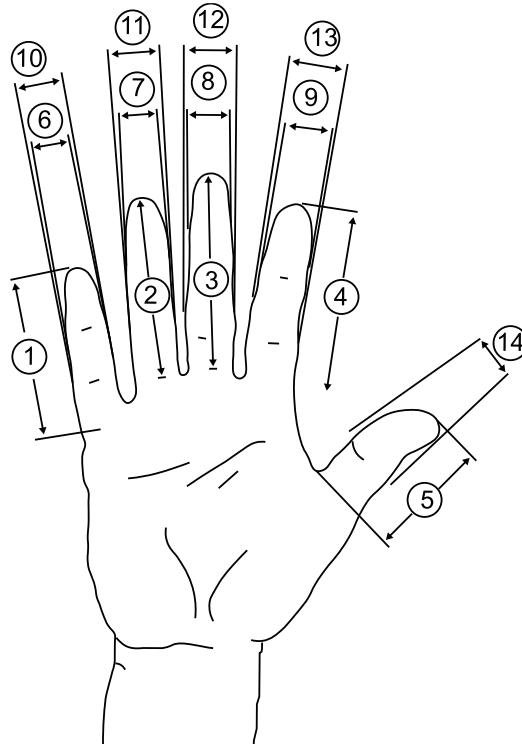


Figura 7: Dimensiones antropométricas de los dedos de la mano editada en illustrator.

Fuente de imagen: 37 medido en la articulación (Según Norma DIN 33 402. 2º parte) imagen editada en illustrator.

Dimensiones en CM	Femenino						Masculino					
	M.D			M.I			M.D			M.I		
	5	50	90	5	50	90	5	50	90	5	50	90
1 Largo del dedo meñique	4,7	5,6	6	4,7	5,6	6	5,5	6,1	6,5	5,5	6	6,5
2 Largo del dedo anular	6,2	7	7,2	6,2	7	7,2	7	7,4	7,8	7	7,4	7,8
3 Largo del dedo corazón	6,7	7,4	7,8	6,7	7,4	7,8	7,1	7,8	8,2	7,1	7,8	8,2
4 Largo del dedo índice	6,1	6,7	7,1	6,1	6,7	7,1	6,5	6,9	7,6	6,5	6,9	7,6
5 Largo del dedo pulgar	5,1	5,6	6	5,1	5,6	6	5,7	6,1	6,7	5,7	6,1	6,7
6 Ancho del dedo meñique prox a la yema	1,1	1,2	1,4	1,1	1,2	1,4	1,3	1,4	1,7	1,3	1,4	1,7
7 Ancho del dedo anular prox a la yema	1,2	1,3	1,5	1,2	1,3	1,5	1,4	1,5	1,8	1,4	1,5	1,8
8 Ancho del dedo corazón prox a la yema	1,4	1,5	1,6	1,4	1,5	1,6	1,5	1,7	1,9	1,5	1,7	1,9
9 Ancho del dedo índice prox a la yema	1,3	1,5	1,6	1,3	1,5	1,6	1,5	1,7	1,8	1,5	1,7	1,8
10 Ancho del dedo meñique prox a la palma	1,4	1,5	1,6	1,4	1,5	1,6	1,4	1,6	1,9	1,4	1,6	1,9
11 Ancho del dedo anular prox a la palma	1,4	1,7	1,8	1,4	1,7	1,8	1,5	1,7	2	1,5	1,7	2
12 Ancho del dedo corazón prox a la palma	1,6	1,7	2	1,6	1,7	2	1,6	1,8	2	1,6	1,8	2
13 Ancho del dedo índice prox a la palma	1,7	1,9	2	1,7	1,9	2	1,7	2	2	1,7	2	2
14 Ancho del dedo pulgar	1,7	2	2,1	1,7	2	2,1	2	2,2	2,4	2	2,2	2,4

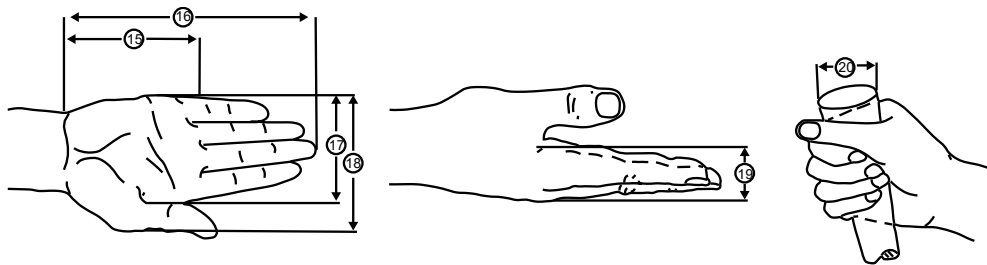
Tabla 1: Datos antropométricos de la mano

Fuente propia

Fuente: Investigación propia a partir del libro ergonomía y procesos de diseño capítulo 6 manejo estadístico de datos.

Los datos en percentiles 5,50y 95 con una muestra poblacional de 260 trabajadores, se toma de los valores y percentiles de la población mexicana entre hombres y mujeres de 18 a 65 años.

Figura 8: Dimensiones antropométricas de los dedos de la mano editada en illustrator.



Fuente imagen: 37 medido en la articulación (Según Norma DIN 33 402. 2º parte) imagen editada en illustrator.

Dimensiones en CM		Femenino			PERCENTIL	Masculino		
		5	50	95		5	50	95
15	Largo de la palma de la mano	9	9.7	10.5		9	9.7	10.5
16	Largo total de la mano	15.8	17	18.5		15.8	17	18.5
17	Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7.1	7.6	8.2		7.1	7.6	8.2
18	Ancho de la mano incluyendo el dedo pulgar	8.3	9.2	10.4		8.3	9.2	10.4
19	Grosor de la mano	2.3	3	3.5		2.4	3	3.5
20	Diámetro de agarre de la mano	40	45	50		39	45	50

Tabla 2: Datos antropométricos de la mano

Fuente: Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile / R. Avila (2007)
Diseño de la tabla elaboración propia.

Variabilidad

Variabilidad Inter-espacial

“El espacio en el que se desempeña la actividad porcionado de cárnicos tiene como requerimientos materiales específicos, condiciones ambientales y dimensiones del área de trabajo

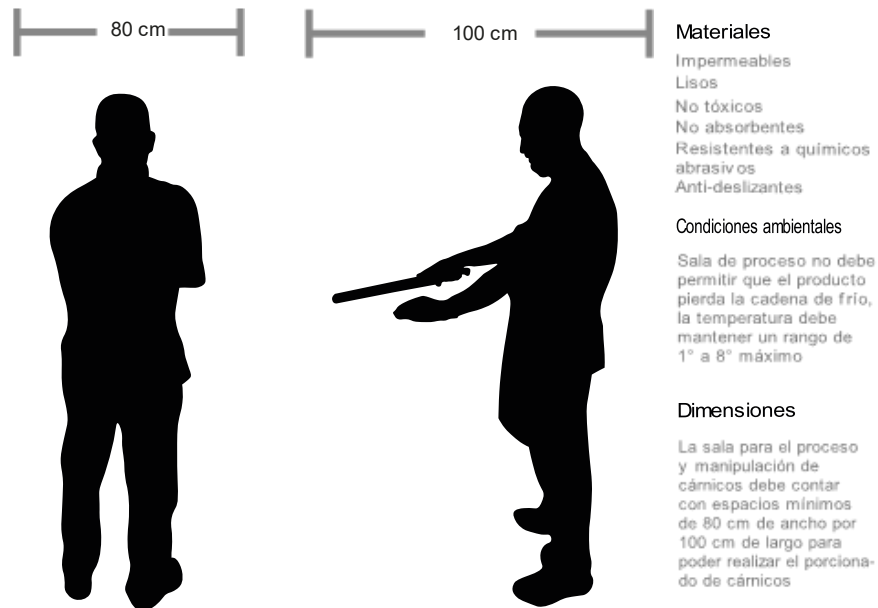


Figura 8: Análisis de espacialidad

Fuente: Autor.

La información es obtenida de las dimensiones y materiales para espacio de trabajo del porcionado de cárnicos a partir del decreto 1500 de 2007 título II contenido técnico capítulo I.

La información de las condiciones ambientales para lograr tener una secuencia de frío en la productividad de las carnes fue obtenida de la tesis Barrera, J, & Calvo, S. (2018). Evaluación técnica de la cadena de frío en la producción de carne Bovina en Colombia, para ACAIRE Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América. pag 25.

Variabilidad inter-objetual

Se hace la investigación del utensilio de corte (cuchillo) que se utiliza en la actividad porcionado de cárnicos con distintos modelos que cumplan con la misma función, de acuerdo con las especificaciones requeridas se hace un análisis a partir del tipo de cuchillo, materiales, dimensiones, peso, forma, usabilidad, partes y componentes. Gracias al negocio iron flex ubicado en la plaza de las flores en Bogotá local 311 al préstamo de los utensilios para analizar.

Tipo y material							
Hoja Acero inoxidable (metal)	Mango ABS (polímero)		Cuchillo Victorino # 14	Cuchillo tramontina # 12	Cuchillo jamonero tramontina # 12	Cuchillo jamonero alveolos # 14	
		1	Largo total cuchillo	490.56 mm	450 mm	440.5 mm	490 mm
		2	Largo de la hoja	350.56 mm	300.48 mm	300.48 mm	350.56 mm
		3	Largo del mango	140 mm	149.52 mm	140.02 mm	139.44 mm
		4	Ancho de la hoja	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm
		5	Ancho del mango	22 mm	22 mm	24 mm	20 mm
		6	Alto de la hoja próxima a la punta	30 mm	39 mm	27 mm	32 mm
		7	Alto de la hoja próxima al mango	48 mm	48 mm	23 mm	36 mm
		8	Alto en el centro del mango	34 mm	32 mm	33 mm	31 mm
		9	Alto del mango próximo al talón	36 mm	34 mm	34 mm	34 mm
		10	Alto del mango próximo a la hoja	59 mm	56 mm	38 mm	40 mm
			Peso	293 gramos	222 gramos	189 gramos	190 gramos

