

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CONJUNTO DE HERRAMIENTAS PARA  
ELABORAR EMPAQUES DE PRODUCTOS PLÁSTICOS PARA LA EMPRESA  
DIACOR LTDA.

SILVIA MARGARITA CAMACHO BERMÚDEZ  
SERGIO ANDRÉS GUERRERO VEGA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA

2013

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CONJUNTO DE HERRAMIENTAS PARA  
ELABORAR EMPAQUES DE PRODUCTOS PLÁSTICOS PARA LA EMPRESA  
DIACOR LTDA.

SILVIA MARGARITA CAMACHO BERMÚDEZ  
SERGIO ANDRÉS GUERRERO VEGA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Diseñador Industrial

Director:

MSc.LUIS ALBERTO LAGUADO VILLAMIZAR  
Profesor Escuela De Diseñador Industrial

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA

2013

## DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico a Dios por ser mi guía y mi fortaleza; a mi madre Edith Vega y mi hermana Clarien Selene por brindarme su apoyo y entrega incondicional, por ser el motor de mi vida y la fuerza que me motiva a esforzarme en cada proyecto que emprendo.*

*Sergio Andrés*

*En primer lugar a Dios; a mis padres y familia por acompañarme y apoyarme incondicionalmente en el proceso de aprendizaje de mi vida.*

*Silvia Margarita*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradecimientos al Señor Reinaldo Villalba por sus consejos técnicos y la oportunidad de trabajar con soluciones creativas para su empresa; a todos los profesores compañeros y amigos que me acompañaron durante este proceso de aprendizaje y crecimiento personal y profesional.*

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	20
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	22
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	22
1.2 OBJETIVOS.....	24
1.2.1 Objetivo general.....	24
1.2.2 Objetivos específicos .....	24
1.3 ALCANCES DEL PROYECTO.....	25
2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....	26
3. MARCO DE REFERENCIA.....	28
3.1 ACTIVIDAD DE MERCADO.....	28
3.2 PRODUCTOS DE LA EMPRESA DIACOR LTDA .....	30
3.3 EMPAQUE ESTÁNDAR DE LA EMPRESA DIACOR LTDA.....	31
3.4 HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN, CORTE Y TRAZADO DE CARTÓN.....	32
3.5 MÁQUINAS DE TRAZADO Y CORTE DE CARTÓN .....	33
3.6 DISEÑO DE HERRAMIENTAS.....	34
3.7 EL CARTÓN COMO MATERIA PRIMA PARA LOS EMPAQUES .....	35
3.8 LA IMPORTANCIA DE LOS EMPAQUES PARA LOS PRODUCTOS PLÁSTICOS DE LA EMPRESA DIACOR LTDA.....	36
4. ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA.....	38
4.1 DETECCIÓN DE NECESIDADES .....	38
4.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	42
4.3 ESTADO DEL ARTE.....	46
4.3.1 Herramientas de medición .....	46
4.3.2 Herramientas de corte.....	48
4.3.3 Herramientas Troqueladoras .....	49
4.3.4 Tecnología de punta para elaborar empaques .....	50
4.4 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	51

4.4.1	Requerimientos del elemento de medición de los empaques para láminas de cartón.....	52
4.4.2	Requerimientos de la herramienta de corte para láminas de cartón.....	55
4.4.3	Requerimientos de la herramienta de trazado para láminas de cartón.....	59
5.	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.....	62
5.1	ALTERNATIVA DISCOS DE CORTE Y TRAZADO.....	62
5.1.1	Descripción alternativa discos de corte y trazado.....	64
5.2	ALTERNATIVA TIPO GUILLOTINA.....	66
5.2.1	Descripción Alternativa tipo guillotina.....	68
5.3	ALTERNATIVA TRACOR.....	70
5.3.1	Descripción Herramientas de Trazado.....	71
5.3.2	Descripción Herramientas de Corte.....	73
5.3.3	Descripción Herramientas de Guía.....	74
5.3.4	Evaluación formal de la alternativa N°3.....	76
5.4	EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	78
5.4.1	Evaluación elemento de medición de los empaques para láminas de cartón.....	79
5.4.2	Evaluación de la herramienta de corte para láminas de cartón.....	81
5.4.3	Evaluación de la herramienta de trazado para láminas de cartón.....	83
5.5	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE TRAZADO PARA LÁMINAS DE CARTÓN.....	85
5.6	EVALUACIÓN DE ELEMENTOS DE TRAZADO PARA LÁMINAS DE CARTÓN.....	87
6.	DISEÑO DETALLADO.....	95
6.1	MATERIALES.....	95
6.1.1	Herramienta de corte y herramienta de trazado.....	96
6.1.2	Guía de medición.....	99
6.2	PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....	101
6.2.1	Proceso de inyección.....	101
6.2.2	Troquelado de metales.....	103

6.2.3 Extrusión .....	105
6.3 FUNCIONAMIENTO .....	107
6.3.1 Funcionamiento herramienta de corte .....	107
6.3.2 Funcionamiento herramienta de trazado .....	110
6.3.3 Funcionamiento reglas y guía de medición.....	111
6.4 PLANOS TÉCNICOS.....	113
6.5 ANÁLISIS DE COSTOS.....	113
6.6 MANUAL DE USO .....	116
6.7 IMAGEN CORPORATIVA.....	118
6.7.1 Tipografía.....	119
6.7.2 Descripción del logotipo .....	119
6.7.3 Proporción del logotipo .....	120
6.7.4 Aplicación en color .....	122
6.7.5 Aplicación en escala de grises.....	122
6.7.6 Imagen grafica .....	123
7. MODELO FUNCIONAL.....	124
7.1 COMPROBACIÓN DE LOS MODELOS FUNCIONALES.....	128
7.1.2 Análisis fotográfico.....	133
7.1.3 Conclusiones de la prueba.....	137
7.1.4 Prueba de toma de tiempos .....	141
CONCLUSIONES .....	143
BIBLIOGRAFÍA.....	145
ANEXOS.....	148

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología proyectual.....	27
Figura 2. Kit de empaques.....	30
Figura 3. Empaque de la empresa Diacor Ltda.....	31
Figura 4. Desarrollo empaque estándar.....	31
Figura 5. Bisturí OLFA.....	32
Figura 6. Maquina artesanal.....	33
Figura 7. Maquina semiautomática.....	33
Figura 8. Maquina corte laser.....	34
Figura 9. Logo Mure &Peyrot.....	35
Figura 10. Logo Olfa.....	35
Figura 11. Logo Martor.....	35
Figura 12. Cartón Ondulado.....	35
Figura 13. Kit de empaques para bridas.....	37
Figura 14. Almacenamiento láminas de cartón.....	39
Figura 15. Corte del cartón.....	40
Figura 16. Trazado del cartón.....	41
Figura 17. Armado del empaque.....	41
Figura 18. Grapado del empaque.....	42
Figura 19. Diagrama de flujo empacado final de cajas estandarizadas.....	45
Figura 20. Diagrama de flujo empacado final de cajas no estandarizadas.....	45
Figura 21. Regla para cutter. Filo metálico.....	46
Figura 22. Regla para trabajar con cutter.....	47
Figura 23. Regla plegable.....	47
Figura 24. Cutter de seguridad.....	48
Figura 25. Mator gancho de desgarre.....	48
Figura 26. CARCH Rotary cutter 45-mm.....	48
Figura 27. Troqueladora.....	49
Figura 28. Paperfox H-1 máquina troqueladora manual.....	49
Figura 29. Plotter de corte multifuncional.....	50
Figura 30. Plotter de corte multifuncional 2.....	50
Figura 31. Diagrama de flujo empacado con el conjunto de herramientas.....	52
Figura 32. Diagrama de uso de la alternativa 1.....	63
Figura 33. Vista lateral de la alternativa N°1.....	64
Figura 34. Vistas de la alternativa N°1.....	65
Figura 35. Diagrama de uso de la alternativa 2.....	66

Figura 36. Vista lateral alternativa N°2.....	68
Figura 37. Vistas alternativa N°2.....	68
Figura 38. Detalles de cuchillas .....	69
Figura 39. Vista lateral de la herramienta de trazado alternativa N°3-1.....	71
Figura 40. Vista lateral de la herramienta de trazado alternativa N°3-2.....	72
Figura 41. Vista lateral de la herramienta de trazado alternativa N°3-3.....	72
Figura 42. Vista lateral de la herramienta de corte alternativa N°3-1.....	73
Figura 43. Vista lateral de la herramienta de corte alternativa N°3-2.....	73
Figura 44. Vista lateral de la herramienta de corte alternativa N°3-3.....	73
Figura 45. Vista superior de la herramienta de corte alternativa N°3-1.....	74
Figura 46. Vista superior de la herramienta de corte alternativa N°3-2.....	75
Figura 47. Vista superior de la herramienta de corte alternativa.....	75
Figura 48. Modelos rápido .....	89
Figura 49. Prueba de riel deslizante del modelo N°1 .....	90
Figura 50. Prueba de riel deslizante del modelo N°2.....	90
Figura 51. Modo de agarre del modelo N°1 .....	91
Figura 52. Modo de agarre del modelo N°2 .....	91
Figura 53. Modelo de guía N°1 .....	92
Figura 54. Modelo de guía N°2 .....	92
Figura 55. Modelo de guía N°3 .....	93
Figura 56. Render de la herramienta de trazado .....	93
Figura 57. Render de la herramienta de corte .....	94
Figura 58. Render del conjunto de herramientas .....	94
Figura 59. Partes de un molde de inyección.....	102
Figura 60. Partes básicas de un troquel .....	103
Figura 61. Cuchilla de corte y cuchilla de trazado.....	104
Figura 62. Esquema de la extrusión d .....	106
Figura 63. Partes comunes de la herramienta de corte y trazado .....	108
Figura 64. Partes herramienta de corte .....	108
Figura 65. Posiciones de la cuchilla.....	109
Figura 66. Partes herramienta de trazado .....	110
Figura 67. Posiciones de la cuchilla.....	111
Figura 68. Regla y guía de medición .....	112
Figura 69. Perfil de la regla.....	112
Figura 70. Instalación de las reglas .....	116
Figura 71. Diagrama de uso de la herramienta de corte.....	117
Figura 72. Diagrama de uso de la herramienta de trazado.....	118
Figura 73. Logotipo Traco.....	119
Figura 74. Desarrollo de la imagen corporativa paso 1.....	120

Figura 75. Desarrollo de la imagen corporativa paso 2.....	120
Figura 76. Desarrollo de la imagen corporativa paso 3.....	120
Figura 77. Retícula de proporciones .....	121
Figura 78.Zona de seguridad .....	121
Figura 79.Aplicación en color de Traco.....	122
Figura 80.Aplicación en escala de grises de Traco.....	123
Figura 81.Aplicación del logotipo para presentaciones .....	123
Figura 82.Modelos funcionales .....	124
Figura 83.Piezas herramienta de corte .....	125
Figura 84. Piezas herramienta de trazado .....	126
Figura 85.Piezas reglas y guía de medición .....	127
Figura 86. Piezas de la prensa .....	128
Figura 87.Resultados evaluación de seguridad .....	130
Figura 88.Resultados evaluación de toma de medidas verticales .....	131
Figura 89.Resultados evaluación de toma de medidas horizontales .....	132
Figura 90.Resultados evaluación agarre de la herramienta.....	133
Figura 91.Posiciones del operario con el conjunto de herramientas .....	133
Figura 92. Posición extrema del tronco.....	135
Figura 93.Posición extrema del tronco para los empaques de Diacor Ltda. ....	136
Figura 94.Posición mínima de flexión del tronco.....	136
Figura 95.Tarea de corte .....	137
Figura 96. Perpendicularidad entre reglas y guía de medición .....	139
Figura 97.Guía a 45° para cortes.....	139
Figura 98. Acabados corte de pestañas .....	140
Figura 99. Percentiles mano mujer .....	149
Figura 100. Percentiles mano Hombre .....	149

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Proceso de empaqueo de la empresa Diacor Ltda. ....	44
Tabla 2. Estado del arte de herramientas de medición .....	46
Tabla 3. Estado del arte de herramientas de corte .....	48
Tabla 4. Estado del arte de herramientas troqueladoras .....	49
Tabla 5. Estado del arte de la última tecnología para elaborar empaques .....	50
Tabla 6. Requerimientos del elemento de medición de empaques áminas de cartón.....	53
Tabla 7. Requerimientos de la herramienta de corte para láminas de cartón .....	56
Tabla 8. Requerimientos de la herramienta de trazado para láminas de cartón ....	59
Tabla 9. Descripción de la alternativa N°1 .....	65
Tabla 10. Descripción de la alternativa N°2 .....	69
Tabla 11. Descripción de la herramienta de trazado alternativa N°3 .....	72
Tabla 12. Descripción de la herramienta de corte alternativa N°3 .....	74
Tabla 13. Descripción herramienta de toma de medidas alternativa N°3 .....	76
Tabla 14. Evaluación formal de la alternativa N°3 .....	77
Tabla 15. Evaluación elemento de medición .....	79
Tabla 16. Evaluación herramienta de corte .....	81
Tabla 17. Evaluación herramienta de trazado.....	83
Tabla 18. Prueba para el trazado sobre láminas de cartón ondulado.....	86
Tabla 19. Tipo de trazado según la herramienta .....	87
Tabla 20. Evaluación cuantitativa de los elementos para el trazado de cartón ondulado .....	88
Tabla 21. Materiales y procesos herramienta de corte y herramienta de trazado .	96
Tabla 22. Propiedades físico-mecánicas del ABS .....	97
Tabla 23. Materiales y procesos de manufactura de la herramienta guía.....	99
Tabla 24. Propiedades físicas del aluminio.....	101
Tabla 25. Costos Herramienta de corte .....	113
Tabla 26. Costos Herramienta de trazado .....	114
Tabla 27. Costos Herramientas de medición .....	115
Tabla 28. Tabulación evaluación de seguridad.....	129
Tabla 29. Tabulación evaluación de toma de medidas verticales.....	130
Tabla 30. Tabulación evaluación de toma de medidas horizontales.....	131
Tabla 31. Tabulación evaluación agarre de la herramienta .....	132
Tabla 32. Valores recomendados para la posición de los segmentos corporales	134
Tabla 33. Comparación de tiempos .....	141

Tabla 34. Tiempo participante más experimentado .....142

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. TABLAS ANTROPOMÉTRICAS .....	149
ANEXO B. ENCUESTA PARA EVALUAR LOS MODELOS FUNCIONALES.....	150
ANEXO C. PLANOS TÉCNICOS.....	152

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CONJUNTO DE HERRAMIENTAS PARA ELABORAR EMPAQUES DE PRODUCTOS PLÁSTICOS PARA LA EMPRESA DIACOR LTDA<sup>\*</sup>

**AUTORES:** SILVIA MARGARITA CAMACHO BERMÚDEZ,  
SERGIO ANDRÉS GUERRERO VEGA<sup>\*\*</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Diseño, Conjunto de herramientas, herramienta de corte, herramienta de trazado, Regla, Guía.

### DESCRIPCIÓN

Este proyecto pretende solucionar uno de las necesidades encontradas en la empresa Diacor Ltda mediante el diseño y construcción de un conjunto de herramientas para elaborar empaques para los productos plásticos de la empresa por medio de la toma de medidas, corte y trazado de cartón ondulado.

Para la realización del proyecto fue necesario en primer lugar hacer una investigación de campo dentro de la empresa, realizar una recolección de información plasmada en el marco de referencia y analizar el estado del arte, con el fin de definir los parámetros y requerimientos con los cuales se evaluaron las alternativas propuestas para definir por ultimo la alternativa ganadora, con la cual se realizo un modelo funcional que se evaluó teniendo en cuenta los objetivos propuestos y la viabilidad de producción.

Ademas la elaboración de los modelos funcionales le permite a la empresa Diacor Ltda. tener la posibilidad de optimizar su proceso de manufactura en la producción de empaques, reduciendo tiempos, brindándole seguridad y confiabilidad a su operario con la posibilidad de desarrollar un prototipo del conjunto de herramientas, dando como resultado final la base para el desarrollo de un producto, el cual pueda salir al mercado y suplir las diferentes necesidades de los usuarios relacionados con el campo de los empaques de cartón ondulado.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierias Fisicomecanicas. Escuela de Diseno Industrial. Director: MSc Luis Alberto Laguado Villamizar

## ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TOOLKIT FOR DEVELOPING FOR PLASTIC PACKAGING PRODUCTS COMPANY DIACOR LTDA \*

AUTHORS: SILVIA MARGARITA CAMACHO BERMÚDEZ,  
SERGIO ANDRES GUERRERO VEGA\*\*

KEYWORDS: Design, assembly tools, cutting tool, drawing tool, rule, guideline.

### DESCRIPTION

This project aims to address one of the needs identified in the company Diacor Ltda by designing and building a set of tools to develop plastic packaging for products of the company by taking measurements, cutting and corrugated board layout.

To carry out the project was first necessary to do field research within the company, perform a collection of information embodied in the framework and discuss the state of the art, in order to define the parameters and requirements with which proposed alternatives were evaluated to define the alternative finally winning, which was conducted with a working model that was evaluated taking into account the objectives and the feasibility of production.

Besides the development of functional models allows the company Diacor Ltda be able to optimize their manufacturing process in the production of packaging, reducing time, providing security and reliability to its operator with the ability to develop a set of prototype tools, the end result being the basis for the development of a product, which can enter the market and meet the different needs of users related to the field of corrugated packaging.

---

\* Graduation project

\*\* Faculty of Engineering physicommechanical. School of Industrial Design. Director. Luis Alberto Laguado Villamizar

## INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más competitivo la innovación en las empresas es fundamental para poder sobrevivir<sup>1</sup>, es en este punto en donde el Diseño Industrial con los años se ha ido posicionando como una salida económicamente rentable para las industrias colombianas, en donde el empresario se ha dado cuenta del valor que tiene la intervención de esta carrera en el proceso productivo y especialmente en la fase de definición y conceptualización del producto, lo cual trae consigo una serie de beneficios tanto para el productor como para el consumidor y su entorno, tales como la reducción de tiempos y costos, apertura de nuevos mercados, entre otros.

En la industria de Bucaramanga existe una gran demanda de diseño y optimización de los procesos de manufactura, uno en especial es el empaqueo de productos y su embalaje. Es de gran expectativa trabajar en el proceso de empaqueo y lograr integrar el Diseño Industrial con este. Intervenir en una actividad que involucra aplicar todos los conocimientos adquiridos durante estos cinco años de preparación, es la mejor manera de hacer una introspección de lo aprendido.

En el proceso de manufactura de empaqueo en cartón ondulado, se debe remitir hasta el proceso de pre empaqueo, es decir, preparación del producto a empaocar; elaboración de empaques primarios, limpieza de productos empacados, corte y pulido de productos, para así determinar cuáles procesos son irremplazables o si

---

<sup>1</sup>AGUSTIN, Luis; FERNANDEZ, Alberto; ZABALA, Enrique; LÓPEZ, Ignacio; MANCHADO, Eduardo. Valoración de la innovación procedente del diseño industrial.p2

se pueden modificar, para conseguir una reducción de tiempo, gastos económicos y materiales.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos, se estudió la posibilidad de diseñar y construir un conjunto de herramientas o sistema universal, que permita unificar tareas tales como diagramar, cortar, trazar<sup>2</sup>, grapar entre otras. Estas herramientas podrían proponerse no solo para la empresa Diacor Ltda. debido a que pueden ser utilizadas en otras áreas, en las que es necesario elaborar empaques en cartón, debido a que en la empresa analizada, manejan empaques que no son estándar. Sus empaques varían dependiendo de las dimensiones de los productos que van a empacar.

---

<sup>2</sup>**Trazar:** generar las líneas que forman el plegado de la caja. PACKING BOX. Cajas de cartón corrugado [en línea]. Disponible en <<http://www.cajas.com.ar/cajas-de-carton-corrugado.html>>. Consultado el 10 Enero de 2012.

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

"A largo plazo en una empresa, la falta de diseño de producto no se podría contrarrestar únicamente con innovación en la organización o en la reducción de costes, el diseño industrial se hace imprescindible dentro del proceso productivo, para hacer a la empresa competitiva"<sup>3</sup> y generar crecimiento al país.

Según el informe de competitividad presentado por la Cámara de Comercio de Bucaramanga, el factor de innovación y desarrollo de Colombia en comparación con países como Japón y México como principal país en América Latina, no muestra una suficiente competencia, aunque se ha visto que existe una dinámica de crecimiento en innovación, aún queda un camino largo por recorrer<sup>4</sup>.

Teniendo en cuenta las estadísticas del DANE sobre el producto interno bruto de Santander en el 2010, en donde la industria logro posicionarse en el tercer lugar<sup>5</sup> y las estadísticas de exportaciones de Santander en donde habrá un aumento del 41% en diciembre de 2012 teniendo como referencia el mismo mes del año 2011<sup>6</sup>. Las empresas Santandereanas han optado por ir implementando y mejorando sus procesos de producción para poder competir y liderar a nivel nacional e

---

<sup>3</sup>AGUSTIN, Luis; FERNANDEZ, Alberto; ZABALA, Enrique; LÓPEZ, Ignacio; MANCHADO, Eduardo. Valoración de la innovación procedente del diseño industrial. p2

<sup>4</sup>CAMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Factor Innovación y Desarrollo: Marcas en Colombia. p1

<sup>5</sup>CAMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Producto Interno Bruto de Santander 2010. p1

<sup>6</sup>CAMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Exportaciones de Santander. p1

internacional,este es el caso de Diacor Ltda., una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de bujes, juntas y empaques para bridas.

Diacor Ltda., es una empresa que se ha caracterizado por estar en constante renovación, siempre buscando ser los mejores en su campo, es por eso que investiga e implementa nuevas propuestas de desarrollo que intervengan en el proceso de fabricación de sus productos. Para ello la participación de los diseñadores industriales es importante en el momento de innovar y rediseñar dentro de la empresa, mediante los conocimientos adquiridos durante la carrera y utilizando un proceso de diseño que permita alcanzar los objetivos propuestos.

A partir de esta iniciativa se realizó una investigación dentro de Diacor Ltda. y con la colaboración del personal que compone la empresa se pudo identificar los procesos de producción en los cuales se pueden intervenir desde el diseño Industrial, para posteriormente jerarquizar y definir una propuesta adecuada en donde poder desarrollar nuestro proyecto de grado y de igual manera con él beneficiar a la empresa.

De esta manera surgió el título del proyecto,teniendo en cuenta las falencias que se presentaban al momento de empaque los productos de la empresa Diacor Ltda.

En primer lugar las empresas que se encuentran en Bucaramanga y que hacen empaques en cartón corrugado son pocas y tienen mucha demanda, esto causa demoras en la entrega de los pedidos que se le realizan; por otra parte tienen un límite mínimo de pedido por tipo de empaque, ocasionando que no se les puedan hacer pedidos con las características específicas que se requieren.

La empresa de cartón con la que Diacor Ltda. está trabajando actualmente no presenta buenos acabados en sus productos, haciendo que estos tengan que ser corregidos por Diacor Ltda., a su vez durante las observaciones realizadas en el momento de las correcciones y armado de los empaques se pudo determinar estos procedimientos no están normalizados, ni cumplen con un protocolo

establecido, sino que el operario que ejecuta las tareas corre el riesgo de lastimarse, cometer equivocaciones, dañar el empaque y además hacer las correcciones en el empaque demora el proceso de armado de la caja.

Mediante esta investigación se pretende desarrollar un conjunto de herramientas que le permita a la empresa Diacor Ltda., realizar los empaques personalizados que en muchas ocasiones necesitan, al igual que reducir y mejorar el número de tareas y materiales implementados en el proceso de elaboración de los empaques, embalajes y en las normativas que manejan estos.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Diseñar y construir un conjunto de herramientas manuales para el corte y trazado de empaques de cartón para los productos plásticos de la empresa Diacor Ltda.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Disminuir el riesgo de lesiones en los usuarios al realizar las tareas de diagramado, corte y trazado, adaptando el conjunto de herramientas a las necesidades del usuario.
- Reducir el tiempo en los procesos de manufactura de diagramado, corte y trazado de los empaques de la empresa Diacor Ltda. mediante la implementación del conjunto de herramientas propuestas.

- Mejorar la precisión en los procesos de trazado y corte de los empaques de cartón elaborados en la empresa Diacor.

### **1.3 ALCANCES DEL PROYECTO**

Como resultado de este proyecto se pretende construir los modelos funcionales del conjunto de herramientas para el diagramado, corte y trazado de los empaques de cartón para productos plásticos de la empresa Diacor Ltda.; con el propósito de mejorar; el proceso de fabricación de empaques, el grado de confiabilidad del operario frente a las herramientas y obtener un empaque con acabados superiores al que actualmente presenta la empresa, que mantenga y proteja sus productos.

Mediante el desarrollo formal-estético y funcional brindarle al conjunto de herramientas factores de seguridad y usabilidad que contribuya a disminuir los riesgos de sufrir lesiones en el proceso.

A través de la implementación del conjunto de herramientas unificar las tareas de diagramado, corte y trazado para poder disminuir pasos, disminuir el tiempo en el proceso y de esta manera aumentar la productividad de la empresa.

Generar mejores acabados en los empaques con la utilización de herramientas que brinden mayor precisión en el corte y trazado de cartón con respecto a las herramientas convencionales que utiliza el operario.

## 2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta las metodologías vistas durante la carrera de Diseño Industrial y extrayendo la información más importante de cada una de ellas se utilizaron para este proyecto una serie de elementos importantes para el proceso metodológico del diseño, estos a su vez se organizaron en un esquema que se adaptara a las necesidades para el desarrollo del proyecto.

La estructuración del proyecto consta de tres partes generales, en la primera parte es la recolección y análisis de información encontrada en la actualidad, sobre los procesos de empaqueo manual, además el análisis de herramientas existentes sobre el tema.

La segunda etapa del proyecto es de carácter creativo y evaluativo, en donde se proponen, las diferentes alternativas de diseño, en la cual se evalúan todas las alternativas propuestas, y se selecciona la más adecuada de acuerdo al cumplimiento con los requerimientos del Diseño.

En la última fase se desarrollara la alternativa seleccionada, en donde pasara al diseño detallado de los diferentes factores tales como: económicos, ergonómicos, humanos, productivos, formales entre otros, para así tener una calificación cualitativa y cuantitativa de la solución planteada para la necesidad antes mencionada. Luego de la debida evaluación se construye el modelo funcional. El siguiente grafico resume detalladamente cada uno de los pasos que se siguen en el proyecto.

Figura 1. Metodología proyectual



Fuente: Autores

### **3. MARCO DE REFERENCIA**

En el ámbito de embalaje de productos uno de los materiales más utilizados es el cartónondulado debido a su gran resistencia mecánica y a que es un material amigable con el medio ambiente por su fácil reciclado. Generalmente se compone de tres o cinco papeles, dos capas exteriores son lisas y el interior ondulado.

En el embalaje de los kits de empaques plásticos para bridas y juntas no es la excepción la utilización de este material. A nivel local la fabricación de empaques y embalajes con este material se realiza con herramientas manuales hasta llegar a maquinaria de alta tecnología, tales como troqueladoras las cuales se manejan para empaques estandarizados, debido al alto costo de la elaboración del troquel son utilizadas por empresas con una alta demanda de este producto. Además de este tipo de maquinaria se utilizan herramientas de corte más comunes como el bisturí y la regla las manejadas en la empresa Diacor Ltda.

#### **3.1 ACTIVIDAD DE MERCADO**

En campos petroleros una de las tareas más comunes es el transporte del petróleo por medio de tuberías, las cuales están unidas por medio de acoples que permitan el paso del fluido sin dejar que este se derrame. Es por esto que DiacorLtda.y otras empresas afines se han dedicado a la fabricación de bridas y juntas. Esta necesidad es resuelta por empresas que comercializan empaques plásticos para bridas y juntas. Algunas de estas son a nivel mundial, se encuentran en países americanos, europeos y países árabes.

Actualmente en la ciudad de Bucaramanga no se encuentran empresas que elaboren productos parecidos a bridas y juntas en materiales poliméricos o composite<sup>7</sup>, solamente se encontró a nivel local la empresa Diacor Ltda. en la cual se está interviniendo. Explorando a nivel nacional se encuentra ya una pequeña variedad de industrias relacionadas con estos tipos de productos.

Es contradictorio que Colombia siendo un país el cual tiene mucha relación con el campo petrolero no tenga una amplia gama de industria que se dedique a la producción y comercialización de productos relacionados en este campo, como lo son juntas y empaques para bridas en materiales poliméricos y composite.

Unas de las pocas industrias colombianas dedicadas a la fabricación y comercialización son COFERVAL LTDA ubicada en la Calle 17ª #42ª -96. Bogotá, COMTVALL S.A.S Cra 23 # 12-65 Zona Industrial Ricaurte Bogotá, VALVULAS Y ACCESORIOS LTDA Calle 12B # 26-22 Bogotá, COMTUVALVULA S.A.S Calle 17 # 28ª – 76 Bogotá, DIPELCO Cra 28 # 11- 65 Oficina 510 Bogotá y por último FLEXILATINA DE COLOMBIA LTDA Av Cr 40 # 20ª – 53 Bogotá. Siendo industrias del sector nacional brindan una gran variedad de productos relacionados a las bridas y juntas, no solamente manejan este tipo de productos, también manejan catálogos bastante extensos.

