

Diseño de una herramienta para la remoción de rebaba de piezas de caucho de la empresa

Cadeli

Linda Johanna Tello Clavijo

Universidad Católica de Pereira

Facultad de Arquitectura y Diseño

Diseño industrial

Pereira

2019

Diseño de una herramienta para la remoción de rebaba de piezas de caucho de la empresa

Cadeli

Linda Johanna Tello Clavijo

Director:

Gustavo Adolfo Peña Marín

Universidad Católica de Pereira

Facultad de Arquitectura y Diseño

Diseño industrial

Pereira

2019

Tabla de Contenido

1. Definición del problema	8
2. Justificación	11
3. Objetivo general.....	16
4. Objetivos específicos	16
5. Marco teórico	16
5.1 Ergonomía aplicada al diseño industrial.....	17
- Factor Anatómico-fisiológico:.....	17
- Factor psicológico:	17
- Factor Objetual:	18
5.2 Riesgos profesionales	18
5.3 Salud ocupacional.....	19
5.4 Trabajo Muscular.....	20
- El trabajo muscular dinámico pesado:.....	20
- La manipulación manual de materiales:	20
- El trabajo estático:	20
- El trabajo repetitivo:	20
5.5 La biomecánica como objeto de estudio.....	20
5.7 Antropometría: medición del cuerpo humano	22
5.8 Herramientas manuales y requerimientos para su diseño.....	23
- Agarre de Fuerza	24
- Agarre de precisión.....	24
- Agarre de gancho.....	24
6. Marco legal	25
7. Antecedentes	26
8. Trabajo de campo.....	28
8.1 Análisis del personal del área de trabajo	28
8.2 Uso de herramientas para el proceso de pulido	30
8.3 Etapas del proceso de pulido y el uso de las herramientas	32
8.4 Niveles de producción de Cadeli	34
9. Metodología de diseño	36

10. Proceso de Diseño	39
10.1 Tipologías	39
10.2. Requerimientos.....	49
- Requerimientos de uso.....	49
- Requerimientos de Función	49
- Requerimientos estructurales.....	50
- Requerimientos Técnico-productivos.....	50
- Requerimientos legales.....	50
- Requerimientos económicos.....	51
- Requerimientos Formal-estéticos	51
- Requerimientos de identificación	51
- Requerimientos simbólico-comunicativos	51
- Requerimientos Ambientales.....	51
10.3 Concepto de Diseño.....	52
10.4 Alternativas.....	53
10.5 Evaluación de Alternativas	56
10.6 Diseño de detalles	58
10.7 Modelos o Simuladores	59
10.8 Propuesta final	61
10.9 Render.....	61
10.10 Secuencia de Armado y uso.....	62
10.11 Planos.....	64
10.12 Despiece.....	68
10.13 Proceso Productivo	69
10.14 Materiales	70
10.15 Prototipo	70
10.16 Costos	72
10.17 Viabilidad.....	73
10.18 Paralelo de ventajas	74
11. Conclusiones	75
12. Referencias bibliográficas	76

Lista de tablas

Tabla 1. Tabla explicativa del proceso de pulido de 4 piezas. Fuente: Elaboración Propia	31
Tabla 2. Uso de cada herramienta de pulido dividida por etapas. Fuente: Elaboración Propia	32
Tabla 3. Análisis de las herramientas con respecto a la pieza de caucho intervenida. Fuente: Elaboración Propia	33
Tabla 4. Análisis de unidades y tiempos de producción de 3 piezas. Fuente: Elaboración Propia	34
Tabla 5. Estudio Analógico 1. Fuente: Elaboración Propia	39
Tabla 6. Estudio Analógico 2. Fuente: Elaboración Propia	40
Tabla 7. Estudio Analógico 3. Fuente: Elaboración Propia	41
Tabla 8. Estudio Analógico 4. Fuente: Elaboración Propia	42
Tabla 9. Estudio Analógico 5. Fuente: Elaboración Propia	43
Tabla 10. Estudio Analógico 6. Fuente: Elaboración Propia	44
Tabla 11. Estudio Analógico 7. Fuente: Elaboración Propia	45
Tabla 12. Estudio Analógico 8. Fuente: Elaboración Propia	46
Tabla 13. Estudio Analógico 9. Fuente: Elaboración Propia	47
Tabla 14. Estudio Analógico 10. Fuente: Elaboración Propia	48
Tabla 15. Requerimientos de uso. Fuente: Elaboración Propia	49
Tabla 16. Requerimientos de Función. Fuente: Elaboración Propia	49
Tabla 17. Requerimientos estructurales. Fuente: Elaboración propia	50
Tabla 18. Requerimientos Técnico-productivos. Fuente: Elaboración Propia	50
Tabla 19. Requerimientos legales. Fuente: Elaboración propia	50
Tabla 20. Requerimientos económicos. Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 21. Requerimientos Formal-estéticos. Fuente: Elaboración Propia	51
Tabla 22. Requerimientos de identificación. Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 23. Requerimiento simbólico-comunicativos. Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 24. Requerimientos Ambientales. Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 26. Selección de mango para la herramienta. Fuente: Elaboración propia	56
Tabla 27. Descripción de los materiales utilizados en el proyecto. Fuente: Elaboración propia ...	70
Tabla 28. Tabla de Costos completos. Fuente: Elaboración propia	72
Tabla 29. Costos de producción sin moldes. Fuente: Elaboración propia	72

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Fotografías del estado de las manos de las trabajadoras de Cadeli. Fuente: Elaboración propia.....	11
<i>Figura 2.</i> Distribución del espacio en la empresa Cadeli. Fuente: Elaboración Propia.....	12
<i>Figura 3.</i> Variación en los tipos de agarre. Fuente: (Freivalds, 2009)	24
Figura 4. Antes y después de pieza antivibrante campana A-116. Fuente: Elaboración propia	29
Figura 5.Foto del movimiento de pulimento. Fuente: Elaboración propia	30
Figura 6.Foto del movimiento de pulimento. Fuente: Elaboración propia	30
<i>Figura 7.</i> Esquema de la metodología design Thinking. Fuente: (Dinngo, 2020).....	36
Figura 8.Aplicación de la metodología en el proyecto. Fuente. Elaboración propia	38
Figura 9. Desarrollo de concepto de diseño. Fuente: Elaboración propia.....	53
Figura 10. Alternativa N°1. Fuente: Elaboración propia	54
Figura 11. Alternativa N°2. Fuente: Elaboración propia	54
Figura 12. Alternativa N°3. Fuente: Elaboración propia	55
Figura 13. Alternativa N°4. Fuente: Elaboración propia	55
Figura 14. Forma principal de la cuchilla de corte. Fuente: elaboración propia.....	56
Figura 15. Alternativa final seleccionada. Fuente: Elaboración propia	57
Figura 16. Parte 1 diseño de detalles. Fuente: Elaboración propia	58
Figura 17. Parte 2 de diseño de detalles. Fuente: Elaboración propia	59
Figura 18. Impresión 3d del primer acercamiento físico de la herramienta. Fuente: Elaboración propia.....	60
Figura 19. Impresión 3d del primer acercamiento funcional al prototipo. Fuente: Elaboración propia.....	60
Figura 20. Prototipo final. Elaboración propia.....	61
Figura 21. Render final. Fuente: Elaboración propia	62
Figura 22. Secuencia de armado de la herramienta completa. Fuente: Elaboración propia	63
Figura 23. Secuencia de uso. Fuente: Elaboración propia	64
Figura 24. Plano del mango. Fuente: Elaboración propia	65
Figura 25. Plano de cabezal. Fuente: Elaboración propia	66
Figura 26. Plano de cuchilla. Fuente: Elaboración propia	67
Figura 27. Plano de despiece de la herramienta. Fuente: Elaboración propia	68
Figura 28. Proceso productivo de la herramienta. Fuente: Elaboración propia	69
Figura 29. Prototipo y factor humano. Fuente: elaboración propia	71
Figura 30. Prototipo. Fuente: Elaboración propia	71
Figura 31. Paralelo de ventajas de la herramienta diseñada. Fuente: Elaboración propia	75

Resumen

En el siguiente documento denominado “Diseño de una herramienta para la remoción de rebaba de piezas de caucho de la empresa Cadeli” se encuentra el proceso de investigación y de diseño aplicado a la solución de una problemática real perteneciente a la ergonomía laboral en el sector industrial, específicamente en la empresa Cadeli, productora de piezas de caucho para diversas compañías de la región.

Aquí se expone la aplicación del diseño industrial en el desarrollo de herramientas para mejorar la postura de trabajadores del área de pulido de dicha empresa, minimizando accidentes laborales y optimizando las condiciones de trabajo a las que se encuentran expuestos.

Palabras Clave: Ergonomía, diseño de herramienta, seguridad laboral, usabilidad.

Abstract

In the following document called "Design of a tool for the removal of burrs of rubber parts from the Cadeli company" is the research and design process applied to the solution of a real problem pertaining to work ergonomics in the industrial sector, specifically in the company Cadeli, producer of rubber parts for various companies in the region.

Here the application of industrial design is exposed in the development of tools to improve the posture of workers in the polishing area of said company, minimizing workplace accidents and optimizing the working conditions to which they are exposed.

Key Words: Ergonomics, tool design, occupational safety, usability.

Introducción

La producción de caucho a nivel nacional tiene un alto nivel de importancia ya que la mayoría de sus productos finales son piezas pertenecientes al sector ingenieril, automotriz y eléctrico. (DANE, Metodología del censo de unidades productoras de plantaciones de caucho , 2009) Por ello se considera relevante la intervención del diseño industrial en empresas productoras de caucho de la región como Cadeli, que después del estudio de sus diversas etapas productivas se detecta la necesidad de la mejora o cambio de la herramienta empleada para el pulimento de piezas de caucho, que salen del proceso de vulcanizado en moldes de prensa hidráulicos.

Es así como nace este proyecto, que desarrolla una nueva herramienta para el sector industrial, teniendo en cuenta características ergonómicas y formales, respetando normativa legal colombiana, mediante un proceso metodológico ordenado, dando como resultado una serie de elementos finales que forman un producto integral.

1. Definición del problema

El caucho es un material de origen natural o sintético cuyas aplicaciones industriales son de gran variedad e interés para el desarrollo de diferentes sectores económicos del país como el de transporte, con su aplicación en neumáticos, piezas de autopartes; O el sector eléctrico, con aplicación en todo tipo de cableados. A nivel mundial los grandes productores de este material elástico se encuentran ubicados en zona asiática, como Indonesia, Tailandia y Malasia, en América latina Brasil encabeza la lista y le siguen Guatemala y México (económicos, 2017)

La evolución histórica del caucho en Colombia se remonta a tiempos de incluso antes de la conquista, sin embargo, su extracción y procesamiento se intensificó cerca del año 1789 dando

como resultado el nacimiento de las primeras empresas que se dedican a trabajar este material como son la Casa Elías Reyes y hermanos, Compañía del Caquetá, Compañía cauchera Calderón, entre otras. (Sierra, 2017)

Por otro lado el desarrollo empresarial en Risaralda no es ajeno a la evolución de la economía impulsada por la producción de piezas y elementos de caucho, según el DANE y su directorio estadístico de empresas Risaralda tiene un total de 7.808 empresas registradas, de las cuales el 92% corresponde a los municipios de Pereira y Dosquebradas, también según la división de actividades económicas CIU el 19% de estas empresas se dedica a actividades de sección G, es decir, de comercio al por mayor y menor, reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos. (DANE, Geoportal , 2017)

Así pues, se sabe que una de las actividades económicas importantes de Risaralda se enfoca al sector de autopartes, cuyas piezas se fabrican de caucho mediante procesos de vulcanización, extrusión y autoclave como se realiza justamente en la empresa Cadeli que se especializa en la fabricación de piezas para los sectores industrial, eléctrico y de autopartes.

Cadeli está activa desde el año 2008 en el municipio de Dosquebradas/Risaralda siendo una empresa innovadora en la época debido a la ausencia de empresas dedicadas a la producción de piezas de caucho, contactándose con grandes empresas productoras de vehículos como Suzuki, Ayco, Umo (Autopartes), entre otras. (Cadeli, 2016) Laboran entonces 9 personas que son las encargadas del buen funcionamiento de todas las áreas que componen la empresa: almacenamiento, extrusión, prensado, pulimento, empaçado y administración.

Actualmente, el área de pulimento de Cadeli está compuesta por 4 mujeres que se encargan de recibir las piezas que salen del proceso de moldeo y prensado, ellas realizan la

remoción de la rebaba o material sobrante del prensado, dándole a las piezas el acabado final necesario para continuar con el proceso productivo y seguir con el empaque de dichas piezas.

Este proceso de pulimento generalmente es realizado con herramientas de corte como tijeras, bisturí y algunas pinzas. También en esta área de trabajo se usa una herramienta comúnmente llamada “pata de cabra”, perteneciente al sector estético, usada para la remoción de cutícula de las uñas en salones de belleza, debido a que la forma de su parte metálica, encargada de realizar cortes, es muy útil para la remoción de rebaba de algunas piezas de caucho cuyas formas acanaladas son difíciles de pulir haciendo uso de otras herramientas.

Sin embargo, esta herramienta, al no haber sido diseñada para el corte de este material, tiene grandes desventajas como:

- Sus dimensiones son de 9 x 1 cm aproximadamente, estas medidas corresponden a una herramienta para acabados finos y de menor tamaño al que se realiza en Cadeli, al ser tan pequeña las operarias tienen poco control sobre la fuerza ejercida sobre ella para pulir, dando como resultado algunos cortes en las manos de dichas trabajadoras.
- Su parte metálica se desafila rápidamente, este desgaste se debe primero a la diversidad de tipos de caucho que se pulen, y segundo la debilidad del metal con el que está fabricado. Las operarias entran en proceso entonces de afilar esta herramienta con lijas de bajo calibre para continuar con su trabajo y este afilamiento no tiene mucha duración debido a la gran cantidad de piezas que se pulen en las jornadas de trabajo.
- La cuchilla de corte se rompe con mucha rapidez, debido al desgaste de material que sufre cuando es afilada, dando por finalizada su vida útil generando la necesidad de adquirir

otra para repetir todo lo anterior, así que esta es una herramienta que genera un gasto económico en la empresa.

Debido a las desventajas anteriormente mencionadas, en el área de pulido se evidencia el estado de las manos de algunas de ellas recubiertas de microporo protegiendo algunas heridas a causa del uso de la pata de cabra o simplemente a modo de prevención de estas heridas. En la Figura 1 se pueden observar las manos de una trabajadora con una morfología diferente debido a un accidente sufrido antes de ingresar a Cadeli, que, si bien no impide que lleve a cabo su labor, se dificulta aún más con las características y uso de la pata de cabra



Figura 1. Fotografías del estado de las manos de las trabajadoras de Cadeli. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo optimizar el proceso de remoción de rebaba de piezas de caucho, a favor de la seguridad de las trabajadoras del área de pulido de la empresa Cadeli?

2. Justificación

Este trabajo se articula con el proyecto de investigación titulado “Aprovechamiento del residuo de caucho vulcanizado en el desarrollo de materiales y productos de diseño para beneficio

social y ambiental.” Aprobado en convocatoria interna de la Universidad Católica en 2017, ahora trabajando diferentes temas de intervención en Cadeli con el objetivo de orientar y realizar un acompañamiento a la empresa, además de abrir un espacio donde los estudiantes puedan mostrar su desempeño en proyectos que son de beneficio laboral para la entidad y de beneficio académico para dichos alumnos.

Con el aprovechamiento de este espacio se realizan visitas de observación para la identificación de posibles fallas o problemas de diseño que puedan ser acogidos y analizados para plantear soluciones, así como es este caso, en el que este proyecto atiende a una necesidad identificada en la producción de piezas de caucho, específicamente en el proceso de pulido y acabado de dichas partes para su distribución, correspondiendo a la generación de herramientas manuales seguras y eficaces, mejorando el ambiente laboral y el desarrollo de las tareas realizadas por las trabajadoras del área de pulido.

Ahora, Cadeli tiene diferentes estaciones de trabajo que componen un sistema general de empresa como se muestra en la figura 2. El área de pulido (Señalada en color rojo) entonces se encuentra en medio de dos procesos importantes como son: Moldeo y empaclado.

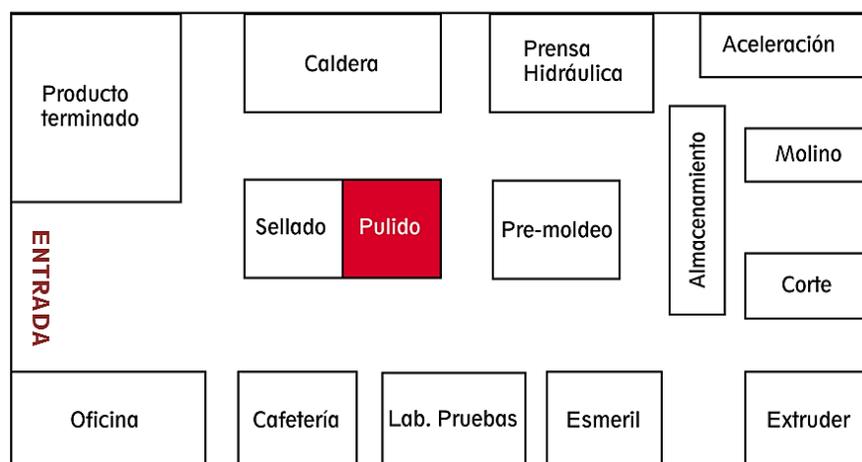


Figura 2. Distribución del espacio en la empresa Cadeli. Fuente: Elaboración Propia

Por un lado, en el momento en el que el área de moldeo termina su proceso almacena las piezas con rebaba en canastas, así las mujeres de esta área pueden acceder a ellas en los momentos en que están en capacidad productiva de trabajarlas, por otro lado, el área de empaque tiene más momentos de movimiento cuando las piezas se encuentran pulidas y almacenadas para un trabajo continuo. Teniendo en cuenta estas consideraciones cabe resaltar que la intervención en el proceso de pulido mejora la capacidad productiva de la empresa, ya que el área de moldeo no se encontraría almacenando una gran cantidad de piezas y el área de empaque se encontraría en constante movimiento.