Tabla 3: Materiales y medidas estandar

Fuente Autor

Partes y componentes

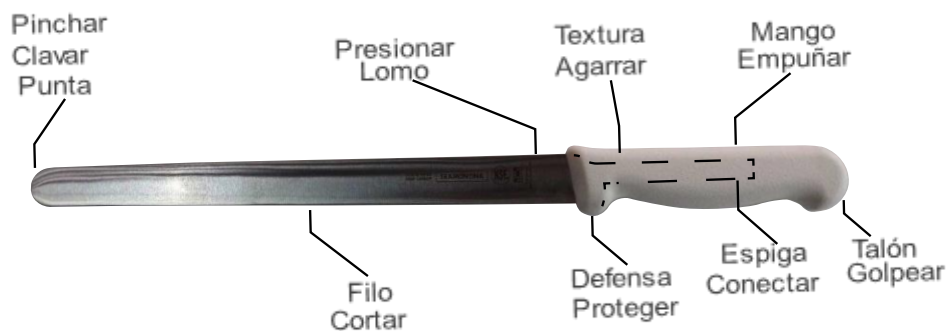


Figura 9: Partes y componentes

Fuente: Autor

Límites y alcances

Límites

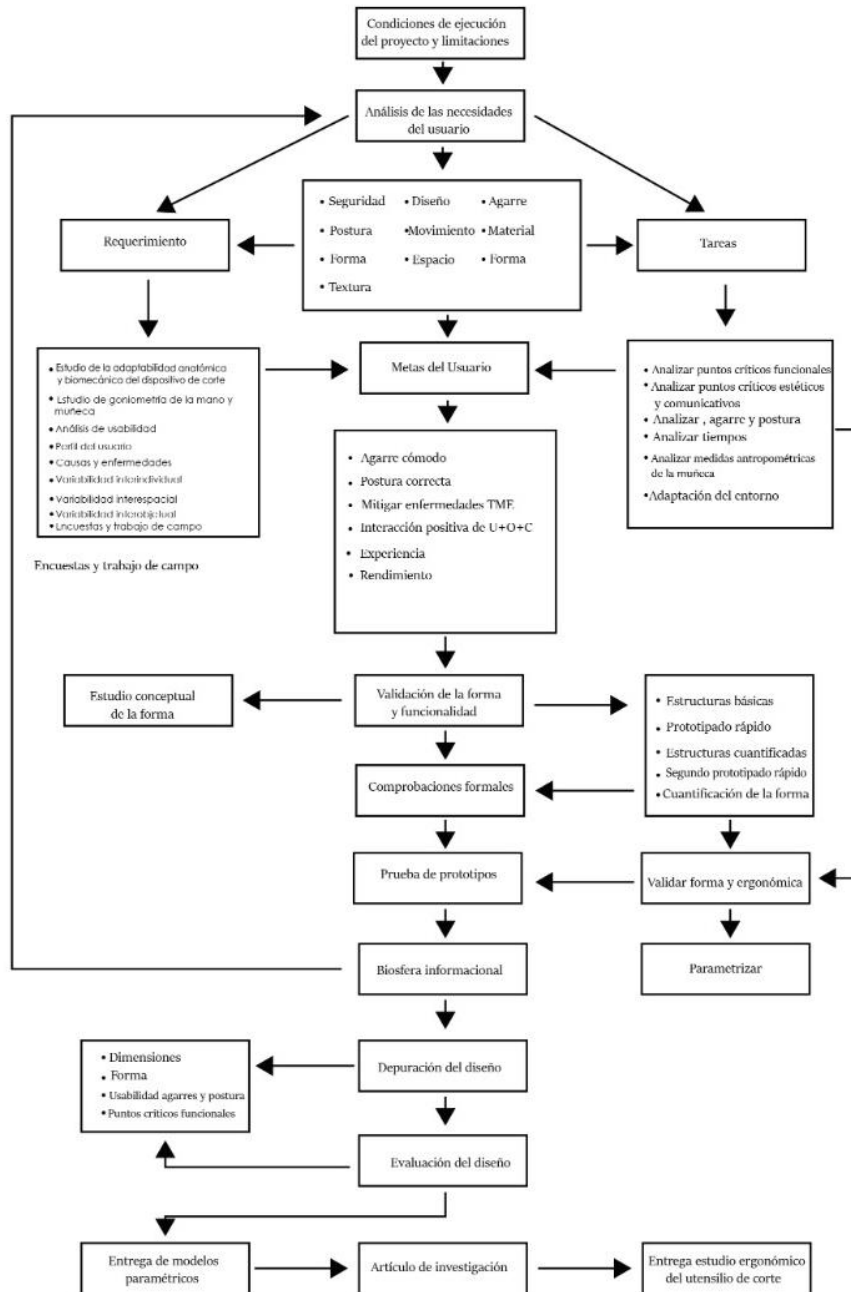
- Generar datos a partir de validaciones de la forma de partes, componentes mejorando la ergonomía del utensilio de corte (cuchillo) basado en los resultados de las medidas, agarres y posturas.
- El dispositivo no está pensado para solucionar problemas en casos avanzados o extremos de estas enfermedades.
- Según las comprobaciones de la forma y análisis se busca mitigar las enfermedades TME en la actividad de porcionado de cárnicos, permitirá proponer estructuras de mangos de cuchillos basados en datos de la averiguación.

Alcances

- Basado en la investigación realizada, proponer el desarrollo de un escrito de divulgación en una comunidad científica.
- Proponer como capítulo de un libro de investigación sobre ergonomía aplicada en el programa de diseño industrial de la UAN.
- Dar bases para realizar un prototipo pre-serie.

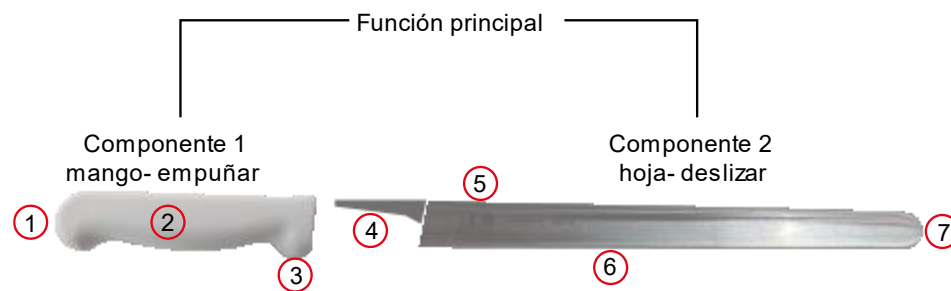
• Metodología

METODOLOGÍA



Desarrollo de la propuesta

Este proyecto primero considera la problemática y oportunidad de diseño a partir del estudio de la adaptabilidad anatómica y biomecánica del dispositivo de corte (cuchillo) que se utiliza en el porcionado de cárnicos, para validar sus relaciones formales, funcionales y ergonómicas por lo que se empieza analizando el dispositivo de corte y se determina que está compuesto por dos componentes: mango y hoja como funciones principales y subfunciones como la división de la función principal a las cuales se le agrego un verbo funcional ejemplo:



Subfunciones	Verbo funcional
1-Talón	— Golpear
2-Textura	— Agarrar
3-Defensa	— Proteger
4-Espiga	— Conectar
5-Lomo	— Presionar - direccionar - precisar
6-Filo	— Cortar-picar
7-Punta	— Golpear

Figura 10: Funciones de partes y componentes

Fuente: Autor

Posteriormente se hace un desarrollo de bocetación a partir de estructuras básicas pensando la funcionalidad y cambios en la espacialidad de los componentes del utensilio de corte con la que se logra desarrollar 45 bocetos en vista lateral.

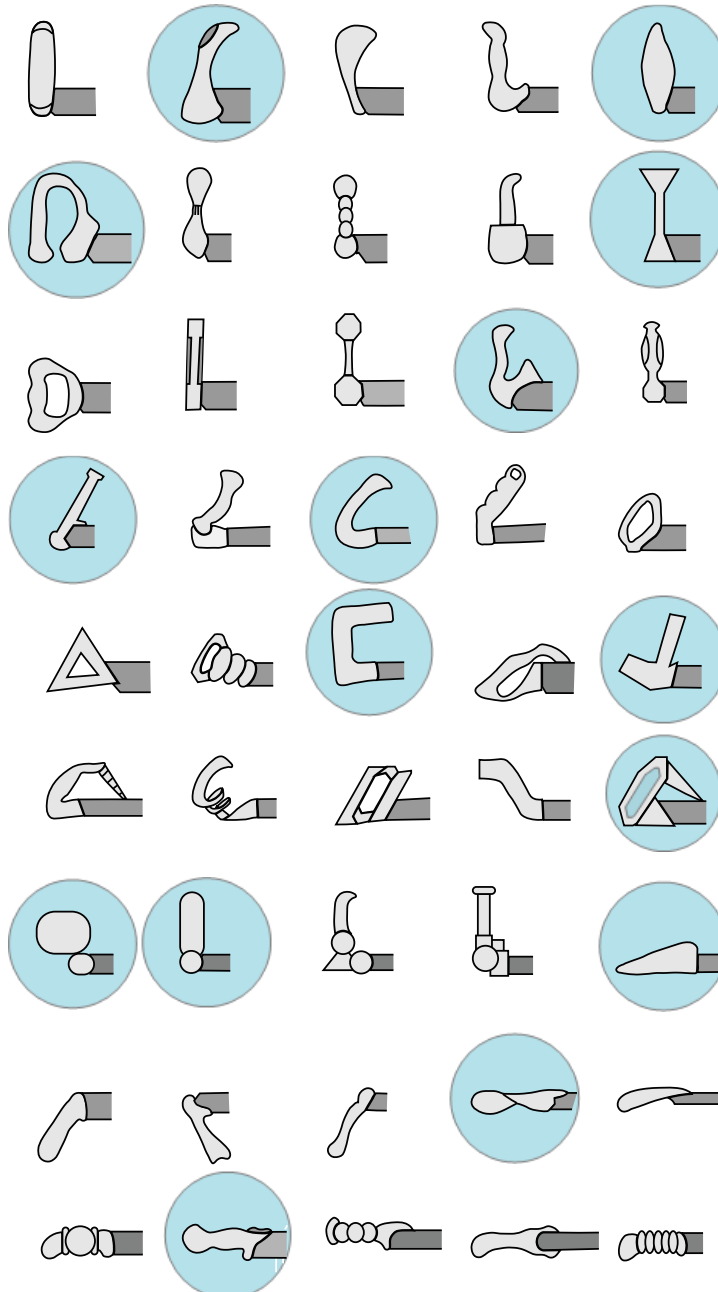


Figura 11: Estructuras Básicas – vista lateral

Fuente: Autor

Posterior al avance de bocetación en vista lateral se escogen 15 ideas de geometrización de la forma para ser analizadas desde diferentes ángulos, así que se toma la decisión hacer un segundo desarrollo de bocetación de diferentes vistas en perspectiva de los 15 bocetos escogidos.

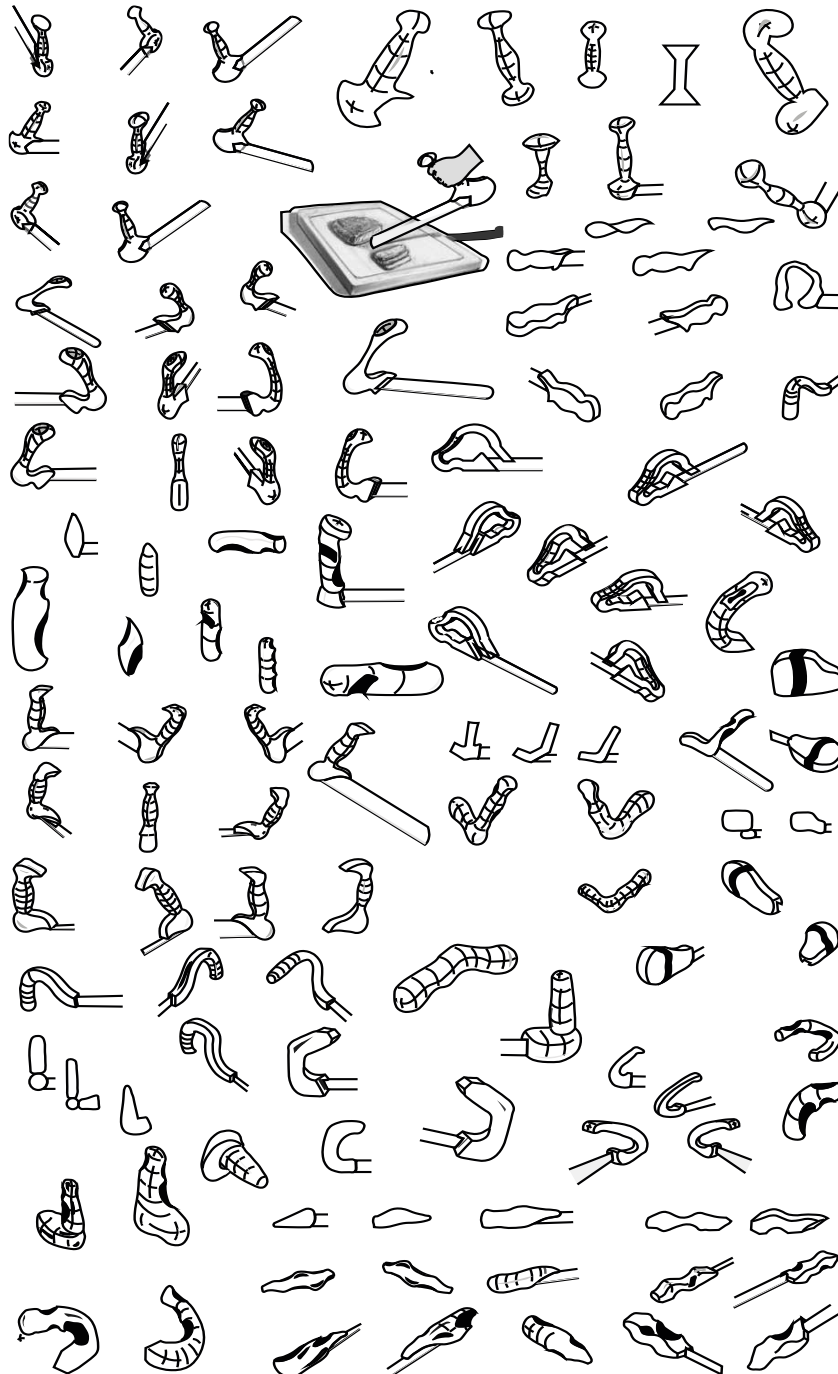


Figura 11: Estructuras Básicas en perspectiva

**Exploración formal bocetación 2 – estructura básica en perspectiva para la
experimentación formal y posibles agarres.**

