

Estantes transformables a partir de productos mobiliarios en etapa de disposición final en el campus universitario UIS sede Bucaramanga.

Magnolia Salazar Estevez

Trabajo de grado para optar por el título de:

Diseñador industrial

Director:

German Enrique Vargas Linares

MSc. Desarrollo Sostenible y Medio Ambiental

Codirector:

John Faber Archila Díaz

PhD. Ingeniería Mecánica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Diseño Industrial

2021

### **Agradecimientos**

*Doy gracias a Dios por permitirme lograr una meta más en mi vida, a mi padre por su constante esfuerzo y consejos para ser mejor cada día, a Pipe por su amor y apoyo incondicional siempre, y a cada una de las personas que me brindaron su ayuda y ánimo en el camino.*

*A mis profesores les agradezco la confianza y consejos brindados durante el proceso.*

*Gracias de corazón.*

**Tabla de contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	15
1. Objetivos .....	17
1.1. Objetivo general .....	17
1.2. Objetivos específicos.....	17
1.3. Justificación.....	17
1.4. Pregunta de diseño .....	19
1.5. Alcances .....	19
2. Marco teórico .....	20
2.1. Marco de referencia conceptual .....	20
2.1.1. Estante .....	20
2.1.2. Mobiliario transformable.....	20
2.1.3. Ciclo de vida.....	23
2.1.4. Impacto ambiental .....	24
2.2. Marco legal y normativo .....	28
2.3. Antecedentes generales .....	28
2.4. Antecedentes de la situación de estudio.....	31
2.4.1. Antecedentes de Inventarios UIS .....	31
2.4.2. Antecedentes de Talleres EDI.....	38

3.	Metodología .....	42
3.1.	Empatizar .....	43
3.1.1.	Mapa de empatía estudiantes EDI.....	43
3.1.2.	Identificación de necesidades.....	44
3.1.3.	Definición del usuario.....	45
3.2.	Definir .....	47
3.2.1.	Definición de requerimientos.....	47
3.2.2.	Brainstorming.....	48
3.2.3.	Diseño de concepto .....	52
3.3.	Idear.....	54
3.3.1.	Generación de alternativas .....	54
3.3.2.	Selección de alternativa.....	57
3.3.3.	Evolución alternativas seleccionadas.....	58
3.3.4.	Propuesta final.....	61
3.4.	Prototipar.....	66
3.4.1.	Diseño de detalle .....	66
3.4.2.	Simulaciones CAD.....	71
3.4.3.	Modelo formal.....	73
3.5.	Testear .....	75
3.5.1.	Verificaciones.....	75

3.5.1.1.	Protocolo.....	75
3.5.1.2.	Resultados y análisis.....	76
3.5.1.3.	Conclusiones.....	80
3.5.2.	Validaciones.....	80
3.5.2.1.	Protocolo.....	80
3.5.2.2.	Preparación.....	83
3.5.2.3.	Resultados.....	83
3.5.2.4.	Análisis.....	85
3.5.2.5.	Conclusiones.....	88
4.	Proceso de producción.....	88
5.	Comparación de Costos.....	91
6.	Análisis ambiental.....	93
7.	Conclusiones.....	96
	Referencias bibliográficas.....	98
	Apéndices.....	103

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Cantidad de mobiliario en la bodega de inventarios UIS en el 2016.....	18
<b>Tabla 2</b> Búsqueda de lo existente.....	28
<b>Tabla 3</b> Muebles y enseres dado de baja entre enero y septiembre del 2019. ....	37
<b>Tabla 4</b> Percentiles para población mixta entre 19 y 24 años en Colombia. ....	46
<b>Tabla 5</b> Requerimientos de diseño.....	47
<b>Tabla 6</b> Evaluación de ideas.....	49
<b>Tabla 7</b> Evaluación propuestas .....	51
<b>Tabla 8</b> Evaluación de alternativas .....	57
<b>Tabla 9</b> Selección de alternativa final .....	61
<b>Tabla 10</b> Componentes del estante.....	66
<b>Tabla 11</b> Criterios prueba de verificación.....	75
<b>Tabla 12</b> Dimensiones de estante transformable y casillero .....	78
<b>Tabla 13</b> Criterios prueba de validación .....	81
<b>Tabla 14</b> Resultados de prueba de validación .....	84
<b>Tabla 15</b> Maquinaria y tiempos de producción.....	90
<b>Tabla 16</b> Costos de fabricación de estante transformable con material reutilizado.....	91
<b>Tabla 17</b> Costos de fabricación de estante transformable con material virgen.....	92

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Estado de activos fijos año 2016, Sistema financiero UIS.....	18
<b>Figura 2</b> Mobiliario transformable.....	20
<b>Figura 3</b> MIEGAMASIS 2.0.....	21
<b>Figura 4</b> Mobiliario multifuncional para niños.....	22
<b>Figura 5</b> Ciclo de vida del producto teniendo en cuenta entradas y salidas. ....	24
<b>Figura 6</b> Elementos acumulados en la bodega Casa de pensionados UIS. ....	33
<b>Figura 7</b> Ruta de un elemento dado de baja.....	34
<b>Figura 8</b> Retiro de elementos de la bodega de la casa pensional, empresa EDEPSA E.S.P.....	35
<b>Figura 9</b> Elementos seleccionados para destrucción.....	36
<b>Figura 10</b> Razones de baja del mobiliario entre enero y septiembre 2019. ....	37
<b>Figura 11</b> Talleres de la Escuela de Diseño Industrial UIS .....	38
<b>Figura 12</b> Salón de manufactura sustractiva .....	39
<b>Figura 13</b> Salón de maderas.....	39
<b>Figura 14</b> Salón de metales.....	40
<b>Figura 15</b> Salón de cerámicos y polímeros.....	41
<b>Figura 16</b> Mapa de empatía .....	43
<b>Figura 17</b> Estudiante EDI UIS .....	45
<b>Figura 18</b> Exploración de ideas .....	49
<b>Figura 19</b> Propuesta 1 .....	50
<b>Figura 20</b> Propuesta 2 .....	50

<b>Figura 21</b> Propuesta 3 .....	51
<b>Figura 22</b> Primer concepto.....	52
<b>Figura 23</b> Segundo concepto.....	53
<b>Figura 24</b> Tercer concepto .....	54
<b>Figura 25</b> Alternativa 1 .....	55
<b>Figura 26</b> Alternativa 2 .....	55
<b>Figura 27</b> Alternativa 3 .....	56
<b>Figura 28</b> Alternativa 4 .....	58
<b>Figura 29</b> Alternativa 5 .....	59
<b>Figura 30</b> Análisis de sustentabilidad .....	60
<b>Figura 31</b> Propuesta final.....	62
<b>Figura 32</b> Comparación de alternativa preliminar vs final .....	63
<b>Figura 33</b> Diagrama de uso.....	63
<b>Figura 34</b> Marca del producto.....	64
<b>Figura 35</b> Partes del estante .....	66
<b>Figura 36</b> Dimensiones de las piezas .....	69
<b>Figura 37</b> Dimensiones estante desplegado y plegado .....	70
<b>Figura 38</b> Propiedades de la pieza y del material .....	71
<b>Figura 39</b> Análisis estático del soporte .....	72
<b>Figura 40</b> Propiedades de los materiales de las piezas del ensamble .....	72
<b>Figura 41</b> Análisis estático del ensamblaje.....	73
<b>Figura 42</b> Modelo formal.....	74
<b>Figura 43</b> Proceso de construcción de modelo formal.....	74

<b>Figura 44</b> Relación usuario- producto (escala 1:1).....	77
<b>Figura 45</b> Versatilidad del producto .....	78
<b>Figura 46</b> Ejemplo de aprovechamiento de material reutilizado .....	79
<b>Figura 47</b> Número de piezas obtenidas en un metro cuadrado .....	79
<b>Figura 48</b> Formato de preguntas encuesta .....	82
<b>Figura 49</b> Resultados de encuesta de percepción a estudiantes .....	84
<b>Figura 50</b> Participantes de la prueba de validación .....	85
<b>Figura 51</b> Diagrama de dispersión de tiempos de limpieza .....	86
<b>Figura 52</b> Diagrama de dispersión de tiempos de uso .....	86
<b>Figura 53</b> Resultados de satisfacción.....	87
<b>Figura 54</b> Diagrama detallado de flujos de procesos de producción del estante transformable ..	89
<b>Figura 55</b> Análisis ambiental del estante con material reutilizado respecto a material virgen....	94

**Lista de apéndices**

	<b>Pág.</b>
<b>Apéndice A.</b> Ubicación de estantes para el salón de cerámicos .....	103
<b>Apéndice B.</b> Planos técnicos de eCubic – Estante transformable .....	104

## Glosario

**Aprovechamiento en el marco de la gestión integral de residuos sólidos:** Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos.

**Disposición final:** es el proceso de aislar y almacenar transitoriamente los residuos sólidos con el fin de determinar su aprovechamiento o tratamiento.

**Residuo aprovechable:** es cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

**Residuo o desecho sólido:** es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas.

**Reutilización:** es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación.

**Tablero aglomerado:** compuesto formado por partículas o virutas de madera a las que se le añaden colas y resinas termoendurecibles. A este aglomerado se le aplica calor y presión hasta obtener el tablero. El resultado puede variar en función de las maderas utilizadas, los adhesivos y otros aditivos, la presión aplicada, etc.

**Tratamiento:** es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización, aprovechamiento o ambos para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

## Resumen

**Título:** Estantes transformables a partir de productos mobiliarios en etapa de disposición final en el campus universitario UIS sede Bucaramanga.<sup>1</sup>

**Autor:** Magnolia Salazar Estevez<sup>2</sup>

**Palabras claves:** Ciclo de vida, impacto ambiental, mobiliario transformable, estante transformable, design thinking.

**Descripción:** El presente proyecto tuvo como propósito desarrollar un estante transformable que permitiera la ubicación de los elementos personales de los estudiantes de Diseño Industrial cuando hacen uso de los talleres EDI y, a su vez, reutilizar material de mobiliario que ha sido dado de baja por desuso, regular estado o mal estado, dentro la Universidad Industrial de Santander. Para ello, se realizó un estudio de la sección de inventarios con el fin de conocer la cantidad de muebles y enseres disponibles para el desarrollo del proyecto. En el diseño del estante, se empleó una metodología basada en Design Thinking para conocer las necesidades del usuario, realizar un proceso de ideación, evaluación y selección de la propuesta final, llamada eCubic, la cual consiste en un sistema plegable, modular, versátil, que optimiza el espacio al reducir su volumen y es amigable con el medio ambiente. Posteriormente, se ejecutaron pruebas de verificación y validación con ayuda de un modelado 3D y un modelo formal que comprobaron el cumplimiento de los requerimientos del producto y la interacción con el usuario. Así mismo, se presentó el proceso de producción, el cual puede variar dependiendo del tipo de mobiliario disponible en las bodegas de inventarios; una comparación de costos de fabricación del estante con material reutilizado frente a uno con material virgen, y, por último, se analizó el impacto ambiental de la propuesta respecto al del material nuevo.

---

<sup>1</sup> Trabajo de grado

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: German Enrique Vargas. Codirector: John Faber Archila.

### Abstract

**Title:** Transformable shelves from furniture products in the final disposal stage at the UIS university campus in Bucaramanga.<sup>1</sup>

**Author:** Magnolia Salazar Estevez<sup>2</sup>

**Key words:** Life cycle, environmental impact, transformable furniture, transformable shelf, design thinking.

**Description:** The purpose of this project was to develop a transformable shelf that would allow the location of the personal elements of Industrial Design students when they use EDI's workshops and, at the same time, reuse furniture material that has been discarded due to disuse, regular condition or poor condition, within the Industrial University of Santander. To do this, a study of the inventory section was carried out in order to know the amount of furniture and chattels available for the development of the project. In the design of the shelf, a methodology based on Design Thinking was used to meet the needs of the user, carry out a process of ideation, evaluation and selection of the final proposal, called eCubic, which consists of a folding, modular, versatile system that optimizes space by reducing its volume and is friendly with the environment. Subsequently, verification and validation tests were executed with the help of 3D modeling and a formal model that verified compliance with the product requirements and interaction with the user. Likewise, the production process was presented, which may vary depending on the type of furniture available in the inventory warehouses; a comparison of the manufacturing costs of the shelf with reused material versus one with virgin material, and, finally, the environmental impact of the proposal in relation to the one with new material was analyzed.

---

<sup>1</sup> Degree thesis

<sup>2</sup> School of Physical and Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Director: German Enrique Vargas. Co-director: John Faber Archila.

## Introducción

Hoy en día, la Universidad Industrial de Santander es una de las instituciones de educación superior públicas más importantes de Colombia con 34 programas académicos en la sede Bucaramanga. Por lo tanto, la universidad cuenta con distintas secciones para administrar y suplir las necesidades que se presentan dentro de la misma. Una de ellas es la sección de inventarios, la cual está encargada de la administración de cada uno de los bienes que se encuentren activos e inactivos.

Debido al crecimiento a nivel de infraestructura en su sede principal, la universidad ha adquirido nuevos bienes en vista a mejorar la calidad de vida de sus estudiantes y trabajadores, lo cual, a su vez significa que el mobiliario que se encontraba anteriormente sea llevado a las bodegas de inventarios por desuso, regular estado o mal estado. Para el 2016, un estudio previo pudo encontrar que existían aproximadamente 4379 elementos de tipo mobiliario en disposición final en la sección de inventarios en la UIS sede central (Duarte, 2017). También, por medio del desarrollo de la investigación se pudo conocer que para el periodo enero- febrero del 2019, se encontraban 822 elementos entre muebles y enseres, además, de identificar una constate rotación.

Lo anterior, conlleva a un acumulamiento de mobiliario y enseres que genera un impacto ambiental, ya que puede convertirse en espacios para la proliferación de plagas y ser un riesgo biológico para los trabajadores; otro aspecto de contaminación son los gases liberados al ambiente producto de su descomposición, además de la generada por el proceso de combustión durante el transporte hasta los rellenos sanitarios o puntos de tratamiento. Por ello, se propone el diseño de un estante transformable para los talleres de la escuela de diseño industrial (EDI) a partir de la

reutilización y aprovechamiento de los materiales del mobiliario, con el fin de alargar el tiempo de vida útil de los mismos, y a su vez, contribuir al medio ambiente y a la universidad.

Por consiguiente, el proceso se desarrolla basándose en la metodología de Design Thinking. Primero, se conocen las necesidades del usuario (estudiante EDI) y se realiza una definición de requerimientos. Segundo, se lleva a cabo, un proceso de ideación, evaluación por medio de ciertos criterios y evolución de las alternativas para seleccionar la propuesta final. Tercero, se hace una definición a detalle de la propuesta respecto a componentes, dimensiones y un análisis estático. Por último, se elabora un modelo formal para ejecutar las pruebas de verificación y validación del producto.

Una vez concluida la etapa de comprobación, se presenta el proceso de producción tomando como referencia uno de los mobiliarios encontrados en la bodega de inventarios, una comparativa de costos de fabricación entre un estante elaborado con material reutilizado y uno con material virgen.

Por último, se muestran los resultados del análisis ambiental realizado para el estante transformable con material reutilizado y material virgen. Demostrando que, el implementar parámetros ambientales para el desarrollo de un producto contribuye a disminuir la contaminación generada durante el ciclo de vida del mismo.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo general**

Diseñar y desarrollar estantes transformables para la Universidad Industrial de Santander sede Bucaramanga a partir de mobiliario en etapa de disposición final.

### **1.2. Objetivos específicos**

Analizar la situación actual de material en disposición final acumulado en las bodegas de inventarios de la UIS sede central, por medio de la exploración y búsqueda en base de datos para seleccionar la materia prima disponible.

Definir los requerimientos del estante transformable que se diseñará, aplicando la tabla de PRS (Especificación de Requerimientos del Producto) para cumplir con las necesidades de organización y multifuncionalidad requeridas en los talleres de la Escuela de Diseño Industrial.

Determinar alternativas para el diseño del estante transformable con base en los requerimientos y definición del producto.

Evaluar el cumplimiento de las especificaciones, mediante pruebas de verificación y validación para continuar a la última etapa, la construcción del prototipo de funcional.

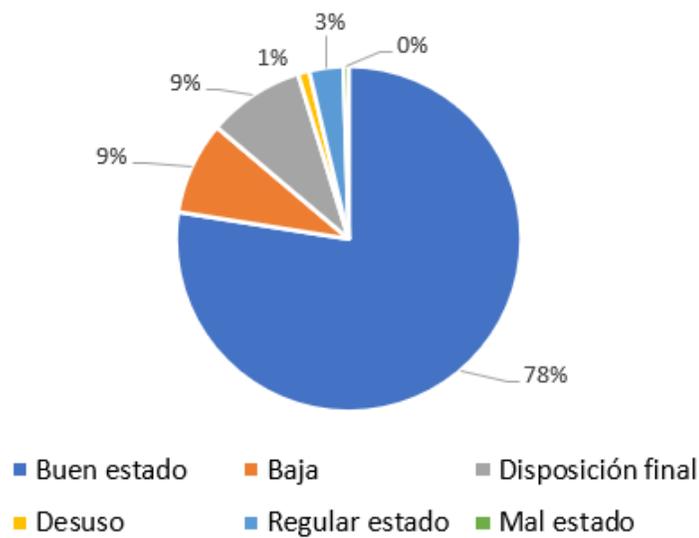
### **1.3. Justificación**

Este proyecto tiene como finalidad dar una solución a la gran cantidad de residuos sólidos generados en la Universidad Industrial de Santander sede central, almacenados en sus bodegas de inventarios. Por ello, se pretende la reutilización de elementos de tipo mobiliario, que permitan realizar un aprovechamiento de los diferentes materiales en que están fabricados, por ejemplo, la madera, con el fin de optimizar el uso de los recursos.

Según la figura 1, se evidencia que existe un aproximado del 22.5% de artículos inactivos o que fueron llevados por ser dados de baja, disposición final, desuso, regular estado y/o porque están en mal estado.

### Figura 1

*Estado de activos fijos año 2016, Sistema financiero UIS.*



Basado en el estudio realizado por Duarte (2017) se encontró que respecto a mobiliario, los principales artículos que se acumulan en bodega de inventarios (Tabla 1) son las mesas, escritorios, sillas y bibliotecas.

### Tabla 1

*Cantidad de mobiliario en la bodega de inventarios UIS en el 2016.*

Artículos	Cantidad
Butacos	20
Mesas	689
Escritorios	219
Ficheros	3
Archivadores	45

Armarios	4
Bibliotecas	106
Camillas	6
Muebles	44
Puestos de trabajo	63
Sillas	3180
<b>TOTAL</b>	<b>4379</b>

Teniendo en cuenta estos datos y los impactos ambientales tales como generación de residuos sólidos, gestión de residuos peligrosos, emisión de ruido, consumo de energía y emisiones atmosféricas (Asprilla, 2014, pp. 11-12) que se producen durante todo su ciclo de vida, desde su producción hasta su mala disposición final, impulsa el proyecto para darle a la UIS una alternativa de solución frente a la problemática de acumulación, planteando un producto que permita el reúso de esta materia desechada como materia prima para nuevos mobiliarios transformables.

#### **1.4. Pregunta de diseño**

¿Qué cantidad de material es posible reutilizar a partir del mobiliario acumulado en las bodegas de inventarios en la etapa de disposición final mediante la intervención del diseño industrial y la propuesta de un estante transformable?

#### **1.5. Alcances**

Al finalizar este proyecto se espera llegar a tener como resultado un prototipo de validación de un estante transformable diseñado para los talleres de la Escuela de Diseño Industrial de la UIS. Por otra parte, se espera llegar a un análisis y evaluación profunda de la situación presentada en la sección de inventarios en cuanto a desechos y disposición final de productos mobiliarios, mostrando con el diseño de los estantes una alternativa de aprovechamiento de dichos residuos con beneficios para la universidad en distintas secciones de la misma. Cabe aclarar que el material a usar en el producto será del material disponible en las bodegas de inventarios de productos

mobiliarios que han sido desechados por distintas causas (por renovaciones, daño de alguna de sus partes, tiempo de uso cumplido, entre otras). Por otro lado, se realizará una comparación entre los posibles costos de producción de los productos bajo material reutilizado, frente a los costos que actualmente son utilizados para el desarrollo del nuevo producto. Este proyecto será un trabajo colaborativo con la sección de inventarios a cargo de la ingeniera Luz Marina Duarte García.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Marco de referencia conceptual**

#### **2.1.1. Estante**

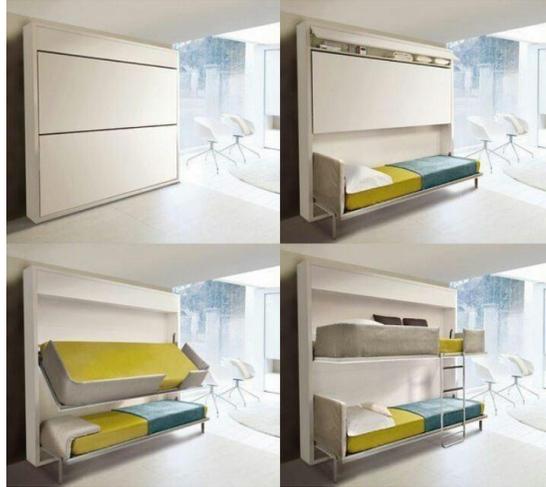
Según la RAE, estante se define como “cada una de las tablas dispuestas horizontalmente en un mueble o en la pared para colocar objetos sobre ellas” (s.f). Puede estar fabricado en metal, madera o plástico y sirve para ubicar objetos encima y a su vez optimizar espacios.

#### **2.1.2. Mobiliario transformable**

El mobiliario transformable según Casierra (2016), permite optimizar el espacio y congrega varias actividades en un solo elemento, es decir, genera versatilidad. Adicionalmente, permite modificarse estructuralmente acoplándose a las condiciones del espacio, y que el usuario lo configure y adapte acorde a sus necesidades. En la figura 2, se puede observar un ejemplo de diseño de mobiliario transformable para la optimización de espacio.

### **Figura 2**

*Mobiliario transformable.*



*Nota.* Modelo Lolli Soft de CLEI. Tomado de *10DECO*, 2020,

<https://www.10decoracion.com/aprovecha-tu-espacio-con-muebles-multifuncionales/>

Actualmente, de acuerdo a Casierra (2016) “el diseño de los muebles transformables puede apuntar a cierta destrucción de la forma, esto permite proponer configuraciones que le den al usuario la posibilidad de lograr distintos usos de un mismo elemento” (p.35). Lo anterior, logra convertir espacios reducidos en áreas dinámicas.

Por otro lado (Figura 3), para Campos (2019) los muebles transformables “se conciben con técnicas modulares, a partir de sistemas de construcción, generando un objeto similar a un puzzle, destacan la posibilidad de interacción sobre el objeto, es decir, el usuario puede modificar, reproducir u ocultar elementos” (p.101).

### **Figura 3**

*MIEGAMASIS 2.0.*



*Nota:* Transformer furniture 2.0. Tomado de *Behance*, por Danius, 2012,  
<https://www.behance.net/gallery/3000781/TRANSFORMER-FURNITURE-20>

La modularidad permite que se generen cambios en la configuración, adaptándose así a las diferentes necesidades que se pueden presentar para el usuario en el tiempo de uso, es decir, hay un número de diversas configuraciones para un mismo producto. Igualmente, el construir un mueble bajo dicho concepto, si se presenta un desgaste, rotura o deterioro de alguna de sus partes, brinda la posibilidad de sustituir la parte dañada sin tener que desechar todo el mueble.

#### **Figura 4**

*Mobiliario multifuncional para niños*



*Nota:* Multifunctional furniture for kids. Tomado de *Behance*, por Navarro, 2013,  
[https://www.behance.net/gallery/6587691/Multifunctional-furniture-for-kids?tracking\\_source=search\\_users\\_recommended%7CADRIAN%20NAVARRO](https://www.behance.net/gallery/6587691/Multifunctional-furniture-for-kids?tracking_source=search_users_recommended%7CADRIAN%20NAVARRO)

Por otro lado, se encuentran términos que hacen parte del concepto del mobiliario transformable, tales como: plegable, deslizable, adaptable y multifuncional (Figura 4).