“la productividad y la calidad están directamente relacionadas con el diseño de las condiciones de trabajo. Una medida económica directa de la productividad, los costes del absentismo por enfermedad, está relacionada con las condiciones de trabajo. Así, debería ser posible aumentar la productividad y la calidad y evitar el absentismo prestando más atención a la concepción de las condiciones de trabajo” (Vedder, 2012)

Teniendo en cuenta también la condición anteriormente mencionada en que se encuentra la salud a largo plazo de las trabajadoras del área de pulido de la empresa, el desarrollo de este proyecto es de suma pertinencia en el mejoramiento de la calidad de labor desempeñada por ellas, velando por su seguridad laboral. Es de suma importancia incorporar métodos que fortalezcan los aspectos ergonómicos, debido al alto grado de probabilidades que existen de contraer una patología provocada por la ejecución de su labor o incluso provocar lesiones aún más severas en caso de que ya posea alguna. Es por esto que se debe persistir en la elaboración de elementos que ataquen esta falencia y disminuyan los factores que alteran el bienestar tanto físico como mental de los trabajadores.

Por otro lado, el desgaste y fin de la vida útil de la pata de cabra en la empresa representa un gasto considerable, ya que esta herramienta debe ser reemplazada por trabajadora en un tiempo mínimo de 1 vez por día, cada una de estas tiene un valor de \$800 pesos colombianos, por lo que semanalmente Cadeli está teniendo un gasto económico aproximado de \$32.000 pesos, gasto que cambiaría radicalmente con la inclusión de la nueva herramienta diseñada, que también tendría un efecto altamente positivo en la productividad de la empresa, ya que no se presentarían momentos de cambio de herramienta ni afilamiento de la misma, mejorando los tiempos de entrega de piezas, cabe destacar que las repercusiones económicas son un aspecto de suma importancia a nivel empresarial a la hora de precisar la rentabilidad de un proyecto. La herramienta planteada propone, además, una alteración a la idea de negocio que se lleva en la empresa hasta ahora proporcionando una vida operativa mucho más extensa y así lograr una transición productiva e impacto en el medio ambiente

La intervención a través del diseño industrial en esta necesidad es fundamental para el desarrollo del proyecto y para el mejoramiento paulatino de las condiciones de trabajo de la empresa Cadeli, teniendo en cuenta que según la más reciente definición de diseño industrial realizada por WDO (World Design Organization) El diseño industrial es un proceso estratégico de resolución de problemas que impulsa la innovación, genera éxito empresarial y conduce a una mejor calidad de vida a través de productos, sistemas, servicios y experiencias innovadores. (WDO, 2020)

Así entonces se realiza una entrevista con una profesional de fisioterapia fuertemente relacionada con temas de ergonomía (Andrade, 2018) teniendo como resultado que los mayores riesgos que se corren en esta empresa con el uso de la herramienta de “pata de cabra” son a largo plazo enfermedades tales como deformaciones óseas, tendinopatías en las manos, lesiones por

esfuerzos repetitivos, entre otros. Según la enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo “Uno de los principales riesgos a que están expuestos los trabajadores cuando manipulan un neumático vulcanizado son los movimientos repetitivos” (Louis D. Beliczky, 2001)

Si bien en el mercado los productos para el pulimento de caucho son en su mayoría brocas de piedras, con características especiales para el desgaste de este material, en la empresa Cadeli se requiere una herramienta de corte para un acabado fino, debido a que la remoción del material sobrante de las piezas que producen debe ser preciso y su textura lisa sin intervenir la calidad del producto. Es por esto que se piensa en el desarrollo de una herramienta que cumpla con características similares a la “pata de cabra” correspondiendo a uno de los 10 principios del buen diseño como lo menciona Dieter Rems en la película *Objetified* (Hustwit, 2009) “El objetivo primordial de un producto es su utilidad. Su diseño es primordialmente práctico”. Su funcionalidad y operatividad ataca contundentemente las afecciones de la herramienta actual y que no comprometa la seguridad de las operarias.

Las herramientas son elementos que se caracterizan por ser apoyo para la realización de diversas tareas, específicamente para la distribución o potenciación de fuerzas que sin este soporte son llevadas a cabo difícilmente, por ello es necesario tener en cuenta que “el diseño de herramientas (su peso, forma, ajuste para el usuario y la tarea), el diseño del puesto de trabajo (el tamaño, la forma y el diseño), y la forma en que se programan las tareas son todos factores clave para que el uso de herramientas manuales sea seguro y libre de riesgos.” (Acevedo, 2016) La investigación y aplicación de elementos pertenecientes a la antropometría y biomecánica, articulando disciplinas como la ergonomía y la ingeniería para el desarrollo y diseño de herramientas es vital para dar solución a la situación presentada.

Es importante saber que el desarrollo de este proyecto y el cumplimiento de sus objetivos, hace parte de diversos puntos trazados en el plan de desarrollo municipal de la ciudad de Dosquebradas/Risaralda 2016 -2019 (CAM, 2016), que es donde se encuentra la empresa Cadeli. Así puntos pertenecientes al componente estratégico de este plan como “Acompañar y fortalecer técnica, logística, comercial y financieramente a pequeñas y medianas empresas” y el “Acompañamiento en la creación de nuevas unidades productivas o microempresas que se generen en el cuatrienio” estarían complementados con el desarrollo de este proyecto.

3. Objetivo general

Diseñar una herramienta manual que permita la remoción de la rebaba de piezas de caucho mejorando su acabado final, a favor la seguridad de las trabajadoras del área de pulido en la empresa Cadeli

4. Objetivos específicos

- Mejorar el acabado final de las piezas de caucho por medio de una herramienta de corte que facilite la remoción de rebaba de dichas piezas
- Implementar características ergonómicas apropiadas para la seguridad del operario durante la acción de corte de rebabas
- Implementar tecnologías y recursos de fabricación de la empresa Cadeli para el desarrollo del prototipo funcional

5. Marco teórico

El diseño industrial es una profesión multidisciplinar, que en su proceso de generación de nuevos productos o servicios requiere de la intervención de otros profesionales con el fin de

asegurar el éxito de dichos proyectos, es por esto que para el desarrollo de esta herramienta es necesario recurrir a diversas ramas del conocimiento para articular los procesos metodológicos del diseño y obtener un producto integral, de la siguiente manera:

5.1 Ergonomía aplicada al diseño industrial

La ergonomía según (Flores, 2001) es la disciplina que estudia las relaciones que se establecen entre el usuario y los objetos al desempeñar cualquier actividad en un entorno específico, propone un trinomio esencial para la comprensión de la ergonomía enfocada al diseño industrial compuesto por Usuario – Objeto – Entorno, que se complementa con el uso y secuencias de uso de dichos elementos.

Por ello esta rama es de vital importancia para el desarrollo de este proyecto, ya que para el diseño de esta herramienta se tuvieron en cuenta factores de la ergonomía tales como:

- **Factor Anatomo-fisiológico:** Se encarga de estudiar de forma conjunta la fusión entre la anatomía y la fisiología del cuerpo humano, detectando las capacidades, limitaciones y características físicas en relación con los objetos y el entorno buscando beneficiar al usuario sin poner en riesgo su integridad física. Todas las lesiones que sufre el aparato locomotor por la adopción de posiciones incorrectas o el mal uso de objetos se conocen con el nombre de desórdenes por trauma acumulado. Estas lesiones pueden ocurrir por diversos motivos tales como: Malas relaciones antropométricas entre objeto usuario, movimientos repetitivos y el manejo inadecuado de cargas excesivas
- **Factor psicológico:** En el caso del diseño y el desarrollo de nuevas herramientas manuales de trabajo este factor se interviene desde una perspectiva industrial, que se encarga de asegurar que el diseño realizado incluya las capacidades y/o limitaciones de

las personas que van a operarlo, teniendo en cuenta el órgano sensorial correspondiente a la herramienta que se va a generar.

- **Factor Objetual:** Este factor es definido como el resultado del proceso de diseño y creación de objetos, compuesto por propiedades y características como: Peso, color, forma, textura, entre otros. Estos factores son considerados los requerimientos particulares que el análisis ergonómico arroja y aporta al proyecto.

La ergonomía entonces es una herramienta guía para el desarrollo de nuevos elementos ya que permite articular el ser humano y los objetos, y con la ampliación de los conocimientos adquiridos con el diseño industrial se complementan los saberes necesarios para dar solución a la problemática planteada.

5.2 Riesgos profesionales

Los riesgos profesionales según el ministerio de salud colombiano se consideran una tesitura latente de peligro, proporcionada directamente e indirectamente por la ejecución de su ejercicio laboral y así representar una coyuntura, que atente contra su integridad y la realización de sus actividades (Ministerio de salud y protección social), desencadenado un proceso poco conveniente como lo son los accidentes laborales, catalogado como toda acción que influya daño del trabajador siempre y cuando este esté realizando la acción para la cual fue contratado. Esto a su vez desencadena una trascendencia conllevando a una enfermedad laboral, clasificándola como un estado patológico concebido a la ejecución de las tareas asignadas en la empresa.

Es importante conocer estos términos y el impacto que tiene en los trabajadores de las empresas para mitigar dichos riesgos mediante la intervención del diseño industrial y la generación de herramientas adecuadas para las labores que se deben desarrollar en cada área de trabajo.

El diseño al ser partícipe de la configuración de objetos y la interpretación de la problemática, se adaptó a las diversas exigencias para contribuir al desempeño de los trabajadores y la salud de estos mismos y a su vez mejorando la productividad de la empresa.

5.3 Salud ocupacional

Debido a la carencia de herramientas que puedan proporcionar un mejor desempeño en el ámbito laboral, se percibe que los instrumentos utilizados van en contra de los protocolos de seguridad y salud en el trabajo, teniendo en cuenta que a futuro el continuo uso de estos va a tener repercusiones negativas en la salud del operario y a su vez para la empresa quien es la que debe garantizar la salud y el cuidado del empleado mientras labore en la misma

Ya que se precisa una alteración de seguridad por la carencia de utensilios que permitan un completo y continuo desarrollo de las actividades que se ejecutan en la empresa, se genera un ambiente desfavorable no solo para la empresa sino también para el empleado. Según el plan de seguridad y salud en el trabajo, se puede afirmar que el trabajo es un aspecto importante para un óptimo desarrollo tanto social como personal y este mismo contrae alteraciones tanto positivas como negativas (Ministerio de cultura, 2019). Los efectos perjudiciales que origina el uso de una herramienta inadecuada pueden implicar un desperfecto en la actividad de los operarios y esto se puede interpretar como un descenso de productividad.

Debido a las desventajas tanto ergonómicas y productivas las cuales están asociadas a evidentes lesiones laborales, el diseño industrial puede abordar y desarrollar herramientas e implementos acoplados a las necesidades actuales, garantizando así que la salud de los empleados no se vea afectada y a su vez minimizando el impacto ocupacional que genera la carencia de los mismos. Ya que la investigación generada proporciono los elementos necesarios para identificar

las medidas correctivas y los riesgos a los que se exponen los operarios obteniendo así una respuesta de diseño encaminada a la solución de esta problemática.

5.4 Trabajo Muscular

Dentro de los componentes del gran tema de la ergonomía se encuentra también el trabajo muscular (Vedder, 2012), estudiado en este caso en el aspecto laboral y aplicarlo directamente al proyecto. Así el trabajo muscular laboral se divide en 4 partes importantes que son:

- **El trabajo muscular dinámico pesado:** Lo hallamos en las actividades forestales, agrícolas y en la construcción.
- **La manipulación manual de materiales:** Es común, por ejemplo, en las labores de enfermería, transporte y almacenaje,
- **El trabajo estático:** Existe en las oficinas, en la industria electrónica y en las tareas de mantenimiento y reparación.
- **El trabajo repetitivo:** pueden encontrarse, por ejemplo, en las industrias de procesamiento de alimentos y de la madera.

Es importante destacar que la manipulación manual de materiales y el trabajo repetitivo son básicamente trabajos musculares dinámicos o estáticos, o una combinación de ambos. Ahora, comprender estos movimientos y afecciones musculares es de vital importancia para el diseñador industrial en el desarrollo de nuevas herramientas, ya que de esta forma y con ayuda de los conocimientos sobre ergonomía se pueden generar ideas y alternativas que cambien las posturas de ciertas partes del cuerpo, mitigando complicaciones médicas a corto y largo plazo.

5.5 La biomecánica como objeto de estudio

La biomecánica según (Vedder, 2012) es la ciencia que estudia la forma en que el organismo ejerce fuerza y genera movimiento, contribuye a sugerir diseños de tareas que eviten

lesiones o bien, a mejorar tareas mal diseñadas a partir del análisis de los movimientos naturales del cuerpo. Esta disciplina se fundamenta principalmente en la anatomía, matemáticas y física, sin embargo, sus disciplinas más cercanas son la antropometría (encargada del estudio de las medidas del cuerpo humano y su relación), la cinemática (encargada del estudio de los principios de la mecánica) y la fisiología del trabajo (estudio sobre la anatomía en relación con el movimiento humano).

Esta disciplina es de gran importancia en el área de salud en el trabajo ya que permite conocer y entender por qué algunas tareas generan daños o enfermedades, ya sea a corto o largo plazo, y de esta manera minimizarlos en la mayor medida posible mediante la intervención del diseño industrial, en este caso con el diseño de herramientas para el sector industrial y empresarial. Algunas de las enfermedades más comunes que se encuentran en el sector laboral son la tensión muscular, problemas en las articulaciones, problemas de espalda y fatigas que pueden presentarse debido a sobrecargas repentinas o bien pueden ser indicadores de que el cuerpo ha estado aplicando fuerzas excesivas durante muchos años.

La biomecánica también da paso a la comprensión de conceptos como trabajo y energía aplicados a la eficiencia de un movimiento, un movimiento eficiente es aquel en el cual una cantidad dada de trabajo es hecha con un mínimo gasto de energía (Suárez, 2009), así la biomecánica está más relacionada con la efectividad de una labor, es decir, el uso de movimientos apropiados para ejecutar de una manera adecuada y útil los objetivos de dicha labor. Así es de vital importancia tener claro que tan eficiente es el trabajo de pulir piezas con la herramienta diseñada mediante experimentación y observación de labores.

5.7 Antropometría: medición del cuerpo humano

La antropometría según (Panero, 1979) se define como la ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencias en los individuos, grupos, etc. Esta ciencia no sólo se enfoca en la recopilación de datos de medición del cuerpo, también tiene en cuenta la edad, sexo, raza, entre otros que influyen directamente con dichos datos, por lo que un trabajo antropométrico realizado por ejemplo a un grupo laboral o estudiantil consiste en la segmentación completa de dicho grupo, con la finalidad de llegar a un resultado integral para la toma de decisiones posteriores.

Ahora, la antropometría como objeto de apoyo en el diseño de nuevas herramientas, máquinas y estaciones de trabajo, se opera bajo 3 supuestos (Piñeda, 2007):

1. Que el diseño sea para una persona
2. Que sea para un grupo de trabajadores
3. Que sea para una población de trabajadores numerosa

Esto para determinar el tipo de análisis que se ha de realizar, micro o macro, teniendo en cuenta métodos de trabajo, posturas, movimientos, fuerzas aplicadas y manipulación de dispositivos y obtener un informe completo como se mencionaba anteriormente.

Así se llega a la conclusión de que la antropometría es una herramienta importante de la ergonomía que, al permitir conocer medidas sobre el cuerpo humano indica las dimensiones requeridas para espacios de trabajo, herramientas y equipos necesarios para desempeñar cargos laborales de manera óptima, abriendo un campo amplio para entrar al proceso de diseño.

5.8 Herramientas manuales y requerimientos para su diseño

Según (Trabajo I. N., 2016) una herramienta es un elemento útil, simple funciona únicamente bajo la fuerza humana, independiente de su accionamiento, que puede ser mediante motores eléctrico, combustión interna, medio hidráulicos o neumáticos. Teniendo en cuenta esta definición se presentan 2 aspectos diferentes de vital importancia para el buen desempeño de una tarea con apoyo en herramientas y son su selección y uso.

En el proceso de selección de una herramienta se deben tener en cuenta factores como si el usuario es zurdo o diestro, para que su uso sea adecuado, estos dos aspectos se complementan siempre en el desarrollo de una tarea. Cabe resaltar que el mal diseño de una herramienta puede desencadenar problemas médicos, accidentes laborales y demás situaciones que pueden poner en riesgo la integridad del trabajador.