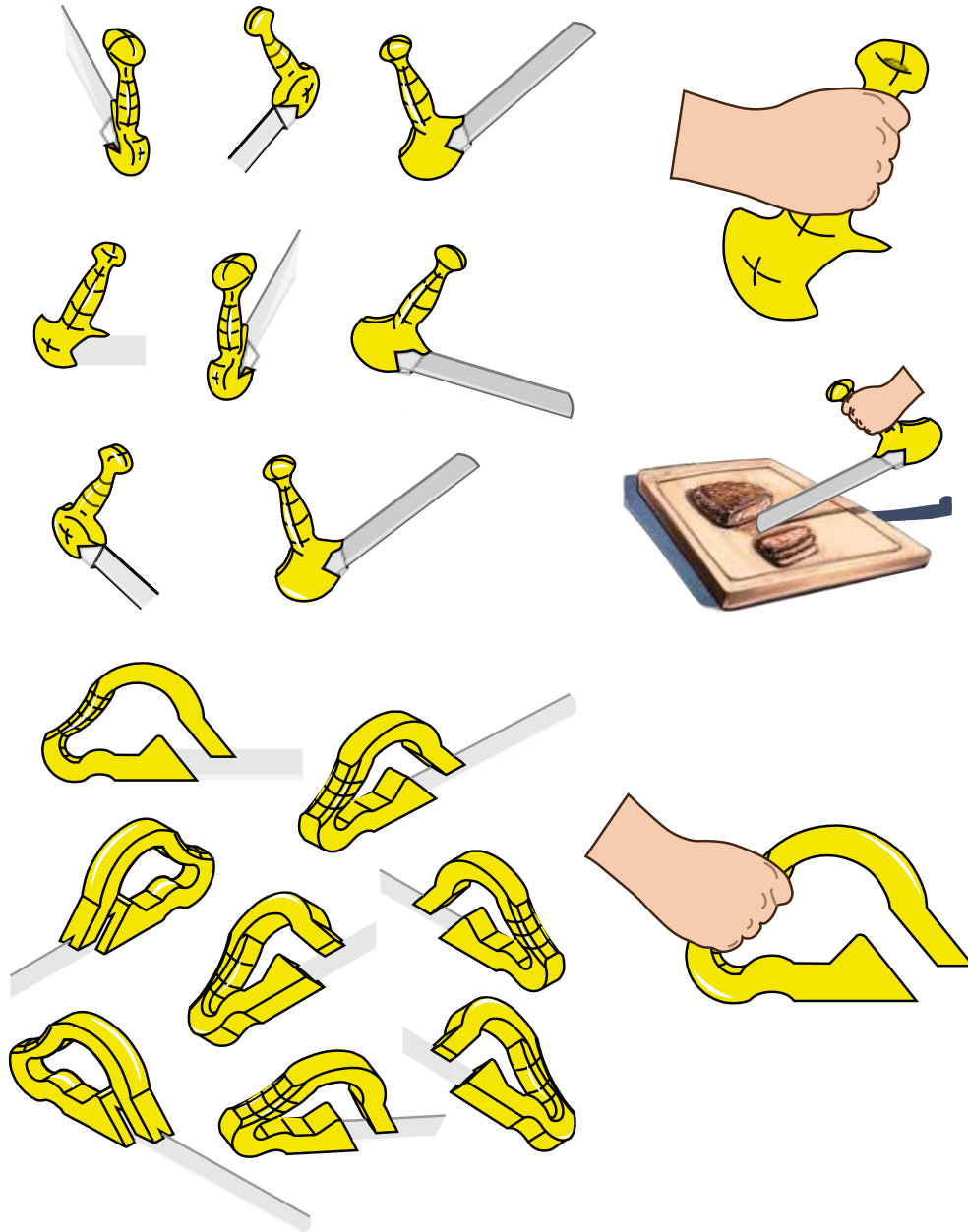


Figura 12: Estructuras Básicas en perspectiva

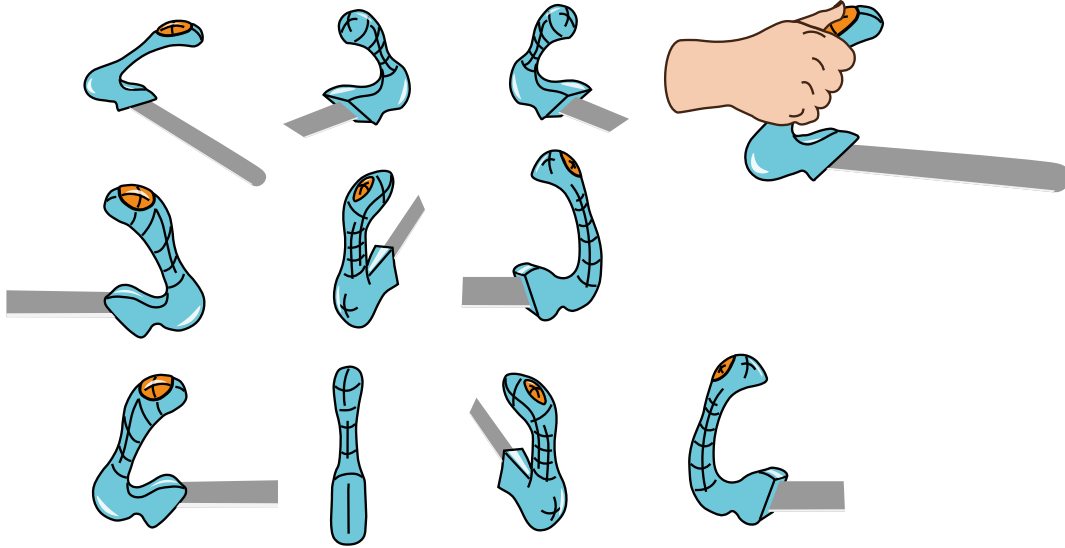


Figura 13: Estructuras Básicas en perspectiva

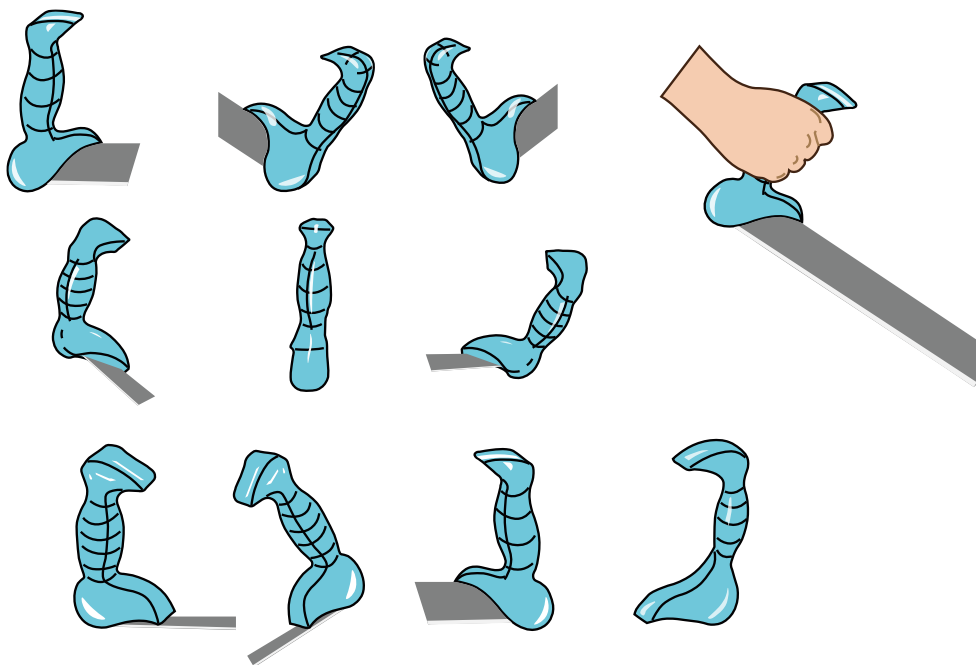


Figura 14: Estructuras Básicas en perspectiva

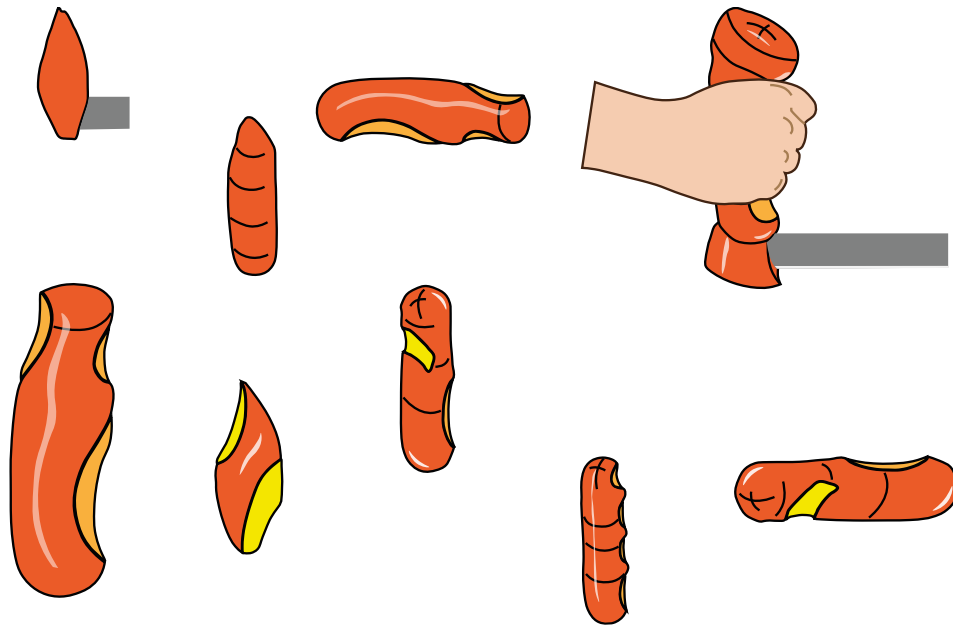


Figura 15: Estructuras Básicas en perspectiva

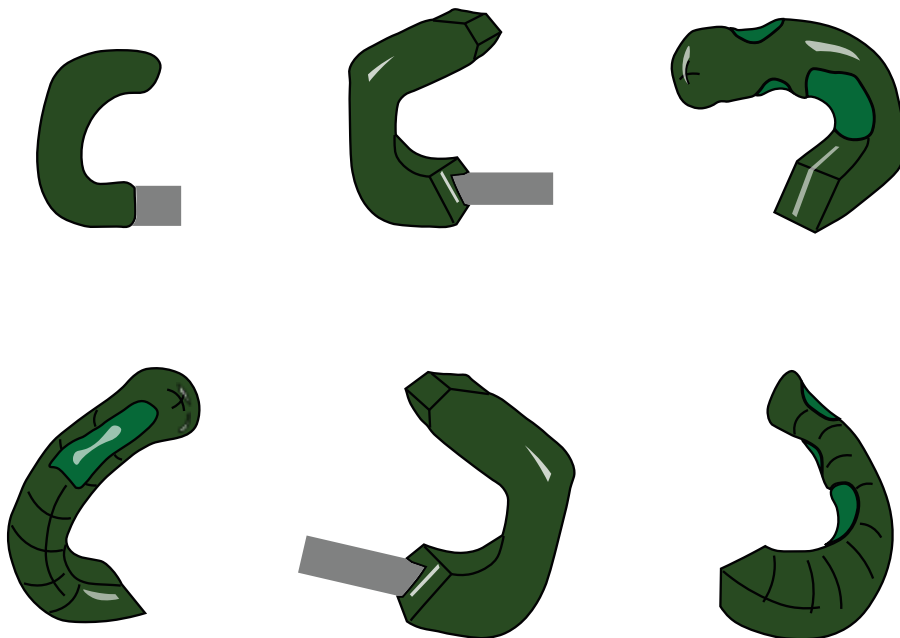


Figura 16: Estructuras Básicas en perspectiva

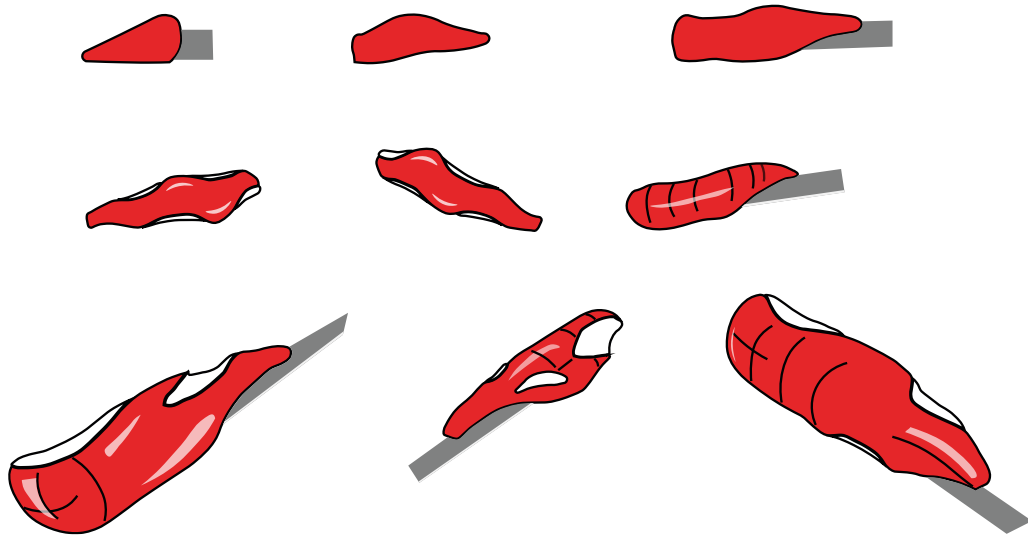


Figura 17: Estructuras Básicas en perspectiva

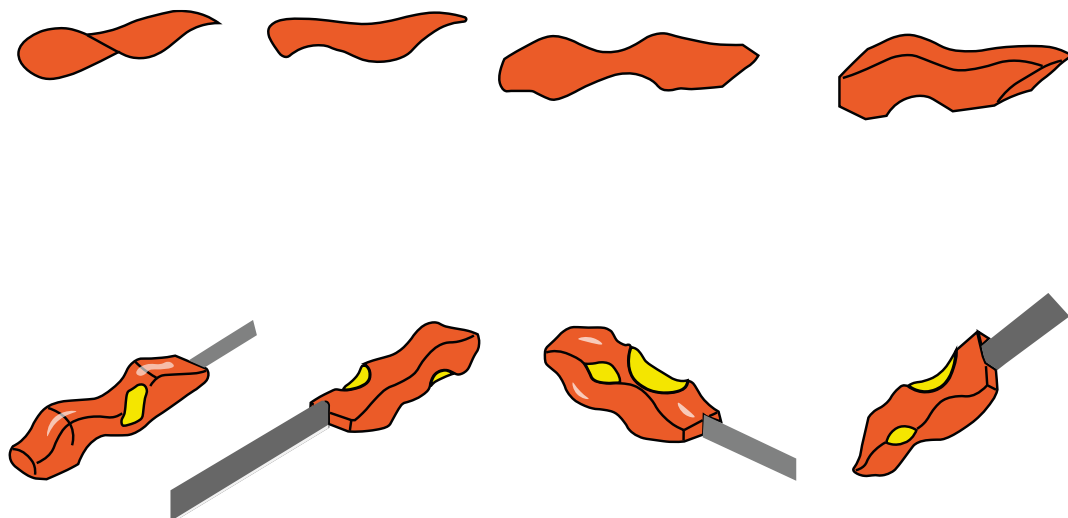


Figura 18: Estructuras Básicas en perspectiva

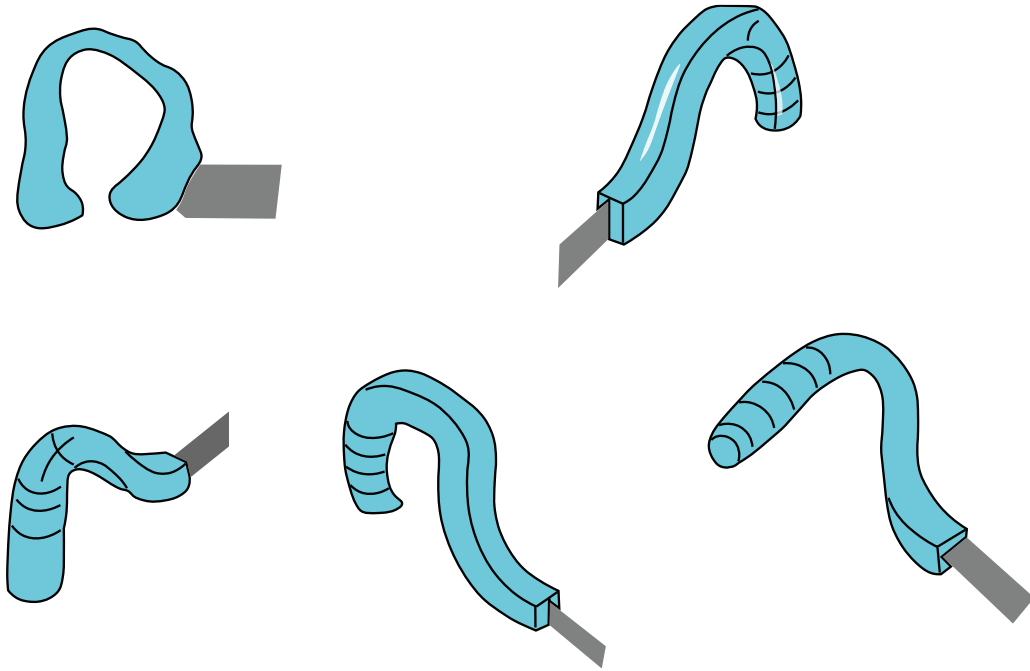


Figura 19: Estructuras Básicas en perspectiva

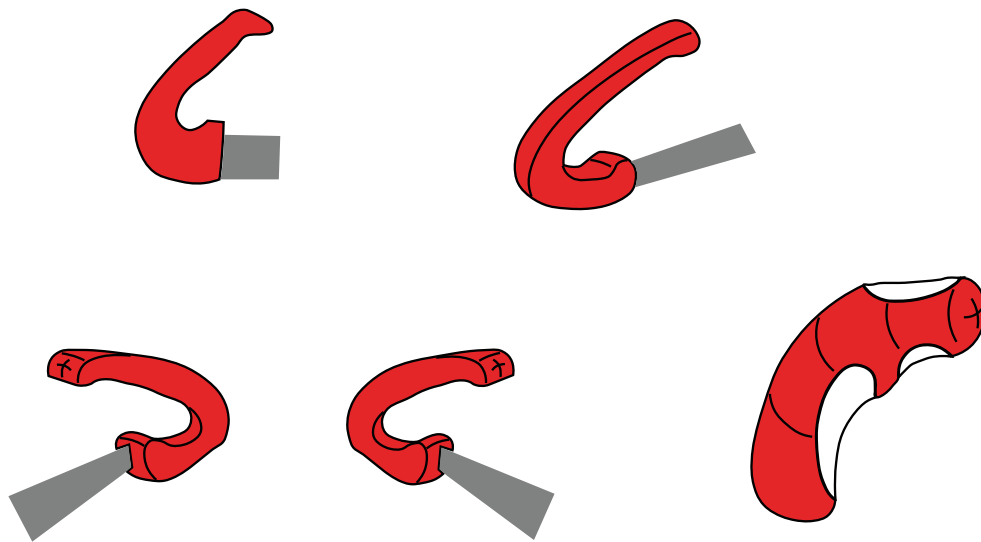


Figura 20: Estructuras Básicas en perspectiva

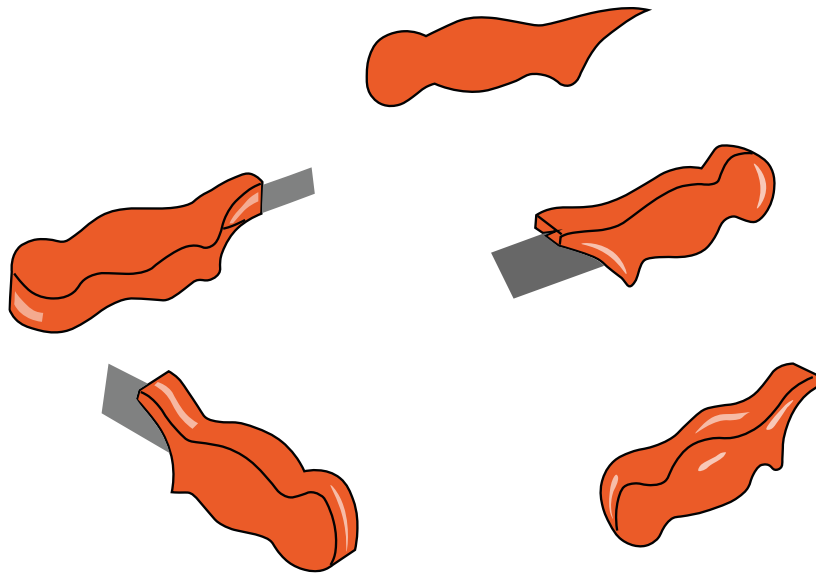


Figura 21: Estructuras Básicas en perspectiva

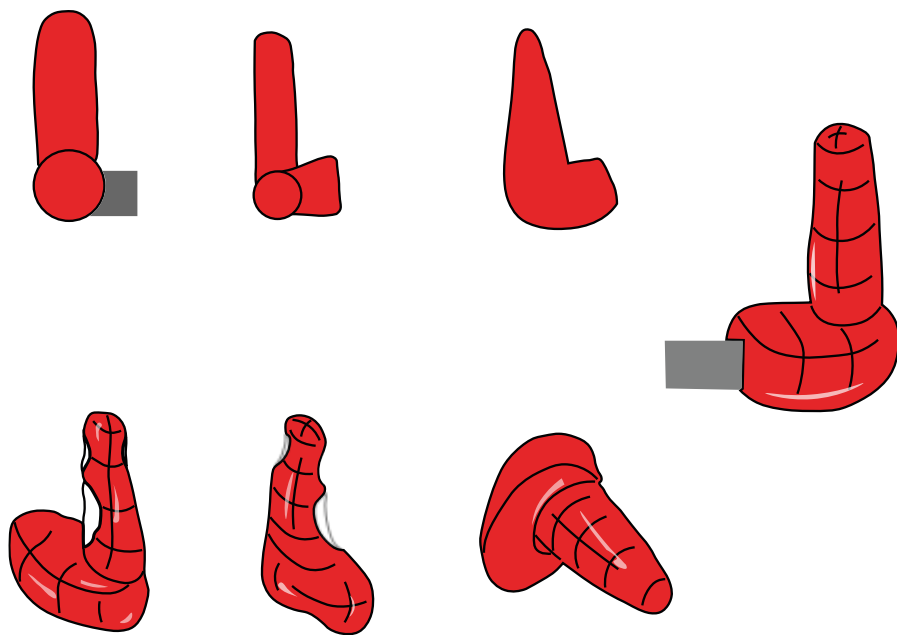


Figura 22: Estructuras Básicas en perspectiva

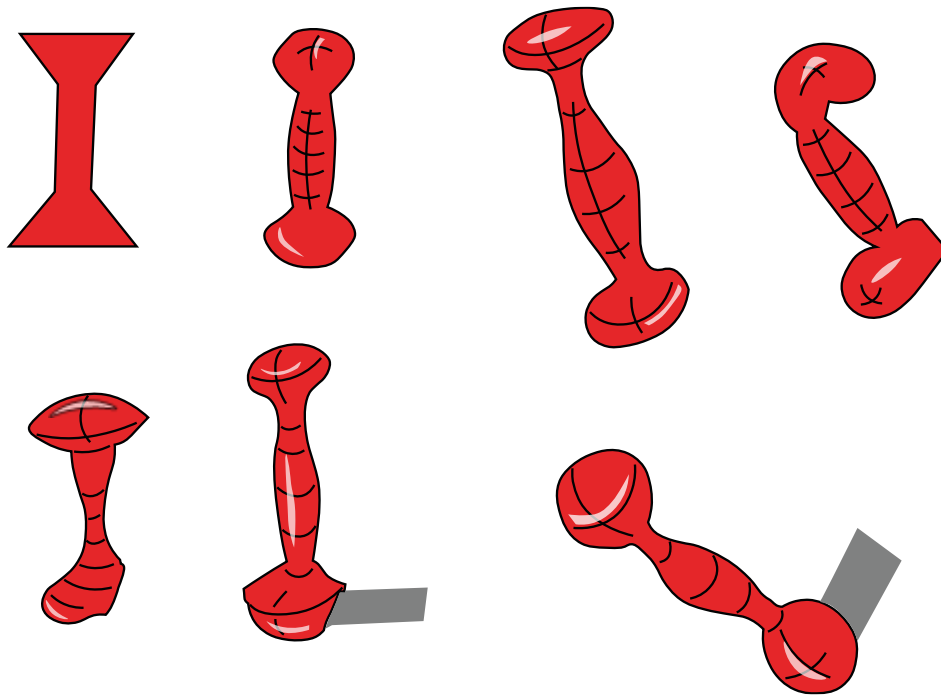


Figura 23: Estructuras Básicas en perspectiva

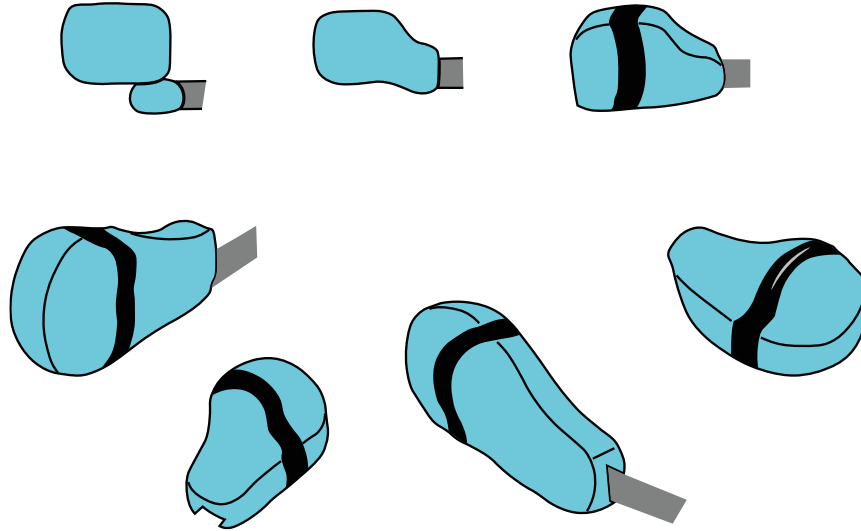


Figura 24: Estructuras Básicas en perspectiva

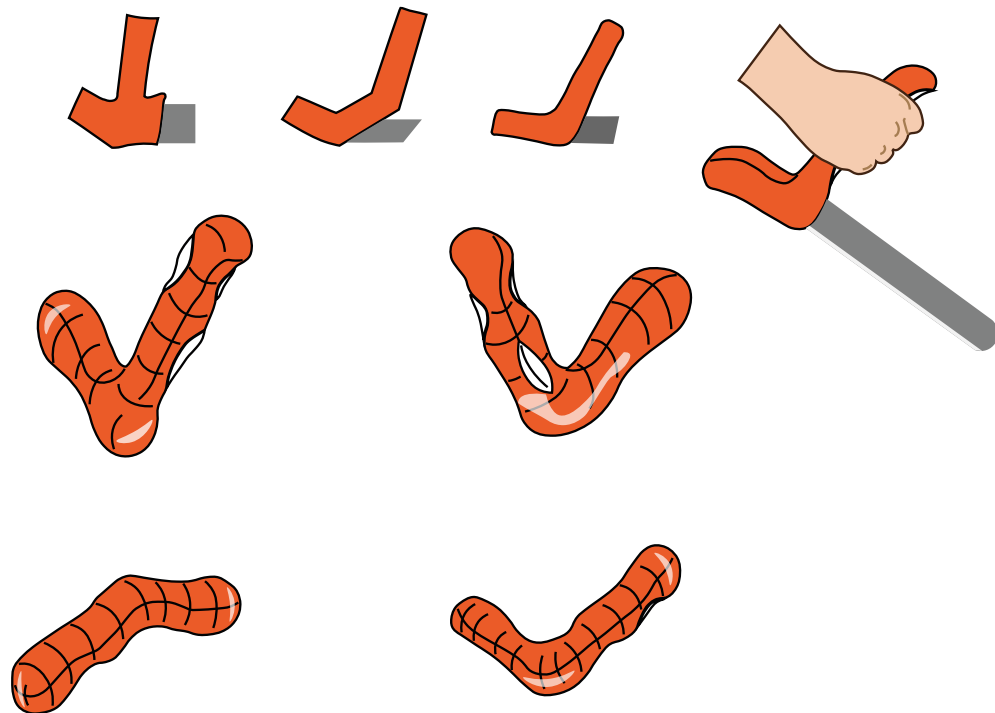
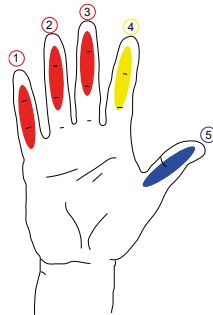
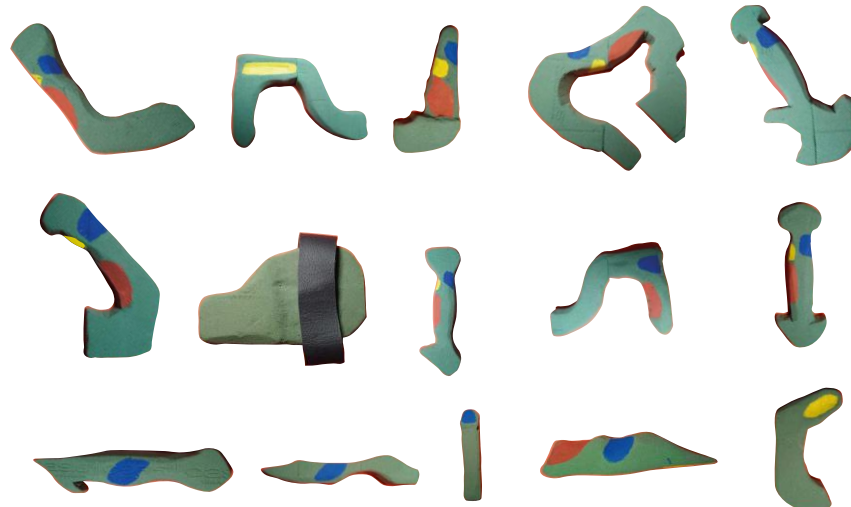


Figura 25: Estructuras Básicas en perspectiva

