

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual**

**Diseño de carcasa adaptable para componentes  
electrónicos utilizados en el prototipado.**

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Licenciado(a) en Diseño de Productos**

Presentado por:

Grenli Daniel Ordóñez Rosero

Alejandro Xavier Jordán Álvarez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; (*nombre de los participantes*) y doy(damos) mi(nuestro) consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Grenli Ordóñez



Alejandro Jordán

# EVALUADORES

.....  
**Jimmy Ernesto Cañizares Pozo**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Da Hee Park Kim**

PROFESORA TUTORA

## RESUMEN

En este proyecto, se diseñó un producto destinado a resolver la mala organización de los circuitos que los usuarios experimentan al crear prototipos de sus proyectos electrónicos, causada por el uso de medios inadecuados para su transporte, a saber, una caja de zapatos. Durante el proceso de diseño, se consultó a dos profesionales del campo de electrónica y a los integrantes del club de Mecatrónica de la ESPOL, quienes nos ayudaron a entender, de mejor manera, sus necesidades y a validar los prototipos diseñados por medio de programas CAD. Los prototipos fueron impresos en 3D para probar su funcionabilidad y versatilidad. Como resultado, se diseñó una carcasa modular que permite la fijación de módulos y cables de un circuito electrónico general, siendo adaptable y fácil de transportar. El producto resolvió las necesidades de los usuarios, evidenciadas en los análisis de los grupos focales, ya que les ayudó a organizar su trabajo y les ofreció un medio seguro y funcional para transportar sus proyectos, evitando desconexiones o contratiempos no deseados.

**Palabras claves:** *Diseño Modular, Diseño de Productos, Electrónica, Prototipado.*

## **ABSTRACT**

This project designed a product aimed to solve the poor circuit organization that the user experiences when prototyping their electronic projects caused by the usage of inadequate materials for transportation e.g., a shoe box. During the design process, two electronic experts and the members of ESPOL's Mechatronics Club were consulted to better understand the user needs and to validate the prototypes designed with computer-aided design (CAD) programs. Prototypes were then 3D printed to test their functionality and versatility. As a result, an adaptive and portable modular case that allows the connection of electronic modules and cables was designed. The product resolved the user needs, as evidenced in the focus group analyses, for it aided them to organize their work and offered a safe and functional means of transporting their projects, preventing unwanted disconnections or setbacks.

**Keywords:** *Modular Design, Prototyping, Product Design, Electronics.*

## CONTENIDO

<b>EVALUADORES</b> .....	<b>3</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>12</b>
INTRODUCCIÓN .....	12
1.1 DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA .....	14
1.2 OBJETIVOS .....	14
1.2.1 <i>Objetivo General</i> .....	14
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	15
1.4 GRUPO OBJETIVO / BENEFICIARIOS .....	15
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
2.1 IMPORTANCIA DEL PROTOTIPADO EN EL ÁREA DE ELECTRÓNICA .....	16
2.2 COMPONENTES ELECTRÓNICOS UTILIZADOS EN PROYECTOS GENERALES .....	17
2.3 TIPO DE CARCASAS PARA COMPONENTES ELECTRÓNICOS UTILIZADOS EN EL PROTOTIPADO .....	17
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EN DISEÑO .....	20
3.1 <i>Observación etnográfica pasiva</i> .....	20
3.2 <i>Entrevista estructurada</i> .....	21
3.3 <i>Entrevista semi estructurada</i> .....	23
3.4 <i>Grupo de enfoque (focus group)</i> .....	23
3.5 <i>Prototipo</i> .....	25
3.5.1 Baja calidad .....	25
3.5.2 Alta calidad .....	25
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	26
4.1 <i>Observación etnográfica pasiva</i> .....	26
4.2 <i>Entrevista estructurada</i> .....	28
4.3 <i>Entrevista semi estructurada</i> .....	29

4.4	<i>Grupo de enfoque</i>	32
4.4.1	GRUPO A	32
4.4.2	GRUPO B	35
4.5	<i>Prototipo</i>	38
4.5.1	Base	38
4.5.2	Separadores	41
4.5.3	Separadores de cables	48
4.5.4	Paredes	50
4.5.5	Uniones	52
4.5.6	Tapa	56
4.5.7	Accesorios	57
4.5.8	Patas	58
4.5.9	Contextualización del producto	59
4.6	PRODUCTO FINAL	60
4.6.1	<i>Renders</i>	61
4.6.2	<i>Planos técnicos</i>	63
4.6.3	<i>Presupuesto</i>	68
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>71</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>73</b>
	<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>97</b>

## **ABREVIATURAS**

ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene
CAD	Computer – Aided Design
CNC	Computerized Numerical Control
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FEPOL	Federación de Estudiantes Politécnicos del Litoral
FICMP	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
FIEC	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
IOT	Internet of Things
LCD	Liquid Cristal Display
LED	Light – Emitting Diode
PBC	Printed Circuit Board
PETG	Polyethylene Terephthalate Glycol
PLA	Polylactic Acid

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 CAPTURA DE KITS BÁSICOS DE ELECTRÓNICA. ....	17
FIGURA 2 CARCASAS DE LA TIENDA ONLINE TINDIE. ....	18
FIGURA 3 CARCASAS DE PROTOSTAX. ....	18
FIGURA 4 CARCASA APILABLE – PROTOSTAX. ....	19
FIGURA 5 MÉTODO OBSERVACIONAL ETNOGRÁFICO PASIVO. ....	26
FIGURA 6 GRUPO DE ENFOQUE - GRUPO A. ....	32
FIGURA 7 GRUPO A - MANIPULACIÓN DEL PROTOTIPO. ....	33
FIGURA 8 GRUPO A - PRUEBA DE TRANSPORTABILIDAD. ....	34
FIGURA 9 GRUPO A - PRUEBA DE FUNCIONABILIDAD. ....	34
FIGURA 10 GRUPO DE ENFOQUE - GRUPO B. ....	35
FIGURA 11 GRUPO B - MANIPULACIÓN DEL PROTOTIPO. ....	36
FIGURA 12 GRUPO B - PRUEBA DE FUNCIONALIDAD. ....	36
FIGURA 13 GRUPO B - PRUEBA DE TRANSPORTABILIDAD. ....	37
FIGURA 14 PROTOTIPO DE BAJA CALIDAD. ....	38
FIGURA 15 DISEÑO CAD – MALLA. ....	39
FIGURA 16 PROTOTIPO MALLA. ....	40
FIGURA 17 MODELO CAD - MALLA PARA PROTOTIPO. ....	40
FIGURA 18 MODELO CAD - MALLA FINAL. ....	41
FIGURA 19 MODELO CAD - SEPARADOR INICIAL. ....	42
FIGURA 20 PROTOTIPO - SEPARADOR INICIAL. ....	43
FIGURA 21 PROTOTIPO - SEPARADOR (1º ITERACIÓN). ....	44
FIGURA 22 PROTOTIPO - SEPARADOR (2º ITERACIÓN). ....	45
FIGURA 23 PROTOTIPO - SEPARADOR (3º ITERACIÓN). ....	46
FIGURA 24 PROTOTIPO - LEVANTA MÓDULO. ....	47
FIGURA 25 MODELO CAD - SEPARADOR (4º ITERACIÓN). ....	48
FIGURA 26 PROTOTIPO - SEPARADOR DE CABLES (CONTEXTO DE USO). ....	49
FIGURA 27 PROTOTIPO - SEPARADOR DE CABLES. ....	49
FIGURA 28 MODELO CAD - PARED HUECOS. ....	50
FIGURA 29 PROTOTIPO - PARED HUECOS. ....	50
FIGURA 30 MODELO CAD - PARED MALLA. ....	51
FIGURA 31 PROTOTIPO - PARED MALLA. ....	51
FIGURA 32 MODELO CAD - PARED LLANA. ....	52
FIGURA 33 PROTOTIPO – ENSAMBLE. ....	53
FIGURA 34 PROTOTIPADO - PRUEBAS DE TOLERANCIA. ....	54
FIGURA 35 PROTOTIPO - CARCASA FINAL. ....	55
FIGURA 36 PROTOTIPO - ENSAMBLE CON NUEVO SISTEMA. ....	55

FIGURA 37 PROTOTIPO – TAPA.....	56
FIGURA 38 PROTOTIPO - TAPA (PRODUCTO COMPLETO).....	57
FIGURA 39 PROTOTIPO – CAJA.....	57
FIGURA 40 PROTOTIPO - CAJA CERRADA.....	58
FIGURA 41 PROTOTIPO – PATA.....	58
FIGURA 42 PROTOTIPO - PATA CON CAUCHO.....	59
FIGURA 43 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PRODUCTO 1.....	59
FIGURA 44 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PRODUCTO 2.....	60
FIGURA 45 RENDER 1.....	61
FIGURA 46 RENDER 2.....	62
FIGURA 47 RENDER 3.....	62
FIGURA 48 RENDE 4.....	63
FIGURA 49 PLANOS 1.....	63
FIGURA 50 PLANOS 3.....	64
FIGURA 51 PLANOS 2.....	64
FIGURA 52 PLANOS 5.....	65
FIGURA 53 PLANOS 4.....	65
FIGURA 54 PLANOS 7.....	66
FIGURA 55 PLANOS 6.....	66
FIGURA 56 PLANOS 8.....	67

# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PLANTILLA: OBSERVACIÓN ETNOGRÁFICA PASIVA.....	21
TABLA 2 PERFILES.....	21
TABLA 3 CUESTIONARIO.....	23
TABLA 4 CUESTIONARIO.....	25
TABLA 5 OBSERVACIÓN ETNOGRÁFICA PASIVA.....	28
TABLA 6 RESUMEN DE ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS.....	29
TABLA 7 RESUMEN DE LOS AVANCES DURANTE LA FASE DE DESARROLLO.....	32
TABLA 8 RESUMEN DE ASPECTOS DEL PROTOTIPO.....	37
TABLA 9 TABLA DE COSTES EN PROTOTIPADO.....	68
TABLA 10 COSTE DE MANUFACTURA A PEQUEÑA ESCALA.....	69

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

Un proyecto electrónico está conformado por una variedad de módulos y elementos que interactúan entre sí por medio de conexiones físicas. Para construir un circuito en un proyecto general, se necesita una cantidad considerable de cables y esta aumenta según la complejidad del proyecto. Por esta razón, es común la desorganización y el enredo de cables por falta de un espacio en donde se pueda experimentar, causando fallos inesperados que se traduce comúnmente como desconexiones en el circuito.

Sumado a esto, también se debe tomar en cuenta que estos tipos de proyectos deben ser constantemente trasladados de ubicación para ser presentados a otros participantes o docentes del proyecto. Teniendo como premisa la mala organización del proyecto, el traslado empeora aún más este aspecto debido a que el método de transporte más común es por medio de cajas de zapatos o fundas de plástico. Sin embargo, esta manera de transportar el proyecto es inadecuada, insegura e incómoda y, más aún, si el usuario se ve obligado a ir en transporte público.

A causa de las necesidades expuestas, nace la oportunidad, como diseñadores, en mejorar esta situación en donde el aspecto funcional es el aspecto clave en este proyecto. Para lograr esto, se realizarán observaciones, entrevistas y grupos focales a los usuarios principales para estudiar, de primera mano, el entorno y las necesidades que surgen al prototipar; para luego, diseñar, modelar y prototipar un producto que ayude a los usuarios a resolver las necesidades expuestas.

Todos estos tópicos serán tocados en el documento en la siguiente estructura.

En el primer capítulo, encontrarán las bases del proyecto, los planteamientos iniciales y objetivos que se seguirán para llegar al diseño del producto. El segundo capítulo, consiste en una recopilación de información sobre la importancia de una carcasa electrónica para prototipar, los conceptos básicos y

los productos que se encuentran actualmente en el mercado. Para el tercer capítulo, podrán encontrar las observación, entrevistas y validaciones hechas por los diseñadores para realizar el producto deseado. El cuarto capítulo, consta del proceso de diseño y prototipado de las piezas que forman parte de una carcasa modular para solucionar las necesidades del usuario. Y finalmente encontraran las conclusiones del producto, así como futuras recomendaciones para la manufactura de esta clase de productos.

## **1.1 Definición de la propuesta**

Se escogió la ESPOL como lugar de estudio con el fin de hallar una necesidad que posean los estudiantes en donde haga falta un producto que pueda mejorar la experiencia en el prototipado.

Para esto, nos situamos en los alrededores de FEPOI debido a la gran afluencia de estudiantes de diferentes carreras y, utilizando un método observacional, encontramos que los estudiantes asociados al área de electrónica presentan dificultades en el transporte de sus prototipos, siendo una caja de zapatos la solución más rápida y económica. No obstante, esta solución trae consigo otros problemas como la mala organización y distribución de módulos y cables, ocasionando errores de conectividad.

Por otro lado, las soluciones improvisadas por los estudiantes suponen que deban estar constantemente verificando que todos los elementos estén conectados correctamente y además, tengan que estar recordando la función de cada cable. Con esta incertidumbre, el proyecto puede aumentar su propia complejidad junto con la posibilidad de contratiempos.

Por último, la interacción con los periféricos de salida, como sensores o botones, se torna complicada por la falta de un espacio donde la intervención y manipulación de estos elementos se realicen como es previsto, sin que ocurra ninguna desconexión.

Siendo el prototipado un recurso tan importante para esta área, proponemos el diseño de una carcasa que satisfaga las necesidades que se han mencionado.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Desarrollar un producto modular mediante impresión 3D para la organización y traslado de los proyectos electrónicos desarrollado por los estudiantes y profesionales de la ESPOL.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar, mediante entrevistas, las necesidades del usuario al momento de realizar un proyecto de electrónica.
- Prototipar carcasas, mediante programas tridimensionales, para que se adapten a las necesidades del usuario.
- Comprobar si los prototipos satisfacen las necesidades del grupo objetivo.

### **1.3 Justificación del proyecto**

Los usuarios deben diseñar circuitos electrónicos usando diversos tipos módulos y cables, este proceso debe ser realizado de manera cuidadosa y detallada para evitar accidentes o daños en los módulos. Para esto, es necesario trabajar con los equipos adecuados que resuelvan sus necesidades y los libren de frustraciones y molestias en una parte tan crucial como el prototipado. Como diseñadores de productos, es nuestro deber elaborar nuevos productos que solucionen problemas o necesidades que se han pasado por alto hasta ahora, con el fin de facilitar la calidad de vida de nuestros usuarios, por lo que está dentro de nuestra visión y alcance la elaboración de un producto que facilite la fase de prototipado.

### **1.4 Grupo objetivo / beneficiarios**

Por la naturaleza del proyecto, las personas que estudian la carrera de electrónica y los profesionales de esta área, que trabajan en la etapa de desarrollo de productos electrónicos dentro del campus ESPOL, conforman nuestro grupo objetivo. Por otro lado, debido al alcance y visión que posee el proyecto, los beneficiarios son todas las personas que constantemente se ven en la necesidad de prototipar pasando por las mismas necesidades planteadas siendo de otras universidades, instituciones educativas y hasta las personas que utilizan esta área de conocimiento como hobby.

# CAPÍTULO 2

## CAPITULO 2: MARCO REFERENCIAL: ESTADO DEL ARTE

### 2.1 Importancia del prototipado en el área de electrónica

Se define prototipo como “una aproximación al producto en una o más dimensiones de interés” con la intención de estudiar al menos un aspecto de este. Al ser una definición muy amplia, esta pueda abarcar el estudio de cualquier producto, donde los modelos matemáticos, las simulaciones y los componentes de prueba son utilizados de manera frecuente (Ulrich & Eppinger, 2022, pág. 286).

Generalmente, el prototipo se categoriza en físico, donde es tangible y tiende a aproximarse al producto final mientras que el analítico estudia, de manera teórica, la funcionalidad del producto brindando mayor flexibilidad y facilidad en su modificación. Ambos permiten al investigador a obtener un avance significativo denominado milestone el cual beneficia en la integración de los aspectos estudiados con el fin de acercarse al producto planeado. Por otro lado, el prototipado se define como la “actividad de prototipar” o “trabajar con prototipos” donde toma un papel clave en todas las fases en un proyecto de desarrollo de productos (Berghun & Grimheden, 2011, pág. 739).