Además de industrias a nivel local y nacional, en el mercado a nivel mundial se encuentran una diversidad de industrias relacionadas con productos tales como juntas y empaques para bridas, como es el caso de JUNTAS INDUSTRIALES JUAN GANDUL C/Pico Javalon, 1 – Nave, Madrid, España. Esta empresa los productos que maneja son exclusivamente juntas, con una gran variedad en el manejo de diferentes materiales. Industrias americanas hacen su aparición en este campo con la empresa GARLOCK SEALING TECHNOLOGIES 1666

---

<sup>7</sup>**Composite** o resinas compuestas son materiales sintéticos que están mezclados heterogéneamente y que forma un compuesto, como su nombre indica.

DivisionStreet Palmyra, New York – U.S. con productos para empaques para bridas y accesorios con todo lo relacionado para tuberías petroleras.

Otras empresas encontradas en la Latinoamérica son BRUNSEN DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V. Guadalajara - México junto con MAQUINARIAS HENRIQUES C.A. Guayaquil. Ecuador. En el campo de comercialización y producción de bridas, juntas y empaques para bridas además de encontrar industrias en América, se encuentran industrias como KUBA TRADING ESTABLISHMENT, está ubicada en Dubái, Emiratos Árabes Unidos como también la encontrada en Inglaterra STONELEIGH ENGINEERING SERVICES.

### **3.2 PRODUCTOS DE LA EMPRESA DIACOR LTDA**

El producto final está compuesto por cuatro subpartes, que normalmente son importados y se disponen para el empaqueo final, pero en virtud a los exigentes requerimientos en la oportunidad de entrega, algunos componentes son importados como productos semi-terminados, que son intervenidos mediante procesos de manufactura de baja exigencia

tecnológica, pero de alta competitividad en su acabados superficiales, con respecto a productos importados desde Estados Unidos y otros países, dándole a la empresa Diacor Ltda. un reconocimiento en el mercado.

**Figura 2. Kit de empaques**



Fuente: Reinaldo Villalba

### 3.3 EMPAQUE ESTÁNDAR DE LA EMPRESA DIACOR LTDA.

La empresa Diacor Ltda. implementa para sus empaques un desarrollo tipo caja de pizza, en donde se realizan cuatro líneas verticales y dos horizontales para el trazado del cartón, además tiene dos líneas de cortes horizontales y dos más verticales, con el detalle de un corte a cuarenta y cinco grados en dos de sus esquinas con el fin de que la tapa del empaque encaje perfectamente a la hora de ser cerrado.

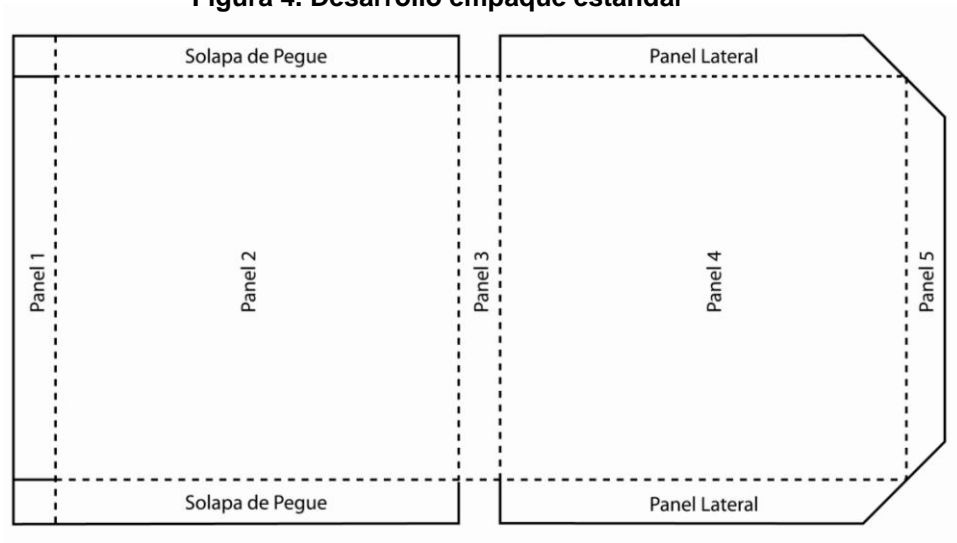
Figura 3. Empaque de la empresa Diacor Ltda.



Fuente: Autores

La elección de este tipo de caja por parte de la empresa Diacor Ltda. es debido a su sencilla elaboración, es uno de los empaques estándar que toma menos tiempo de realizar y el grado de dificultad no es alto, además hay un porcentaje mínimo de desperdicio materia prima. Gracias a su estructura rígida mantiene protegidos los productos y disminuye la pérdida de los elementos del kit a la hora de ser abierto, ya que la reparación de las bridas comúnmente se realiza en zona de campo, en donde el terreno es irregular.

Figura 4. Desarrollo empaque estándar



Fuente: Autores

### 3.4 HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN, CORTE Y TRAZADO DE CARTÓN.

Cuando se habla de herramientas manuales para la medición, el corte y trazado de cartón nos encontramos con herramientas diseñadas para la elaboración de pequeñas piezas utilizadas principalmente en el scrapbooking<sup>8</sup>, manualidades, tarjetas, bolsas de regalo, entre otras, es decir que su utilización es básicamente para crear piezas decorativas.

De igual forma sucede con las troqueladoras manuales, su mayor campo de acción es la elaboración de tarjetas y cajas pequeñas que poseen un espesor pequeño para que el papel o cartón pueda ser cortado.

Herramientas versátiles como el bisturí y la regla, son de más fácil acceso económico, son herramientas sencillas en aspectos formal y de uso, pero aun siendo eficaces para el corte no lo son para el trazado. El bisturí con el pasar de los años ha sufrido varios cambios en cuanto a su diseño estético y ergonómico. Las empresas comercializadoras y productoras de herramientas de este tipo se han visto en la tarea de evolucionarlas para una mejor comodidad, diseñando nuevos tipos de mangos, resolviendo en aspectos ergonómicos con el fin de evitar posibles lesiones y enfermedades, además de implementando nuevos y mejorando materiales para un mejor corte.

Figura 5. Bisturí OLFA



Fuente:  
<http://www.olfa.co.jp/en/body/detail/167.html>

---

<sup>8</sup>**Scrapbooking** significa literalmente “hacer un álbum con trocitos”. Consiste en multitud de procesos creativos como el recorte, pegado o collage para crear una composición de memorias y recuerdos mediante fotografías, hojas estampadas, stickers, botones, listones, etc.

### 3.5 MÁQUINAS DE TRAZADO Y CORTE DE CARTÓN

Los diferentes equipos encontrados en el mercado que resuelven necesidades tales como el trazado y corte de cartón ondulado guardan diferentes ventajas.

En el mercado de máquinas se encuentran en primer lugar las artesanales en la jerarquización de menor a mayor tecnología, como es el caso de la troqueladora y suajadora<sup>9</sup> para láminas de cartón, una máquina sencilla de construir que consta de dos rodillos los cuales hacen presión al troquel que se desliza entre estos, el troquel está construido de tal manera que al

pasar por los rodillos realice el corte o el trazado necesario a la lámina de cartón, la rotación de los rodillos es gracias a un mecanismo también de poleas impulsados por un motor. La ventaja más significativa de esta máquina es poder cortar y trazar cualquier tipo de desarrollo de empaque en un tiempo muy rápido, lo que trae consigo una desventaja económica la cual es la realización de un troquel por cada tipo de desarrollo, además de la intervención obligatoria por parte de un operario.

Posteriormente en este campo se encuentran las máquinas semiautomáticas en donde es necesario que el operario monte y desmonte la lámina de cartón para ser cortado y trazado por la máquina que ejerce una presión por medio de herramientas de corte y trazado. La desventaja que presenta estas máquinas es el grado de atención y coordinación que debe tener el operario al ubicar la

**Figura 6. Máquina artesanal**



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=J7dbWQX8fOa&feature>

**Figura 7. Máquina semiautomática**



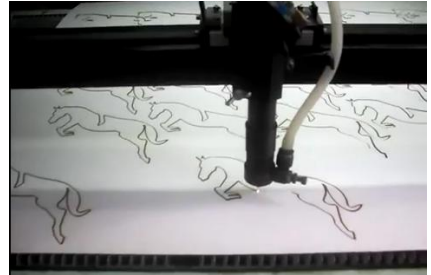
Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=iJwTw7RTFRo>

<sup>9</sup>**Suajadora** es una prensa que presiona el suaje o también llamado troquel contra el material y lo corta, dobla o marca.

lámina de cartón en la máquina.

Además de las anteriores, se encuentran máquinas prototipadoras de corte a láser, las cuales realizan un corte exacto y limpio, por medio de la realización del desarrollo del empaque en un software, su desventaja es el aspecto quemado que deja el trazo del láser y el incremento económico por la utilización de una nueva tecnología.

**Figura 8. Máquina corte láser**



Fuente:

<http://www.youtube.com/watch?v=odxivba5qhm>

### **3.6 DISEÑO DE HERRAMIENTAS**

Según la investigación exploratoria y la profundización bibliográfica hay escasas herramientas manuales en el mercado, diseñadas específicamente como un conjunto de herramientas para el diagramado, trazado y corte de cajas de cartón. La mayoría de estas herramientas no se encuentran en Colombia y pueden ser adquiridas por internet.

Actualmente tres importantes compañías productoras de herramientas para corte son Olfa Corporation ubicada en Japón, Mure & Peyrot ubicada en Francia y Mator KG ubicada en Alemania que dedican gran parte de su inversión en investigaciones y desarrollos de productos cada vez más fiables. Estas tres empresas llegan al mismo punto buscar la seguridad, la ergonomía y la comodidad del individuo en el uso diario de las herramientas, creando productos y accesorios que permitan cortar gran variedad de materiales y así ser implementados en diferentes campos de acción.

Otra parte importante en las investigaciones de estas empresas, consiste en el desarrollo de las piezas de corte en donde dedican tiempo en crear nuevas formas de cortar con precisión, más durabilidad y menor esfuerzo.

Figura 10. Logo Olfa



Fuente: <http://www.olfa.com>

Figura 9. Logo Mure & Peyrot



Fuente: <http://www.mure-peyrot.com>

Figura 11. Logo Martor



Die Experten für sicheres Schneiden

Fuente: <http://www.martor.de>

### 3.7EL CARTÓN COMO MATERIA PRIMA PARA LOS EMPAQUES

Uno de los materiales más utilizados para envases y embalajes de productos es el cartón ondulado, generalmente se compone de tres o cinco papeles, las dos capas exteriores son lisas y el interior o los interiores ondulados, lo que le da a la estructura una gran resistencia mecánica.

Se llama onda de cartón a la ondulación producida en el papel interior de una plancha de cartón, la cual le otorga al cartón la propiedad de ser indeformable. La altura de las ondas incide directamente en las características físicas de la caja, sobre todo, en su resistencia al apilamiento. Este último parámetro es el más importante para productores y consumidores puesto que indica el peso que puede soportar una caja sometida a una carga por apilamiento.

Figura 12. Cartón Ondulado



Fuente:  
<http://embalajescmr.com/images/cartonondurollos1.jpg>

En el mercado se puede encontrar cuatro tipos de cartón ondulado según la cantidad de caras denominado de la siguiente manera:

- Simple-Cara: Formado por una cara y una lámina ondulada.

- Doble-Cara: Son dos caras, con un centro ondulado
- Doble-Doble: Es el resultado de tres caras más dos láminas onduladas pegadas en medio de las tres primeras.
- Triple ondulado: Es el resultado de cuatro caras más tres láminas acanaladas pegadas en medio de las cuatro primeras.

“El cartón ondulado doble-cara y el doble-doble constituye la mayor parte de la producción. El triple ondulado se reserva para usos específico”<sup>10</sup>.

El cartón ondulado es un material muy versátil, para la construcción de diferentes tipos de desarrollos. Permite su corte y trazado con herramientas tan sencillas y elementales como un bisturí, hasta máquinas de última tecnología como es el caso del plotter de corte.

Es un material económico, tanto en su adquisición como en su transformación, algunas ventajas, es la manera sencilla de darle valores agregados, como diseños innovadores de empaques y estampado.

Su gran ventaja con respecto a otros materiales, como polímeros, metales y cerámicos, es su fácil y total reciclado puesto que por estar formado por papeles que a su vez están formados por fibras de celulosa, el cartón ondulado es un recurso natural renovable.

### **3.8LA IMPORTANCIA DE LOS EMPAQUES PARA LOS PRODUCTOS PLÁSTICOS DE LA EMPRESA DIACOR LTDA.**

---

<sup>10</sup>ASIMAG S.L. Manual de elaboración del cartón ondulado. p 12-13.

Debido a que Diacor Ltda. importa productos semiterminados, para darle mejores acabados que los productos extranjeros, que son creados con una visión de cantidad y no de calidad, es importante que estos estén protegidos durante su transporte, hasta el momento en que van a ser instalados, es en esta etapa en donde el empaque contenedor de los productos debe protegerlos del exterior y del rozamiento de ellos mismos, debido a que si los productos sufren desgastes, no cumplirían con su función y con las exigencias del cliente.



Fuente: Reinaldo Villalba

Es importante tener en cuenta que el empaque para los productos de la empresa Diacor Ltda. debe cumplir con las tres funciones primordiales, contener, proteger y vender, centrándose en contener adecuada y organizadamente los productos y protegerlos del rozamiento entre ellos mismos y de los agentes externos, debido a que estos productos son instalados en campo abierto, y no puede haber riesgo de que algún producto se pierda al ser abierto el empaque.

## 4. ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA

En este capítulo se efectuaron las observaciones y se recopilaron los datos necesarios para la definición del problema, posteriormente se analizaron las soluciones existentes que se han desarrollado frente a problemas similares y por último se generaron los requerimientos y los factores a tener en cuenta para cada uno de los elementos del conjunto de herramientas.

### 4.1 DETECCIÓN DE NECESIDADES

En la detección de las necesidades fue necesario realizar una visita técnica a la empresa Diacor Ltda. para tener un contacto directo con los procesos de empaclado. Posteriormente se logra identificar necesidades y problemáticas, a las cuales se les dará soluciones por medio de un proceso proyectual de Diseño Industrial. El diagnóstico se obtiene con el análisis de la información teórica sobre el tema, experiencias y conocimientos descritos por el operario, expectativas esperadas por la empresa y los análisis realizados en la visita técnica por parte del diseñador industrial. Los resultados obtenidos por este diagnóstico permiten una jerarquización de las problemáticas y necesidades encontradas en los diferentes puntos del proceso de manufactura de la actividad de corte y armado de empaques para productos plásticos los cuales se explicaran a continuación.

- **Almacenamiento de láminas de cartón estampadas:** El primer punto del proceso de manufactura del corte y armado del empaque, es el almacenamiento de las láminas de cartón, el número de esta materia prima varía dependiendo de

los pedidos que tenga la empresa, además las dimensiones que maneja la empresa no son estándar, debido a que se debe empacar diversos tamaños de kits de empaques plásticos para bridas y juntas.

**Figura 14. Almacenamiento láminas de cartón**



Fuente: Autores

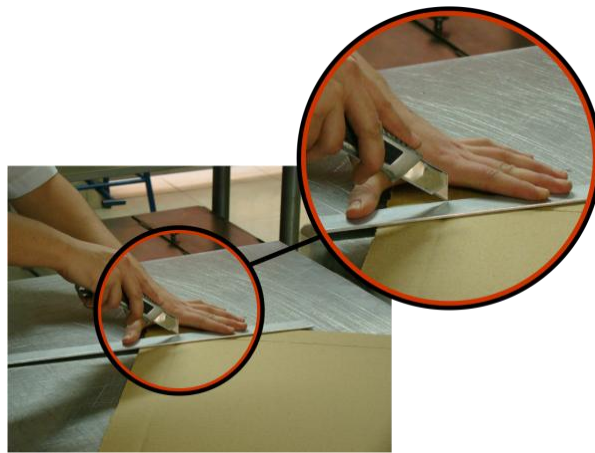
- **Dimensionado y diagramado sobre las láminas de cartón:** La estandarización de este proceso es complejo, debido a las dimensiones de los productos, hay más de diez mil (10000) posibles referencias de producto final, lo cual implica una alta variedad de dimensiones de la caja donde finalmente se despacha el producto final.

Actualmente se ha logrado estandarizar tres dimensiones de cajas cuadradas para los productos finales, estas dimensiones varían entre 7x7x1 pulgadas a 20x20x2 pulgadas.

Las cajas de tamaño no estandarizado fabricadas a partir de láminas estampadas, son diseñadas y dimensionadas según las especificaciones del kit a empacar.

- **Corte del cartón:** El operario debe realizar cortes de largas trayectorias dependiendo de las dimensiones del empaque en las cuales puede cortarse. En este proceso la herramienta de corte sufre desgaste, debido al rozamiento constante con la mesa de trabajo, lo que conlleva a un cambio constante de cuchillas. Además la regla hay que apoyarla contra la mesa para que no se mueva durante el corte, evitando así un accidente.

**Figura 15. Corte del cartón**



Fuente: Autores

- **Trazado:** En esta etapa al cartón se le realiza presión con un elemento no filoso o se pasa suavemente el bisturí sin que se realice un corte pasante sobre la línea entre caras y pestañas que se van a doblar.

Figura 16. Trazado del cartón



Fuente: Autores

- **Armado:** Se toma el cartón ya cortado y trazado para doblar cada cara y pestaña de la caja, para ir dándole forma y marcando los pliegues para que se genere una memoria en el cartón.

Figura 17. Armado del empaque



Fuente: Autores

- **Grapado:** El grapado es el último paso para armar el empaque en donde se unen por medio de grapas las pestañas con las caras para que no se desarmen y seantotalmente rígidas.

**Figura 18. Grapado del empaque**



Fuente: Autores

## **4.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Con el estudio realizado se logró identificar las necesidades principales del proceso de manufactura, durante las diferentes actividades realizadas en el proceso de corte, trazado y armado de empaques, el operario se ve afectado por la realización de tareas repetitivas, exponiendo su integridad física en la utilización de herramientas de corte, las cuales no adecuadas para esta tarea.

En una industria en la cual el tiempo y la eficiencia van de la mano con respecto a las utilidades; la manera más sencilla de solucionar cualquier tipo de contratiempos es enfocarse en las necesidades como es el caso de optimizar un proceso el cual actualmente se realiza de una manera manual, debido a que los empaques no están estandarizados, y por cuestiones económicas no se puede

resolver por los medios existentes, como son la realización de troqueles para cada tipo de empaque, es importante la intervención del diseño industrial para lograr mejorar aspectos ergonómicos, técnicos, funcionales y formales que serán de beneficio para el operario.

Las etapas del proceso que presentan más dificultades y una pronta intervención son el trazado y corte del cartón, en donde se observa dificultades como tareas repetitivas y grado de precisión, operaciones que causan desgaste físico y mental al operario después de un tiempo determinado, dando resultados no esperados en la producción.

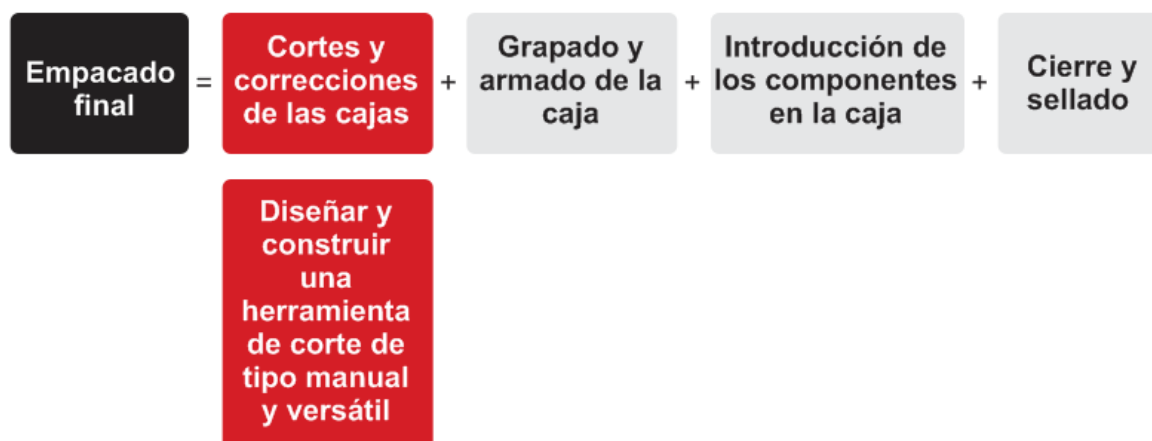
A continuación se presentan una estructuración de las diferentes etapas en el proceso de empackado especificando sus pasos y definiendo los elementos y herramientas necesarias en cada etapa:

Tabla 1. Proceso de empaqueo de la empresa Diacor Ltda.

ETAPAS	OPERACIONES	HERRAMIENTAS Y ELEMENTOS UTILIZADOS	ELEMENTOS Y HERRAMIENTAS DEL EQUIPO A DISEÑAR
<b>ALMACENAMIENTO</b>	Ubicación de láminas de cartón.		
<b>DIAGRAMADO</b>	Diseño y dibujo de las dimensiones del empaque sobre el cartón	Metro. Regla. Lápiz.	Elemento guía para dimensionar el empaque sobre el cartón corrugado.
<b>CORTE</b>	Corte de láminas según las dimensiones del empaque.	Regla. Bisturí.	Herramienta para el corte del cartón ondulado.
<b>TRAZADO</b>	Trazado de la lámina de cartón cortada para realizar los dobleces del empaque.	Regla. Carcasa del Bisturí.	Herramienta para el trazado del cartón.
<b>ARMADO</b>	Doblar caras y pestañas del empaque de cartón.		
<b>GRAPADO</b>	Grapado en las esquinas para lograr el armado.	Grapadora.	

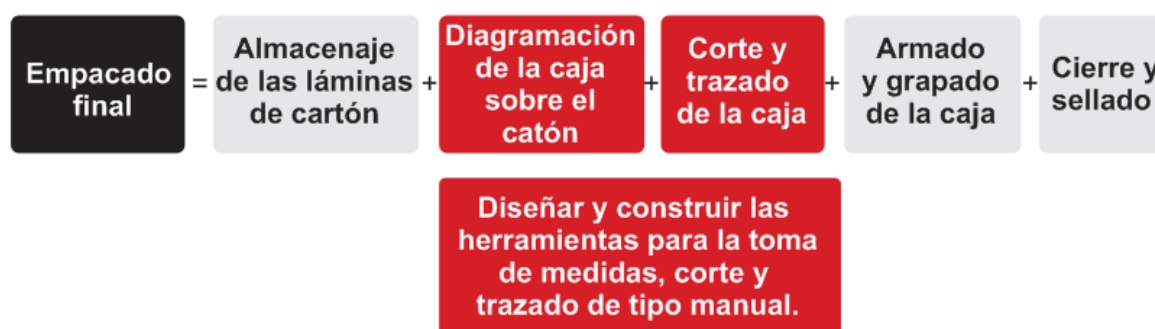
Fuente: Autores

Figura 19. Diagrama de flujo empaquetado final de cajas estandarizadas



Fuente: Autores

Figura 20. Diagrama de flujo empaquetado final de cajas no estandarizadas



Fuente: Autores

Con la ubicación de las diferentes etapas del proceso de empaquetado se ha podido identificar los elementos del conjunto de herramientas que permitirán dar solución a las etapas que necesitan de intervención, estos elementos se presentan a continuación.

- Elemento guía para dimensionar el empaque sobre el cartón corrugado.
- Herramienta para el corte de las láminas de cartón.
- Herramienta para el trazado de la lámina de cartón.

### 4.3 ESTADO DEL ARTE

A continuación se muestra la información comercial de herramientas y maquinas manuales implementadas para el corte y trazado de diferentes materiales. Esta investigación da las bases para el posterior desarrollo del conjunto de herramientas innovadoras capaces de competir con las características comerciales de los productos existentes en el mercado.

#### 4.3.1 Herramientas de medición

Tabla 2. Estado del arte de herramientas de medición

HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN			
<p><b>Figura 21. Regla para cutter. Filo metálico</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.manosmaravillosas.com">http://www.manosmaravillosas.com</a></p>	<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Referencia/s: TIM2005</p> <p>Regla transparente de metacrilato y medición en centímetro y milímetros.</p> <p>Con filo metálico en uno de sus laterales para usarlo sin problemas con el cutter.</p> <p>Medidas de 30 cm.</p>	<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Posee un filo metálico para cortar con cutter y no dañar la regla.</li><li>•Se pueden tomar medidas en dos unidades en centímetros y milímetros.</li><li>•Es transparente para poder ver el área de trabajo.</li></ul>	<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Solo sirve para toma de medidas pequeñas hasta 30 cm.</li><li>•No posee un sistema de sujeción para que no se mueva al cortar.</li><li>•No se puede saber si la regla esta perpendicular a la mesa de trabajo o al objeto a cortar.</li></ul>

Tabla 2. (Continuación)

**HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN**

Figura 22.Regla para trabajar con cutter



Fuente:<http://www.de papel.es>

**DESCRIPCIÓN**

Regla metálica para corte, con protección para los dedos.

Base antideslizante y sistema de medición en centímetros y pulgadas

Medidas de 0,5 a 3 metros

**VENTAJAS**

- Protección para no cortarse los dedos si el cutter se sale de la línea de corte.
- Antideslizante para que el material a cortar no se mueva.
- Según las necesidades se puede comprar en diferentes tamaños.

**DESVENTAJAS**

- El cutter se puede salir de la línea de corte y dañar el material que se esta cortando.
- No posee un sistema de sujeción para que no se mueva al cortar.
- No se puede saber si la regla es t a perpendicular a la mesa de trabajo o al objeto a cortar.

Figura 23.Regla plegable



Fuente:<http://www.solostocks.com>

**DESCRIPCIÓN**

Regla plegable clásica de 1 metro.

Escala en centímetros y pulgadas.

Colores : blanco sólido y negro sólido

Material : plástico (100% ABS)

**VENTAJAS**

- Ocupa menos espacio cuando se guarda la regla y se puede tomar medidas de un metro cuando esta en uso.
- Se pueden tomar medidas en dos unidades centímetros y pulgadas.

**DESVENTAJAS**

- El cutter se puede salir de la línea de corte y dañar el material que se esta cortando o lastimar al operario.
- No se puede saber si la regla es t a perpendicular a la mesa de trabajo o al objeto a cortar.