Conclusiones de la exploración formal 2

Se percibe una visualización más clara y amplia de la forma frente a los posibles agarres y posturas en la mano y muñeca, por lo que se toma la decisión hacer la construcción de prototipados rápidos en espuma (oasis), de las 15 estructuras básicas escogidas puesto que gracias a la bocetación en diferentes vistas en perspectiva se puede dar una idea más clara para la elaboración de la maquetación.



Desarrollo formal en prototipado rápido en espuma (oasis) 1

Una vez realizado los prototipos rápidos en oasis se analiza forma y que función puede seguir. La experimentación tangible permite evaluar el agarre y la postura de la mano, muñeca y posibles interacciones con los dedos y se decide enumerar los dedos: meñique, anular y corazón como 1,2 y 3 para trabajar en conjunto categorizados por el color rojo, el dedo índice y pulgar pueden trabajar de manera individual y en conjunto por lo que se denominó el amarillo para el dedo índice y azul para el dedo pulgar, seguido a esto se pintan los prototipos rápidos con los colores establecidos para la identificación de posibles agarres y posturas.

Bocetación en perspectiva 14

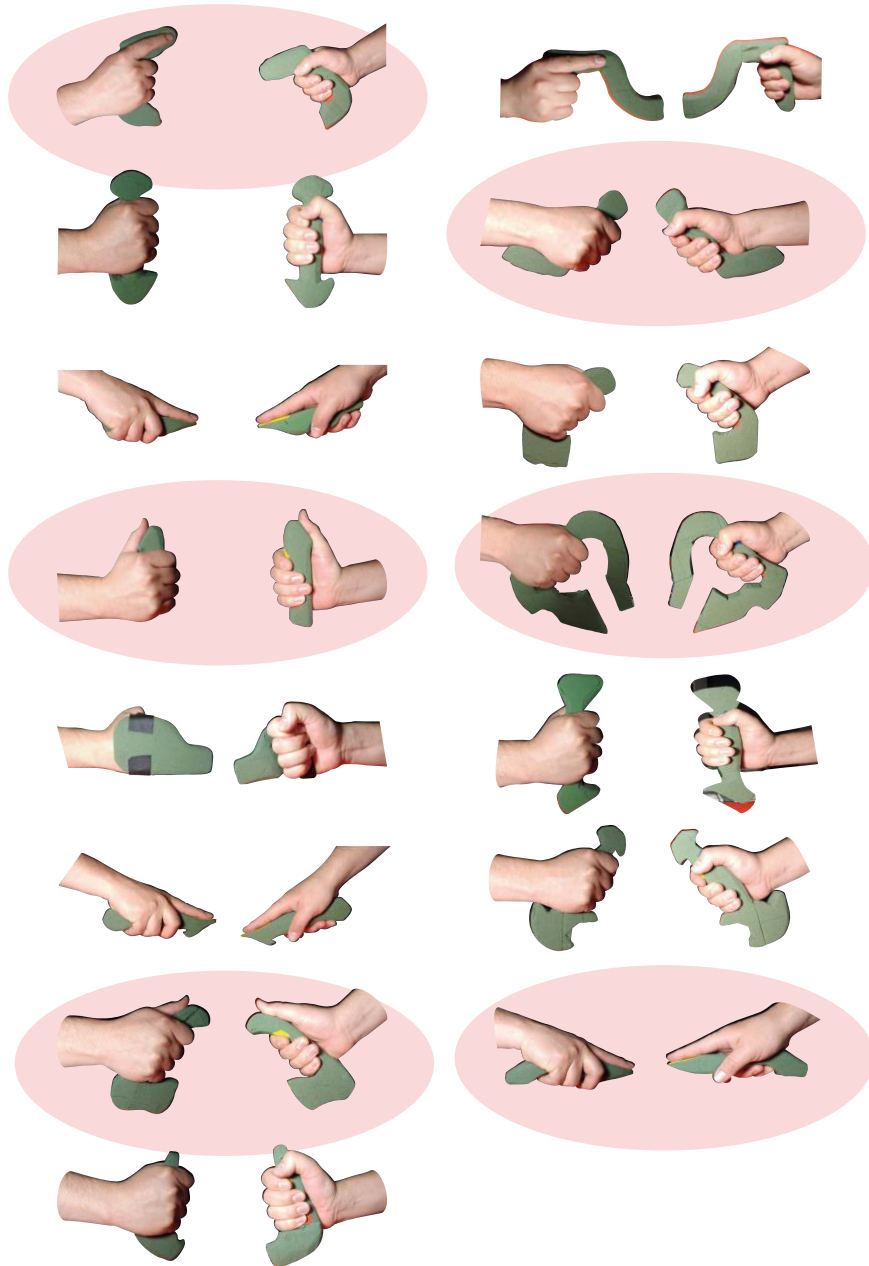


Figura 26: Bocetación en perspectiva 14

Conclusiones del desarrollo de la forma en prototipado rápido 1 en oasis