Ahora, para la selección de una herramienta se deben tener en cuenta 3 factores principales que son (Trabajo I. N., 2016):

- **Características de la actividad o tarea:** Tipo de tarea / Espacio y ambiente de trabajo
- **Análisis postural y biomecánico:** Postura del cuerpo / Postura de la mano / Naturaleza del agarre / Fuerza del agarre / Acoplamiento
- **Análisis de herramienta:** Forma de la herramienta / Dimensión / Material de la herramienta y superficie del mango

Por otro lado (Vedder, 2012) dice que una herramienta se compone de cabeza y mango, y que esta debe ajustarse a las necesidades de distintos usuarios, deja claro que entre capacidades y limitaciones suelen surgir diferentes problemas de diseño, sin embargo se debe tener en cuenta que la forma y función de dicha herramienta están sujetas a cierto grado de modificación, justamente para facilitar el proceso de adaptabilidad con el usuario.

Existen 3 agarres principales, con los que se pueden llevar a cabo prácticamente todas las actividades humanas manuales, son:

- **Agarre de Fuerza:** La sujeción se da en forma de abrazadera formada por los dedos, este agarre suele ser cilíndrico, involucra la palma de la mano y el pulgar ejerciendo presión, un ejemplo claro de esto es la sujeción de un martillo.
- **Agarre de precisión:** En este caso la sujeción se da por la intervención de los dedos, ya que la herramienta queda sujeta entre la parte flexora de los dedos y el pulgar. Un ejemplo claro de este agarre es el que se da cuando se trabaja con un destornillador. Este tipo de agarre ofrece un 20% de la fuerza ejercida en comparación al agarre de fuerza.
- **Agarre de gancho:** Este agarre se usa cuando no es necesario aplicar fuerza, solo se necesita sujetar, en este caso el objeto queda suspendido entre los dedos flexionados. Las herramientas pesadas deberían diseñarse bajo este agarre.

En la Figura 3 se pueden apreciar algunas variaciones de los agarres anteriormente mencionados.

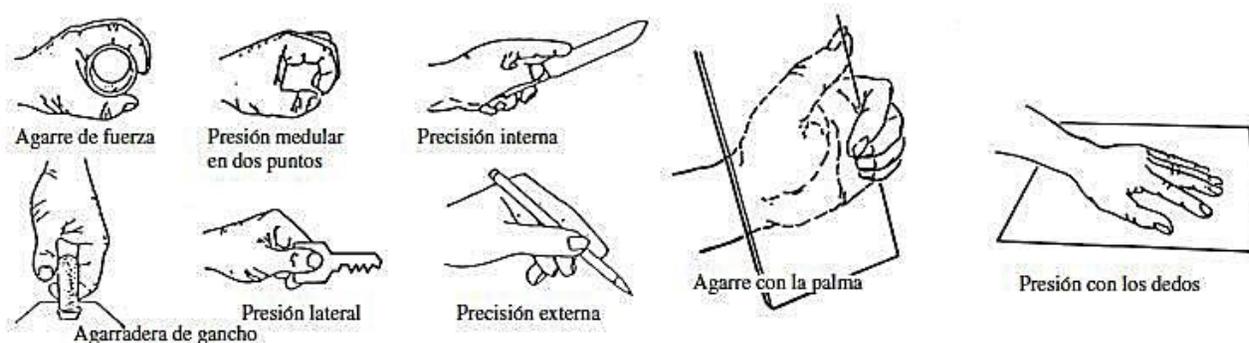


Figura 3. Variación en los tipos de agarre. Fuente: (Freivalds, 2009)

Esta información es una guía vital a la hora de generar propuestas de diseño en la generación de nuevas herramientas, ya que establece formas de agarre que se deben tener en

cuenta para diferentes tipos de tareas y que en comparación con la información obtenida en Cadeli se puede llegar a una solución integral.m

6. Marco legal

Dentro de las posibilidades de trabajar con el diseño de nuevas herramientas para un sector industrial, el proyecto debe ceñirse a una serie de reglamentos y normativas establecidas a nivel nacional que determinan características especiales que deben ser aplicadas. La resolución 2400 de 1979 del ministerio de trabajo determina algunas pautas sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo, así entonces se tiene en cuenta el capítulo I del título IX que limita el desarrollo de herramientas de mano en 15 artículos, de los cuales 3 son de vital importancia para este proyecto:

- **Artículo 355.** Las herramientas manuales que se utilicen en los establecimientos de trabajo serán de materiales de buena calidad y apropiadas al trabajo para el cual han sido fabricadas.
- **Artículo 357.** Los mangos de las herramientas manuales serán de material de la mejor calidad, de forma y adecuadas, superficies lisas, sin astillas o bordes agudos, ajustadas a las cabezas y firmemente aseguradas a ellas.
- **Artículo 368.** No se deberán llevar en los bolsillos instrumentos o herramientas puntiagudos o cortantes, a menos que estén debidamente protegidos. (Trabajo M. d., 1979)

Estos artículos son base fundamental para el desarrollo de requerimientos de diseño y continuidad del proyecto para el uso real de la herramienta en la empresa.

7. Antecedentes

El caucho es un material versátil muy usado en las diferentes industrias a nivel mundial, el desarrollo de piezas, mangueras, cableado, neumáticos y demás elementos fabricados en este material genera la iniciativa de medianas y grandes empresas que abastecen los diversos nichos de mercado de estos importantes productos. Su proceso productivo varía según cada empresa y según las especificaciones que cada nicho de mercado precisa, sin embargo, en términos generales su cadena productiva se desarrolla de forma similar. En primer lugar, las empresas en su mayoría trabajan el caucho virgen como materia prima, y éste se obtiene de la siguiente manera:

Caucho virgen: Extracción de látex líquido, Solidificación, Procesamiento químico (Para cambio de color)

Seguidamente, este caucho pasa a procesamiento químico, donde es mezclado con otros componentes con el fin de mejorar sus propiedades como dureza, resistencia, elasticidad, entre otros. Después realiza un proceso de extrusión del material, donde los productos de cableado y mangueras sólo deben pasar a vulcanizar para su finalización, sin embargo, las piezas de mayor complejidad se realizan mediante el prensado hidráulico, donde se moldean y se vulcanizan simultáneamente. Es en este proceso de moldeo que las piezas presentan rebaba, un borde de material sobrante de menor calibre, sobrante del proceso.

Este proceso de remoción de rebaba en los bordes de las piezas se lleva a cabo en otras empresas mediante el uso de maquinaria especializada, como en Ecuador con la máquina para desbarbado criogénico, que funciona mediante el uso de componentes químicos para el debilitar dichos bordes y que su remoción sea por medio de contacto entre piezas ubicadas en un tambor

giratorio (Gonzalo Almeida Pazmiño, 2006). En cuanto a herramientas, en el mercado se pueden encontrar diferentes elementos de corte, incluso con la característica de cambio de cuchillas, sin embargo, la forma de sus cuchillas reemplaza la acción realizada con bisturí, y la forma especial de la parte metálica de la pata de cabra para las secciones acanaladas no se encuentra, aclarando la necesidad de generar una herramienta que posea esta característica especial para el desarrollo del proceso productivo de Cadeli.

Teniendo en cuenta que este proyecto se enfoca en el proceso de pulido mediante el uso de herramientas, resulta oportuno mencionar aspectos importantes sobre la investigación del rediseño de diferentes herramientas, como los proyectos desarrollados por (Roa, 2012) y (Martinez, 2016) en los que se hace uso del RULA: acrónimo de Rapid Upper Limb Assessment (Valoración Rápida de los Miembros Superiores) como instrumento de estudio sobre los usuarios que desempeñan dichas labores, y se aplica un estudio de lenguaje de los productos para adquirir un conocimiento completo de lo que se precisa para el diseño de tal herramienta.

Parte de la investigación de (Castaño, 2013) habla sobre la fabricación de herramientas ergonómicas y explica la necesidad de tener un mango de un material liviano que permita su fácil manipulación además de tener curvaturas que se acoplen a la forma de la mano. Ahora, si bien el diseño de herramientas se percibe como el diseño de un objeto también se deben tener en cuenta aspectos de uso (social, 2015) así como ajustar de manera continua la posición del punto sobre el cual se ejecuta la operación, reubicando la pieza o modificando la altura de trabajo para tener una postura correcta.

Algunas ventajas de la aplicación de estudios ergonómicos en el desarrollo de herramientas manuales pueden reflejarse en diversos campos de la empresa como en la

productividad y calidad de los productos terminados, seguridad y salud de sus trabajadores, en la fiabilidad y satisfacción con el trabajo. (Vedder, 2012) Ahora, otra parte que compone el diseño de esta herramienta es su parte metálica, el diseño de la cuchilla, teniendo en cuenta su material y tratamiento térmico para los resultados deseados en el área productiva de Cadeli, así como lo menciona (Rodríguez, 1999) en su proyecto “diseño de una herramienta: cuchilla para trabajo en frío”, donde explica la importancia de la evaluación de propiedades como la tenacidad y el desgaste de la cuchilla con la que se requiere trabajar, recomendando el uso de aceros de alto carbono de tipo S7 y D2.

Por otro lado, este proyecto se lleva a cabo mediante metodologías experimentales, tal como el proyecto “Aprovechamiento del residuo de caucho vulcanizado en el desarrollo de materiales y productos de diseño para beneficio social y ambiental.” (Lopez, 2019) Con la finalidad de aplicar el diseño final en su contexto real y obtener resultados efectivos de productividad, seguridad y salud en el trabajo.

8. Trabajo de campo

8.1 Análisis del personal del área de trabajo

El personal al que se le realizaron los estudios en esta etapa del proyecto es el del área de pulido, que se compone por 4 mujeres encargadas de pulir las piezas de caucho provenientes del proceso de molde y vulcanización como se observa en la figura 4, que muestra el antes y después de una pieza que pasa por esta área.



Figura 4. Antes y después de pieza antivibrante campana A-116. Fuente: Elaboración propia

El personal analizado y al cual se le realizaron los estudios pertinentes para la identificación de fallas motoras a la hora de generar sus respectivas acciones, arroja un amplio campo de intervención debido a que los instrumentos utilizados no están adaptados a la necesidad de los operarios, dando como resultado la posibilidad de desarrollar diversas patologías o lesiones severas provocadas por las posturas inadecuadas, los movimientos repetitivos y como se mencionó anteriormente la poca coherencia y compatibilidad que tienen las herramientas utilizadas para la remoción de residuos en el área de pulido

De esta forma se pudo determinar que los operarios del área de pulido realizan acciones repetitivas, las cuales comprometen las articulaciones tanto del antebrazo, la región carpal y el dorso de la mano más específicamente realizando movimientos de pronado y supinado (Ver figura tal)los cuales son causantes de diversas lesiones como lo son la tendinitis o inflamación en los tendones, el síndrome del túnel carpiano el cual compromete el nervio mediano o la tenosinovitis, como se mencionó anteriormente. A causa de estos movimientos reiterados se afecta la productividad y el bienestar de los trabajadores.



Figura 5. Foto del movimiento de pulimento. Fuente: Elaboración propia

Dentro de las acciones que los operarios de pulido ejecutan esta la remoción de secuelas, virutas o rebaba de la pieza en donde para poder retirar este residuo deben movilizar la zona carpal hacia el interior de la pieza generando un movimiento de supinación y para poder extraer dicho residuo debe retraer la zona carpal provocando el movimiento de pronado, cabe destacar que al hacer el movimiento de pronosupinación repetidamente durante un tiempo prolongado provoca grandes lesiones a largo plazo ya que ambos movimientos son realizados por radio cubital, es decir, ambos son coaxiales y pueden comprometer la integridad física y mental del trabajador.

8.2 Uso de herramientas para el proceso de pulido

Esta parte del proceso se compone de 3 etapas principales, observación, recopilación de información y análisis de información, con la finalidad de obtener datos reales de los aspectos problemáticos que se están trabajando hasta ahora como lo es la herramienta pata de cabra y su

Figura 6. Foto del movimiento de pulimento. Fuente: Elaboración propia

manipulación. Para llevar a cabo el proceso de observación se realizaron visitas a las instalaciones de Cadeli, con la finalidad de iniciar con el proceso mediante ayudas audiovisuales para hacer revisiones constantes.

En la tabla 1 se explica el proceso de pulido de cada una de las 4 piezas que se analizaron con sus respectivas herramientas necesarias.

Tabla 1. Tabla explicativa del proceso de pulido de 4 piezas. Fuente: Elaboración Propia

PIEZA	TIJERAS	BISTURÍ	PINZA	PATA DE CABRA
<p>S52: Buffer Chain Touch defense</p>  <p>(Antes y Después)</p>	Utilizada para cortar los trozos más gruesos de la pieza	Utilizado para remover los trozos de rebaba de tipo laminar, de largas extensiones y superficies circulares	No se usa	Utilizada para la remoción de rebaba más fina ubicada en las aristas de la pieza
<p>Antivibrante Campana A113</p>  <p>(Antes y Después)</p>	No se usa	Utilizado desde la punta de la cuchilla realizando la primera división de rebaba laminar justo en la unión de la pieza.	No se usa	Utilizada para el acabado fino de los bordes.
<p>Caucho Grande Conjunto Punta Defensa</p>  <p>(Antes y Después)</p>	No se usa	Utilizado para realizar cortes circulares y con la punta abre espacio para eliminar el resto de la rebaba.	No se usa	Utilizada para la remoción de rebaba de las aristas

<p style="text-align: center;">Antivibrante Campana A-116</p>  <p style="text-align: center;">(Antes y Después)</p>	<p style="text-align: center;">No se usa</p>	<p style="text-align: center;">Usado para cortar la rebaba laminar que une cada elemento que compone la pieza y su parte central circular</p>	<p style="text-align: center;">Utilizada para retirar de forma abrupta la rebaba ubicada en los sectores difíciles de la pieza</p>	<p style="text-align: center;">Utilizada para la remoción de rebaba de los bordes</p>
---	--	---	--	---

8.3 Etapas del proceso de pulido y el uso de las herramientas

Según la información anterior se tiene conocimiento de que cada herramienta desarrolla una tarea diferente, por ello es importante evidenciar cuáles son las etapas en las que se divide el proceso de pulido de las piezas, cuáles son las herramientas que se utilizan en dichas etapas y por qué. (Tabla 2)

Tabla 2. Uso de cada herramienta de pulido dividida por etapas. Fuente: Elaboración Propia

<p style="text-align: center;">TIJERAS</p> 	<p>Uso en etapa inicial:</p> <p>La etapa inicial de pulimento de las piezas es la más rápida, ya que se hace una remoción de rebaba gruesa y tosca que dificulta el pulimento fino, dando paso así a intervenciones cada vez más finas.</p> <p>Las tijeras trabajan bajo el mecanismo de palanca así que es la herramienta ideal para remover pedazos de caucho de mayor calibre debido a la fuerza que debe ser aplicada.</p>
<p style="text-align: center;">BISTURÍ</p> 	<p>Uso en etapa intermedia:</p> <p>Esta etapa intermedia se caracteriza por la remoción de rebaba un poco más delgada, corte de rebaba de tipo laminar ya sea para abrir espacio para trabajo con pata de cabra o separación de piezas, cortes circulares y sobre superficies circunferenciales.</p> <p>El bisturí trabaja bajo fuerza manual y la flexibilidad en su uso es de vital importancia para la realización de diferentes cortes con una sola herramienta.</p>

<p>PINZA</p> 	<p>Uso en etapa intermedia:</p> <p>Esta herramienta no es de corte, sin embargo, es usada para retirar rebaba que se encuentra en espacios reducidos o en extensiones que con otras herramientas resulta complejo.</p> <p>La pinza también trabaja bajo el mecanismo de palanca y aplicación de fuerza manual.</p>
<p>PATA DE CABRA</p> 	<p>Uso en etapa final:</p> <p>Esta herramienta es utilizada en la etapa final de pulido para los acabados más finos, la rebaba que se retira con este elemento es muy delgada e irregular, así que la forma metálica de su parte superior es idónea para esta labor.</p> <p>Esta herramienta se usa en el sector estético y trabaja bajo la aplicación de fuerza y deslizamiento sobre bordes para realizar los cortes deseados.</p>

Después de la identificación de las etapas del proceso de pulido y la intervención de cada herramienta en éste, se realiza un análisis sobre las herramientas más utilizadas, de la que podemos decir lo siguiente. (Tabla 3)

Tabla 3. Análisis de las herramientas con respecto a la pieza de caucho intervenida. Fuente: Elaboración Propia

PIEZA/HERRAMIENTA	TIJERAS	BISTURÍ	PINZA	PATA DE CABRA
<p>Pieza S52</p> 	X	X		X
<p>PiezaA-113</p> 		X		X

<p>Pieza Caucho defensa</p> 		X		X
<p>Pieza A-116</p> 		X	X	X

Se frecuenta mucho más el uso del bisturí y la pata de cabra en cada una de las piezas de caucho analizadas, debido a sus características morfológicas, propiedades de corte y flexibilidad en el uso, sin embargo, el uso de tijeras y pinza no es descartable, ya que aunque su uso es un poco más reducido, estas herramientas desempeñan tareas puntuales importantes.