Frecuentemente, en el área de electrónica, el prototipado es utilizado debido a los múltiples beneficios que presenta en el diseño de productos electrónicos. Según Solovev (2022), la creación de prototipos electrónicos implica probar nuevos conceptos, ideas y soluciones. Adicionalmente, el prototipado permite realizar cambios tempranos sin afectar el flujo y tiempo del proyecto, garantiza la calidad del producto por medio de retroalimentaciones efectuadas por el usuario y reduce el costo debido a la optimización del producto a producir (Pincore Technologies, 2021).

## 2.2 Componentes electrónicos utilizados en proyectos generales

Antes que el usuario integre el circuito en una PCB (placa de circuito impreso), pasa por una etapa inicial donde hace uso de la protoboard (también llamado breadboard), tablero rectangular fundamental para la conexión de varios componentes electrónicos que interactúan entre sí. Los componentes que interactúan son diversos según la necesidad y enfoque del proyecto; sin embargo, se lo podría resumir en: circuitos integrados, microcontroladores, resistencias, fotorresistencias, condensadores / capacitores, baterías / pilas, transistores, elementos de maniobra (interruptores), transformadores y rectificadores, bobinas, diodos y leds (Electronic Board, 2022).

Al ser componentes electrónicos constantemente utilizados, múltiples compañías han elaborado “kits básicos de electrónica” donde presentan los módulos, componentes y herramientas básicas para el desenvolvimiento de un proyecto general (Lorenzo, 2018).



Figura 1 Captura de kits básicos de electrónica.

## 2.3 Tipo de carcasas para componentes electrónicos utilizados en el prototipado

Una carcasa electrónica es un tipo de caja que son diseñadas para proteger, contener y guardar componentes como placas PCB, circuitos integrados, cables, baterías, etc. Están hechas de diferentes tamaños y materiales para adaptarse a las necesidades del proyecto con el objeto de proteger los componentes de factores externos (Industrial Quick Search, 2023)

Con el objetivo de recopilar modelos de carcasas electrónicas que están actualmente en el mercado, se realizó un benchmarking de tiendas de electrónica.

Tindie es una tienda online especializada en productos de electrónica, entre su catálogo, se puede encontrar cajas para guardar y trasladar módulos Arduino o Raspberry.

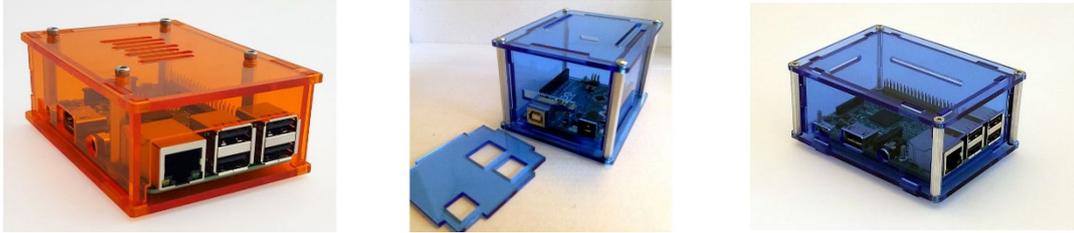


Figura 2 Carcasas de la tienda online Tindie.

Marty Rice, vendedor de Tindie, ofrece carcasas modulares de acrílico transparente de diferentes colores para Arduino y Raspberry, están conformadas por una base, 4 paredes y un techo, que se ensamblan gracias a pernos colocados en las esquinas. Además cuenta con aberturas que sirven como sistema de ventilación y huecos en las paredes para colocar los periféricos de salida de las placas. (Rice, 2015).

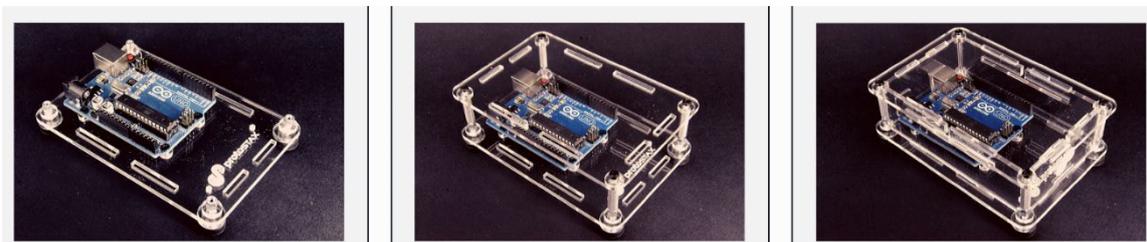
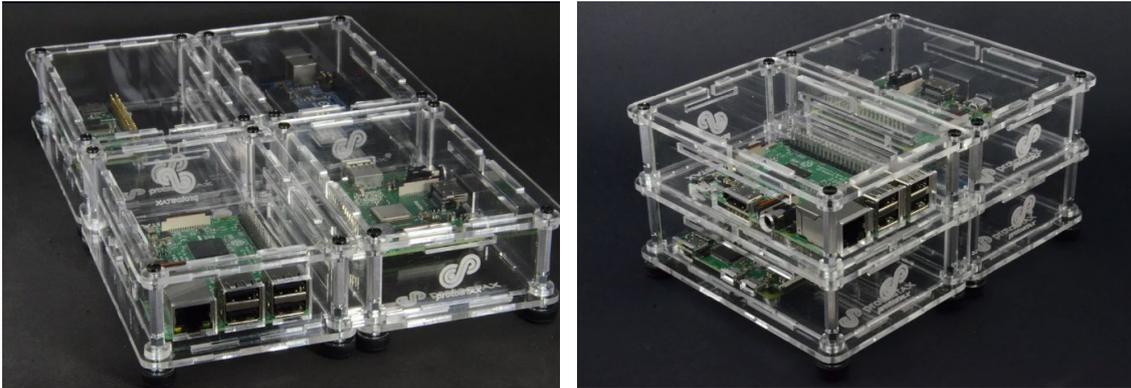


Figura 3 Carcasas de Protostax.

Protostax es una empresa americana que se especializa en la fabricación de carcasa modulares, extensibles y apilables hechas en acrílico transparente para guardar Arduino, Raspberry, microcontroladores y otros tipos de placas los cuales están diseñadas para ayudar a los usuarios durante el proceso de prototipado y en la presentación del proyecto.

El producto está conformado de dos bases y cuatro paredes intercambiables, la carcasa se ensambla mediante pernos en las esquinas, cuentan con pequeñas



**Figura 4** Carcasa apilable – Protostax.

piezas de acrílico que se ponen alrededor de los pernos para permitir la unión de varias carcasas de manera vertical u horizontal. Su versatilidad permite al usuario adecuar las carcasas según su proyecto (protostax, s.f.).

Además, vende por separado kit de extensiones para accesorios adicionales al proyecto como sensores, botones, LED, LCD que pueden ser intercambiados por las paredes que viene por defecto en los productos (protostax, 2023).

# CAPÍTULO 3

## CAPITULO 3: INVESTIGACIÓN VISUAL

### 3. Metodología de investigación en diseño

El presente proyecto es de tipo exploratorio por ser un tema poco estudiado y, sobre todo, las soluciones propuestas son de carácter general los cuales no beneficia completamente al usuario en el contexto expuesto (Cortés Cortés & Iglesias León, 2004, pág. 20).

Por otra parte, el enfoque es cualitativo ya que se usó, como herramienta principal, la observación con el propósito de analizar el comportamiento del usuario mediante el uso de métodos como la implementación de entrevistas y la interacción con grupos focales (ANEXO). Para esto, se hizo un acercamiento a usuarios que pertenezcan en la misma área de conocimiento para luego caracterizarlos, mediante perfiles, de la siguiente manera:

- Estudiante politécnico
- Profesor politécnico
- Profesional de investigación
- Profesional externo

#### 3.1 Observación etnográfica pasiva

Según Hernández et al. (2014), el investigador selecciona el entorno con el objetivo de analizar el comportamiento del usuario sin involucrarse para así obtener información en un estado natural.

La observación etnográfica pasiva fue el primer método que se implementó en este proyecto con el propósito de hallar las necesidades que poseen los estudiantes descritos en el primer capítulo. Para la implementación del método, además de seleccionar FEPOI como lugar de estudio por la gran afluencia de estudiantes, nos posicionamos en las mesas que se localizan en la parte más distante del área para obtener una mayor visibilidad. La observación se llevó a cabo el 8 de noviembre y el tiempo de estudio fue aproximadamente de 1 hora

en el horario más transcurrido, que vendría ser el medio día, donde capturamos fotos como material de evidencia de la actividad (**Figura 5**). Previamente se realizó un cuadro comparativo para cada observación con un total de 3 casos.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3
Observación			
Inferencia			
Necesidad			

**Tabla 1** Plantilla: observación etnográfica pasiva.

### 3.2 Entrevista estructurada

La entrevista estructurada es mucho más estricta y es guiado por preguntas previamente formuladas. El contexto es mucho más formal y tiende a sacar datos cuantitativos (Montalván Lume, Soria Morales, Hopkins Barriga, Ascue Yendo, & Ajito Lam, 2019, pág. 55)

Para la realización de este método, se elaboró un total de 10 preguntas, ilustrado en la **Tabla 2**, donde se quiso contabilizar los módulos que regularmente usan, conocer si existen otras maneras de transportar los proyectos y las diversas experiencias que tienen al momento de prototipar. Para esto, se utilizó los perfiles antes mencionados en la metodología para luego elaborar el cuestionario según el perfil. Acerca de la cantidad de entrevistas, se elaboró la siguiente tabla:

<b>Perfil</b>	<b>Entrevistados</b>
Estudiante politécnico	10
Profesor politécnico	1
Profesional de investigación	1
Profesional externo	1
<b>Total</b>	<b>13</b>

**Tabla 2** Perfiles.

## Preguntas

1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos?  
(Incluir periféricos de entrada y salida)  
**Objetivo:** Crear una lista de módulos para discernir los más usados para que sean tomados en cuenta en el diseño.
2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables)  
(Incluir periféricos de entrada y salida)  
**Objetivo:** Saber la cantidad de componentes normalmente usando en proyectos.
3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?  
**Objetivo:** Encontrar los problemas que tienen los usuarios e integrar soluciones en nuestro diseño.
4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?  
**Objetivo:** Buscar más necesidades.
5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?  
**Objetivo:** Analizar las expectativas del usuario.
6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?  
**Objetivo:** Analizar las expectativas del usuario.
7. ¿De qué forma organiza las placas?  
**Objetivo:** Encontrar las maneras más comunes de organización de los proyectos. Encontrar oportunidades claves para el producto.
8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?  
(Profesor)  
**Objetivo:** Saber si el orden, la organización y la presentación de la carcasa con el proyecto armado tal vez tenga un efecto en la nota final de parte de algunos profesores.

9. ¿Para usted es necesario una carcasa cúbica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?

**Objetivo:** Explorar otras opciones más allá de nuestro panorama establecido.

10. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?

**Objetivo:** Conocer el rango estimado de recursos que una persona está dispuesta a invertir en la carcasa.

Tabla 3 Cuestionario.

### 3.3 Entrevista semi estructurada

Este tipo de entrevista permite que el entrevistador se sienta mucho más libre de interactuar con el usuario dando la oportunidad de repetir las mismas preguntas para tratar de extraer la mayor cantidad de detalles posibles pero manteniendo un contexto informal (Montalván Lume, Soria Morales, Hopkins Barriga, Ascue Yendo, & Ajito Lam, 2019, pág. 55)

Este método nos ayudó a observar, de primera mano, las frustraciones y los sentimientos que presentan el usuario al momento de realizar una determinada acción. Parte de los avances del prototipo se debe por la retroalimentación realizada por el propio usuario y el rediseño fue en base a la dificultad de uso que presentaba en la interacción de este, siendo la comodidad y funcionalidad rubros de gran importancia. Se usó algunas preguntas básicas durante la entrevista como:

- ¿Qué te parece el prototipo?
- ¿Te parece que las dimensiones son correctas?
- ¿Es cómodo usar el prototipo?
- ¿Cómo podríamos mejorar el diseño?

### 3.4 Grupo de enfoque (focus group)

Los grupos focales se conforman por perfiles similares según las características y objetivos que exponga el entrevistador siendo la interacción

directa la herramienta fundamental para extraer información como el pensar y los sentimientos que transmiten el grupo al momento de manipular un objeto o por medio del diálogo (Hamui-Sutton & Varela-Ruiz, 2013, pág. 56).

Para la aplicación de este método se creó 3 grupos focales, siendo 2 grupos que se encontraban cruzando la materia de embebidos (materia donde empiezan a utilizar más módulos y componentes) los cuales nos referiremos a ellos por GRUPO A y 1 grupo conformado por estudiantes de diferentes carreras y nivel de conocimiento de las facultades FIEC Y FIMCP pertenecientes a uno de los clubs de mecatrónica de la ESPOL los cuales nos referiremos a ellos por GRUPO B. Adicionalmente, se elaboró un nuevo cuestionario para esta actividad (**Tabla 4**) y se usó, también, las mismas preguntas planteadas en las entrevistas semi estructuradas debido a la flexibilidad del caso.

Ahora bien, ambos grupos fueron creados con el objetivo de validar los siguientes puntos:

- Dimensiones del producto
- Funcionalidad del prototipo.
- Concepto del prototipo.
- Ergonomía del prototipo.
- Versatilidad del prototipo.

La interacción de ambos grupos nos ayudó, por medio de las retroalimentaciones efectuadas por ellos mismos, en hacer los cambios pertinentes y en plantear las recomendaciones del proyecto para trabajos futuros.

<b>Preguntas</b>
<b>Funcionabilidad</b> 1. ¿Hay espacio suficiente para su proyecto?
<b>Estético</b> 2. ¿Qué opina del sistema de ensamblado? 3. ¿Qué opina de los separadores?
<b>Comodidad</b> 4. ¿El sistema de soporte es cómodo de usar? 5. ¿Qué tan fácil e intuitivo es arma el case?

6. ¿Es cómodo de transportar?
-------------------------------

Tabla 4 Cuestionario.

### **3.5 Prototipo**

Según Ulrich y Eppinger (2022), el propósito de elaborar un prototipo es para aprender, comunicar, integrar y alcanzar hitos (pág. 288).

Por esta razón, se ha realizado varios prototipos los cuales se pueden clasificar según el grado de dificultad y del aspecto a estudiar siendo:

#### **3.5.1 Baja calidad**

En esta categoría se encuentran los prototipos que utilizan materiales asequibles como cartón, papel, cinta adhesiva, entre otros. Para este proyecto, se utilizó papel periódico, papel bond, cinta adhesiva y marcadores para los primeros prototipos donde se verificó las dimensiones, posición y el espacio que iban a ocupar los módulos generales en el área del producto. Adicionalmente, los renders y modelado tridimensional fueron de ayuda para validar el factor estético del producto.

#### **3.5.2 Alta calidad**

Dentro de esta categoría se encuentran los prototipos más detallados y mejor manufacturados. La impresión 3D fue el método que se empleó dentro de esta categoría ya que las partes del producto debían pasar por varias validaciones de aspecto funcional y ergonómicas siendo las piezas físicas una buena forma de hacerlo. Se usó PLA y PETG como filamento para la experimentación del proyecto por su resistencia y flexibilidad.

# CAPÍTULO 4

## CAPITULO 4: DESARROLLO DE PROYECTO

### 4. Resultados y Análisis

En esta sección se encuentran los resultados de los métodos aplicados de la sección anterior donde se prioriza las necesidades del usuario con respecto al transporte del proyecto y las dificultades en el prototipado. El propósito de esta fase es mantener el enfoque del proyecto donde la funcionalidad y la versatilidad se convirtieron en características indispensables en el desarrollo del producto.

#### 4.1 Observación etnográfica pasiva



Figura 5 Método observacional etnográfico pasivo.

Los resultados del método fueron que un total de 4 personas se vieron en la necesidad de transportar su proyecto mediante el uso de cajas o por medio de sus propias manos. Es importante mencionar que el día cuando se realizó esta observación fue a 1 semana y media antes de los exámenes del primer parcial ([calendario Espol](#)), por lo que se espera que este número aumente. Por otra parte, a pesar de ser notorio que un estudiante lleve una caja de zapatos, los estudiantes de alrededor no presentaron curiosidad. Con esta información podemos inferir que consideran normal esta forma de transportar proyectos y hasta puede llegar a ser una manera de caracterizar a las personas que estudian esta área de conocimiento.