La experimentación formal del prototipado rápido es óptimo ya que se puede empezar a validar las posturas de la de la muñeca, los diferentes agarres de la mano y las interacciones de los dedos en pro de la funcionalidad del prototipado, por lo que se toma la decisión escoger 6 estructuras de las 15, para que la postura no genere torción en la muñeca según la experimentación del agarre frente a la interacción con los dedos fig. (26)

Posteriormente se inicia la cuantificación de las estructuras validando postura, agarre e interacción de los dedos y se tiene en cuenta los verbos funcionales de las partes y los componentes para cuantificar la forma.

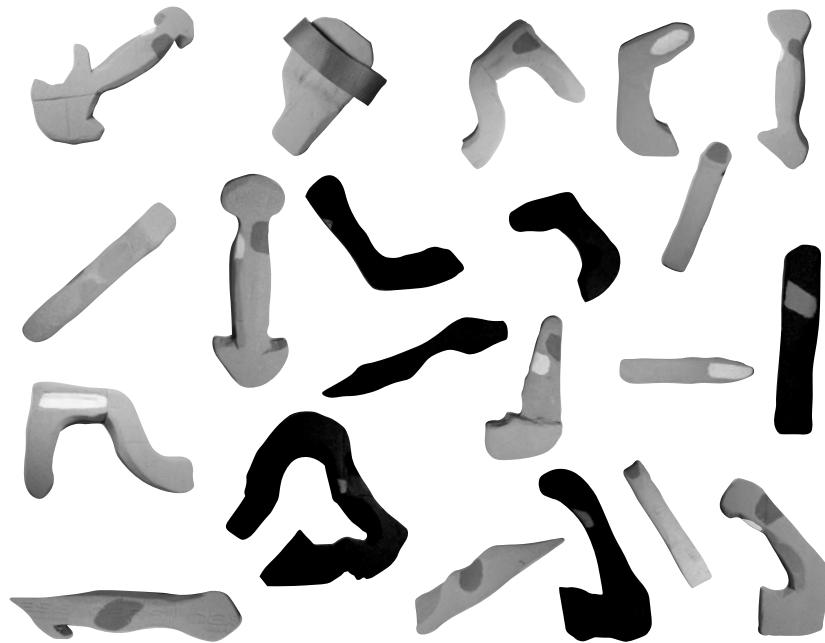


Figura 27: Exploración formal en oasis

Estructuras cuantificadas

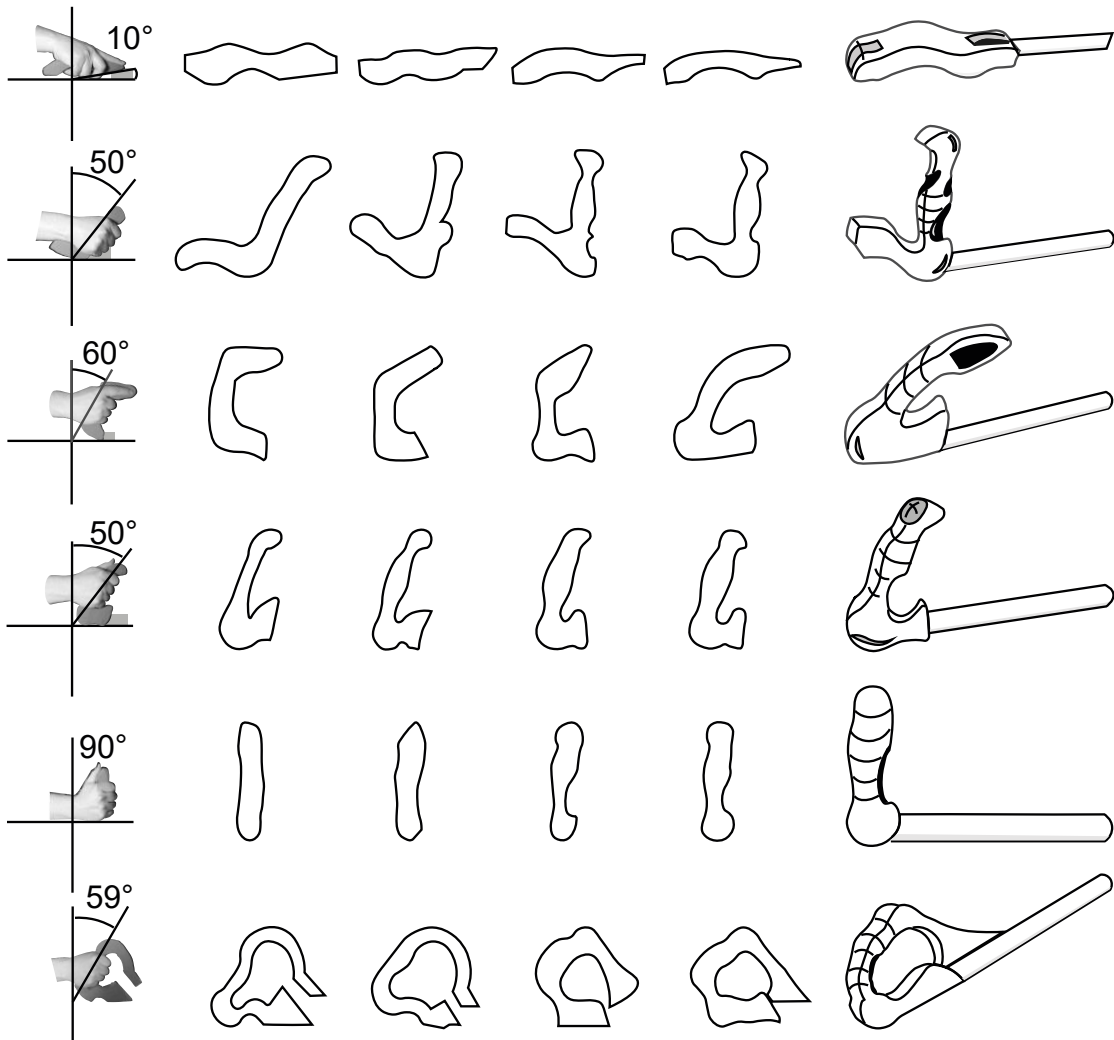


Figura 28: Estructuras cuantificadas

De acuerdo con la cuantificación de las estructuras se decide hacer una segunda exploración en prototipado rápido teniendo en cuenta los parámetros de las dimensiones antropométricas de la mano en algunas partes del prototipo, por lo que se decide utilizar espuma de poliuretano y tallarlo manualmente para posteriormente aplicar estuco plástico obteniendo así un acabado más liso, permitiendo tener un resultado más aproximado a lo que podría ser el resultado final.