### 2.1.3. *Ciclo de vida*

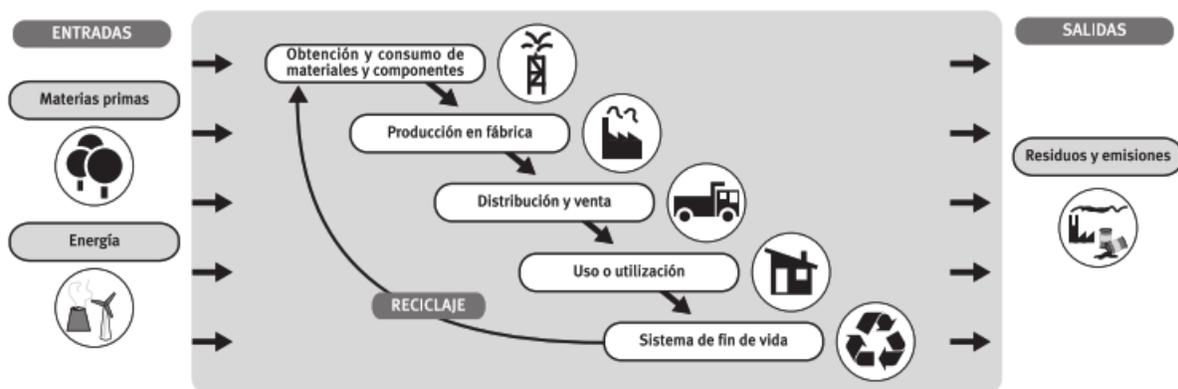
De acuerdo a John Stark, “el ciclo de vida de un producto es la serie de etapas secuenciales que debe atravesar un producto desde su inicio hasta su fin” (Citado en Rodríguez, 2012, p.40). Así mismo, Rodríguez (2012), explica las etapas del ciclo de vida del producto de la siguiente manera. La etapa de *imaginación* es aquella en la que se establecen los requerimientos del producto, “se conceptualizan las ideas y se hacen bocetos, dibujos y diagramas que explican las propiedades preliminares del producto” (p.42). La etapa de *definición* es donde se comienza a “estructurar el producto, entonces los bocetos se llevan a dibujos técnicos y modelos, para luego hacer la correspondiente definición del producto” (p.48). La etapa de *realización* desarrolla la manufactura y ensamble acorde a la tecnología y capacidad de la empresa, y a su vez se hace control de la producción. En la etapa de *comercialización* se determina la logística de almacenamiento y distribución, se mantiene control sobre los recursos, y se establecen estrategias de mercadeo y ventas. La etapa de *uso/sopORTE* está relacionada con el usuario y su experiencia hasta que finaliza la vida útil del producto, y la empresa que brinda servicios para el mantenimiento del producto. Por último, la etapa de *disposición final* es aquella donde se evalúan los impactos ambientales ocasionados por el producto y los efectos asociados a la salud humana; en el caso de esta etapa, podría darse de tres maneras: reciclaje, reutilización y/o desecho.

Así mismo, se encuentra que el ciclo de vida del producto “abarca todas las etapas de la vida de un producto, desde la extracción de los materiales que formarán los componentes del producto, pasando por la producción, la distribución y el uso del producto hasta el tratamiento o eliminación” (IHOBE, 2000, p.11). Dicho de otra manera, el ciclo de vida del producto es todo

aquello que interviene en el desarrollo del mismo, desde etapas de diseño donde hay una ideación del producto hasta la materialización y eliminación del mismo, ya que es de gran importancia no olvidar que todo producto se diseña para un tiempo determinado, y es función del diseñador planificar el retiro de este del entorno, pensando a su vez en el medio ambiente. Así pues, se observa que “la importancia del planteamiento de todo el ciclo de vida del producto (Figura 5) radica en que permite identificar de un modo claro todas las entradas y salidas del proceso que suponen un impacto ambiental” (Sanz, 2014, p.12).

### Figura 5

*Ciclo de vida del producto teniendo en cuenta entradas y salidas.*



*Nota.* Ciclo de vida del producto. Tomado de *Ecodiseño un nuevo concepto en el desarrollo de productos* (p.12), por Sanz, 2014, Universidad de la Rioja.

#### 2.1.4. Impacto ambiental

De acuerdo a Espinoza (2001),

El impacto ambiental es la alteración significativa de los sistemas naturales y transformados y de sus recursos, provocada por acciones humanas. Los impactos se expresan en las diversas actividades y se presentan tanto en ambientes naturales

como en aquellos que resultan de la intervención y creación humana. Por ello, se trabaja con una herramienta preventiva, Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) que permite evaluar los impactos negativos y positivos ocasionados por las diversas actividades sobre el medio ambiente, además de proponer las medidas para ajustarlos a niveles de aceptabilidad. (p.p. 17,23).

Por otro lado, se encuentra que los principales impactos ambientales son: la contaminación del agua (vertidos de sustancias tóxicas), la contaminación del suelo y deposición no controlada de residuos, disminución de recursos naturales (uso desmedido de combustibles fósiles y otros bienes básicos), efecto invernadero (emisiones a la atmósfera de gases como el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O), reducción de capa de ozono (usos de compuestos del cloro como tricloroetileno), lluvia ácida (emisión de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y NH<sub>3</sub> a la atmósfera) y smog (emisiones de gases como SO<sub>2</sub>, y de la producción) (IHOBE, 2000).

Debido a los diferentes materiales y procesos empleados para la fabricación de diversos productos, pueden llegar a ser mayores los impactos ambientales ocasionados en cada una de las etapas del ciclo de vida. Algunos de los materiales usados comúnmente son madera, metal, espumas y polímeros. A continuación, se muestran algunos de los impactos ocasionados por dichos materiales de acuerdo a IHOBE (2010).

En el caso de la madera, en sus etapas de transformación y fin de vida se generan grandes impactos, ya que se emplean compuestos para la protección y preservación de la madera, con el objetivo de alargar la vida útil, que, por ser un material orgánico, tiende a ser más vulnerable a la descomposición por bacterias y microorganismos, además de condiciones ambientales como temperatura y humedad. En particular, son los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), los cuales son “sustancias químicas orgánicas que pasan fácilmente a estado gaseoso; estos pueden ser

liberados por las pinturas, adhesivos y disolventes usados en la fabricación de muebles y otros productos, algunos de los tratamientos conservantes de la madera virgen también, como decapantes y otros productos usados para su acabado” (p.65). Además, “en el fin de vida útil del producto, las sustancias presentes en la madera pueden impedir la utilización del residuo como materia prima en otras aplicaciones, o generar lixiviados que contaminan tanto suelo como las aguas subterráneas”. (p.62).

En el caso de los metales, en la etapa de transformación se encuentran los impactos ambientales más altos, siendo estos la contaminación atmosférica, del agua y suelos. Por ejemplo, “con la aplicación de agua de refrigeración y de colectores húmedos surgen problemas adicionales de contaminación de las aguas...En altos hornos, acerías, instalaciones laminadoras y en las de forja, son importantes también las emisiones sonoras y las vibraciones” (p.77).

Igualmente, se encuentran los polímeros, los cuales pueden contener aditivos químicos que les otorgan propiedades o características útiles (por ejemplo, resistencia al fuego o agua). Entre los compuestos químicos peligrosos usados en polímeros se encuentran los retardantes de llama polibromados, ftalatos, alquifenoles, perfluorocarbonos (PFC), algunos metales pesados, etc.

“Estos pueden resultar contaminantes para el medio ambiente en el caso de que entren en contacto con aguas o suelos naturales, o incluso para la salud humana en casos de exposición prolongada. Además, en la etapa de fin de vida los plásticos que no sean correctamente gestionados y reciclados pueden ser incinerados o acabar en un vertedero, con lo que las probabilidades de que estos acaben finalmente en el medio ambiente aumentan en estos casos” (p.75).

Finalmente, están las espumas como otro material contaminante. Esto se debe a los materiales que las componen, tales como CFCs, HCFCs, HFCs compuestos halogenados, compuestos organoclorados, aminas, metales pesados, alquilfenoles, butadieno o nitrosaminas, entre otros. La etapa final de estos materiales genera gran impacto ambiental puesto que, si no se siguen protocolos adecuados para la eliminación, los compuestos peligrosos pueden acabar en suelos, aguas naturales o ser incinerados dañando la atmósfera.

Se debe agregar que existen diversos métodos para realizar el diagnóstico ambiental de un producto, ya sean cualitativos o cuantitativos, permitiendo conocer así los impactos o aspectos ambientales generados en cada una de las fases del ciclo de vida, y a su vez proponer posibles soluciones para mitigarlos. Es importante mencionar, que todos estos métodos se basan en el Análisis de Ciclo de Vida, por lo cual se tiene también presente las entradas y salidas de cada una de las fases. Entre ellos se encuentran la Matriz MET, los Eco-indicadores y herramientas software para el Análisis del ciclo de vida (LCA o AVC) (IHOBE,2000).

- La **Matriz MET**, “es un método cualitativo o semi-cualitativo que sirve para obtener una visión global de las entradas y salidas en cada etapa del Ciclo de Vida del producto” (p.36).  
**M**- utilización de Materiales en cada etapa del ciclo de vida.  
**E**- utilización de Energía  
**T** – Emisiones Tóxicas
- El **Eco- indicador**, es una herramienta cuantitativa. “Es más precisa que la matriz MET a la hora de priorizar los principales aspectos ambientales del producto en su Ciclo de Vida. Es cuantitativa porque la priorización se basa en cálculos numéricos” (p.40).
- **LCA o ACV**, son herramientas software diseñadas para realizar el análisis del ciclo de vida, otorgando más sencillez y facilidad para su implementación (p.44).

## **2.2. Marco legal y normativo**

*DECRETO 1713 DE 2002*, en el cual se reglamenta la prestación de servicio público de aseo y la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Además, en el capítulo VII, se encuentran los propósitos de la recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos (Artículo 67) y formas de aprovechamiento (artículo 70).

*LEY 99 DE 1993 (diciembre 22)*, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

*NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO 14006*, proporciona directrices para ayudar a las organizaciones a establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar de formar continua su gestión del ecodiseño como parte de un sistema de gestión ambiental (SGA).

## **2.3. Antecedentes generales**

Se realiza un estudio de cuáles son los productos que se encuentran actualmente en el mercado y están relacionados con el estante transformable, esto con el objetivo de identificar características relevantes para el diseño del producto (Tabla 2).

### **Tabla 2**

*Búsqueda de lo existente*

Producto	Descripción
	<p>Locker metálico que cuenta con 9 casilleros individuales con medidas de 55.2 x 29 x 30 cm. Cuenta con una puerta junto a un sistema de seguridad tipo porta candado, rejillas de ventilación y con un color gris claro (tornado) en una pintura electrostática. (MUBLEX, s.f.) La altura del locker es de 180 cm y tiene un peso de 44 Kg.</p>
	<p>Monolith, es un estante que cuenta con varios compartimentos en su interior y pueden ser cubiertos por una lámina deslizable acorde a lo que el usuario desee, permitiendo diferentes configuraciones. (ARCHITONIC, 2016) Sus dimensiones son 240 x 37x 93 cm. Elaborado en MDF y aluminio.</p>
	<p>Fläpps Shelf, es un estante compuesto por tres repisas plegables individualmente, que puede ser empotrado, y cuenta con un sistema de barras en sus laterales permitiendo el despliegue. (ARCHITONIC, s.f.) Sus dimensiones son 80 x 80 cm. Elaborado en abedul de madera contrachapada y con herrajes en acero inoxidable.</p>
	<p>Tangram es una librería modular que retoma el antiguo juego chino del mismo nombre, descomponiendo un cuadrado en siete parte diferentes, esto permite crear distintas configuraciones de acuerdo a la preferencia del usuario. (LAGO, 2002) Las dimensiones del cuadrado son de 70 x 70 cm, y elaborado en tablero de madera.</p>



Libera 45 es un librero modular magnético hecho en madera y metal, cuenta con elementos en ángulos de 45° y son asegurados entre ellos usando un sistema magnético. Además, permite máxima libertad de composición y ser apilable. (rondadesign, s.f.)

Altura módulo: 36 cm

Largo de lámina módulo: 2 m



Stockwerk, estantería plegable de madera, versátil, ligera y multifuncional. Su diseño permite que pierda su rigidez estructural cuando es plegado, dando como resultado un mueble flat-pack. Está basado en un acordeón o guirnalda de papel y las paredes laterales de cada compartimento están recortadas y ensambladas en inglete (ángulo de 45°) mediante un sistema de bisagras planas que les permiten plegarse hacia fuera sin perder estabilidad. (Experimenta, 2014)



ELEVATE Bookshelf es un estante interactivo que se encuentra empotrado a la pared. Su concepto se basa en un diseño minimalista, el cual genera un espacio dinámico e interactivo, además de inspirarse en muñecos de cuerda y de presión de botones. Este consta de una polea, un cuerpo externo (anclado a la pared), un cuerpo interno (movible), deslizadores internos y dos contrapesos. Su accionamiento se realiza por medio del muñeco, el cual va cambiando de posiciones a medida que se desliza el cuerpo interno. (Behance, 2020)



Zapatero de pared en nogal canaletta, presenta dos compartimentos de almacenamiento, que se inclinan hacia adelante, y se encuentran montados en el mismo soporte, siendo el movimiento simultáneo. (Porada, s.f.)

## 2.4. Antecedentes de la situación de estudio

Para el presente proyecto se realiza un estudio a la sección de inventarios para conocer su funcionamiento y el material de mobiliario acumulado en bodega. Además, se realiza una descripción del entorno de talleres, teniendo en cuenta que el estante transformable será diseñado para estos.

### 2.4.1. Antecedentes de Inventarios UIS

En esta etapa se llevó a cabo un acercamiento y profundización de los procesos realizados por la sección de inventarios para conocer las razones y el recorrido que lleva a un producto a ser depositado en una bodega o vertedero de basura, de manera que se pueda identificar productos de tipo mobiliario para realizar una intervención, aprovechamiento y reutilización de partes y/o componentes, logrando proporcionar un aporte a la sociedad, el medio ambiente y a la economía de la universidad.

En primer lugar, se encontró que la sección se encarga de asegurar la administración de los inventarios de una manera transparente y oportuna. Así mismo, revisa la información de los bienes mayores, menores e intangibles, y realizar la legalización y actualización del estado de los bienes en inventario, teniendo como responsables a la jefe de la sección de inventarios, la Ingeniera Luz Marina Duarte y auxiliares administrativos. (UIS, s.f.)

Algunas de las actividades realizadas por dicha sección son: Realizar programación mensual de pruebas selectivas, cuyo objetivo es la verificación física de los elementos (uso y custodia), generar stickers con los números de inventario y realizar la marcación física de los bienes mayores, descargar los bienes dados de baja del inventario del responsable y realizar subasta pública de bienes dados de baja, entre otras. (UIS, 2007, p.1).

Así mismo, es importante conocer el documento que soporta el manejo de los bienes muebles, siendo *el Manual Normativo y Procedimental para la Administración y Control de los Bienes Muebles de la UIS*. En dicho manual, en el artículo 4 del capítulo I se encuentra la clasificación de los elementos por tipo, que es usada para efectos de registro y control por la sección de inventarios.

Teniendo en cuenta dicha clasificación, se pretende trabajar con *Tipo 2. Muebles y enseres*. En el Manual Normativo y Procedimental para la Administración y Control de los Bienes Muebles de la UIS se definen como “aquellos bienes destinados a la dotación de aulas de docencia, laboratorios, oficinas, auditorios y demás espacios, necesarios para el desarrollo de la función administrativa, académica, de investigación y de extensión e incluye elementos tales como: escritorios, mesas, bibliotecas, estantes, vitrinas, archivadores, etc.” (UIS, 2017, pp.4-5).

Cuando un bien se encuentra en condiciones de uso, pero su estado es obsoleto, la sección de inventarios lo puede ofrecer a los demás servidores de la universidad, y de no ser requerido por ninguna Unidad Académico Administrativa (UAA) se procede al trámite de donación. Por el contrario, cuando algún mueble o enser de madera presente alto grado de deterioro, avería, rotura, completamente dañado u otro hecho que impida su uso, se procede al trámite de destrucción.

En segundo lugar, respecto a los lugares asignados por la universidad para que la sección de inventarios deposite los elementos anteriormente nombrados, se encuentran tres bodegas ubicadas en la casa pensional, la Cra.15 con 7° y al interior de la universidad en la parte posterior de los talleres de la escuela de Diseño Industrial, respectivamente. En dichas bodegas se almacenan todos los elementos que han sido dados de baja desde las diferentes sedes de la universidad, tales como Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEES), muebles y enseres.

Para este proyecto se establece trabajar con la bodega *Casa de pensionados*, donde se acumulan mayormente elementos como muebles y enseres. Algunos de esos elementos se muestran en la figura 6, como lo son bibliotecas en madera, mesas de estudio, estantes, tableros de escritorios y sillas.

### Figura 6

*Elementos acumulados en la bodega Casa de pensionados UIS.*



Nota. Registro fotográfico realizado el 19 de septiembre 2019.

**RUTA DEL ELEMENTO DADO DE BAJA.** Los elementos que son dados de baja dentro de la universidad tienen una ruta establecida para ser sacados de funcionamiento dado el caso (Figura 7). Posteriormente, son clasificados como elementos para traslado, donación o destrucción. En el caso de los elementos de traslado, es cuando se solicita el cambio de ubicación

del mismo, ya sea por cambio de área o de funcionario. Por otra parte, los elementos de donación son aquellos que se encuentran en buen estado y no están en uso, o requieren la menor intervención posible. Finalmente, los elementos de destrucción son aquellos que se encuentran contaminados o muy deteriorados.

Partiendo de lo anterior, se encuentra que se manejan unos criterios de selección para dar el concepto de destrucción, y son tomados por un grupo de la sección de inventarios junto con la jefe de la misma, y la jefe de la empresa de recolección EDEPSA E.S.P.; estos son a manera subjetiva y por observación directa siendo: manchado del tapizado, contaminados (hongos u orina de animal), estructuras incompletas, deterioro completo de un elemento, antigüedad (nadie los solicita), muebles astillados, estructuras oxidadas y aglomerados soplados.

### Figura 7

*Ruta de un elemento dado de baja.*



*Nota.* Se establece la ruta de los elementos dados de baja tomando como referencia los edificios

UIS de Mapa cultural UIS 1.0.

El mobiliario que permanece por concepto de donación es aquel que puede ser ajustado o arreglado con el menor presupuesto posible, debido a que inventarios no cuenta con recursos extras para la modificación o reconstrucción del elemento, y no se puede solicitar a planta física ya que es necesario realizar un traslado de recursos para su intervención, y la división financiera no lo proporciona por llegar a ser un posible daño fiscal. Por otro lado, los principales lugares de recepción son todos los municipios del departamento de Santander, y de departamentos como Norte de Santander, Boyacá, Cundinamarca y Chocó. Es importante resaltar que inventarios mantiene un alto compromiso de higiene con los elementos que dona, teniendo en cuenta que sus principales usuarios serán niños, y es necesario evitar enfermedades o alguna infección a futuro.

### **Figura 8**

*Retiro de elementos de la bodega de la casa pensional, empresa EDEPSA E.S.P.*



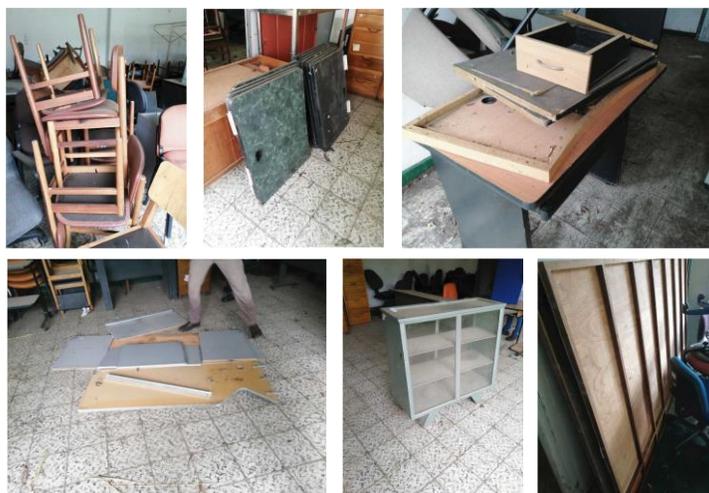
Por otra parte, se encuentra la empresa gestora de residuos, EDEPSA E.S.P., la cual va aproximadamente dos veces al mes a las bodegas de la universidad para retirar los elementos que

han sido seleccionados para destrucción (Figura 8), con el propósito de ir reduciendo el volumen de los mismos. Adicionalmente, EDEPSA E.S.P. tiene toda autoridad para desmantelar, clasificar, chatarrizar y vender material que sea entregado por la Universidad, lo cual evita que la institución universitaria presente responsabilidades legales respecto a la disposición final.

A continuación, se muestran algunos de los elementos que fueron seleccionados para destrucción (Figura 9) en el mes de septiembre de 2019, encontrándose sillas, escritorios, vitrinas, tableros de escritorios, cuadros y puestos de estudio.

### Figura 9

*Elementos seleccionados para destrucción*



*Nota.* Registro fotográfico realizado el 24 de septiembre 2019.

**BASE DE DATOS- SISTEMA FINANCIERO DE LA UIS.** En lo que se refiere a la base de datos, se encuentra el Sistema de Información Financiero donde la sección de inventarios lleva un listado de las solicitudes de bajas de elementos. En el año 2019 para el periodo de enero-septiembre, se dieron de baja 881 elementos; siendo 822 entre muebles y enseres (*Tabla 3*) y 59 de las demás categorías.

**Tabla 3**

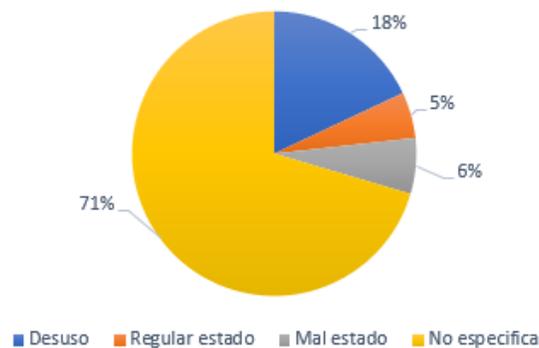
*Muebles y enseres dado de baja entre enero y septiembre del 2019.*

<b>Artículos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Artículos</b>	<b>Cantidad</b>
Archivadores	12	Mesas	84
Armarios	1	Mesones	8
Atriles	2	Muebles	23
Bibliotecas	35	Paneles	2
Butacos	26	Poltronas	6
Cabina para museo	1	Puesto de trabajos	33
Complementos secretaría	1	Revisteros	1
Escritorios	11	Roperos	1
Estantes	12	Sillas	512
Ficheros	2	Sistema oficinas	5
Folderamas	2	Superficie de trabajos	28
Gabinetes	6	Tándems	3
Lockers	1	Vitrinas	4
<b>Total</b>		<b>822</b>	

En la Figura 10 se evidencian las razones de baja del mobiliario, clasificándose en desuso (148), regular estado (43), mal estado (52) y no especifica (579).

**Figura 10**

*Razones de baja del mobiliario entre enero y septiembre 2019.*



Finalmente, por medio de las visitas realizadas a la bodega de la Casa de pensionados, se pudo determinar que la mayor cantidad de elementos constan de madera y tableros aglomerados, junto con estructuras metálicas, siendo estos los principales materiales a tener presentes para la reutilización en el diseño del estante transformable.