Finalmente, se completó el cuadro comparativo mencionado en la metodología con los detalles observados, las necesidades expuestas y su inferencia.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3
Observación	Una chica lleva una caja de zapatos mientras se dirige en dirección a FIEC/FIMCP. La gente de alrededor no presenta curiosidad. Se nota que lo transporta con cuidado.	Dos chicos bajan de la biblioteca llevando una protoboard cada uno en la mano en dirección a FIEC/FIMCP. Van conversando. No parece que haya molestia al transportar su proyecto.	Un chico se encuentra sentado en las bancas ubicadas a lado de FIEC. Se observa que está arreglando su circuito en la protoboard. Se lo nota frustrado. Tiene una caja de zapatos alado.
Inferencia	La caja de zapatos es lo suficientemente grande para que entre todos los elementos de su proyecto.	Estaban transportando una práctica de electrónica sin la necesidad de salir de la universidad.	Su proyecto funcionaba en la casa; sin embargo, al momento de traerlo a la universidad, ya no funciona. Debido a esto, está frustrado.
Necesidad	Un objeto que sea lo suficientemente grande y resistente para almacenar un	Un objeto que sea de diferentes tamaños para almacenar proyectos	Algún sistema donde los cables y los módulos no se desconecten ni se muevan.

	proyecto de electrónica.	de de complejidad variada.	
--	--------------------------	----------------------------	--

Tabla 5 Observación etnográfica pasiva.

#### 4.2 Entrevista estructurada

Se procuró que las entrevistas tengan un promedio de 15 minutos de duración y, en lo posible, se realicen de forma presencial usando el cuestionario expuesto en la metodología.

Con el propósito hacer más fácil la lectura y comprensión de los resultados obtenidos, se elaboró la **Tabla 6** con las respuestas más relevantes del usuario; sin embargo, las respuestas más detalladas se encuentran en Anexos.

	Respuestas del usuario
Módulos más requeridos en proyectos	Arduino, Raspberry, sensores.
Cantidad promedio de componentes utilizados en proyectos	8
Experiencia en prototipado	Desorden en cables, molestia en el armado y desarmado del proyecto para transportar, componentes sueltos.
Transporte del proyecto	Caja de zapatos, con las manos.
Propuesta del usuario para mejorar el transporte del proyecto	Agarradera, espacio suficiente para módulos, fijador de módulos, rieles, divisores.
Propuesta del usuario para mejorar experiencia en prototipado	Compartimientos para guardar componentes, pinzas para sostener componentes.
Organización de placas	Según la necesidad que presente el usuario.
Presentación de proyecto	Es importante para ferias o por nota.

Propuesta del usuario para la forma del producto	Cúbica, semi-cúbica, esférica.
Cantidad de dinero promedio que está dispuesto a adquirir el producto	Entre \$20 - \$50 dependiendo de la calidad.

Tabla 6 Resumen de entrevistas estructuradas.

### 4.3 Entrevista semi estructurada

La entrevista semi estructurada fue uno de los métodos más utilizados en este proyecto por su gran flexibilidad en la interacción del usuario y el entrevistador. Principalmente, Aníbal Tapia, técnico de investigación especializado en electrónica y telecomunicaciones, fue la persona que constantemente nos proporcionaba una retroalimentación objetiva según sus necesidades en las fases más tempranas del proyecto (ANEXOS). Cabe recalcar que, se consideró la retroalimentación de la tutora de este proyecto, Da Hee Park, del profesor encargado de la materia, Jimmy Cañizares, y de varias personas que aportaron con ideas para el desarrollo temprano del proyecto.

Ahora bien, para ilustrar los resultados obtenidos, se elaboró la siguiente tabla que contiene el resumen, de manera general, de los avances efectuados para mejorar el diseño, la funcionalidad y la versatilidad del proyecto.

Diciembre 1
<b>AVANCE: Prototipo de papel de módulos y mesa de trabajo.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de trabajo rectangular tamaño A5 está bien para trabajos pequeños.</li> <li>• Se obtuvo la idea de hacer 2 placas rectangulares en paralelo. De un lado era para el uso del protoboard mientras que el otro era para los módulos.</li> <li>• Espacio para módulo que necesitan espacio para antenas o accesorios externos.</li> </ul>

<b>Diciembre 8</b>
<b>AVANCE: Implementación de separadores</b> <b>Primera malla agujereada tamaño A6</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separadores aplasta el módulo y queda a presión.</li> <li>• Separadores cumplen la función pero son incómodos de usar.</li> <li>• Los separadores no entran en toda la malla.</li> <li>• Módulos con pines macho es incómodo de usar en la malla.</li> <li>• Recomendación de separadores con diferentes alturas.</li> </ul>
<b>Diciembre 16</b>
<b>AVANCE: Implementación de “levanta módulo”</b> <b>Sistema de ensamble a escala</b> <b>Impresión de paredes escala 1:1</b> <b>Separadores con agarre</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de ensamble frágil (cambio en el diseño).</li> <li>• Paredes muy altas. Se reconsideró las dimensiones del producto.</li> <li>• Levanta módulo es funcional pero carece de versatilidad.</li> <li>• Los separadores tienen mejor agarre pero son muy duros de sacar.</li> <li>• Persiste el sistema del aplastado en los módulos.</li> <li>• Se desiste de la idea de apilarlo en paralelo.</li> <li>• Se concreta que el apilado debe ser vertical.</li> <li>• Se considera que la protoboard esté dentro de las dimensiones de la malla.</li> <li>• Se toma la idea que sea transparente para poder ver los módulos y su distribución sin la necesidad de abrir la carcasa.</li> </ul>
<b>Diciembre 23</b>
<b>AVANCE: Sistema de ensamblado mejorado a escala 1:5</b> <b>Experimentación con filamento PETG para separadores</b> <b>Experimentación con PLA transparente para carcasa</b> <b>Experimentación de tolerancias para sistema de ensamblado</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aprobó el sistema de ensamblado por su resistencia y seguridad.</li> </ul>

- Los separadores PETG no son eficaces para los separadores porque son quebradizos.
- PLA transparente no resulta como esperábamos. A penas es translúcido.

### **Enero 6**

**AVANCE: Malla agujereada final escala 1:1**  
**Separadores de cable con agarre**  
**Sistema de ensamblado mejorado a escala 1:1**  
**Paredes escala 1:1**  
**Mejora en la fijación de separadores (base)**  
**Implementación de tapa**

- Sistema de ensamble muy ajustado. Es difícil armarlo y desarmarlo.
- Se confirma que el producto se puede meter en una maleta.
- La persona puede intuir como se ensamble el producto.
- Los separadores siguen utilizando el mismo sistema.
- Presenta incomodidad al usar los separadores.
- Implementar otro sistema de separadores.
- Ensamblado no está del todo ajustado en las esquinas.
- El tamaño le parece correcto.
- Desea otras paredes con diferentes funcionalidades.

### **Enero 10**

**AVANCE: Cambio en el sistema de agarre de módulos en los separadores**  
**Separadores de colores**  
**Separadores de cables de colores**  
**Separadores de varios tamaños (pequeño, mediano, grande) (se reemplaza el levanta módulos)**

- Buena fijación.
- Los separadores cumplen con la función de fijar el módulo sin la necesidad de tanta fuerza.

- Facilidad en el armado y desarmado de la carcasa.
- Ensamblado no está del todo ajustado en las esquinas.
- La tapa no está del todo ajustada en las esquinas, sin embargo cumple su función.

Tabla 7 Resumen de los avances durante la fase de desarrollo.

#### 4.4 Grupo de enfoque

La actividad se llevó a cabo el miércoles 11 de enero a las 15:00h con una duración de 25 minutos aproximadamente por cada grupo perteneciente al GRUPO A en el laboratorio de Microcontroladores.

En cuanto al GRUPO B, se realizó la actividad el lunes 16 de enero a las 14:30h con una duración aproximada de 30 minutos con la oportunidad de poder experimentar los cambios menores realizados, en base a la retroalimentación provista del GRUPO A, al prototipo.

Los resultados de esta actividad son las siguientes:

##### 4.4.1 GRUPO A



Figura 6 Grupo de enfoque - GRUPO A.

Las dimensiones que posee el prototipo les parecieron bien; sin embargo, algunos mencionaron que podría ser demasiado grandes para proyectos iniciales, ya que como máximo se utilizan 2 módulos y 1 protoboard pequeña. Nos colocaron un caso donde si colocaban el proyecto de un compañero pues la carcasa resultaba bastante grande y pues podría llegar a estorbar. Adicionalmente, plantearon algunas ideas para mejorar la versatilidad como cambiar la base por placas que tengan el mismo diseño pero que puedan conectarse uno con otro y así formar el área que deseen trabajar o que el sistema de apilado también sea horizontalmente.



Figura 7 GRUPO A - Manipulación del prototipo.

En cuanto al concepto, les gustó mucho que ellos mismos puedan asegurar los módulos en la dirección y posición que ellos quisieran; además, las diferentes alturas que poseen los separadores inmediatamente se dieron cuenta en qué módulo se podrían utilizar. Hubo un chico que no estaba seguro de que podría entrar en una maleta porque era bastante pequeña por lo que lo pusimos a prueba resultando que el prototipo cumple con ese objetivo, el de poder transportarlo dentro de una maleta.



**Figura 8 GRUPO A - Prueba de transportabilidad.**

Sobre la ergonomía, les resultó fácil el sistema de ensamble pero no se sintieron seguros en probarlo porque el plástico sonaba y pensaron que se podría romper. Además, mencionaron que las esquinas del producto tenían que ser biseladas porque podrían lastimar al momento de manipularse.



**Figura 9 GRUPO A - Prueba de Funcionabilidad.**

Finalmente, el armado fue fácil el ensamblado y pudieron entender cómo se armaba según los huecos y los ganchos de las paredes. No

se necesitó mucha fuerza y fue rápido el proceso. Por otra parte, algunos separadores se dañaron por el mal uso y por la excesiva aplicación de fuerza sobre ellos. Sin embargo, sí pudieron cumplir con su función de sujetar y fijar los módulos.

#### 4.4.2 GRUPO B



Figura 10 Grupo de enfoque - GRUPO B.

Las dimensiones que posee el prototipo fueron ideales para ellos. Es más, colocaron un proyecto entero, que conformaba de una protoboard, dos módulos y un transformador, y se logró fijar todos los componentes del proyecto en la malla mientras que unos de los participantes empezaron a moverlo por todos los lados para probar la fijación siendo un éxito. Sobre la versatilidad, le gustó bastante las paredes y los separadores. No obstante, nos comentaron que sería mejor que el sistema de apilado también sea de manera horizontal. En cuanto al concepto, les encantó. Es más, nos solicitaron el producto final para poder utilizarlo en sus proyectos.

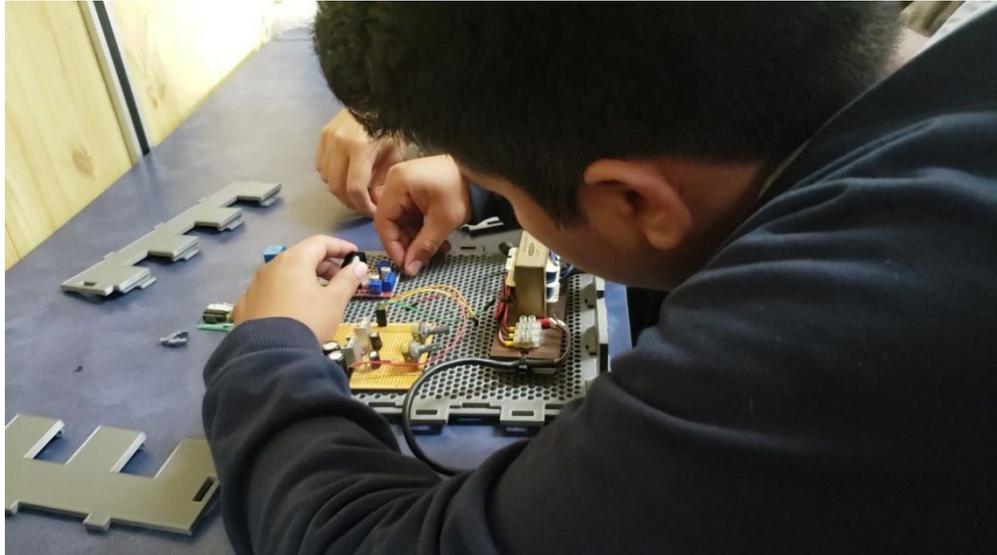


Figura 11 GRUPO B - Manipulación del prototipo.

Un aspecto que considerar es que tuvieron bastantes problemas en saber cómo armarlo y constantemente se equivocaban ensamblando el producto. Se hicieron mejoras en los separadores para aumentar su resistencia pero, aun así, se rompieron por el mal uso y el exceso de fuerza sometido sobre ellos. Utilizaron los separadores para los módulos pero también para fijar el transformador y la protoboard. La parte plana funcionó de agarre; sin embargo, no estaba del todo fija.

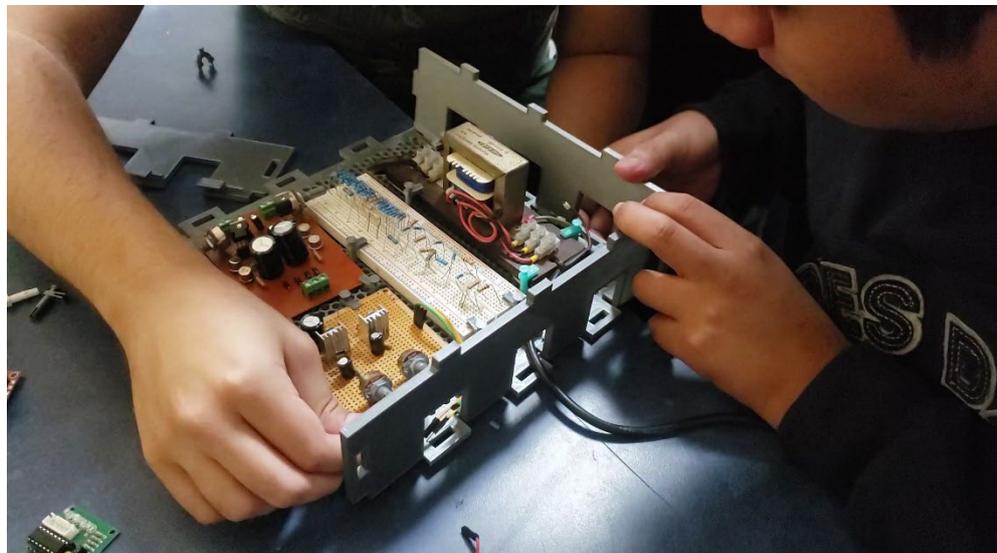


Figura 12 GRUPO B - Prueba de funcionalidad

Sobre la ergonomía, solo mencionaron que las puntas que posee el prototipo deben estar mejor biseladas para evitar accidentes. Finalmente, agradecieron por el esfuerzo que estábamos haciendo para solucionar sus necesidades y que el proyecto tiene futuro.



Figura 13 GRUPO B - Prueba de transportabilidad.

Por último, se realizó la **Tabla 8** donde se establece, como rubros, los aspectos mencionados en la metodología y se califica de acuerdo con la opinión de los grupos siendo la funcionalidad y la versatilidad aspectos cruciales en este proyecto. Los resultados obtenidos indica que la carcasa cumple con éxito los objetivos planteados en el capítulo 1.

	GRUPO A	GRUPO B
Dimensiones (5 pts.)	4	5
Funcionalidad (10 pts.)	8	10
Concepto (5 pts.)	3	5
Ergonomía (5 pts.)	3	4
Versatilidad (10 pts.)	8	9
Total (35 pts.)	26	33

Tabla 8 Resumen de aspectos del prototipo.

## 4.5 Prototipo

En esta fase se desarrolló el producto final desde los primeros modelos CAD hasta el último prototipo fabricado en impresión 3D.