Prototipado rápido en
espuma de poliuretano,
estuco plástico y cartón



Figura 29: Prototipado rápido

Validación de la forma, postura, agarre y función de los 6 prototipos

Se hace un análisis de la cuantificación de la forma de los 6 prototipos con el fin de validar los puntos críticos formales, comunicativos, funcionales y biomecánicos de estos.

Exploración de la forma funcional, ergonómica y biomecánica del artefacto



El ángulo de la mano y muñeca está en 80° apox. en pronación y el dedo índice hace un trabajo de presión y precisión en el corte,



Ángulo de la muñeca está en una posición inicial de 0° en pronación y la mano representa un agarre a mano llena con un punto crítico en la postura en desviación cubital.



El ángulo de la muñeca está en posición inicial de 0°, el dedo índice ejerce precisión en el corte, los dedos 1, 2 y 3 ejercen palanca y el dedo pulgar aumenta el agarre.



El ángulo de la muñeca está en una posición inicial de 0° en pronación y los dedos 1, 2, 3 y el índice hacen el trabajo de agarre y palanca mientras el dedo pulgar hace presión y precisión del corte.



El ángulo de la muñeca está en una posición inicial de 0° en pronación y la mano representa un agarre a mano llena con un punto crítico en la desviación de la muñeca.



El ángulo de la muñeca está en una posición inicial de 0° en pronación y los dedos 1, 2, 3 y el índice hacen el trabajo de agarre y palanca mientras el dedo pulgar hace presión y precisión del corte.

Conclusiones de prototipado rápido #2

De los 6 prototipos analizados, finalmente se seleccionan 3, de acuerdo con el análisis de validación de forma y función, en pro de mejorar la usabilidad, frente al agarre y postura de la mano y muñeca.

Posterior a la validación formal de las tres propuestas, se inicia el proceso de modelado 3D con el fin de comprobar y simular digitalmente (Inventor) datos como niveles de tensión de materiales y estructura para saber si los resultados son factibles en términos de construcción y resistencia.

En este análisis de simulación se tuvo en cuenta calcular un coeficiente de seguridad como la relación entre la tensión máxima permitida y la tensión equivalente (Von Mises) cuando se usa el límite de elasticidad. Debe ser superior a uno (1) para que el diseño sea aceptable. (Un valor inferior a 1 indica que existe una deformación permanente.) véase en las tablas pág. () resumen de resultados (coeficiente de seguridad) de cada propuesta modelada.

Resultados de la simulación de componentes

Información sobre el análisis de tensión prototipo 1

El prototipo #1 es analizado en el programa “Autodesk Inventor” que refleja unas propiedades físicas como: masa 0,315059 kg, área 45339,2 mm², 207512 mm³ y un centro de gravedad en: x = -111,119 mm, Y= -6,42271mm y en Z = -48,418 mm.

Materiales

Que se van a utilizar en el prototipo #1 son plástico ABS y acero cromado.

Las condiciones para el análisis es aplicada con un tipo de cargas de fuerza en el vector x con -50.000 N con una magnitud de 50,000N, una presión en la parte lateral de $1e-5$ MPa y una gravedad de magnitud en el vector x de $-9810,000 \text{ mm/s}^2$ fig(30-31). El modelado da como resultado un coeficiente de seguridad mínima y máxima de 15 su cumpliendo con el propósito para la construcción del prototipo.

Información sobre el análisis de tensión utensilio 1

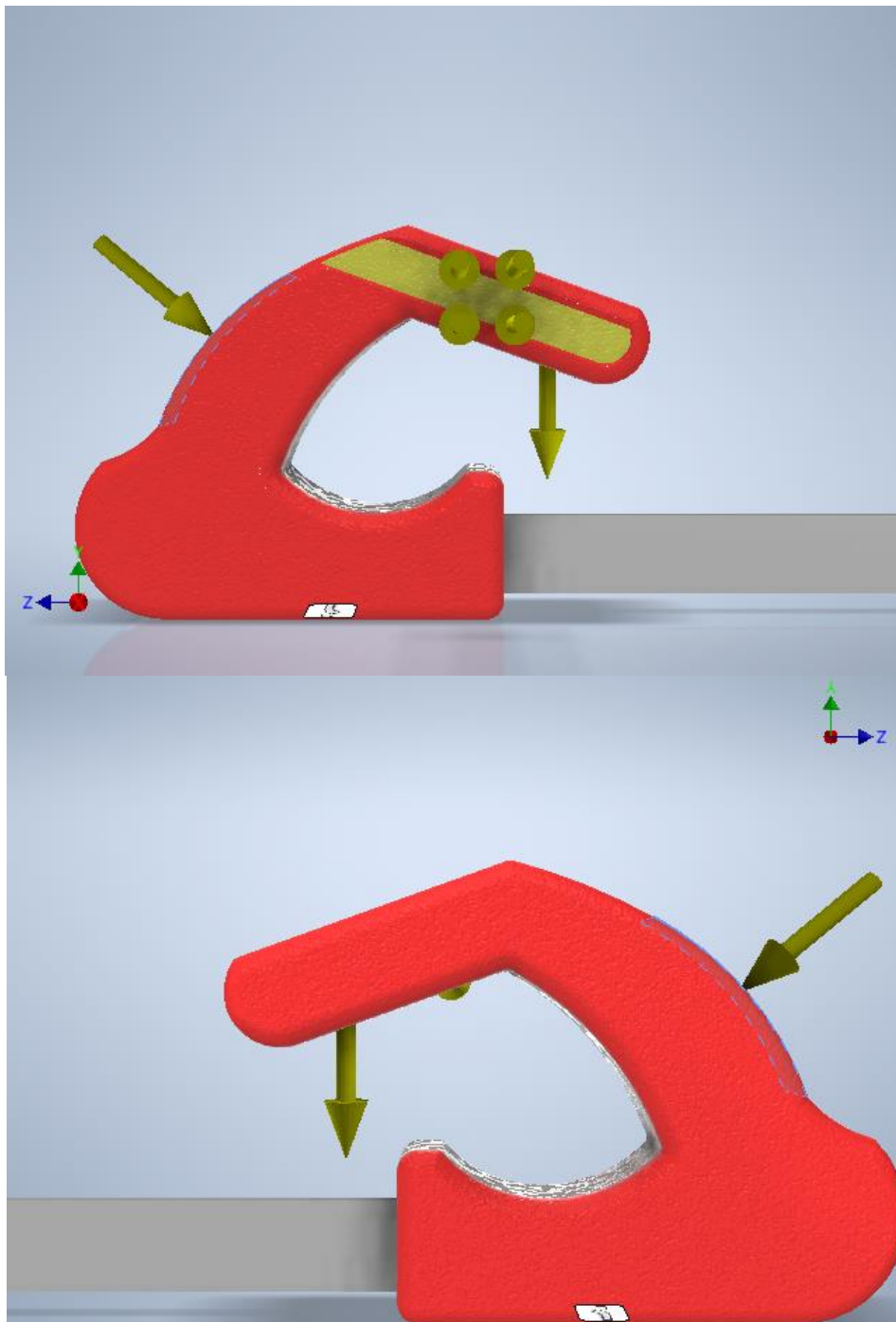


Figura 30 Tipo cargas de fuerza

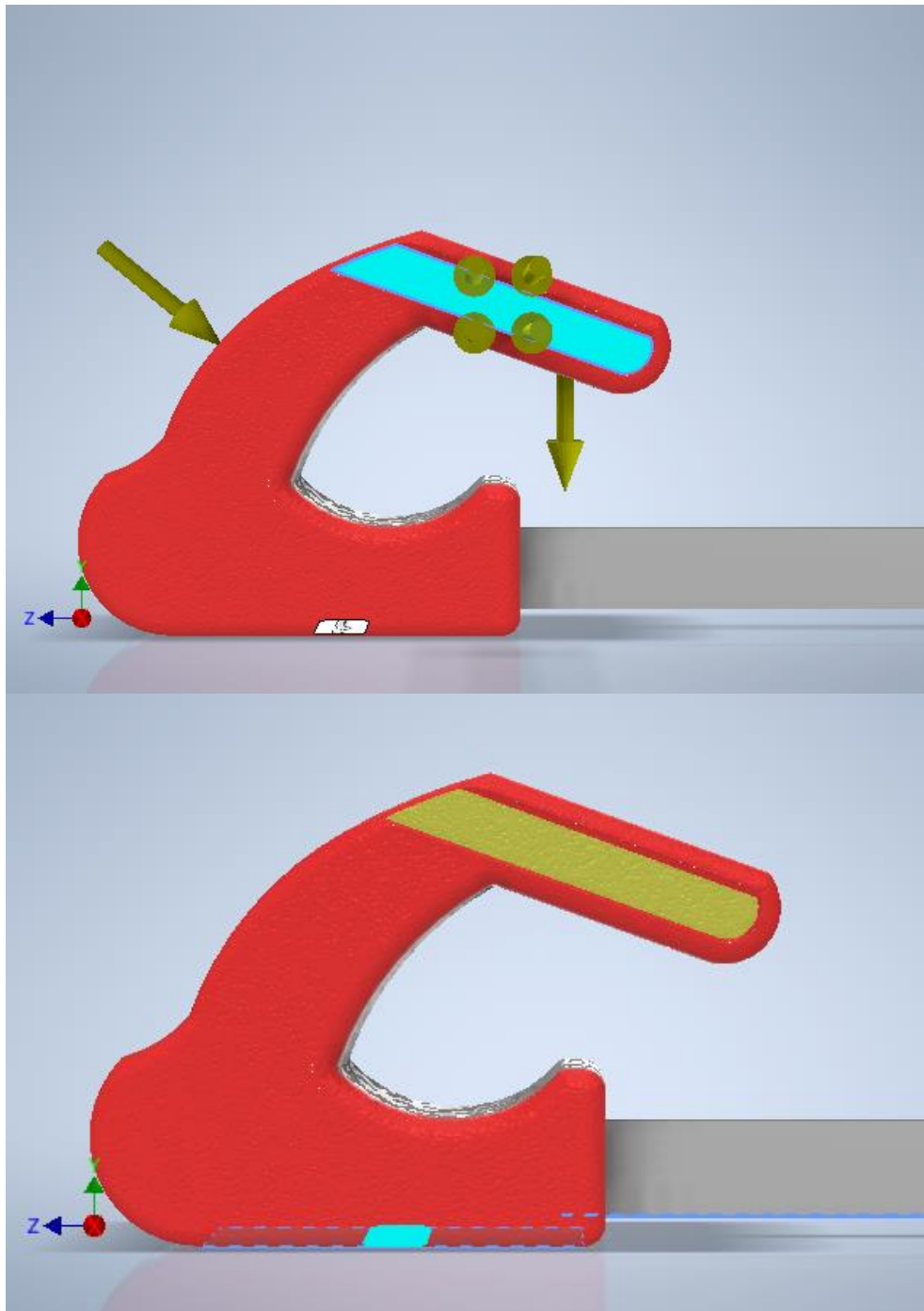


Figura 31 Tipo de carga = fuerza

Fuente: propia

Información sobre el análisis de tensión prototipo 2

El prototipo #1 es analizado en el programa “Autodesk Inventor” que refleja unas propiedades físicas como: masa 0,234596 kg , área 38006,9 mm², Volumen 131604 mm³ y un centro de gravedad en: x=8,65741 mm, y=57,52 mm, z=41,9167 mm.