8.4 Niveles de producción de Cadeli

Cadeli es una empresa muy activa de producción de piezas de caucho, así que realizando un análisis al informe de unidades producidas del año 2018 podemos decir que el número de referencias totales es 200, de las cuales 29 requieren el uso de pata de cabra en el proceso de pulido. Ahora, el análisis elaborado con anterioridad se basó en la observación de dicho proceso sobre 4 diferentes piezas, de las cuales tenemos la siguiente información: (Tabla 4)

Tabla 4. Análisis de unidades y tiempos de producción de 3 piezas. Fuente: Elaboración Propia

PIEZA	UND. TOTALES PRODUCIDAS EN 2018	TIEMPO QUE TARDA EL PROCESO DE PULIDO
<p>Pieza S52</p> 	9.709 piezas por año. (Aprox 38 piezas por día)	3:30 minutos

<p>PiezaA-113</p> 	<p>642 piezas por año (Aprox 3 piezas por día)</p>	<p>Aprox 1 minuto por módulo 4 minutos en total</p>
<p>Pieza Caucho defensa</p> 	<p>13.423 piezas por año (Aprox 52 piezas por día)</p>	<p>1 minuto</p>
<p>Pieza A-116</p> 	<p>599 piezas por año (Aprox 3 piezas por día)</p>	<p>4:15 minutos</p>

La sumatoria de las piezas producidas por Cadeli en el año 2018 es de 673.188 (las 200 referencias), los datos anteriormente recopilados y analizados corresponden a 4 referencias de las 29 que requieren el uso de pata de cabra, las 29 referencias suman un total de piezas producidas en el 2018 de 44.886, siendo un aproximado del 15% de la producción anual que requiere una herramienta que no se encuentra diseñada para tal uso, que a largo y corto plazo puede generar problemas de salud en las operarias que la manipulan y que genera un gasto adicional a la empresa por su necesidad de ser remplazada de manera frecuente.

9. Metodología de diseño

La metodología de diseño para llevar a cabo este proyecto es Design Thinking, que como lo define uno de sus creadores Tim Brown, “es la intersección de las necesidades de las personas, su viabilidad técnica y su viabilidad como negocio”. Esta metodología posee etapas creativas permiten conocer a detalle el problema que se está profundizando, además este método es cíclico, en cualquier momento de investigación o avance se puede regresar a otras etapas para mejorar o complementar la investigación. El Design Thinking se compone de 5 etapas (Plattner, 2018) sintetizadas en la figura 7:

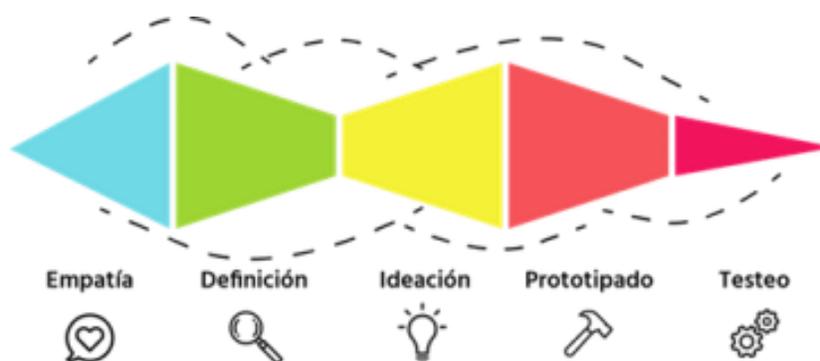


Figura 7. Esquema de la metodología design Thinking. Fuente: (Dinngo, 2020)

En la siguiente tabla se pueden observar las diferentes etapas de la metodología explicadas y cómo cada etapa fue un apoyo y una guía esencial en el desarrollo de este proyecto

Etapas de la metodología	Aplicación de las etapas en el proyecto
<p>Empatía: Se basa en observar, involucrarse y escuchar, estas 3 palabras definen esta etapa, ya que es la que humaniza todo el proceso de diseño y el problema que se está trabajando, también permite conocer a fondo los usuarios. Esta fase inicial de la metodología se lleva a cabo mediante visitas y contacto tanto con la empresa como con los trabajadores, el acercamiento es importante para comprender el problema de diseño y generar confianza.</p>	<p>Empatía: Esta primera parte de la metodología se desarrolla con la colaboración de Cadeli, ya que permitió el espacio en su empresa para una serie de visitas que se realizaron con el objetivo de conocer a los trabajadores y el espacio en que se desarrollan las tareas. Fue en estas visitas que se dio a conocer el problema de diseño del área de pulido de la empresa y se tomaron videos para realizar el análisis de la tarea de pulir piezas de caucho, también se tomaron fotos del estado de</p>

	las manos de las trabajadoras y de las herramientas que utilizan.
<p>Definir: Se refiere a la definición de conceptos asociados al problema, en la primera etapa tenemos un abre bocas del contexto y usuario con el que se trabajará. Esta etapa se da escrita, mediante el análisis de la información recopilada anteriormente, aquí se explica a detalle el problema y sus variables,</p>	<p>Definir: En esta etapa se recopila toda la información obtenida en el proceso anterior para realizar un análisis de datos, así se determinaron las bases teóricas del documento, se buscan entonces términos, disciplinas que apoyen la investigación y que sean una guía para seguir con las demás etapas. Toda esta base teórica realizada en esta etapa sirve como soporte para enfocar el proceso de diseño.</p>
<p>Idear: En este espacio con la información anteriormente obtenida, con el contacto cercano del usuario y el conocimiento concreto del problema se tienen las herramientas necesarias para iniciar el proceso de ideación de posibles soluciones con diferentes focos. Esta es la etapa de alternativas, donde se plantean diversas formas en que el problema pueda resolverse.</p>	<p>Idear: En esta etapa de ideación se plantean elementos importantes como tipologías, que son una base informativa valiosa, y tablas de requerimientos, que son límites que se determinan para tener en cuenta en el desarrollo de alternativas, estas alternativas también se realizan en esta etapa del proceso, en este caso las propuestas de diseño se plantean con ayuda del equipo de Cadeli, ya que son ellos los que conocen el problema de primera mano.</p>
<p>Prototipar: Los prototipos que se generen no necesariamente deben ser objetos, la idea de prototipar es comunicar las posibles soluciones que se planteen en todo el proceso y que se logre una comprensión cercana y fiel de dichas propuestas</p>	<p>Prototipar: Esta etapa del proceso se llevo a cabo mediante el apoyo de tecnologías 3d, tanto en programas de modelado en los que se realizaron las propuestas, como en el uso de impresoras 3d en las que se realizaron las maquetas físicas de la herramienta, para facilitar su construcción, debido a las formas orgánicas del elemento.</p>
<p>Evaluar: Esta etapa final consiste en testear los prototipos que se plantearon anteriormente, la idea es diseñar y prototipar, pero evaluando de manera crítica para obtener respuestas reales de los cambios que se deban aplicar. recibiendo una respuesta positiva y aprobatoria del elemento.</p>	<p>Evaluar: Esta etapa también se llevó a cabo con el apoyo de los integrantes de Cadeli, para tener seguridad del elemento diseñado y su resultado en la empresa, además de contar con la aprobación del equipo que ha de hacer uso de la herramienta.</p>

En la figura 8 se puede observar sintetizada la aplicación de cada etapa de esta metodología en el proceso de desarrollo de este proyecto y cómo cada componente corresponde a una fase de

diseño importante, dando como resultado un proyecto completo.

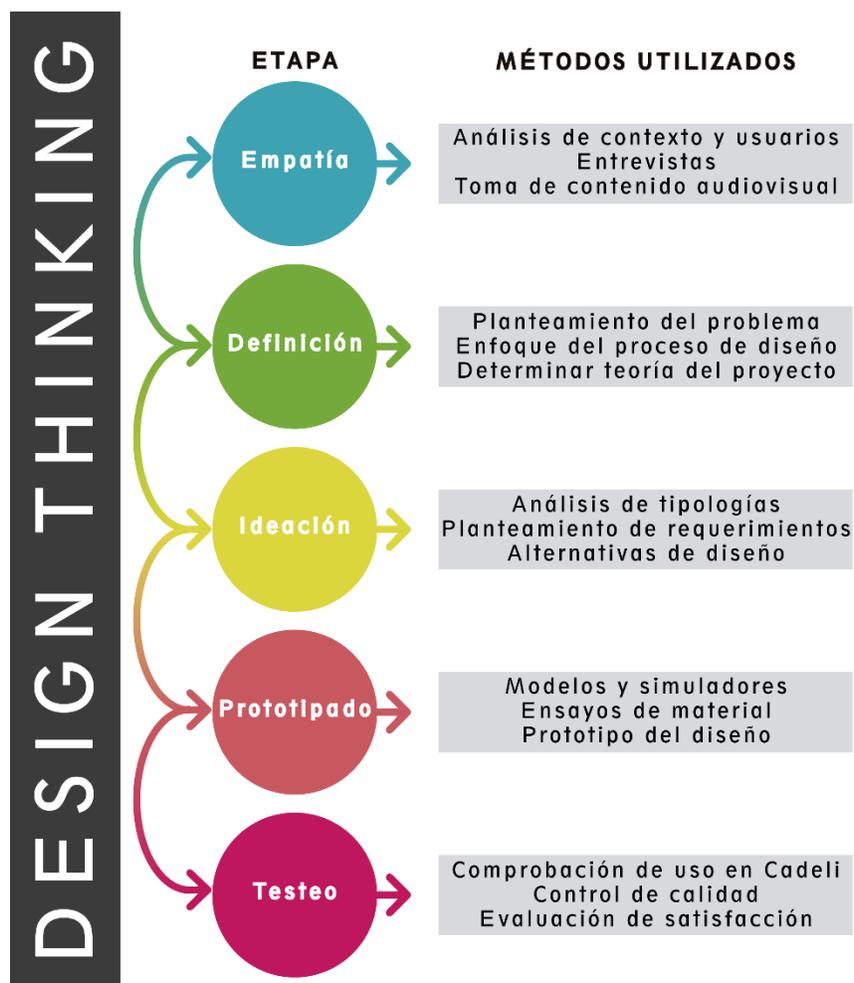


Figura 8. Aplicación de la metodología en el proyecto. Fuente. Elaboración propia

Cada etapa de esta metodología contiene elementos de trabajo que hacen de la investigación y su desarrollo un proyecto integral, permaneciendo en contacto directo con el usuario en cada parte del proceso para determinar qué tan asertivo es lo que se está llevando a cabo y que cambios deben tenerse en cuenta a tiempo para realizarse.

10. Proceso de Diseño

10.1 Tipologías

Teniendo en cuenta las diferentes disciplinas sobre las que se apoya el desarrollo de este proyecto, el análisis de tipologías realizado se basa en diversas herramientas cuya función principal es similar a lo que requiere el proyecto, tal como se observa de la tabla 5 a la tabla 14.

Tabla 5. Estudio Analógico 1. Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO TIPOLOGICO #1								
IMAGEN			DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN					
			Este elemento en goma esta diseñado para ser un apoyo en el proceso de aprendizaje de la escritura y sujeción del lápiz, caracterizado por su forma, que determina la posición de los dedos del niño permitiéndole el correcto agarre del elemento en cuestión.					
FUENTE								
https://www.ebay.es/itm/3PC-Lapicera-Lapiz-Corrector-Ninos-silicona-de-agarre-pinza-de-escritura-de-mano-/322547334020								
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
NIVEL			NIVEL			NIVEL		
I	II	III	I	II	III	I	II	III
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
Morfología: Orgánica, con orificios para el lápiz y dedos			Ensamble: En el lápiz a presión			Usabilidad: De fácil comprensión		
Dimensiones: 4cm x 2cm x 2cm			Uso: Mediante la ubicación de los dedos alrededor de la goma			Interacción: Directa y clara		
Material: Goma			Funciones: Funciona como antideslizante y guía			Segmentación de mercado: Infantil		
Modulación: Unimodular			Ergonomía: Cómodo, flexible, y blando además de la fácil comprensión de su uso			Emocionalidad: Alto nivel debido a los colores y formas		
SE RELACIONA CON: Ergonomía de elementos de agarre			USOS POSIBLES: Aplicación para el desarrollo del mango de la herramienta para Cadeli					

Tabla 6. Estudio Analógico 2. Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO TIPOLOGICO #2								
IMAGEN			DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN					
			<p>Este es un elemento diseñado por docentes del Sena con la finalidad de intervenir en el proceso de pulido de Cadelí, sin embargo según manifestaciones de las operarias el ángulo de inclinación de las cuchillas no es el pertinente para realizar dicho pulimento, sin embargo es de rescatar la posibilidad de cambio de cuchillas y el hecho de que se trabaja con un elemento comercial como las cuchillas de bisturí.</p>					
FUENTE								
Fotografía. Elaboración propia								
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
NIVEL			NIVEL			NIVEL		
I	II	III	I	II	III	I	II	III
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
<p>Morfología: Forma trapezoidal, rústica, industrial</p> <p>Dimensiones: 3 cm x 2cm x 1cm</p> <p>Material: ABS, impresión 3D</p> <p>Modulación: Cuerpo, cuchillas, tornillos</p> <p>El elemento se comprende formalmente por su similitud con la herramienta pata de cabra</p>			<p>Ensamble: Mediante rosca, presión</p> <p>Uso: Pensado para el corte de Rebaba</p> <p>Ergonomía: Se dificulta su uso debido a a las dimensiones que posee</p> <p>El ángulo de este elemento (122°) es muy abierto en comparación al de pata de cabra (17°) y su espacio de sujeción es muy reducido</p>			<p>Usabilidad: De gran dificultad debido a sus dimensiones</p> <p>Interacción: De alta complejidad en uso y sujeción</p> <p>Segmentación de mercado: Industrial</p> <p>Emocionalidad: De bajo nivel</p> <p>Este aspecto se encuentra fortalecido por la ubicación de los tornillos, dando a entender sin mucha dificultad que su objetivo es permitir el cambio de cuchillas.</p>		
SE RELACIONA CON:			USOS POSIBLES:					
Elementos de corte Herramientas manuales			Este elemento está pensado para el pulimento de piezas de caucho sin embargo podría ser utilizado en otros sectores de material pero desempeñando su función de pulir.					

Tabla 7. Estudio Analógico 3. Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO TIPOLOGICO #3								
IMAGEN								
				<p align="center">DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN</p> <p>Este elemento también permite la correcta ubicación de los dedos en el lápiz, de manera cómoda y sencilla, a diferencia de la tipología anterior éste no encapsula los dedos sino que sus sustracciones y formas orgánicas indican cómo debe ser sujetado.</p>				
FUENTE								
http://apreciosderemate.com/papeleria-dibujo-y-pintura/602-corrector-de-agarre-para-el-lapiz-adaptador-de-escritura.html								
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
NIVEL			NIVEL			NIVEL		
I	II	III	I	II	III	I	II	III
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
<p>Morfología: Orgánica, con diversas sustracciones</p> <p>Dimensiones: 4cm x 2cm x 2cm</p> <p>Material: Goma o plástico</p> <p>Modulación: Unimodular</p>			<p>Ensamble: En el lápiz a presión</p> <p>Uso: Mediante la ubicación de los dedos alrededor de la goma</p> <p>Funciones: Funciona como antideslizante y guía</p> <p>Ergonomía: Cómodo, flexible, y blando además de la fácil comprensión de su uso</p>			<p>Usabilidad: De fácil comprensión y ubicación</p> <p>Interacción: Directa y clara</p> <p>Segmentación de mercado: Infantil</p> <p>Emocionalidad: Alto nivel debido a las posibilidades de color</p>		
SE RELACIONA CON:			USOS POSIBLES:					
Ergonomía de elementos de agarre			Aplicación para el desarrollo del mango de la herramienta para Cadeli					

Tabla 8. Estudio Analógico 4. Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO TIPOLOGICO # 4									
IMAGEN									
					<p>DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN</p> <p>Esta herramienta llamada gubia es utilizada generalmente por carpinteros y talleristas para trabajos de tallado en madera, así estas son herramientas manuales de remoción de material.</p>				
FUENTE									
https://listado.mercadolibre.com.ar/herramientas-y-construccion/herramientas/gubias-madera#!:messageGeolocation									
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA									
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL				COMUNICATIVA		
NIVEL			NIVEL				NIVEL		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA									
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL				COMUNICATIVA		
<p>Morfología: Herramientas largas de precisión, afiladas</p> <p>Dimensiones: 16 cm x 1,5 cm</p> <p>Material: Madera y acero de 4</p> <p>Modulación: 2 partes: Mango de madera y cuchilla de acero</p>			<p>Ensamble: No se participa en los ensambles</p> <p>Uso: Se sujeta la gubia y mediante el uso de fuerza física se realiza la remoción de material, ya sea para tallar o pulir</p> <p>Funciones: Pulidor y/o tallador</p> <p>Ergonomía: Bajo nivel, debido a la dureza y dimensiones del mango. Sin indicadores de uso</p>				<p>Usabilidad: Diferentes tipos de agarre según la presión que se necesite</p> <p>Interacción: Directa</p> <p>Segmentación de mercado: Carpintería</p> <p>Emocionalidad: Bajo nivel, sin colores llamativos ni elementos adicionales</p>		
SE RELACIONA CON:			USOS POSIBLES:						
Agarre de herramientas de precisión			Diseño de diferentes cuchillas de corte						

Tabla 9. Estudio Analógico 5. Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO TIPOLOGICO #5									
IMAGEN									
						DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN			
Funcionamiento interno de intercambio de cabezales del cepillo eléctrico Oral B Edición Braun.									
FUENTE									
Fotografía. Elaboración Propia									
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA									
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA			
NIVEL			NIVEL			NIVEL			
I	II	III	I	II	III	I	II	III	
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA									
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA			
Morfología: Alargado con sustracciones que encajan con el cabezal			Ensamble: A presión			Usabilidad: Sujeción de las piezas para ensamble a presión			
Dimensiones: 2 cm x 0,5 cm			Uso: Retiro e inserción de la pieza mediante la fuerza física			Interacción: Sencilla y directa			
Material: Acero			Funciones: Encaje para la facilidad en el cambio de cabezales			Segmentación de mercado: Adulto			
Modulación: 2 partes: El cabezal y la estructura de encaje			Ergonomía: Cómodo, al ser una acción que no requiere de mucho tiempo			Emocionalidad: Nivel medio, ya que es un elemento de lujo			
SE RELACIONA CON:			USOS POSIBLES:						
Conector de cabezales			Aplicación para el cambio de cuchillas de la herramienta						