Como idea general, se tenía planteado el diseño de una carcasa modular con partes separables e intercambiables para solucionar las necesidades del usuario. Aunque la idea siguió manteniéndose durante todo el proyecto, hubo bastante cambios en el diseño de ensamble, el sistema de fijación de los módulos y el sistema de apilado.

### 4.5.1 Base

Para el diseño de la base, se empezó con un prototipo de baja calidad usando los materiales mencionados en la metodología. Se replicó las medidas de cada módulo, según los datos proporcionados por la entrevista estructuradas, en papel bond y se escribió los nombres de cada uno para diferenciarlos. Esto tuvo como objetivo en estudiar las diferentes formas de organizarlos en un área en específico y así, poder determinar las dimensiones que debería tener nuestro producto.

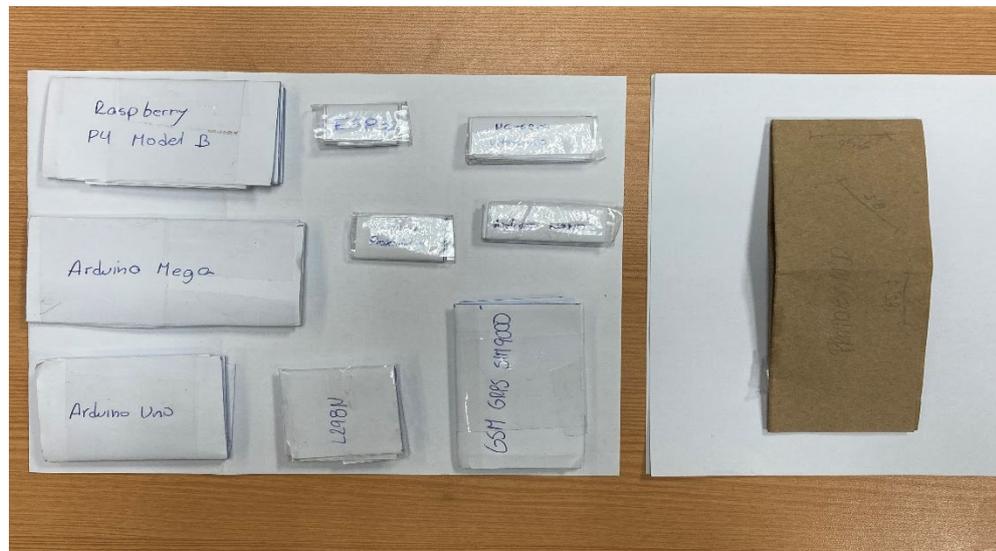


Figura 14 Prototipo de baja calidad.

Después de plasmar, de manera física, la idea, se pasó a hacer un modelo CAD, en Fusion 360, en donde se diseñó una base de

30x22cm con un grosor de 5mm con las dimensiones máximas de nuestro producto. Dentro de esa área, se hizo una malla con agujeros de 5mm de diámetro para luego implementar un sistema de fijación utilizando esta forma. Se estaba considerando que los agujeros sean con una forma de hexágono; sin embargo, tenía el problema en la optimización de espacio y el diseño limitaba la versatilidad si se llegara a utilizar la rotación como método de fijación.



**Figura 15 Diseño CAD – Malla.**

Con el modelo inicial hecho en CAD, se realizó una impresión 3D de  $\frac{1}{4}$  del tamaño total para realizar las primeras validaciones del producto. Al imprimir la pieza, nos dio algunas referencias sobre el mecanismo a utilizar, la resistencia que posee, el peso y el área de trabajo.



Figura 17 Modelo CAD - Malla para prototipo.

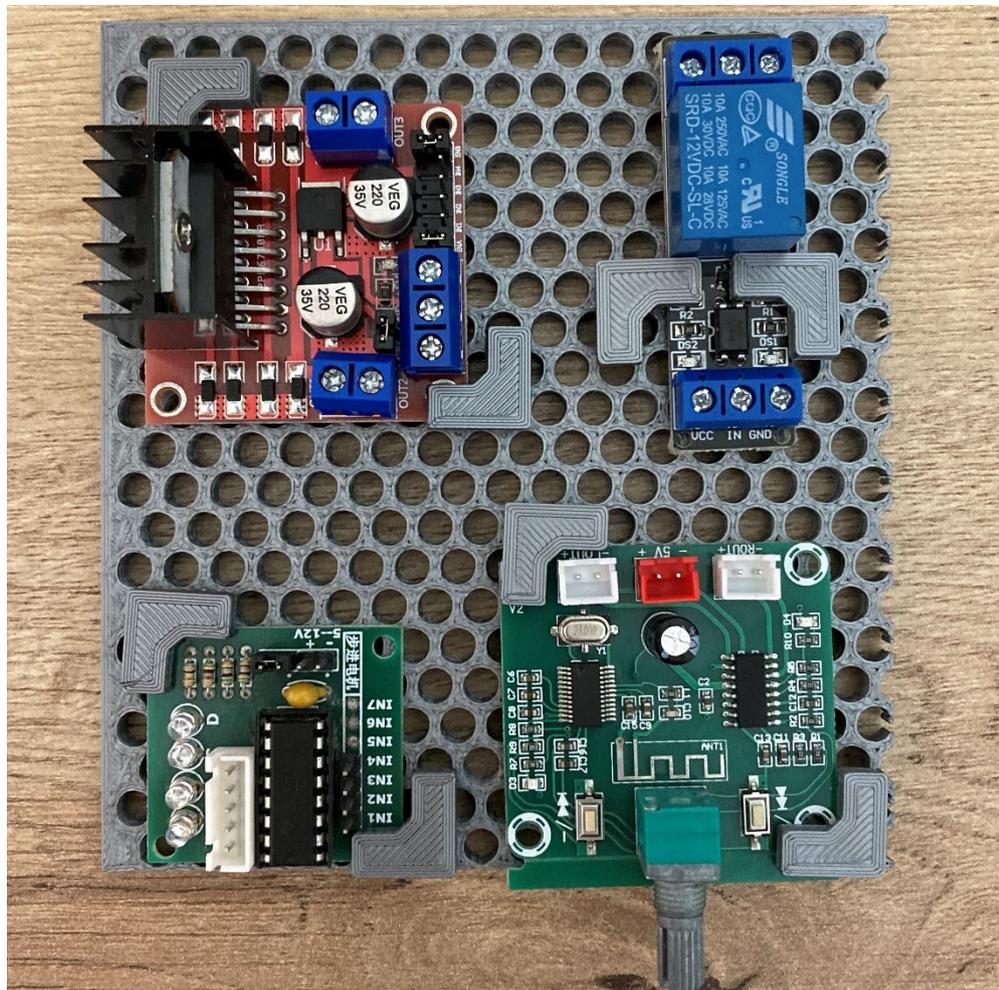


Figura 16 Prototipo Malla.

Con este prototipo se procedió a cambiar las dimensiones a 21 x 21 cm manteniendo el mismo grosor, se aumentó los márgenes y por último, se agregó el sistema de ensamblado. El cambio en las dimensiones se debió por la forma rectangular que se necesitaba para aumentar la versatilidad del producto al momento de intercambiar las piezas.

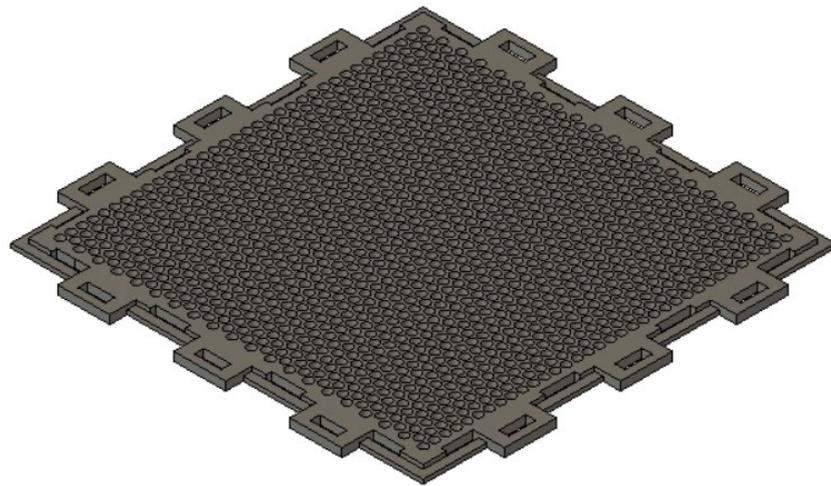
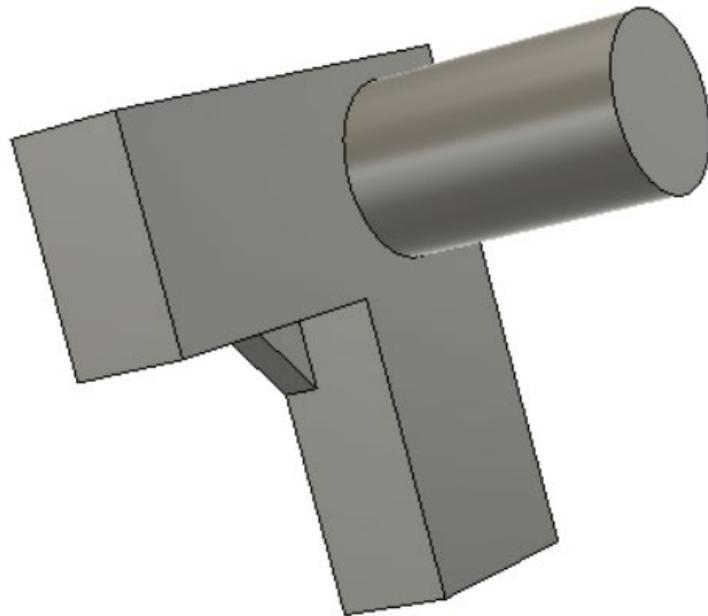


Figura 18 Modelo CAD - Malla final.

#### 4.5.2 Separadores

Los separadores son las piezas cuya finalidad es fijar los módulos sobre la placa. Para su diseño, hubo muchas iteraciones durante el proceso, desde probar diferentes mecanismos de agarre con objetivo

de aumentar la ergonomía de la pieza, hasta mejorar el agarra de los módulos de forma fácil y segura.



**Figura 19 Modelo CAD - Separador inicial.**

El primer modelo constaba de un cilindro ubicado en la parte inferior de la pieza como mecanismo de agarre sobre la malla y, en la parte superior, una forma de L era la forma por la cual se ejercía presión sobre los módulos para mantenerlos fijos. El principal fallo que tenía este modelo era que la parte inferior era muy difícil de introducir y sacar debido que el cilindro completamente sólido resultando que se quedara atorado en la malla. Por otro lado, no tenía ningún sistema de agarre para que el usuario pudiera jalar los separadores sin la necesidad de ejercer mucha fuerza con los dedos.



Figura 20 Prototipo - Separador inicial.

Como segunda iteración de los separadores, se intentó cambiar el cilindro inferior por una clase de mecanismo snap fit. El mecanismo constaba de un cilindro de 4mm que terminaba en dos ganchos de 4.5mm de circunferencia y un corte transversal de 1mm en el centro. El objetivo de este diseño era que, al momento de introducir el soporte en la base, los dos ganchos se juntarían para que entren con menos fuerza ejercida por el usuario, para luego expandirse al llegar el límite del separado, con el fin ejercer una “traba” y así facilitar el mecanismo inicial. No obstante, en la práctica, este mecanismo nunca funcionó como se esperaba. Se hicieron varias iteraciones probando con varias tolerancias pero siempre resultaba que la pieza, o no podía entrar con facilidad y se partía, o entrara sin que haya suficiente fricción para sostener el módulo.



**Figura 21 Prototipo - Separador (1° iteración).**

Por otro lado, esta iteración, en la parte superior se agregó un gancho que mejoró bastante la ergonomía de la pieza, permitiendo que el usuario pudiera manipularlo con mayor facilidad.

Luego de analizar las retroalimentaciones proporcionadas por medio de las entrevistas semi estructuradas, se terminó retomando por la idea del cilindro inicial. La diferencia de esta iteración fue que se realizó un corte transversal en el centro.

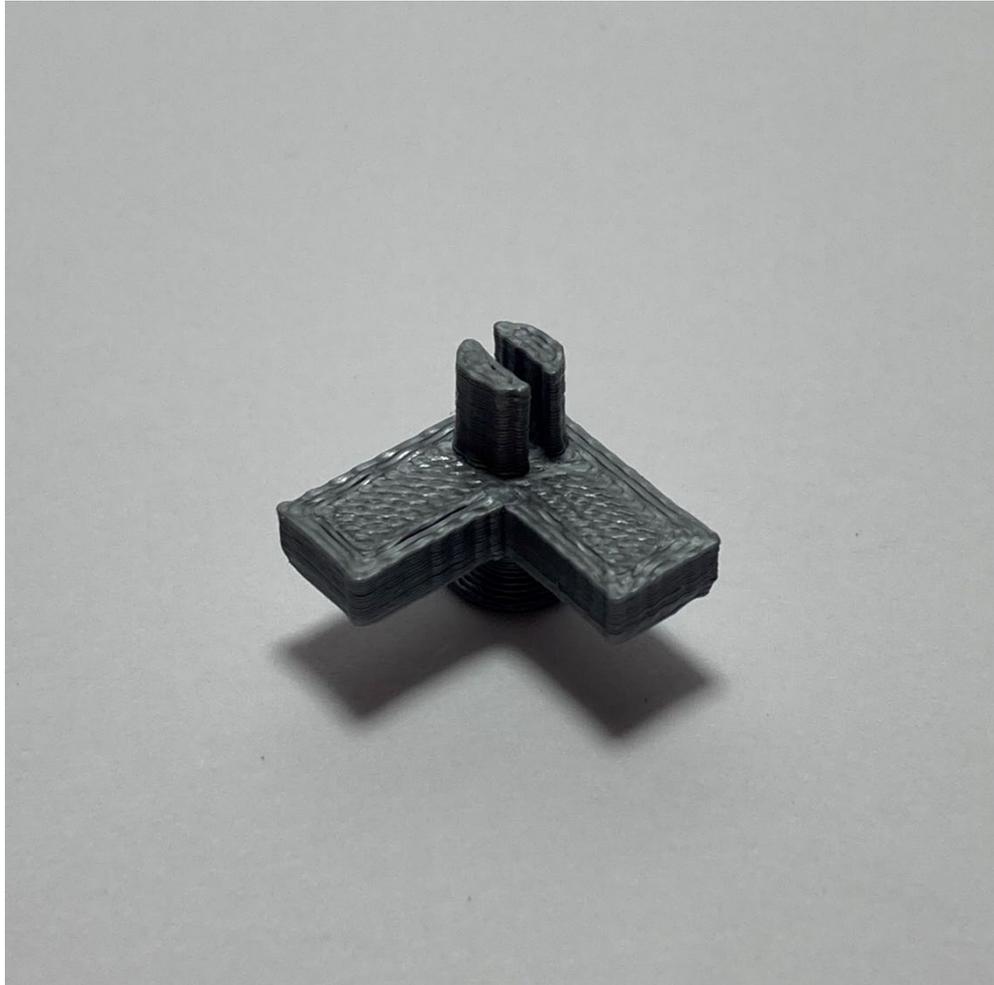


Figura 22 Prototipo - Separador (2° iteración).

Los prototipos de estos modelos resultaron ser muy eficaces por aumentar la fijación de los módulos sobre la malla. A pesar de los movimientos que realizaba el usuario con la base, estas no se separaban de la malla siendo 2 separadores como la cantidad mínima que debe poseer un módulo promedio para estar fijo en la malla.

Luego de estos cambios, se realizó las validaciones con el usuario para saber en qué aspectos se podía mejorar aún en el diseño, siendo el siguiente cambio unos de los más significativos.