Además, considerando la información recopilada de la base de datos, se establece trabajar con los mobiliarios que han sido dados de baja por desuso y regular estado, aprovechando así diversas partes o componentes de los mismos. Sin embargo, es necesario tener en cuenta la rotación que se presenta con estos elementos, por lo cual, se requiere realizar una visita junto con la jefe de inventarios a la bodega al momento de seleccionar el material a reutilizar, para poder así determinar dimensiones y seleccionar el mobiliario que cumpla con las características.

#### *2.4.2. Antecedentes de Talleres EDI*

### **Figura 11**

*Talleres de la Escuela de Diseño Industrial UIS*



Actualmente, la Escuela de Diseño Industrial de la UIS, cuenta con un área dentro de la universidad para los talleres de la misma, los cuales se conforman por cuatro salones (cerámicos

y polímeros, metales, maderas y manufactura sustractiva), una cabina de pintura y la oficina- Corte y grabado láser. Respecto a la distribución dentro de los salones se encuentra:

### **Figura 12**

#### *Salón de manufactura sustractiva*



El salón de *manufactura sustractiva* (Figura 12), donde se ubican todas las herramientas manuales y eléctricas para trabajar madera, metal y polímeros; entre ellas se encuentran de sujeción, corte, golpe, perforación y maquinaria como el taladro de columna y el torno para metal. Para ubicar las herramientas se realiza por medio de estantería metálica, tableros de madera y un mueble de madera con cajones. Es de notar, que a pesar del mobiliario dispuesto para ubicar las herramientas, el espacio no es suficiente generando desorden y dificultades al momento de buscar un elemento para uso, y en ocasiones se genera pérdida del mismo.

### **Figura 13**

#### *Salón de maderas*



El salón de *maderas* (Figura 13) se encuentran las máquinas para trabajar todo lo relacionado con este material, tales como sinfín, trompo, sierras, lijadoras, torno, caladora de brazo, extractores, entre otras. También se encuentran mesas de trabajo, pero se presenta carencia de sillas y estantería para la ubicación del material, lo que impide una mejor organización, aprovechamiento del espacio y mejores condiciones para los estudiantes.

#### **Figura 14**

##### *Salón de metales*



El salón de *metales* (Figura 14) cuenta con una tronadora, esmeriladoras, prensa, compresor de aire, herramienta para soldadura, entre otros. Adicionalmente, se ubica en una estantería metálica los elementos de pintura, y se encuentran mesas para la ubicación de material. Es importante resaltar que hay carencia de sillas para que los estudiantes puedan hacer uso de las

mesas correctamente. Además, hay una mala distribución del poco mobiliario que hay, lo cual ocasiona desorden y limitaciones en la movilidad.

### Figura 15

*Salón de cerámicos y polímeros*



El salón de *cerámicos y polímeros* (Figura 15) tiene a su disposición mesones, estanterías en madera y metal, mesas y butacos, zona de lavado y horno para cerámica. Debido al deterioro de la estantería actual, y distribución del espacio, se presenta frecuentemente desorden al ubicar los trabajos de clase.

Por último, está la oficina de corte-grabado láser donde hay maquinaria para desarrollar dicho proceso. Allí se encuentra el puesto de trabajo del técnico de talleres EDI, y a su vez se desarrollan actividades por parte de la agencia Kimera.

En general, los talleres de la Escuela de Diseño Industrial carecen de mobiliario para una adecuada organización y distribución de las herramientas y elementos de los estudiantes. Por lo tanto, sería necesario implementar alternativas que permitan aprovechar los espacios con los que cuenta cada salón, brindando así mejores condiciones de trabajo y estudio para ellos.

### 3. Metodología

Para llevar a cabo el siguiente proyecto se toma como referencia la metodología de Design Thinking teniendo en cuenta las siguientes definiciones (DINNGO, s.f).

En la primera etapa, empatizar, se “comienza con una profunda comprensión de las necesidades de los usuarios implicados en la solución que estemos desarrollando, y también de su entorno. Debemos ser capaces de ponernos en la piel de dichas personas para ser capaces de generar soluciones consecuentes con sus realidades”.

La segunda etapa, definir, es aquella donde “debemos cribar la información recopilada durante la fase de empatía y quedarnos con lo que realmente aporta valor y nos lleva al alcance de nuevas perspectivas interesantes. Identificaremos problemas cuyas soluciones serán clave para la obtención de un resultado innovador”.

La tercera etapa, idear, “tiene como objetivo la generación de un sinfín de opciones. No debemos quedarnos con la primera idea que se nos ocurra. En esta fase, las actividades favorecen el pensamiento expansivo y debemos eliminar los juicios de valor. A veces, las ideas más estrambóticas son las que generan soluciones visionarias”.

En la cuarta etapa, prototipar, es cuando “volvemos las ideas realidad. Construir prototipos hace las ideas palpables y nos ayuda a visualizar las posibles soluciones, poniendo de manifiesto elementos que debemos mejorar o refinar antes de llegar al resultado final”.

Por último, está la etapa de testear, en ella “probaremos nuestros prototipos con los usuarios implicados en la solución que estemos desarrollando. Esta fase es crucial, y nos ayudará a

identificar mejoras significativas, fallos a resolver, posibles carencias. Durante esta fase evolucionaremos nuestra idea hasta convertirla en la solución que estábamos buscando”.

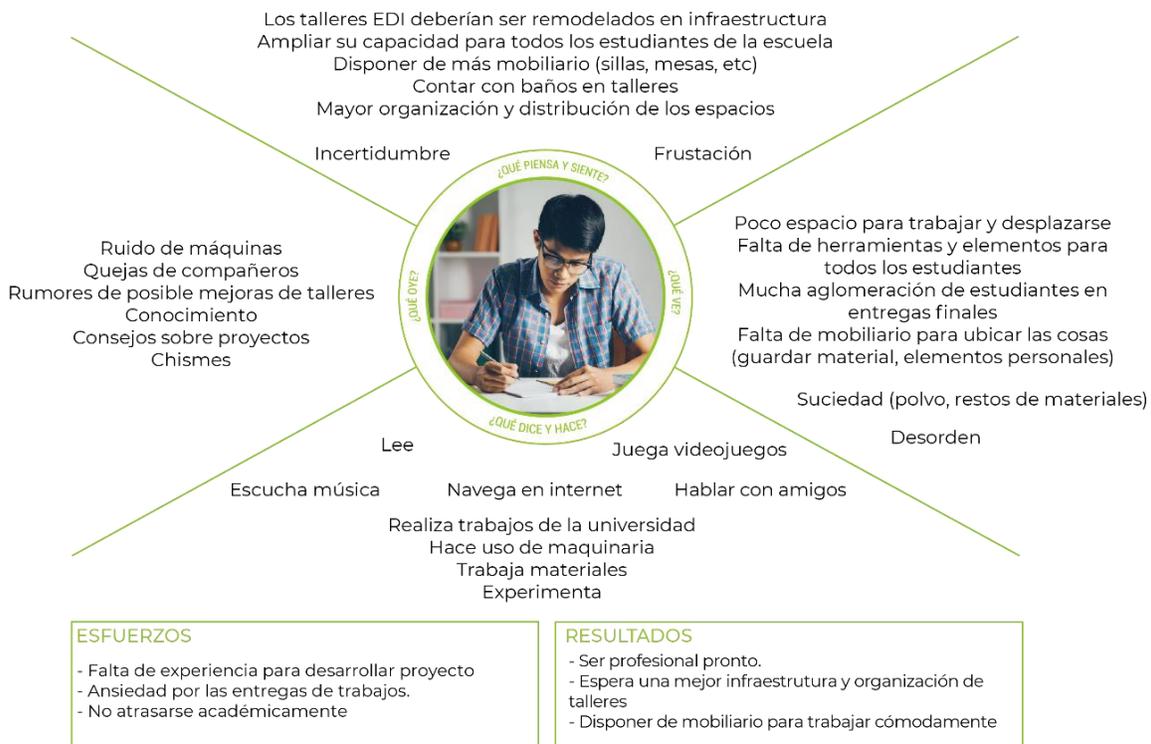
### 3.1. Empatizar

#### 3.1.1. Mapa de empatía estudiantes EDI

Teniendo en cuenta la situación de los talleres EDI mostrada en los antecedentes, se realiza una corta investigación por medio de encuestas y observaciones con el fin de entender la percepción de los estudiantes. Dicha información fue analizada y posteriormente definida en un mapa de empatía (figura 16).

**Figura 16**

*Mapa de empatía*



### 3.1.2. *Identificación de necesidades*

Se define el diseño de un estante transformable para la ubicación de elementos personales de los estudiantes durante las clases teórico- prácticas de materiales en los salones de talleres EDI. Por consiguiente, se realizó una encuesta para identificar las necesidades de los estudiantes respecto al estante. Se obtuvo la participación de 17 estudiantes EDI de los diferentes semestres, encontrándose que en promedio usan un morral de talla M (46 a 51 cm). Se toma como ejemplo el morral Porta PC Cambri de Totto, que permite guardar un portátil de 15,4", una capacidad de 32,25 lts, y unas dimensiones de Alto: 47 cm Ancho: 30,5 cm profundidad: 22,5 cm Peso: 938 g. Además, llevan en este los siguientes elementos:

Computador portátil de 15"- Peso 1750 g aprox.

Cargador del portátil – Peso 241 g aprox.

Bitácora de 1/8 – Peso 600 g aprox.

Agenda 7 materias – Peso 616 g aprox.

Termo de 700 ml – Dimensiones: 23,5 cm x 7 cm aprox.

Cargador de celular – Peso 60 g

Mouse – Peso 90 g aprox.

Cartuchera – Peso 200 g aprox.

Mototool – Peso 2040 g aprox.

Elementos pequeños (maquetas/modelos, bolsas de material) – Volumen 25 cm x 45 cm x 26 cm aprox.

**Peso total:** 6,297 g → 6,3 kg

Por otro lado, se obtuvieron características respecto al producto, entre ellas: que permita colgar objetos, genere seguridad, sea amplio/espacioso, fácil de limpiar, fácil de usar, no limite el

desplazamiento en los salones, cuente con un diseño simple y funcional, un lenguaje claro y sencillo, sea versátil y evite superficies expuestas a manipulación frecuente.

### **3.1.3. Definición del usuario.**

Los usuarios de los estantes transformables son los estudiantes de la Escuela de Diseño Industrial (Figura 17), por lo tanto, se realiza una descripción de su perfil.

#### **Figura 17**

*Estudiante EDI UIS*



*Nota.* Tomado de *Escuela de Diseño Industrial-UIS*. (2018). [Fotografía].

<https://www.facebook.com/edi.uis/photos/1674971155954137>

**Descripción:** Estudiantes universitarios de la Escuela de Diseño Industrial, que hacen uso de los talleres de la misma. Buscan conocer y ampliar sus conocimientos respecto a los materiales y técnicas para el desarrollo de diferentes productos. Son creativos, curiosos, extrovertidos, apasionados, auténticos y dispuestos a afrontar cualquier reto. Mayormente, hacen uso de los talleres por motivo de las asignaturas de materiales y procesos, el desarrollo de los proyectos de diseño y proyecto de grado.

**Muestra poblacional:** De acuerdo a planeación (UIS EN CIFRAS 2019 – 1, s.f.), para el semestre 2020- 2 se matricularon 342 estudiantes en la Escuela de Diseño Industrial entre los 18 y 25 años, los cuales corresponden a 40,94% hombres y 59,06% mujeres.

Ya que las asignaturas de materiales dadas en talleres se dividen en cerámicos, polímeros, maderas y metales, con una intensidad horario de 2 horas 2 veces a la semana por grupo, se determina el promedio de estudiantes.

Maderas → Dos grupos = 16 y 16 estudiantes

Polímeros → Dos grupos = 12 y 15 estudiantes

Metales → Un grupo = 21 estudiantes

Cerámicos → Un grupo = 26 estudiantes

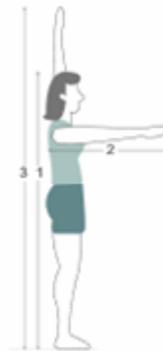
$$\text{Promedio de estudiantes grupo} = 108/6 = 18 \text{ estudiantes}$$

Por otro lado, se considera importante definir las medidas antropométricas (Tabla 4) para realizar una adecuada adaptación del producto con el usuario y se tiene en cuenta el Estudio de valores antropométricos para la región nororiental colombiana (Maradei, et al., 2008, p.10).

**Tabla 4**

*Percentiles para población mixta entre 19 y 24 años en Colombia.*

	<b>Medida</b>	<b>P5</b>	<b>P50</b>	<b>P95</b>
<b>1</b>	Estatura	150,99	166,27	181,54
<b>2</b>	Alcance brazo frontal	59,36	72,47	85,58
<b>3</b>	Alcance máximo vertical	185,86	208,43	231,00



### 3.2. Definir

#### 3.2.1. Definición de requerimientos

Tomando la información analizada en las etapas anteriores, se establecen los requerimientos de diseño para el estante transformable. A continuación, se describen en la tabla 5, la categoría, criterio, descripción del requerimiento, unidad de medida, valor de aceptación y método de evaluación.

**Tabla 5**

*Requerimientos de diseño*

	<b>Criterio</b>	<b>Descripción del requerimiento</b>	<b>Unidad medida</b>	<b>Valor de aceptación</b>	<b>Método de evaluación</b>
<b>USO</b>	Practicidad	El producto es fácil de usar.	Escala 1 a 5	4 a 5	Encuesta de satisfacción por medio de una escala de Likert.
	Seguridad	El producto evita riesgos para el usuario.	Dicotómica SI/NO	SI	Checklist. Verificación del diseño.
	Mantenimiento	El diseño del producto es de fácil acceso para limpieza	Segundos	< 60	Prueba cronometrada
	Reparación	El producto cuenta con herrajes estándar que permiten su fácil reposición.	Dicotómica SI/NO	SI	Checklist. Verificación de componentes.
	Accesibilidad	El producto cuenta con compartimentos de fácil acceso para la ubicación de los elementos.	Segundos	< 120	Prueba cronometrada.
	Antropometría	El producto está diseñado acorde a las medidas antropométricas	Percentiles 5 y 50	<i>Estatura:</i> 150,99 y 166,27	Verificación de las dimensiones del estante por medio del

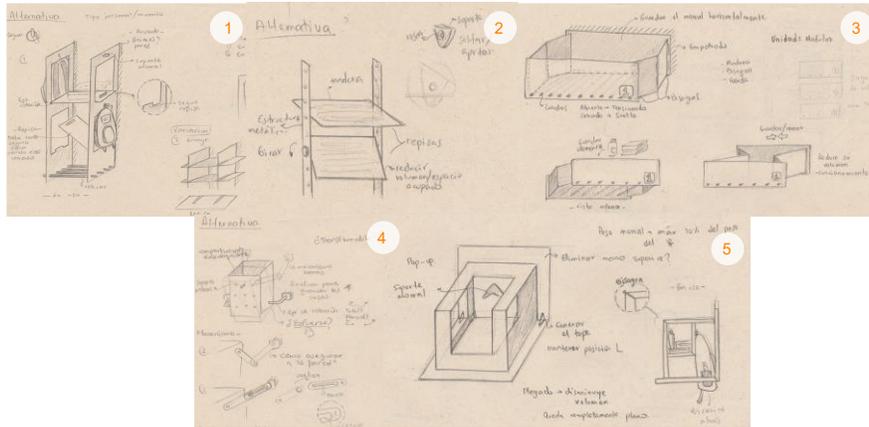
		de la población colombiana.		<i>Alcance brazo frontal: 59,36 y 72,47</i> <i>Alcance máximo vertical: 185,86 y 208,43</i>	modelado 3D y el modelo formal.
FUNCIÓN	Versatilidad	El diseño del producto permite ubicar elementos personales.	Dicotómica SI/NO	SI	Checklist. Verificar en modelado 3D y modelo formal.
	Resistencia	El producto resiste el peso de los elementos personales.	Kg	6-8	Simulación del peso de los elementos en SolidWorks para análisis estático.
	Tamaño	El diseño permite la optimización del espacio.	Dicotómica SI/NO	SI	Checklist. Verificación en modelado 3D.
TÉCNICO-PRODUCTIVOS	Materia prima	El producto está elaborado con materia prima reutilizada.	Mobiliario de inventarios	Madera y/o metal	Checklist. Proceso de fabricación y registro fotográfico.
	Reutilización	El diseño del producto optimiza el uso del material reutilizado.	Porcentaje %	> 30	Análisis del material de entrada y salida. Registro fotográfico.

### 3.2.2. Brainstorming

Se realizó una lluvia de ideas para identificar conceptos y características relacionadas con los estantes transformables, y así comenzar a bocetar ideas que serán usadas posteriormente (Figura 18). Además, se considera que el estante sea de pared siendo así de uso exclusivo dentro de los salones, evitando traslados, la mala manipulación y o pérdida del mismo.

**Figura 18**

*Exploración de ideas*



Posteriormente, se evalúan las ideas anteriores de acuerdo a tres criterios establecidos con base en los requerimientos de diseño y el aspecto formal-estético, como se evidencia en la tabla 6.

*Tamaño:* ¿La idea permite reducir su volumen cuando está en desuso?

*Practicidad:* ¿La idea es fácil de usar?

*Apariencia y estética:* ¿La idea cuenta con un diseño atractivo?

**Tabla 6**

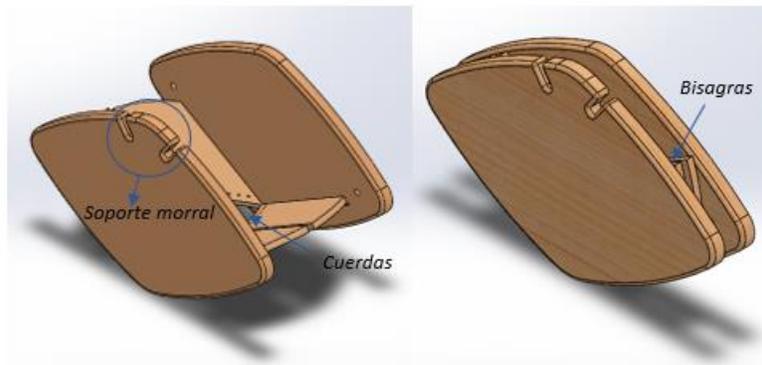
*Evaluación de ideas*

<b>IDEA</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Apariencia</b>	<b>Practicidad</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	✓	✗	✗	Es muy rígida visualmente y requiere muchos pasos para su uso.
2	✓	✗	✓	Muy geométrica
3	✓	✗	✓	Muy geométrica
4	✗	✗	✓	Su forma es muy rígida visual y estructuralmente.
5	✓	✓	✗	Requiere muchos pasos para su uso.

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior, se seleccionan las ideas 2, 3 y 5 para elaborar posteriormente propuestas preliminares teniendo presente el concepto de optimización del espacio.

### Figura 19

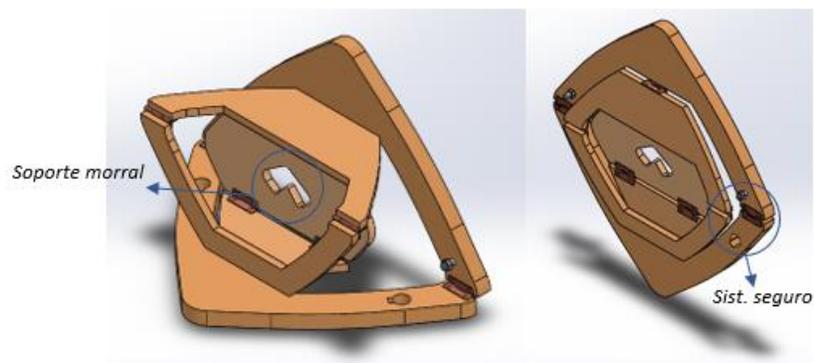
#### Propuesta 1



La propuesta 1 (figura 19) cuenta con un sistema de módulos plegables unidos por bisagras y cuerdas en la parte inferior, las cuales evitan el paso de los elementos pequeños que se ubiquen dentro. El módulo frontal cuenta con unas ranuras para colgar el morral.

### Figura 20

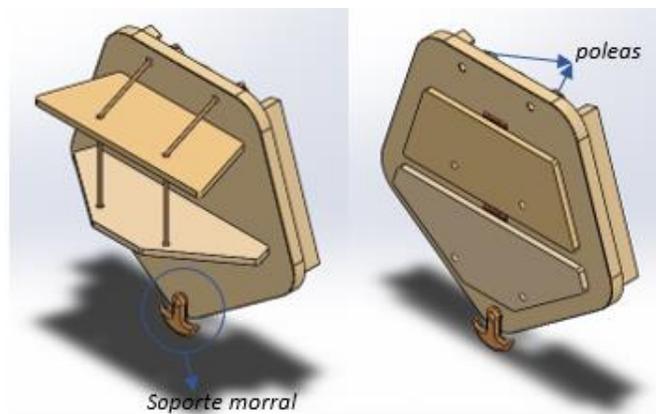
#### Propuesta 2



La propuesta 2 (figura 20) se basa en un diseño pop-up el cual permite generar superficies para la ubicación de elementos cuando está abierto, cuenta con bisagras y dos seguros laterales, que son ajustados manualmente por el usuario. Además, tiene el soporte para el morral en la parte posterior.

## Figura 21

### Propuesta 3



La propuesta 3 (figura 21) se basa en un sistema de contrapeso que funciona con el peso del morral y poleas en la parte posterior que levantan las repisas para la ubicación de los demás elementos.

Teniendo en cuenta las propuestas 1, 2 y 3 se realiza una evaluación cuantitativa de acuerdo a cinco criterios establecidos para la misma (Tabla 7). Se califica de 1 a 5 de acuerdo al cumplimiento del criterio, siendo 1 el menor puntaje y 5 el mayor.

## Tabla 7

### Evaluación propuestas

<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN</b>	<b>Propuesta 1</b>	<b>Propuesta 2</b>	<b>Propuesta 3</b>
El diseño del producto permite fácil acceso para mantenimiento.	2	2	3
El diseño permite la optimización del espacio.	5	5	5
El producto es fácil de usar.	4	3	5
El producto permite la fácil ubicación del morral y los elementos personales.	3	3	4
El sistema mecánico del producto es llamativo para el usuario.	2	4	5
<b>Total</b>	16	17	22

De acuerdo a la tabla anterior, se identifica que la propuesta que mejor cumple los criterios es la 3. Esto se debe a que cuenta con un menor número de intervenciones por parte del usuario para su funcionamiento, ya que solo requiere que sea ubicado el morral para desplegar todo el sistema, y a su vez, solo retirarlo para reducir su volumen, lo cual, brinda un diseño práctico y fácil de usar. Por otro lado, se debe evolucionar su aspecto formal-estético, ya que carece de coherencia formal, y volver más versátil el soporte del morral.

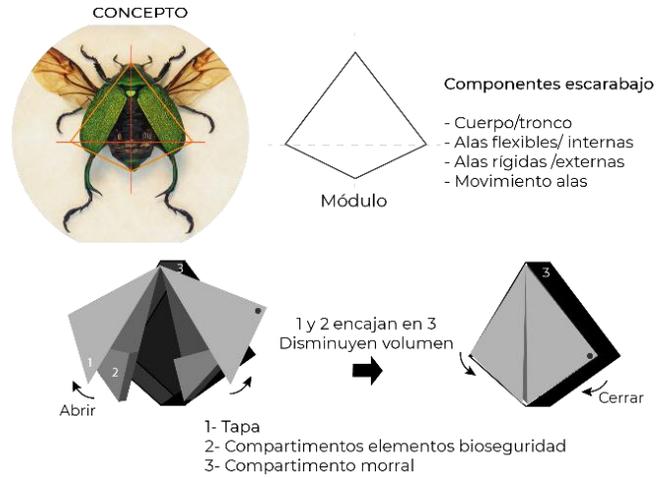
### **3.2.3. Diseño de concepto**

Para el diseño de concepto se propone explorar otras características del mobiliario transformable como es la posibilidad de ocultar o modificar elementos.

*CONCEPTO 1.* Se basa en un escarabajo, tomando como referencia parte del movimiento de las alas al guardarse. El diseño consta de tres partes siendo tapa, compartimento para elementos personales y el compartimento del morral (Figura 22).