Fuente: Autores

### 4.3.2 Herramientas de corte

Tabla 3. Estado del arte de herramientas de corte

Fuente: Autores

HERRAMIENTAS DE CORTE				
<p><b>Figura 26. CARCH</b> Rotary cutter 45-mm</p>		<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Herramienta de corte de cuchilla circular cómoda, segura y fácil de operar. Funciona muy bien en tela, papel, vinilo, caucho, cuero, etc, porque utiliza una cuchilla muy afilada. Hecha en Taiwán.</p>	<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciona para diestros y zurdos.</li> <li>• Mecanismo de bloqueo.</li> <li>• Mango contorneado para mayor comodidad.</li> <li>• Tapa de seguridad alrededor de la hoja.</li> <li>• Protección de seguridad retráctil para un uso seguro y el almacenamiento.</li> <li>• Fácil de reemplazar la cuchilla.</li> </ul>	<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se comercializa a nivel nacional.</li> <li>• Desgaste rápido de la cuchilla.</li> <li>• No sirve para cortar cartones gruesos.</li> </ul>
<p><b>Figura 25. Mator gancho de desgarro</b></p>		<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Herramientas de corte: sobre papel, cartón, láminas, materiales espumosos, capas superiores de rollos de papel o cartón. Mator Direct España, S.L. cuenta con una extensa gama de artículos para la industria papelera con varias aplicaciones de corte.</p>	<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gancho de desgarro para papel, dotado de un estribo de protección cargado por resorte.</li> <li>• Se puede implementar en el corte de diferentes materiales.</li> <li>• Permite cortar diferentes materiales de papel duro.</li> </ul>	<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso incómodo para la mano,</li> <li>• Difícil agarre para personas con manos grandes, debido a que la herramienta solo se puede tomar con los dedos.</li> <li>• Si la cuchilla no está bien afilada la herramienta rasga los materiales.</li> <li>• No hay precisión en las líneas rectas.</li> </ul>
<p><b>Figura 24. Cutter de seguridad</b></p>		<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Abrecajas (de cartón). Se caracteriza por tener una hoja cortante cargada por resorte que se activa mediante una rueda de fricción cuya tracción con la superficie hace que la hoja se ponga en posición de corte.</p>	<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de la herramienta certificada.</li> <li>• Cutter de seguridad debido al retroceso automático de la hoja.</li> <li>• Adecuado a las dimensiones de la mano.</li> <li>• Para personas diestras y zurdas.</li> </ul>	<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo cuenta con cuatro ángulos de la cuchilla.</li> <li>• Resulta difícil manipular el tipo de salida de cuchilla, por lo que la cuchilla no se puede cambiar fácilmente.</li> <li>• No presenta un diseño formal agradable a la vista.</li> </ul>

### 4.3.3 Herramientas Troqueladoras

Tabla 4. Estado del arte de herramientas troqueladoras

HERRAMIENTAS TROQUELADORAS			
	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p><b>Figura 27. Troqueladora</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.paperfox.eu">http://www.paperfox.eu</a></p>	<p>Esta troqueladora es una máquina muy simple pero útil. Con ella se puede cortar papel, plástico, cuero y otras materias hasta un ancho de 70 cm.</p> <p>La altura del cilindro de arriba se puede regular de muchas maneras, y así es posible utilizarlo con varios tipos de herramientas.</p> <p>Dimensiones: (L x An x Al): 88x100x120cm Peso: 66kg.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura fuerte y pesada.</li> <li>• Uso simple</li> <li>• Precio bajo</li> <li>• Adecuada a producciones de corto plazo.</li> <li>• Cortar materias que las máquinas automáticas no pueden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restricción en el desarrollo de los empaques a la medida de la mesa: zona máxima de corte: 70x38 cm</li> <li>• No se encuentra en el país.</li> <li>• Es necesario un troquel para cada caja.</li> </ul>
<p><b>Figura 28. Paperfox H-1 máquina troqueladora manual</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.ar.all.biz">http://www.ar.all.biz</a></p>	<p>Sirve para hacer cajas para pizzas, estuches, trazados, cajas de regalo, bolsas de papel, mouse pad, productos de marroquinería, llaveros.</p> <p>Trabaja con variados tipos de materiales: cartón dúplex, triplex, Kraft, microcorrugado, goma eva, pvc, cuero, plástico, felpa, vinilo imantado y goma espuma</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C o m p l e t o asesoramiento.</li> <li>• Las máquinas no necesitan de mano de obra especializada.</li> <li>• Apoyo técnico desde la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimiento repetitivo del brazo y la mano al girar la manivela que a su vez gira el rodillo que hace presión del troquel sobre el cartón.</li> <li>• No se encuentra en el país.</li> <li>• Es necesario un troquel para cada caja.</li> </ul>

Fuente: Autores

### 4.3.4 Tecnología de punta para elaborar empaques

Tabla 5. Estado del arte de la última tecnología para elaborar empaques

TECNOLOGÍA DE PUNTA PARA ELABORAR EMPAQUES			
	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p><b>Figura 29. Plotter de corte multifuncional</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.procad.cl">http://www.procad.cl</a></p>	<p>La estructura es extremadamente robusta, de modo que permite grandes dimensiones de la mesa de trabajo, dando respuesta a las necesidades del mercado, con un corte preciso y grandes dimensiones.</p> <p>Además la máquina incorpora un regulador exclusivo de potencia láser a través del cual se puede controlar la fuerza del corte según sea preciso para cada tipo de material.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Versatilidad al poder cortar con diferentes herramientas como láser, ultrasonido, cuchilla circular o tipo cúter en una misma operación.</li> <li>•Rapidez y precisión al estar controlada por un sistema automatizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ocupa un gran espacio por las dimensiones de la mesa de trabajo</li> <li>•Representa un costo alto la compra de esta máquina.</li> <li>•Necesita energía para poder ser utilizada.</li> </ul>
<p><b>Figura 30. Plotter de corte multifuncional 2</b></p>  <p>Fuente: <a href="http://www.logismarket.com.ar">http://www.logismarket.com.ar</a></p>	<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Laserpro presenta un completo sistema de marcado láser DPSS con un rendimiento y unos resultados excelentes. Especial para el marcado, diseñada para una función y producción de productos acabados de excelente calidad.</p>	<p>VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Rapidez y precisión al estar controlada por un sistema automatizado.</li> </ul>	<p>DESVENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Contaminación ambiental porque se genera humo al hacer cortes</li> <li>•Necesita energía para poder ser usada.</li> </ul>

Fuente: Autores

#### 4.4 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Para continuar con la metodología propuesta para este proyecto, a continuación se presentan los requerimientos y los factores que afectan dichos requerimientos para cada uno de los elementos del conjunto de herramientas.

Los requerimientos “son variables que deben cumplir una solución cuantitativa y cualitativa”<sup>11</sup>. El dar un nivel de importancia a cada uno de los requerimientos que se podrían llamar obligatorios y determinar cuáles no se encuentran condicionados o no obligatorios permite limitar las alternativas de solución de las necesidades.

Tomando como base la propuesta de Bonsiepe<sup>12</sup>, los diferentes criterios que por su contenido son empleados para establecer los requerimientos de este proyecto, están divididos en uso, función, estructurales, técnico-productivos, formales y económicos o de mercado.

Después de realizar el análisis de las necesidades se plantean los requerimientos para el diseño de tres elementos que se utilizan en las etapas de diagramado, corte y trazado de empaques para productos plásticos en Diacor Ltda.

---

<sup>11</sup>RODRIGUEZ, Gerardo. Manual de Diseño Industrial. p.52

<sup>12</sup>BONSIEPE, Gui., Teoría y Práctica del Diseño Industrial.p250.

#### 4.4.1 Requerimientos del elemento de medición de los empaques para láminas de cartón

Figura 31. Diagrama de flujo empacado con el conjunto de herramientas



Fuente: Autores

Siguiendo el orden de las etapas del proceso de empackado, los primeros requerimientos planteados son para el elemento de medición, el cual debe presentar ventajas de precisión en la toma de medidas, en el corte y trazado frente a la regla de aluminio convencional implementada en la empresa Diacor Ltda.

Este elemento debe permitir la toma de medidas de las dimensiones de los empaques a la vez que el operario vaya realizando actividades como; el trazado de los pliegues de la caja, junto con los cortes necesarios para el armado del desarrollo del empaque. El elemento de medición además de facilitar la toma de medidas, debe brindar al operario seguridad y confiabilidad en su uso cotidiano junto con las demás herramientas de corte y trazado.

Tabla 6. Requerimientos del elemento de medición de empaques

<b>ELEMENTO DE MEDICIÓN DE LOS EMPAQUES PARA LAMINAS DE CARTÓN</b>	
<p><b>Requerimientos de uso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Debe ser ajustable a las dimensiones del empaque utilizado en la empresa Diacor Ltda.</li> <li>•Debe tener un lenguaje fácil de interpretar por parte del operario.</li> <li>•Fácil para montar y desmontar.</li> <li>•Debe ajustarse a las dimensiones de la mesa de Diacor Ltda.</li> </ul>	<p><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Uniones y mecanismos.</li> <li>•Materiales livianos y modulares.</li> <li>•Materiales de baja densidad.</li> <li>•Dimensiones de la mesa: 90x200x85 cm de alto.</li> </ul>
<p><b>Requerimientos funcionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•No debe tener mecanismos complejos.</li> <li>•Debe diagramar diferentes dimensiones del empaque estándar utilizado en la empresa Diacor Ltda.</li> <li>•Debe resistir al rozamiento constante de las herramientas de corte y trazado.</li> <li>•Debe tener un mecanismo de medición que permita una toma de medidas precisa.</li> <li>•Debe ser rígido y estable.</li> </ul>	<p><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Tipos de uniones y ensambles de fácil ajuste.</li> <li>•Tamaño de herramientas y peso de materiales.</li> <li>•Materiales con bajo coeficiente de rozamiento.</li> <li>•Sistema de medición estándar, visible y asequible al operario.</li> <li>•Materiales sólidos o elementos estructurales que soporten esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.</li> </ul>
<p><b>Requerimientos estructurales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•El sistema de unión de las piezas debe ser sencillo y práctico para</li> </ul>	<p><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Uniones fijas.</li> <li>•Piezas móviles.</li> </ul>

**Tabla 6. (Continuación)**

facilitar el mantenimiento por parte del operario.  
• Los elementos deben resistir la manipulación por parte del operario.

• Materiales resistentes.

**Requerimientos formal estéticos**

• Su forma debe ser innovadora percibiendo la intervención del diseño industrial.  
• Debe tener una coherencia inter formal con el diseño del conjunto de herramientas.  
• El diseño de la herramienta debe atraer y mantener la atención del usuario.  
• La forma de la herramienta debe estar argumentada conceptualmente.  
• Las texturas y colores utilizados deben ser agradables a la vista.

**Factores a tener en cuenta**

• Creación controlada de la forma  
• Coherencia inter formal, teniendo en cuenta conceptos de catamorfía, homeomorfía y heteromorfía.  
• Manejo de la percepción del producto y coherencia intra formal.  
• Coherencia formal y equilibrio visual.

**Requerimientos técnico productivos**

• Se debe elaborar con tecnología nacional.

**Factores a tener en cuenta**

• Materiales existentes en Colombia.

**Tabla 6. (Continuación)**

<ul style="list-style-type: none"><li>•La forma se debe basar en perfiles geométricos bien definidos para facilitar su producción.</li><li>•Deben ser construidos por materiales resistentes a la manipulación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Materiales de fácil transformación mecánica.</li><li>•Materiales resistentes.</li></ul>
<p><b>Requerimientos económicos o de mercado</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Debe tener un precio accesible a Diacor Ltda.</li><li>•Debe generarse una preferencia por el producto por parte del operario.</li></ul>	<p><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Investigación exploratoria de materiales y procesos de manufactura en Colombia.</li></ul>

Fuente: Autores

#### **4.4.2Requerimientos de la herramienta de corte para láminas de cartón**

Teniendo como punto de partida que la herramienta que se utiliza en la empresa Diacor Ltda. para el corte de los empaques, es un bisturí para cortar diferentes tipos de materiales y que se encuentran en cualquier papelería; se plantearon los

requerimientos para una herramienta que presente ventajas sobre la precisión de los cortes y la seguridad para el usuario.

**Tabla 7. Requerimientos de la herramienta de corte para láminas de cartón**

<b>HERRAMIENTA DE CORTE PARA LAMINAS DE CARTÓN</b>	
<p><b>Requerimientos de uso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe brindar seguridad al operario.</li> <li>• Debe ser fácil de manejar por un solo operario.</li> <li>• Debe disminuir los riesgos físicos de los usuarios en tareas repetitivas.</li> <li>• Debe resistir a la manipulación por parte del usuario.</li> <li>• Debe ser fácil de interpretar las diferentes partes que componen a la herramienta.</li> <li>• Debe realizar un corte limpio a la lámina de cartón.</li> <li>• Debe ser liviano y portable.</li> </ul>	<p><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acabados de materiales pulidos, sin protuberancia.</li> <li>• Simplificar los pasos a seguir en el proceso de corte.</li> <li>• Tablas antropométricas de miembros superiores y análisis de posturas de trabajo.</li> <li>• Materiales resistentes a la fricción con otros materiales o elementos y a golpes y caídas.</li> <li>• Las piezas y sus ensamblajes deben diferenciarse por medio de características formales o de acabados superficiales.</li> <li>• Los materiales utilizados para el corte deben estar ajustados en dureza, afilamiento y dimensiones de corte.</li> <li>• Materiales de baja peso</li> </ul>
<p><b>Requerimientos funcionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mango estándar y general para que se ajuste al contorno de la mano en posición de agarre.</li> <li>• El agarre de la herramienta debe ser seguro.</li> </ul>	<p><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mango con un diseño básico de curvas largas y planos lisos o un sector esférico.</li> </ul>

**Tabla 7. (Continuación)**

<ul style="list-style-type: none"><li>•La cuchilla debe realizar un corte pasante sobre el cartón.</li><li>•El material de la cuchilla de corte debe resistir el rozamiento constante con el cartón.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•La superficie de agarre ligeramente comprimible, siempre que sea posible, no conductora y suave, y su área lo más grande posible. (En los agarres de herramientas de precisión, grosor recomendado 13-30 mm para estiles)<sup>13</sup>.</li><li>•Estructura rígida y resistente de la herramienta.</li><li>•Propiedades del material.</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Requerimientos estructurales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•La superficie de la herramienta y las uniones no debe permitir la acumulación de suciedad.</li><li>•Debe tener la posibilidad de cambiar el elemento de corte.</li><li>•Debe estar compuesta con la menor cantidad de piezas.</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Materiales resistentes a agentes externos, como grasa y sudor.</li><li>•Mecanismo de sujeción fácil de comprender y manipular.</li><li>•Herramienta compuesta solo con piezas indispensables y de dimensiones visibles para evitar la pérdida de alguna de ellas.</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Requerimientos formal estéticos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Su forma debe ser innovadora percibiendo la intervención del diseño industrial.</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Creación controlada de la forma</li><li>•Coherencia inter formal, teniendo en cuenta conceptos de catamorfía, homeomorfía y heteromorfía.</li></ul>

---

<sup>13</sup> Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. p 66

**Tabla 7. (Continuación)**

- Debe tener una coherencia inter formal con el diseño del conjunto de herramientas.
- El diseño de la herramienta debe tener un agrado instintivo que atraiga y mantenga la atención del usuario.
- La forma de la herramienta debe estar argumentada conceptualmente.
- Las texturas y colores utilizados deben ser agradables a la vista.

- Manejo de la percepción del producto y coherencia intra formal.
- Coherencia formal y equilibrio visual.

**Requerimientos técnico productivos**

- De fácil producción.
- Debe estar construido en materiales resistentes a la manipulación.
- Debe ser elaborado y producido por tecnología local.

**Factores a tener en cuenta**

- Adaptación del producto según los procesos.
- Materiales existentes en la región que cumplan con las características físicas según su uso.
- Tecnología actual de la región.

**Requerimientos económicos o de mercado**

- Debe tener un precio accesible a Diacor Ltda.
- Debe generarse una preferencia por el producto por parte del operario.

**Factores a tener en cuenta**

- Investigación exploratoria de materiales y procesos de manufactura en Colombia.

Fuente: Autores

#### 4.4.3 Requerimientos de la herramienta de trazado para láminas de cartón

Para esta última herramienta se plantean requerimientos que le den ventajas en la precisión de corte de las líneas que forman el plegado de la caja, además de brindarle seguridad al usuario.

Tabla 8. Requerimientos de la herramienta de trazado para láminas de cartón

<b>HERRAMIENTA DE TRAZADO PARA LAMINAS DE CARTÓN</b>	
<b>Requerimientos de uso</b>	<b>Factores a tener en cuenta</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>•Debe brindar seguridad al operario.</li><li>•Debe ser fácil de manejar por un solo operario.</li><li>•No debe generar riesgos físicos al usuario en tareas repetitivas.</li><li>•Debe resistir a la manipulación por parte del usuario.</li><li>•Debe ser fácil interpretar las diferentes partes que componen a la herramienta.</li><li>•Debe realizar trazos limpios a la lámina de cartón.</li><li>•Debe ser liviano y portable</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Acabados de materiales pulidos, sin protuberancia.</li><li>•Simplificar los pasos a seguir en el proceso de corte.</li><li>•Tablas antropométricas de miembros superiores y análisis de posturas de trabajo.</li><li>•Materiales resistentes a la fricción con otros materiales o elementos y a golpes y caídas.</li><li>•Las piezas y sus ensambles deben diferenciarse por medio de características formales o de acabados superficiales.</li><li>•Materiales de bajo peso.</li></ul>

**Tabla 8. (Continuación)**

<p><b>Requerimientos funcionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Mango estándar y general para que se ajuste al contorno de la mano en posición de agarre.</li><li>•El agarre de la herramienta debe ser seguro.</li><li>•La pieza de trazado no debe realizar un corte pasante.</li><li>•La pieza de trazado debe marcar el cartón teniendo los mismos resultados a favor o en contra de las ondas del cartón.</li></ul>	<p><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Mango con un diseño básico de curvas largas y planos lisos o un sector esférico.</li><li>•La superficie de agarre ligeramente comprimible, siempre que sea posible, no conductora y suave, y su área lo más grande posible.</li><li>•Estructura rígida y resistente de la herramienta.</li><li>•Ventaja mecánica en el trazado.</li><li>•Conocer las propiedades físicas y mecánicas del material a implementar en la pieza de corte.</li></ul>
<p><b>Requerimientos estructurales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•La superficie de la herramienta y las uniones no debe permitir la acumulación suciedad.</li><li>•Debe tener la posibilidad de cambiar el elemento de trazado.</li><li>•Debe estar compuesta con la menor cantidad de piezas.</li></ul>	<p><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Materiales resistentes a agentes externos, como grasa y sudor.</li><li>•Mecanismo de sujeción fácil de comprender y manipular.</li><li>•Herramienta compuesta solo con piezas indispensables y de dimensiones apropiadas a la vista para evitar la pérdida de alguna de</li></ul>
<p><b>Requerimientos formal estéticos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Su forma debe ser innovadora percibiendo la intervención del diseño industrial.</li></ul>	<p><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Creación controlada de la forma</li><li>• Coherencia inter formal, teniendo en cuenta conceptos de catamorfía, homeomorfía y heteromorfía.</li></ul>

**Tabla 8. (Continuación)**

<ul style="list-style-type: none"><li>•Debe tener una coherencia inter formal con el diseño del conjunto de herramientas.</li><li>•El diseño de la herramienta debe tener un agrado instintivo que atraiga y mantenga la atención del usuario a la hora de adquirir el producto.</li><li>•La forma de la herramienta debe estar argumentada conceptualmente.</li><li>•Las texturas y colores utilizados deben ser agradables a la vista.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Manejo de la percepción del producto y coherencia intra formal.</li><li>•Uso de recursos de diseño como: estructura, similitud, contraste, simetría, textura, proporción.</li><li>•Coherencia formal y equilibrio visual.</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Requerimientos técnico productivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•De fácil producción.</li><li>•Debe estar construido en materiales resistentes a la manipulación.</li><li>•Debe ser elaborado y producido por tecnología nacional</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Adaptación del producto según los procesos.</li><li>•Materiales existentes en la región que cumplan con las características físicas según su uso.</li><li>•Tecnología actual de la región. e ellas.</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Requerimientos económicos o de mercado</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Debe tener un precio accesible a Diacor Ltda.</li><li>•Debe generarse una preferencia por el producto por parte del operario.</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Factores a tener en cuenta</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Investigacion exploratoria de materiales y procesos de manufactura en Colombia.</li></ul>

Fuente: Autores

## **5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS**

Precisados ya los requerimientos que debe cumplir el conjunto de herramientas, se procede a la elaboración de una lluvia de ideas, las cuales se agrupan según las características que tienen en común. Después se seleccionan las mejores opciones, para pasar a la creación de bocetos y modelos rápidos, evaluando en ellos criterios estéticos, formales y funcionales. A continuación se describen las alternativas propuestas para el diseño del conjunto de herramientas.

### **5.1 ALTERNATIVA DISCOS DE CORTE Y TRAZADO**

Esta herramienta consta de una estructura que se puede instalar en una mesa, ya que posee un sistema de sujeción de prensas en sus extremos, unidas por dos guías transportadoras, la primera ubicada en la parte superior de la mesa en donde se encuentran las unidades de medición y se deslizan las piezas de corte y de trazado; y la segunda guía transportadora en la parte inferior de la mesa por donde se deslizan las piezas de apoyo complementarias a las piezas de corte o trazado superior.

Las piezas de corte y de trazado se pueden ubicar y ajustar en cualquier lugar de la guía según la distancia necesaria para el corte y el trazado en el cartón.

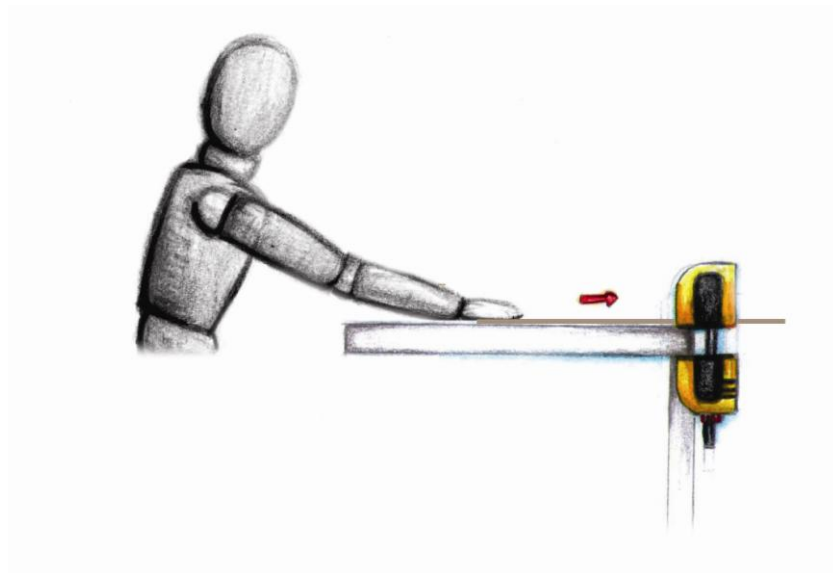
#### **Modo de uso**

1. El cartón se ubica sobre la mesa frente a la herramienta.
2. Según el diseño de la caja se ubican las piezas de corte y trazado al igual que sus apoyos a la distancia necesaria y se ajustan en dicha posición,

después se toma la lámina de cartón deslizándola hacia las piezas de corte y trazado.

3. Se recibe del otro lado de la herramienta el cartón con los cortes y trazos realizados.
4. Se repite los tres pasos anteriores para realizar los cortes perpendiculares a los ya elaborados.
5. Para los cortes de las pestañas en lugar de pasar todo el cartón, se hace el corte hasta donde debe ir y luego este se devuelve por donde se introdujo.
6. Para los cortes de las pestañas se desliza la lámina de cartón hasta la medida deseada, luego se retira la lámina ya cortada.

**Figura 32. Diagrama de uso de la alternativa 1**



Fuente: Autores

### **Ventajas de precisión**

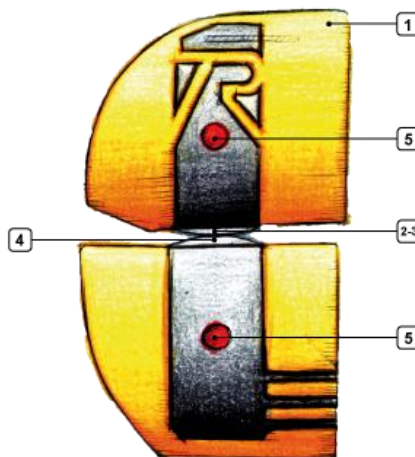
Permite ajustar la cantidad de piezas de corte y trazado a la distancia necesaria para realizar en dos pasos (en sentido horizontal y vertical) el corte y trazado de los empaques.

### **Ventajas de seguridad**

Una particularidad de esta alternativa para el corte y el trazado de cartón ondulado es la seguridad del operario, su carcasa permite un aislamiento de los discos de corte y trazado, manteniendo así las manos del operario alejadas del contacto directo con estos elementos. La manera de operar de la herramienta minimiza cualquier incidente, ya que el elemento a desplazar es el cartón, permitiendo así un mejor control.

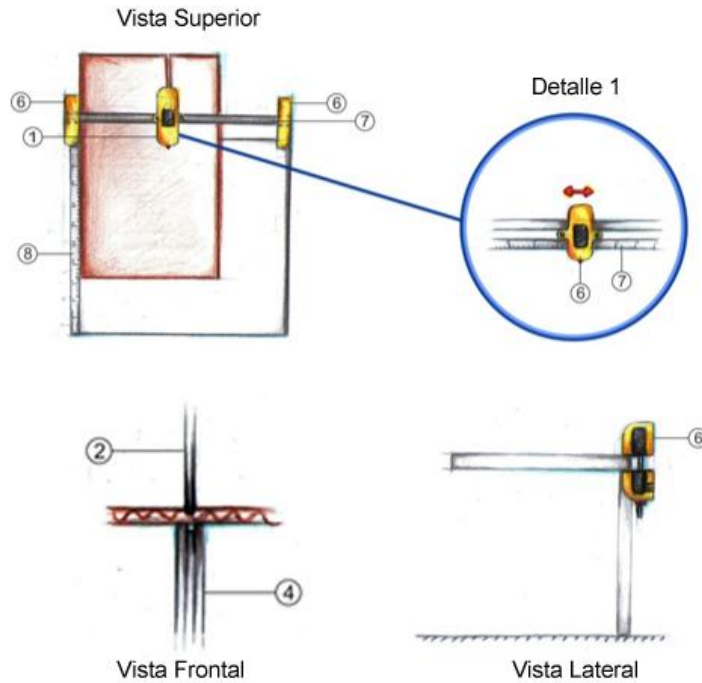
#### **5.1.1 Descripción alternativa discos de corte y trazado**

**Figura 33. Vista lateral de la alternativa N°1**



Fuente: Autores

**Figura 34. Vistas de la alternativa N°1**



Fuente: Autores

**Tabla 9. Descripción de la alternativa N°1**

ALTERNATIVA DISCOS CORTANTES Y TRAZADORES			
N°	Pieza	Material	Proceso de Manufactura
1	Carcasa	Resina + Fibra	Moldeo
2	Disco de Corte	Acero	Troquelado - Templado - Pulido - Afilado
3	Disco de Trazado	Acero	Troquelado - Templado - Pulido - Afilado
4	Piezas de Apoyo Complementario	Acero	Troneado - Corte
5	Ejes de Rotación	Acero	Corte
6	Prensa Sujetadora	Hierro	Fundición
7	Guía Transportadora	Lamina de Acero	Corte
8	Tope Calibrado	Polimetacrilato	Corte - Serigrafía

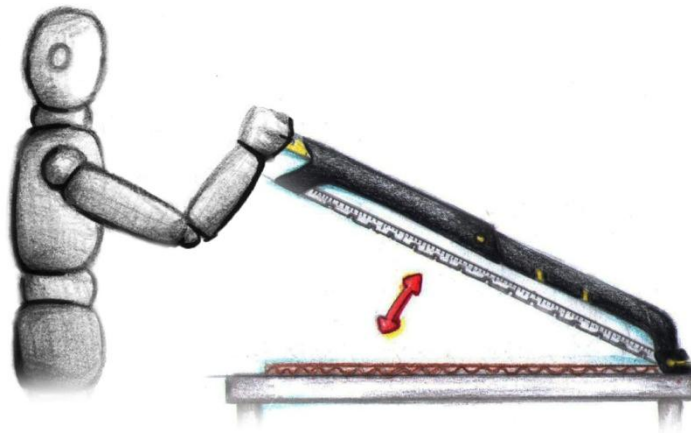
Fuente: Autores

## 5.2 ALTERNATIVA TIPO GUILLOTINA

El principio mecánico de la guillotina de mesa es el utilizado en la siguiente alternativa de herramienta, consta de un mecanismo de pivote, en el cual una cuchilla de corte o de trazado cae sobre la lámina de cartón. La ventaja de esta propuesta es la disponibilidad que posee al utilizar tres tipos de dimensiones de cuchillas para diferentes tamaños de empaques. Además posee una guía de tope para mesa, la cual permite la toma de medidas en un corte o trazado exacto para evitar errores en la producción del empaque.

La carcasa de la herramienta permite el ajuste de dos tipos de cuchillas, ya sea para trazado o para corte, además de poder ubicar uno de los tres tamaños de cuchilla por medio de un pasador de seguridad.

Figura 35. Diagrama de uso de la alternativa 2



Fuente: Autores

## **Modo de uso**

1. El cartón se ubica sobre la mesa, pegado a la guía de medición y debajo de la cuchilla de corte o trazado.
2. El operario por medio de las guías de la mesa toma la dimensión a cortar y bajando la herramienta sobre el cartón realiza el corte.
3. En el paso de trazado se realiza el cambio de cuchilla por la adecuada.
4. Luego de realizar el trazado y corte de la lámina de cartón, ubicando el cartón en diferentes posiciones frente a la herramienta, se pueden realizar cortes en otros ángulos, necesarios para las pestañas.

## **Ventajas de precision**

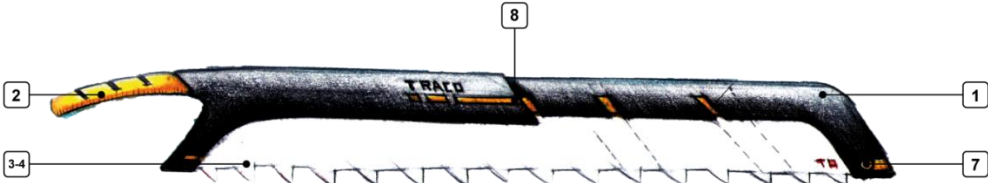
Esta alternativa permite el movimiento del cartón y no de la herramienta en sentido horizontal, tomando las medidas con la guía ubicada en la mesa. Además en la parte superior de la carcasa de la guillotina también hay otra guía de medición, lo que le permite al operario controlar hasta donde quiere realizar el corte.

## **Ventajas de seguridad**

En el uso de esta alternativa el operario tiene la ventaja de manipular la guillotina subiéndola y bajándola desde su mango, disminuyendo el riesgo de corte, al no estar su mano en contacto directo con la cuchilla, además gracias a las características de bajo peso de los materiales propuestos para su elaboración, no genera grandes esfuerzos para subir y bajar la herramienta.