Materiales

Que se van a utilizar en el prototipo #1 son plástico ABS y acero cromado.

Resultados

Las condiciones para el análisis es aplicada con un tipo de cargas de fuerza en el vector x con -50.000 N con una magnitud de 50,000N, una presión en la parte superior de $1e-5$ MPa y una gravedad de magnitud en el vector x de -9810,000 mm/s² fig(32-33). El modelado da como resultado un coeficiente de seguridad mínima y máxima de 15 su cumpliendo con el propósito para la construcción del prototipo.

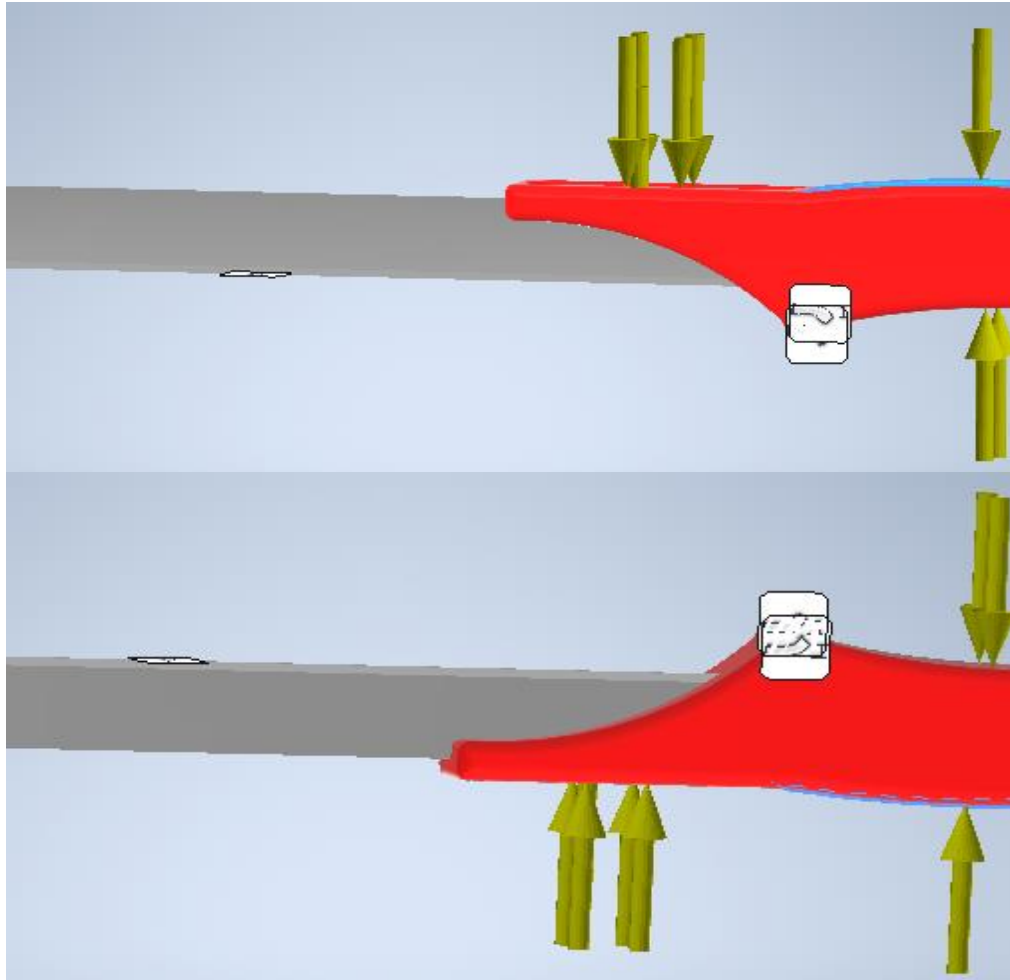


Figura 32 Tipo de carga = fuerza

Fuente: propia

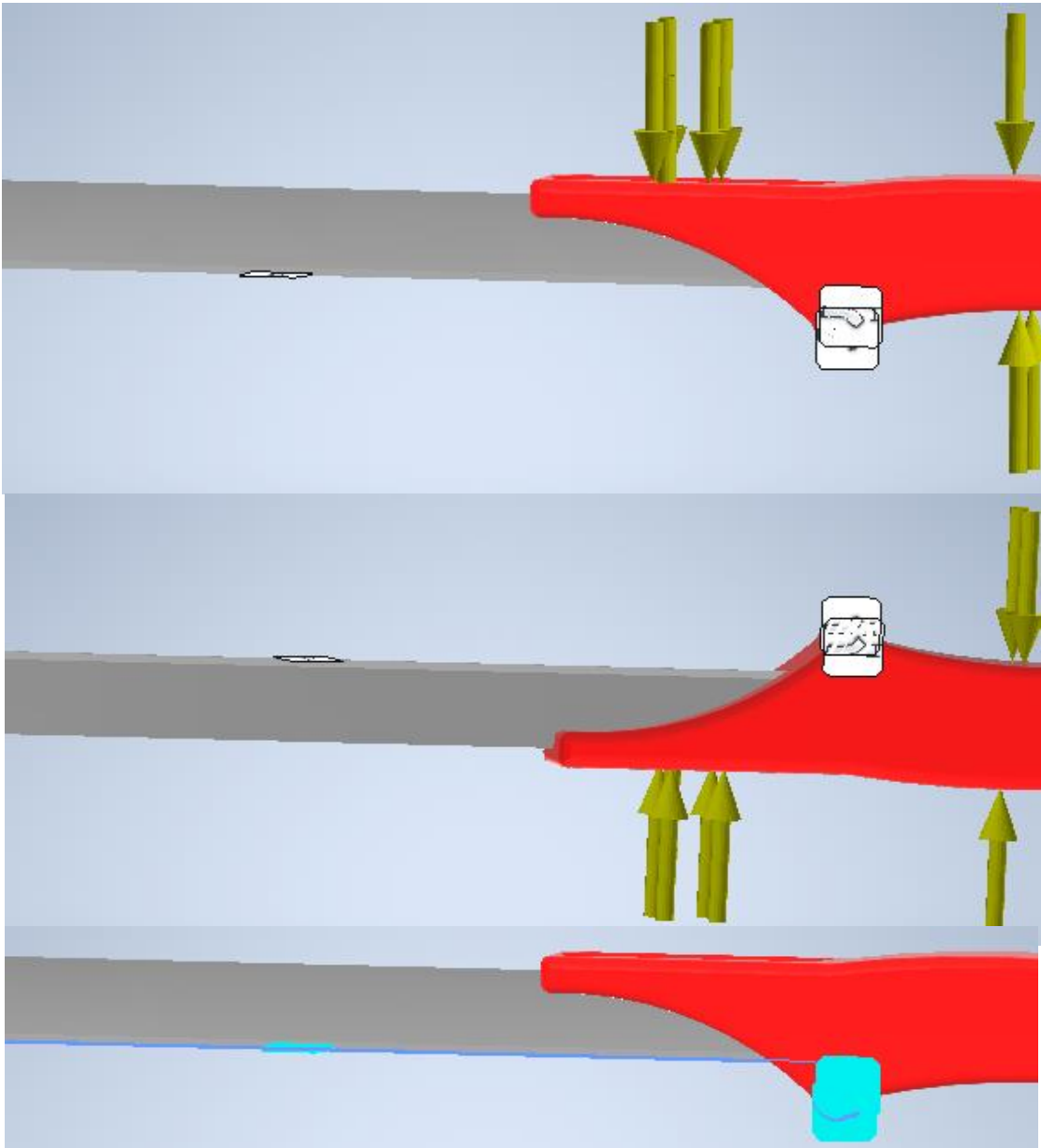


Figura 33 Tipo de carga = fuerza

Fuente: propia

Información sobre el análisis de tensión prototipo 3

El prototipo #1 es analizado en el programa “Autodesk Inventor” que refleja unas propiedades físicas como: Masa 0,303408 kg, Área 43493,7 mm², Volumen 196049 mm³ y un centro de gravedad en: x=11,2254 mm, y=-30,5858 mm, z=-60,7059 mm.

Materiales

Que se van a utilizar en el prototipo #1 son plástico ABS y acero cromado.

Resultados

Las condiciones para el análisis es aplicada con un tipo de cargas de fuerza en el vector x con -50.000 N con una magnitud de 50,000N, una presión en la parte superior de $1e-5$ MPa y una gravedad de magnitud en el vector x de $-9810,000 \text{ mm/s}^2$ fig(34). El modelado da como resultado un coeficiente de seguridad mínima y máxima de 15 su cumpliendo con el propósito para la construcción del prototipo.

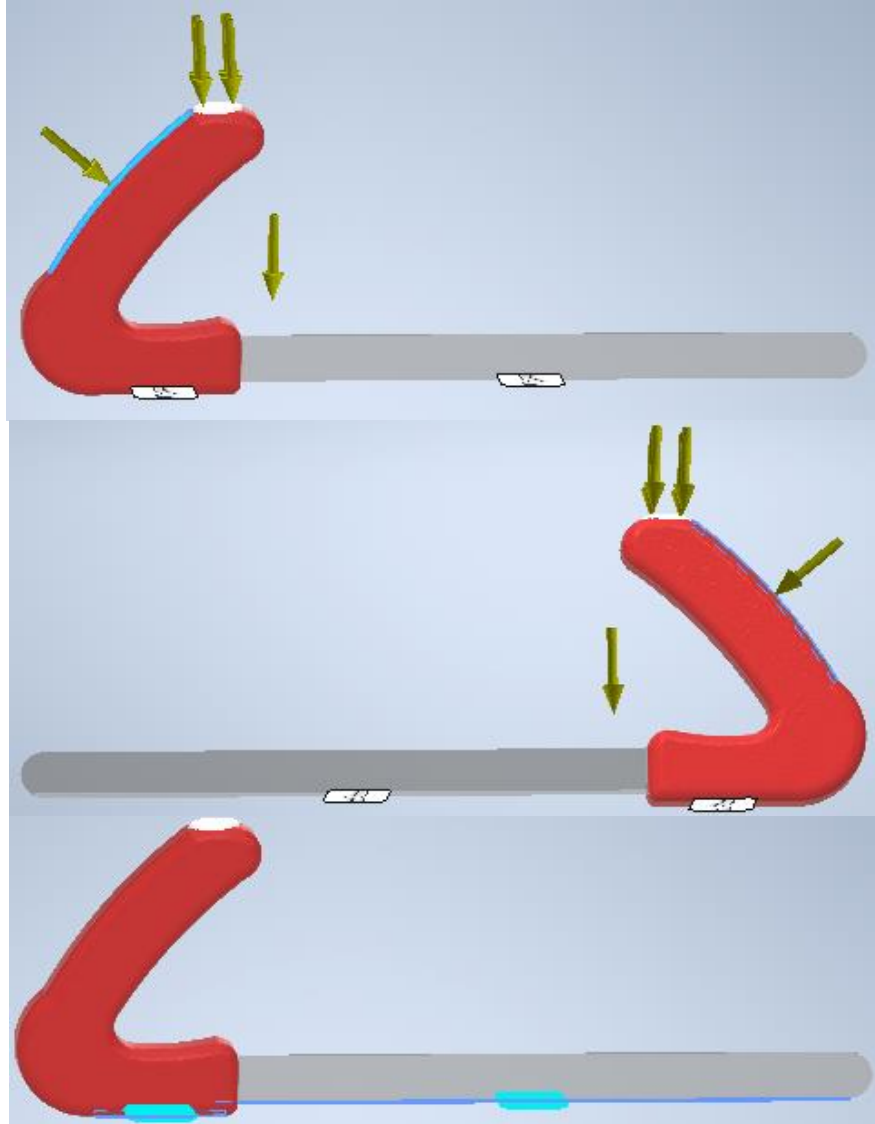


Figura 34 Tipo de carga = fuerza

Fuente: propia

Comprobaciones funcionales

Posterior al análisis de tensión del modelado y renderizado se decide hacer impresión 3D para dar inicio a la comprobación funcional de las tres propuestas.

Para la validación funcional se hace la compra de tres cuchillos jamoneros # 12 a los que se le extraen las hojas para hacer una relación constructiva de los componentes que se imprimieron en 3D.