## **Figura 22**

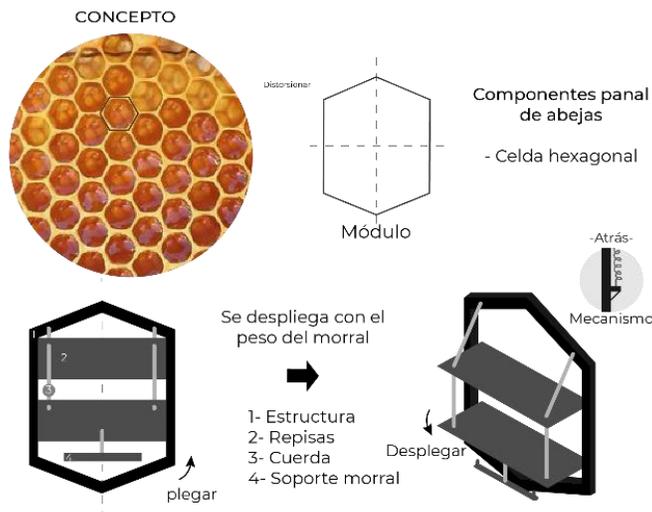
*Primer concepto*



*CONCEPTO 2.* Se basa en un panel de abejas, tomando como referencia una de las celdas hexagonales. El diseño cuenta con tres partes siendo la estructura (marco), las repisas y el soporte del morral (Figura 23).

**Figura 23**

*Segundo concepto*

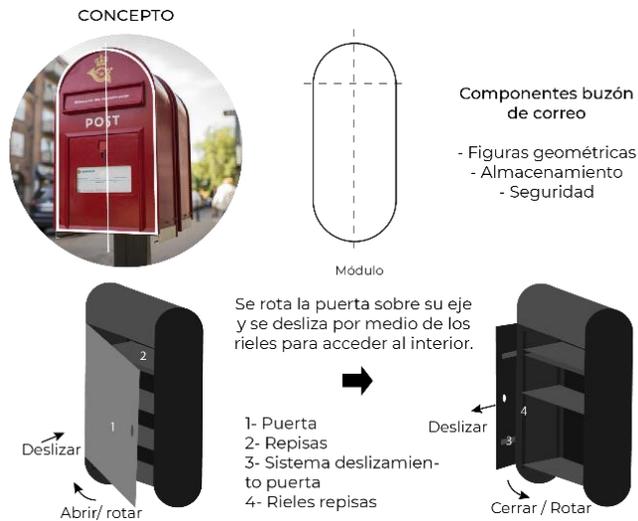


*CONCEPTO 3.* Se basa en un buzón de correo inglés teniendo como referencia su forma, la idea de almacenar objetos y la seguridad que brinda. El diseño cuenta con una estructura, una

puerta, cuatro repisas y dos sistemas de deslizamiento para la puerta y repisas (permite modificar la altura) (Figura 24).

**Figura 24**

*Tercer concepto*



### 3.3. Idear

#### 3.3.1. Generación de alternativas

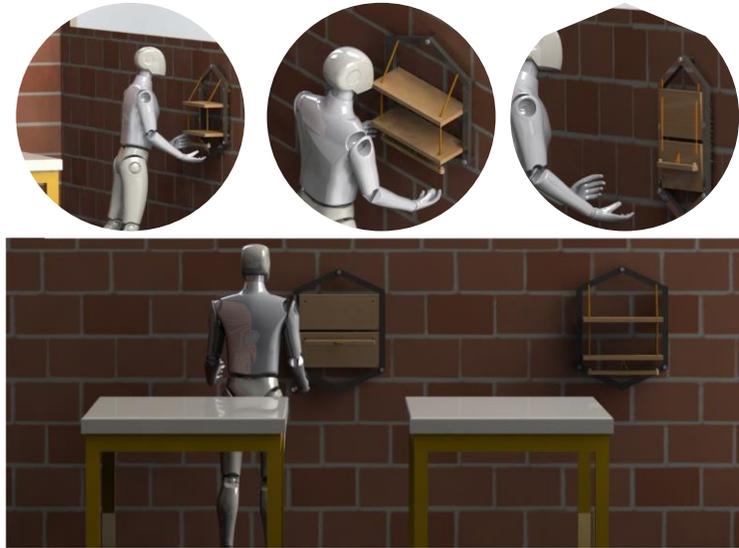
De acuerdo a los conceptos anteriormente expuestos, se generan tres alternativas con su respectivo render.

*Alternativa 1.* Su mecanismo está basado en un conjunto de engranajes que permiten que el sistema se abra con un solo accionar. Por otro lado, permite disminuir su volumen ya que el compartimento del morral contiene el de los elementos personales cuando no se encuentra en uso (Figura 25).

**Figura 25***Alternativa 1*

*Alternativa 2.* Su mecanismo se basa en dos resortes ubicados en la parte posterior de la estructura y conectados, a su vez, a las repisas por medio de cuerda, las cuales se accionan (girando cada una en un eje) por medio del peso del morral cuando es ubicado en su respectivo soporte. Lo anterior, permite que el sistema sea accionado en un solo paso, es decir, que puede desplegarse para ser usado, y cuando no se encuentre en uso reduzca su volumen (Figura 26).

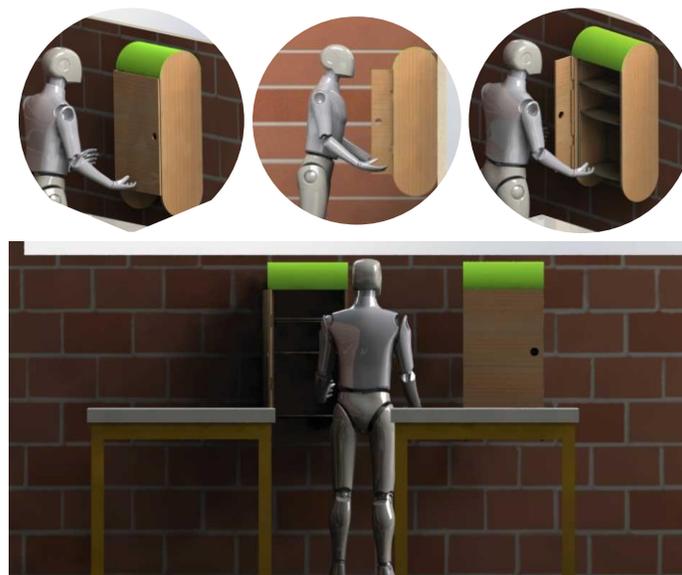
**Figura 26***Alternativa 2*



*Alternativa 3.* Su funcionamiento se da por medio de un riel o canal por el que las repisas se pueden subir o bajar para ajustar su altura según las necesidades del usuario. La puerta rota por medio de bisagras y se desliza hacia atrás por un riel, lo que permite optimizar el espacio (Figura 27).

### **Figura 27**

#### *Alternativa 3*



### 3.3.2. Selección de alternativa

En la tabla 8 se evalúan las alternativas propuestas anteriormente, teniendo en cuenta los siguientes criterios. Cada uno tiene un peso (%), son evaluados en una escala de 1 a 5 (siendo 1 el que cumple el criterio en menor medida y 5 en mayor medida) y una evaluación ponderada de acuerdo a la calificación.

*Practicidad:* tiene un lenguaje claro y sencillo.

*Reparación:* permite la reposición de piezas, siendo estas estándar.

*Tamaño:* permite la optimización del espacio en desuso.

*Reutilización:* optimiza el uso del material reutilizado.

*Apariencia y estética:* cuenta con un diseño atractivo.

**Tabla 8**

*Evaluación de alternativas*



Criterio	Peso	Cal.	Evaluación ponderada	Cal.	Evaluación ponderada	Cal.	Evaluación ponderada
<i>Practicidad</i>	20%	1	0,2	4	0,8	3	0,6
<i>Reparación</i>	15%	2	0,3	4	0,6	3	0,45
<i>Tamaño</i>	25%	2	0,5	5	1,25	1	0,25
<i>Reutilización</i>	25%	1	0,25	4	1,0	2	0,5
<i>Apariencia y estética</i>	15%	3	0,45	3	0,45	2	0,3
<b>Total puntos</b>			1,7		4,1		2,1
<b>¿Continuar?</b>			No		Sí		Sí

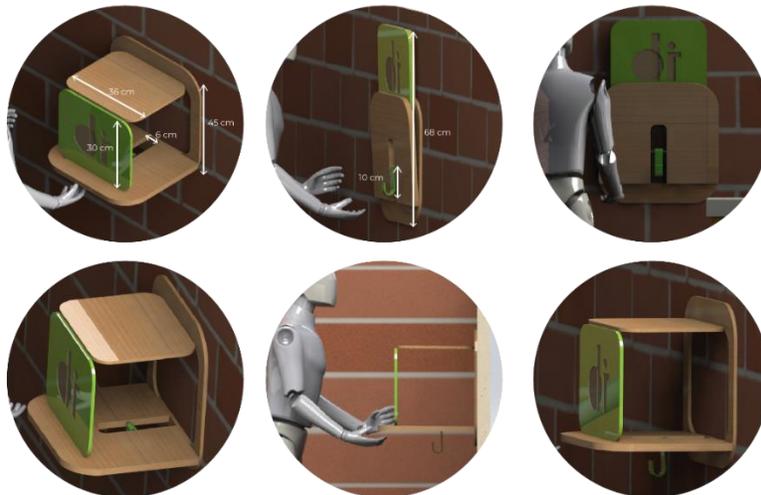
Los resultados de la tabla anterior permiten concluir que las alternativas 2 y 3 cumplen en mayor medida con los criterios. Por lo tanto, se plantea evolucionar los aspectos con menor puntaje de las alternativas seleccionadas.

### 3.3.3. Evolución alternativas seleccionadas

*Alternativa 4.* El diseño está conformado por cuatro láminas cuadradas conectadas entre sí por medio de bisagras y con bordes redondeados para evitar lesiones al usuario, junto con un soporte para colgar el morral (Figura 28). Además, el diseño permite mantener plegado el sistema cuando no se encuentra en uso, reduciendo el volumen que ocupa en el salón gracias a un juego de imanes.

**Figura 28**

*Alternativa 4*



*Alternativa 5.* El diseño está conformado por seis láminas divididas entre tres repisas, dos puertas y una base. Las repisas están conectadas entre sí por medio de cuatro barras, y a su vez, por bisagras a la base, lo cual permite que sean plegadas para reducir su volumen cuando están en

desuso. Además, el diseño cuenta con un sistema de tope para mantener la posición horizontal de las repisas cuando están en uso (Figura 29).

**Figura 29**

*Alternativa 5*

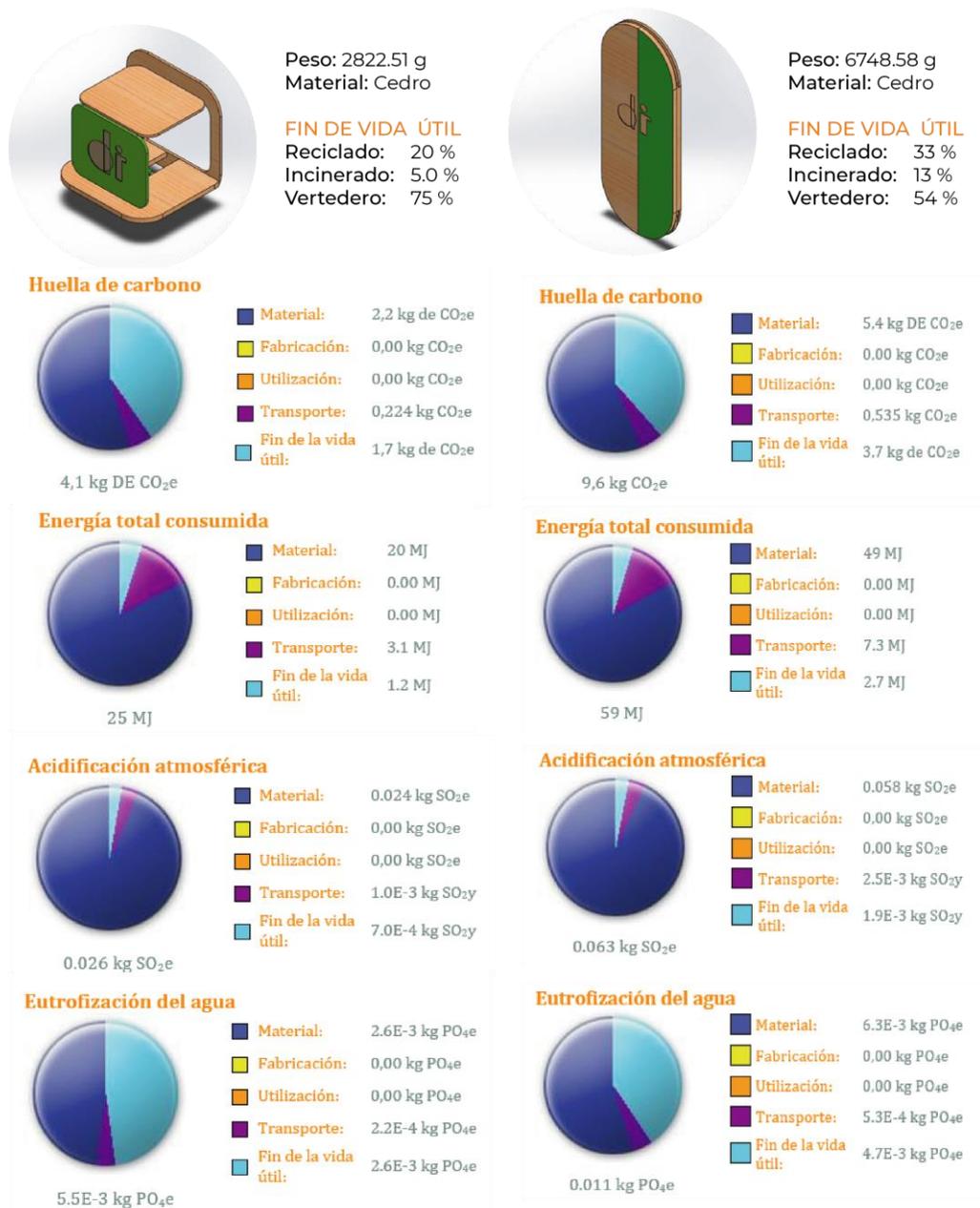


*Selección alternativa final.* Las alternativas 4 y 5 se evalúan por medio de SolidWorks con la función de sostenibilidad (Figura 30), con el propósito de identificar cuál propuesta usa menor cantidad de material para su fabricación. Se toma como material el cedro, ya que sus propiedades mecánicas se encuentran en el software a diferencia de los tableros aglomerados. Sin embargo, ambas propuestas se trabajan con el mismo material para realizar un análisis relativo con el fin de encontrar cuál genera un menor impacto. De acuerdo a los resultados, se observa que la alternativa 4 tiene un menor peso, menor cantidad de material y una menor huella de carbono. Así mismo, los valores de los otros indicadores son inferiores a los de la alternativa 5, y se evidencia que el proceso del ciclo de vida que más influye en el impacto ambiental es el de la obtención del material propuesto para el análisis. Cabe destacar, que la materia prima para el desarrollo del producto es

reutilizada, por lo tanto, dichos valores deben ser inferiores ya que los procesos disminuyen y consumen menos recursos que si se usara una materia virgen.

**Figura 30**

*Análisis de sustentabilidad*



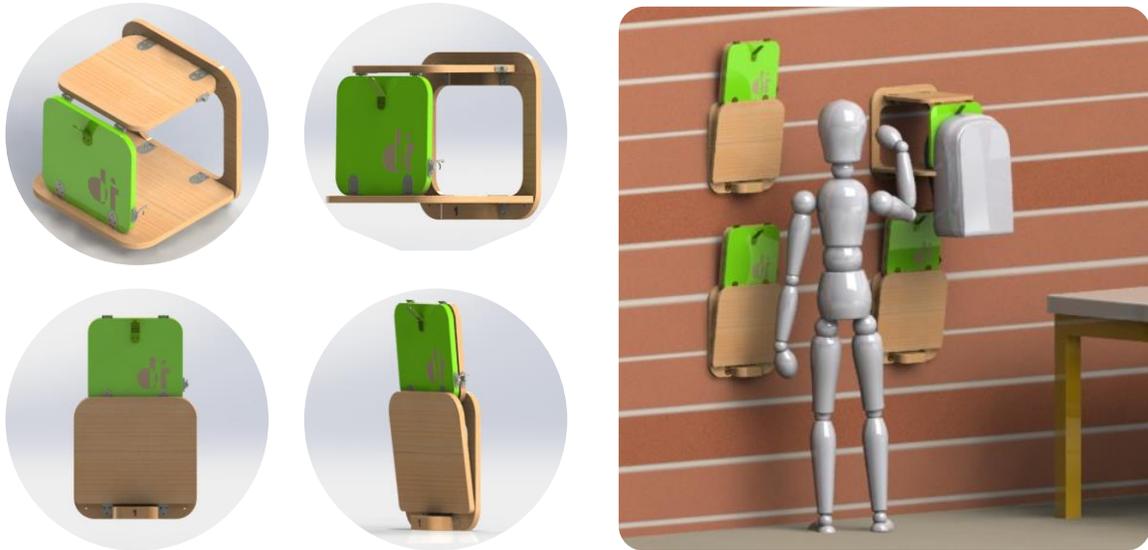
Adicionalmente, se evalúan las alternativas (tabla 9) de acuerdo a los requerimientos de diseño.

**Tabla 9***Selección de alternativa final*

<b>Criterio</b>	<b>Peso</b>	<b>Cal.</b>	<b>Evaluación ponderada</b>	<b>Cal.</b>	<b>Evaluación ponderada</b>
<i>Practicidad</i>	10%	5	0,5	5	0,5
<i>Seguridad</i>	10%	5	0,5	4	0,4
<i>Mantenimiento</i>	6%	5	0,3	4	0,24
<i>Reparación</i>	10%	4	0,4	4	0,4
<i>Accesibilidad</i>	10%	5	0,5	5	0,5
<i>Antropometría</i>	6%	4	0,24	4	0,24
<i>Versatilidad</i>	12%	5	0,6	4	0,48
<i>Tamaño</i>	16%	5	0,8	5	0,8
<i>Reutilización</i>	20%	5	1,0	2	0,4
<b>Total puntos</b>			<b>4,84</b>		<b>3,96</b>
<b>¿Continuar?</b>			<b>Sí</b>		<b>No</b>

**3.3.4. Propuesta final**

Ahora bien, una vez seleccionada la alternativa 4, se observa que la propuesta optimiza mejor el material, requiere menor número de pasos para su uso y tiene un lenguaje de uso más sencillo. Sin embargo, se realizan modificaciones de las dimensiones y la localización del morral (Figura 31), dado que al analizar la cantidad de estantes que se podrían empotrar en una pared de un salón de clase, se evidencia que al estar desplegado, el morral ocupa un área significativa verticalmente, la cual limita la posibilidad de ubicar otro estante en dicha dirección y su uso correcto (Figura 32).

**Figura 31***Propuesta final*

*Nota.* para el renderizado se utilizó una figura humana de 1,65 m y un morral de 46 cm de alto, con el fin de mostrar el producto a escala real.

Como resultado de la etapa de ideación, se define el estante transformable mostrado en la figura anterior como un sistema plegable y modular para la ubicación de elementos personales. Este consta de dos repisas, un soporte en la pieza frontal para disponer el morral, un seguro para mantener el sistema plegado y dos soportes bajo las repisas para ayudar a sostener el sistema cuando está desplegado. Además, se definen los sistemas de fijación de la siguiente manera:

***Fijación soporte morral a tablero aglomerado***

Tornillo roscalata de cabeza plana avellanada 3/4"

***Fijación bisagra a tablero aglomerado***

Tornillo Drywall para madera 5/8 "

Bisagra máquina de coser B-300

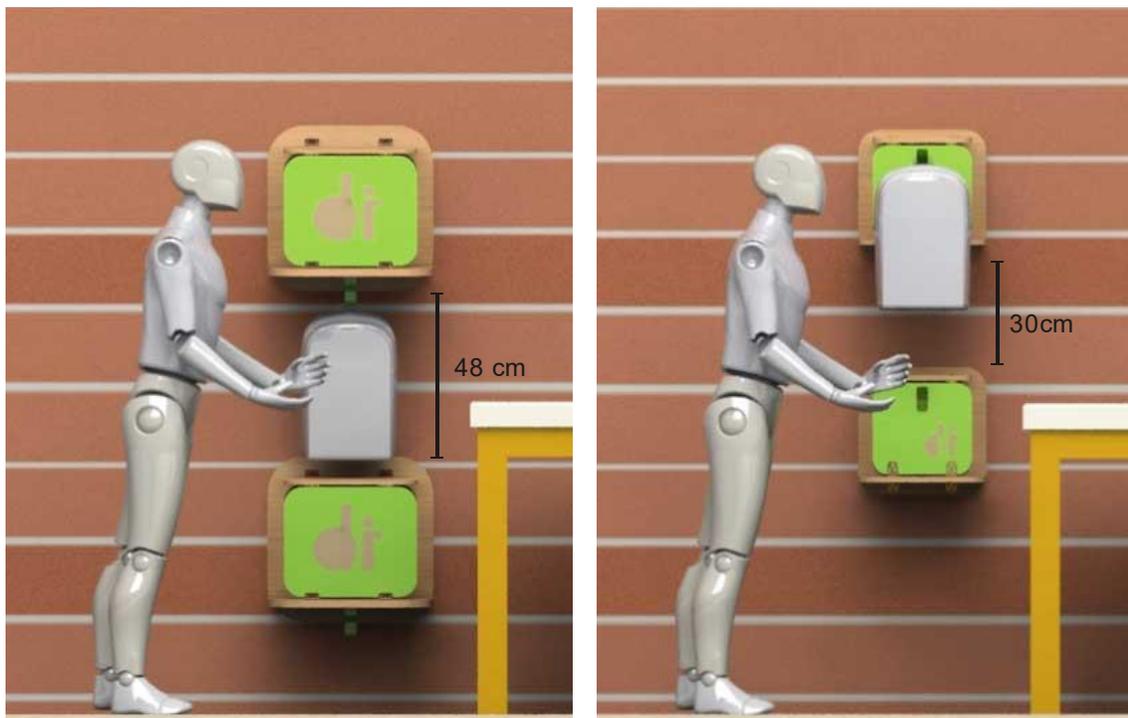
***Fijación estante a pared***

Tornillo roscalata de acero cabeza avellanada 2 ½”

Chazo de expansión de Nylon S6 x 30 mm

**Figura 32**

*Comparación de alternativa preliminar vs final*



Para comprender el funcionamiento, se muestra un diagrama de uso (figura 33).

**Figura 33**

*Diagrama de uso*



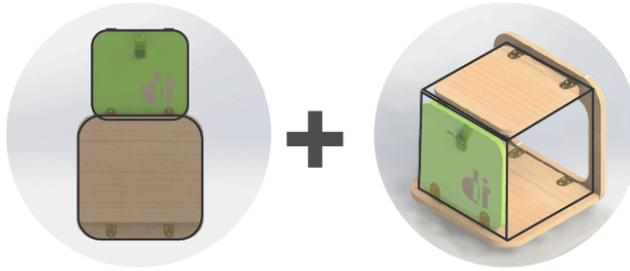
Teniendo en cuenta que la propuesta está diseñada para talleres EDI se observa en el apéndice A una posible ubicación de los estantes (con una separación de 30 cm horizontalmente y 35 cm verticalmente entre ellos), tomando como referencia el salón de cerámicos, ya que es donde se dictan las clases teóricas de las asignaturas de materiales.

*Marca del producto.* Se genera una identidad al estante transformable con el fin de identificarlo, esto incluye el naming, logotipo, paleta de colores y tipografía. El concepto parte del diseño del estante cuando está plegado (Figura 34).