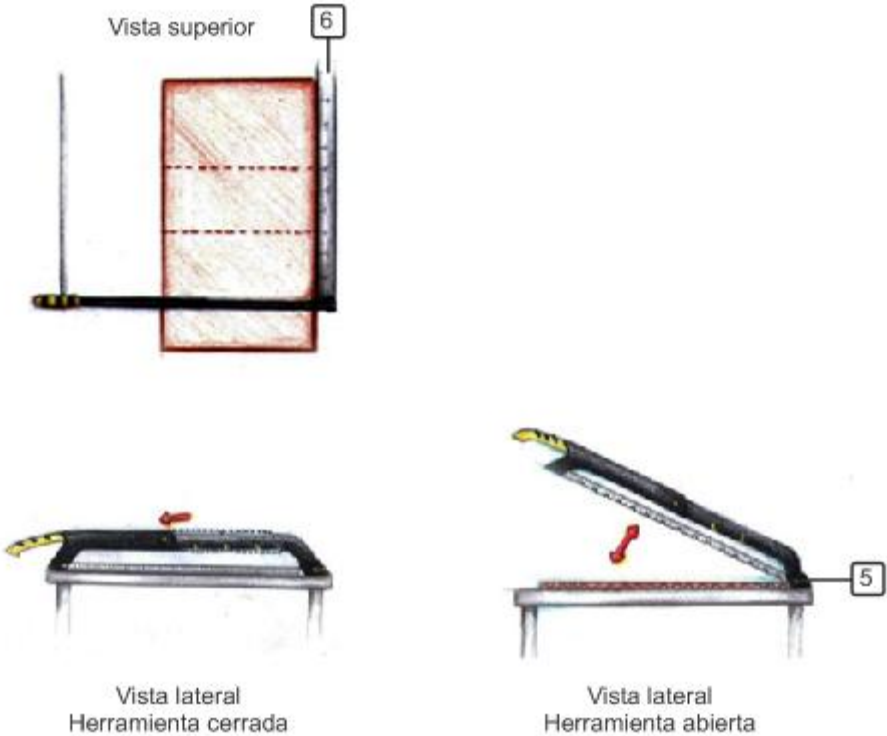
5.2.1 Descripción Alternativa tipo guillotina

Figura 36. Vista lateral alternativa N°2



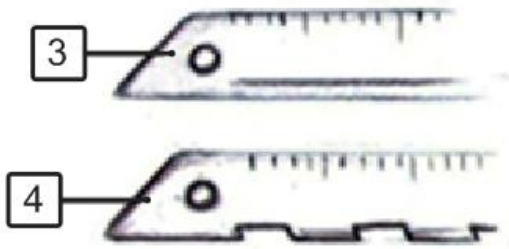
Fuente: Autores

Figura 37. Vistas alternativa N°2



Fuente: Autores

**Figura 38. Detalles de cuchillas**



Fuente: Autores

**Tabla 10. Descripción de la alternativa N°2**

ALTERNATIVA GUILLOTINA			
N°	Pieza	Material	Proceso de Manufactura
1	Carcasa	Resina + Fibra	Moldeo
2	Mango	Caucho silicona	Inyección
3	Cuchilla de Corte	Acero	Troquelado – Templado – Pulido – Afilado
4	Cuchilla de Trazado	Acero	Troquelado – Templado – Pulido – Afilado
5	Apoyo de Rotación	Hierro	Fundición
6	Guía de Tope	Polimetilmetacrilato	Corte – Serigrafía
7	Eje	Aluminio	Corte
8	Pasadores de Seguridad	Aluminio	Corte

Fuente: Autores

### **5.3 ALTERNATIVA TRACOR**

Esta alternativa es un conjunto de herramientas en donde cada una realiza una operación específica, pero se complementan mutuamente. En primer lugar se encuentra la herramienta guía, la cual se desliza a través de un mecanismo de deslizamiento sujetado a la mesa de trabajo. Después se encuentra la herramienta encargada del corte pasante de la lámina de cartón y por último la herramienta que realiza el trazado por medio de pequeñas ranuras no pasantes sobre el cartón, las cuales permiten el doblar de las caras de los empaques.

#### **Modo de uso**

1. La herramienta guía se ajusta en la mesa de trabajo.
2. La herramienta de corte se ensambla en la herramienta guía para evitar riegos de corte.
3. Corte de lámina de cartón.
4. Cambio de la cuchilla de corte por la cuchilla de trazado.
5. Usando la herramienta de trazado se realizan los trazos por donde se doblara el cartón.
6. Armado del empaque de cartón.

#### **Ventajas de precisión**

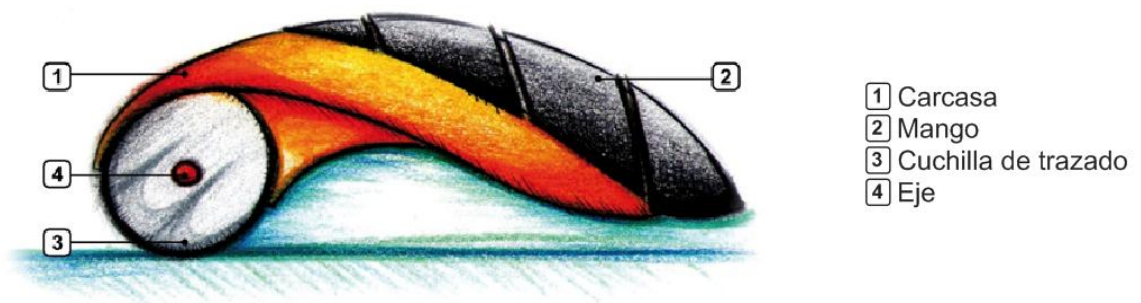
En este conjunto de herramientas se presenta una mejor precisión en la herramienta de toma de medidas debido a que tiene un sistema de ajuste a la mesa que no permite que este se mueva cuando se están marcando las medidas, cortando o trazando, de igual manera esta herramienta tiene un sistema de encaje en donde se pueden ubicar las herramientas de corte y trazado para que tengan una guía recta por donde deslizarse y no haya error de salirse de la línea a cortar o trazar el cartón.

## Ventajas de seguridad

La herramienta guía permite el ensamble de la herramienta de corte y la de trazado, facilitándole al operario la realización de las tareas, obteniendo una mejor precisión, con un menor margen de error al hacer los cortes y trazados, sin que las herramientas se salgan de la línea recta. Este tipo de ensamble no permite la salida de las herramientas de corte y trazado, lo que comunmente sucede cuando se realiza un trazado con un bisturí y una regla común, teniendo el riesgo de un corte a las manos del usuario.

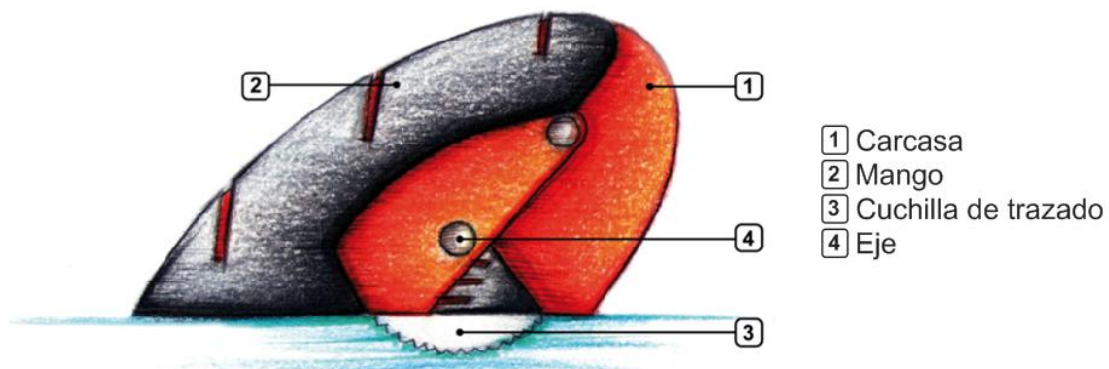
### 5.3.1 Descripción Herramientas de Trazado

Figura 39. Vista lateral de la herramienta de trazado alternativa N°3-1



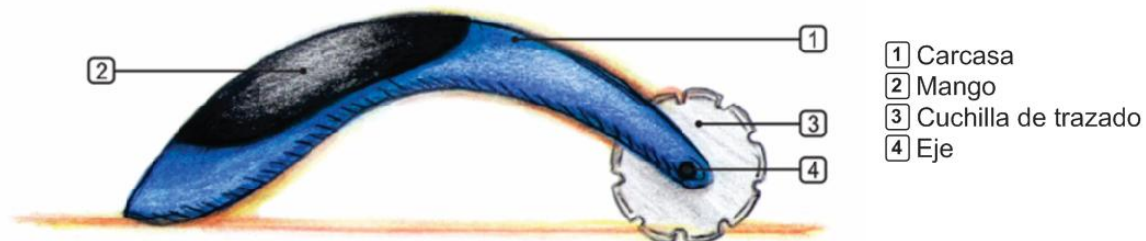
Fuente: Autores

Figura 40. Vista lateral de la herramienta de trazado alternativa N°3-2



Fuente: Autores

Figura 41. Vista lateral de la herramienta de trazado alternativa N°3-3



Fuente: Autores

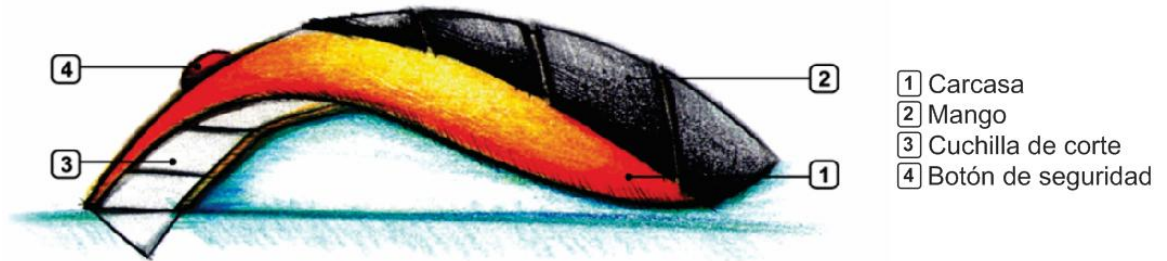
Tabla 11. Descripción de la herramienta de trazado alternativa N°3

ALTERNATIVA TRACOR			
N°	Pieza	Material	Proceso de Manufactura
1	Carcasa	ABS	Inyección
2	Mango	Caucho silicona	Inyección
3	Cuchilla de Trazado	Acero	Troquelado – Templado – Pulido – Afilado
4	Eje	Aluminio	Corte

Fuente: Autores

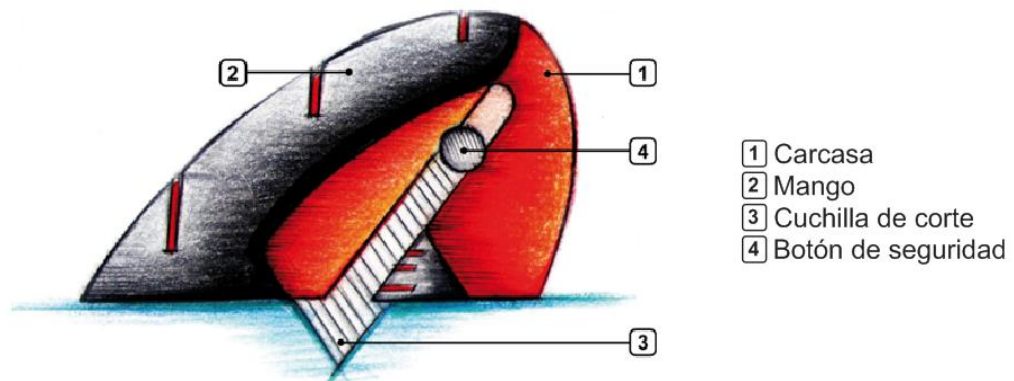
### 5.3.2 Descripción Herramientas de Corte

Figura 42. Vista lateral de la herramienta de corte alternativa N°3-1



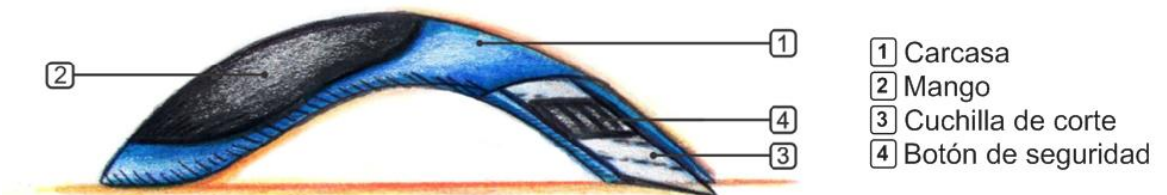
Fuente: Autores

Figura 43. Vista lateral de la herramienta de corte alternativa N°3-2



Fuente: Autores

Figura 44. Vista lateral de la herramienta de corte alternativa N°3-3



Fuente: Autores

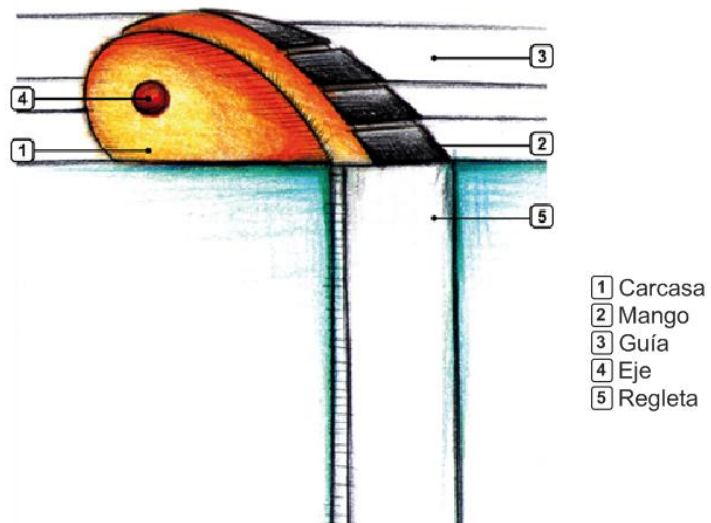
Tabla 12. Descripción de la herramienta de corte alternativa N°3

ALTERNATIVA TRACOR			
N°	Pieza	Material	Proceso de Manufactura
1	Carcasa	ABS	Inyección
2	Mango	Caucho silicona	Inyección
3	Cuchilla de Corte	Acero	Troquelado – Templado – Pulido – Afilado
4	Botón de Seguridad	ABS	Inyección

Fuente: Autores

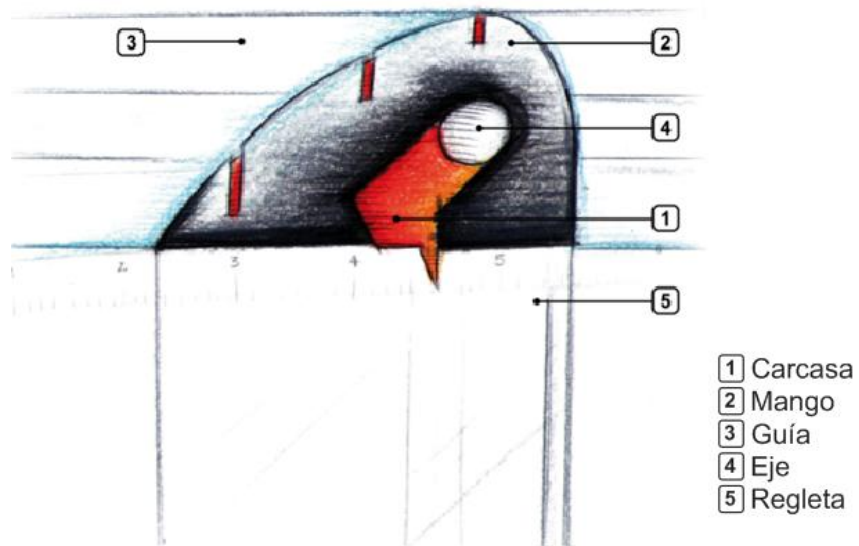
### 5.3.3 Descripción Herramientas de Guía

Figura 45. Vista superior de la herramienta de corte alternativa N°3-1



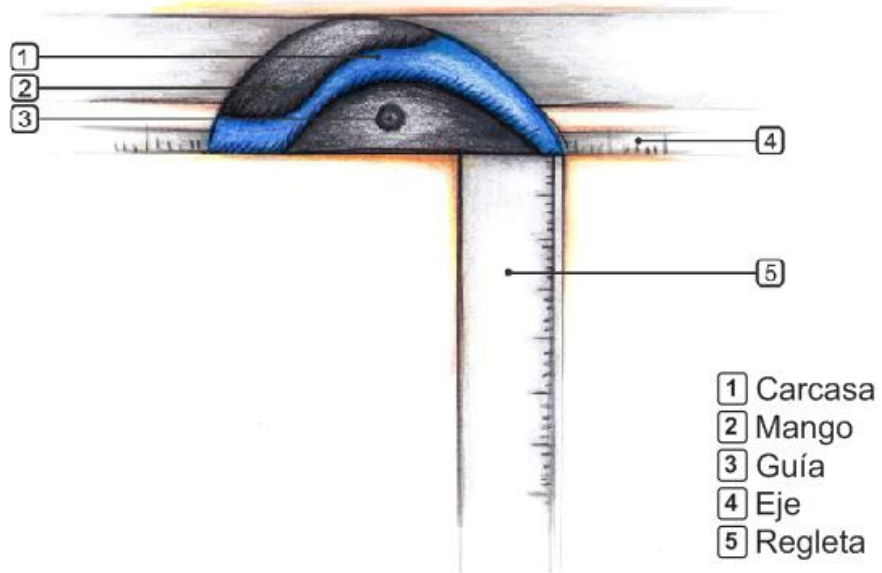
Fuente: Autores

Figura 46. Vista superior de la herramienta de corte alternativa N°3-2



Fuente: Autores

Figura 47. Vista superior de la herramienta de corte alternativa



Fuente: Autores

**Tabla 13. Descripción herramienta de toma de medidas alternativa N°3**

<b>ALTERNATIVA TRACOR</b>			
<b>N°</b>	<b>Pieza</b>	<b>Material</b>	<b>Proceso de Manufactura</b>
1	Carcasa	ABS	Inyección
2	Mango	Caucho silicona	Inyección
3	Guía	Acero	Fundición - Templado
4	Eje	Aluminio	Corte
5	Regleta	Polimetilmetacrilato	Corte - Serigrafía

Fuente: Autores

#### **5.3.4 Evaluación formal de la alternativa N°3**

Para la alternativa N°3 se generaron tres propuestas formales, basadas en el mismo mecanismo de funcionamiento para la toma de medidas, el corte y el trazado del cartón. De esta manera se tomaron como criterios de evaluación los requerimientos formales antes mencionados, para evaluar entre ellas los aspectos estéticos formales más innovadores.

A continuación se presenta una tabla en donde a cada alternativa se le fue asignada una calificación cuantitativa, según el nivel de cumplimiento por requerimiento. Y para obtener resultados más confiables, se le asignó un porcentaje de evaluación a cada requerimiento, siendo así la innovación percibida el criterio con mayor importancia reflejado en un porcentaje alto.

Para utilizar los porcentajes asignados es necesario multiplicarlos por la calificación cuantitativa que se le dio a cada alternativa y después sumar los promedios de cada requerimiento y así obtener las calificaciones finales de las alternativas.

**Tabla 14. Evaluación formal de la alternativa N°3**

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>%</b>	<b>Alternativa 3-1</b>	<b>Alternativa 3-2</b>	<b>Alternativa 3-3</b>			
Su forma debe ser innovadora percibiendo la intervención del diseño industrial.	30	<b>4,2</b>	1,26	<b>3,3</b>	0,99	<b>4,8</b>	1,44
Debe tener una coherencia inter formal con el diseño del conjunto de herramientas.	20	<b>3,8</b>	0,76	<b>4</b>	0,8	<b>4,5</b>	0,9
El diseño de la herramienta debe tener un agrado instintivo que atraiga y mantenga la atención del usuario.	15	<b>4,5</b>	0,67	<b>3</b>	0,45	<b>4,7</b>	0,70
La forma de la herramienta debe estar argumentada conceptualmente.	20	<b>4</b>	0,8	<b>3,7</b>	0,74	<b>4,2</b>	0,84
Las texturas y colores utilizados deben ser agradables a la vista.	15	<b>4,7</b>	0,70	<b>3,5</b>	0,52	<b>4,4</b>	0,66
<b>Calificación</b>	<b>100</b>	<b>4,2</b>		<b>3,5</b>		<b>4,54</b>	

Fuente: Autores

Como se puede ver en la tabla 8 la alternativa N°3-3 es la ganadora con un puntaje de 4,54 obteniendo una diferencia de 0,34 con respecto al segundo puesto obtenido por la alternativa N°3-1.

Las altas puntuaciones obtenidas en el 65% en los tres primeros requerimientos de evaluación, dejan un gran posicionamiento de la alternativa ganadora.

Requerimientos de evaluación tales como la coherencia inter formal y la argumentación conceptual del diseño son factores a mejorar en la alternativa uno para poder mejorar su calificación.

## **5.4 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS**

Para poder obtener resultados más confiables y obtener la mejor alternativa hay que tener en cuenta los criterios de evaluación a utilizar y el grado de importancia que tendrá cada uno. En este caso al ser una alternativa para un herramienta manual los requerimientos de uso, función y estructurales son los más importantes a tener en cuenta, ya que son aquellos que serán puestos a prueba en el uso cotidiano de la herramienta. Por otro lado los requerimientos formal estéticos, técnico productivos y económicos o de mercado, no dejan de ser importantes, especialmente en el momento en que el usuario decide adquirir el producto.

La calificación de la evaluación es un 100% el cual se divide en porcentajes dependiendo del grado de importancia de los requerimientos, cada requerimiento está conformado por criterios, los cuales están divididos también en porcentajes, que al ser sumados dan el total de cada requerimiento. El criterio tiene un rango de calificación de cero a cinco, siendo cero la mínima calificación y cinco la máxima.

La calificación total de cada alternativa es el resultado de multiplicar la calificación por el porcentaje de cada criterio y sumar dichos resultados.

### 5.4.1 Evaluación elemento de medición de los empaques para láminas de cartón

Tabla 15. Evaluación elemento de medición

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	%	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3			
<b>Requerimientos de uso</b>	<b>25</b>						
Debe ser ajustable a las dimensiones del empaque utilizado en la empresa Diacor Ltda.	7	3	0,21	3,5	0,25	4	0,28
Debe tener un lenguaje fácil de interpretar por parte del operario.	5	3,2	0,16	4	0,20	4	0,20
Fácil para montar y desmontar.	6	3	0,18	3	0,18	4,2	0,25
Debe ajustarse a las dimensiones de la mesa de trabajo de Diacor Ltda.	7	3,2	0,22	3,6	0,25	4,5	0,32
<b>Requerimientos funcionales</b>	<b>20</b>						
No debe tener mecanismos complejos.	5	3,5	0,17	2,5	0,12	4,2	0,21
Debe diagramar diferentes dimensiones del empaque estándar utilizado en la empresa Diacor Ltda.	5	3,8	0,19	3,5	0,17	4,3	0,21
Debe resistir al rozamiento constante de las herramientas de corte y trazado.	5	4,5	0,22	4,5	0,22	3,8	0,19
Debe tener un mecanismo de medición que permita una toma de medidas precisas.	5	4	0,2	3	0,15	4	0,2
Debe ser rígido y estable.	5	4,2	0,21	3,8	0,19	3,5	0,17
<b>Requerimientos estructurales</b>	<b>20</b>						
El sistema de unión de las piezas debe ser sencillo y práctico para facilitar el mantenimiento por parte del operario.	13	3,2	0,42	4,3	0,56	4,5	0,58
Los elementos deben resistir la manipulación por parte del operario.	7	4	0,28	3,5	0,25	3,7	0,26
<b>Requerimientos formal estéticos</b>	<b>15</b>						
Su forma debe ser innovadora percibiendo la intervención del diseño industrial.	2,5	3,8	0,09	3,5	0,09	4,4	0,11
Debe tener una coherencia inter formal con el diseño del conjunto de herramientas.	5	4,2	0,21	4	0,2	4,8	0,24

**Tabla 15. (Continuación)**

El diseño de la herramienta debe atraer y mantener la atención del usuario.	2,5	<b>3,6</b>	0,09	<b>3</b>	0,07	<b>4,3</b>	0,12
La forma de la herramienta debe estar argumentada conceptualmente.	2,5	<b>4</b>	0,1	<b>3,3</b>	0,08	<b>4,6</b>	0,11
Las texturas y colores utilizados deben ser agradables a la vista.	2,5	<b>4</b>	0,1	<b>4</b>	0,1	<b>4</b>	0,1
<b>Requerimientos técnico productivos</b>	<b>10</b>						
Se debe elaborar con tecnología nacional	4	<b>4</b>	0,16	<b>4</b>	0,16	<b>4</b>	0,16
La forma se debe basar en perfiles geométricos bien definidos para facilitar su producción.	3		0,12	<b>4</b>	0,12	<b>4</b>	0,12
Deben ser construidos por materiales resistentes a la manipulación.	3	<b>4,2</b>	0,13	<b>4,2</b>	0,13	<b>4</b>	0,12
<b>Requerimientos económicos o de mercado</b>	<b>10</b>						
Debe tener un precio accesible a Diacor Ltda.	5	<b>3,8</b>	0,19	<b>3,6</b>	0,18	<b>4,8</b>	0,24
Debe generarse una preferencia por el producto por parte del operario	5	<b>3,8</b>	0,19	<b>3,8</b>	0,19	<b>4,5</b>	0,22
<b>Calificación</b>	<b>100</b>		<b>3,85</b>		<b>3,87</b>		<b>4,42</b>

Fuente: Autores

La alternativa N°3 fue la ganadora con un puntaje de 4,42 y con una diferencia 0,55 con respecto a la alternativa N°2 que obtuvo el segundo puesto.

La evaluación arrojó como resultado altas calificaciones en los requerimientos de uso, función, formal estéticos y económicos permitiendo así una aprobación del 88,4% de la alternativa N°3.

Los requerimientos tales como el ajuste de la guía a las dimensiones de las cajas fabricadas por Diacor Ltda, la sencillez en la unión de sus partes, la facilidad del montaje y desmontaje de la herramienta guía, en la alternativa N°2 no obtuvieron la suficiente calificación para alcanzar la puntuación de alternativa ganadora.

## 5.4.2 Evaluación de la herramienta de corte para láminas de cartón

Tabla 16. Evaluación herramienta de corte

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	%	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3			
<b>Requerimientos de uso</b>	<b>25</b>						
Debe brindar seguridad al operario.	3	3,8	0,11	3	0,09	4,5	0,13
Debe ser fácil de manejar por un solo operario.	3	3,5	0,10	3,7	0,11	4	0,12
No debe generar riegos físicos al usuario en tareas repetitivas.	5	3,5	0,17	4	0,2	3,5	0,17
Debe resistir a la manipulación por parte del usuario.	3	4	0,12	4	0,12	3,8	0,11
Debe ser fácil de interpretar las diferentes partes que componen a la herramienta.	2	3,6	0,07	3,8	0,08	4,7	0,09
Debe realizar un corte limpio a la lámina de cartón.	6	3,7	0,22	3,9	0,23	4,2	0,25
Debe ser liviano y portable.	3	4	0,12	3,7	0,11	4,8	0,14
<b>Requerimientos de función</b>	<b>20</b>						
Mango estándar y general para que se ajuste al contorno de la mano en posición de agarre.	5	3,9	0,19	3,7	0,18	4,6	0,23
El agarre de la herramienta debe ser seguro y confiable.	5	3,5	0,17	4,5	0,22	4,2	0,21
La cuchilla debe realizar un corte pasante sobre el cartón.	5	3,8	0,19	3,6	0,18	4	0,20
El material de la cuchilla de corte debe resistir el rozamiento constante con el cartón	5	4	0,20	4	0,20	4	0,20
<b>Requerimientos estructurales</b>	<b>20</b>						
La superficie de la herramienta y las uniones no debe permitir la acumulación de suciedad.	5	4,3	0,21	3,8	0,19	3,8	0,19
Debe tener la posibilidad de cambiar el elemento de corte.	10	3,4	0,34	3,5	0,35	4,4	0,44
Debe estar compuesta con la menor cantidad de piezas.	5	3	0,15	3,5	0,17	4,2	0,21
<b>Requerimientos formal estéticos</b>	<b>15</b>						
Su forma debe ser innovadora percibiendo la intervención del diseño industrial.	2,5	3,8	0,09	3,5	0,09	4,4	0,11

Tabla 16. (Continuación)

Debe tener una coherencia inter formal con el diseño del conjunto de herramientas.	5	<b>4,2</b>	0,21	<b>4</b>	0,20	<b>4,8</b>	0,24
El diseño de la herramienta debe atraer y mantenga la atención del usuario.	2,5	<b>3,6</b>	0,09	<b>3</b>	0,07	<b>4,3</b>	0,12
La forma de la herramienta debe estar argumentada conceptualmente.	2,5	<b>4</b>	0,10	<b>3,3</b>	0,08	<b>4,6</b>	0,11
Las texturas y colores utilizados deben ser agradables a la vista.	2,5	<b>4</b>	0,10	<b>4</b>	0,10	<b>4</b>	0,10
<b>Requerimientos técnico productivos</b>	<b>10</b>						
De fácil producción y elaboración.	3	<b>3,2</b>	0,10	<b>,6</b>	0,11	<b>4,3</b>	0,13
Debe estar construido en materiales resistentes a la manipulación.	4	<b>4,2</b>	0,17	<b>4</b>	0,16	<b>3,8</b>	0,15
Debe ser elaborado y producido por tecnología local.	3	<b>4</b>	0,12	<b>4</b>	0,12	<b>4</b>	0,12
<b>Requerimientos económicos o de mercado</b>	<b>10</b>						
Debe tener un precio accesible a Diacor Ltda.	5	<b>3,4</b>	0,17	<b>4</b>	0,2	<b>4,6</b>	0,23
Debe generarse una preferencia por el producto por parte del operario.	5	<b>3,8</b>	0,19	<b>3</b>	0,15	<b>4,2</b>	0,21
<b>Calificación</b>	<b>100</b>		<b>3,7</b>		<b>3,71</b>		<b>4,21</b>

Fuente: Autores

La alternativa ganadora de la evaluación fue la alternativa tres con una calificación de 4,2 y las alternativas N°1 y N°2 obtuvieron un puntaje de 3,70 y 3,71 respectivamente, estando casi a la par las dos el segundo puesto.