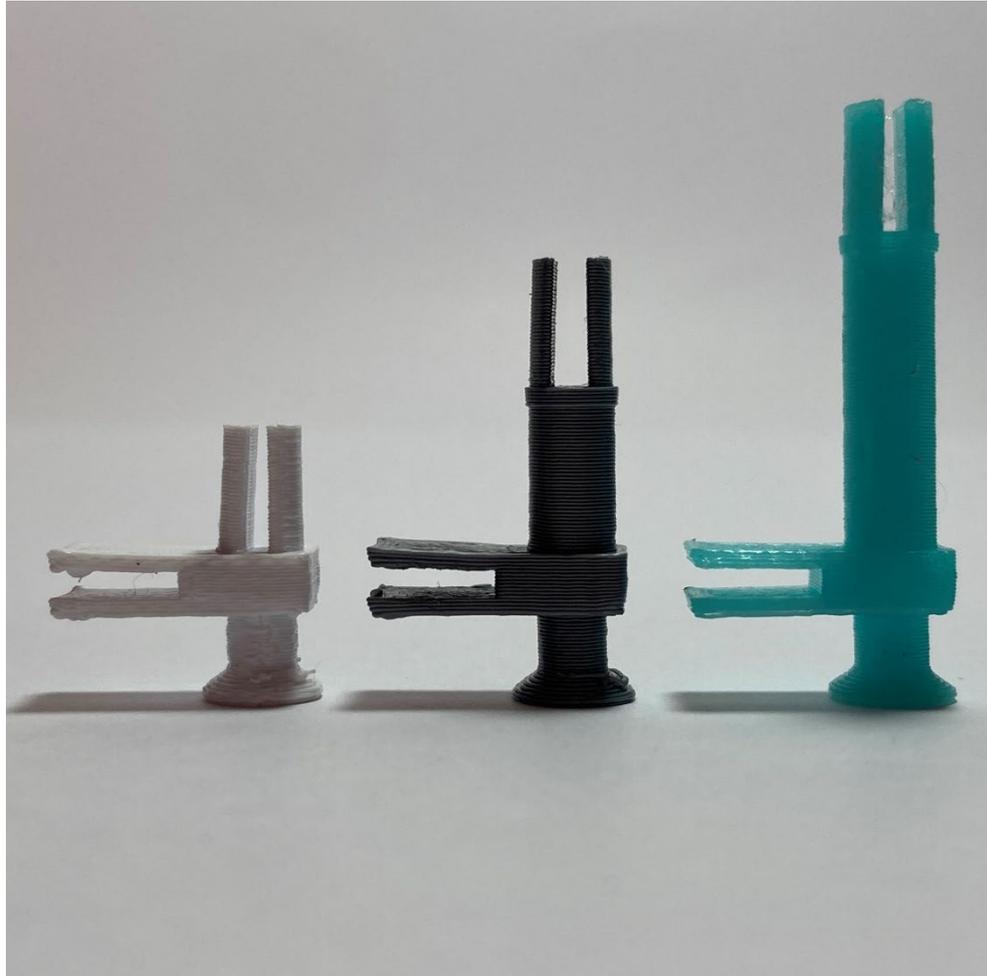


Figura 23 Prototipo - Separador (3° iteración).

La forma de L en la parte superior de los separadores que mantenía fijos los módulos por presión se los decidió cambiar por un mecanismo más fácil de utilizar siendo una forma rectangular, con una ranura en medio para agarrar los módulos, la escogida. Este cambio fue realizado debido a que la presión que se realizaba sobre los módulos podía llegar a dañar las esquinas de estos o que uno de los separadores tendía a salir debido la fuerza que se ejercía en su contra.

Con el diseño de la ranura se evitaba estos inconvenientes ya que el módulo no tenía un contacto directo con la base sino que, se mantenía suspendido en el aire sostenido de los lados por los separados y así se evitaba presión excesiva como método de sujeción.

Este nuevo modelo también nos permitió realizar diferentes tipos de separadores de varios tamaños con el objetivo satisfacer la

necesidad de elevar los módulos más complejos y grandes. Para esta necesidad, se estaba considerando implementar una plataforma “levanta módulos”; sin embargo, el nuevo separador resultó tan funcional que se reemplazó esa plataforma por separadores de diferentes tamaños.



**Figura 24 Prototipo - Levanta Módulo.**

Finalmente, se biseló la parte interior de la circunferencia con el fin de aumentar su resistencia. Cabe recalcar que, aun haciendo estos cambios, los separadores se tornan más frágiles con el uso debido al material empleado en la impresión.

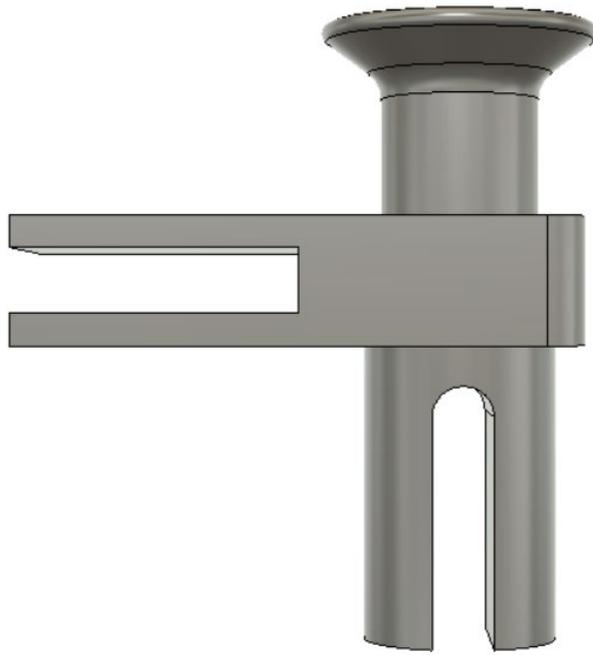


Figura 25 Modelo CAD - Separador (4ª iteración).

#### 4.5.3 Separadores de cables

Durante las validaciones del prototipo, se observó la necesidad de implementar un nuevo separador diseñado para organizar y guiar los cables en la base.

El diseño de este separador tiene forma de U invertida utilizando, como mecanismo de sujeción, los mismos cilindros implementados en los separadores de módulos donde los cables pasan por el centro de este y facilitan la organización del circuito experimental.



Figura 27 Prototipo - Separador de cables.

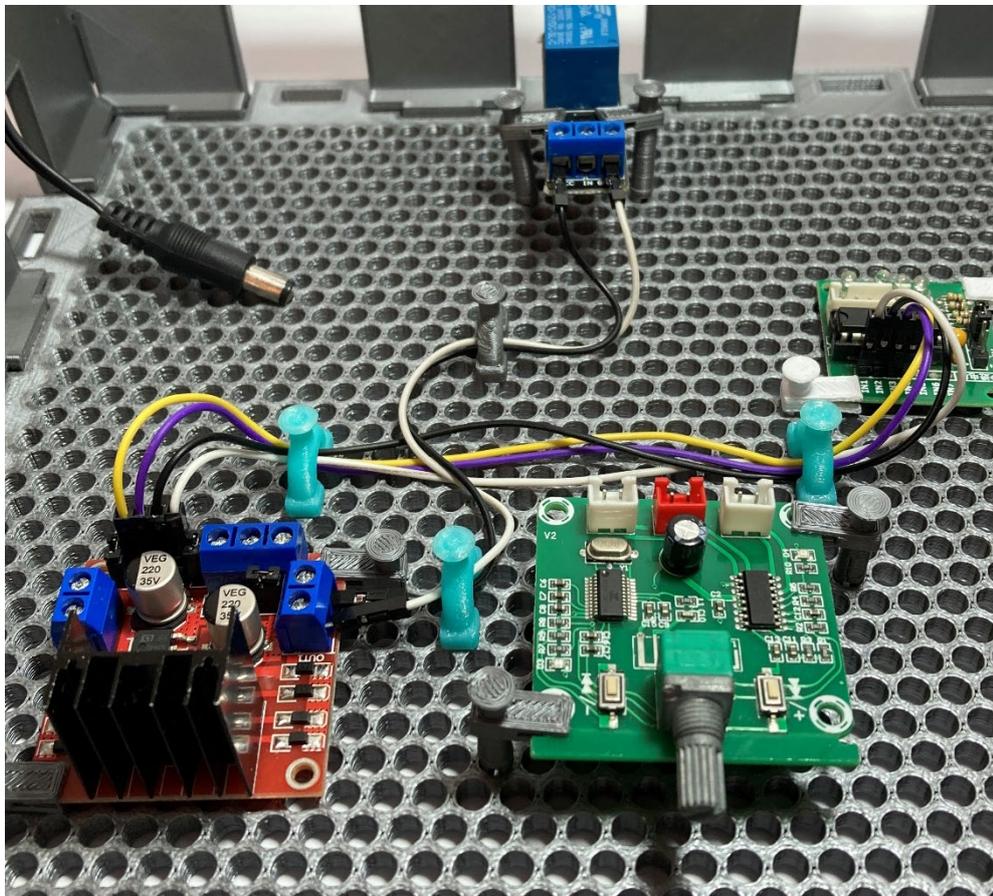


Figura 26 Prototipo - Separador de cables (contexto de uso).

#### 4.5.4 Paredes

Las paredes están diseñadas de forma modular, esto quiere decir que el diseño de una pared puede ser repetido con un límite de 4 veces para cerrar el área de trabajo. Para alcanzar este concepto se realizaron varios diseños diferentes de paredes para satisfacer las diversas necesidades de los usuarios. Hasta ahora, se ha desarrollado 3 modelos diferentes satisfaciendo 3 necesidades siendo:

Un modelo que cuenta con tres huecos en la parte inferior para permitir el paso de periféricos de salida en la parte exterior.

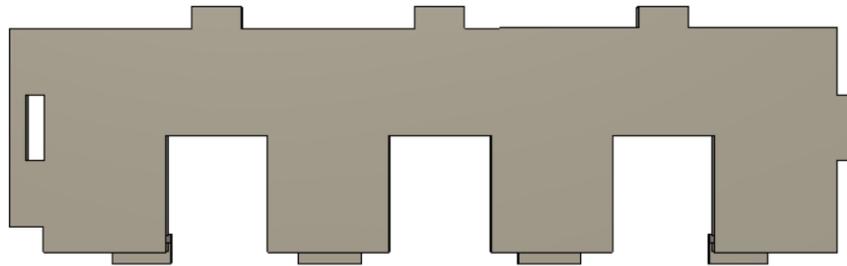


Figura 28 Modelo CAD - Pared Huecos.

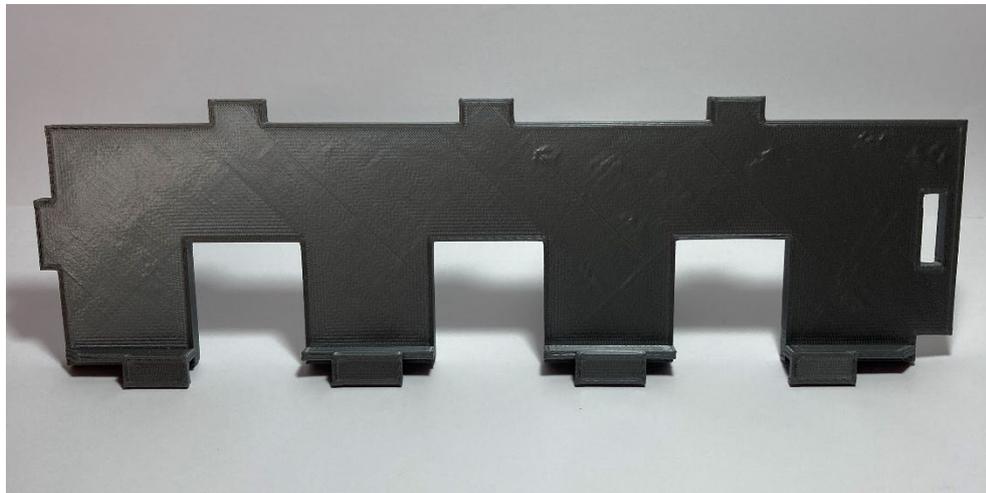
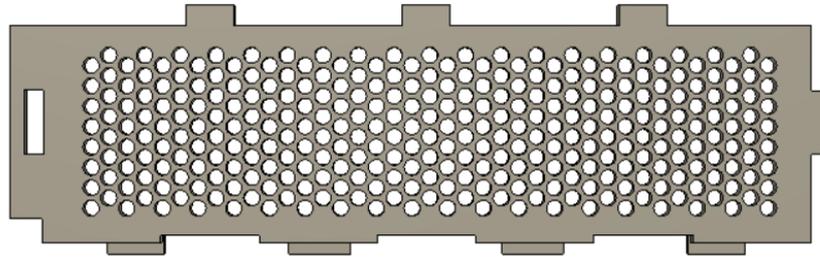
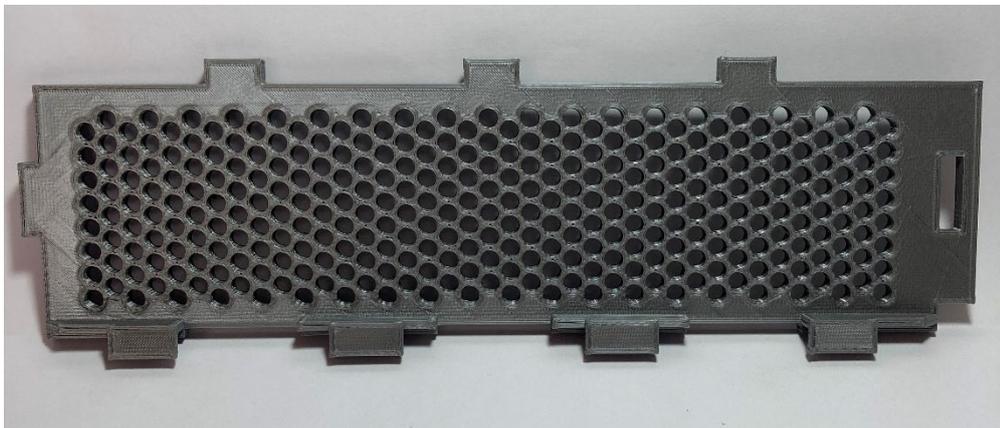


Figura 29 Prototipo - Pared Huecos.

Un modelo que cuenta con la misma malla circular de la base en la pared para colocar módulos, sensores o botones que deben estar en contacto con el ambiente.



**Figura 30 Modelo CAD - Pared Malla.**



**Figura 31 Prototipo - Pared Malla.**

Un último modelo de una pared completamente llana para mantener los módulos protegidos en el interior. Siendo esta pared la única que quedo como idea.

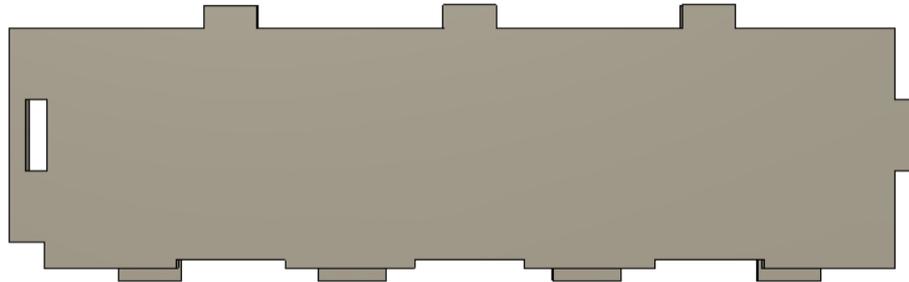


Figura 32 Modelo CAD - Pared Llana.

#### 4.5.5 Uniones

Todas las piezas están diseñadas para unirse a presión. Para esto, se usaron tolerancias de 0.5mm en las uniones debido a las propiedades del filamento usado en el prototipo.

Para la primera iteración de la unión entre paredes, se realizaron tres lengüetas del lado izquierdo y 3 orificios por los cuales encajarían. El mecanismo está diseñado para que las paredes se unan por la parte superior de la base mientras que la parte inferior utiliza el mismo mecanismo para que el apilado sea más fácil de lograr. Además, hay un ensamblado por lengüetas que encajan en orificios colocados en cada lado de la base.

Las pruebas de este prototipo no resultaron muy exitosas ya que las uniones no eran lo suficientemente fuertes para mantener el producto fijo y armado, no podía soportar mucho peso causando que cualquier golpe lo desarmaba.