### **Figura 34**

*Marca del producto*

CONCEPTO



Estante plegado

Forma cúbica

LOGOTIPO



ESTANTE TRANSFORMABLE

COLORES



#9CD116  
RGB: 156 209 22  
CMYK: 39 0 100 0

#333333  
RGB: 51 51 51  
CMYK: 0 0 0 80



#4D4D4D  
RGB: 77 77 77  
CMYK: 0 0 0 70

TIPOGRAFÍAS

**Arial Rounded MT Bold**

Montserrat Medium

Montserrat Regular

VARIACIONES



ESTANTE TRANSFORMABLE



ESTANTE TRANSFORMABLE



ESTANTE TRANSFORMABLE

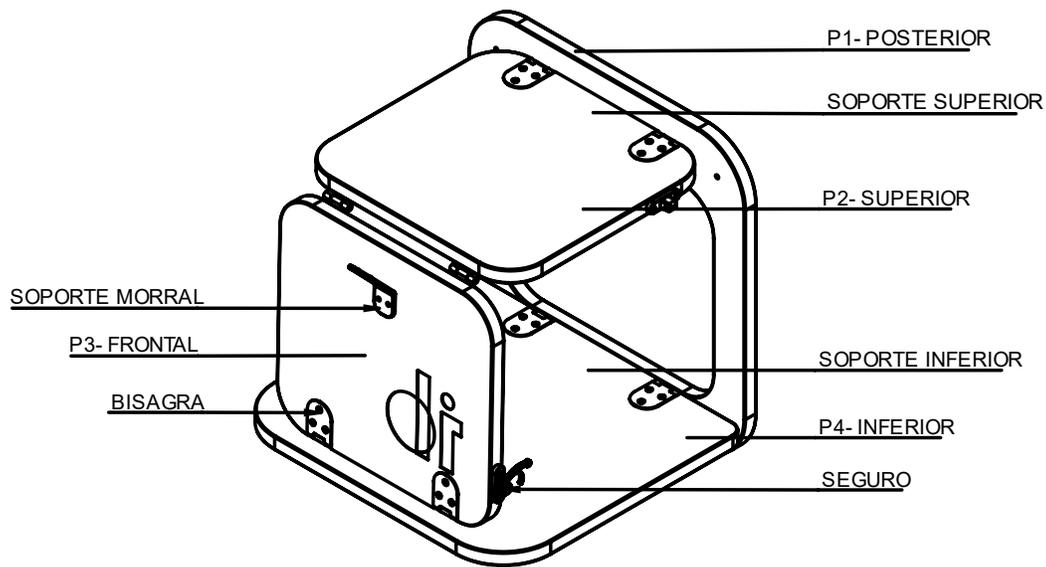
### 3.4. Prototipar

En esta etapa se realiza el diseño de detalle de la propuesta final (Figura 35), donde se define dimensiones, materiales, resistencia del producto. Por último, se elabora un modelo formal para verificar que se cumplan las características previstas.

#### 3.4.1. Diseño de detalle

**Figura 35**

*Partes del estante*



**Tabla 10**

*Componentes del estante*

Pieza	Nombre	Dimensiones (cm)	Cant.	Descripción	Observación
P1	Posterior	35 x 35 x 1,5	1	Superficie elaborada en madera reutilizada, acabado con barniz (opcional) y bisagras.	Considerar perforaciones para tornillos, instalación bisagras, soportes para repisas (inferior y superior) y montaje a la pared.

P2	Superior	25 x 27 x 1,5	1	Superficie elaborada en madera reutilizada, acabado con barniz (opcional) y bisagras.	Considerar perforaciones para tornillos, instalación bisagras y seguro.
P3	Frontal	25 x 27 x 1,5	1	Superficie elaborada en madera reutilizada, pintada con barniz color verde y logo EDI, bisagras y soporte morral.	Considerar perforaciones para tornillos, instalación bisagras, soporte morral y seguro.
P4	Inferior	30,6 x 35 x 1,5	1	Superficie elaborada en madera reutilizada, acabado con barniz (opcional) y bisagras.	Considerar perforaciones para tornillos e instalación bisagras.
P5	Soporte morral	2,5 x 8,5x 0,5	1	Platina de aluminio doblada de 5 mm.	Considerar perforaciones para tornillos.
P6	Bisagra	8 x 3	8	Bisagra máquina cromada con tornillos Drywall 5/8".	-
P7	Seguro		1	Soporte gancho cuna zincado.	-
P8	Soporte inferior	13 x 6 x 3,5	1	Soporte elaborado en cedro y acabado con barniz.	Considerar perforaciones para tornillos.
P9	Soporte superior	13 x 3,5 x 2,9	1	Soporte elaborado en cedro y acabado con barniz.	Considerar perforaciones para tornillos.

Teniendo en cuenta que el material a reutilizar en su mayoría es tablero aglomerado, se propone un recubrimiento con chapa por ambas caras, tapacanto de PVC y un acabado superficial con pintura o barniz.

Por otro lado, se indican los elementos de sujeción empleados en la propuesta:

***Bisagra:***

Referencia: bisagra máquina de coser B-300

Material: chapa de acero laminada en frío calibre 16 (Cold Rolled cincado)

Capacidad: 8 kg aprox.

Ciclos de uso: 100.000 aproximadamente y permite alcanzar ángulos de 180°.

**Tornillo bisagra:** Drywall CRS para madera

Tipo de cabeza: plana

Ranura: Phillips

Recubrimiento: cincado

Dimensiones: Largo: 5/8"- Diámetro: #6 - Rosca: 3,5 mm

Resistencia a tracción: 3,81 KN      Resistencia a cortadura: 1,91 KN

**Tornillo soporte del morral:** Roscalata

Tipo de cabeza: plana avellanada

Ranura: Phillips

Recubrimiento: cincado

Dimensiones: Largo: 3/4"- Diámetro: # 7 - Rosca: 3,9 mm

Resistencia a tracción: 4,64 KN      Resistencia a cortadura: 2,32 KN

Se propone el sistema de anclaje a la pared por medio de chazos de expansión y tornillos roscalata, su capacidad de soporte varía de acuerdo a las características de la superficie (ladrillo hueco) y proceso de instalación.

**Tornillo (4 unidades):** Roscalata de acero

Tipo de cabeza: plana avellanada

Ranura: Phillips

Dimensiones tornillo: Largo: 2 1/2"- Diámetro: #10 - Rosca: 4,8 mm

Resistencia a tracción: 7,11 KN      Resistencia a cortadura: 3,56 KN

Long. Adecuada del tornillo: Long. del tarugo+ espesor a fijar+ diámetro tornillo = 59,8 mm (o más)

**Tarugo/chazo de expansión de Nylon (4 unidades):** S8 (Diámetro: 8 mm)

Longitud: 40 mm

Resistencia en todas las direcciones: 0,53 KN

Carga máxima recomendada en todas las direcciones: 0,15 KN

**Material de fijación:** Tablero aglomerado MDP

Espesor a fijar: 15 mm

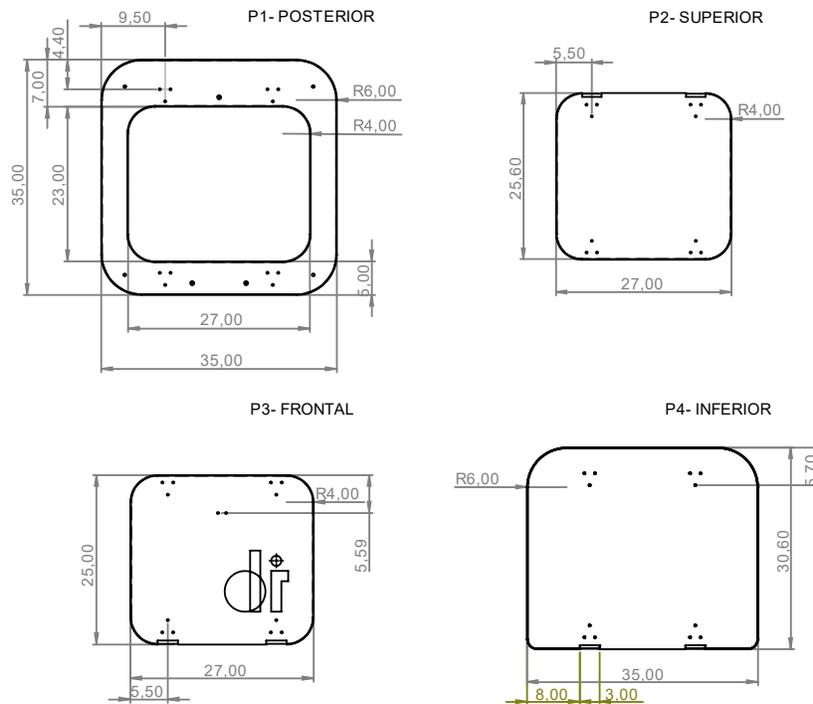
Resistencia al tornillo cara: Es la fuerza requerida para extraer, sin girar, un tornillo alojado en la cara de una pieza de prueba → 110 kgf.

Resistencia al tornillo canto: Es la fuerza requerida para extraer, sin girar, un tornillo alojado en el canto de una pieza de prueba → 70 kgf

Se muestran en la figura 36, las dimensiones en centímetros (cm) para cada una de las piezas del estante. Tener en cuenta que, para mayor detalle de las piezas respecto a las perforaciones para bisagras, soportes de las repisas y seguro, revisar el apéndice B.

### **Figura 36**

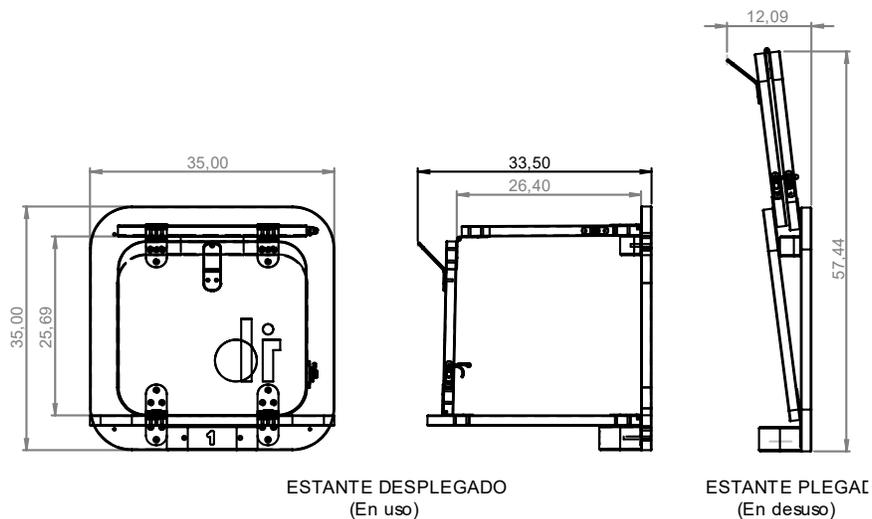
*Dimensiones de las piezas*



Teniendo en cuenta que el producto busca optimizar el espacio, este se puede plegar para reducir el volumen ocupado (40,8%) cuando no se requiere el uso de las repisas, como se muestra en la figura 37.

**Figura 37**

*Dimensiones estante desplegado y plegado*



### 3.4.2. Simulaciones CAD

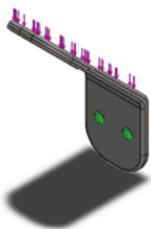
Se realiza un análisis estático por medio de SolidWorks con la extensión de Simulación, donde se muestra el estudio de tensiones, desplazamientos y deformaciones de las piezas que son sometidas a una fuerza de 80 N, que corresponden a 8 kg como peso máximo para el cual fue diseñado el estante.

Cabe aclarar, que se define el cedro como material de las piezas de madera para realizar el estudio y teniendo en cuenta las propiedades del mismo, este tendrá mayor resistencia a las fuerzas que es sometido. Lo anterior, ya que el material del estante será material reutilizado que presenta disminución en sus propiedades y un desgaste ocasionado por el tiempo de uso, para el cual no se tiene conocimiento.

*Soporte del morral.* Se definen las propiedades de la pieza y material (Figura 38), y se aplica una fuerza de 80 N, lo cual se muestra en la figura 39.

### Figura 38

*Propiedades de la pieza y del material*



#### PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS

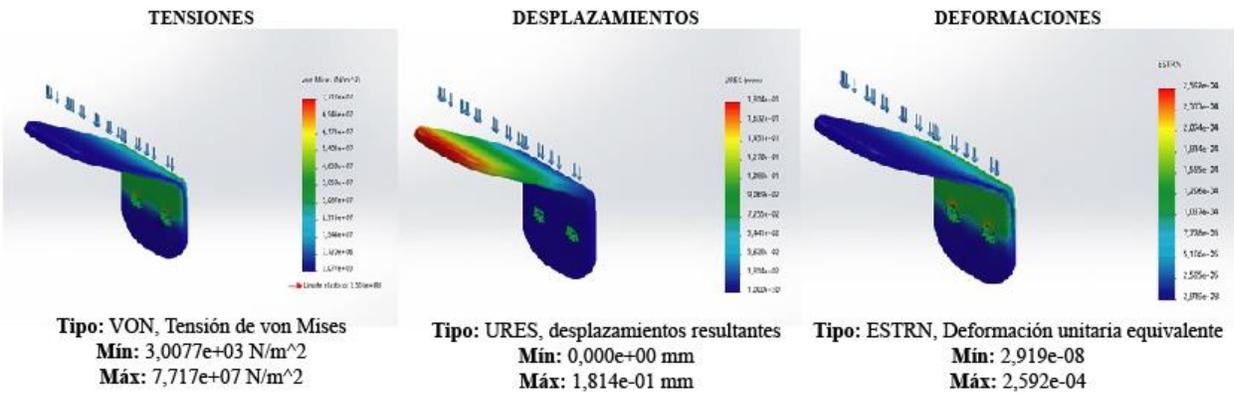
Masa: 0,0463228 kg  
 Volumen: 5,86364e-06 m<sup>3</sup>  
 Densidad: 7.900 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso: 0,453963 N

#### PROPIEDADES DEL MATERIAL

Nombre: AISI 1020  
 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal  
 Límite elástico: 3,51571e+08 N/m<sup>2</sup>  
 Límite de tracción: 4,20507e+08 N/m<sup>2</sup>  
 Módulo elástico: 2e+11 N/m<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Poisson: 0,29  
 Densidad: 7.900 kg/m<sup>3</sup>  
 Módulo cortante: 7,7e+10 N/m<sup>2</sup>

**Figura 39**

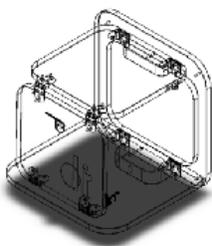
*Análisis estático del soporte*



*Ensamblaje.* Se definen las propiedades de los materiales de las piezas que componen el ensamblaje (Figura 40), y se aplica una fuerza de 80 N en el soporte del morral, que se evidencia en la figura 41.

**Figura 40**

*Propiedades de los materiales de las piezas del ensamble*



**PROPIEDADES DEL MATERIAL- BISAGRAS**

Nombre: Fundición maleable  
 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal  
 Límite elástico: 2,75742e+08 N/m<sup>2</sup>  
 Límite de tracción: 4,13613e+08 N/m<sup>2</sup>  
 Módulo elástico: 1,9e+11 N/m<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Poisson: 0,27  
 Densidad: 7.300 kg/m<sup>3</sup>  
 Módulo cortante: 8,6e+10 N/m<sup>2</sup>

**PROPIEDADES DEL MATERIAL- PIEZAS MADERA**

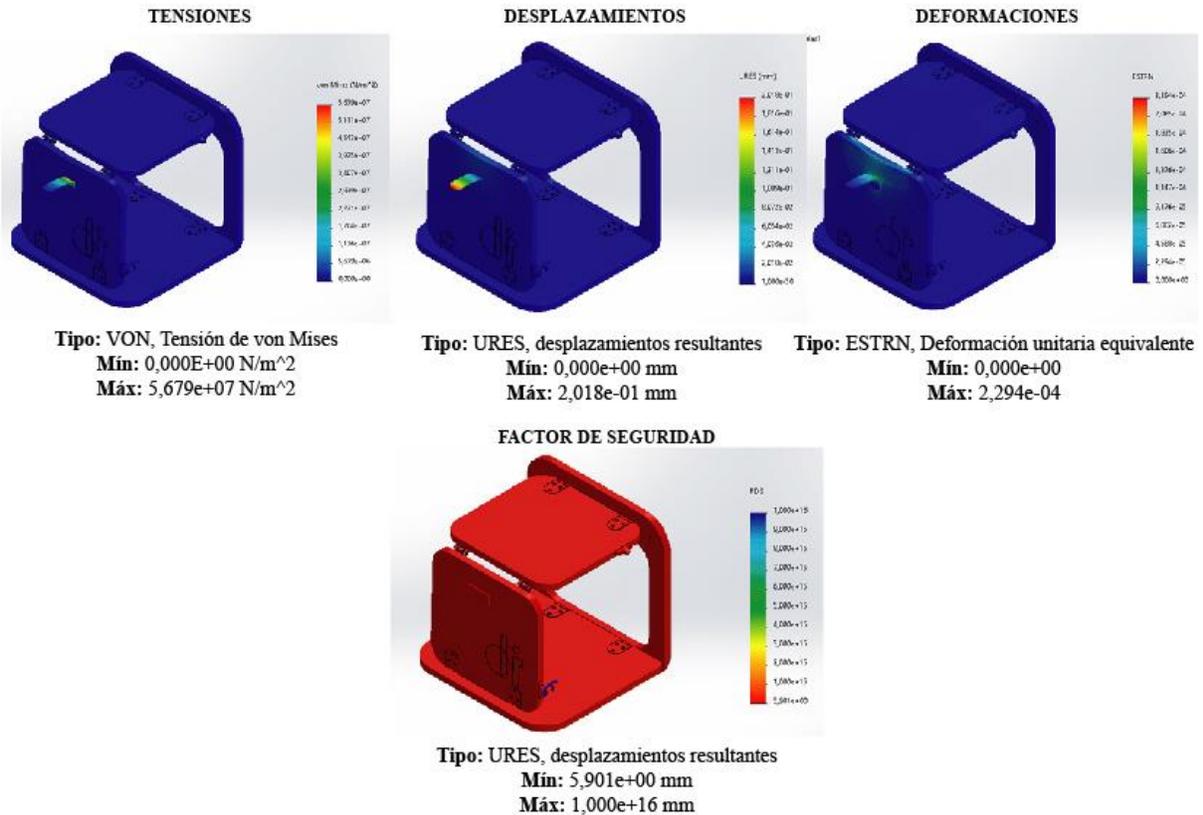
Nombre: Cedro  
 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal  
 Límite de tracción: 1,41216e+08 N/m<sup>2</sup>  
 Límite de compresión: 4,11879e+07 N/m<sup>2</sup>  
 Módulo elástico: 8,82599e+09 N/m<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Poisson: 0,394  
 Densidad: 485 kg/m<sup>3</sup>  
 Módulo cortante: 3,189e+08 N/m<sup>2</sup>

**PROPIEDADES DEL MATERIAL- SEGURO**

Nombre: Zinc AG40A (Zn-4Al-0.4Mg; Zamak 3), fundido  
 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal  
 Límite de tracción: 2,85e+08 N/m<sup>2</sup>  
 Límite de compresión: 4,15e+08 N/m<sup>2</sup>  
 Módulo elástico: 8,5e+10 N/m<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Poisson: 0,3  
 Densidad: 6.600 kg/m<sup>3</sup>  
 Coeficiente de dilatación térmica: 2,7e-05 /Kelvin

**PROPIEDADES DEL MATERIAL**

Nombre: AISI 1020  
 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal  
 Límite elástico: 3,51571e+08 N/m<sup>2</sup>  
 Límite de tracción: 4,20507e+08 N/m<sup>2</sup>  
 Módulo elástico: 2e+11 N/m<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Poisson: 0,29  
 Densidad: 7.900 kg/m<sup>3</sup>  
 Módulo cortante: 7,7e+10 N/m<sup>2</sup>

**Figura 41***Análisis estático del ensamblaje*

Se evidenció mediante la simulación que el soporte del morral al estar sometido a una carga de 80 N, presenta una deformación de 0.18 mm, y a su vez, la pieza frontal de madera una deformación de 0.20 mm, la cual se debe a la fuerza que ejercen los tornillos del soporte del morral sobre la misma. Sin embargo, lo anterior no afecta el funcionamiento del estante ya que es mínima.

### 3.4.3. Modelo formal

Se construye el modelo formal a escala real y en MDF (Figura 42) para verificar dimensiones y el funcionamiento de la propuesta. La construcción se realiza de manera artesanal en una carpintería, con ciertas limitaciones de tiempo y precisión.

**Figura 42***Modelo formal*

A continuación, se registra el proceso de construcción en la figura 43. Para ello, se elabora primero una lista de los componentes y materiales necesarios para la construcción del estante.

**Figura 43***Proceso de construcción de modelo formal*

### 3.5. Testear

#### 3.5.1. Verificaciones

##### 3.5.1.1. Protocolo.

Propósito de la prueba. Con este test de verificación se pretende comprobar los requerimientos técnicos del producto para identificar posibles fallas que impidan el óptimo funcionamiento del mismo durante su uso, y así realizar posteriores modificaciones de ser necesario.

Metodología. Se realiza el diseño de un protocolo para cada aspecto técnico a evaluar (Tabla 11), junto con un formato que el evaluador debe llenar durante el desarrollo de la prueba. Posteriormente, el diseñador utiliza el modelo formal y modelado 3D durante la comprobación. Teniendo en cuenta el tipo de prueba se emplea un computador con software de diseño CAD y acceso a internet y un celular para el registro fotográfico junto con medición de tiempos.

**Tabla 11**

*Criterios prueba de verificación*

Test de verificación	Requerimiento	Propósito	Unidad de medida	Valor de aceptación
1	El producto evita riesgos para el usuario.	Verificar que el producto no presente ángulos agudos.	Sí/No	Si
2	El producto cuenta con herrajes estándar que permiten su fácil reposición.	Verificar que los herrajes que conforman el estante se adquieran en el mercado local.	Sí/No	Sí
3	El producto está diseñado acorde a las medidas antropométricas de	Comprobar que las dimensiones del producto estén dentro de	cm	Percentil 5 y 50

	la población colombiana.	los rangos establecidos.		
4	El diseño del producto permite ubicar elementos personales.	Comprobar que se puede ubicar morral, libreta, termo, entre otros elementos.	Sí/No	Sí
5	El diseño permite la optimización del espacio.	Comparar el volumen del producto en desuso respecto a uno del mercado.	Sí/ No	Sí
6	El diseño del producto optimiza el uso del material reutilizado.	Medir el porcentaje de aprovechamiento.	Porcentaje %	>30

Una vez finalizado los registros de las pruebas, se organiza la información y se realiza el análisis correspondiente para presentar conclusiones y posibles recomendaciones respecto a los aspectos técnicos.

**3.5.1.2. Resultados y análisis.** Se llevan a cabo las pruebas en las cuales se obtienen los siguientes resultados. Primero, respecto a la seguridad se observó en el modelo 3D que las esquinas, bordes y aristas están redondeadas con el propósito de evitar lesiones o riesgos a los usuarios del producto. Igualmente, el soporte del morral también cuenta con un redondeo ya que es la pieza que sobresale cuando se encuentra plegado.

Segundo, el diseño del estante parte de piezas que son accesibles dentro del área metropolitana de Bucaramanga, como son las bisagras, tornillería y seguros. Respecto al soporte del morral, esta permite ser intercambiada cuando presente daño a pesar de no ser una pieza estándar, ya que parte de una lámina de aluminio que puede ser elaborada localmente.

Tercero, la relación usuario-producto se observa en la figura 44 con una persona de 1,66 cm, evidenciándose que se cumple el percentil 50 en el uso del estante, y para el cumplimiento del

percentil 5 se plantea la ubicación de un segundo estante a una distancia de 35 cm debajo del primero.