Tabla 10. Estudio Analógico 6. Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO TIPOLOGICO # 6								
IMAGEN			DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN					
			<p>Aguja para crochet con mango ergonómico, con posibilidad de cambiar el tamaño de las agujas</p>					
FUENTE								
https://www.amazon.co.uk/Ergonomic-Rechargeable-Interchangeable-Case-Knitting-Rose-red/dp/B07D5W522B								
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
NIVEL			NIVEL			NIVEL		
I	II	III	I	II	III	I	II	III
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
<p>Morfología: Elemento alargado de forma orgánica</p> <p>Dimensiones: 16 cm</p> <p>Material: Plástico y metal</p> <p>Modulación: 2 Partes: Agujas y mango</p>			<p>Ensamble: El encaje se da con el apoyo de un botón que da paso al pin de sujeción</p> <p>Uso: Presión del botón para retiro e inserción de las agujas</p> <p>Funciones: Sostener y mantener</p> <p>Ergonomía: Alto nivel, cambio de colores, formas orgánicas para sujetar</p>			<p>Usabilidad: De fácil comprensión, indicadores de botón y sujeción</p> <p>Interacción: Sencilla y de fácil lectura del usuario</p> <p>Segmentación de mercado: Adulta</p> <p>Emocionalidad: Alto nivel debido a los colores y formas</p>		
SE RELACIONA CON:			USOS POSIBLES:					
Ergonomía de elementos de agarre y cambio de cabezales			Aplicación para el desarrollo del mango de la herramienta para Cadeli					

Tabla 11. Estudio Analógico 7. Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO TIPOLOGICO #7		
IMAGEN		
		
DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN		
<p>Esta herramienta llamada estilete es utilizada para raspar y tallar esculturas, constan de un cuerpo con dos puntas útiles de diferentes formas que facilitan realizar dicha acción</p>		
FUENTE		
<p>https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-559057845-set-de-12-estiletos-para-tallado-y-raspado-acero-inoxidable- JM</p>		
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA		
FORMAL ESTÉTICA	FUNCIONAL	COMUNICATIVA
NIVEL	NIVEL	NIVEL
I II III	I II III	I II III
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA		
FORMAL ESTÉTICA	FUNCIONAL	COMUNICATIVA
<p>Morfología: Alargada con sus dos extremos útiles</p> <p>Dimensiones: 14 cm x 0,5 cm</p> <p>Material: Acero inoxidable</p> <p>Modulación: Unimodular</p>	<p>Ensamble: Sin ensambles</p> <p>Uso: Sujeción del elemento por la parte rallada</p> <p>Funciones: Pulir y retirar material sobrante de la pieza realizada</p> <p>Ergonomía: De bajo nivel debido a las dimensiones y material del elemento</p>	<p>Usabilidad: De fácil comprensión</p> <p>Interacción: Directa pero torca</p> <p>Segmentación de mercado: Artistas</p> <p>Emocionalidad: Bajo nivel ya que no posee elementos significativos</p>
SE RELACIONA CON:	USOS POSIBLES:	
Ergonomía de elementos de agarre y tipos de cuchilla para remoción de material	Aplicación para el desarrollo del mango de la herramienta para Cadelí y selección de cuchillas	

Tabla 12. Estudio Analógico 8. Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO TIPOLOGICO #8		
IMAGEN		
		
DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN		
<p>Estas son algunas de las herramientas utilizadas en el sector del cuero, generalmente para el corte de piezas o partes de dicho material. Las diferentes herramientas presentadas cuentan todas con las mismas partes: Mango y elemento de corte</p>		
FUENTE		
https://dcuero.online/cuales-son-las-herramientas-para-trabajar-el-cuero/		
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA		
FORMAL ESTÉTICA	FUNCIONAL	COMUNICATIVA
NIVEL	NIVEL	NIVEL
I II III	I II III	I II III
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA		
FORMAL ESTÉTICA	FUNCIONAL	COMUNICATIVA
<p>Morfología: elementos alargados</p> <p>Dimensiones: Diversas</p> <p>Material: Madera y Aceros</p> <p>Modulación: 2 Partes: Mango y elemento de corte</p>	<p>Ensamble: Sin ensambles</p> <p>Uso: Sujeción del mango de madera y aplicación de fuerza manual para la ejecución de tareas</p> <p>Funciones: Deslizar o clavar la herramienta en el cuero</p> <p>Ergonomía: De bajo nivel, debido a la dureza de los materiales de los mangos</p>	<p>Usabilidad: De fácil comprensión</p> <p>Interacción: Directa y clara</p> <p>Segmentación de mercado: Marroquinería</p> <p>Emocionalidad: Bajo nivel, debido a los pocos elementos adicionales que tiene</p>
SE RELACIONA CON:	USOS POSIBLES:	
Ergonomía de elementos de agarre	Aplicación para el desarrollo del mango de la herramienta para Cadelí	

Tabla 13. Estudio Analógico 9. Fuente: Elaboración Propia

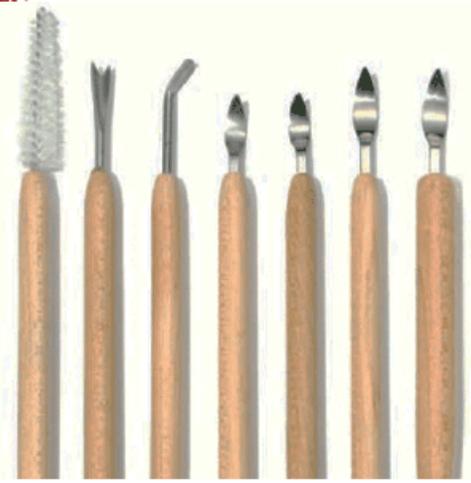
ESTUDIO TIPOLÓGICO # 9		
IMAGEN		
		
DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN		
<p>Estas son algunas de las herramientas que son utilizadas en el sector de la cerámica para el pulimento de piezas antes de su primera cocción. Estos elementos cumplen todos con las mismas características: Mango de madera y pieza de metal.</p>		
FUENTE		
https://www.marphil.com/tienda/herramientas/		
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA		
FORMAL ESTÉTICA	FUNCIONAL	COMUNICATIVA
NIVEL	NIVEL	NIVEL
I II III	I II III	I II III
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA		
FORMAL ESTÉTICA	FUNCIONAL	COMUNICATIVA
<p>Morfología: Recta y alargada Dimensiones: 16 cm x 2 cm Material: Madera y acero Modulación: 2 partes: Mango de madera y pieza de remoción de metálica</p>	<p>Ensamble: Sin ensambles Uso: Sujeción del mango de madera y aplicación de fuerza manual para la ejecución de tareas Funciones: Deslizar la herramienta sobre las áreas a pulir Ergonomía: De bajo nivel debido a los materiales y la forma que tiene el mango</p>	<p>Usabilidad: De fácil comprensión Interacción: Directa y clara Segmentación de mercado: Sector cerámico Emocionalidad: Bajo nivel.</p>
SE RELACIONA CON:	USOS POSIBLES:	
Ergonomía de elementos de agarre	Aplicación para el desarrollo del mango de la herramienta para Cadeli	

Tabla 14. Estudio Analógico 10. Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO TIPOLOGICO # 10								
IMAGEN								
				DESCRIPCIÓN DE LA IMAGEN				
				<p>Estas son agujas de crochet de diferentes dimensiones, sus agujas no son intercambiables, sin embargo cuenta con un mango ergonómico y orgánico con indicadores de color.</p>				
FUENTE								
https://www.ebay.es/itm/3PC-Lapicera-Lapiz-Corrector-Ninos-silicona-de-agarre-pinza-de-escritura-de-mano-/322547334020								
TIPO DE RELACIÓN ANALÓGICA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
NIVEL			NIVEL			NIVEL		
I	II	III	I	II	III	I	II	III
DESCRIPCIÓN DE LA ANALOGÍA								
FORMAL ESTÉTICA			FUNCIONAL			COMUNICATIVA		
<p>Morfología: Alargada y orgánica Dimensiones: 16 cm Material: Goma Modulación: 2 Partes no intercambiables</p>			<p>Ensamble: Sin ensambles Uso: Sujeción del elemento y movimientos de muñeca para la costura Funciones: Enredar el hilo de crochet y realizar nudos técnicos Ergonomía: Cómodo, flexible, y blando además de la fácil comprensión de su uso</p>			<p>Usabilidad: Sujeción con adaptabilidad Interacción: Directa y clara Segmentación de mercado: Adulta Emocionalidad: Alto nivel debido a los colores y formas</p>		
SE RELACIONA CON:			USOS POSIBLES:					
Ergonomía de elementos de agarre			Aplicación para el desarrollo del mango de la herramienta para Cadeli					

10.2. Requerimientos

Para la construcción de los diferentes requerimientos de este proyecto se tuvieron en cuenta algunas de las disciplinas mencionadas anteriormente, como se muestra de la tabla 15 a la 25

- Requerimientos de uso

Tabla 15. Requerimientos de uso. Fuente: Elaboración Propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Manipulación	Debe resistir el uso y abuso diario en el pulimento de piezas de caucho	Considerar el uso de materiales que no se desgasten o fatiguen con facilidad, como el caucho vulcanizado y acero de alto carbono.
Seguridad	Prevenir el desgaste del usuario en su área de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Correcta unión de las piezas - Diseños sin aristas vivas - Ensamblajes sencillos
Practicidad	Debe tener una secuencia de uso del menor número de pasos posibles	Determinar 10 pasos máximo para su armado y uso en la empresa
Biomecánico	La herramienta debe tener indicadores formales de uso	Mediante la aplicación de sustracciones formales en la superficie de la herramienta, como indicador de la ubicación de los dedos en agarre tridigital
Herramienta	Debe cumplir con normas básicas de medidas de una herramienta manual	<ul style="list-style-type: none"> - El diámetro mínimo del mango debe ser de 20 mm - El largo mínimo de una herramienta de precisión debe ser de 120 mm - El peso mínimo de una herramienta manual debe ser de 0,9 kg y máximo de 1,5 kg
Adaptabilidad	La herramienta debe adaptarse al usuario	<ul style="list-style-type: none"> - Mediante el uso de materiales blandos que cumplan con características anteriormente mencionadas - Mediante la aplicación de medidas

- Requerimientos de Función

Tabla 16. Requerimientos de Función. Fuente: Elaboración Propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Corte	El material debe permanecer afilado el mayor tiempo posible	Mediante el uso de acero de alto carbono, ya que posee características como la tenacidad y dureza
	Debe tener forma acanalada facilitando el corte de rebaba de las piezas	Diseñar una cuchilla morfológicamente similar a la de la pata de cabra

Resistencia	Debe soportar esfuerzos del usuario	Mediante la elección de materiales así: <ul style="list-style-type: none"> - Acero de alto carbono para el desarrollo de la cuchilla - Caucho vulcanizado para el desarrollo del mango Estos materiales poseen características de dureza, tenacidad, y soporte a altas temperaturas
--------------------	-------------------------------------	---

- Requerimientos estructurales

Tabla 17. Requerimientos estructurales. Fuente: Elaboración propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Número de componentes	Debe tener el mínimo número de componentes	Se compone mínimo de 2 a 4 componentes
Unión	Debe ser segura y estable	Hacer uso de rosca para la unión y aseguramiento de las cuchillas
	Debe tener puntos de acople de los componentes de la herramienta	

- Requerimientos Técnico-productivos

Tabla 18. Requerimientos Técnico-productivos. Fuente: Elaboración Propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Materia Prima	Determinar un material blando y resistente para el mango	Utilizar caucho vulcanizado ya que cuenta con las características que se requieren y se encuentra en Cadeli
	La cuchilla debe ser de un material que soporte la fuerza que ejercen los trabajadores sobre la herramienta	Fabricación de la cuchilla en acero de Alto Carbono
Control de calidad	Evaluación general de la herramienta	Aprobación de la herramienta por el equipo de trabajo del área de pulido de Cadeli
Proceso Productivo	Mango	Vulcanización (Proceso llevado a cabo en Cadeli)
	Cuchilla	Forja industrial

- Requerimientos legales

Tabla 19. Requerimientos legales. Fuente: Elaboración propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Norma	Artículo 357. (Ver en marco legal)	Diseño del mango con puntos de contacto estratégicamente ubicados
		Fabricación del mango en caucho, en las instalaciones de Cadeli

		Elementos de unión asegurados mediante sistema de rosca
	Artículo 360. (Ver en marco legal)	Uso de aceros de con alto contenido carbónico, que cumple con la norma

- Requerimientos económicos

Tabla 20. Requerimientos económicos. Fuente: Elaboración propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Precio	El precio de la herramienta debe ser menor y/o compensar el gasto invertido en comparación a la pata de cabra	Mediante las características de durabilidad asignadas al producto final (Materiales y resistencia)
		La herramienta será fabricada en Cadeli para reducir costos de producción

- Requerimientos Formal-estéticos

Tabla 21. Requerimientos Formal-estéticos. Fuente: Elaboración Propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Estilo	Debe ser simple formalmente	Aplicación de estilo minimalista
Color	Debe ser unicolor	Debido al material de fabricación del mango de la herramienta se plantea de un solo color
Forma	Debe estar ajustada al usuario	Usar formas orgánicas, adaptadas a la forma de las manos y ubicación de los dedos en agarre tipo lápiz

- Requerimientos de identificación

Tabla 22. Requerimientos de identificación. Fuente: Elaboración propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Ubicación	Inclusión de elementos indicativos	Aplicación de elementos figurativos indicadores de mantenimiento o cambio de cuchilla en la herramienta

- Requerimientos simbólico-comunicativos

Tabla 23. Requerimiento simbólico-comunicativos. Fuente: Elaboración propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
Textura	Debe ser lisa por su uso constante	Mediante el pulimento detallado del molde de fabricación del mango

- Requerimientos Ambientales

Tabla 24. Requerimientos Ambientales. Fuente: Elaboración propia

CRITERIO	DETERMINANTE	PARÁMETRO
-----------------	---------------------	------------------

Durabilidad	Debe tener alta resistencia al uso y abuso	Mediante la fabricación del mango en caucho y la cuchilla en acero de alto carbono
Reparabilidad	Debe facilitar su cambio de cuchillas y de partes en caso de daño y/o rompimiento	El diseño del mango se compone de dos piezas que facilitan el cambio de la cuchilla y la re fabricación de cada pieza en caso de daños y/o rompimiento

10.3 Concepto de Diseño

Esta fase de diseño se lleva a cabo mediante un el proceso concepto de diseño cruzado que se desarrolla de la siguiente manera:

1. Primero se deben seleccionar 4 palabras clave que se encuentren directamente relacionadas con el proyecto, con lo que se quiere conseguir o lograr, en este caso son:
Asegurar, pulir, facilitar y manipular
2. Luego, se deben buscar 4 sinónimos por cada palabra clave inicial (Como se ve en los recuadros grises de la figura 6), para tener un amplio abanico de posibilidades, varias opciones de selección para el siguiente paso.
3. Ahora se deben seleccionar dos palabras por recuadro y hacer una combinación de ellas organizada con el fin de obtener las palabras más acertadas para el desarrollo de concepto de diseño
4. Y para finalizar, con la última selección de palabras se construye una frase que contenga el alma del proyecto.

Este proceso se puede observar a detalle en la figura 9, ahora, el concepto de diseño debe contener elementos representativos de todo el proyecto, debe ser comprensible su relación con aspectos principales que se estén trabajando, como la seguridad laboral, ergonomía y salud en el trabajo.