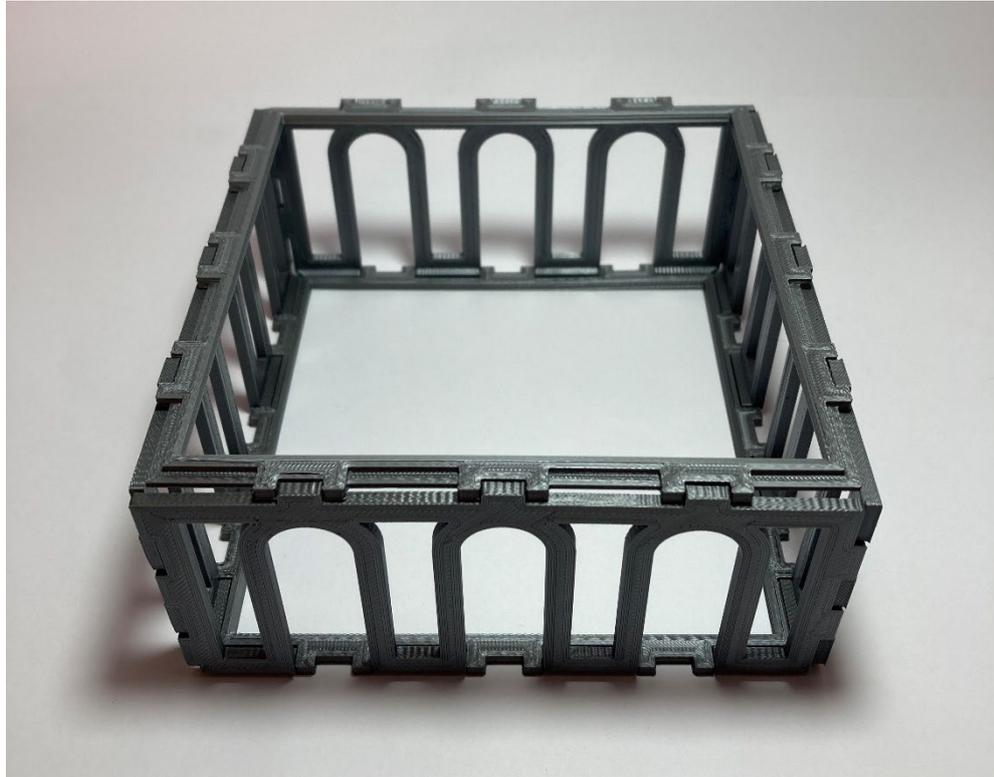


Figura 33 Prototipo – Ensamble.

Para la siguiente iteración, se disminuyó las lengüetas de los costados de la base a una y se cerró el orificio de un otro lado para proporcionar mayor fijación en los laterales. En la unión entre la pared y la base se optó por realizar una extrusión en forma de L boca abajo en la pared para encajarla en la base y, por otro lado, la parte superior solo se encerraría por medio de orificios.

De esta manera, logramos tener un prototipo más resistente y fácil de armar.

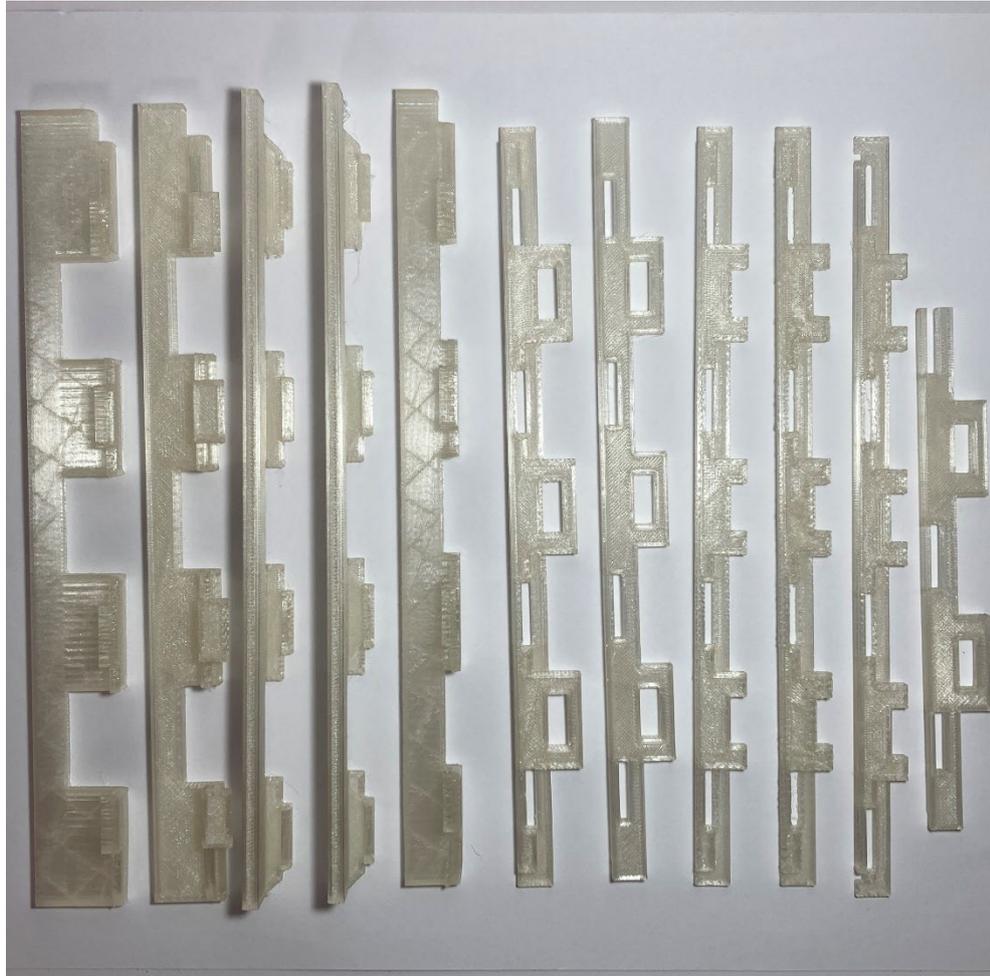
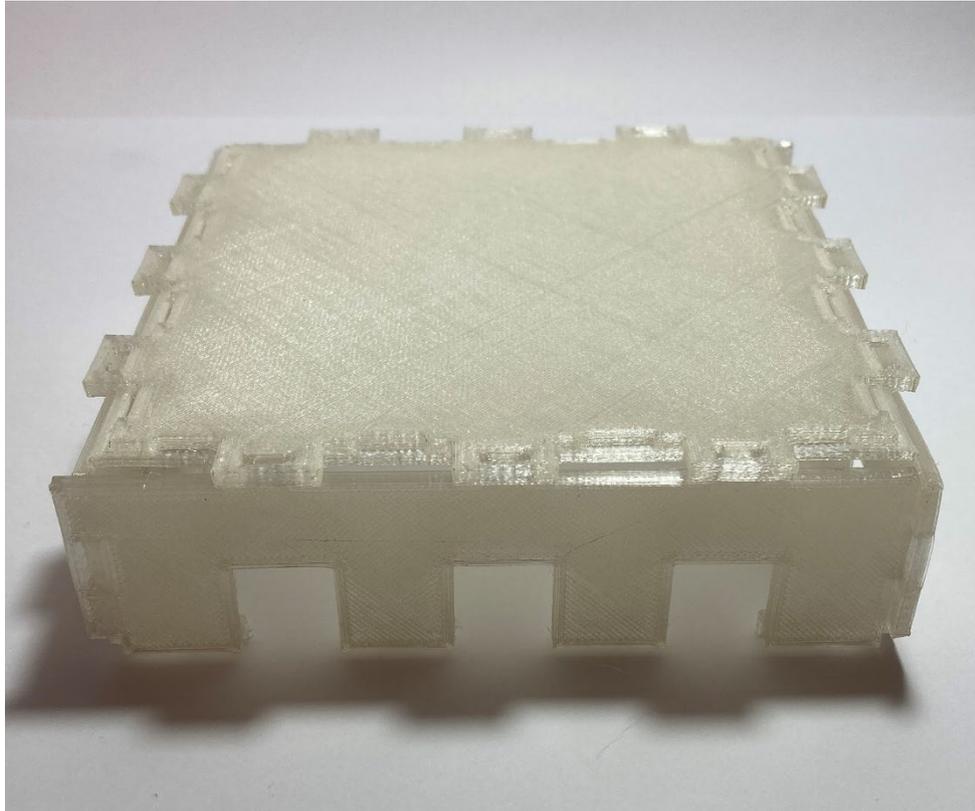
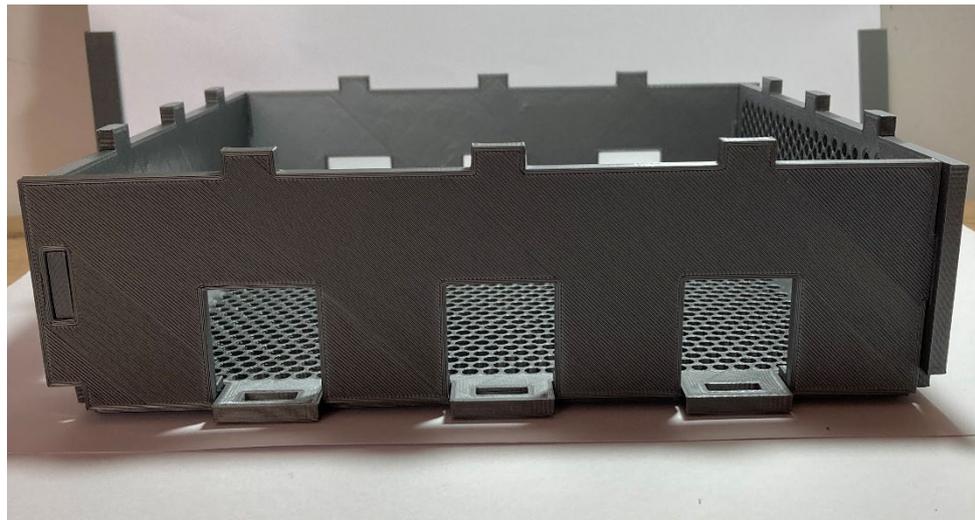


Figura 34 Prototipado - Pruebas de tolerancia.



**Figura 36 Prototipo - Ensamble con nuevo sistema.**



**Figura 35 Prototipo - Carcasa final.**

#### 4.5.6 Tapa

Para el diseño de la tapa, se reutilizó, de manera provisional, la misma forma de la base quitando los agujeros de la malla. Se recomienda para trabajos futuros, elaborar una nueva tapa que pueda ajustarse de mejor manera.

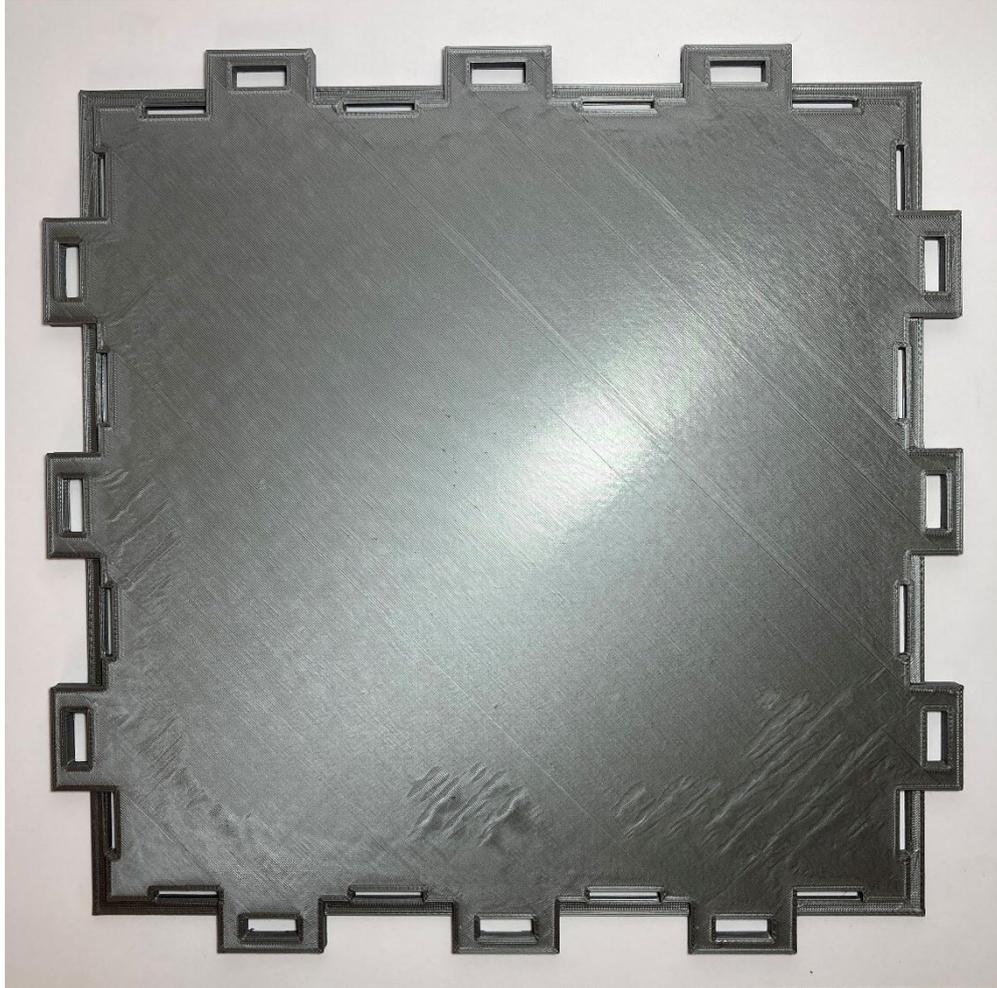


Figura 37 Prototipo – Tapa.

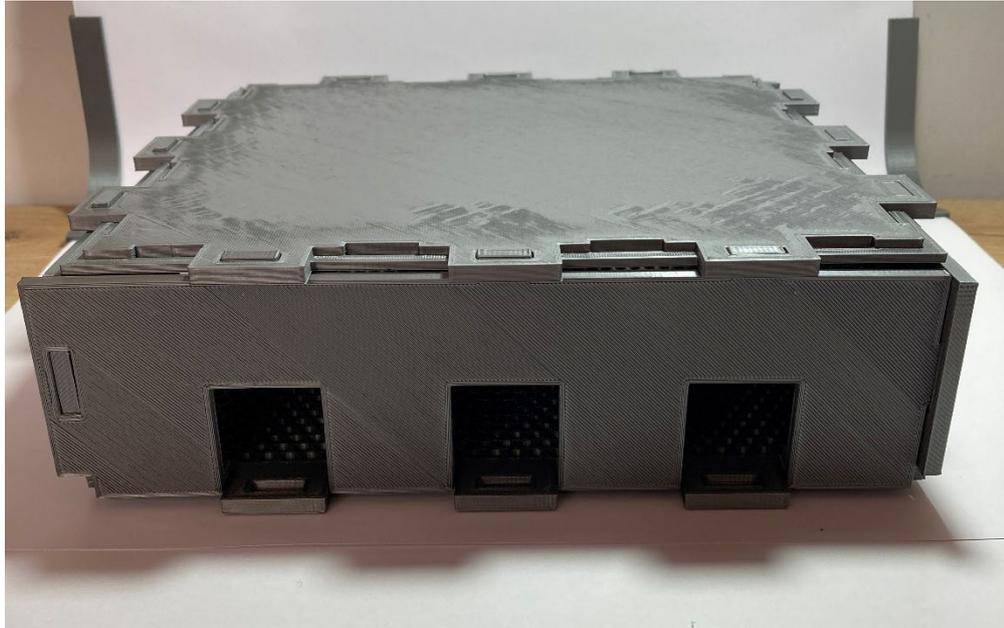


Figura 38 Prototipo - Tapa (producto completo).

#### 4.5.7 Accesorios

Se elaboró una cajita provisional donde se puede almacenar los separadores.



Figura 39 Prototipo – Caja.



**Figura 40 Prototipo - Caja cerrada.**

#### **4.5.8 Patas**

El último avance de este proyecto fue la implementación de patas recubiertos por un caucho en la parte inferior para aumentar la fricción de la base contra la superficie. Al ser de plástico, esta tiende a deslizarse causando que cada modificación del proyecto se deba sostener.



**Figura 41 Prototipo – Pata.**



Figura 42 Prototipo - Pata con caucho.

#### 4.5.9 Contextualización del producto

Las siguientes imágenes muestra el concepto final del producto.