#### Figura 44

*Relación usuario- producto (escala 1:1)*



Cuarto, la versatilidad del estante se observa en la figura 45, mostrando que puede estar plegado y su vez permitir la ubicación del morral, y una vez desplegado se obtienen dos repisas para ubicación de más elementos personales.

**Figura 45***Versatilidad del producto*

Quinto, el estante transformable se diferencia de un casillero convencional, ya que el volumen disponible para su uso varía con el cambio de posición y, a su vez, permite usar la repisa superior para ubicar elementos de hasta 30 cm de altura aproximadamente. De acuerdo a la tabla 12, se observa que el estante reduce casi a la mitad su volumen cuando está plegado, lo que corresponde a un 40,77 % de optimización del espacio.

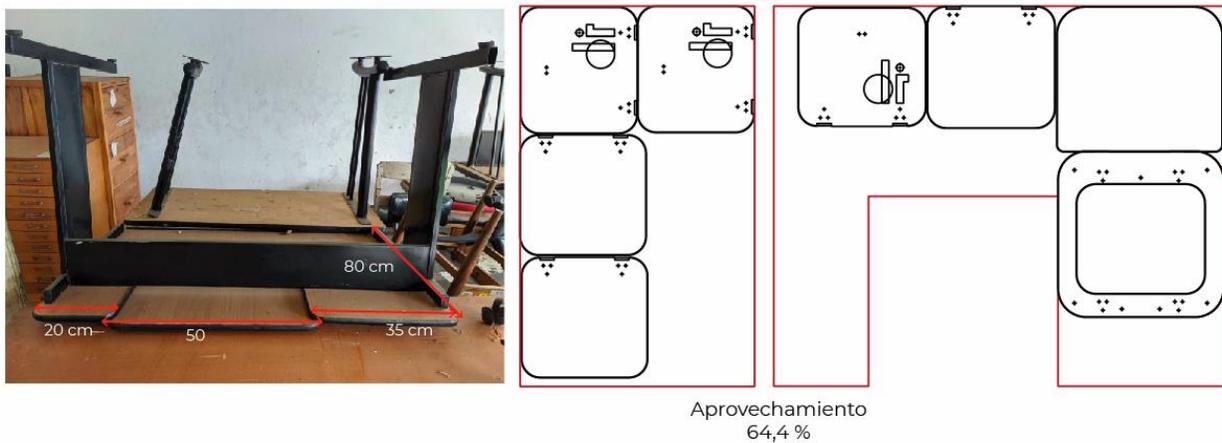
**Tabla 12***Dimensiones de estante transformable y casillero*

Dimensiones	eCubic- Estante transformable		Casillero
	<i>Plegado</i>	<i>Desplegado</i>	
<i>Altura</i>	57,44 cm	35 cm	55,2 cm
<i>Anchura</i>	35 cm	35 cm	29 cm
<i>Profundidad</i>	12,09 cm	33,5 cm	30 cm
<i>Volumen</i>	24306 cm <sup>3</sup>	41038 cm <sup>3</sup>	48024 cm <sup>3</sup>

Por último, se calcula el área de cada una de las piezas del estante y se toma un mobiliario en desuso de la bodega de inventarios como ejemplo para realizar el cálculo del aprovechamiento del material. Tomando las plantillas del mobiliario de la figura 46, se determina que podría aprovecharse hasta un 64,4% del tablero aglomerado, el cual corresponde a las cuatro piezas que componen un estante, más dos piezas superiores y dos frontales. Adicionalmente, se plantea el número de piezas que se pueden obtener de un 1 m<sup>2</sup> de material (Figura 47).

**Figura 46**

*Ejemplo de aprovechamiento de material reutilizado*



**Figura 47**

*Número de piezas obtenidas en un metro cuadrado*

Pieza estante	Área (cm <sup>2</sup> )
Frontal	602.92
Posterior	562.82
Superior	668.22
Inferior	1038.59
<b>Total</b>	<b>2872.55</b>

**3.5.1.3. Conclusiones.** El diseño cumple con lo esperado evitando riesgos cuando está en uso y desuso, un fácil mantenimiento o reposición de piezas dañadas, y sus dimensiones son adecuadas para una buena relación usuario-producto. Además, su sistema de plegado permite la optimización del espacio ya que reduce su volumen, y a su vez, genera versatilidad permitiendo hacer uso del estante según las necesidades del usuario.

Por último, el aprovechamiento del material dependerá de las condiciones físicas del mobiliario que se encuentre en la bodega de inventarios y esté lo más cercano posible a las dimensiones del estante planteado, para evitar generar mayor número de procesos en su fabricación.

### **3.5.2. Validaciones**

#### **3.5.2.1. Protocolo.**

Propósito: evaluar la facilidad de uso e interpretación de la interfaz del estante transformable para identificar problemas de usabilidad que interfieran con el correcto uso del mismo, permitiendo la retroalimentación al diseñador con el fin de modificar aspectos que podrían mejorar el producto.

VARIABLES DE MEDICIÓN: ya que la investigación es de tipo cuasi- experimental y que la toma de datos se realiza de manera prospectiva y transversal, se establecen las variables de la siguiente manera (Tabla 13).

**Tabla 13***Criterios prueba de validación*

<b>Variable independiente</b>	<b>Variable dependiente</b>	<b>Medida</b>	<b>Escala de medida</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Instrumento de medida</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Accesibilidad</b> Desplegar y plegar el estante y acceder a las repisas	Efectividad	Cumplimiento de logros	Ordinal	Discreta	Check list	SI/NO
	Satisfacción	Escala de valoración de satisfacción	Ordinal	Discreta	Escala de Likert	Facilidad acceso 1- Muy difícil 2- Difícil 3- Normal 4- Fácil 5- Muy fácil
<b>Mantenimiento</b> Realizar la limpieza del estante	Eficiencia	Tiempo en completar la tarea	Razón	Continua	Tiempo	Segundos
	Satisfacción	Escala de valoración de satisfacción	Ordinal	Discreta	Escala de Likert	Facilidad limpieza 1- Muy difícil 2- Difícil 3- Normal 4- Fácil 5- Muy fácil
<b>Practicidad</b> Hacer uso del estante	Eficiencia	Tiempo y errores en la ubicación de elementos personales	Razón	Continua	Tiempo Número errores	Minutos Unidades
	Satisfacción	Escala de valoración de satisfacción	Ordinal	Discreta	Escala de Likert	Facilidad de uso 1- Muy difícil 2- Difícil 3- Normal 4- Fácil 5- Muy fácil

*Nota.* También para complementar se hace uso de las preguntas abiertas y preguntas con respuestas dicotómicas.

Participantes: estudiantes de la escuela de diseño industrial de la UIS entre los 18 y 25 años, teniendo en cuenta que se encuentran cursando asignaturas de materiales y hacen un uso frecuente de los talleres de la escuela.

*Tamaño de la muestra (n):* considerando los 108 estudiantes matriculados entre las asignaturas de materiales dadas en talleres, se determina realizar un promedio de la cantidad de estudiantes que hacen uso de los mismos.

$$n = \text{Total de estudiantes} / \text{número de grupos de materiales} = 108 / 6 = 18 \text{ participantes}$$

*Nota:* A causa de la actual emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19 y las medidas tomadas por la universidad no fue posible realizar la prueba dentro de la institución, por lo cual fue necesario reducir el tamaño de la muestra y realizar la prueba con las personas cercanas al diseñador y que cumplieran con el rango de edad. Lo anterior, se planteó con el objetivo de disminuir los posibles riesgos de contagio, y cuidar la salud del diseñador y los participantes.

Metodología: Se aplicó el Test de usabilidad clásico, el cual desarrolla experimentos para obtener información específica acerca de un diseño. Teniendo la participación de una muestra poblacional, se les brindaron unas indicaciones previas para desarrollar la tarea con el estante mientras se realizó registro fotográfico y se hicieron anotaciones. La prueba se llevó a cabo de manera individual y al finalizar la tarea el participante respondió una encuesta que contaba con escala de Likert, preguntas con respuestas dicotómicas y abiertas (Figura 48). Después de realizada la prueba, se procedió a organizar la información y realizar su respectivo análisis, para posteriormente generar conclusiones que permitan realizar modificaciones del producto.

### **Figura 48**

*Formato de preguntas encuesta*

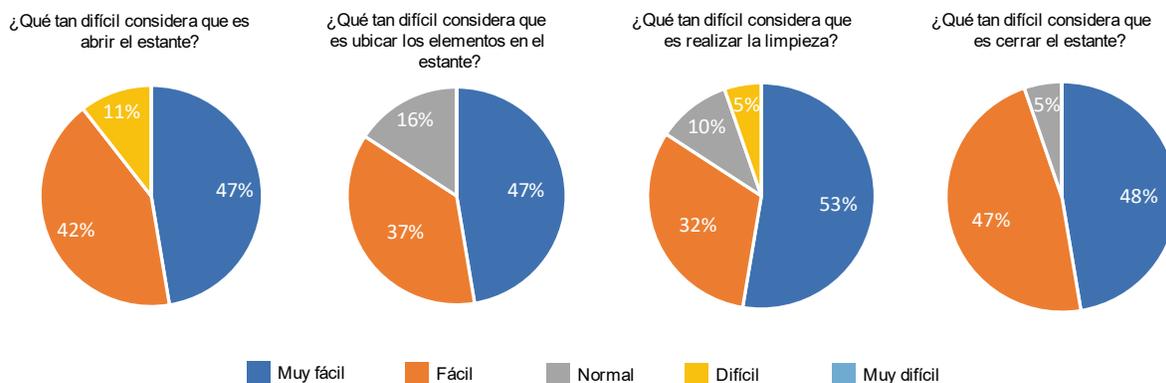
Pregunta	Escala de likert				
	Muy difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muy fácil
¿Qué tan difícil considera que es abrir el estante?					
¿Qué tan difícil considera que es ubicar los elementos en el estante?					
¿Qué tan difícil considera que es realizar la limpieza?					
¿Qué tan difícil considera que es cerrar el estante?					
¿Tuvo inconvenientes para realizar la tarea? Sí___ No___ ¿Cuáles?_____					
¿Qué considera que se podría mejorar?_____					

**3.5.2.2. Preparación.** Se identificó un área que cumpliera de manera cercana con lo planteado en el protocolo, se realizó el montaje del modelo formal a una altura de 163 cm desde el suelo hasta la parte superior del estante y adecuación de los instrumentos para la recolección de información durante la prueba. Además, se llevó a cabo el registro de datos de los participantes y se le determinó un código a cada uno (ej. P1, P2). La prueba fue grabada por medio de registro fotográfico para complementar el análisis de datos.

**3.5.2.3. Resultados.** Se contó con la participación de 19 estudiantes de la escuela de diseño industrial en una encuesta virtual donde se mostró la secuencia de uso, la relación usuario-producto y las dimensiones del estante con ayuda del modelado 3D, esto con el propósito de conocer la percepción del estudiante EDI respecto al estante. Dichos resultados se muestran en la figura 49 y se tendrán en cuenta en el análisis para realizar una comparación con los resultados de la prueba de validación hechas con el modelo real.

**Figura 49**

*Resultados de encuesta de percepción a estudiantes*



La prueba de validación se desarrolló con 6 participantes (Figura 50), en un espacio adaptado en el hogar del investigador y realizando la simulación de los posibles elementos que se llevarían a talleres. Cabe señalar que la tarea asignada fue abrir, ubicar elementos, retirar elementos, realizar limpieza y cerrar el estante. En la tabla 14 se muestran los datos obtenidos.

**Tabla 14**

*Resultados de prueba de validación*

P No.	Sexo	Edad	Estatura (cm)	Efectividad			Eficiencia		Satisfacción			
				¿Cumplió la tarea?	Tiempo 1 (s)	Tiempo 2 (s)	No. errores	¿Qué tan difícil considera que es abrir el estante?	¿Qué tan difícil considera que es ubicar los elementos en el estante?	¿Qué tan difícil considera que es realizar la limpieza?	¿Qué tan difícil considera que es cerrar el estante?	
P1	M	19	178	Sí	6	23	0	Normal	Fácil	Normal	Normal	
P2	M	17	167	Sí	12	70	0	Muy fácil	Fácil	Fácil	Muy fácil	
P3	M	22	178	Sí	8	43	1	Muy fácil	Muy fácil	Muy fácil	Muy fácil	
P4	F	24	165	Sí	8	65	2	Normal	Muy fácil	Muy fácil	Muy fácil	
P5	F	25	159	Sí	12	50	0	Difícil	Fácil	Normal	Difícil	
P6	M	25	176	Sí	10	48	1	Fácil	Normal	Fácil	Fácil	

*Nota.* El tiempo 1 corresponde a la limpieza del estante y el tiempo 2 al uso.

Los elementos entregados a los participantes para ubicar en el estante variaban entre sí, ya que se querían simular diferentes situaciones posibles para tener una muestra heterogénea y más cercana a la realidad.

**Figura 50***Participantes de la prueba de validación*

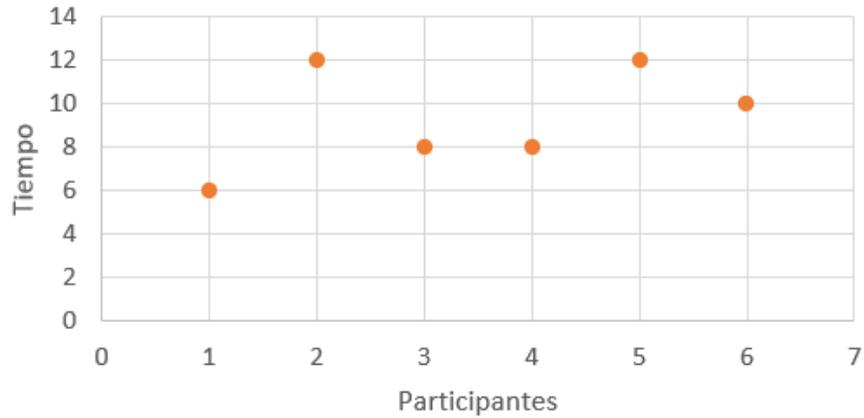
**3.5.2.4. Análisis.** Teniendo en cuenta la estatura de los participantes, se pudo observar que la altura dispuesta para el estante superior (163 cm) permitió un uso correcto, lo que significó que la totalidad de los participantes cumpliera con la tarea asignada. No obstante, se pudo observar que un participante presentó inconvenientes para localizar el seguro, ya que es una pieza pequeña y puede ser necesario un indicador visual. A su vez, un participante reflejó inseguridad al ubicar el morral a causa de un “cabeceo” del sistema, el cual le generó la impresión de poca estabilidad y un posible daño del mismo. Otro rasgo de la prueba fue que algunos participantes no usaron el soporte del morral, ubicándolo en el interior del estante o solo las pertenencias que consideraron menos importantes.

*Eficiencia:* Se emplea el diagrama de dispersión con el objetivo de visualizar el tiempo empleado por los participantes para realizar la limpieza y uso del estante.

Se identifica en la figura 51 que el tiempo oscila entre 6 y 12 segundos para realizar la limpieza, lo anterior puede deberse a la relación entre el usuario y la higiene. Cabe aclarar que para el análisis se exceptuaron los tiempos de limpieza previa realizados por P5 y P6, con el fin de mantener una uniformidad.

**Figura 51**

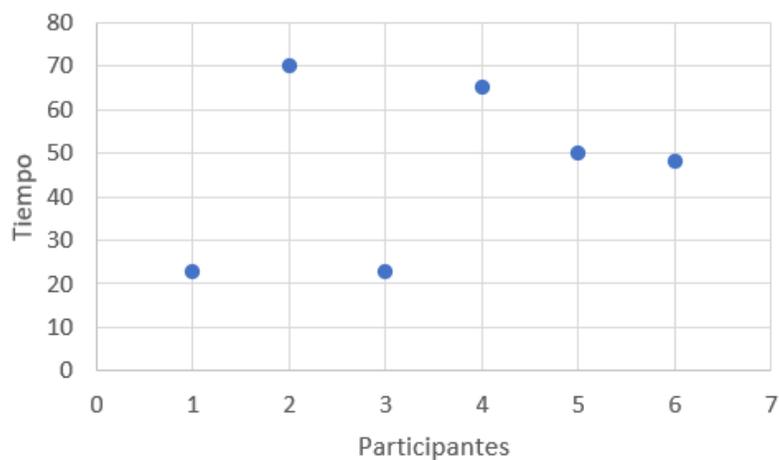
*Diagrama de dispersión de tiempos de limpieza*



Al mismo tiempo, en la figura 52 se observa que el tiempo oscila entre 48 y 70 segundos para el uso del estante, ubicando elementos en las repisas y en el soporte. Los participantes P1 y P3, tuvieron menor tiempo ya que ubicaron menos elementos que los demás participantes.

**Figura 52**

*Diagrama de dispersión de tiempos de uso*

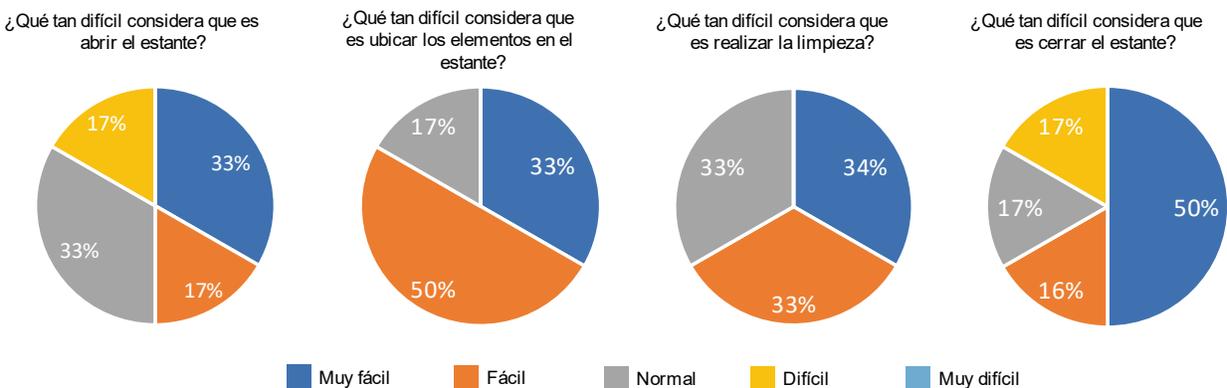


Satisfacción: Se emplea la gráfica circular para mostrar los porcentajes de satisfacción respecto a la dificultad para abrir el estante, ubicar elementos, realizar la limpieza y el cierre.

En la figura 53 se muestran los porcentajes de satisfacción para cada una de las preguntas realizadas en la prueba. Respecto a la dificultad para abrir el estante solo un participante (P5) que corresponde al 17% lo consideró difícil; de acuerdo a este participante esto se debió a que, al llevar varios elementos en las manos, le resultó tedioso realizar la apertura. Por otro lado, el ubicar los elementos fue considerado por la totalidad de los participantes como satisfactorio siendo 50% muy fácil, 33% fácil y 17% normal. Así mismo, se encontraron resultados positivos en cuanto a la limpieza, puesto que ninguno de los participantes manifestó dificultad. Por último, el 50 % de los participantes calificó el cierre como muy fácil y el mismo participante (P5) que indicó difícil abrir el estante tuvo la misma opinión en este paso por la misma razón.

### Figura 53

#### Resultados de satisfacción



Los resultados obtenidos en la figura anterior son similares a los mostrados en la figura 49. Lo anterior, evidencia que la interfaz del estante se interpreta correctamente.

**3.5.2.5. Conclusiones.** De acuerdo a los resultados se puede concluir que la mayoría de los participantes tuvieron una fácil interacción con el estante. La simplicidad del diseño brinda una experiencia satisfactoria a los participantes, lo cual evita frustraciones al momento de interactuar con el mismo.

En relación a la estabilidad del estante los participantes mostraron cierta inseguridad de ubicar elementos pesados, debido a un ligero “cabeceo”, ocasionado por limitaciones de precisión durante la fabricación del modelo formal. Para ello, se ajustan nuevamente los soportes que tienen las repisas en la parte inferior y se refuerzan las uniones con pegamento para mayor estabilidad.

Por último, los resultados demuestran el cumplimiento de los requerimientos de mantenimiento, practicidad y accesibilidad, al encontrarse dentro del valor de aceptación planteado. Sin embargo, es recomendable para futuras pruebas modificar la manera de expresar las preguntas para evitar que los participantes caigan en un posible sesgo. Un posible cambio sería ¿cómo considera qué es abrir el estante?, ¿cómo considera qué es ubicar los elementos en el estante?, ¿cómo considera qué es realizar la limpieza? y ¿cómo considera que es abrir el estante?

#### **4. Proceso de producción**

El proceso de producción se realiza tomando como ejemplo el mobiliario que aparece en la figura 46, y para ello, se usa un diagrama de flujo detallado como se muestra en la figura 54. Además, se muestran en la tabla 15 los procesos de acuerdo a maquinaria empleada y sus tiempos.

**Figura 54**

*Diagrama detallado de flujos de procesos de producción del estante transformable*

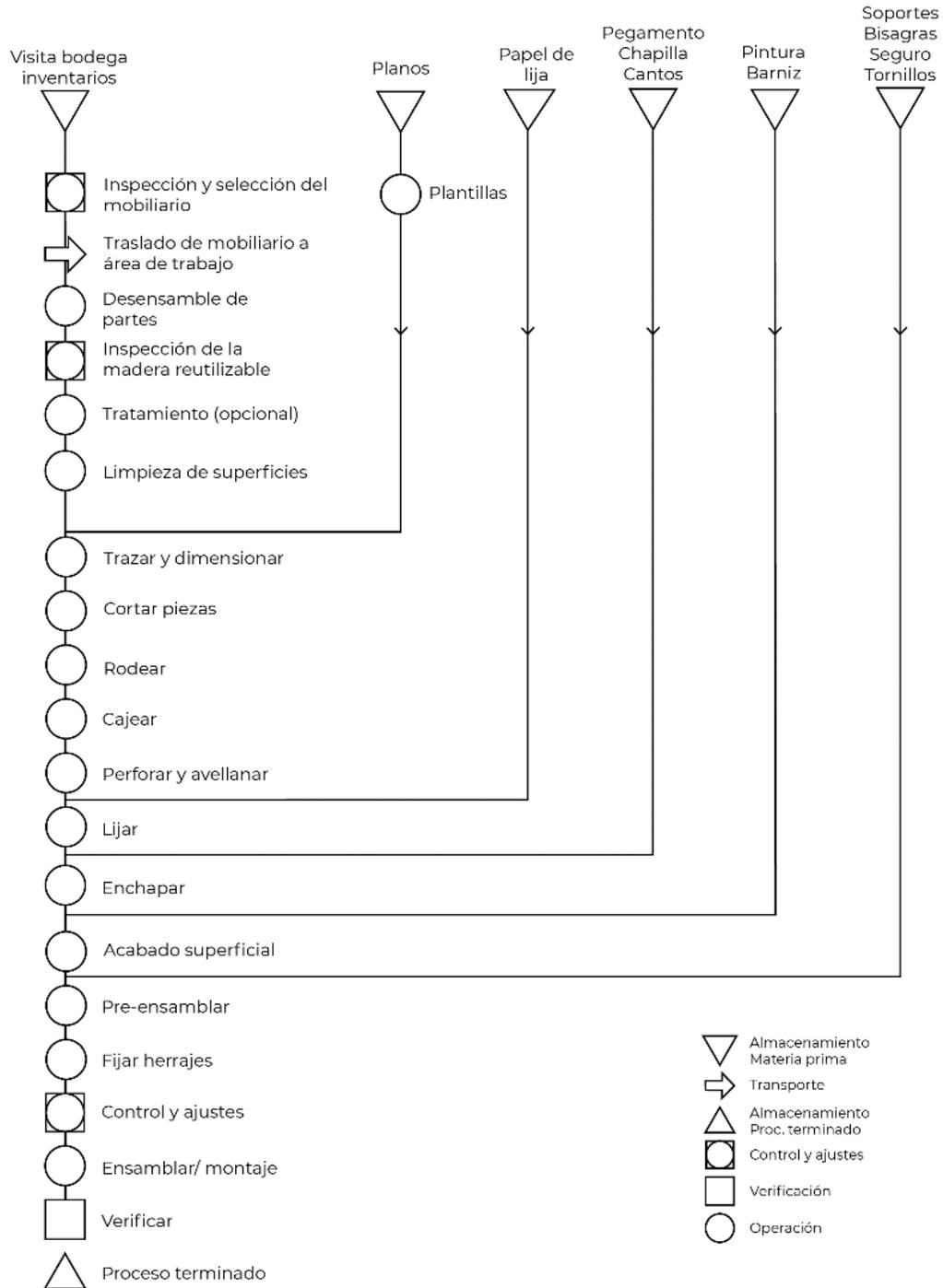


Tabla 15

## Maquinaria y tiempos de producción

	<i>No</i>	<i>Proceso</i>	<i>Maquinaria</i>	<i>Distancia en m</i>	<i>Tiempo máquina aprox. (min)</i>	<i>Tiempo Mano obra aprox. (min)</i>
<b>PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA</b>	1	Desensamble de partes*	Taladro percutor /Caladora manual	0	10	30
	2	Inspección de la madera*	-	0	0	2
	3	Tratamiento (opcional)*	-	0	0	10
	4	Limpieza de superficies*	-	0	0	5
<b>PROCESOS FABRICACIÓN DEL ESTANTE</b>	5	Trazar y dimensionar (plantilla)	-	0	0	5
	6	Cortar piezas	Sierra circular Caladora manual	2	3 2	9
	7	Rodear	Sierra de cinta	5	2,5	4
	8	Cajear	-	2	0	12
	9	Perforar y avellanar	Taladro percutor/de pedestal	0	2	5
	10	Lijar	-	0	0	8
	11	Enchapar**	-	0	0	15
	12	Acabado superficial	Compresor de aire con pistola	15	2	5
	13	Pre-ensamblar	Taladro percutor	15	3	10
	14	Fijar herrajes	Taladro percutor	0	1	2
	15	Control y ajustes	-	0	0	2
	16	Ensamblar/montaje	Taladro percutor	0	2	10
	17	Verificar/inspección visual	-	0	0	2
<b>TOTAL</b>				<b>39</b>	<b>27,5</b>	<b>136</b>

\* Los valores varían de acuerdo al tipo de mobiliario que se decida reutilizar.