Los factores predominantes que ayudaron a la selección de la alternativa N°3 fueron las altas calificaciones en los requerimientos de uso, función y estructurales los cuales tienen el mayor porcentaje de calificación.

La calificación mínima que obtuvo la alternativa N°3 fue de 3.5 en un solo requerimiento, los otros requerimientos se mantuvieron por encima de una

calificación de 3,8 ubicando así esta alternativa por encima de las alternativas N°1 y N°2.

Las disponibilidad de un cambio de cuchilla, la durabilidad de la cuchilla de corte en procesos repetitivos y la seguridad que pueda brindar al usuario son requerimientos influyentes en la elección de la alternativa ganadora.

### 5.4.3 Evaluación de la herramienta de trazado para láminas de cartón

Tabla 17. Evaluación herramienta de trazado

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	%	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3			
<b>Requerimientos de uso</b>	<b>25</b>						
Debe brindar seguridad al operario.	3	3,7	0,11	3,5	0,10	4,8	0,14
Debe ser fácil de manejar por un solo operario.	3	3,5	0,10	3,7	0,11	4	0,12
No debe generar riesgos físicos al usuario en tareas repetitivas.	5	3,5	0,17	4	0,20	4,2	0,21
Debe resistir a la manipulación por parte del usuario.	3	4	0,12	4	0,12	3,8	0,11
Debe ser fácil interpretar las diferentes partes que componen a la herramienta.	2	3,6	0,07	3,8	0,08	4,7	0,09
Debe realizar trazos limpios a la lámina de cartón.	6	3,7	0,22	3,9	0,23	4,2	0,25
Debe ser liviano y portable.	3	4	0,12	3,7	0,11	4,8	0,14
<b>Requerimientos de función</b>	<b>20</b>						
Mango estándar y general para que se ajuste al contorno de la mano en posición de agarre.	5	3,9	0,19	3,7	0,18	4,6	0,23
El agarre de la herramienta debe ser seguro y confiable.	5	3,5	0,17	4,5	0,22	4,2	0,21
La pieza de trazado no debe realizar un corte pasante.	5	3,8	0,19	3,6	0,18	4	0,20
La pieza de trazado debe marcar el cartón teniendo los mismos resultados a favor o en contra de las ondas del cartón.	5	4	0,20	4	0,20	4	0,20

**Tabla 17. (Continuación)**

<b>Requerimientos estructurales</b>	<b>20</b>						
La superficie de la herramienta y las uniones no debe permitir la acumulación suciedad.	5	<b>4,3</b>	0,21	<b>3,8</b>	0,19	<b>3,8</b>	0,19
Debe tener la posibilidad de cambiar el elemento de trazado.	10	<b>3,4</b>	0,34	<b>3,5</b>	0,35	<b>4,4</b>	0,44
Debe estar compuesta con la menor cantidad de piezas.	5	<b>3</b>	0,15	<b>3,5</b>	0,17	<b>4,2</b>	0,21
<b>Requerimientos formal estéticos</b>	<b>15</b>						
Su forma debe ser innovadora percibiendo la intervención del diseño industrial.	3	<b>3,5</b>	0,10	<b>3</b>	0,09	<b>4,3</b>	0,13
Debe tener una coherencia inter formal con el diseño del conjunto de herramientas.	5	<b>3,8</b>	0,19	<b>3,5</b>	0,17	<b>4,8</b>	0,24
El diseño de la herramienta debe tener un agrado instintivo que atraiga y mantenga la atención del usuario.	3	<b>3,8</b>	0,11	<b>3,7</b>	0,11	<b>4</b>	0,12
La forma de la herramienta debe estar argumentada conceptualmente.	2	<b>4</b>	0,08	<b>4</b>	0,08	<b>4</b>	0,08
Las texturas y colores utilizados deben ser agradables a la vista.	2	<b>3,8</b>	0,08	<b>3,2</b>	0,06	<b>4,2</b>	0,08
<b>Requerimientos técnico productivos</b>	<b>10</b>						
De fácil producción.	3	<b>3</b>	0,09	<b>3,3</b>	0,10	<b>4</b>	0,12
Debe estar construido en materiales resistentes a la manipulación.	4	<b>4,2</b>	0,17	<b>4</b>	0,16	<b>3,8</b>	0,15
Debe ser elaborado y producido por tecnología nacional.	3	<b>4</b>	0,12	<b>4</b>	0,12	<b>4</b>	0,12
<b>Requerimientos económicos o de mercado</b>	<b>10</b>						
Debe tener un precio accesible a Diacor Ltda.	5	<b>3,4</b>	0,17	<b>4</b>	0,20	<b>4,6</b>	0,23
Debe generarse una preferencia por el producto por parte del operario.	5	<b>3,8</b>	0,19	<b>3</b>	0,15	<b>4,2</b>	0,21
<b>Calificación</b>	<b>100</b>		<b>3,66</b>		<b>3,68</b>		<b>4,1</b>

Fuente: Autores

El margen de diferencia de las calificaciones obtenidas en los requerimientos de uso y función entre las alternativas N°1, N°2 y N°3 es fundamental en la calificación total y en la selección de la alternativa N°3 como la ganadora con una puntuación de 4,28 y una diferencia significativa con las otras dos alternativas.



El diseño innovador de la alternativa N°3 es un factor fundamental en las calificaciones obtenidas en los requerimientos formal estéticos, con respecto a los obtenidos por la alternativa N°2.

La efectividad en el corte, la comodidad en el uso y la configuración formal que ayude a una comprensión del uso de la herramienta son requerimientos que predominan en la elección de la alternativa ganadora.

## **5.5 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE TRAZADO PARA LÁMINAS DE CARTÓN**


Para la herramienta de trazado es necesario realizar pruebas de diferentes objetos, materiales y formas que permitan hacerle una ranura o una hendidura al cartón por donde posteriormente se va a realizar el doble. Para ello se hicieron cinco pruebas en donde se tomaron observaciones del proceso de trazado y se analizaron los acabados obtenidos en el cartón.

Tabla 18. Prueba para el trazado sobre láminas de cartón ondulado

Descripción del elemento para el trazado	Prueba	Resultado	Observaciones
Repujado con punta roma (5 mm de grosor)			El cartón se rasga en los dos sentidos de las ondas dándole un mal acabado a la ranura y debilitando el cartón.
Corte no pasante con cuchilla de bisturí			Puede suceder que el corte se realice pasante en el sentido de las ondas, lo que no sucede en contra de las ondas. El acabado del corte sobre el cartón no es limpio debido a rasga al doblarse.
Repujado con circunferencia móvil metálica (0,5 mm de grosor)			En el sentido de las ondas la herramienta se sale de la guía de la regla. En contra de las ondas es más sencillo el trazado. A la regla hay que aplicarle mayor fuerza para que no se mueva. El acabado de la ranura sobre el cartón es limpio y no se presentan rasgaduras.
Disco con separaciones de corte			Fuerza para ranurar el cartón. Hay que tener en cuenta la separación de los dientes del disco para que no se unan las ranuras y se haga una línea pasante sobre el cartón. El acabado sobre el cartón es limpio y
Repujado con circunferencia estática en acrílico (1,5 mm de grosor)			Fuerza en herramienta para realizar la ranura sobre el cartón. La ranura que se genera es poco profunda lo que hace que no se pueda doblar bien el cartón.

Fuente: Autores

**Tabla 19. Tipo de trazado según la herramienta**

Descripción del elemento para el trazado	Herramienta	Resultado	Tipo de trazado
Repujado con punta roma (5 mm de grosor)			Hendidura
Corte no pasante con cuchilla de bisturí			Ranura
Repujado con circunferencia móvil metálica (0,5 mm de grosor)			Hendidura
Disco con separaciones de corte			Ranura
Repujado con circunferencia estática en acrílico (1,5 mm de grosor)			Hendidura

Fuente: Autores

## 5.6 EVALUACIÓN DE ELEMENTOS DE TRAZADO PARA LÁMINAS DE CARTÓN

Con base en el estudio y análisis de las herramientas de trazado para láminas de cartón expuesto en la anterior tabla, se establecieron ciertos criterios de evaluación para tener así un resultado cuantitativo del estudio. Con el fin de hacer la mejor elección y poder cumplir las expectativas buscadas en el diseño de la herramienta de trazado de cartón.

Tabla 20. Evaluación cuantitativa de los elementos para el trazado de cartón ondulado

Criterios de evaluación	%	Evaluación por Herramienta									
		N°1 Repujado con punta roma	N°2 Corte no pasante con cuchilla de bisturí		N°3 Repujado con circunferencia móvil metálica		N°4 Disco con separaciones de corte		N°5 Repujado con circunferencia estática en acrílico		
Acabado del cartón en el sentido de las ondas del cartón	20	2	0,4	3	0,6	4,7	0,94	4,2	0,84	3,8	0,76
<b>Acabado del cartón contra el sentido de las ondas del cartón</b>	<b>20</b>	<b>2,5</b>	<b>0,5</b>	<b>2,2</b>	<b>0,44</b>	<b>4,7</b>	<b>0,94</b>	<b>4,8</b>	<b>0,96</b>	<b>3,5</b>	<b>0,7</b>
Facilidad de trazado	25	4,3	1,07	3	0,75	3	0,75	4,8	1,2	2,5	0,62
<b>Fuerza requerida para el trazado</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>0,8</b>	<b>4</b>	<b>0,8</b>	<b>3</b>	<b>0,6</b>	<b>4,9</b>	<b>0,98</b>	<b>2,3</b>	<b>0,46</b>
Facilidad de dobles del cartón	15	4,3	0,64	4,1	0,61	4,6	0,69	4,2	0,63	2	0,3
<b>Calificación</b>	<b>100</b>	<b>3,42</b>		<b>3,20</b>		<b>3,92</b>		<b>4,61</b>		<b>2,84</b>	

Fuente: Autores

La alternativa ganadora con una puntuación de 4,61 es la N°3 Disco con separación de corte, debido a que es un disco de un material resistente como el acero templado que permite realizar un trazado con buenos acabados en ambas direcciones del cartón.

En las cinco pruebas realizadas se observó que la herramienta debe deslizarse por una guía que no permita que se desvíe la dirección de trazado que realiza el usuario.

Las herramientas que rasgan y cortan el cartón debilitan la estructura del cartón, le dan un mal acabado y no permiten el buen armado del empaque es por eso que las alternativas N°1, N°2 y N°5 obtuvieron bajas calificaciones.

## 5.7 MODELOS RÁPIDOS

Después de haber realizado la evaluación de las alternativas planteadas y haber seleccionada la que mejor cumplía los requerimientos de diseño estipulados, el paso siguiente es la elaboración de modelo rápidos con los cuales se definirán aspectos fundamentales tales como; ergonomía del producto, aspectos formal estéticos como coherencia intra formal, uso de diferentes texturas, seguridad, confiabilidad y principalmente la verificación del correcto funcionamiento del mecanismo de la herramienta.

Se elaboraron dos modelos rápidos, uno para la herramienta de corte y otro para la herramienta de trazado, cada uno presenta una variación en la carcasa y el área de agarre de la herramienta.

**Figura 48. Modelos rápido**



Fuente: Autores

Otra variante en los modelos se observa los rieles deslizantes con los cuales se realizaron pruebas para determinar cual de ellos le proporcionaba mas estabilidad, seguridad y presicion a las herramientas de corte y trazado.

**Figura 49. Prueba de riel deslizante del modelo N°1**



Fuente: Autores

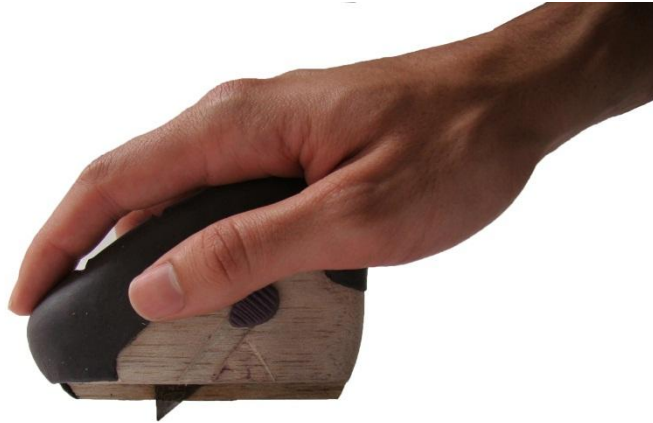
**Figura 50. Prueba de riel deslizante del modelo N°2**



Fuente: Autores

A los modelos rapidos de la herramienta de corte y trazado, se les realizo un manejo de proporcionalidad, verificacando sus dimensiones con respecto al tamaño de las manos, teniendo en cuenta el libro Datos Atropometricos para el Diseño (ANEXO A).

**Figura 51. Modo de agarre del modelo N°1**



Fuente: Autores

**Figura 52. Modo de agarre del modelo N°2**



Fuente: Autores

Para la herramienta de diagramado y toma de medidas se elaboraron tres modelos, el primero en madera en donde se evaluó el riel deslizante de las dos guías de medición, el sistema de sujeción de las guías a la mesa de trabajo, además de las dimensiones de las mismas.

**Figura 53. Modelo de guía N°1**



Fuente: Autores

Según las observaciones y los errores encontrados se realizó un segundo modelo en balsa en el cual se propuso otro sistema de riel tanto para las herramientas de corte y trazado como para las guías de medición.

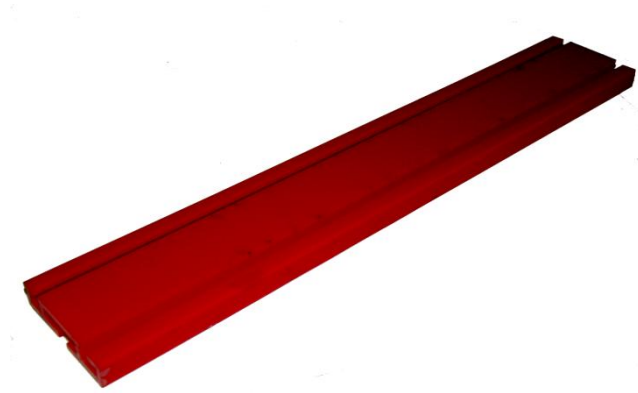
**Figura 54. Modelo de guía N°2**



Fuente: Autores

Por último se realizó el tercer modelo en acrílico para evaluar un material más rígido y resistente.

**Figura 55. Modelo de guía N°3**



Fuente: Autores

De igual forma se realizaron modelados 3D en rhinoceros y se renderizaron en keyShot para tener un acercamiento en cuanto a la parte visual del producto.

**Figura 56. Render de la herramienta de trazado**



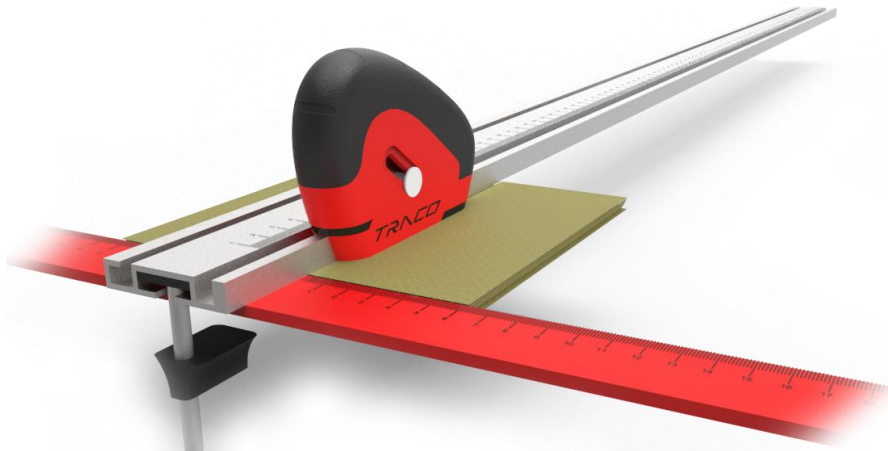
Fuente: Autores

**Figura 57. Render de la herramienta de corte**



Fuente: Autores

**Figura 58. Render del conjunto de herramientas**



Fuente: Autores

## 6. DISEÑO DETALLADO

En esta etapa es en donde el concepto desarrollado del conjunto de herramientas es concretado para proporcionar una solución factible y real que permita continuar con la siguiente etapa que consiste en la construcción del modelo funcional.

El concepto se ajusta más y se elabora la documentación que acompaña y que se necesita para la fabricación, con el fin de entregar al cliente un producto completo y totalmente definido. Algunos de los pasos clave que participan en esta fase de proyecto son las especificaciones del producto, selección de materiales, procesos y tecnología de fabricación, modelado 3D entre otros.

### 6.1 MATERIALES

"El diseñador no busca un material, sino un perfil de propiedades (una combinación específica), por eso piensa en el material como un conjunto de atributos: sus propiedades"<sup>14</sup>, teniendo en cuenta este concepto a continuación se presentan los materiales seleccionados, que cumplen con las propiedades más adecuadas a los requerimientos de cada una de las herramientas.

Considerando que las herramientas propuestas estarán sometidas a golpes y al deterioro progresivo por su uso, los materiales que tienen mejores propiedades y que son más utilizados en estos tipos de productos, son los polímeros y metales.

---

<sup>14</sup> Selección de materiales II [en línea] <<http://bibliotecas.uchile.cl/servicios/referencias-bibliograficas.pdf>>.

### 6.1.1 Herramienta de corte y herramienta de trazado

Tabla 21. Materiales y procesos herramienta de corte y herramienta de trazado

Herramienta de Corte y herramienta de trazado			
N°	Pieza	Material	Proceso de Manufactura
1	Carcasa	ABS	Inyección
2	Mango	Elastómero termoplástico TPR	Inyección
3	Cuchilla	Acero	Troquelado Templado Pulido Afilado
4	Tornillo de seguridad	Acero	Producto estándar
5	Tuerca de seguridad	Acero	Producto estándar
6	Cabeza del tornillo de seguridad	ABS	Inyección

Fuente: Autores

#### 6.1.1.1 Acrilonitrilo Butadieno Estireno o ABS

Es un material polimérico muy utilizado en la industria debido a su gran resistencia al impacto, es un termoplástico amorfo. Las propiedades de rigidez y dureza de este polímero son gracias a los bloques de acrilonitrilo, que proporcionan resistencia a ataques químicos y una estabilidad estructural a altas temperaturas. Además en su estructura molecular se encuentran bloques de butadieno, un elastómero que proporciona tenacidad a cualquier temperatura. Esta tenacidad no se ve afectada por el ambiente que lo rodea, a diferencia de otros polímeros que se vuelven quebradizos en entornos muy fríos.

Estas propiedades lo convierten en un material muy apreciado para la elaboración de productos industriales, en los sectores automotrices, electrónicos, juguetería y oficina. Algunos de estos productos son; bloques de Lego, carcasas para televisores, radios, ordenadores, impresoras, engrapadoras entre otros.

- **Características del ABS**

"La característica más importante del ABS es su gran tenacidad, a  $-40^{\circ}\text{C}$  puede seguir siendo tenaz. Es duro y rígido, baja absorción de agua, alta resistencia a la abrasión. El ABS se puede cromar por electrolisis dándole distintos baños metálicos a los cuales puede ser receptivo"<sup>15</sup>.

**Tabla 22. Propiedades físico-mecánicas del ABS**

<b>PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS</b>	
Alargamiento a la Rotura ( % )	45
Coefficiente de Fricción	0,5
Módulo de Tracción ( GPa )	2,1-2,4
Resistencia a la Tracción ( MPa )	41-45
Resistencia al Impacto Izod ( J m <sup>-1</sup> )	200-400
Absorción de Agua - en 24 horas ( % )	0.3-0.7
Densidad ( g cm <sup>-3</sup> )	1,05
Resistencia a la Radiación	Aceptable
Resistencia a los Ultra-violetas	Mala

Fuente: <http://www.siiim.com/docs/RAE-1018.pdf>

### 6.1.1.2 Acero inoxidable

En el campo metalúrgico el acero inoxidable es la aleación de hierro, carbono y con un mínimo de 10% de cromo contenido en masa. Los únicos metales conocidos en el mundo, los cuales no se ven afectados por la reacción del oxígeno

<sup>15</sup>Siiim and Co., S.L..Propiedades físicas y mecánicas materiales.< <http://www.siiim.com/docs/RAE-1018.pdf>>

son el oro y el platino, además de los metales que contienen fósforo llamados de menor pureza.

La función del cromo es formar una delgada película, continua y estable. Dejando totalmente la superficie del acero inerte a alguna reacción química. Esta es la manera como el acero obtiene la propiedad de ser inoxidable. El acero inoxidable es un material sólido no un revestimiento especial aplicado al material, en la industria metalúrgica se encuentran diversos tipos de recubrimientos con metales blancos como el cromo, níquel o zinc que protegen y le dan un buen acabado superficial al metal. "Además de que el acero se convierte en un material metálico que no reacciona a la exposición del oxígeno, presenta ciertas características y propiedades secundarias tales como, gran resistencia mecánica, de al menos dos veces la del acero al carbono, son resistentes a temperaturas elevadas y a temperaturas criogénicas"<sup>16</sup>. Son fáciles de transformar en gran variedad de productos y tiene una apariencia estética, que puede variarse sometiendo el acero a diferentes tratamientos superficiales para obtener acabado a espejo, satinado, coloreado, texturizado, etc.

El acero inoxidable se hace presente en sectores de mercado como la de los electrodomésticos, automoción, construcción y la industria, en productos como grandes electrodomésticos, tubos de escape, edificios, mobiliario urbano, productos químicos y petroleros.

### **6.1.1.3 Caucho termoplástico TPR**

Es un tipo especial de polímero que combina propiedades elastómeras y plásticas; puede obtenerse en la práctica con un tipo especial de copolímero, en el cual las unidades de monómero son enlazadas en el centro de la molécula, mientras que

---

<sup>16</sup> LAUFGANG, Sergio. Aceros Inoxidables  
<<http://materias.fi.uba.ar/6750/ACEROS%20INOXIDABLES.pdf>>

las unidades del otro están segmentadas formando bloques en los dos extremos de la molécula. Si los monómeros son escogidos de forma que la sección en el centro de la molécula tenga propiedades similares a las del caucho, mientras que los bloques terminales en los extremos son termoplásticos el resultado será un caucho termoplástico.

La idea básica de un caucho termoplástico es que debe fundirse al ser calentado y solidificarse al ser enfriado, sin que se dañen sus propiedades elásticas. El TPR es un material con alta capacidad de aplicación de los métodos de procesamiento estándar como moldeado por inyección, extrusión y soplado; gracias a su fácil manejo ahorra energía en su procesamiento y reduce el tiempo de ciclo; es 100% reciclable y de peso ligero.

### 6.1.2 Guía de medición

Tabla 23. Materiales y procesos de manufactura de la herramienta guía

<b>Reglas y guía de medición</b>			
<b>N°</b>	<b>Pieza</b>	<b>Material</b>	<b>Proceso de Manufactura</b>
1	Regla principal	Aluminio	Extrusión
2	Regla auxiliar	Aluminio	Extrusión
3	Guía de medición	ABS	Inyección
4	Corredera	ABS	Inyección
5	Prensa	Acero	Pieza estándar (Tornillo)
		Caucho termoplástico TPR	Inyección (Sujetador)
		ABS	Inyección

Fuente: Autores

### 6.1.2.3 Aluminio

"El aluminio se distingue por sus propiedades de resistencia, ligereza y versatilidad. Es un metal reciclado que protege el medio ambiente, posee un bajo consumo energético y no es tóxico. Sus características lo posicionan como un material ideal para acompañar desarrollos innovadores y proyectos domésticos"<sup>17</sup>, tomando como referencia lo anterior estas propiedades se ajustan a las necesidades de las reglas.

La utilización industrial del aluminio ha hecho de este metal uno de los más importantes, tanto en cantidad como en variedad de usos, siendo hoy un material polivalente que se aplica en ámbitos económicos muy diversos y que resulta estratégico en situaciones de conflicto. Hoy en día, tan sólo superado por el hierro/acero.

Este metal posee una combinación de propiedades que lo hacen muy útil en ingeniería de materiales, tales como su baja densidad ( $2.700 \text{ kg/m}^3$ ) y su alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica (hasta los 690 MPa). Es buen conductor de la electricidad y del calor, se mecaniza con facilidad y es relativamente barato.

---

<sup>17</sup> Mundo aluminio [en línea] <<http://www.mundoaluminio.com.ar/>>

**Tabla 24. Propiedades físicas del aluminio**

<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	
<b>Estado ordinario</b>	Sólido
<b>Densidad</b>	2698,9 kg/m <sup>3</sup>
<b>Punto de fusión</b>	933,47 K (660,2°C)
<b>Punto de ebullición</b>	2 792 K (2519°C)
<b>Presión de vapor</b>	2,42 × 10 <sup>-6</sup> Pa a 577 K
<b>Volumen molar</b>	9,996×10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> /mol

Fuente: COCA, Pedro. Manual del aluminio.p101

El aluminio del grupo 6000 que contiene aleaciones de magnesio y silicio es el más utilizado para la fabricación de perfiles

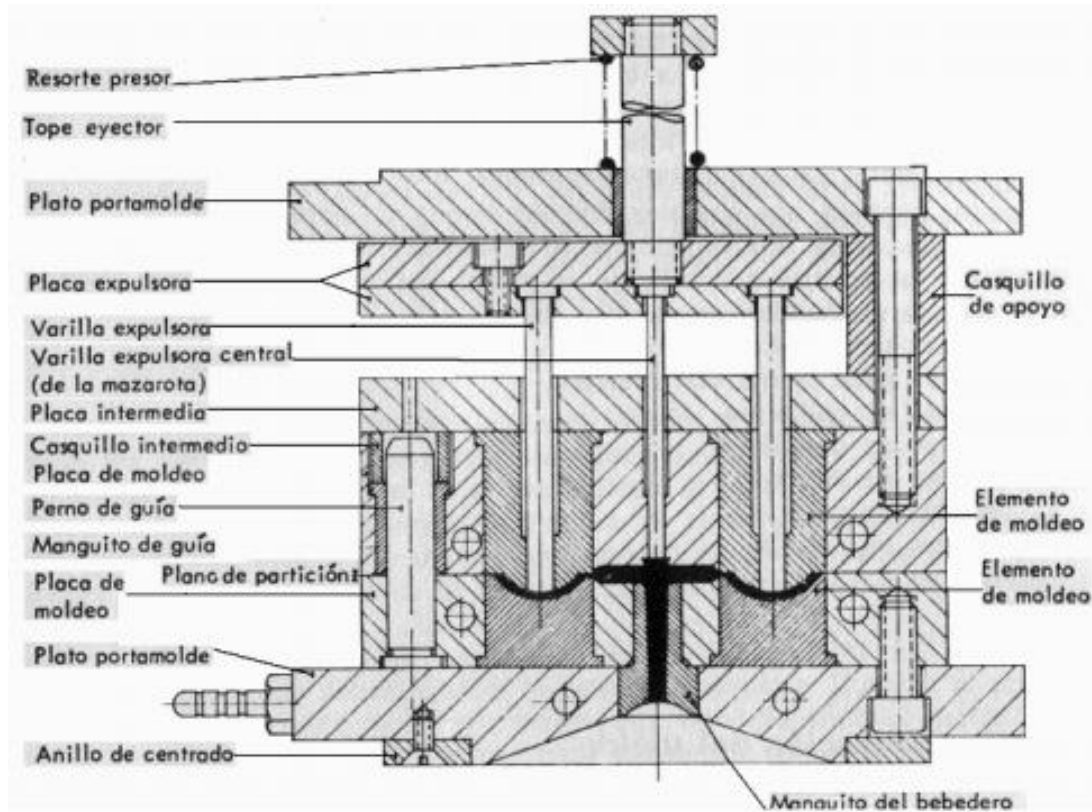
## **6.2 PROCESOS DE PRODUCCIÓN**

### **6.2.1 Proceso de inyección**

Este proceso consiste en la fundición de un material plástico haciéndolo fluir hacia un molde, a través de una boquilla en la máquina de inyección, en donde llena el molde y le da una forma determinada, permitiendo obtener un amplio número de productos en un corto tiempo de producción. El moldeo por inyección es la técnica de procesamiento más utilizada para la transformación de los plásticos, gracias a

su versatilidad de obtener productos industriales de variadas geometrías para diversos sectores industriales.