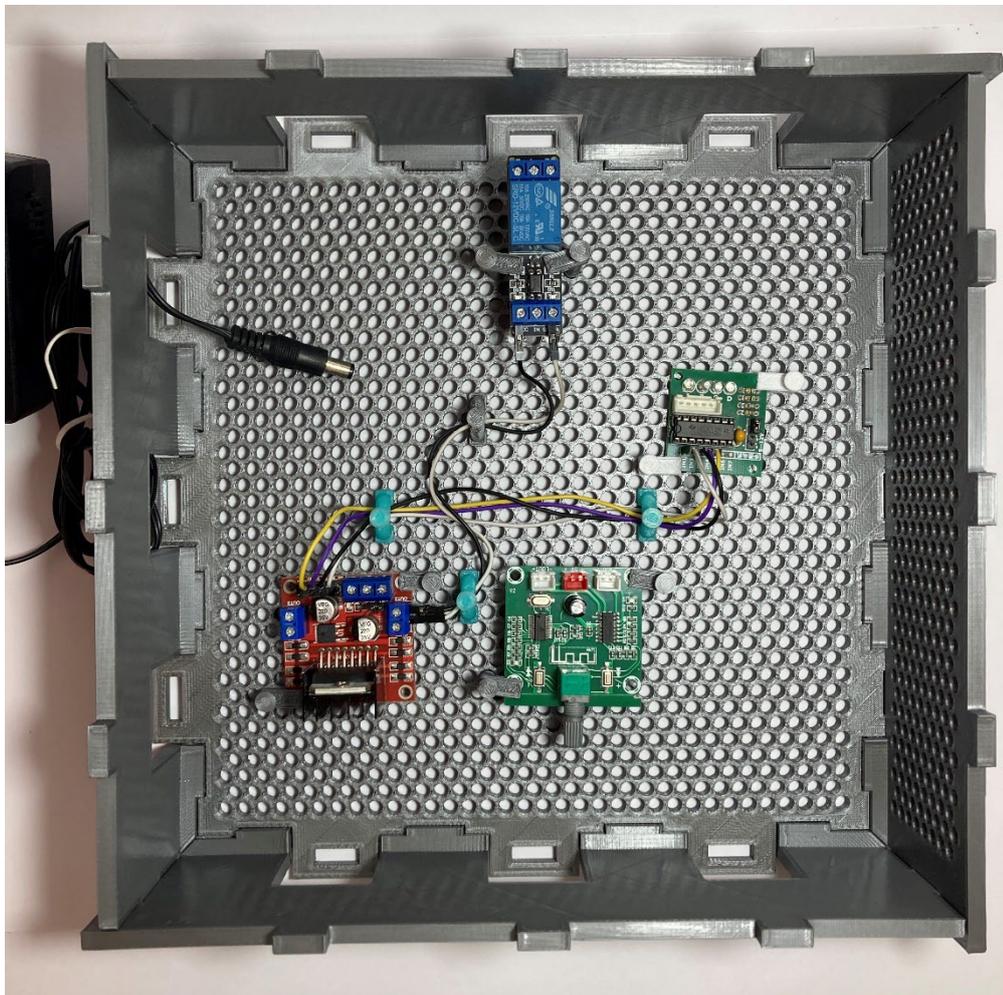


Figura 43 Contextualización del producto 1.

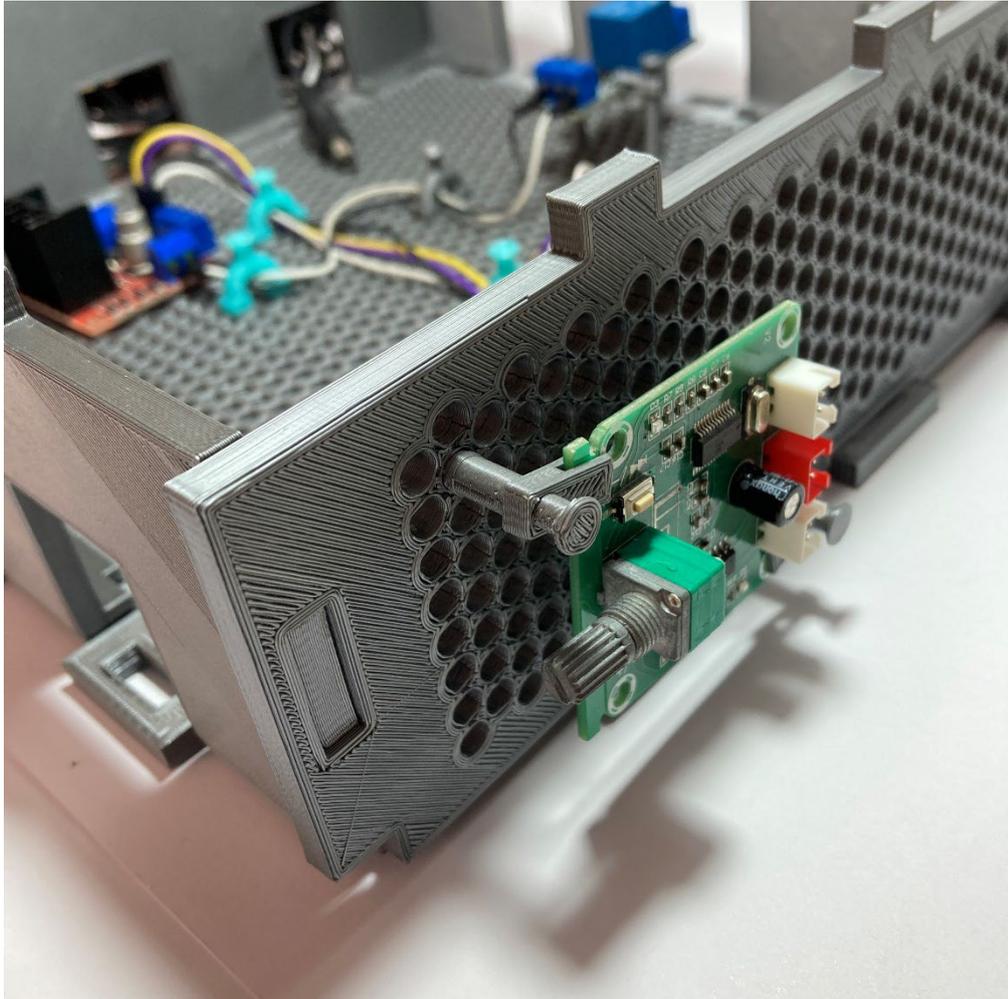


Figura 44 Contextualización del producto 2.

#### 4.6 Producto Final

Después de validar el concepto, la funcionalidad y la versatilidad por medio de prototipo, se pudo conceptualizar el producto final de forma exitosa. Sin embargo, debido al tiempo y el presupuesto que se tuvo durante la creación de esta propuesta, el producto final se quedó como una idea con bastante potencial.

El producto final constaría con las mismas piezas validadas siendo:

- 1 base
- 1 tapa
- 4 paredes
- 16 soportes de módulos
- 8 soportes de cables

- 5 patas

Además, el material elegido para realizarla sería resina epóxica transparente. Esto se debe por la resistencia y transparencia permitiendo que el usuario pueda mostrar su proyecto sin la necesidad de abrir la carcasa.

#### 4.6.1 Renders

Los renders fueron tomados según los materiales recomendados para su producción final siendo el acrílico transparente material primario.

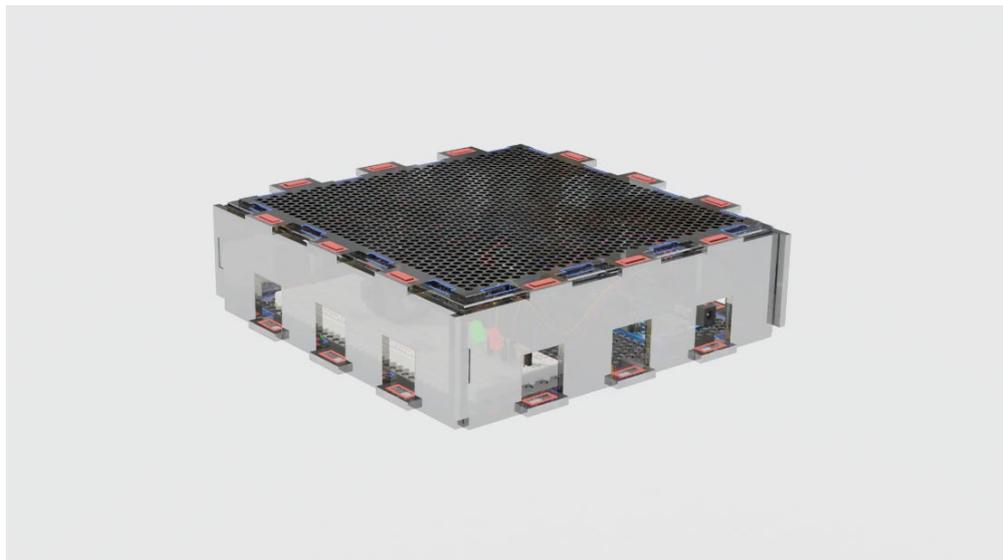


Figura 45 Render 1

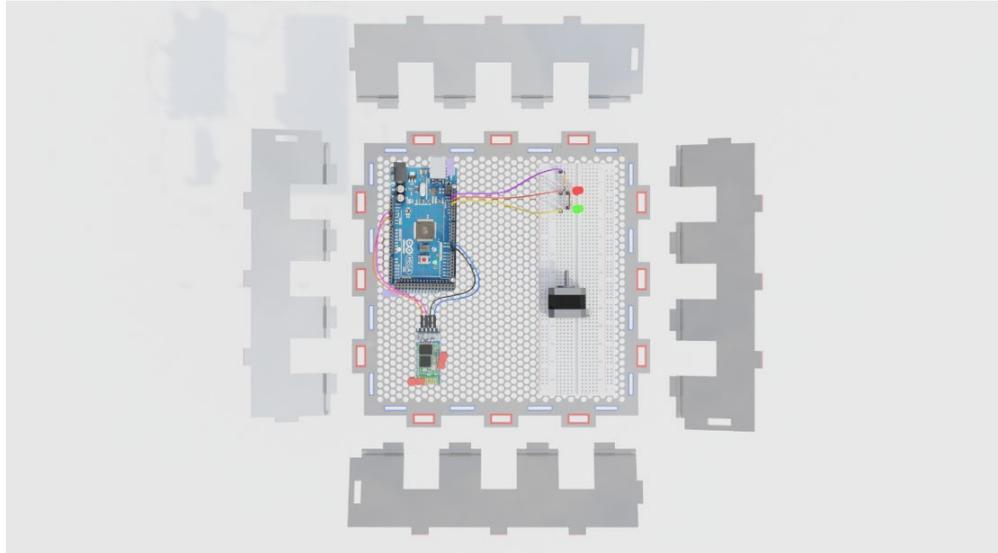


Figura 46 Render 2.

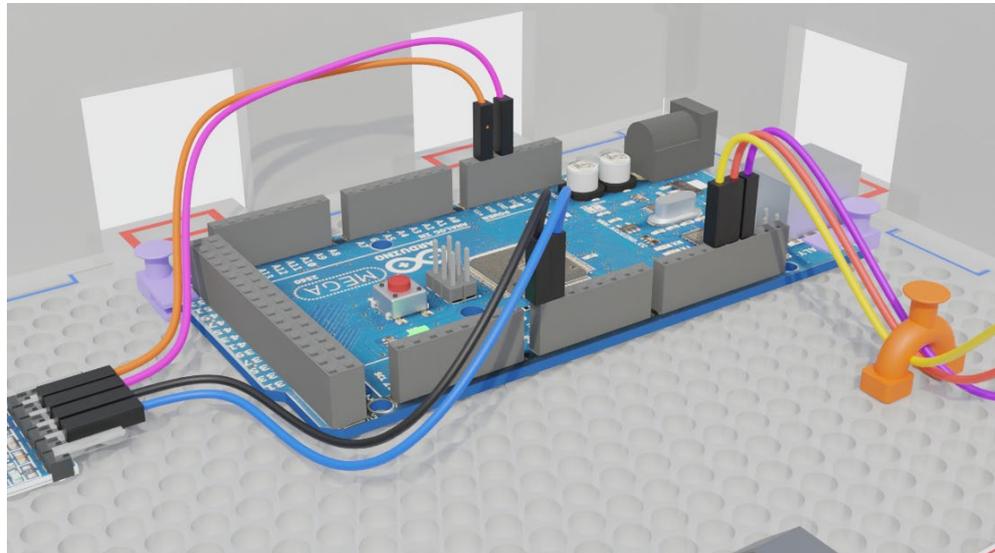


Figura 47 Render 3.

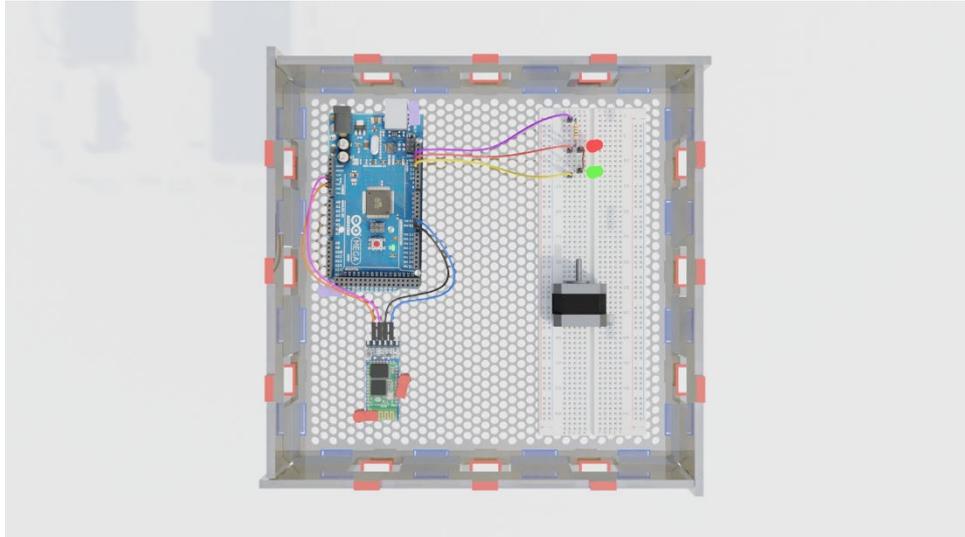


Figura 48 Rende 4.

#### 4.6.2 Planos técnicos

A continuación, se muestra los planos acotados de cada pieza del producto, con las medidas necesarias para su fabricación. Las medidas exteriores, de los diferentes modelos de paredes, son las mismas con la excepción que solo cambia el contenido interior de cada una.

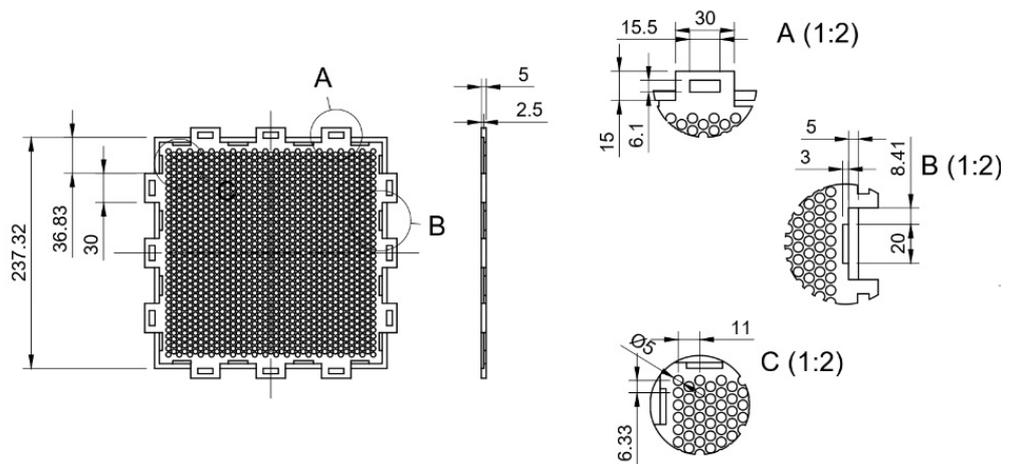


Figura 49 Planos 1.