\*\*Se enchapan los cantos y se recubrirá nuevamente el tablero si se encuentra muy deteriorado.

### 5. Comparación de Costos

A continuación, se realiza una estimación aproximada de los costos de fabricación de una unidad del estante transformable con material reutilizado y virgen, los cuales se muestran en la tabla 16 y tabla 17 respectivamente. Para esto, se define reutilizar de la bodega de inventarios la madera o tableros aglomerados presentes en el mobiliario como materia prima, y a su vez, su recubrimiento de encontrarse este en buen estado. Los herrajes serán nuevos, teniendo en cuenta que se plantean con el fin de mantener una coherencia formal (bisagras y seguro), y se considera adecuado usar tornillería nueva para el estante transformable.

**Tabla 16**

*Costos de fabricación de estante transformable con material reutilizado*

<b><i>COSTOS MATERIA PRIMA</i></b>				
<b><i>Ítem</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>	<b><i>Cantidad</i></b>	<b><i>Valor unitario</i></b>	<b><i>Valor total</i></b>
<b><i>1</i></b>	Madera reutilizada	1	\$ 0	\$ 0
<b><i>2</i></b>	Tornillo roscalata 3/4" cabeza avellanada plana	2	\$ 50	\$ 100
<b><i>3</i></b>	Bisagra máquina cromada	8	\$ 1.200	\$ 9.600
<b><i>4</i></b>	Platina de aluminio 2"	1	\$ 8.000	\$ 8.000
<b><i>5</i></b>	Soporte gancho cuna cincado	1	\$ 2.900	\$ 2.900
<b><i>6</i></b>	Drywall 5/8" Cincado	48	\$ 20	\$ 960
<b><i>7</i></b>	Canto flexible 19 mm (6 m)	1	\$ 1.900	\$ 11.400
<b><i>8</i></b>	Barniz color verde 1/8	1	\$ 3.500	\$ 3.500
<b><i>Total</i></b>				<b><i>\$ 36.460</i></b>
<b><i>COSTOS DE FABRICACIÓN</i></b>				
<b><i>1</i></b>	Mano de obra			\$ 9.000
<b><i>2</i></b>	Maquinaria			\$ 18.000
<b><i>3</i></b>	Transporte de material			\$ 10.000
<b><i>Total</i></b>				<b><i>\$ 37.000</i></b>
<b><i>TOTAL</i></b>				<b><i>\$ 73.460</i></b>

**Tabla 17***Costos de fabricación de estante transformable con material virgen*

<b><i>COSTOS MATERIA PRIMA</i></b>				
<b><i>Ítem</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>	<b><i>Cantidad</i></b>	<b><i>Valor unitario</i></b>	<b><i>Valor total</i></b>
<b><i>1</i></b>	Tablero MDP melamínico 15 mm x m2*	1/2	\$ 22.906	\$ 22.906
<b><i>2</i></b>	Tornillo roscalata 3/4" cabeza avellanada plana	2	\$ 50	\$ 100
<b><i>3</i></b>	Bisagra máquina cromada	8	\$ 1.200	\$ 9.600
<b><i>4</i></b>	Platina de aluminio 2"	1	\$ 8.000	\$ 8.000
<b><i>5</i></b>	Soporte gancho cuna cincado	1	\$ 2.900	\$ 2.900
<b><i>6</i></b>	Drywall 5/8" Cincado	48	\$ 20	\$ 960
<b><i>7</i></b>	Canto flexible 19 mm (6 m)	1	\$ 1.900	\$ 11.400
<b><i>8</i></b>	Soportes repisas en cedro	2	\$ 2.000	\$ 4.000
<b><i>9</i></b>	Barniz color verde 1/8	1	\$ 3.500	\$ 3.500
			<b><i>Total</i></b>	<b>\$ 63.366</b>
<b><i>COSTOS DE FABRICACIÓN</i></b>				
<b><i>1</i></b>	Mano de obra			\$ 6.000
<b><i>2</i></b>	Maquinaria			\$ 15.000
<b><i>3</i></b>	Transporte de material			\$ 5.000
			<b><i>Total</i></b>	<b>\$ 26.000</b>
			<b><i>TOTAL</i></b>	<b>\$ 89.366</b>

\* Un metro cuadrado tiene un costo de \$ 45.921 y saldrían dos estantes aprox.

Los costos entre un producto completamente nuevo respecto a uno con material reutilizado varían en la adquisición de la materia prima, el proceso de producción, mano de obra y transporte del material. Lo anterior, se debe a que la materia prima no tiene un costo de adquisición si se emplea material reutilizado que ha sido dado de baja. Respecto a la fabricación, la diferencia radica en que el material reutilizado requiere un tratamiento previo para estar en condiciones óptimas que permitan considerarlo materia prima para la fabricación del estante. Además, el transporte se debe tener en cuenta, ya que el mobiliario dado de baja tendrá que ser trasladado al taller para empezar

su proceso de reutilización, y esto dependerá de la distancia a recorrer, el volumen y peso del mobiliario.

## **6. Análisis ambiental**

En relación con el análisis ambiental, se muestran inicialmente los parámetros ambientales que fueron considerados para el desarrollo de la propuesta, tales como: multifunción y versatilidad, optimización del espacio, uso de material reutilizado, disminución de tratamientos superficiales, reducción del uso de material y número de etapas productivas, diseño clásico, fácil mantenimiento y reparación, uso de piezas reemplazables y de fácil acceso, junto con el fácil desmontaje de componentes.

De modo que, el estante transformable permite reducir el volumen ocupado cuando se encuentra plegado, facilitando el desplazamiento por el salón y, al mismo tiempo el aumento de unidades transportadas de una sola vez, lo que disminuye el consumo de combustible empleado en el transporte. El uso de material reutilizado (madera y sus derivados) reduce el consumo de materias primas vírgenes, contaminantes y recursos usados durante la producción. También, la reducción de etapas productivas puede disminuir el consumo energético empleado en la fabricación, por ejemplo, la eliminación de pintura de no ser necesaria. Igualmente, el uso de piezas reemplazables permite alargar el tiempo de vida útil del producto; de forma similar, el fácil desmontaje de las piezas permitirá una mejor disposición final. De la misma manera, el diseño clásico del producto evitará que “pase de moda” y sea dado de baja por desuso, junto con el aumento en el aprovechamiento de material usado.

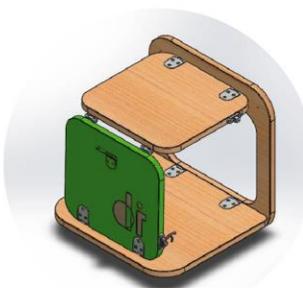
Posteriormente, se realiza un comparativo de sostenibilidad por medio de SolidWorks con el propósito de evaluar el impacto ambiental de la propuesta con material reutilizado respecto a

uno con material virgen. Para este se tienen valores tales como el tiempo que puede durar un tablero laminado el cual oscila entre 10 y 15 años aproximadamente (Taylor, 2018), si se tiene en cuenta que el material es reutilizado sus condiciones disminuyen por factores ambientales y de uso; se establece una distancia recorrida durante su fabricación (Wilson, 2009) y desde el punto de adquisición de la materia prima, tomando como ejemplo la empresa NOVOPAN en Ecuador que es el principal proveedor de Madecentro (Reyes, 2018), y la bodega de inventarios, llegando ambas a los talleres de la escuela de diseño para la fabricación del producto; por último, se determina el consumo energético empleado para la fabricación de 1m<sup>3</sup> de MDP (Wilson, 2009) para el hecho con material virgen. En la figura 55 se observan los resultados obtenidos, determinando que el mayor impacto ambiental es ocasionado en la etapa de fabricación y transporte. Lo anterior, depende de la obtención del material virgen, ya que según los procesos se requiere un consumo energético y se producen diferentes contaminantes al medio ambiente. Igualmente, el fin de vida útil está relacionado con los materiales que componen el producto, su composición química y su tratamiento de disposición final.

Por todo esto, se puede concluir que el uso de madera reutilizada disminuye los indicadores ambientales de huella de carbono (20%), energía total consumida (13%), acidificación atmosférica (6,9%) y eutrofización del agua (8,3%) respecto a los del uso de material nuevo.

### **Figura 55**

*Análisis ambiental del estante con material reutilizado respecto a material virgen*

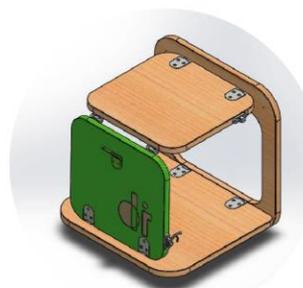


Material Reutilizado

Peso: 2544,9 g  
 Construido para durar: 12 años  
 Utilización durante: 10 años  
 Cantidad de energía para ensamblaje: 0 kWh  
 Cantidad de energía para utilización: 0 kWh  
 Distancia en camión: 1 km

**FIN DE VIDA ÚTIL**

Reciclado: 10 %  
 Incinerado: 0 %  
 Vertedero: 90 %



Material virgen

Peso: 2544,9 g  
 Construido para durar: 15 años  
 Utilización durante: 10 años  
 Cantidad de energía para ensamblaje: 644,16 kWh  
 Cantidad de energía para utilización: 0 kWh  
 Distancia en camión: 2132 km

**FIN DE VIDA ÚTIL**

Reciclado: 10 %  
 Incinerado: 0 %  
 Vertedero: 90 %

**Huella de carbono**



2000 kg CO<sub>2</sub>e

Material:	23 kg CO <sub>2</sub> e
Fabricación:	2000 kg CO <sub>2</sub> e
Utilización:	0.00 kg CO <sub>2</sub> e
Transporte:	0.145 kg CO <sub>2</sub> e
Fin de la vida útil:	1.6 kg CO <sub>2</sub> e

**Huella de carbono**



2500 kg CO<sub>2</sub>e

Material:	23 kg CO <sub>2</sub> e
Fabricación:	2500 kg CO <sub>2</sub> e
Utilización:	0.00 kg CO <sub>2</sub> e
Transporte:	0.412 kg CO <sub>2</sub> e
Fin de la vida útil:	1.6 kg CO <sub>2</sub> e

**Energía total consumida**



2.0E+4 MJ

Material:	230 MJ
Fabricación:	2.0E+4 MJ
Utilización:	0.00 MJ
Transporte:	2.0 MJ
Fin de la vida útil:	1.2 MJ

**Energía total consumida**



2.3E+4 MJ

Material:	230 MJ
Fabricación:	2.2E+4 MJ
Utilización:	0.00 MJ
Transporte:	5.6 MJ
Fin de la vida útil:	1.2 MJ

**Acidificación atmosférica**



27 kg SO<sub>2</sub>e

Material:	0.231 kg SO <sub>2</sub> e
Fabricación:	27 kg SO <sub>2</sub> e
Utilización:	0.00 kg SO <sub>2</sub> e
Transporte:	6.7E-4 kg SO <sub>2</sub> e
Fin de la vida útil:	6.0E-4 kg SO <sub>2</sub> e

**Acidificación atmosférica**



29 kg SO<sub>2</sub>e

Material:	0.231 kg SO <sub>2</sub> e
Fabricación:	29 kg SO <sub>2</sub> e
Utilización:	0.00 kg SO <sub>2</sub> e
Transporte:	1.9E-3 kg SO <sub>2</sub> e
Fin de la vida útil:	6.0E-4 kg SO <sub>2</sub> e

**Eutrofización del agua**



1.1 kg PO<sub>4</sub>e

Material:	0.023 kg PO <sub>4</sub> e
Fabricación:	1.1 kg PO <sub>4</sub> e
Utilización:	0.00 kg PO <sub>4</sub> e
Transporte:	1.4E-4 kg PO <sub>4</sub> e
Fin de la vida útil:	2.8E-3 kg PO <sub>4</sub> e

**Eutrofización del agua**



1.2 kg PO<sub>4</sub>e

Material:	0.023 kg PO <sub>4</sub> e
Fabricación:	1.1 kg PO <sub>4</sub> e
Utilización:	0.00 kg PO <sub>4</sub> e
Transporte:	4.1E-4 kg PO <sub>4</sub> e
Fin de la vida útil:	2.8E-3 kg PO <sub>4</sub> e

## 7. Conclusiones

La investigación permitió conocer el funcionamiento de la sección de inventarios e identificar por medio de la base de datos que en el periodo de enero- septiembre del 2019 se encontraban 822 elementos entre muebles y enseres, clasificados en desuso (18%), regular estado (5%), mal estado (6%) y no especifica (71%), este último se debe a que no se había determinado la razón de baja de la totalidad de los mobiliarios para la fecha.

Por otro lado, debido a limitaciones como rotación del mobiliario, políticas de la sección de inventarios y tiempos reducidos durante las visitas a la bodega, se establece por medio de la inspección visual que el material a reutilizar es la madera (principalmente los tableros) ya que se encuentra en mayor cantidad. Es por esto, que se tomó como muestra un mobiliario en desuso encontrado durante las visitas (figura 46) para realizar el cálculo de reutilización de la madera que lo compone, siendo este un 64,4%.

Teniendo en cuenta los requerimientos de diseño, se logró proponer un estante transformable y modular, que permitiese solucionar la carencia de un mobiliario para la ubicación de los elementos personales de los estudiantes cuando hacen uso de los talleres de la escuela, el cual podría ayudar a la organización y generar unas mejores condiciones de estudio. Es por esto que se diseñó eCubic, un sistema plegable que permite la optimización del espacio reduciendo su volumen, y a su vez, generando versatilidad según las necesidades del usuario.

Las pruebas de verificación permitieron comprobar que el estante soporta los 8 kg para los que está diseñado con un factor de seguridad de 5.9, no presenta riesgos para el usuario, se adapta correctamente a las dimensiones antropométricas y cuenta con piezas estándar que permiten su fácil reparación; en las pruebas de validación se encontró que su tiempo de uso está dentro del

estimado con un tiempo que oscila entre los 48 y 70 segundos, y que los resultados obtenidos en las preguntas de satisfacción fueron positivos con un porcentaje mayor al 50% en cada uno de los pasos realizados durante la tarea.

El análisis ambiental demuestra que implementar parámetros ambientales para el desarrollo de un producto contribuye a disminuir la contaminación generada durante el ciclo de vida del mismo, ya que se reutiliza material y se reduce principalmente el impacto ocasionado durante la obtención del material virgen y menores procesos productivos que disminuyen el consumo de energía. Por otra parte, un diseño que permita reemplazar sus piezas ayuda a prolongar la vida útil del producto, así como un fácil desmontaje de componentes ayuda a la disposición final, ya sea por reutilización, reciclaje, incineración con recuperación de energía o depósito de vertedero.

Finalmente, se observa que el estante transformable puede ser utilizado en otros laboratorios de la universidad, ya que su diseño modular permite adaptarlo a diferentes espacios e igualmente modificar el logo de la pieza frontal dependiendo de donde lo deseen implementar. Es por esto que se tendría un mayor aprovechamiento del material que se encuentra en disposición final, y a su vez, disminuir el impacto ambiental que genera la institución con el mismo.

### Referencias bibliográficas

10DECO. (2020). [Fotografía de Modelo Lolli Soft de CLEI].

<https://www.10decoracion.com/aprovecha-tu-espacio-con-muebles-multifuncionales/>

ARCHITONIC. (s.f.) [Fotografía de Fläpps Shelf 80x80-3].

<https://www.architonic.com/en/product/ambivalenz-flapps-shelf-80x80-3-white/1529141>

ARCHITONIC. (2016). [Fotografía de Monolith de Extendo].

<https://www.architonic.com/es/product/extendo-monolith/1394877>

Campos, L. (2019). *Mobiliario multifuncional y su implementación en la vivienda de interés social en Ecuador*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/29402>

Casierra, N. (2016). *Diseño de mobiliarios transformables para estudiantes que radican momentáneamente en la ciudad donde realizan sus estudios superiores zona 8*. (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11466>

Danius, P. (2012) [Fotografía de TRANSFORMER FURNITURE 2.0]. BEHANCE.

<https://www.behance.net/gallery/3000781/TRANSFORMER-FURNITURE-20>

Decreto 1713 de 2002 [Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial (MAVDT)].

Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Agosto 6 de 2002.

DINNGO. (s.f). *Design Thinking en español*. <http://www.designthinking.es/inicio/index.php>

- Duarte, L. (2017). *Estudio para el aprovechamiento de los residuos de equipos y elementos de cómputo generados en la Universidad Industrial de Santander*. (Tesis de maestría). Universidad de Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.
- Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*.  
[http://www.frsfco.utn.edu.ar/seu/curso\\_garnero/Fundam.%20de%20EIA.pdf](http://www.frsfco.utn.edu.ar/seu/curso_garnero/Fundam.%20de%20EIA.pdf)
- Experimenta. (2014). [Fotografía de Stockwerk].  
<https://www.experimenta.es/noticias/industrial/stockwerk-meike-harde-4143/>
- IHOBE -Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (2000). *Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de Implantación en 7 pasos*. IHOBE S.A.  
[http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/ekodiseinu7/es\\_def/adjuntos/PUB-2000-014-f-C-001.pdf](http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/ekodiseinu7/es_def/adjuntos/PUB-2000-014-f-C-001.pdf)
- IHOBE - Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (2010). *Guías sectoriales de ecodiseño. Mobiliario*. IHOBE S.A.  
[https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guias\\_sectoriales\\_ecodisenio/es\\_def/adjuntos/mobiliario.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guias_sectoriales_ecodisenio/es_def/adjuntos/mobiliario.pdf)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2011). *Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño (NTC-ISO 14006)*.  
<https://docplayer.es/82120500-Norma-tecnica-ntc-iso-colombiana-14006.html>
- Jain, U. (2020). [Fotografía Elevate]. BEHANCE. [https://www.behance.net/gallery/96055209/-Elevate-Bookshelf-Shares-your-love-for-books?tracking\\_source=search\\_projects\\_recommended%7CShelf](https://www.behance.net/gallery/96055209/-Elevate-Bookshelf-Shares-your-love-for-books?tracking_source=search_projects_recommended%7CShelf)

Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Diciembre 22 de 1993. D.O. No. 41146.

Maradei, M., Espinel, F., Peñal, A. (2008). Estudio de Valores Antropométricos para la Región Nororiental Colombiana 2007-2008. *UIS Ingenierías*, Volumen 7, No. 2, 153 - 167.  
[https://www.researchgate.net/publication/285406933\\_Estudio\\_de\\_valores\\_antropometricos\\_para\\_la\\_region\\_nororiental\\_colombiana\\_2007-2008](https://www.researchgate.net/publication/285406933_Estudio_de_valores_antropometricos_para_la_region_nororiental_colombiana_2007-2008)

MUEBLEX. (s.f.). [Fotografía de Locker metálico 9 casilleros].  
<https://www.mublex.com/archivadores/lockers-casilleros-metalicos/locker-metalico-9-casilleros>

Navarro, A. (2013). [Fotografía de Multifunctional furniture for kids]. BEHANCE.  
[https://www.behance.net/gallery/6587691/Multifunctional-furniture-for-kids?tracking\\_source=search\\_users\\_recommended%7CADRIAN%20NAVARRO](https://www.behance.net/gallery/6587691/Multifunctional-furniture-for-kids?tracking_source=search_users_recommended%7CADRIAN%20NAVARRO)

Porada. (s.f.). [Fotografía Pit Stop]. <https://www.porada.it/es/productos/zapateros-varios/pit-stop>

LAGO. (2002). [Fotografía de Librería Tangram]. <https://www.lago.it/es/design/libreria-tangram/>

Real Academia Española. (s.f.). Estante. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 3 de octubre de 2020, de <https://dle.rae.es/estante>

Reyes, A. (2018). *Propuesta de proceso para la transformación con fines de reciclaje, del principal residuo aglomerado distribuido y procesado por la empresa Madecentro Colombia S.A.S* [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás de Bucaramanga].