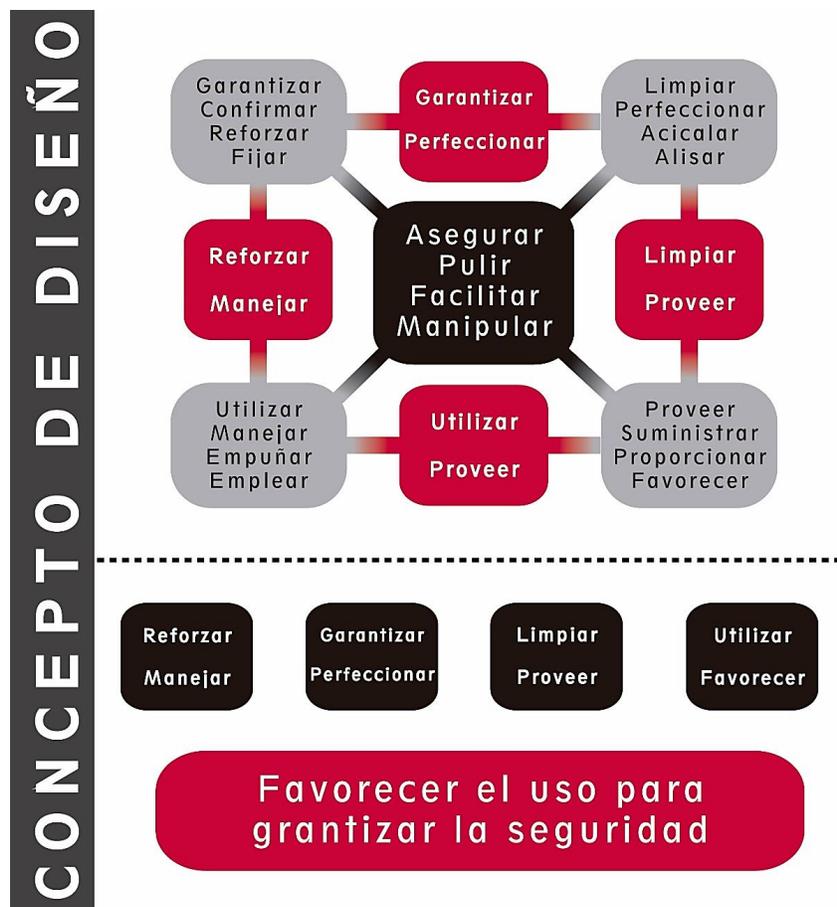


Figura 9. Desarrollo de concepto de diseño. Fuente: Elaboración propia

10.4 Alternativas

Teniendo en cuenta los requerimientos anteriormente presentados se diseñaron 4 alternativas principales del mango de la herramienta, con aplicación de formas orgánicas y medidas precisas como se muestra de la figura 10 a la 13



Figura 10. Alternativa N°1. Fuente: Elaboración propia

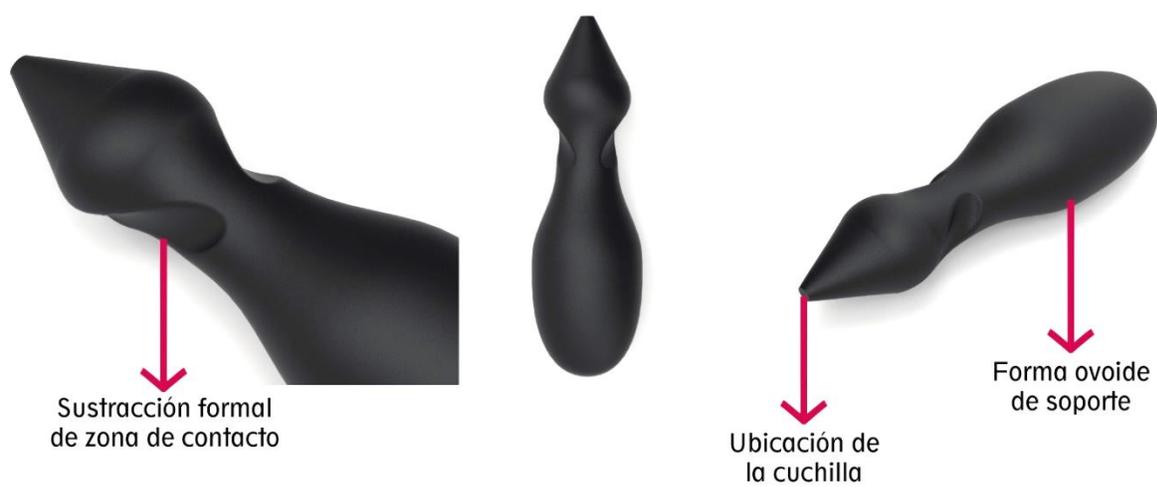


Figura 11. Alternativa N°2. Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Alternativa N°3. Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Alternativa N°4. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la cuchilla permanece la forma acanalada característica de la herramienta pata de cabra como se muestra en la figura 14 y las intervenciones de diseño aplicadas se pensaron en el sistema de unión de piezas para la herramienta integral.



Figura 14. Forma principal de la cuchilla de corte. Fuente: elaboración propia

10.5 Evaluación de Alternativas

La evaluación de alternativas se desarrolla en una tabla en la que se ubica una calificación de 1 como el valor más bajo y 5 como el valor más alto, aplicado a cada alternativa. (tabla 26)

Tabla 25. Selección de mango para la herramienta. Fuente: Elaboración propia

Tabla de evaluación de alternativas									
Requisito	%	A1		A2		A3		A4	
Uso	13%	3	0,39	3	0,39	4,5	0,59	3	0,39
Función	13%	4	0,52	4	0,52	4	0,52	4	0,52
Estructura	12%	3	0,36	3,5	0,42	4,5	0,54	3	0,36
Técnico - Productivo	10%	3	0,30	4	0,40	5	0,50	4	0,40
Económicos y de mercado	9%	4,5	0,41	3	0,27	3	0,27	3	0,27
Formal estético	13%	3	0,39	4	0,52	5	0,65	4	0,52
Identificación	5%	1	0,05	3	0,15	3	0,15	4	0,20
Legales	10%	5	0,50	4	0,40	5	0,50	2	0,20
Simbólico - Comunicativo	5%	3	0,15	3	0,15	1	0,05	3	0,15
Ambientales	10%	4,5	0,45	3	0,30	3	0,30	5	0,50
Total:	100%		3,5		3,5		4,1		3,5

Esta tabla se realiza en base a los requerimientos planteados anteriormente de la siguiente manera:

1. **Requerimientos de uso, función y formal-estético:** Estos requerimientos son los que abordan aspectos ergonómicos, de resistencia, forma, entre otros, por ello su porcentaje de evaluación es de 13%, ya que estos aspectos están directamente relacionados con el usuario y su interacción con el objeto.
2. **Requerimiento de estructura:** Este requerimiento tiene un porcentaje del 12% en la tabla evaluativa debido a su nivel de importancia en la definición de los elementos que deben componer la herramienta.
3. **Requerimiento técnico-productivo, legal y ambiental:** Estos requerimientos tienen un porcentaje del 10% en la evaluación de alternativas ya que si bien abordan aspectos importantes que se deben tener en cuenta para el desarrollo de la herramienta no son aspectos que puedan ser intervenidos
4. **Requerimiento económico y de mercado:** El porcentaje de este requerimiento es del 9%, ya que no está relacionado directamente con el usuario si no con la empresa.
5. **Requerimiento de identificación y simbólico-comunicativo:** Estos requerimientos tienen un porcentaje del 5% ya que

En conclusión, la alternativa que mejor cumple con los requerimientos planteados es la N°3 (Figura 15)



Figura 15. Alternativa final seleccionada. Fuente: Elaboración propia

10.6 Diseño de detalles

En la figura 16 y 17 se presentan los componentes de la herramienta, sus elementos de sujeción y su armado final para una mejor comprensión del proyecto.



Figura 16. Parte 1 diseño de detalles. Fuente: Elaboración propia

CABEZAL



HERRAMIENTA COMPLETA

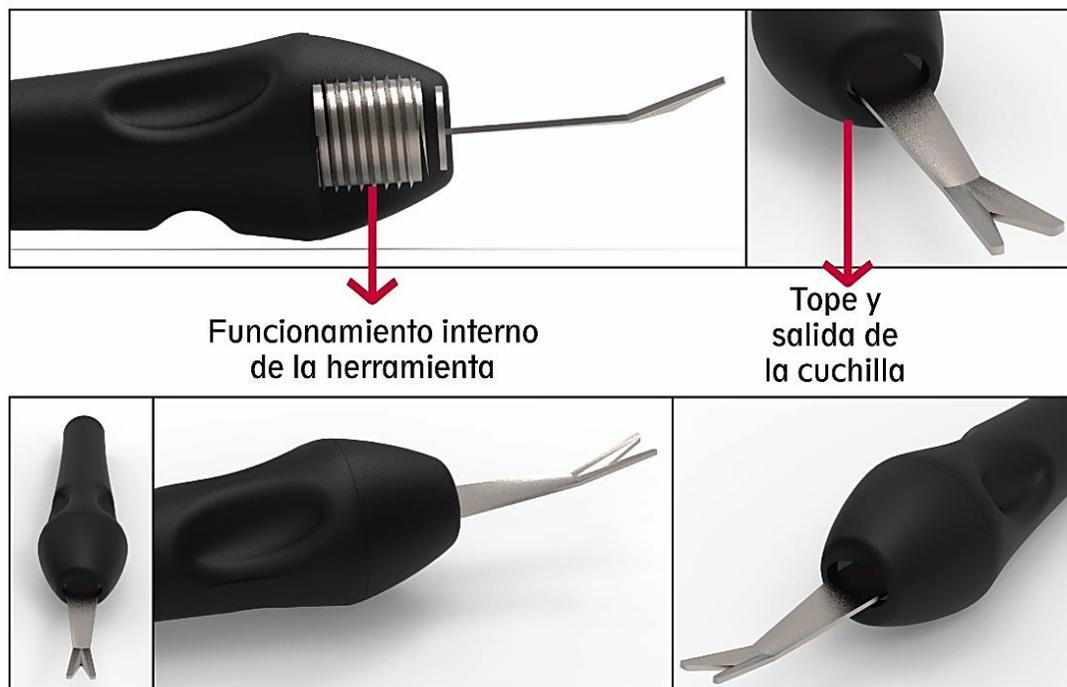


Figura 17. Parte 2 de diseño de detalles. Fuente: Elaboración propia

10.7 Modelos o Simuladores

Complementando el proceso de diseño y para comprender las dimensiones y otras características planteadas de la herramienta diseñada, se decide realizar simuladores en diferentes

niveles, primero para comprender características formales del elemento como se observa en la figura 18.



Figura 18. Impresión 3d del primer acercamiento físico de la herramienta. Fuente: Elaboración propia

Después de realizar una visita a Cadeli y tener la aprobación de su equipo de trabajo se decide realizar una nueva impresión 3d, que permita dar a conocer el sistema de unión planteado con anterioridad, resaltando características funcionales de la herramienta como se puede apreciar en la figura 19.



Figura 19. Impresión 3d del primer acercamiento funcional al prototipo. Fuente: Elaboración propia

10.8 Propuesta final

La propuesta final determinada para este proyecto es entonces una herramienta para el corte de rebaba de piezas de caucho de la empresa Cadeli, esta tiene en cuenta aspectos importantes para el buen desarrollo de una tarea en ambientes laborales, como factores ergonómicos, en las sustracciones formales del mango para la ubicación de los dedos en agarre tridigital (recomendado para llevar a cabo tareas de precisión) o sus elementos de unión que son pensados debido a la necesidad de reemplazar piezas que puedan romperse, también en un armado sencillo, cuya curva de aprendizaje sea simple y efectiva, por mencionar algunos

Esta herramienta se compone de un mínimo de piezas, es integral y en cuanto a materiales su cuchilla es fabricada en acero de alto carbono debido sus propiedades como la tenacidad y dureza para llevar a cabo esta tarea y finalmente el mango se determina en caucho vulcanizado, como se puede ver en la figura 20.



Figura 20. Prototipo final. Elaboración propia

10.9 Render

La figura 21 muestra la representación digital final de la herramienta diseñada para este proyecto.



Figura 21. Render final. Fuente: Elaboración propia

10.10 Secuencia de Armado y uso

La secuencia de armado de esta herramienta se compone de 3 etapas distribuidas en: 1. Desensamble de la herramienta 2. Inserción de la cuchilla en el cabezal y 3. Ensamble de la herramienta completa. Tal como se muestra en la figura 22

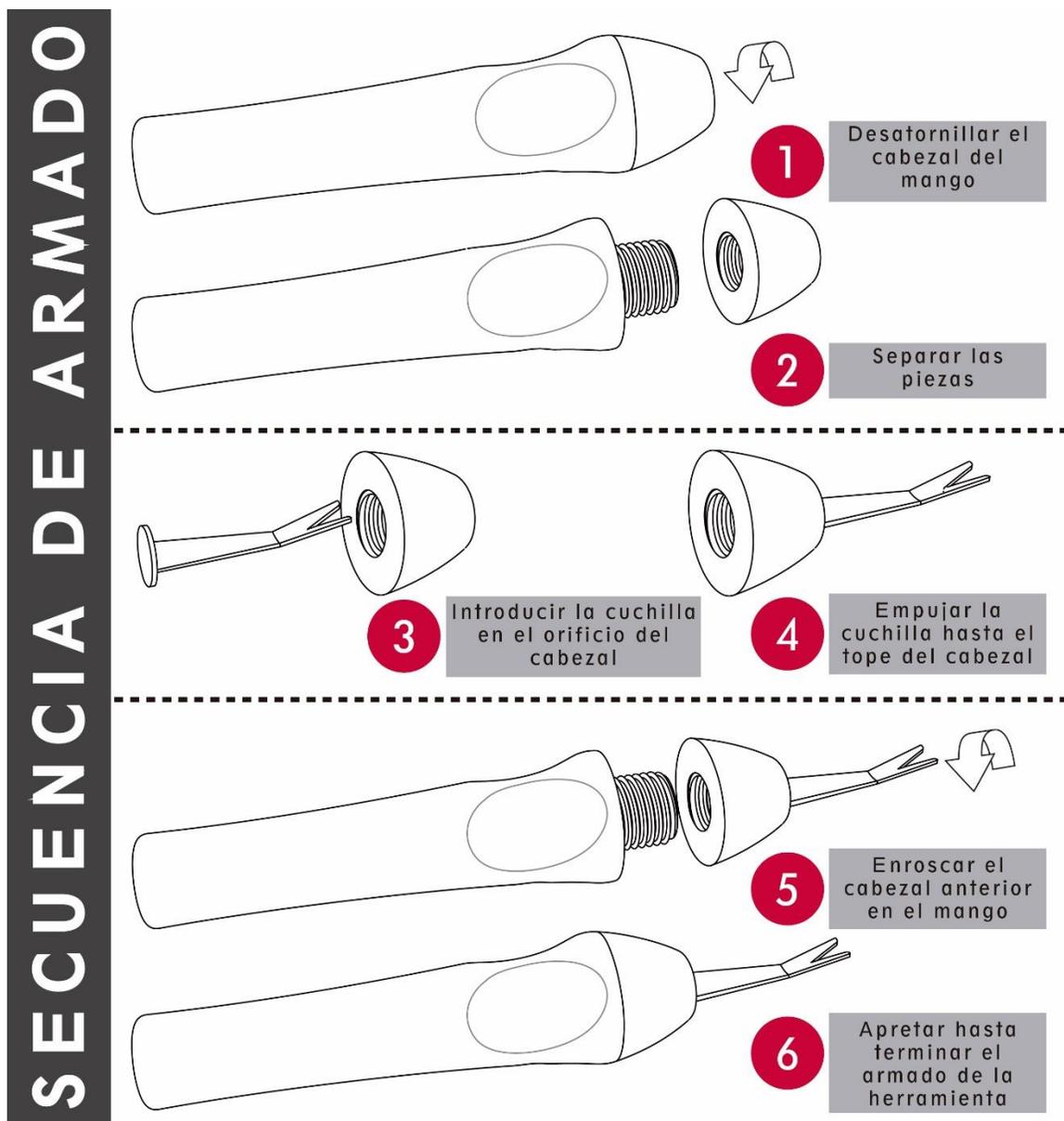


Figura 22. Secuencia de armado de la herramienta completa. Fuente: Elaboración propia

Con respecto al uso y biomecánica del elemento se puede ver en la figura 23 la manipulación de la herramienta.

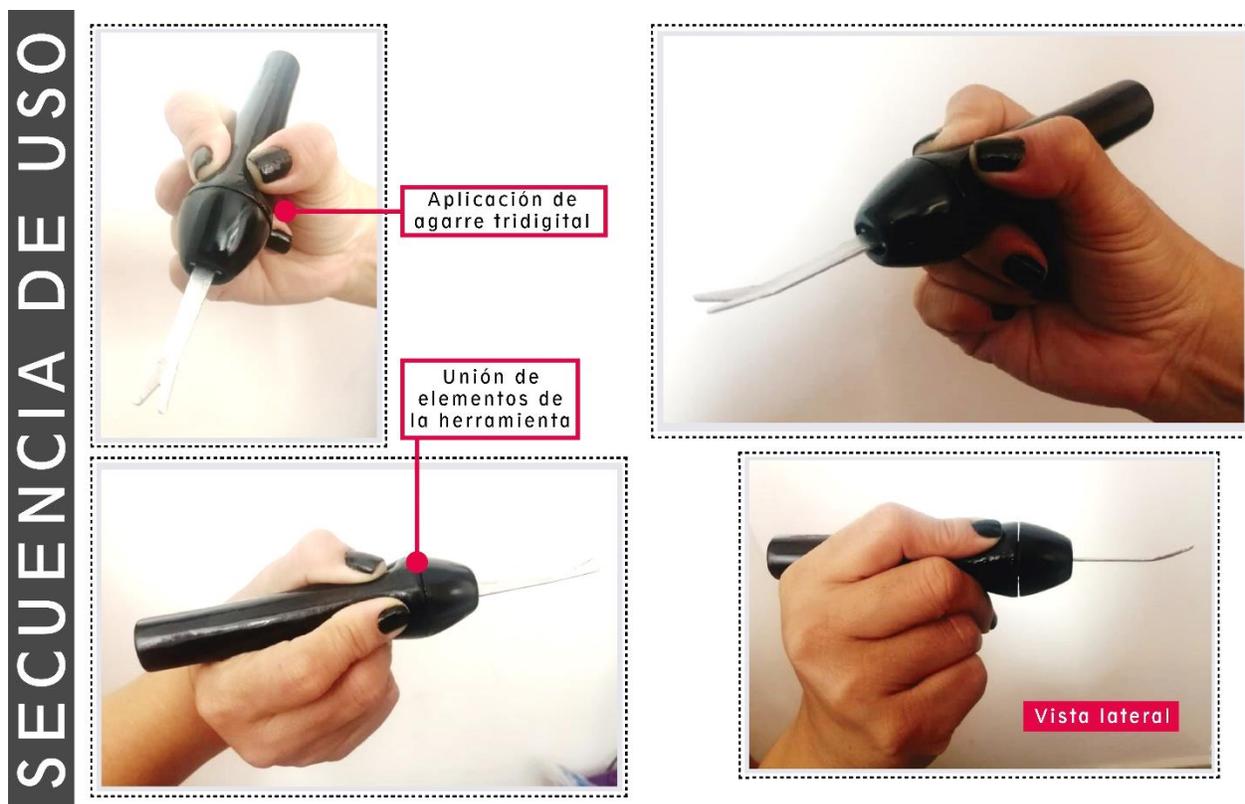


Figura 23. Secuencia de uso. Fuente: Elaboración propia

10.11 Planos

En las figuras 24, 25 y 26 se observan los planos completos de la herramienta.