**Figura 59. Partes de un molde de inyección**



Fuente: MAYA, Enrique. Diseño de moldes de inyección de plástico con Ingeniería concurrente. p11

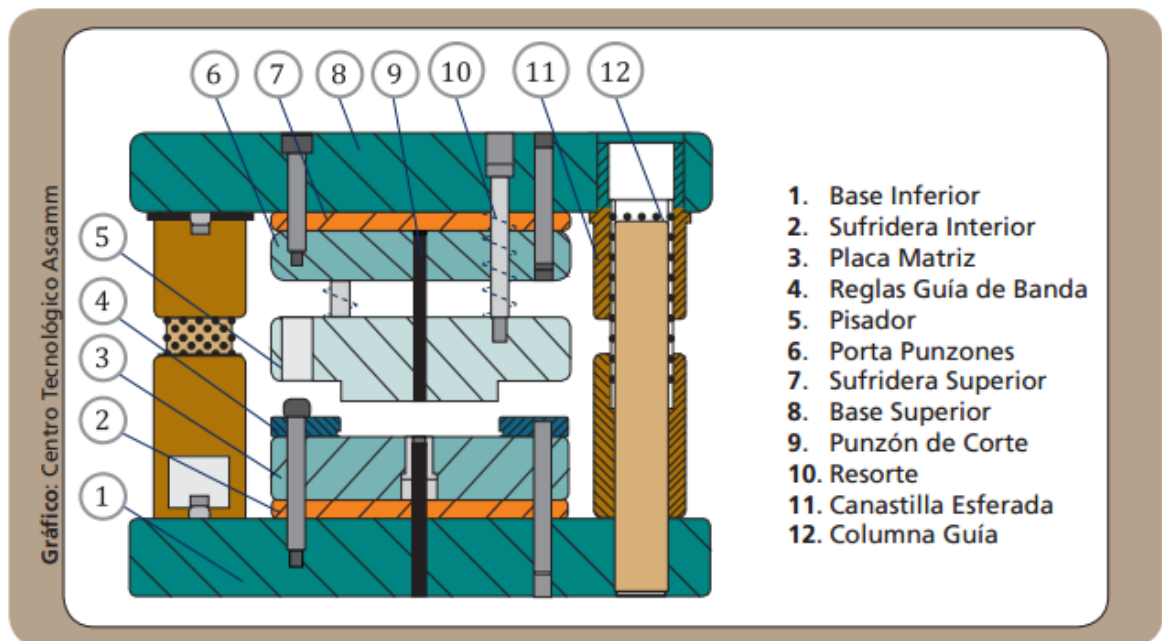
El moldeo por inyección es un proceso de producción el cual está conformado por un conjunto de etapas denominadas ciclos de inyección. Es determinante este parámetro desde el punto de vista económico, el tiempo utilizado en cada ciclo permite saber la productividad y el costo del proceso. Los ciclos de inyección son los siguientes: cierre del molde e inicio de la inyección, inyección del material, aplicación de la presión de sostenimiento, plastificación del material, enfriamiento y extracción de la pieza.

Este proceso de inyección es propuesto para realizar las carcasas, mangos y cabezas de los tornillos prisioneros de las herramientas de corte y trazado, además de las piezas de presión de las prensas, la corredera de la regla horizontal y la guía de medición.

### 6.2.2 Troquelado de metales

El troquelado es un proceso de manufactura mecánico el cual trabaja con láminas metálicas en frío. El resultado final obtenido en cuestión de tamaño y forma depende del troquel, la prensa suministra la fuerza necesaria para realizar dicha tarea. El troquel está constituido por dos mitades, la parte más pequeña es el punzón la cual se encuentra en la parte superior, la matriz la parte más grande se encuentra en la parte inferior. Ubicando así la lámina de metal entre las dos partes del troquel.

Figura 60. Partes básicas de un troquel

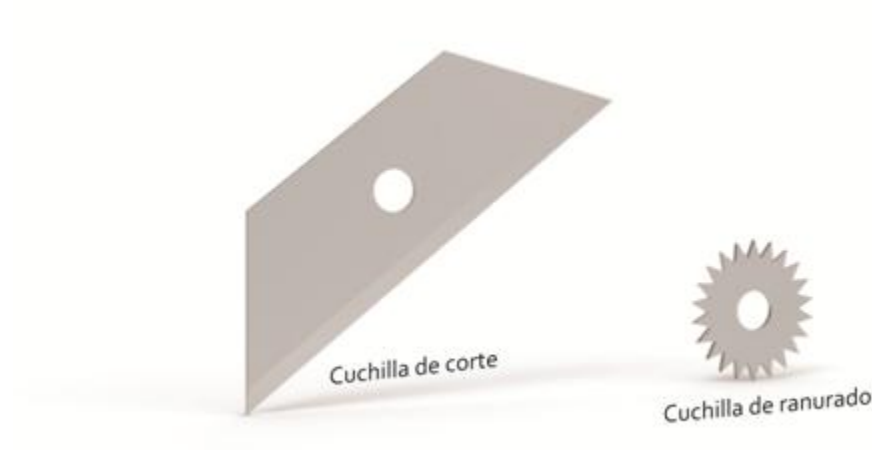


Fuente: MARÍN, Camilo. Troqueles y troquelado.p20

Las partes del troquel, el punzón y la matriz se ubican en un portatroquel para asegurar un alineamiento exacto entre ellas. La prensa utilizada para realizar esta operación tiene una mesa estacionaria donde está sujeta la matriz. Tiene un carro móvil que realiza movimientos perpendiculares a la lámina de acero, y es donde se ubica el punzón. La fuerza es proporcionada por un principio mecánico como un cigüeñal o por prensas hidráulicas.

Este proceso de troquelado es propuesto para realizar las cuchillas de corte y trazado. Luego de fabricar el perfil de las cuchillas, estas se afilan de acuerdo a los requerimientos técnicos de la herramienta; aunque se muestra el proceso de fabricación de las cuchillas corte, el repuesto de las mismas se puede encontrar en el mercado, debido a que son estándar.

**Figura 61. Cuchilla de corte y cuchilla de trazado**



Fuente: Autores

### 6.2.3 Extrusión

La extrusión es un proceso tecnológico que consiste en dar forma o moldear una masa haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta para conseguir perfiles de diseño complejo.

Una pieza importante para la fabricación de perfiles es la matriz la cual da la forma del perfil, está hecha de acero resistente a altas temperaturas y la abertura de la matriz se realiza con máquinas controladas por CNC. "El costo de las matrices es considerablemente menor al de aquellas herramientas utilizadas para otros materiales de construcción. Los bajos costos de matrices también hacen que el proceso de extrusión resulte interesante para realizar ensayos y prototipos".<sup>18</sup>

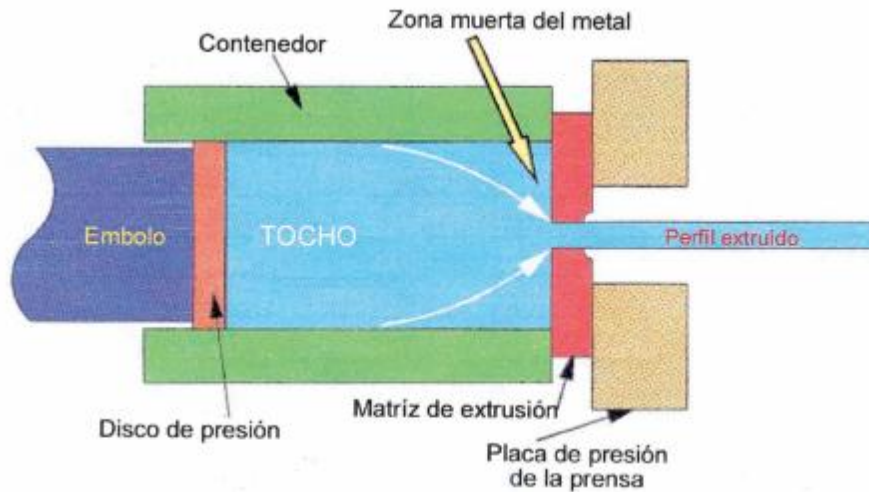
El aluminio debido a sus propiedades es uno de los metales que más se utiliza para producir variados y complicados tipos de perfiles que se usan principalmente en las construcciones de carpintería metálica. Se puede extruir tanto aluminio primario como secundario obtenido mediante reciclado.

Para realizar la extrusión, la materia prima, se suministra en lingotes cilíndricos también llamados "tochos". El proceso de extrusión consiste en aplicar una presión al cilindro de aluminio (tocho) haciéndolo pasar por un molde (matriz), para conseguir la forma deseada. Cada tipo de perfil, posee un "molde" llamado matriz adecuado, que es el que determinará su forma. El tocho se calienta a 500°C para facilitar su paso por la matriz y es introducido a la prensa. Con la prensa cerrada, el embolo comienza a empujar el tocho a la presión necesaria de acuerdo con las dimensiones del perfil obligándolo a salir por la boca de la matriz. La gran presión a la que se ve sometido el aluminio hace que este eleve su temperatura ganando maleabilidad.

---

<sup>18</sup> HYDRO Aluminium. Manual para el diseño de perfiles de extrusión de aluminio. p16

Figura 62. Esquema de la extrusión d



Fuente: ANEXPA. Calidad de extrusión. p15

Del proceso de extrusión y temple, dependen gran parte de las características mecánicas de los perfiles, así como la calidad en los acabados, sobre todo en el anodizado un proceso electroquímico en el cual la película de oxido sobre la superficie del aluminio se hace más gruesa.

- **Acabado del extrusionado**

A medida que los perfiles extrusionados van saliendo de la prensa a través de la matriz, se deslizan sobre una bancada donde se les enfría con aire o agua, en función de su tamaño y forma, así como las características de la aleación involucrada y las propiedades requeridas. Para obtener perfiles de aluminio rectos y eliminar cualquier tensión en el material, se les estira. Luego, se cortan en longitudes adecuadas y se envejecen artificialmente para lograr la resistencia apropiada.

- **Temple de los perfiles**

Como tratamiento a las piezas de aluminio, se le realizan procesos térmicos que aumentan la resistencia del aluminio. Hay dos procesos de temple que son el tratamiento térmico en solución, y el envejecimiento. El envejecimiento se realiza en hornos a unos 200 °C y están en el horno durante un periodo que varía entre 4 a 8 horas. Todo este proceso se realiza de forma automatizada. La temperatura de salida de extrusión superior a 510 °C para las aleaciones 6060 más el correcto enfriamiento de los perfiles a 250 °C en menos de cuatro minutos, es fundamental para que el material adquiera sus propiedades.

- **Tratamiento superficial**

El recubrimiento con pintura en polvo ofrece una posibilidad prácticamente ilimitada de colores y es muy duradera. Otro método de tratamiento superficial incluye el serigrafiado, el uso de láminas protectoras, el esmerilado y pulido

El proceso de extrusión es propuesto para las dos reglas de medición las cuales presentan el mismo perfil que posteriormente recibe un tratamiento superficial de serigrafiado para marcarlas las unidades de medidas sobre las reglas.

## **6.3 FUNCIONAMIENTO**

### **6.3.1 Funcionamiento herramienta de corte**

La herramienta de corte desarrollada está conformada por un mango ergonómico antideslizante elaborado en caucho de silicona, con bordes redondeados para evitar marcas en las manos del operario; un carcasa construida en polímero ABS y un tornillo prisionero utilizado como mecanismo de sujeción para evitar que la cuchilla

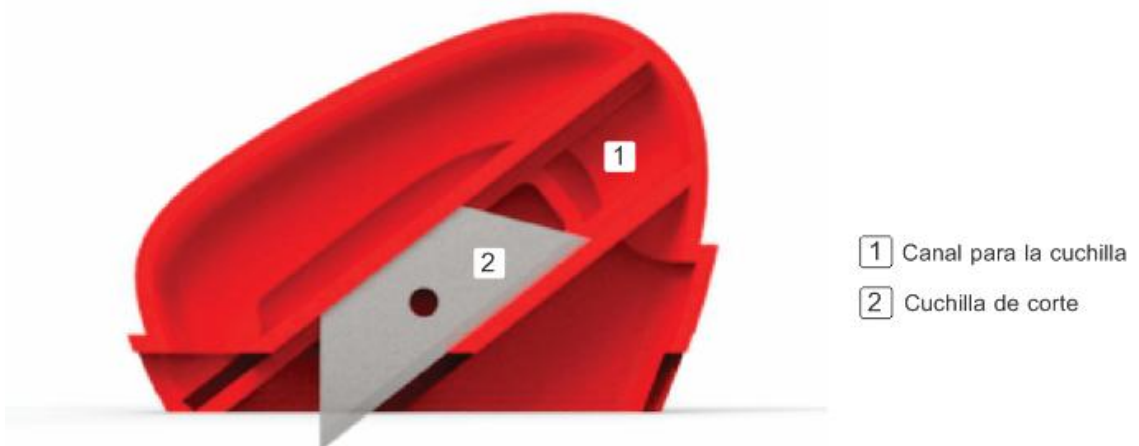
de corte se desplace; estas partes definen no solo su configuración formal, sino tambien su funcionamiento como herramienta manual.

**Figura 63. Partes comunes de la herramienta de corte y trazado**



Fuente: Autores

**Figura 64. Partes herramienta de corte**



Fuente: Autores

Algunos de los aspectos importantes en el diseño de la herramienta de corte tiene que ver con la seguridad, confiabilidad y precisión que esta de ofrece al operario. La disposición de un carril en la base de la herramienta, que sirve de guía para definir la dirección del deslizamiento, cubre el aspecto de seguridad en la operación y disminuye la posibilidad de error con el uso de esta herramienta.

Para el uso de la herramienta se debe encajar en la regla principal o en la regla auxiliar sobre las cuales se desliza para hacer el corte. En la herramienta, la cuchilla de corte se ubica en un canal que la alberga y guía el desplazamiento de esta. El mismo principio mecánico utilizado en esta parte de la herramineta, se usa también en el tornillo prisionero que sujeta la cuchilla en la posición de entrada y salida, se ajusta o se desajusta para permitir el movimiento o evitarlo según se requiera.

**Figura 65. Posiciones de la cuchilla**



Fuente: Autores

Para el mantenimiento de la herramienta, se debe desajustar el tornillo prisionero, extraer la cuchilla por la parte inferior de la herramienta y ubicar una nueva. Una cuchilla se puede utilizar por ambos extremos prolongando así su ciclo útil.

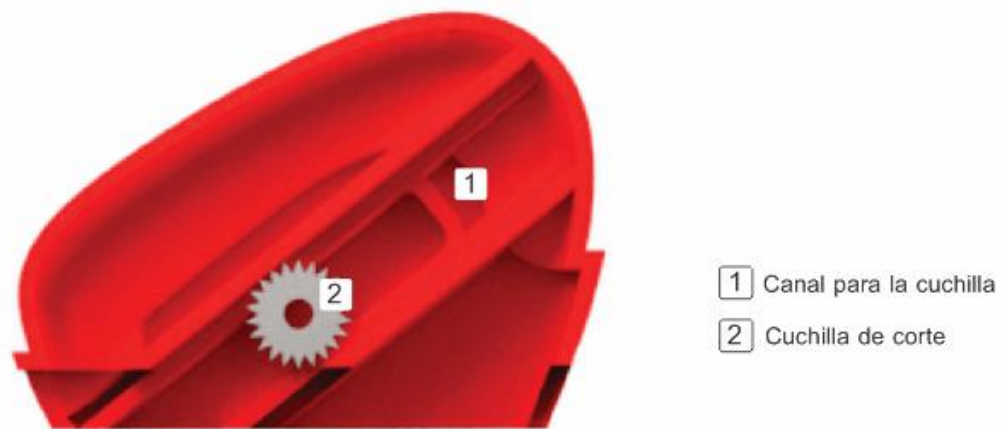
La cuchilla es un elemento estandar y se encuentra disponible en el mercado bajo diferentes marcas.

### 6.3.2 Funcionamiento herramienta de trazado

La herramienta de trazado tiene la misma configuración formal de la de corte, su carcasa en ABS, un mango de caucho silicona y el sistema tornillo prisionero para sujetar el disco de ranurado.

El uso y funcionamiento de esta herramienta se basa en el mismo principios de la herramienta de corte y se diferencia en el resultado de la operación; el efecto del disco de ranurado es marcar las aristas para el dobléz del cartón.

Figura 66. Partes herramienta de trazado



Fuente: Autores

El mantenimiento de la herramienta se realiza de la misma manera que en la herramienta de corte. El disco de ranurado puede permanecer más tiempo en uso ya que su desgaste es mínimo.

**Figura 67. Posiciones de la cuchilla**



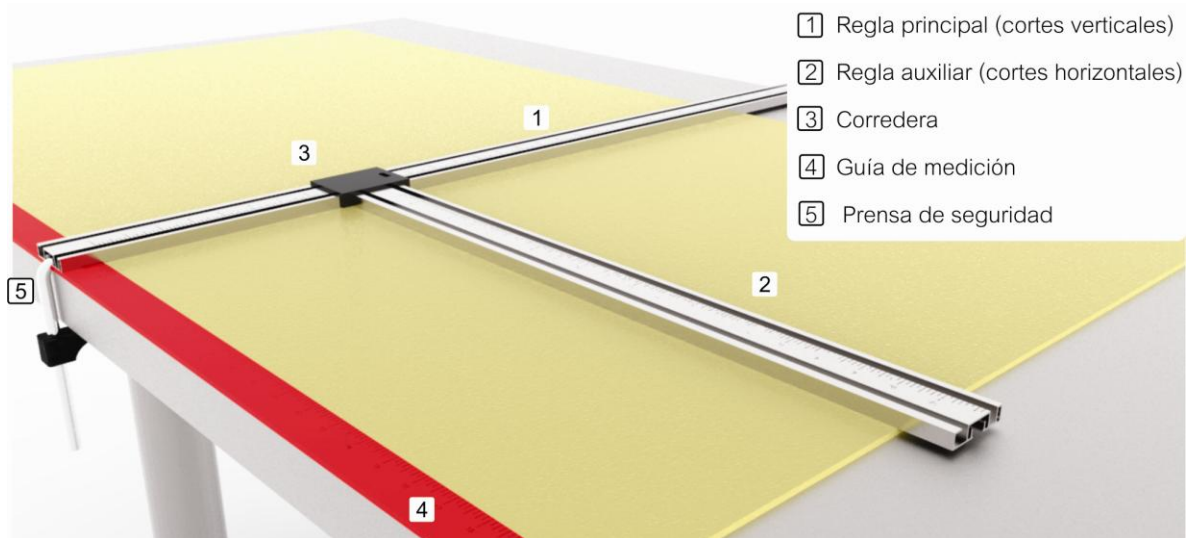
Fuente: Autores

### **6.3.3 Funcionamiento reglas y guía de medición**

El conjunto de medición consta de dos reglas en las cuales se encajan la herramienta de corte o la de trazado; tiene una guía de medición que se ubica en uno de los extremos de la regla principal y posteriormente debe ser fijada a la mesa de trabajo con la prensa. Para sujetar el otro extremo de la regla, su diseño cuenta con una segunda prensa además de un tope que nivela la altura de la regla sobre la mesa de acuerdo al grosor del cartón y la guía.

Las reglas son perfiles de aluminio con ranuras paralelas en la cara superior, donde se encajan y deslizan la herramientas de corte o la de ranurado. Por la parte inferior, también cuenta con una ranura que al mismo tiempo funciona como carril de deslizamiento de la prensa para que pueda ser usada según el área de trabajo de la mesa. Las reglas tienen el sistema de medidas en pulgada (utilizado por la empresa Diacor Ltda) que es estampado mediante un acabado superficial llamado serigrafía.

**Figura 68. Regla y guía de medición**



Fuente: Autores

**Figura 69. Perfil de la regla**



Fuente: Autores

Esta herramienta no requiere un mantenimiento específico que vaya más allá de la conservación y cuidado de sus materiales.

## 6.4 PLANOS TÉCNICOS

Los planos técnicos se muestran en el ANEXO C.

## 6.5 ANÁLISIS DE COSTOS

Los costos a continuación son estipulados según las cotizaciones realizadas y el análisis de costos de elementos estándar que se encuentran en el mercado, para una producción de 1000 conjuntos.

Tabla 25. Costos Herramienta de corte

<b>HERRAMIENTA DE CORTE</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Pieza</b>	<b>Material</b>	<b>Proceso de Manufactura</b>	<b>Costo</b>
1	Carcasa	ABS	Molde Inyección	\$4800
1	Mango	Elastómero termoplástico TPR	Molde Inyección	\$3500
1	Cuchilla de Corte	Acero	Producto estándar	\$400
1	Tornillo de seguridad	Acero	Producto estándar	\$ 42
1	Cabeza del tornillo de seguridad	ABS	Molde Inyección	\$250
<b>Total</b>				<b>COP \$8.992</b>

Fuente: Autores

Tabla 26. Costos Herramienta de trazado

<b>HERRAMIENTA DE TRAZADO</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Pieza</b>	<b>Material</b>	<b>Proceso de Manufactura</b>	<b>Costo</b>
1	Carcasa	ABS	Molde Inyección	\$4800
1	Mango	Elastómero termoplástico TPR	Molde Inyección	\$3500
1	Cuchilla de Corte	Acero	Troquelado Templado Pulido Afilado	\$1300
1	Tornillo de seguridad	Acero	Producto estándar	\$ 42
1	Cabeza del tornillo de seguridad	ABS	Molde Inyección	\$250
<b>Total</b>				<b>COP \$9.892</b>

Fuente: Autores

Tabla 27. Costos Herramientas de medición

<b>HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Pieza</b>	<b>Material</b>	<b>Manufactura</b>	<b>Costos</b>
1	Regla principal	Aluminio (90x4,7x0,1 cm)	Extrusión Serigrafía	\$8.500
1	Regla auxiliar	Aluminio (56x4,7x0,1 cm)	Extrusión Serigrafía	\$5.700
1	Guía	ABS	Molde Inyección Serigrafía	\$ 6.500
2	Remache	Acero	Pieza estándar	\$170
1	Corredera	ABS	Molde Inyección	\$2.200
2	Prensa	Acero	Pieza estándar (Tornillo y mariposa)	\$ 6.200
		Caucho termoplástico TPR	Inyección (Sujetador)	
<b>Total</b>				<b>COP \$29.110</b>

Fuente: Autores

El costo total de un conjunto de herramientas Traco es de \$47.964 pesos.

## 6.6 MANUAL DE USO

**Figura 70. Instalación de las reglas**



Ensamble la regla con la guía de medición y ubíquela sobre la mesa.



Sujete la guía de medición y la regla principal a la mesa con la prensa.



Con la segunda prensa sujete el otro extremo de la regla principal a la mesa.



Para la regla auxiliar ubique el cabezal móvil sobre la guía principal.

Fuente: Autores

**Figura 71. Diagrama de uso de la herramienta de corte**



Para extraer la cuchilla de corte debe soltar el tornillo prisionero y de esta manera podrá deslizarse la cuchilla al exterior.



Para guardar la cuchilla de corte debe soltar el tornillo prisionero y de esta manera podrá deslizarse la cuchilla al interior.



Encajar la base de la herramienta en la guía de la regla principal o en la guía de la regla auxiliar para su uso.

Fuente: Autores

**Figura 72. Diagrama de uso de la herramienta de trazado**



Para extraer la cuchilla de ranurado debe soltar el tornillo prisionero y de esta manera podrá deslizarse la cuchilla al exterior.



Para guardar la cuchilla de ranurado debe soltar el tornillo prisionero y de esta manera podrá deslizarse la cuchilla al interior.



Encajar la base de la herramienta en la guía de la regla principal o en la guía de la regla auxiliar para su uso.

Fuente: Autores

## **6.7 IMAGEN CORPORATIVA**

Continuación se presentan los aspectos más importantes de la imagen e identidad de TRACO Conjunto de herramientas, las distintas aplicaciones y el uso adecuado en lo que se refiere a la comunicación visual.

El diseño, los colores y la ubicación que se muestran en este manual permiten una comunicación ágil y directa con el público objetivo.

El diseño del logotipo tiene como fin generar una imagen que identifique a TRACO como una marca que destaca por la calidad, innovación y presencia de diseño en sus productos.

### 6.7.1 Tipografía

Para la fuente del logotipo se eligió una letra recta debido a que se quiere crear una sensación de firmeza, confiabilidad y calidad en el consumidor.

Para la composición del logotipo se utiliza:

TRACO: AlienResurrection

CONJUNTO DE HERRAMIENTAS: SavedByZero

### 6.7.2 Descripción del logotipo

El nombre surgió de la combinación de las palabras trazar y cortar que son las dos principales tareas que realizan las herramientas.

Figura 73. Logotipo Traco



Fuente: Autores

Se creó un contraste entre los colores negro, blanco y rojo para atraer la atención del comprador.

Para realzar la tipografía se utilizó una sombra paralela y se contorneo cada letra con un trazo blanco.

**Figura 74. Desarrollo de la imagen corporativa paso 1**

The logo consists of the word "TRACO" in a bold, sans-serif font. The letter 'A' is replaced by a red triangle pointing upwards. The letters have a white outline and a soft grey shadow.

Fuente: Autores

A la tipografía se le añadió tres elementos que simbolizan el número de operaciones que realiza el operario con el conjunto de herramientas.

**Figura 75. Desarrollo de la imagen corporativa paso 2**

The logo is similar to the previous one, but the letter 'O' is replaced by a 'Ó' with three red slanted lines above it. The letters have a white outline and a soft grey shadow.

Fuente: Autores

Como complemento se utilizó la oración "HERRAMIENTAS PARA CARTÓN".

**Figura 76. Desarrollo de la imagen corporativa paso 3**

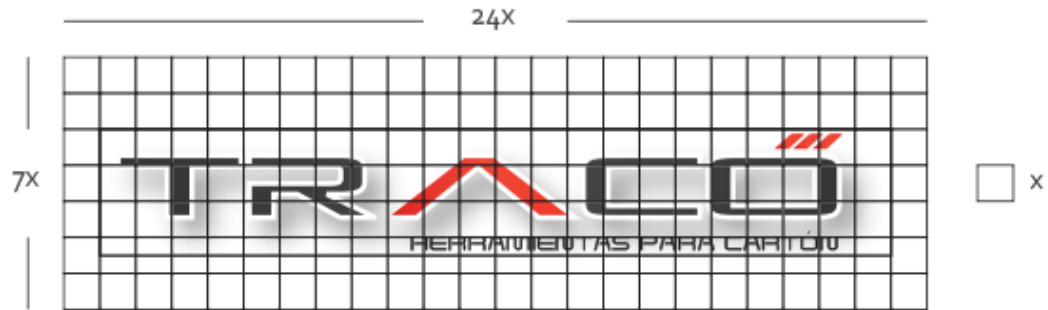
The logo includes the text "HERRAMIENTAS PARA CARTÓN" in a smaller, sans-serif font centered below the "TRACÓ" logo. The letters have a white outline and a soft grey shadow.

Fuente: Autores

### **6.7.3 Proporción del logotipo**

La retícula base del trazo de la imagen consta de la unidad x que es igual a 0.5 cm

**Figura 77. Retícula de proporciones**



Fuente: Autores

Esta retícula debe utilizarse para reproducir la identidad gráfica, cuando los medios electrónicos o mecánicos no lo permitan.

La utilización del logotipo siempre debe ser horizontal.

**Figura 78. Zona de seguridad**



Fuente: Autores

Con el propósito de asegurar la limpieza y claridad de la imagen de TRACO, ésta debe estar rodeada por un mínimo de espacios blancos que no puede ser menor a una x.

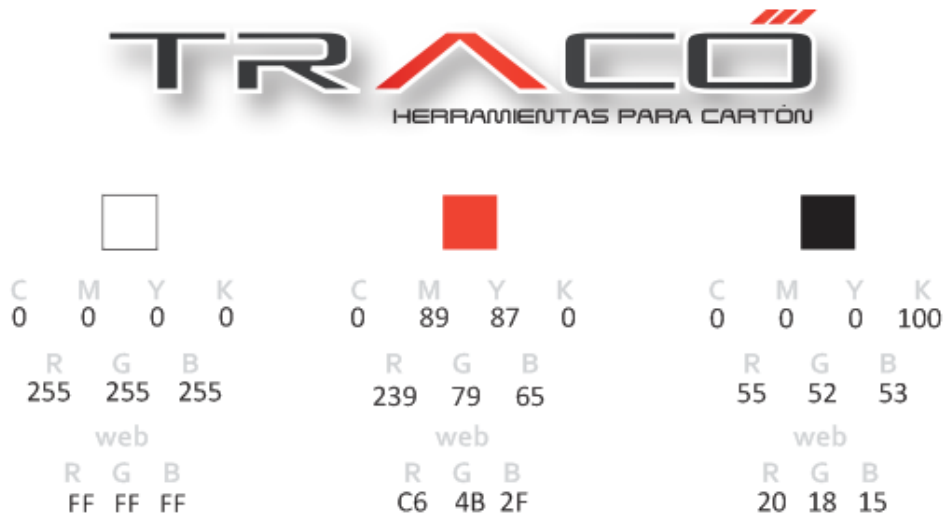
Estas son las áreas mínimas de restricción y por ningún motivo deben rebasarse.

#### 6.7.4 Aplicación en color

Para cualquier representación publicitaria o promoción de TRACO, presentamos la gama de colores que debe utilizarse, tanto en CMYK como en RGB.

Esta guía servirá para adecuar y revisar los valores originales y no perder la calidad. Sera considerado un tono incorrecto cualquier color diferente a los especificados en esta sección.