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/16119/2018aurareyes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, J. (2012). *Modelo de visualización del diseño centrado en el usuario a la gestión del ciclo de vida del producto (PLM)*. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. <https://docplayer.es/832180-Modelo-de-visualizacion-del-disenio-centrado-en-el-usuario-a-la-gestion-del-ciclo-de-vida-del-producto-plm.html>

Rondadesign. (s.f.). [Fotografía de Libera 45]. <https://rondadesign.it/en/products/libera-45/>

Sanz, F. (2014). *Ecodiseño Un nuevo concepto en el desarrollo de productos*. Consultado en [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj38ZiD05nmAhWBzlkKHauRC10QFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Flibro%2F334814.pdf&usg=AOvVaw2SLjMa\\_v4pPXOHzhIi3CfV](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj38ZiD05nmAhWBzlkKHauRC10QFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Flibro%2F334814.pdf&usg=AOvVaw2SLjMa_v4pPXOHzhIi3CfV)

Taylor, J. (2018). Particle Board vs MDF: Make the Right Choice. GharPedia. <https://gharpedia.com/blog/particle-board-vs-mdf/>

Universidad Industrial de Santander – UIS- (2007). *Caracterización de subproceso inventarios*. <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/financieros/INVENTARIOS/CARACTERIZACION/CFI.04.pdf>

Universidad Industrial de Santander -UIS- (2017). *Manual Normativo y Procedimental para la Administración y Control de los Bienes Muebles de la UIS*. <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/financieros/INVENTARIOS/MANUAL/MFI.02.pdf>

Universidad Industrial de Santander – UIS-. (2019). *Programa de manejo de residuos sólidos – BPM.*

[https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/bienestar\\_estudiantil/programas/PGBE.02.pdf](https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/bienestar_estudiantil/programas/PGBE.02.pdf)

Universidad Industrial de Santander- UIS-.(s.f.). *UIS en cifras 2019-1.*

<https://www.uis.edu.co/planeacion/documentos/uisencifras/2019/matriculados.html>

Universidad Industrial de Santander -UIS- (s.f.). *Responsabilidades en el Manejo de los Bienes.*

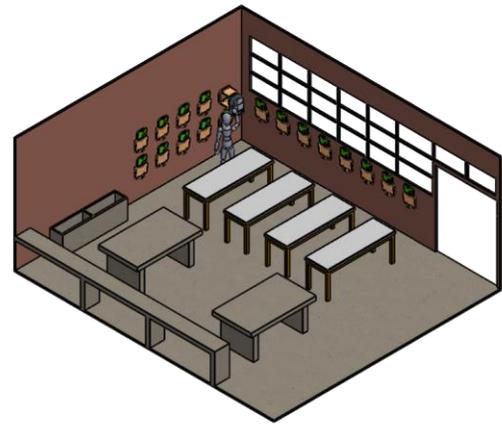
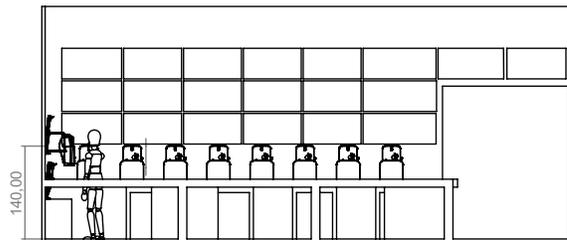
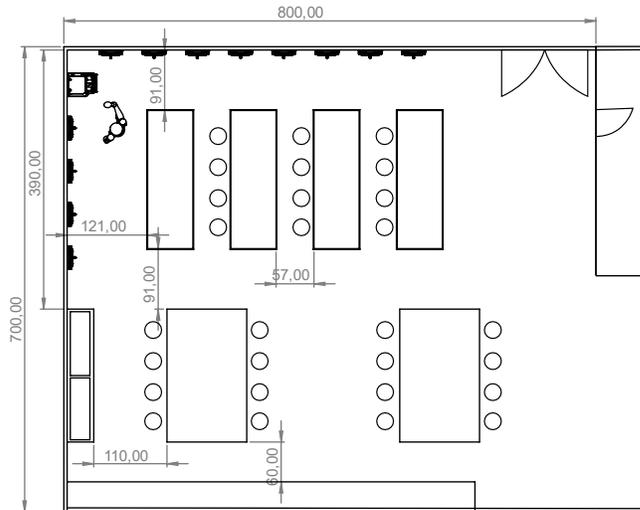
<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/financiera/secciones/inventarios/responsabilidadesManejoBienes.html>

Wilson, J. (2009). Life-cycle inventory of particleboard in terms of resources, emissions, energy and carbon. *Wood and Fiber Science*, 42(CORRIM Special Issue), 2010, pp. 90–106

<https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/download/1349/1349>

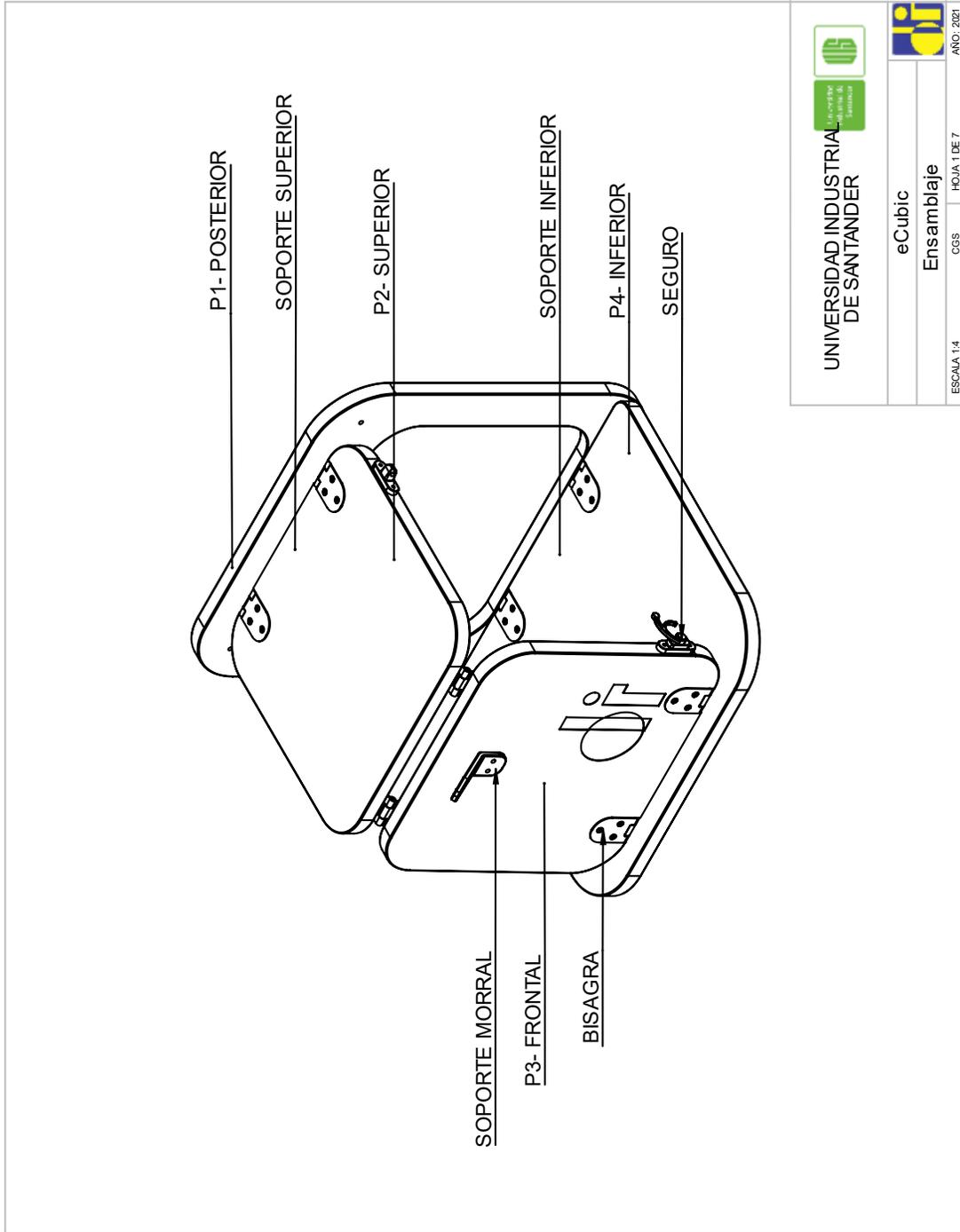
Apéndices

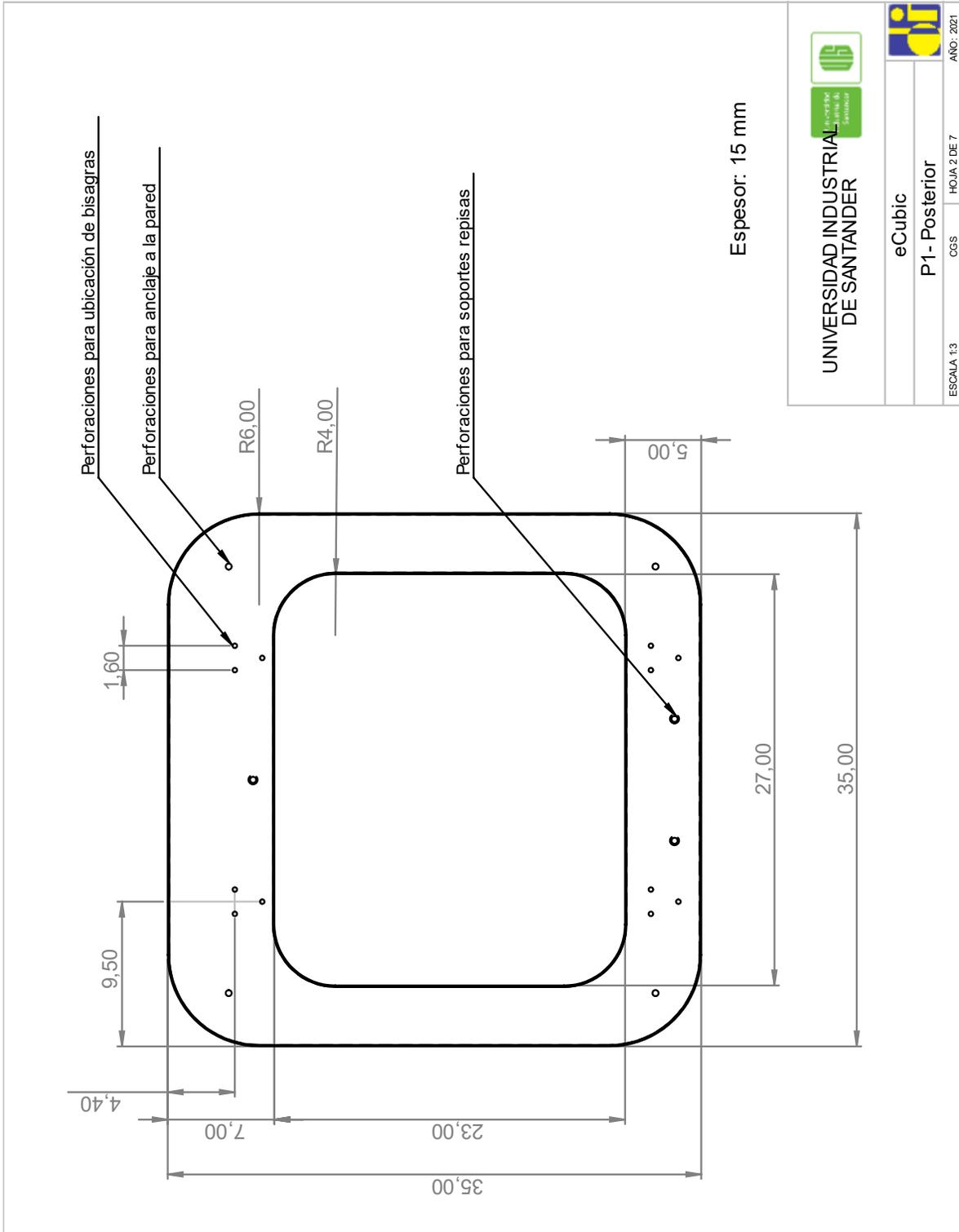
Apéndice A. Ubicación de estantes para el salón de cerámicos



Salón de cerámicos  
Dimensiones aproximadas en cm

**Apéndice B.** Planos técnicos de eCubic – Estante transformable





UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER



eCubic

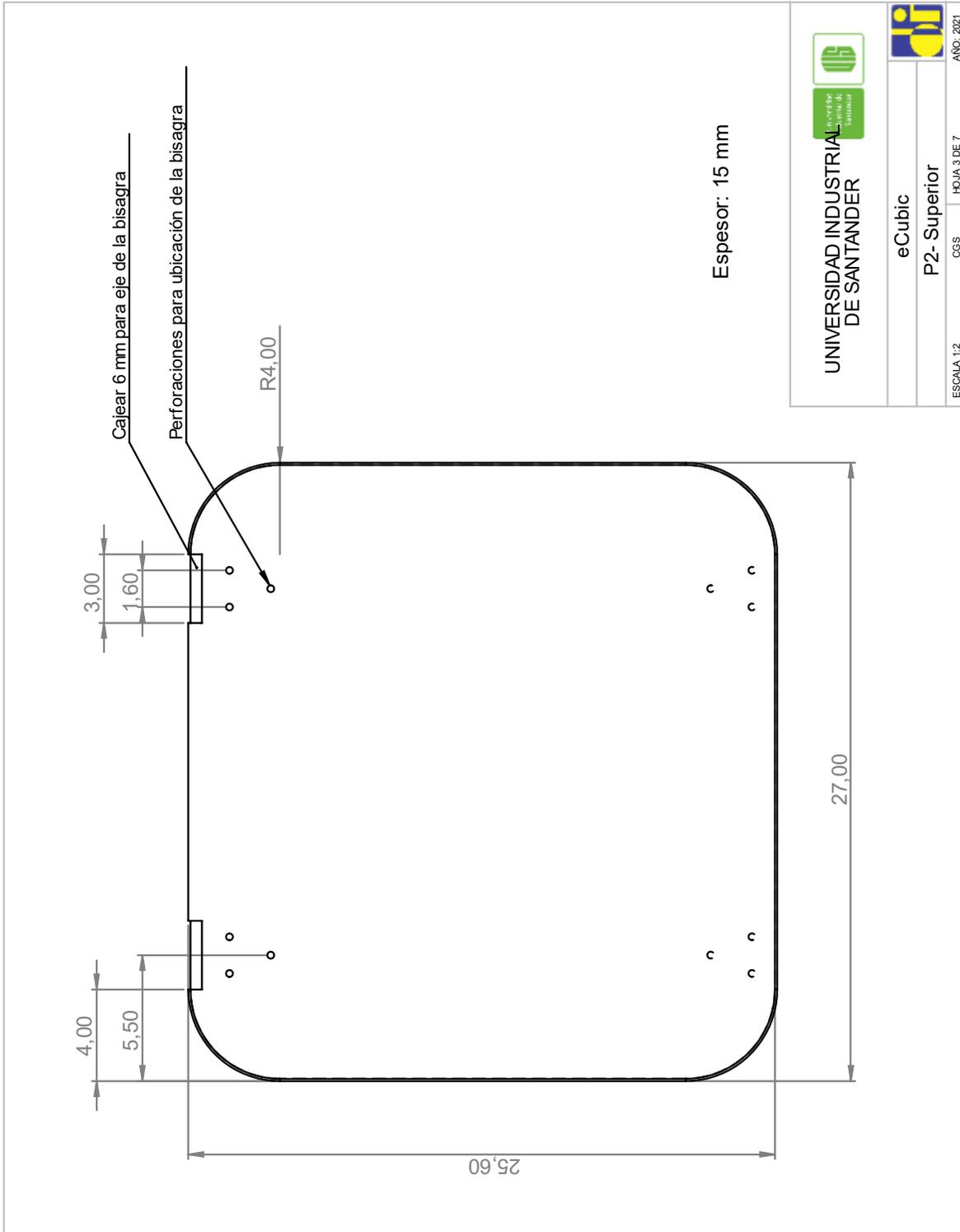
P1 - Posterior

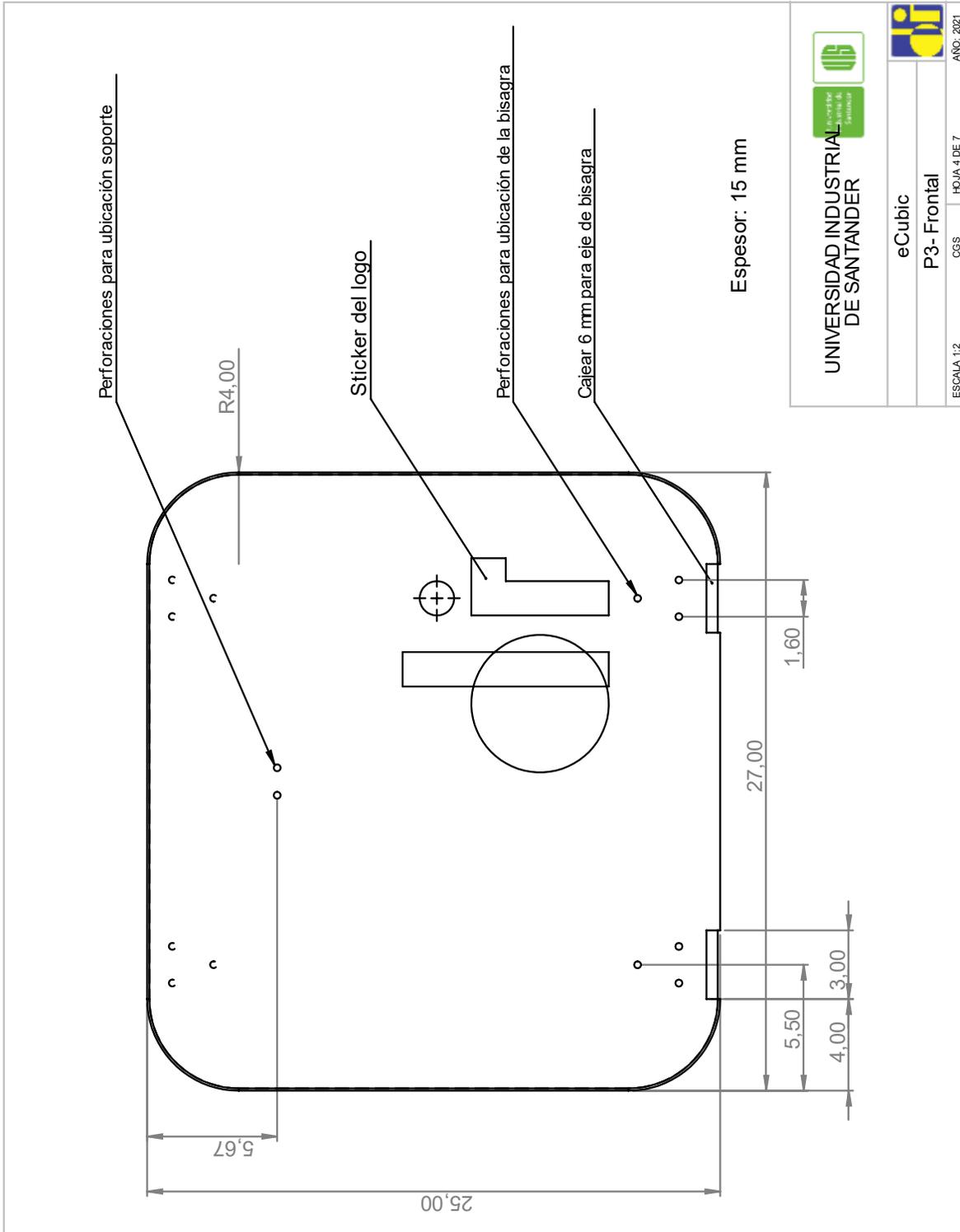
ESCALA 1:3

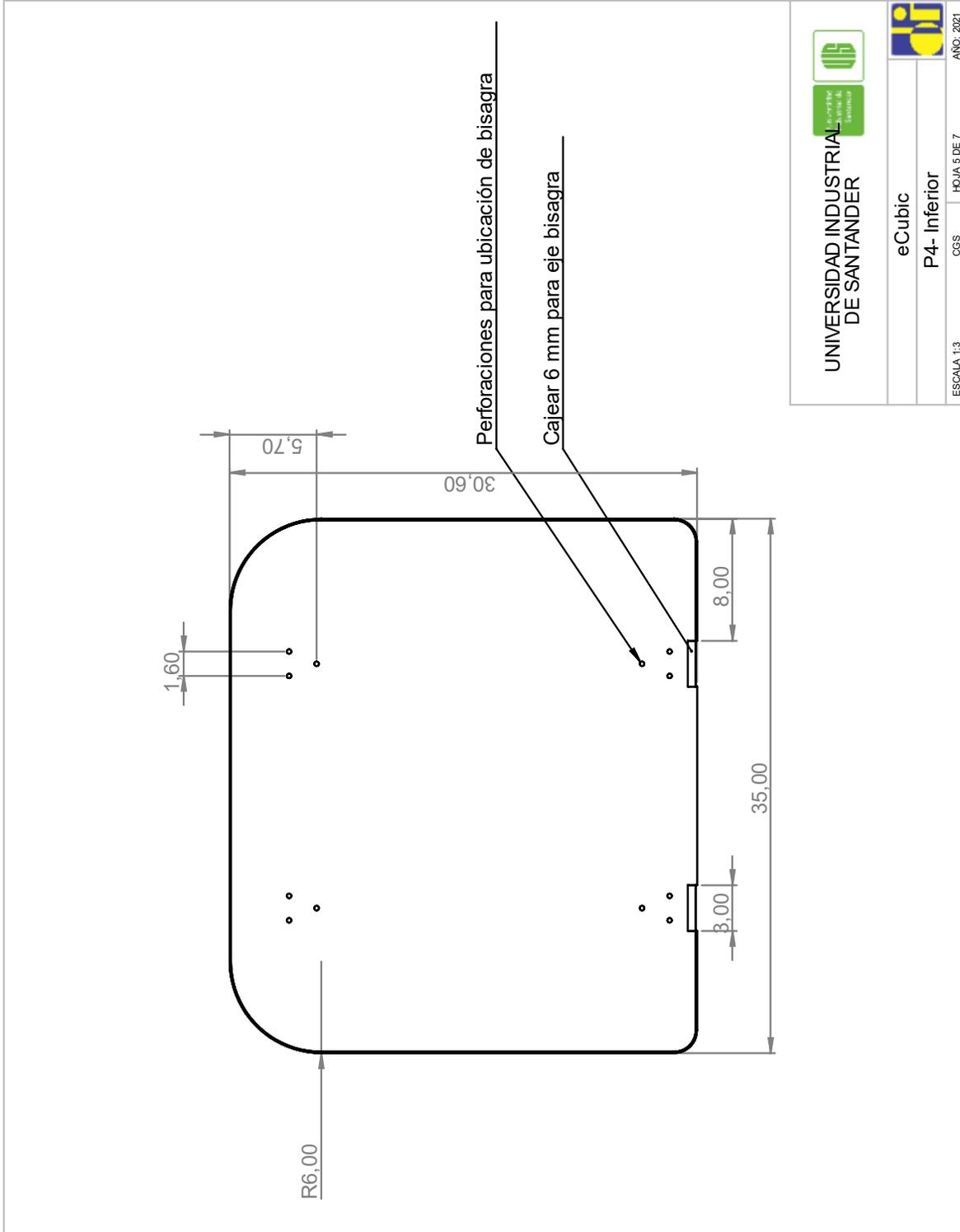
CGS

HOJA 2 DE 7

AÑO: 2021







UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER



eCubic

P4- Inferior

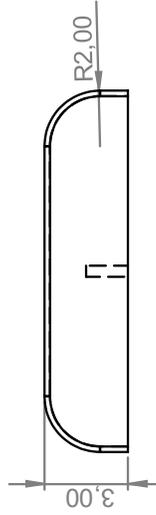
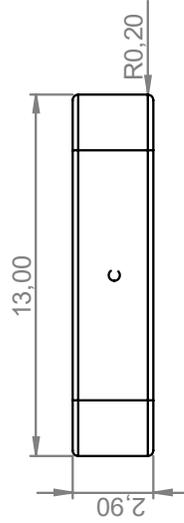
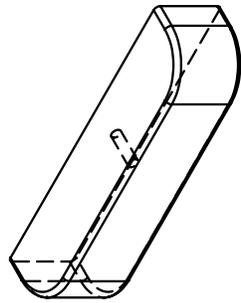
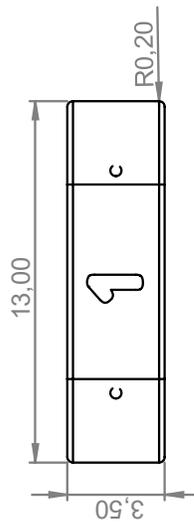
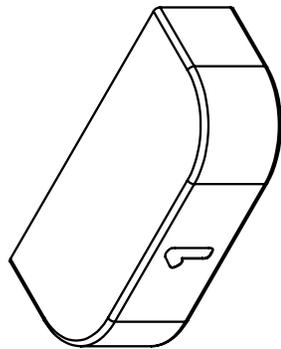
ESCALA: 1:3

CGS

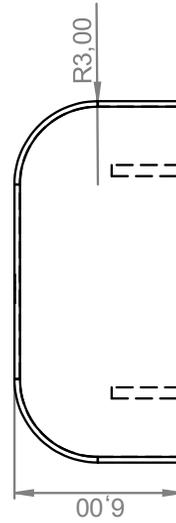
HOJA 5 DE 7

AÑO: 2021

Perforaciones para unión a la P1



SOPORTE SUPERIOR



SOPORTE INFERIOR