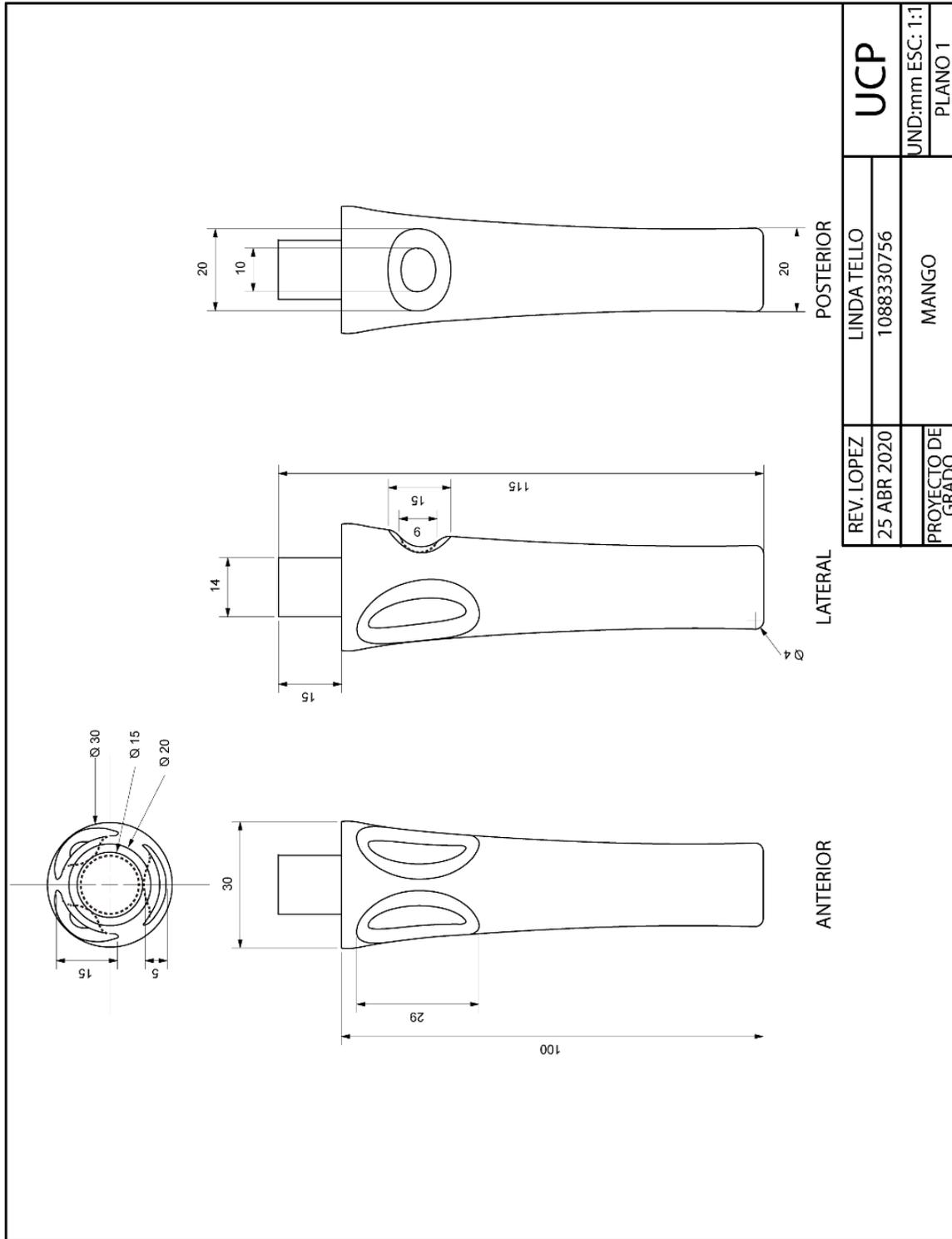


Figura 24. Plano del mango. Fuente: Elaboración propia

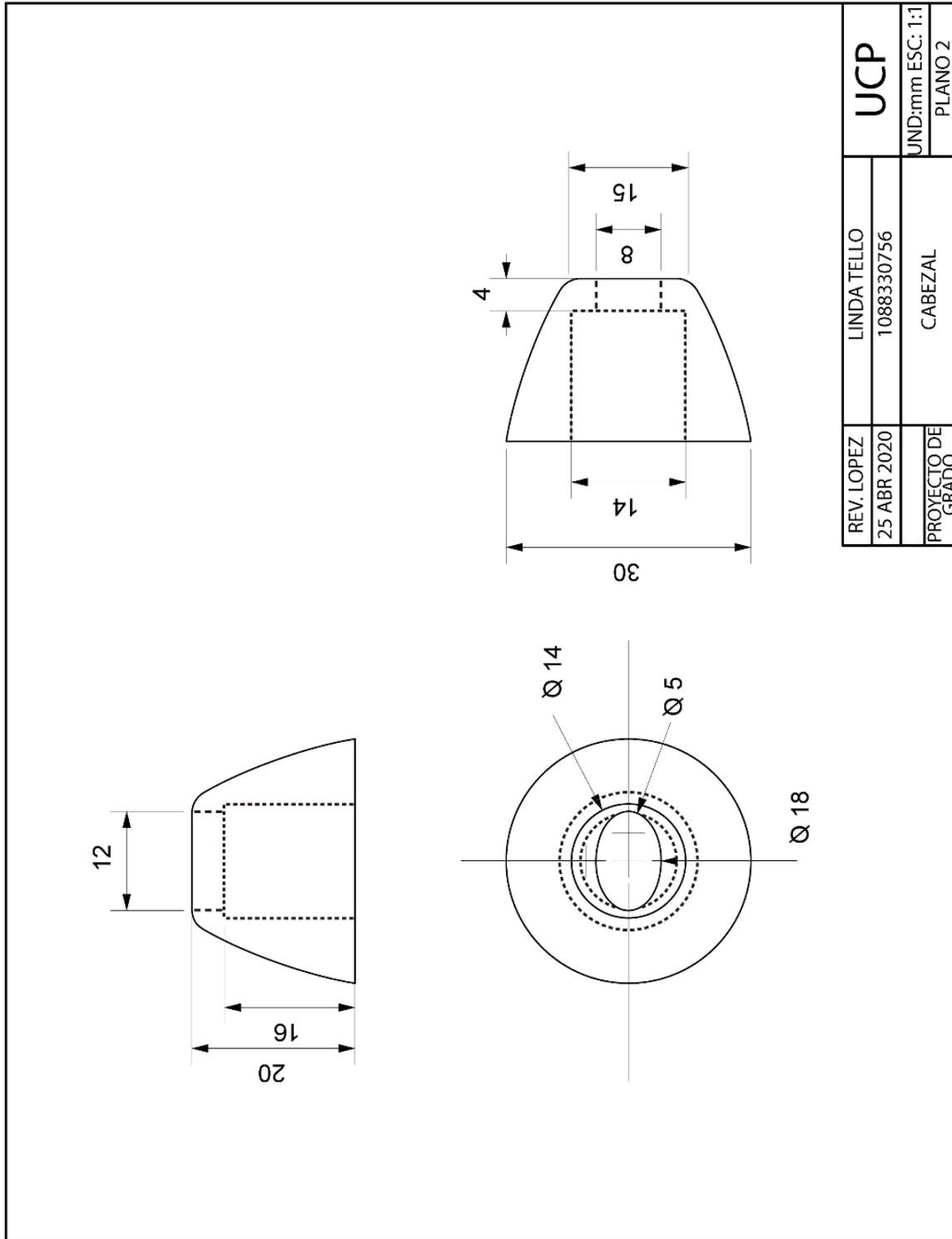


Figura 25. Plano de cabezal. Fuente: Elaboración propia

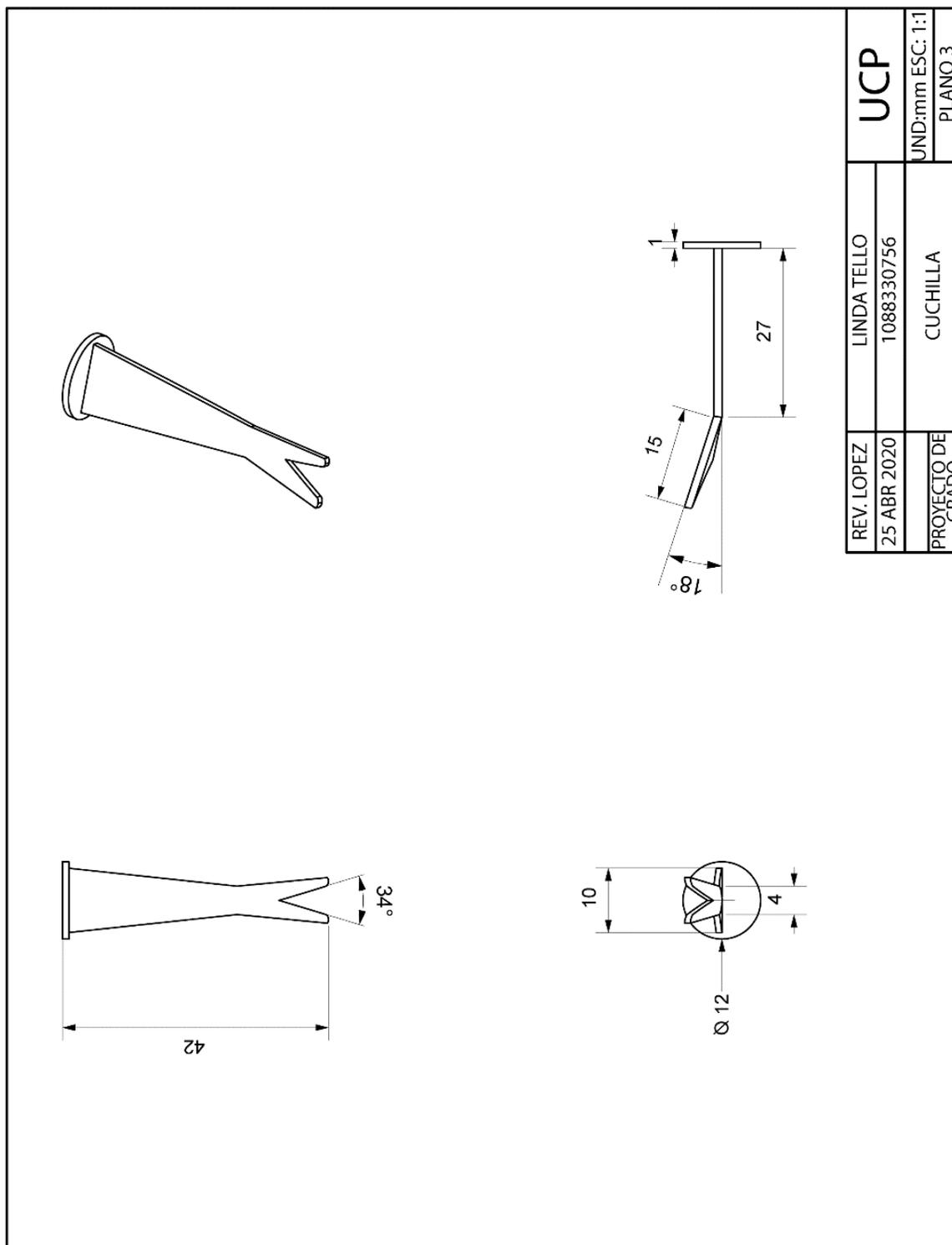


Figura 26. Plano de cuchilla. Fuente: Elaboración propia

10.12 Despiece

En la figura 27 se puede apreciar el plano de despiece de la herramienta.

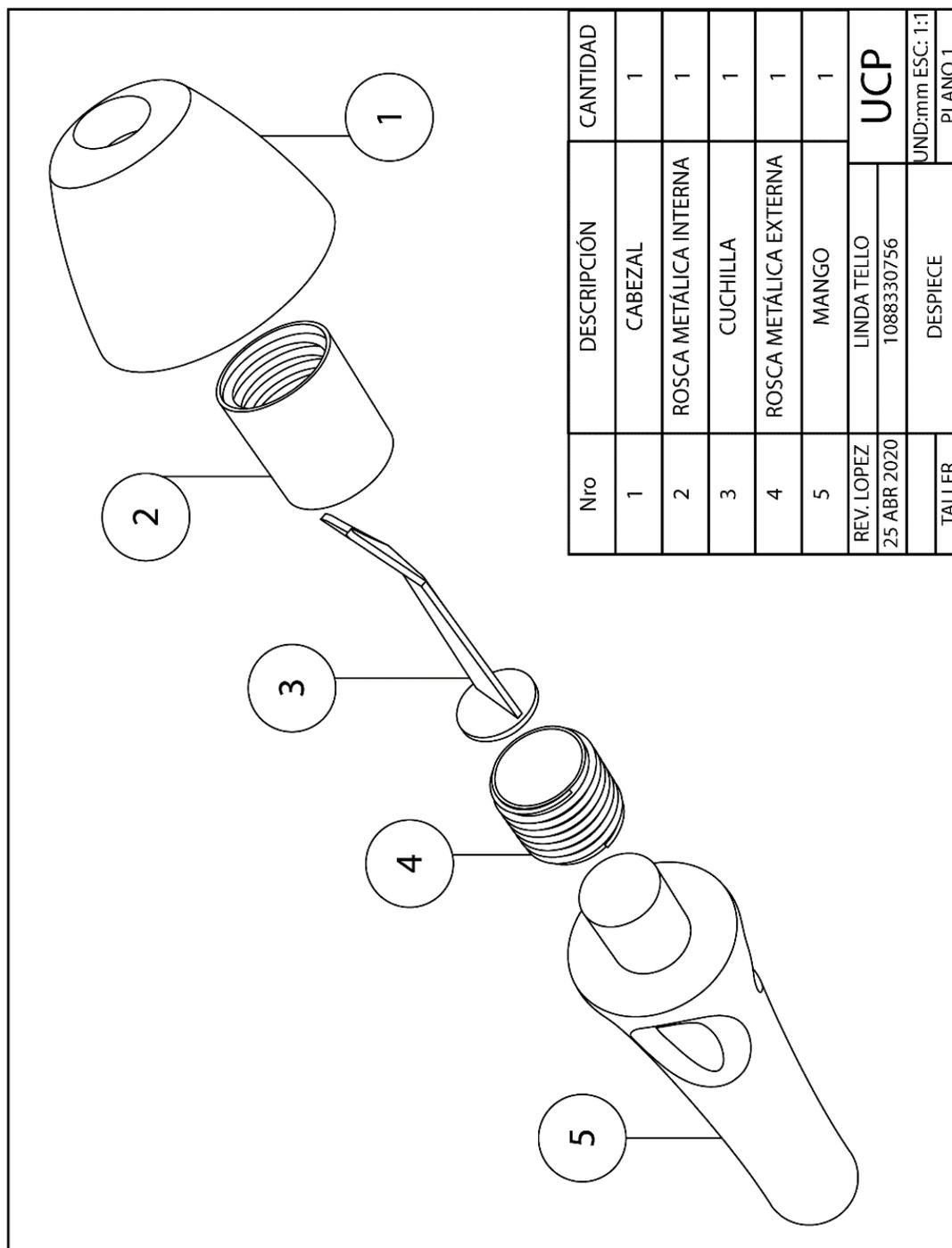


Figura 27. Plano de despiece de la herramienta. Fuente: Elaboración propia

10.13 Proceso Productivo

El proceso productivo de esta herramienta se divide en 3 etapas importantes: La primera etapa es un proceso tercerizado de fabricación de la cuchilla. La segunda etapa de fabricación de mango y cabezal en caucho vulcanizado se realiza directamente en Cadeli y la tercera que se entiende como la unión de los 3 componentes para finalizar la herramienta. (Ver Figura 28)