Figura 79. Aplicación en color de Traco

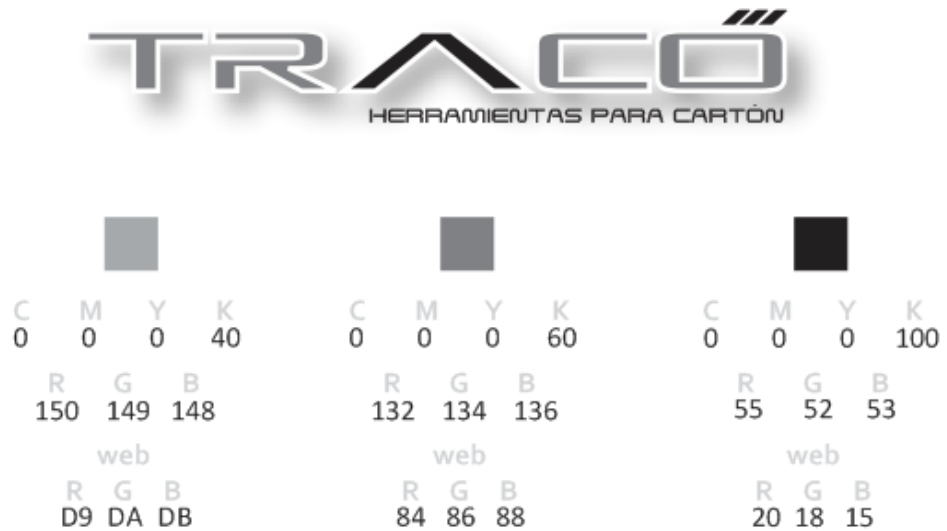


Fuente: Autores

#### 6.7.5 Aplicación en escala de grises

La aplicación en escala de grises de la imagen de TRACO es permitida en los casos que así se requieran, respetando siempre la utilización correcta de los porcentajes de negro indicado.

Figura 80. Aplicación en escala de grises de Traco



Fuente: Autores

### 6.7.6 Imagen grafica

Figura 81. Aplicación del logotipo para presentaciones

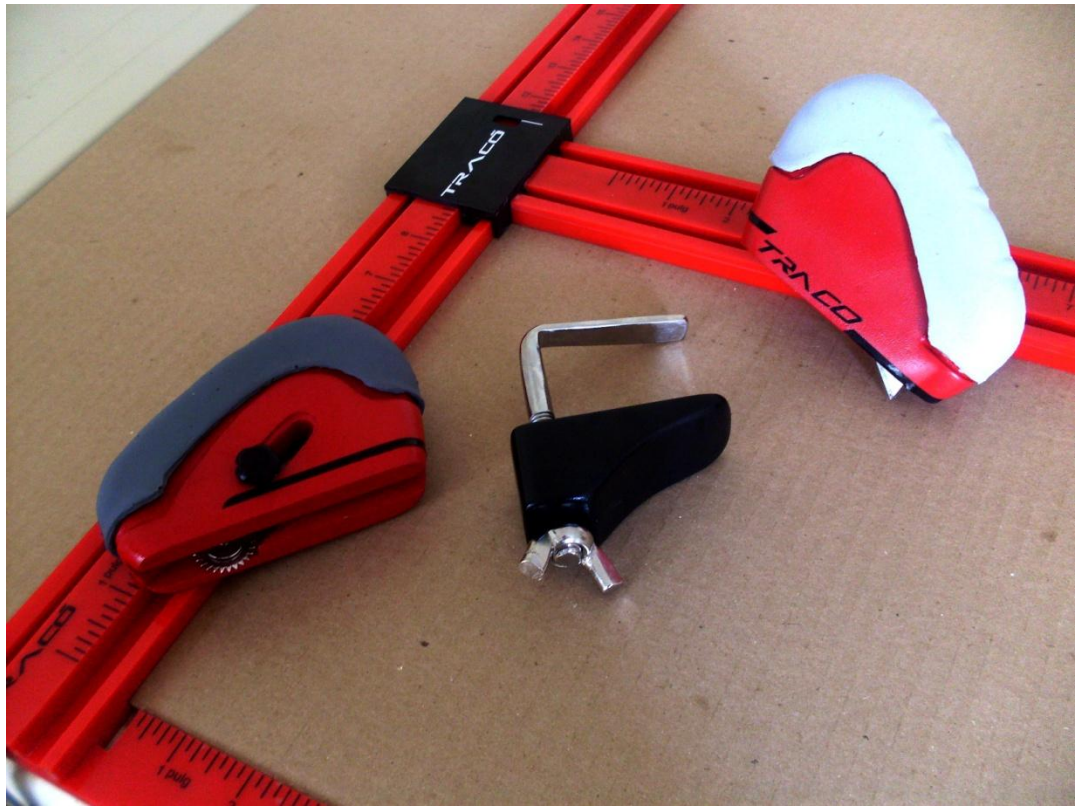


Fuente: Autores

## 7. MODELO FUNCIONAL

Los modelos funcionales presentados a continuación fueron usados en el proceso de comprobación, entendiéndose como comprobación "la demostración o prueba de que la alternativa adoptada sirve o funciona como solución"<sup>19</sup>.

Figura 82. Modelos funcionales



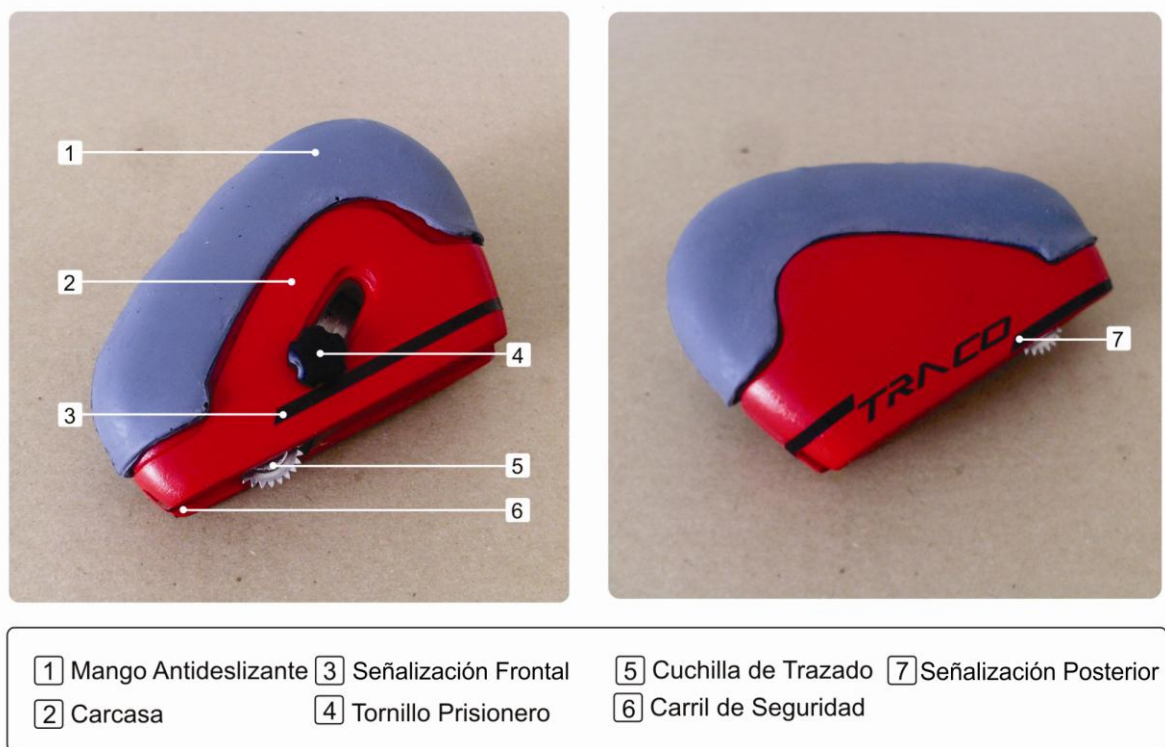
Fuente: Autores

---

<sup>19</sup> FRANKY, Jaime. Ideas para el Diseño - Prototipo. p

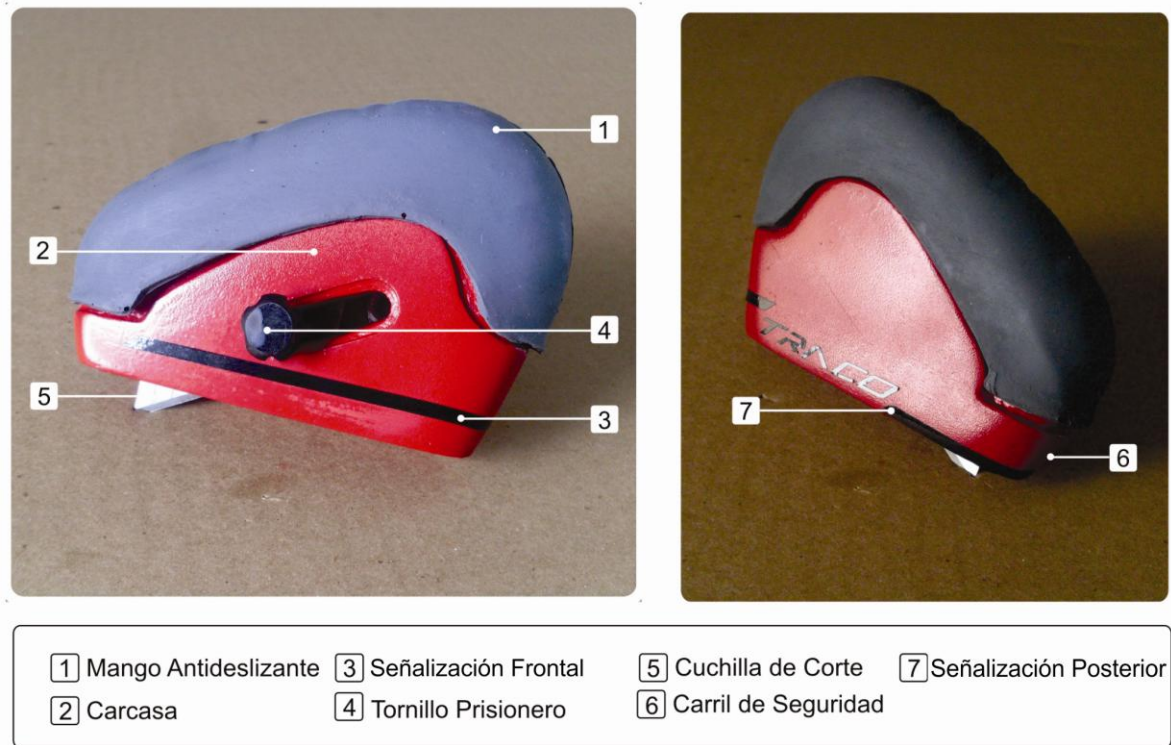
Los modelos funcionales realizados para las herramientas de corte y trazado, se construyeron en los siguientes materiales: cedro para las carcasas, caucho de silicona para darle un acabado antideslizante al mango, polivinilo adhesivo para la señalización y polimetacrilato para el botón del tornillo de seguridad. Las partes de los modelos se muestran en las siguientes imágenes.

**Figura 83. Piezas herramienta de corte**



Fuente: Autores

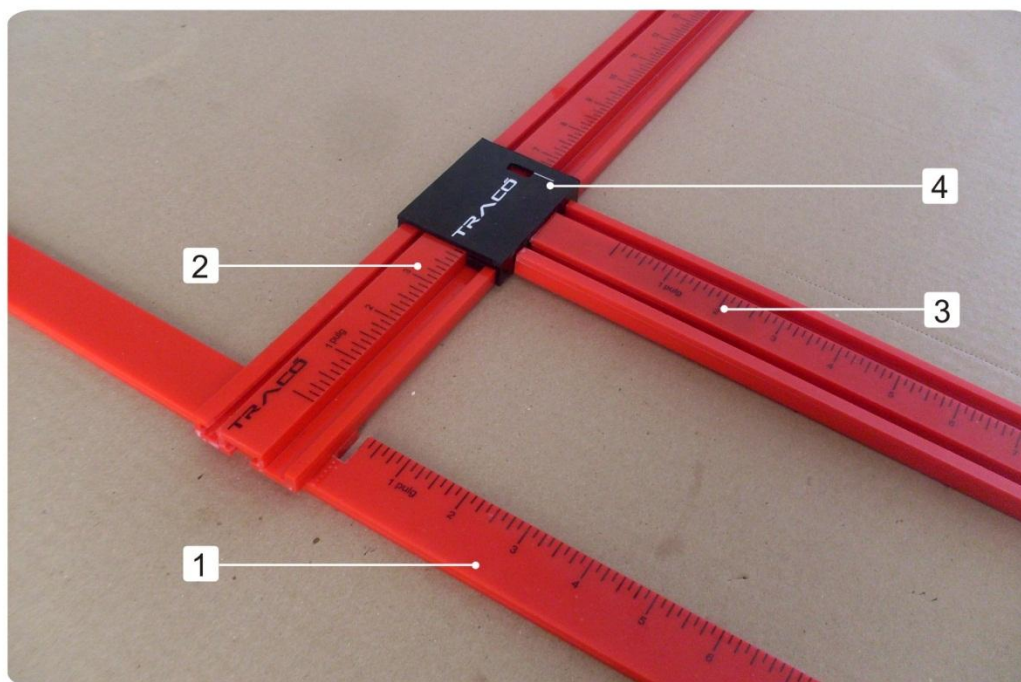
Figura 84. Piezas herramienta de trazado



Fuente: Autores

Las herramientas para la toma de medidas de los empaques de cartón, se elaboraron en polimetacrilato para darle rigidez y resistencia y así soportar la manipulación de las personas que realizaron la prueba piloto.

Figura 85. Piezas reglas y guía de medición



- |   |                  |   |                |
|---|------------------|---|----------------|
| 1 | Guía de Medición | 3 | Regla Auxiliar |
| 2 | Regla Principal  | 4 | Cabezal Movil  |

Fuente: Autores

En la construcción de los modelos de las prensa, los materiales que se utilizaron fueron: tornillo en L 3/8 niquelado, tuerca mariposa 3/8 y para la prensa de fijación cedro.

**Figura 86. Piezas de la prensa**



Fuente: Autores

## **7.1 COMPROBACIÓN DE LOS MODELOS FUNCIONALES**

La realización de una prueba piloto permite efectuar una correcta comprobación y evaluación de un modelo funcional antes de pasar a un prototipo final, es por esto que se realizó una evaluación del conjunto de herramientas para elaborar empaques de cartón ondulado, con el fin de comprobar su uso adecuado y comprobar los objetivos del proyecto, como precisión, reducción de tiempos y seguridad brindada al operario.

La prueba piloto se lleva a cabo con 10 participantes hombres y mujeres que se encuentran en un rango de edad entre 18 y 50 años, los participantes se ubicaron frente a una mesa de dimensiones 80 cm de ancho, 160 cm de largo y 80 cm de alto a una temperatura ambiente y con una iluminación artificial.

Para cada prueba se realizaron tomas fotográficas laterales y en secuencia que posteriormente se analizaron para determinar alcances máximos, ángulos de posicionamiento del cuerpo en las diferentes tareas, funcionamiento de las herramientas, precisión, seguridad entre otros aspectos fundamentales.

Para poder cuantificar la evaluación de la prueba piloto se establecieron calificaciones que varían entre uno y cinco puntos siendo la calificación más favorable el número más alto; estas calificaciones se promedian para obtener el resultado de la prueba.

La tabulación y graficas obtenidas de la encuesta se presentan a continuación:

- **El Conjunto de Herramientas fue:**

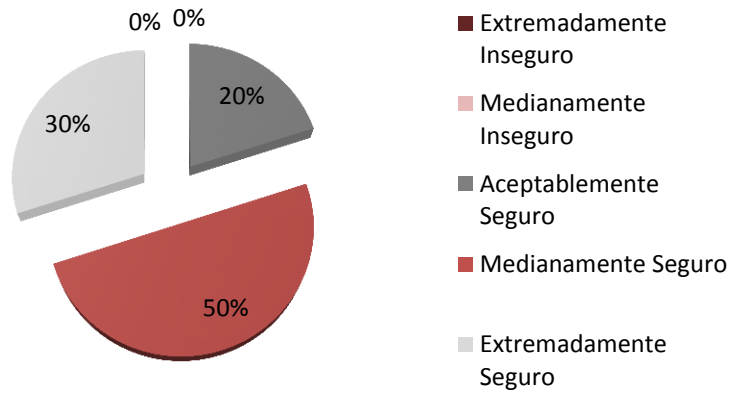
**Tabla 28. Tabulación evaluación de seguridad**

El Conjunto de Herramientas fue:	Participantes	Calificación
1 Extremadamente Inseguro		4,1
2 Medianamente Inseguro		
3 Aceptablemente Seguro	x x	
4 Medianamente Seguro	x x x x	
5 Extremadamente Seguro	x x x	

Fuente: Autores

**Figura 87. Resultados evaluación de seguridad**

**El Conjunto de Herramientas fue:**



Fuente: Autores

- **La toma de medidas verticales es:**

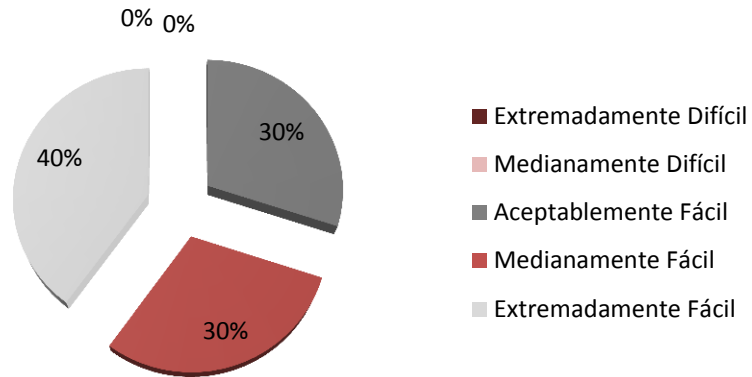
**Tabla 29. Tabulación evaluación de toma de medidas verticales**

La toma de medidas verticales es:	Participantes	Calificación
1 Extremadamente Difícil		4,1
2 Medianamente Difícil		
3 Aceptablemente Fácil	x x x	
4 Medianamente Fácil	x x x	
5 Extremadamente Fácil	x x x x	

Fuente: Autores

**Figura 88. Resultados evaluación de toma de medidas verticales**

**La Toma de Medidas Verticales es:**



Fuente: Autores

- **La toma de medidas horizontales es:**

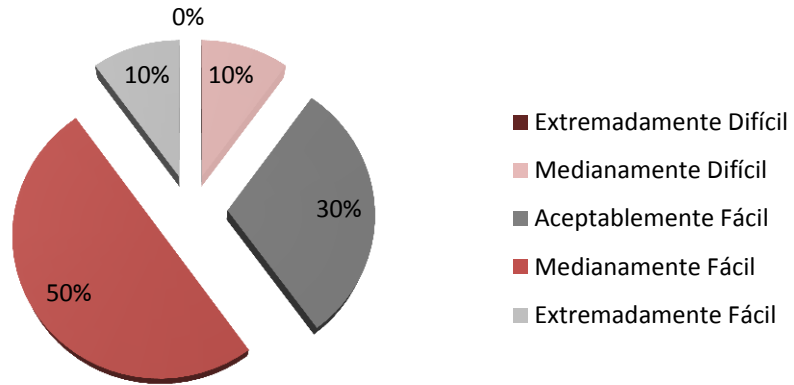
**Tabla 30. Tabulación evaluación de toma de medidas horizontales**

La toma de medidas horizontales es:	Participantes	Calificación
1 Extremadamente Difícil		3,6
2 Medianamente Difícil	x	
3 Aceptablemente Fácil	x x x	
4 Medianamente Fácil	x x x x x	
5 Extremadamente Fácil	x	

Fuente: Autores

Figura 89. Resultados evaluación de toma de medidas horizontales

**La Toma de Medidas Horizontales es:**



Fuente: Autores

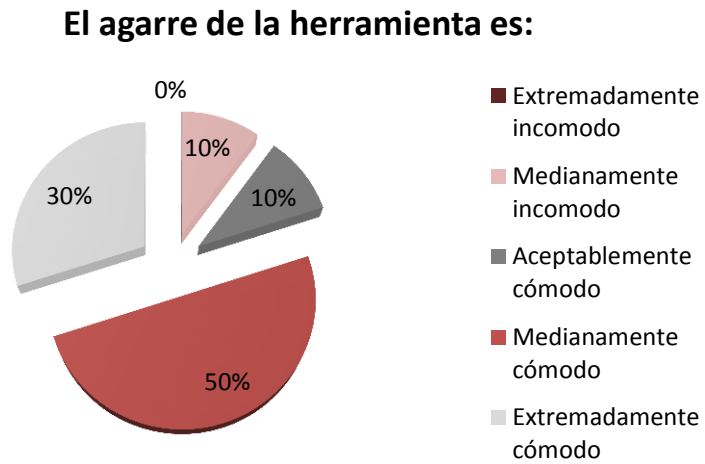
- **El agarre de la herramienta es:**

Tabla 31. Tabulación evaluación agarre de la herramienta

El agarre de la herramienta es:	Participantes	Calificación
1 Extremadamente incomodo		4
2 Medianamente incomodo	x	
3 Aceptablemente cómodo	x	
4 Medianamente cómodo	x x x	
5 Extremadamente cómodo	x x x	

Fuente: Autores

**Figura 90. Resultados evaluación agarre de la herramienta**



Fuente: Autores

### 7.1.2 Análisis fotográfico

Durante la prueba piloto se realizaron unas series de tomas fotográficas de alcances máximos y alcances mínimos en donde se observó los diferentes ángulos que se crean a partir de la mesa de trabajo y el tronco del operario.

**Figura 91. Posiciones del operario con el conjunto de herramientas**



Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la siguiente tabla se analizaron las posiciones obtenidas en la fotografías para evaluar los dichas posiciones.

**Tabla 32. Valores recomendados para la posición de los segmentos corporales**

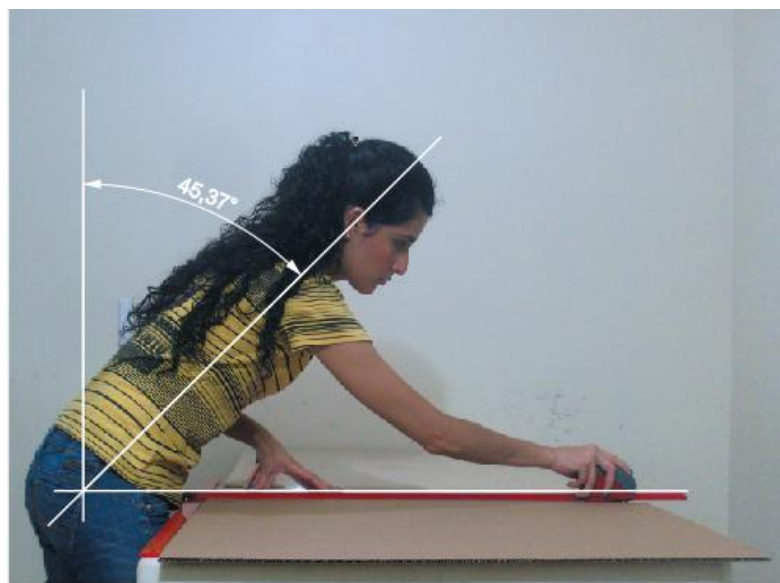
SEGMENTO	POSICIÓN	INTERVALO	VALORACIÓN
CABEZA	Flexión(adelante)	>20°	A limitar el tiempo de permanencia en esa posición.
	Giro	>15° y <45° >45°	A limitar el tiempo de permanencia. A eliminar.
	Inclinación lateral		A eliminar las inclinaciones acusadas
	Extensión (atrás)		A eliminar
TRONCO	Flexión(adelante)	>20° y <60° >60°	A reducir el ángulo. A eliminar
	Inclinación lateral	>15°	A reducir el ángulo.
	Giro	>15° y <45° >45°	A reducir el ángulo. A eliminar.
	Extensión (atrás)		A eliminar.
BRAZOS	Flexión (brazo levantado)	>30° y <60° >60° y <90° >90°	A limitar el tiempo de permanencia. A reducir el ángulo. A eliminar.
	Abducción (separado los brazos del tronco)	>30° y <60° >60° y <90° >90°	A limitar el tiempo de permanencia. A reducir el ángulo. A eliminar.
ANTEBRAZOS	Flexión (codo flexionado)	<60° o >100°	A limitar el tiempo de permanencia.

Fuente: LLANEZA, F. Javier. Ergonomía y psicología aplicada. p178

Se le pidió al participante que se ubicara en tres posiciones, en primer lugar la posición más extrema para determinar la posición de fatiga y el ángulo de inclinación del tronco en caso hipotético de que el operario quisiera utilizar el largo total de la regla. En la siguiente figura se muestra la posición de máxima flexión del tronco, ya que el operario se ve obligado a realizar un alcance máximo, dando como resultado un ángulo de 45,37 el cual se encuentra en el lumbral de ángulo a

reducir, según Llanea, si el operario maneja adecuadamente las herramientas diseñadas y no es una posición repetitiva durante mucho tiempo, puede realizar el proceso dentro de ese rango de inclinación, lo cual le permite disminuir el riesgo de sufrir lesiones lumbares.

**Figura 92. Posición extrema del tronco**



Fuente: Autores

De igual manera el participante se ubicó en una segunda posición extrema al realizar el empaque más grande de la empresa Diacor Ltda. (20x20x2 pulgadas) y como resultado se obtuvo que el tronco se flexionó  $22,66^\circ$  sin flexión en el cuello.

**Figura 93. Posición extrema del tronco para los empaques de Diacor Ltda.**



Fuente: Autores

Y en la última posición se encontró una flexión del tronco en un ángulo de  $12,52^\circ$  y el cuello en un ángulo de flexión de  $19,05^\circ$

**Figura 94. Posición mínima de flexión del tronco**



Fuente: Autores

Como resultado de las pruebas las posiciones de los segmentos corporales se encuentran en un rango adecuado, según los valores recomendados en el libro de ergonomía y psicología aplicada de Llana, la posición más extrema se encuentra en la figura 84 en un ángulo de 22,66° estando en el límite de la posición correcta.

### 7.1.3 Conclusiones de la prueba

El diseño de las herramientas de corte y trazado hace que las cuchillas se mantengan alejadas del operario durante el uso de estas. El carril de seguridad ubicado en la regla permite que las herramientas se mantengan en la posición correcta para su funcionamiento.

Figura 95. Tarea de corte



Fuente: Autores

La dimensión de la regla cubre el rango de medidas del empaque más grande manejado por la empresa Diacor Ltda., la distancia máxima de corte o trazado a la

que debe llegar el operario es de 24 pulgadas (60,96 cm) sin embargo, la regla permite realizar trazos y cortes más extensos.

El tamaño de la regla principal (permite los cortes y trazados verticales) está dado por las dimensiones de la mesa en donde se ubicara, mas no por el alcance máximo del operario. Las prensas móviles le permiten a la regla adecuarse a los diferentes tamaños de las mesas.

La toma de medidas, los cortes y trazados son más fáciles de realizar en sentido vertical que en sentido horizontal, debido a que los cortes y ranurados horizontales son más largos y deben realizarse con la regla auxiliar.

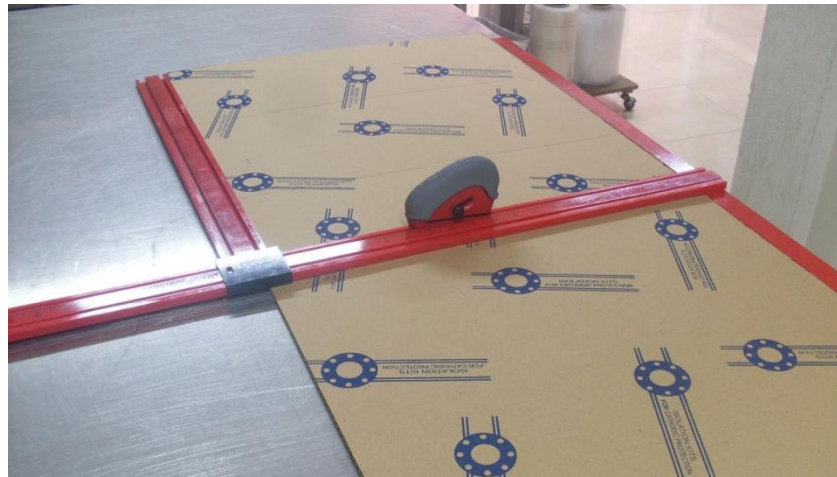
Las cajas de dimensiones entre 7 y 12 pulgadas se pueden realizar solo con la regla principal (vertical), ya que el desarrollo de la caja no supera el alcance máximo del operario.

La precisión con el conjunto de herramientas se aumentó al tener:

1. Guía de medición paralela al borde de la mesa
2. Regla principal perpendicular a la guía de medición.
3. Regla auxiliar perpendicular a la regla principal

La guía de medición y la regla principal se encuentra fijas a la mesa y permiten obtener siempre cortes y trazados paralelos en sentido vertical, al igual que se tiene una regla auxiliar perpendicular a la regla principal, que permite los cortes y trazados horizontales.

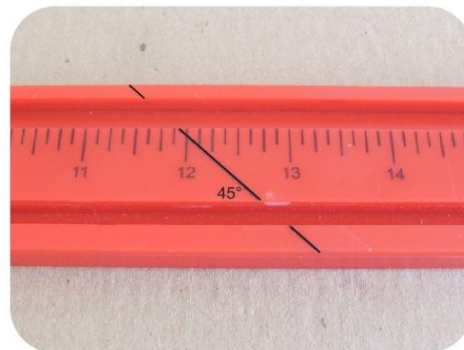
**Figura 96. Perpendicularidad entre reglas y guía de medición**



Fuente: Autores

Para los cortes a 45° de las pestañas en la regla principal y en la regla auxiliar se diseñó una señalización para ubicar el cartón.