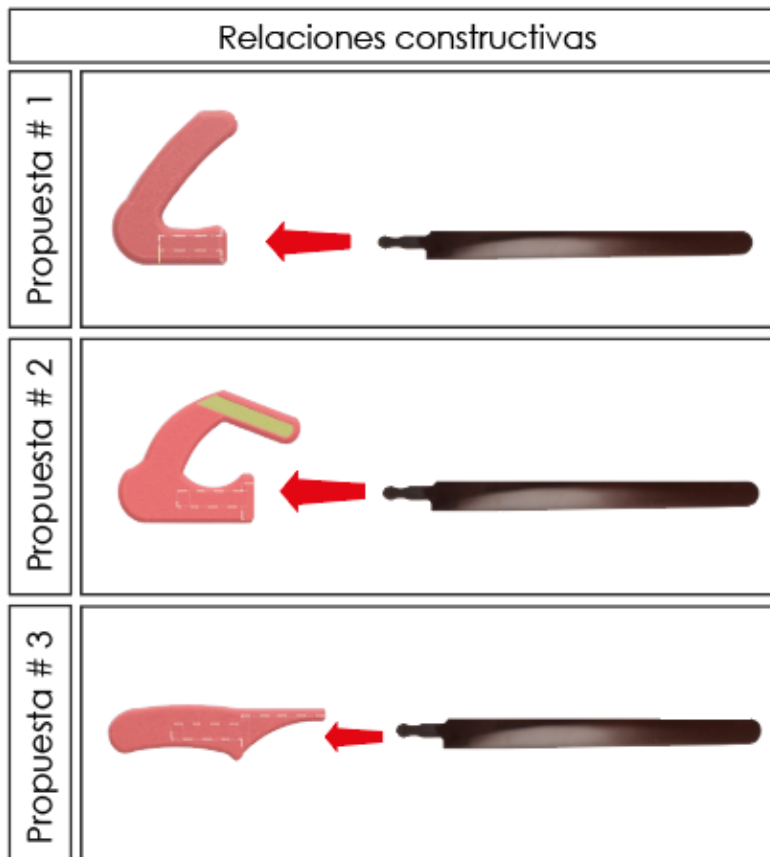


Figura 35 relaciones constructivas

Fuente: propia

La hoja es forjada con una espiga parcial que lleva dos muescas para que su fijación sea más fuerte, posteriormente es insertada en un molde que lleva la forma del mango para ser inyectado con polipropileno o ABS, estos son los materiales recomendados cuando se fabrican cuchillos para carnicerías por su resistencia a los golpes, bajos costo y no es un material absorbente de humedad.

En la construcción de las tres propuestas se utilizó pegamento epóxico llamado pegatanke para unir las hojas con los mangos.

Validación de partes y componentes de las propuestas

Se da inicio a la validación formal, funcional y comunicativa en aspectos ergonómicos, anatómicos y biomecánicos de las tres propuestas por lo que se empieza evaluando los componentes, partes, funciones principales, subfunciones y verbos funcionales de estas.

Evaluación partes y componentes			
Propuesta # 1	Componentes	Partes	Verbo funcional
	Función principal	Sub-función	
	Mango	Lomo	Presionar
		Cacha	Empuñar
		Talón	Golpear
		Defensa	Proteger
		Textura	Agarrar
Hoja	Filo	Cortar	
	Punta	Pinchar	

Figura 36 evaluación partes y componentes

Fuente: propia

Evaluación partes y componentes			
Propuesta # 2	Componentes	Partes	Verbo funcional
	Función principal	Sub-función	
	Mango	Lomo	Equilibrar - Dirigir
		Cacha	Empuñar
		Talón	Golpear
		Defensa	Proteger
		Textura	Agarrar
	Hoja	Filo	Cortar
Punta		Pinchar	

Figura 37 evaluación partes y componentes

Fuente: propia

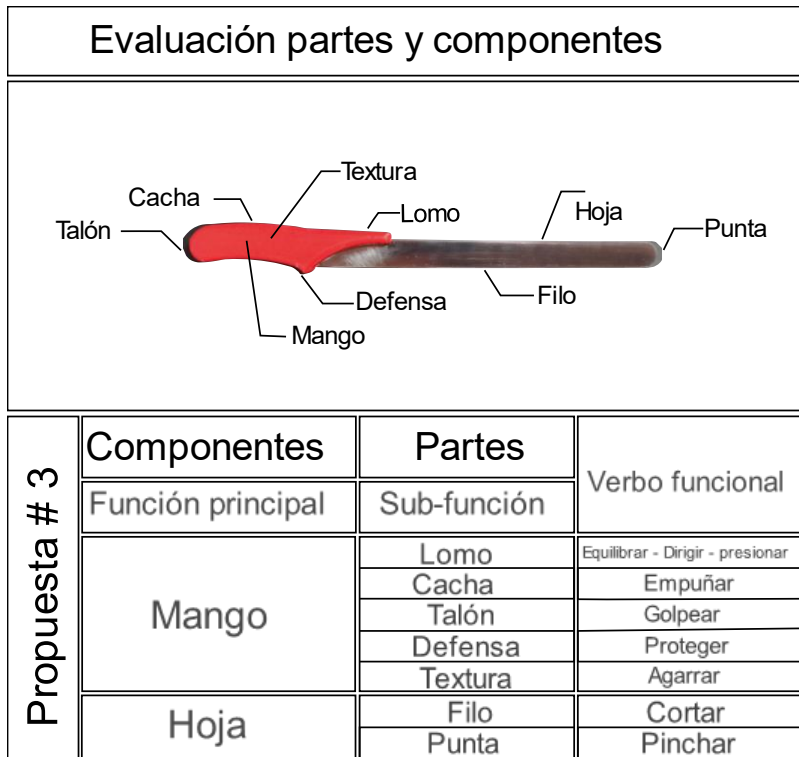


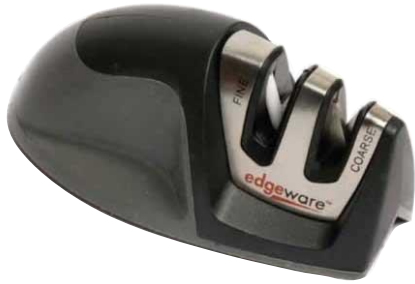
Figura 37 evaluación partes y componentes

Fuente: propia

Validación de uso en la fusión de afilar

El objetivo de la prueba es evaluar las tres propuestas con dos artefactos que se utilizan para generar el filo en las hojas de los cuchillos con el fin de evaluar la funcionalidad en aspectos ergonómicos, anatómicos y biomecánicos de la mano y muñeca.

Utensilios para afilar cuchillos



Afilador # 1



Afilador # 2

Afilador # 1: los afiladores manuales cuentan con al menos 2 marcos: 1 etiquetado como “grueso” y otro como “fino”. El marco grueso en realidad elimina el acero de la cuchilla para afilar el borde, mientras que el fino se utiliza para el mantenimiento diario

Afilador # 2: Las varillas de afilar también se conocen como afiladores de acero. Esta varilla en realidad no elimina el acero del cuchillo y técnicamente no lo afila, sino que empuja los bordes desalineados de nuevo en su lugar.

Figura 36 Utensilios para afilar cuchillos

Fuente: elaboración de la tabla propia -<https://es.wikihow.com/usar-un-afilador-de-cuchillos>

Perfil de los participantes

El plan de pruebas va ser considerado con 10 actores que refleje la variabilidad interindividual, en este caso son participantes que trabajan en el porcionado de cárnicos a la que

va estar sujeta el producto durante su operación y uso al permitir la evaluación de las tres propuestas teniendo como requerimientos el género, edad, espacio de trabajo, actividad, experiencia, variabilidad fisiológica.

Una vez escogidos los 10 participantes se inició una validación de los tres prototipos a partir de unas tablas que califican las tres propuestas de uno a cinco con los aspectos de ángulo, agarre, usabilidad y comunicación intuitiva.

Postura propuesta 1							
Item	Grados	Ángulo					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
2	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
3	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
4	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
5	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
6	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
7	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
8	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
9	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
10	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
Total		50					

Tabla 4

Fuente propia

Postura Propuesta 2							
Item	Grados	Ángulo					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
2	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
3	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
4	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
5	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
6	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
7	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
8	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
9	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
10	Posiciónn Inicial 0°					x	Pronación - No hay desviación cubital
Total		50					

Tabla 5

Fuente propia

Postura Propuesta 3							
Item	Grados	Ángulo					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
2	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
3	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
4	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
5	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
6	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
7	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
8	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
9	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
10	20°					x	Pronación 20°- No hay desviación cubital
Total		40					

Tabla 6

Fuente propia

Agarre Propuesta 1															
item	Textura					Sensación de seguridad					Presión en el tiempo				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1				x						x				x	
2				x						x				x	
3				x						x			x		
4					x					x			x		
5				x						x				x	
6					x					x			x		
7				x						x				x	
8				x						x				x	
9				x						x				x	
10										x				x	
Total	37					50					37				

Tabla 7
Fuente propia

item	Textura					Sensación de seguridad					Presión en el tiempo				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1				x						x				x	
2				x						x				x	
3				x						x				x	
4					x					x			x		
5				x						x				x	
6					x					x				x	
7				x						x					x
8				x						x				x	
9				x						x				x	
10										x				x	
Total	37					50					40				

Tabla 8
Fuente propia

Agarre Propuesta 3															
item	Textura					Sensación de seguridad					Presión en el tiempo				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1				x						50					x
2				x						x					x
3				x						x					x
4					x					x				x	
5				x						x				x	
6					x					x					x
7				x						x					x
8				x						x					x
9				x						x				x	
10										x					x
Total	37					50					47				

Tabla 9
Fuente propia

Usabilidad Propuesta 1															
item	Eficiencia del corte					Torción de la muñeca					Esfuerzo				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1			x							x			x		
2				x						x			x		
3			x							x				x	
4				x						x				x	
5				x						x				x	
6				x						x			x		
7			x							x			x		
8				x						x				x	
9				x						x				x	
10				x						x			x		
Total	35					50					36				

Tabla 10
Fuente propia

Usabilidad Propuesta 2															
item	Eficiencia del corte					Torción de la muñeca					Eesfuerzo				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1				x						x				x	
2				x						x				x	
3				x						x				x	
4				x	x					x				x	
5				x						x				x	
6				x						x				x	
7				x						x			x		
8				x						x				x	
9				x						x			x		
10				x						x			x		
Total	41					50					37				

Tabla 11
Fuente propia

Usabilidad Propuesta 3															
item	Eficiencia del corte					Torción de la muñeca					Eesfuerzo				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1					x					x					x
2					x					x					x
3					x					x					x
4					x					x				x	
5					x					x				x	
6					x					x					x
7					x					x					x
8					x					x					x
9					x					x					x
10					x					x					x
Total	50					40					48				

Tabla 12
Fuente propia

Comunicación Intuitiva

item	Propuesta 1					Propuesta 2					Propuesta 3				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1					x			x							x
2					x				x					x	
3					x				x						x
4				x				x						x	
5					x				x					x	
6			x						x					x	
7				x						x					x
8					x			x							x
9				x					x						x
10				x						x					x
Total	44					39					46				

Tabla 13

Fuente propia

Conclusiones

De acuerdo al análisis de la validación el prototipo # 3 fue el que dio mejores resultados a partir de la comunicación del usuario con el objeto generando un mejor agarre y postura evitando menos torción, cansancio físico y más rendimiento.

Referencias

-<https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/movimientos-repetidos-ambito-laboral>

- III Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación de Ingeniería Industrial
Universidad Santo Tomás. Facultad de Ingeniería Industrial. 1 de noviembre de 2019 p.44

- García, F. G., Silva, F. W. D., & Reis, D. R. (2014). Síndrome del túnel
carpiano. Revista Habanera de Ciencias Médicas, 13(5), 728-741..
<https://www.insst.es/documents/94886/518403/Normas+T%C3%A9cnicas+Dise%C3%B1o+Pu+estos+Trabajo->

-Giraldo Veloza, A., Lemus Plata, A., Mafla Mafla, D. J., & Oyola Cutiva, L. M. (2017).
Programa para el cuidado de la salud osteomuscular para las empresas Mipymes.

-González Morales, B. E., Gelves Valderrama, C. A., & Lagos Niño, M. (2021). El
síndrome del túnel carpiano en trabajadores de servicios generales en Colombia.

-Ballena-Ramos, A., Ramos-Huanca, P., & Suárez-Oré, C. A. (2021). Trastornos
musculoesqueléticos en trabajadores de salud de una clínica privada de Lima: Musculoskeletal
disorders among health workers of a private clinic of Lima city. Peruvian Journal of Health Care
and Global Health, 5(2).

-Rincón Becerra, O. (2016). Ergonomía y procesos de diseño: Consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

-del Pino, J. M. T. NTP 391: Herramientas manuales (I): condiciones generales de seguridad.

-Mahn Arteaga, J., & Romero Dapuyo, C. (2005). Evaluación de la fuerza de puño en sujetos adultos sanos mayores de 20 años de la Región Metropolitana.

-Melo, J. (2007). Ergonomía desde el punto de vista de la Higiene y seguridad Industrial.

-TFG-Cristina-GR-Diseño-y-fabricación-de-prótesis-mecánica-de-extremidad-superior

<https://www.behance.net/gallery/126882097/Marco-referencial>

Pérez Porto, J., Gardey, A. (9 de febrero de 2017). Definición de cuchillo - Qué es, Significado y Concepto. Definicion.de. Recuperado el 16 de enero de 2023 de <https://definicion.de/cuchillo/>

Tjalve, E. (2015). Diseño sistemático de productos industriales. Universidad El Bosque, Facultad de Diseño, Imagen y Comunicación.

<https://es.wikihow.com/usar-un-afilador-de-cuchillos>