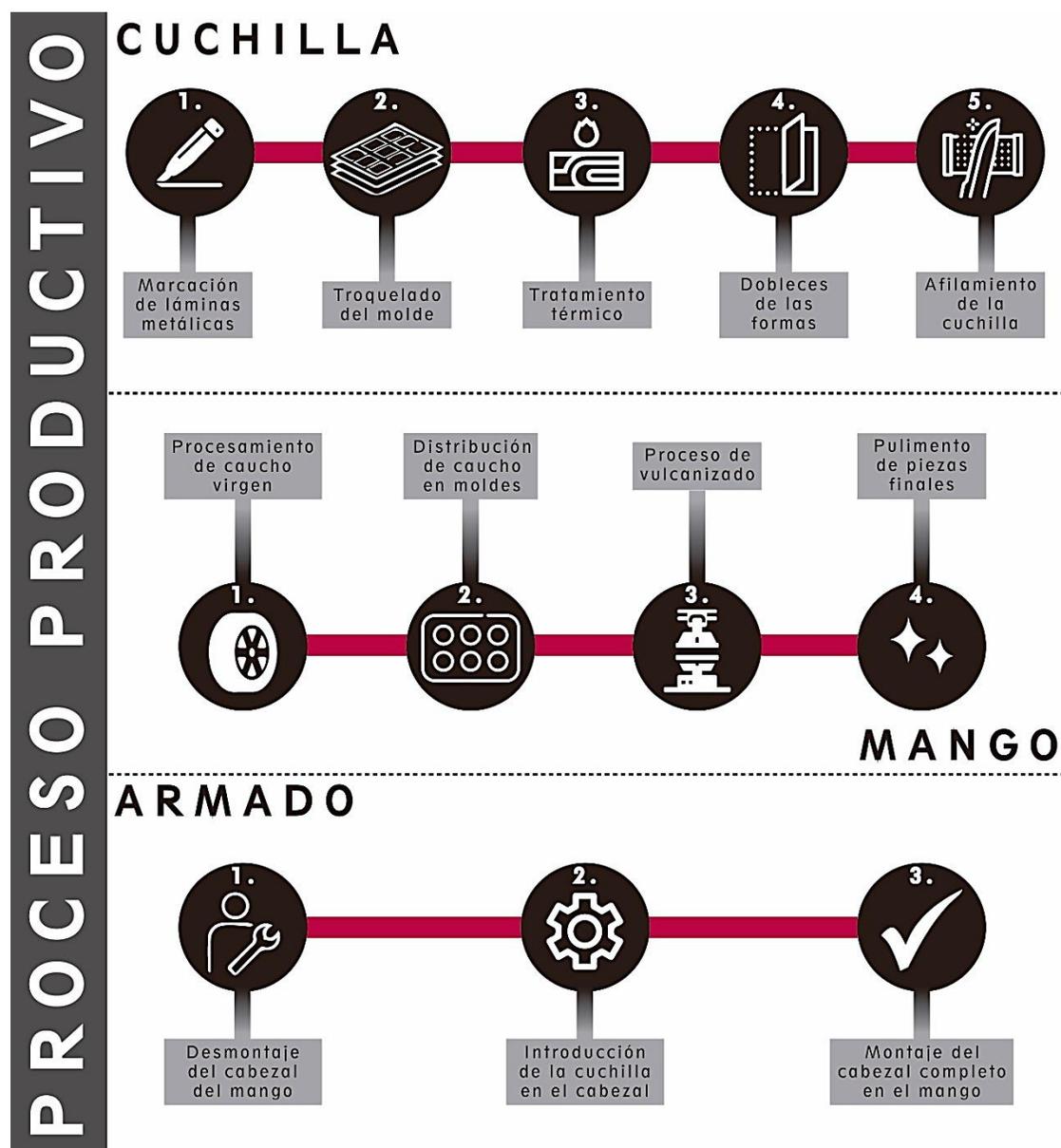


Figura 28. Proceso productivo de la herramienta. Fuente: Elaboración propia

10.14 Materiales

La construcción del prototipo se da mediante la utilización de dos materiales, como se muestra en la tabla 27

Tabla 26. Descripción de los materiales utilizados en el proyecto. Fuente: Elaboración propia

MATERIAL	PROPIEDADES
Acero de alto Carbono (Para la cuchilla)	Acero grado herramienta resistente al golpe y choque de gran tenacidad junto con resistencia al desgaste media. Ha sido utilizado por muchos años para la fabricación de cinceles y punzones expuestos al choque y golpe. (SISA-MET, Aceros, 2012)
Caucho Vulcanizado (Para mango y cabezal)	Con el proceso de vulcanización se logra una gran resistencia a la tracción, abrasión, al ozono, a la temperatura, al aceite, entre otras; manteniendo su elasticidad con independencia de la temperatura. (Cadeli, 2016)

10.15 Prototipo

El prototipo realizado para este proyecto llega a etapa de maqueta 3d (Ver figura 29 y 30), se encuentra aprobado por la empresa Cadeli y su fabricación se encuentra aplazada debido a inconvenientes internos de la empresa.

Este prototipo se encuentra compuesto por 3 partes importantes:

- 1. Mango:** El mango se plantea en caucho vulcanizado para que, por un lado, su fabricación sea posible en Cadeli, y por otro, para que sea resistente al uso y abuso diario por parte de las trabajadoras del área de pulido. También se generan sustracciones formales para mejorar el agarre de la herramienta.
- 2. Cabezal:** Este también se plantea en caucho vulcanizado, además posee una perforación que atraviesa la pieza para dar paso a la cuchilla, y permitir el ensamble en el mango

mediante la sujeción de rosca. Cumple la función de tope de la cuchilla y permite el cambio de la misma cada que se considere necesario.

- 3. Cuchilla:** Su fabricación se plantea en acero de alto carbono para mejorar su resistencia e incrementar la durabilidad, también se determina la forma principal de la cuchilla con dimensiones mayores a las presentes en la pata de cabra.



Figura 29. Prototipo y factor humano. Fuente: elaboración propia



Figura 30. Prototipo. Fuente: Elaboración propia

10.16 Costos

Los costos de producción, que se pueden apreciar en la tabla 28, se plantearon con el apoyo de Cadeli y su personal externo de fabricación de elementos metálicos necesarios para sus productos.

Tabla 27. Tabla de Costos completos. Fuente: Elaboración propia

COSTOS DE PRODUCCIÓN HERRAMIENTA CADELI	
Producción del mango	
Molde para el mango	\$800.000
Aplicación de rosca	\$15.000
Caucho virgen	\$500
Producción Cadeli	\$1.100
Producción de la Cuchilla	
Proveedor externo	\$15.000
Producción del Cabezal	
Molde para el Cabezal	\$400.000
Aplicación de rosca	\$15.000
Caucho virgen	\$410
Producción Cadeli	\$1.100
TOTAL	\$ 1'248.110

Esta primera tabla arroja un valor de \$1.248.110 pesos colombianos para la fabricación de la primera herramienta en la empresa, sin embargo, también se tienen en cuenta los costos de producción de dicha herramienta omitiendo el costo de los moldes (Ver tabla 29), ya que éstos se reutilizan para la producción de muchas más piezas.

Tabla 28. Costos de producción sin moldes. Fuente: Elaboración propia

COSTOS DE PRODUCCIÓN HERRAMIENTA CADELI	
Producción del mango	
Aplicación de rosca	\$15.000
Caucho virgen	\$500
Producción Cadeli	\$1.100

Producción de la Cuchilla	
Proveedor externo	\$15.000
Producción del Cabezal	
Aplicación de rosca	\$15.000
Caucho virgen	\$410
Producción Cadeli	\$1.100
TOTAL	\$ 48.110

Según la tabla anterior, la producción completa de una herramienta cuyos moldes ya pertenecen a la empresa tiene un costo de \$48.110 pesos colombianos. La producción de 100 herramientas tendría un costo de \$4.811.000 pesos colombianos

10.17 Viabilidad

La viabilidad de este proyecto se ve reflejada en diversos aspectos que componen su desarrollo de la siguiente manera:

- **Aspecto técnico productivo:** Esta herramienta está planteada, pensada y diseñada con apoyo de la empresa Cadeli y sus fabricantes de procesos tercerizados de metales, así mismo se planteó su proceso de fabricación en la misma empresa, con sus recursos, materiales y procesos tecnológicos, asegurando su fabricación cada vez que se considere necesario, ya sea por rompimiento de la herramienta o reparación de partes.
- **Aspecto Legal:** En el proceso creativo de este proyecto se tuvieron en cuenta normas colombianas para el desarrollo de herramientas en el sector industrial, así la resolución 2400 de 1979 del ministerio de trabajo hace parte fundamental en el diseño y producción de dicha herramienta.
- **Aspecto económico:** Teniendo en cuenta que toda la herramienta esta pensada para su fabricación en la empresa, los costos de producción de los que se hacen cargo son mínimos, sin ganancias de productos finales en una larga cadena de valor. Además este

nuevo producto atiende la necesidad de reducir gastos en la compra frecuente de patas de cabra.

Aspecto Ambiental: Este aspecto se ve favorecido enormemente, ya que la empresa realiza compras usuales de patas de cabra, cuya vida útil en el área de pulido es realmente corta, y el frecuente desecho de éstas se convierte en un problema ambiental debido al plástico del mango que queda intacto. Con la incorporación de este nuevo producto en la empresa, por un lado, se reduce el gasto económico semanal mencionado anteriormente y por otro lado, al tener una herramienta con una larga vida útil se reducen los desechos sólidos que producen.

10.18 Paralelo de ventajas

Este paralelo de ventajas se realiza teniendo en cuenta dos elementos más, la primera es la pata de cabra que se está utilizando actualmente en la empresa, y la otra es una herramienta comercial para el corte de rebabas metálicas. Ver figura 31

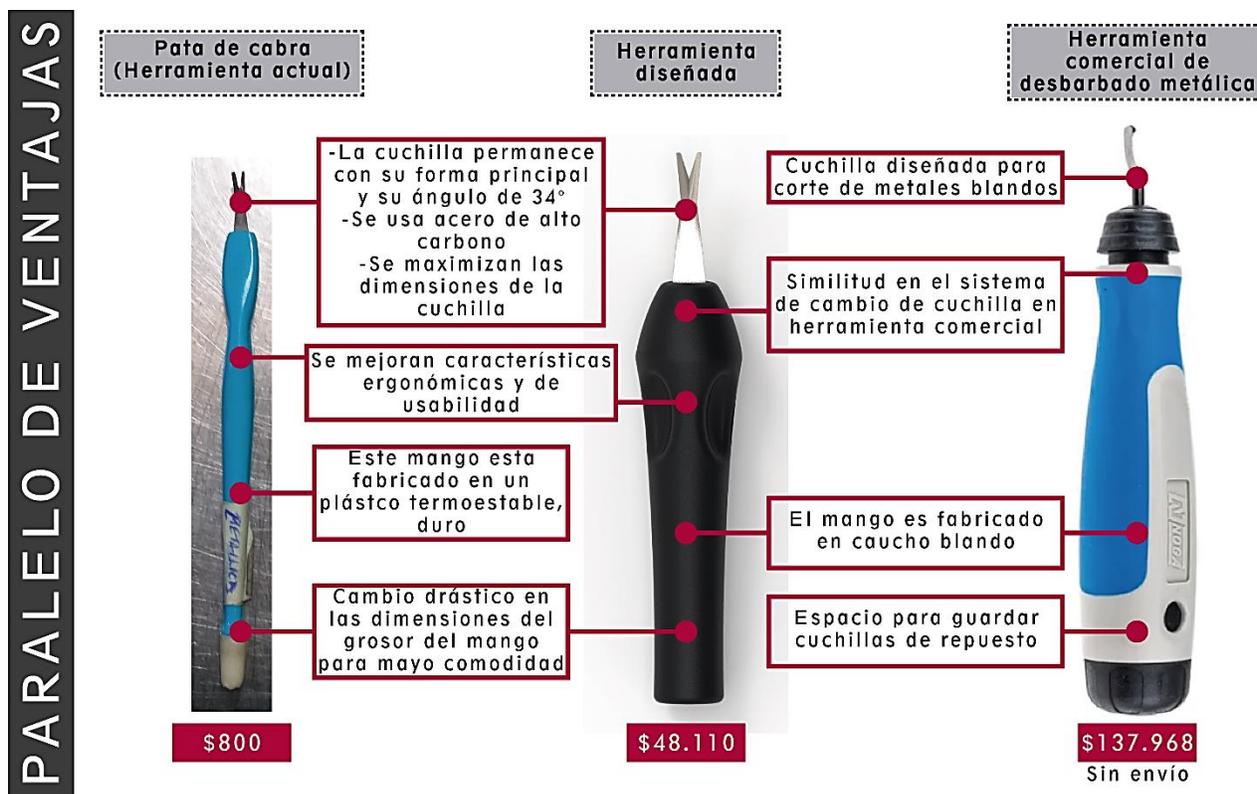


Figura 31. Paralelo de ventajas de la herramienta diseñada. Fuente: Elaboración propia

11. Conclusiones

La herramienta diseñada cumple tentativamente con su principal objetivo, que es cortar la rebaba de piezas de caucho, ya que su proceso de prototipado fue llevado hasta la etapa de impresión 3d. Este proyecto fue aprobado formalmente por los directivos de la empresa, su potencial fabricación se cumple parcialmente y es aplazado debido a contingencias internas.

Esta herramienta permitió mejorar la postura del operario en su uso mediante la aplicación de factores ergonómicos, al optimizar el desarrollo de su tarea en el pulido de piezas y agilizando el almacenado de dichas piezas para su proceso de empaque, debido a que su estructura formal le permite tener una mayor extensión de agarre proporcionando un área más prolongada. Esto hace

de la herramienta un avance significativo al continuo mejoramiento de la salud y cuidado de las operarias

El proceso de fabricación de la pieza se encuentra aprobado por Cadeli y su equipo de trabajo, programado para ser desarrollado en sus instalaciones en Dosquebradas, con sus recursos tecnológicos de vulcanizado hidráulico en moldes metálicos.

12. Referencias bibliográficas

- Acevedo, M. (17 de Abril de 2016). *Ergonomia de las herramientas de mano* . Recuperado el 26 de Octubre de 2018, de http://www.ergonomia.cl/eee/Inicio/Entradas/2016/4/17_Ergonomia_de_las_herramientas_de_mano.html
- Andrade, G. G. (26 de Septiembre de 2018). Entrevista: Estudio de caso Cadeli. (L. Tello, Entrevistador)
- Cadeli. (2016). *Cadeli*. Recuperado el 25 de Octubre de 2018, de Cadeli, cauchos y derivados: <http://cadeli.co/nosotros/>
- CAM, C. A. (14 de Julio de 2016). *Alcaldía de Dosquebradas*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2018, de Plan de desarrollo 2016-2019: <http://www.dosquebradas.gov.co/web/index.php/home/plan-de-desarrollo-2016-2019>
- Castaño, L. A.–D.–J. (2013). Criterios ergonómicos para el diseño de herramientas en la actividad de limpieza del huevo de codorniz. Medellín, Colombia : Universidad Pontificia Bolivariana.
- DANE. (2009). *Metodología del censo de unidades productoras de plantaciones de caucho* . Bogotá.
- DANE. (30 de Junio de 2017). *Geoportal* . Recuperado el 25 de Octubre de 2018, de Geoportal DANE, Información Estratégica: <https://geoportal.dane.gov.co/>
- Dinngo. (12 de 3 de 2020). *Design Thinking*. Obtenido de <http://www.designthinking.es/inicio/>
- económicos, I. (2017). *Cámara de comercio de Medellin para Antioquia*. Recuperado el 24 de Octubre de 2018, de Cadena de Caucho en Antioquia:

https://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2017/Publicaciones%20regionales/7%20Caucho_Oct18.pdf

Flores, C. (2001). *Ergonomía para el diseño* . México DF: Editorial Designio.

Freivalds, B. W.-A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* . Ciudad de México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,.

Gonzalo Almeida Pazmiño, E. M. (2006). *Diseño de una máquina para desbarbado criogénico de piezas de caucho moldeadas tipo agitador*. Recuperado el 25 de 11 de 2018, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1611/1/3188.pdf>

Hustwit, G. (Dirección). (2009). *Objetified* [Película].

Lopez, J. F. (Agosto de 2019). Aprovechamiento del residuo de caucho vulcanizado en el desarrollo de materiales y productos de diseño para beneficio social y ambiental. Pereira, Colombia .

Louis D. Beliczky, J. F. (1 de Enero de 2001). *Instituto nacional de seguridad y salud en el trabajo* . Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/80.pdf>

Martinez, G. M. (2016). Rediseño del partidador de la vara de mimbre . Santiago de Chile , Chile .

Ministerio de cultura. (2019). *mincultura.gov.co*. Obtenido de Plan de seguridad y salud en el trabajo: <https://www.mincultura.gov.co/prensa/noticias/Documents/atencion-al-ciudadano/PLAN%20SG%20SST%202019.pdf>

Ministerio de salud y protección social. (s.f.). *minsalud.gov.co*. Obtenido de Biblioteca digital: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/DOA/RL/Aseguramiento%20en%20riesgos%20laborales.pdf>

Panero, M. Z.-J. (1979). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores* . Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A.

Piñeda, A. E. (2007). Ergonomía y antropometría aplicada con criterios ergonómicos en puestos de trabajo en un grupo de trabajadoras del sector de autopartes en Bogotá. *Revista Republicana*, 138.

Plattner, H. (2018). *Guía del proceso creativo: mini guía, una introducción al Design Thinking + Bootcamp bootleg*. Institute of design at Stanford.

- Roa, E. J. (2012). Diseño de una herramienta de trabajo para recolectores de basura de Bogotá . Bogotá, Colombia.
- Rodriguez, J. F. (1999). Diseño de una herramienta: Cuchilla para trabajo en frío . Mexico.
- Sierra, G. P. (2017). *Banrepcultural*. Recuperado el 25 de Octubre de 2018, de Red cultural del banco de la República de Colombia : <http://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-262/la-fiebre-del-caucho-en-colombia>
- SISA-MET, Aceros. (2012). SISA. *Servicio Industrial*. Mexico D.F., Mexico.
- social, F. M. (2015). Ergonomía en el manejo de herramientas. Madrid, España.
- Suárez, G. R. (2009). *Biomecánica deportiva y control del entrenamiento* . Medellín: Funámbulos editores.
- Trabajo, I. N. (2016). *Herramientas manuales: criterios ergonómicos y de seguridad para su selección* . Madrid: Torrelaguna.
- Trabajo, M. d. (22 de Mayo de 1979). *Alcaldía Mayor de Bogotá*. Obtenido de Secretaría Jurídica Distrital: <http://www.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53565>
- Vedder, W. L.-J. (Septiembre de 2012). Ergonomía: herramientas y enfoques . España .
- WDO. (15 de 03 de 2020). *World Design Organizatio*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2019, de WDO: <https://wdo.org/about/definition/>