**Figura 97. Guía a 45° para cortes**



Fuente: Autores

En la figura 95 se muestra la comparación del corte de pestañas con las herramientas utilizadas por Diacor Ltda. y con el conjunto de herramientas Traco,

se evidencia el resultado en el armado del empaque, debido a que este cierra sin hacer presión entre sus caras, lo cual no permite la apertura por si sola de la caja.

**Figura 98. Acabados corte de pestañas**



Fuente: Autores

Con la implementación del conjunto de herramientas Traco se realiza un solo corte a 45° para las pestañas, eliminando así la tarea de uno de los cortes que es como se realiza en el proceso anterior de la empresa.

El conjunto de herramientas Traco también le permite al operario hacer las correcciones de los empaques estándar que una empresa externa fabrica para ellos pero que no cumplen con los acabados y los corte necesarios para sus empaques sus productos.

#### 7.1.4 Prueba de toma de tiempos

Para la comprobación de la reducción de tiempos en la elaboración de los empaques de cartón, se realizó una prueba tomando el tiempo al realizar una caja con las herramientas usadas en la empresa Diacor Ltda. Las cuales son regla metálica, bisturí y lápiz; una segunda prueba tomando el tiempo al realizar la misma caja pero con el conjunto de herramientas propuesto.

Las dimensiones de los empaques utilizados en la prueba fueron de 7 x 7 x 1 pulgadas. Los tiempos obtenidos por la prueba favorecieron al conjunto de herramientas reduciendo los tiempos de la siguiente manera:

**Tabla 33. Comparación de tiempos**

No. De prueba	Dimensiones	Tiempo herramientas usadas en Diacor Ltda. (min)	Tiempo herramientas Traco (min)	Reducción de tiempo %
1	7 x 7 x 1 pulg	6,43	5,14	20,06
2			6,10	5,13
3			5,45	15,24
4			5,55	13,69
5			6,34	1,40
6			5,34	16,95
7			5,22	18,82
8			6,15	4,35
9			5,46	15,09
10			6,01	6,53
	Promedio			11,73

Fuente: Autores

Para el participante más experimentado se tomó una segunda prueba elaborando un empaque de 15 x 15 x 2 pulgadas.

**Tabla 34. Tiempo participante más experimentado**

<b>Dimensiones</b>	<b>Tiempo herramientas usadas en Diacor Ltda.</b>	<b>Tiempo conjunto de herramientas para la elaboración de empaques en cartón</b>	<b>Reducción de tiempos</b>
7 x 7 x 1 Pulg	6,43 min	5,14 min	20,06 %
15 x 15 x 2 Pulg	8,27 min	6,21 min	24,90 %
		Promedio	22,48%

Fuente: Autores

Según las pruebas realizada, para la reducción de tiempos se debe tener en cuenta la experiencia en el manejo del conjunto de herramientas por parte del operario. El nivel de experiencia afecta los tiempos al realizar una operación ya que el mejor manejo de las herramientas está determinado por el nivel de práctica y la destreza de cada participante, esto puede observar en la tabla 34.

Otro punto importante que permitió la reducción de tiempos es la eliminación de una de las tareas que realiza actualmente la empresa, la cual consiste en la diagramación con lápiz de las dimensiones de la caja sobre el cartón antes de realizar los cortes y los trazos. Por lo contrario con el conjunto de herramientas Traco el operario realiza directamente el corte y trazado sobre el cartón sin la necesidad de realizar la diagramación con lápiz.

La repetición del paso del bisturí por la misma línea para poder realizar los cortes sobre el cartón, es otra de las tareas que demora la elaboración de los empaques en el proceso usado actualmente en la empresa Diacor Ltda.

El conjunto de herramientas Traco permite el desplazamiento de la lámina de cartón eliminando la necesidad de desplazamiento del operario.

## CONCLUSIONES

- La elaboración de los modelos funcionales, permiten a la empresa Diacor Ltda. tener la posibilidad de optimizar su proceso de manufactura en la producción de empaques, reduciendo tiempos, brindándole seguridad y confiabilidad a su operario con la posibilidad de desarrollar un prototipo del conjunto de herramientas.
- Mediante el proyecto se desarrolló un conjunto de herramientas, diseñadas específicamente para la toma de medidas, trazado y corte de cartón, para darle al usuario, un puesto de trabajo con condiciones óptimas para la los potenciales operarios, teniendo en cuenta los valores recomendados por Llanea para la posición de los segmentos corporales. El diseño de las herramientas fue igualmente importante para evitar accidentes en el proceso de manipulación de las mismas.
- Los nuevos resultados obtenidos con la intervención del diseño del conjunto de herramientas Traco, aumentaron la eficiencia mediante la eliminación de tareas como el diagramado sobre el cartón antes del corte y trazado del mismo; cortes innecesarios y reducción en el desplazamiento del operario alrededor de la mesa, evidenciado en una reducción de tiempo de 22,48% para un operario experimentado.
- La integración de las herramientas del conjunto complementan las principales operaciones del usuario al realizar los empaques, brindándole una ventaja en la precisión de toma de medidas paralelas y perpendiculares y mejorando los acabados de los empaques, la presentación de los productos y por lo tanto de la empresa Diacor Ltda.

- Al final este proyecto se pudo apreciar que el conjunto de herramientas para la elaboración de empaques no solo puede solucionar las necesidades de la empresa Diacor Ltda, sino que de igual forma puede prestar beneficios a otro tipo de empresas o personas particulares que necesiten de la ayuda para la elaboración de empaques básicos en cartón ondulado.

## BIBLIOGRAFÍA

ASIMAG S.L. Manual de elaboración del cartón ondulado. España : Artes Gráficas Roos, s.f. 158p.

BONSIEPE, Gui., Teoría y Práctica del Diseño Industrial. Barcelona : Gustavo Gili, 1978, 250p. ISBN: 8425206979

ECSA, empaques de Colón S.A. Principios básicos del empaque corrugado. [en línea]. Disponible en <[http://www.ecsabox.com/principios\\_del\\_carton.pdf](http://www.ecsabox.com/principios_del_carton.pdf)>. Consultado 13 febrero 2012

ESPINEL, Francisco y MARADEI, María. Datos Antropométricos para el Diseño. Colombia: Universidad Industrial De Santander, 2009. 111p. ISBN: 978-958-8504-24-7

FLEXILATINA INGENIERIA Y REPRESENTACIONES. Empaques en lámina (empaques suaves) [en línea]. Disponible en <[www.flexilatina.com/index.html](http://www.flexilatina.com/index.html)> Consultado 15 de febrero 2012.

GALINDEZ, Iñaki. Diseño de Herramientas de mano. En: Herramientas: la prolongación de la mano en el trabajo [en línea]. Disponible

en<[www.ergokprevencion.org/Organizador/Doc/Herramientas%20K%20V01.pdf](http://www.ergokprevencion.org/Organizador/Doc/Herramientas%20K%20V01.pdf)>. Consultado 25 enero 2012.

GUEVARA, Eduardo Serafín. Fundamentos de configuración en diseño industrial. Colombia: El autor, 2004. 172p. ISBN: 978-958-33-5828-9

J.G.C. JUNTAS PARA LA AUTOMOCIÓN E INDUSTRIALES. Juntas de PTFE y PTEF Expandido [en línea]. Disponible en <<http://www.juntasgandul.es/juntas-ptfe.htm>> Consultado 15 de febrero 2012.

LAGUADO VILLAMIZAR, Luis Alberto; QUINTERO BAYONA, Alan Steybyd. Equipo para la extracción y recolección del látex en la obtención del caucho natural. Bucaramanga, 2000, 169 h. Trabajo de grado (Diseñadores Industriales). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Diseño Industrial.

LLANEZA, F. Javier. Ergonomía y psicología aplicada. Manual para la formación del especialista. 12 ed. España :Lex Nova, 2009, 553p ISBN 978-84-9898-043-1.

METROTEC S.A. Cartón Ondulado: Descripciones generales y métodos de ensayo. [en línea]. Disponible en <[http://www.metrotec.es/metrotec/WWW\\_DOC/CARTON\\_ONDULADO\\_Presentacion-1-CAT-E-R1\\_2009.pdf](http://www.metrotec.es/metrotec/WWW_DOC/CARTON_ONDULADO_Presentacion-1-CAT-E-R1_2009.pdf)> Consultado 13 febrero 2012.

MUNARI, Bruno. ¿Cómo nacen los objetos?. Barcelona :Gustavo Gili, 2004. 383p.

R. PORTUGAL P. Desgaste de las herramientas de corte. [en línea]. Disponible en <<http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos/Desgaste%20y%20Vida%20de%20las%20Herramientas.pdf>>. Consultado 13 febrero 2012.

RODRIGUEZ, Gerardo. Manual de Diseño Industrial. 3 ed. México : Gustavo Gili, 1996. 165p. ISBN 968-887-027-7

ULRICH, Karl y EPPINGER, Steven. Diseño y Desarrollo de productos. 4 ed. México: Mc Graw Hill, 2009. 406p. ISBN – 13: 978-970-10-6936-3.

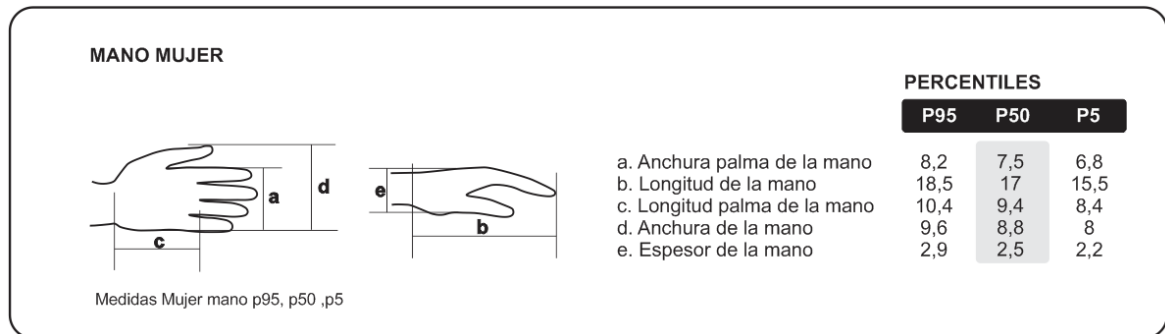
UNIVERSIDAD DE LONDRES. Diseño de envases y embalajes. [en línea]. Disponible en <[http://www.astraph.com/udl/biblioteca/disenos\\_envases\\_embalajes.pdf](http://www.astraph.com/udl/biblioteca/disenos_envases_embalajes.pdf)>. Consultado 27 octubre 2011.

## **ANEXOS**

## ANEXO A. TABLAS ANTROPOMÉTRICAS

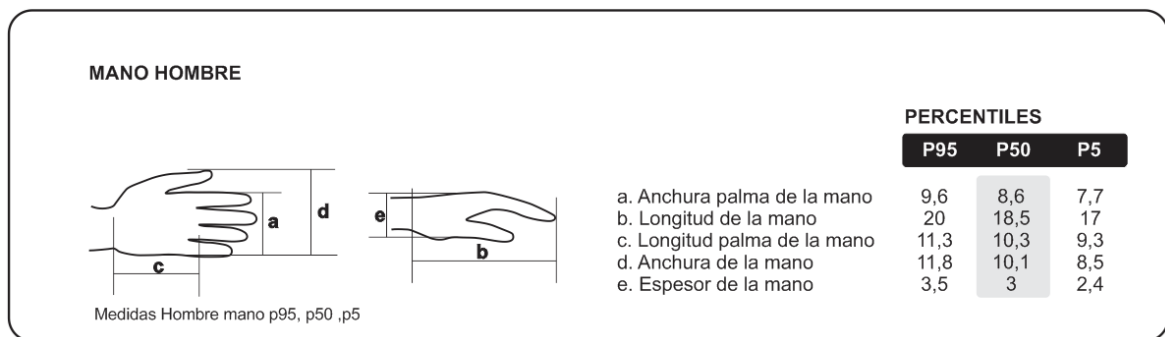
Percentiles de la mano para hombre y mujer en la región Nororiental Colombiana.

Figura 99. Percentiles mano mujer



Fuente: ESPINEL, Francisco y MARADEI, María. Datos Antropométricos para el Diseño. p55

Figura 100. Percentiles mano Hombre



Fuente: ESPINEL, Francisco y MARADEI, María. Datos Antropométricos para el Diseño. p56

## ANEXO B. ENCUESTA PARA EVALUAR LOS MODELOS FUNCIONALES



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Somos estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander y nos encontramos diseñando un **CONJUNTO DE HERRAMIENTAS** que permita la toma de medidas, corte y ranurado de cartón ondulado.

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

Seleccione con una x

1. El uso del conjunto de herramientas es:

Extremadamente inseguro	
Medianamente inseguro	
Aceptablemente seguro	
Moderadamente seguro	
Extremadamente seguro	

2. La toma de medidas horizontales es:

Extremadamente difícil	
Medianamente difícil	
Aceptablemente fácil	
Moderadamente fácil	
Extremadamente fácil	

3. La toma de medidas verticales es:

Extremadamente difícil	
Medianamente difícil	
Aceptablemente fácil	
Moderadamente fácil	
Extremadamente fácil	

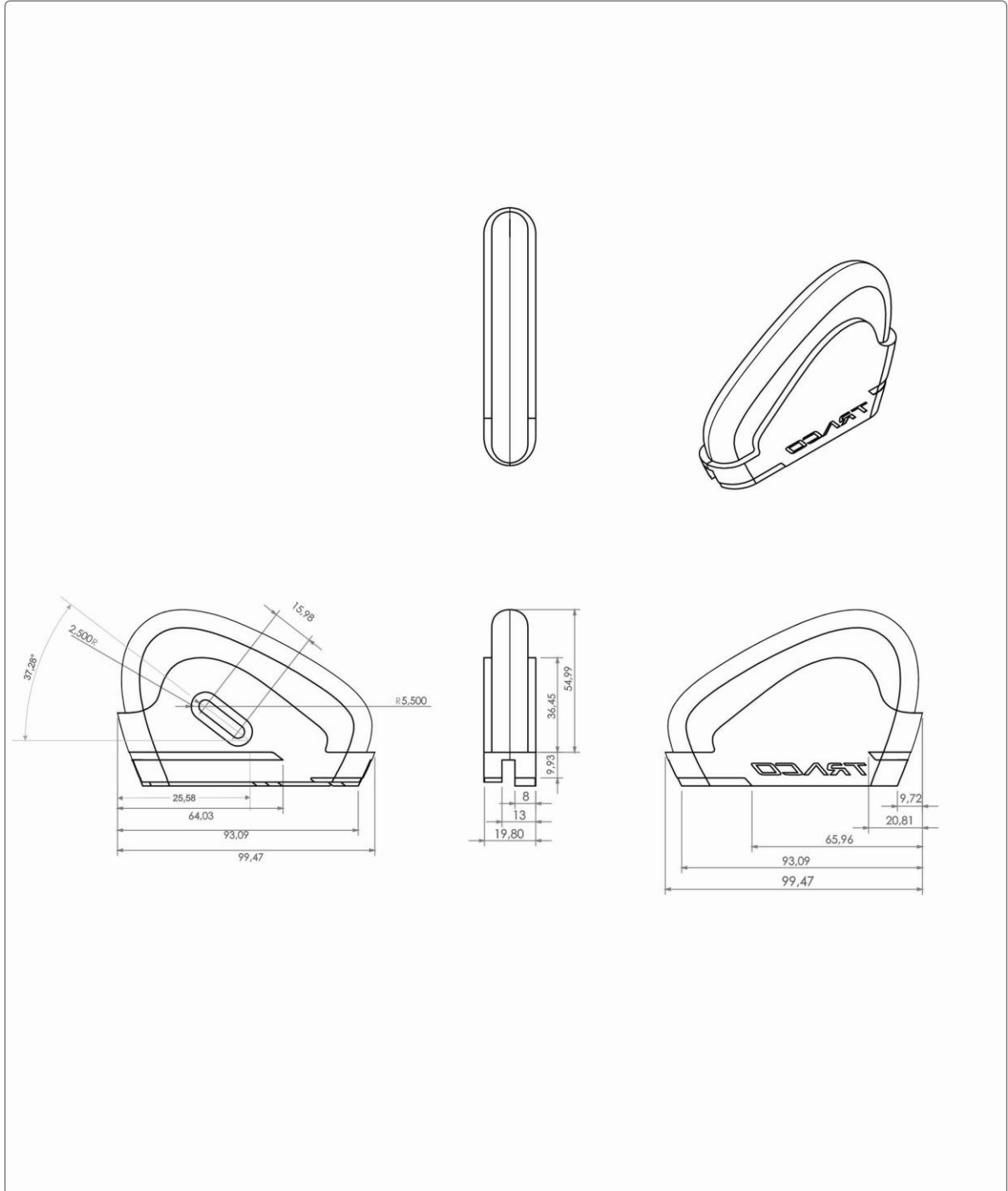
4. El agarre de la herramienta es:

Extremadamente incomodo	
Medianamente incomodo	
Aceptablemente cómodo	
Moderadamente cómodo	
Extremadamente cómodo	

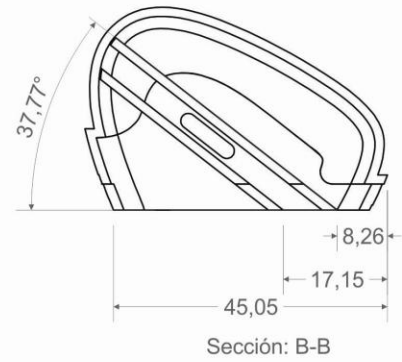
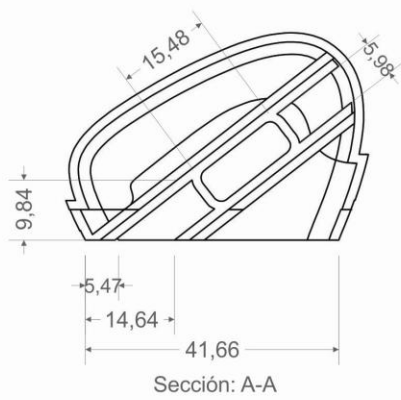
**Observaciones** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Gracias por su colaboración**

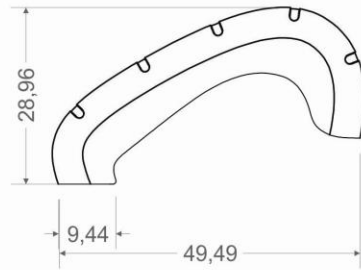
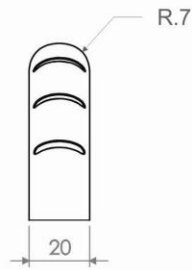
## ANEXO C. PLANOS TÉCNICOS



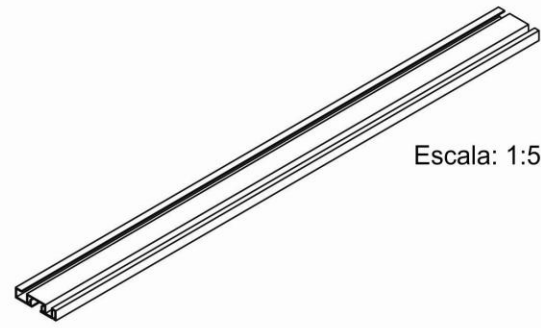
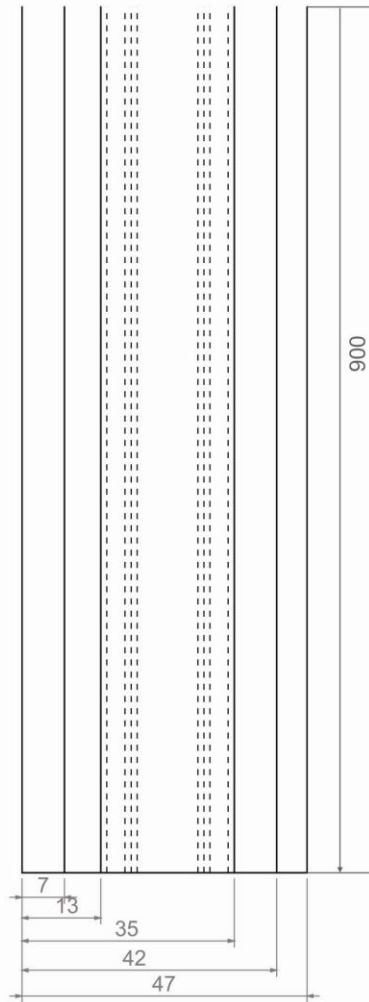
	Tipo de Documento: Planos	Dibujado: Silvia Margarita Camacho Bermúdez Sergio Andrés Guerrero Vega	A4
	Descripción: Carcasa		Unidades: mm
	Herramientas para cartón	Software: Solidworks	Escala 2:1
	Proyecto de Grado	Req:	Fecha: 31/01/13



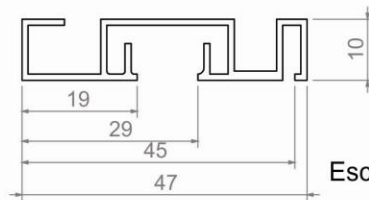
	Tipo de Documento: Planos	Dibujado: Silvia Margarita Camacho Bermúdez Sergio Andrés Guerrero Vega	A4
	Descripción: Corte de Carcasa		Unidades: mm
	Herramienta: Corte y trazado	Software: Solidworks	Escala 1:2
	Proyecto de Grado	Req:	Fecha: 31/01/13



	Tipo de Documento: Planos	Dibujado: Silvia Margarita Camacho Bermúdez Sergio Andrés Guerrero Vega	A4
	Descripción: Carcasa		Unidades: mm
	Herramienta: Corte y trazado	Software: Solidworks	Escala 2:1
	Proyecto de Grado	Req:	Fecha: 31/01/13

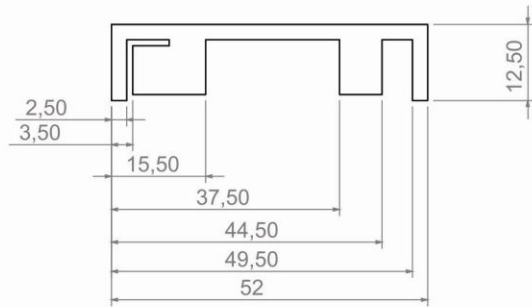
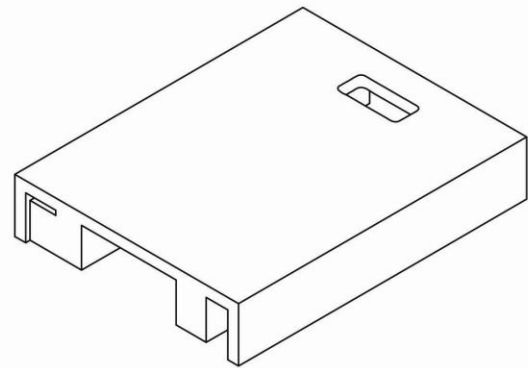
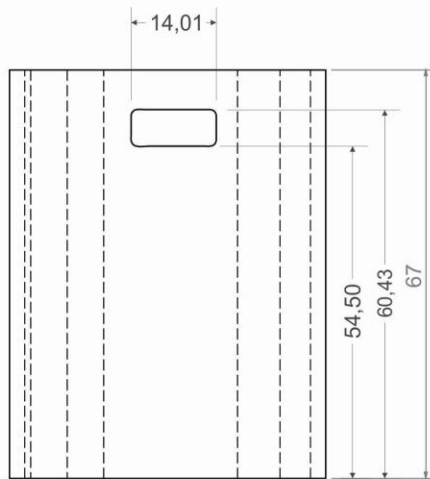


Escala: 1:5

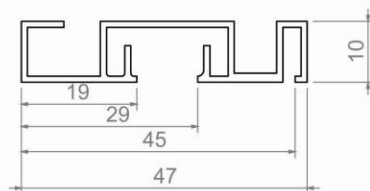
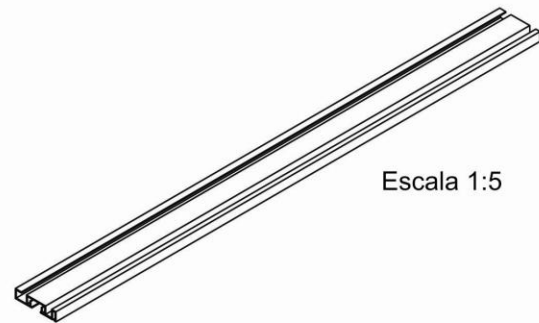
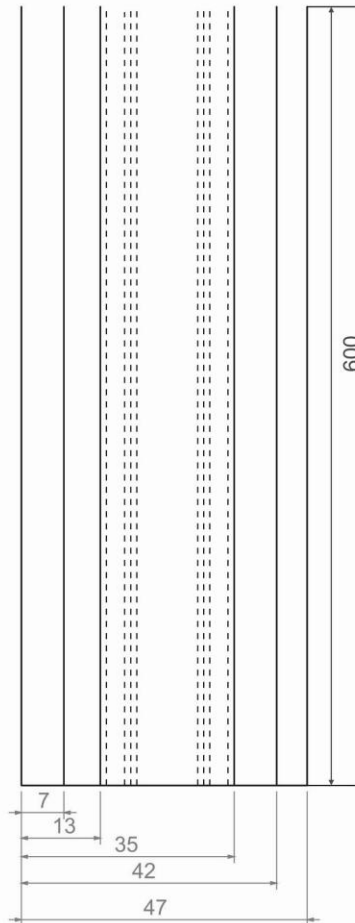


Escala: 1:1

	Tipo de Documento: Planos	Dibujado: Silvia Margarita Camacho Bermúdez Sergio Andrés Guerrero Vega	A4
	Descripción: Regla Principal		Unidades: mm
	Herramienta: Guía	Software: Solidworks	Escala:
	Proyecto de Grado	Req:	Fecha: 31/01/13

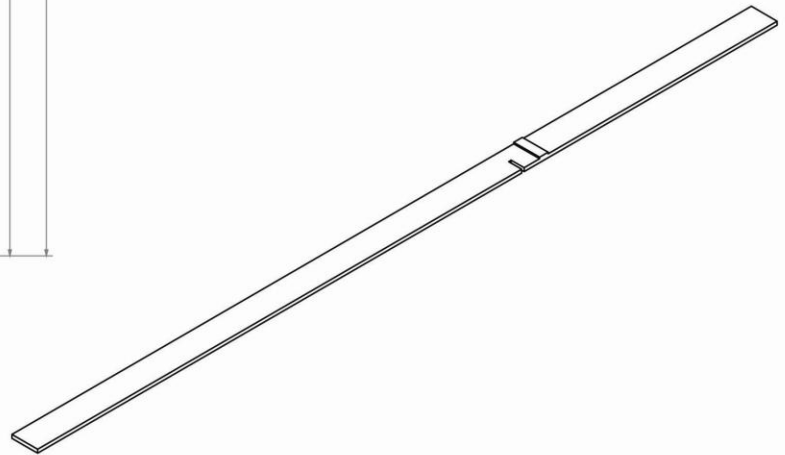
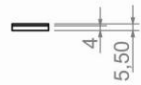
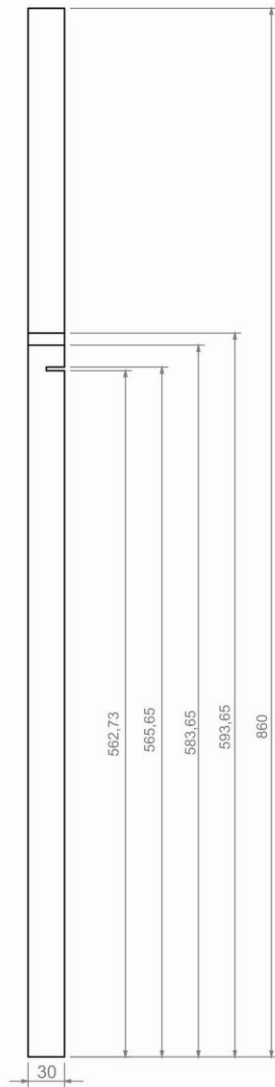


	Tipo de Documento: Planos	Dibujado: Silvia Margarita Camacho Bermúdez Sergio Andrés Guerrero Vega	A4
	Descripción: Cabezal Movil		Unidades: mm
	Herramienta: Guía	Software: Solidworks	Escala 1:1
	Proyecto de Grado	Req:	Fecha: 31/01/13



Escala 1:1

	Tipo de Documento: Planos	Dibujado: Silvia Margarita Camacho Bermúdez Sergio Andrés Guerrero Vega	A4
	Descripción: Regla Auxiliar		Unidades: mm
	Herramienta: Guía	Software: Solidworks	Escala
	Proyecto de Grado	Req:	Fecha: 31/01/13



	Tipo de Documento: Planos	Dibujado: Silvia Margarita Camacho Bermúdez Sergio Andrés Guerrero Vega	A4
	Descripción: Guía Medición		Unidades: mm
	Herramienta: Guía	Software: Solidworks	Escala 1:5
	Proyecto de Grado	Req:	Fecha: 31/01/13