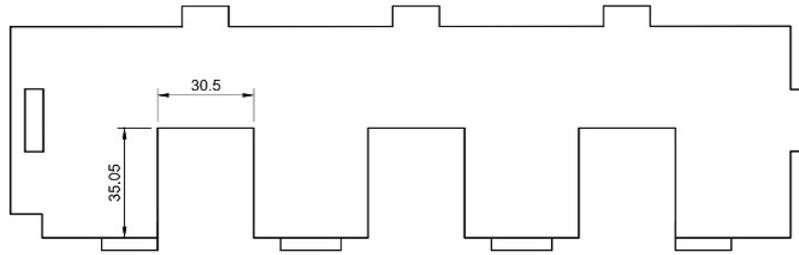


Figura 51 Planos 2.

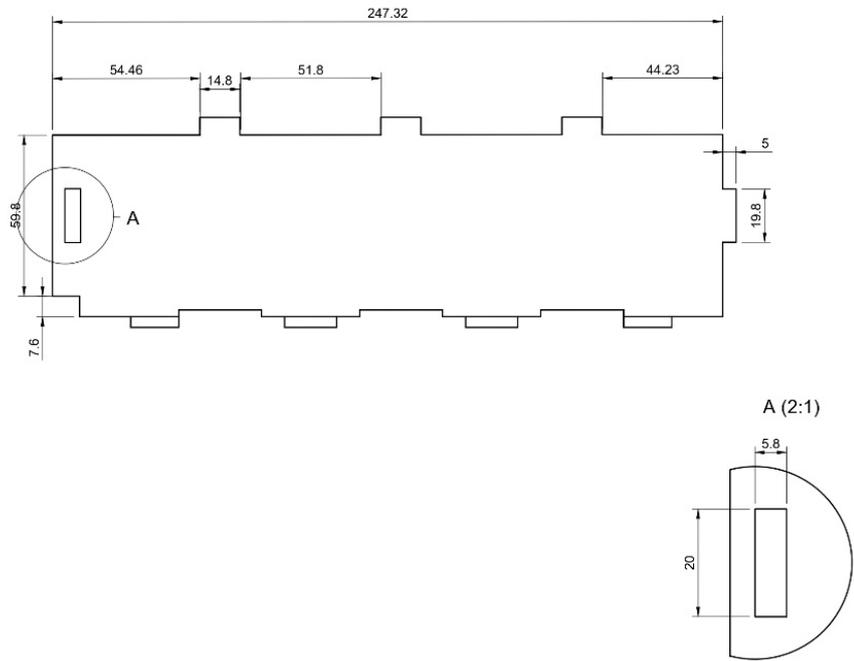


Figura 50 Planos 3.

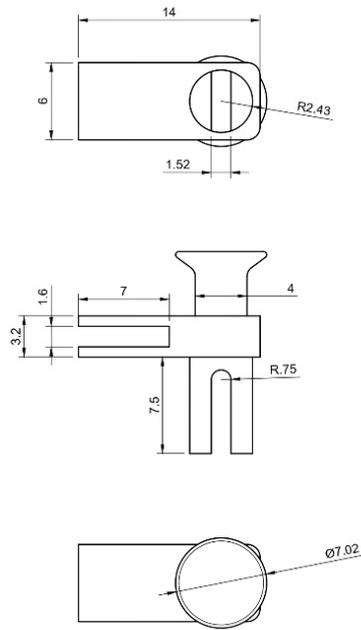


Figura 53 Planos 4.

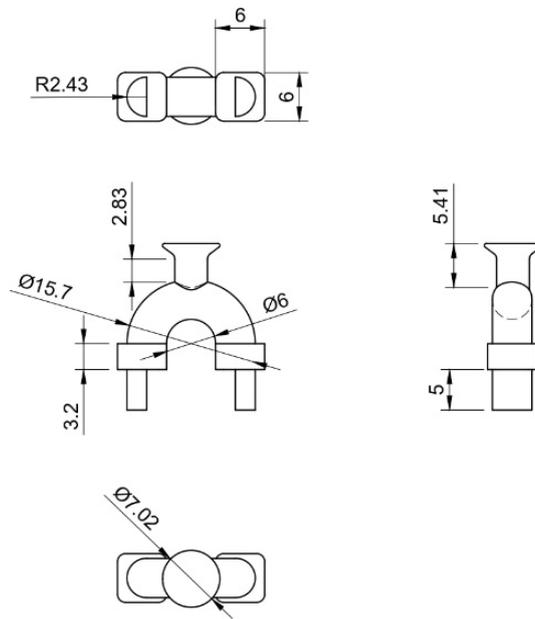


Figura 52 Planos 5.

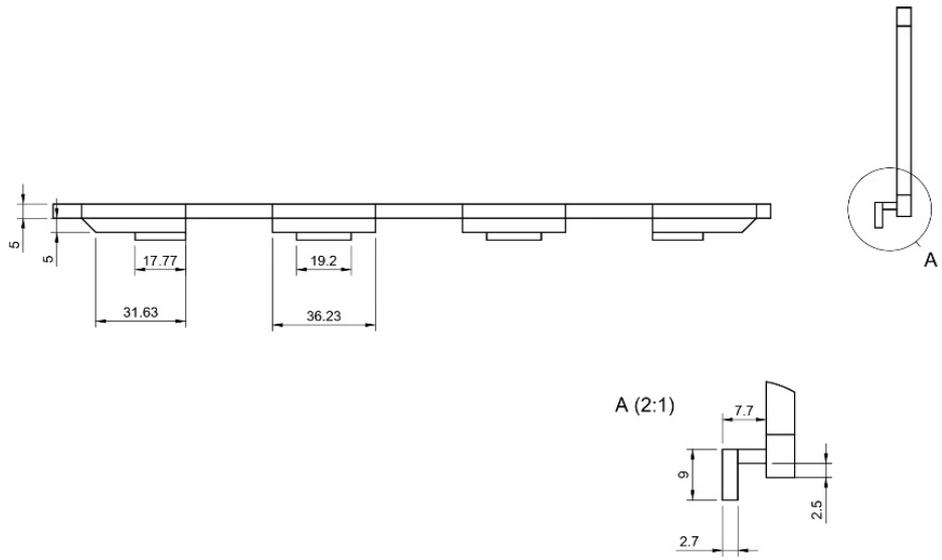


Figura 55 Planos 6.

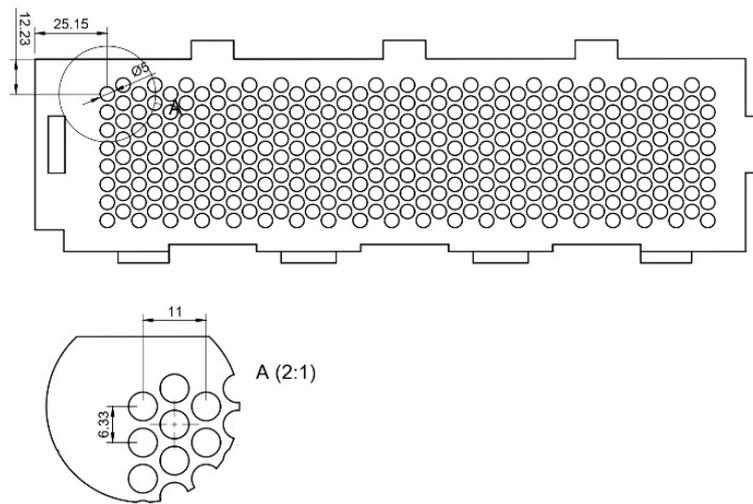
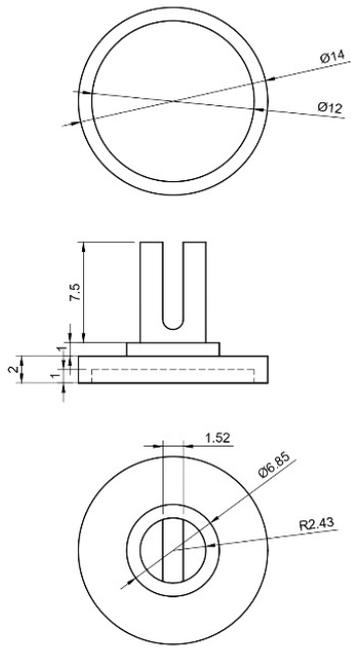


Figura 54 Planos 7.



**Figura 56 Planos 8.**

### 4.6.3 Presupuesto

Para la manufactura de este prototipo, se contó con la ayuda de Zero Dimension. El costo de las impresiones se lo mide por tiempo siendo \$2.5/h el coste estándar. Sin embargo, debido a la cantidad de piezas y tiempo, nos hicieron un descuento del 50% quedando \$1.25/h. Adicionalmente, debíamos comprar el material el cual se necesitó de 1 rollo PLA con un costo de \$22. La siguiente tabla posee los valores correspondientes a la manufactura del prototipo.

<b>Pieza</b>	<b>Costo por unidad</b>	<b>Total (dólares americanos)</b>
Base	\$27.5	\$27.5
Tapa	\$20	\$20
Separadores de cables / separadores de módulos / patas	\$0.37	\$7.5
Caja de separadores	\$2	\$2
Paredes	\$10	\$40
Material	\$22	\$22
<b>Total</b>		<b>\$119</b>

Tabla 9 Tabla de costes en prototipado.

Debido a que estamos apuntando a un nicho de mercado muy específico, la manufactura de este producto es de baja escala. Para reducir los costos de fabricación proponemos utilizar resina epóxica en la elaboración de cada pieza exceptuando a la caja de separadores. Para este proceso de vaciado de resina por gravedad previamente se necesita de moldes de silicón, los mismos que se podrían hacer a partir de las impresiones 3D que se usarían como modelos.

Sin tomar en cuenta los valores de los moldes y el coste del operario, la siguiente tabla muestra los costos de manufactura del producto en resina epóxica.

<b>Pieza</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Costo de material</b>	<b>Costo de fabricación por unidad</b>	<b>Costo Total</b>
Base	183	\$43 (4 kg) (valor con reactivo)	\$1.96	\$1.96
Tapa	336		\$3.61	\$3.61
Separadores de cables / separadores de módulos / patas	29		\$0.01	\$0.31
Paredes	102		\$1.09	\$4.38
Caja de separadores	-	\$0.10	\$2	\$2
<b>Total</b>				\$12.26

Tabla 10 Coste de manufactura a pequeña escala.

## CONCLUSIONES

Por medio de iteraciones y retroalimentaciones provistas por el usuario, que siguen la metodología planeada en este proyecto, se pudo diseñar y manufacturar un producto que cumple los objetivos propuestos los cuales solucionan las necesidades de los usuarios en la fase de prototipado. Las piezas del producto fueron modeladas en Fusion 360 y elaboradas por medio de una impresora 3D usando filamento PLA. Se decidió utilizar este filamento por lo asequible que es; sin embargo, no es el material óptimo para este tipo de trabajo debido a su fragilidad. Se experimentó también con PETG para las piezas flexibles, pero no se consiguió los resultados esperados.

Con las piezas fabricadas, se hicieron las entrevistas semi estructuradas con los profesionales de la muestra, donde se les permitió interactuar con el prototipo y colocar los proyectos dentro de este en los que estaban trabajando para probar sus funciones. Gracias a ellos, se realizaron ciertas modificaciones en el diseño para solucionar las necesidades que habían pasado por alto hasta el momento para luego efectuar la actividad con los grupos focales con el fin de saber su opinión acerca del producto.

Al final, se pudo llevar a cabo una carcasa modular conformada por un kit de piezas intercambiables que ayudan al usuario a organizar sus circuitos electrónicos, además de ser resistente y duradera. Al estar armada, es fácil de transportar dentro de una maleta y mantiene el proyecto intacto.

En conclusión, se espera que el producto realizado forme parte de un cambio en la fase de prototipado que permita a los usuarios enfocarse más en sus labores como ingenieros y diseñadores de productos electrónicos que el estar preocupados por la organización y transporte del proyecto.

Como recomendaciones, se propone la fabricación de carcasas más pequeñas con un sistema de ensamblado diferente para abarcar los proyectos de una dificultad menor. Adicionalmente, se recomienda, para una siguiente iteración, el uso de ABS para aumentar la resistencia de las piezas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Berglun, A., & Grimheden, M. (12 de Enero de 2011). The importance of prototyping for education in product innovation engineering. (A. Chakrabarti, Ed.) *The Design Society*. Obtenido de <https://www.designsociety.org/publication/32418/The+Importance+of+Prototyping+for+Education+in+Product+Innovation+Engineering>
- Cortés Cortés, M. E., & Iglesias León, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación* (1 ed.). Ciudad del Carmen, Campeche, México: Universidad Autónoma del Carmen. Obtenido de [https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia\\_investigacion.pdf](https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf)
- Electronic Board. (2022, Agosto 18). From Electronic Board: <https://www.electronicboard.es/componentes-electronicos-los-mas-utilizados/>
- Hamui-Sutton, A., & Varela-Ruiz, M. (10 de Septiembre de 2013). La técnica de grupos focales. *ELSEVIER*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349733230009>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). Ciudad de México, México: Mc Graw Hill Education. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Industrial Quick Search. (2023). Electronic Enclosures. Obtenido de IQS Directory: <https://www.iqsdirectory.com/articles/electronic-enclosure.html>
- Lorenzo, J. (2018, Julio 27). From Robo Genios: <https://www.robogenios.com/mejores-kits-electronica-para-principiantes/>
- Montalván Lume, J., Soria Morales, C., Hopkins Barriga, A., Ascue Yendo, R., & Ajito Lam, E. (2019). *Guía de Investigación en arte y diseño* (1 ed.). (J. d. Ballón, & M. d. Fernández Flecha, Edits.) Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de

<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/172126/Guía%20de%20Investigación%20en%20Diseño.pdf?sequence=1&isAll>  
owe

Pincore Technologies. (9 de Marzo de 2021). Obtenido de Pincore:  
<https://pincore.in/the-essential-guide-to-know-the-importance-of-prototyping-in-your-new-electronic-product-design/>

protostax. (2023). Obtenido de protostax: <https://www.protostax.com>

Rice, M. (30 de Noviembre de 2015). Obtenido de tindie:  
<https://www.tindie.com/stores/mjrice/items/>

Solovev, A. (25 de Abril de 2022). (T. Yuldashev, Editor) Obtenido de Integra Sources: <https://www.integrasources.com/blog/electronics-prototyping-product-development/>

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2022). *Diseño Y Desarrollo De Productos* (5 ed.). México: McGraw Hill Education. Obtenido de [https://www.academia.edu/16512984/Diseño\\_y\\_desarrollo\\_de\\_productos\\_5ed\\_Karl\\_T\\_Ulrich](https://www.academia.edu/16512984/Diseño_y_desarrollo_de_productos_5ed_Karl_T_Ulrich)

# ANEXOS

## Anexo A Entrevistas Estructuradas

### Introducción

Se realizaron 10 entrevistas a los integrantes del Club de Mecatrónica de la ESPOLE y a tres profesionales de electrónica para saber sus problemas y necesidades al momento de prototipar.

A continuación, se anexará los resúmenes de cada entrevista:

### Entrevista #1

**Nombre: Daniela**

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Arduino, drivers, Bluetooth, wi-fi, micrófonos, raspberry, sensors, potenciómetro, servomotores, batería 12v.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

10-15

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Los cables se desconectan, se mueven y dificultan el traslado del proyecto.

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Caja de cartón grande.

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Compartimentos para los componentes.

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Divisores, compartimentos para las herramientas.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Placas más importantes encima para que no se dañen

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

La estética puede afectar la nota, se espera que las cosas estén en orden para poder calificarla mejor.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Maleta rodante modular.

**10.¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

20 dólares.

## **Entrevista #2**

**Nombre:** David

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Módulos de driver, motores acuadores, Arduino, sp32, Raspberry, bluetooth, wifi, sensores de temperatura, humedad.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

7-8

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Cablerío

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Caja de zapato.

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Mejorar el espacio para la protoboard, fijación.

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Espacio para guardar componentes.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

No tiene una organización específica.

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

Deben mostrar cómo se verá el producto final, la estética ayuda a una mejor visualización de los componentes.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Caja de herramienta, agarradera.

**10.¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

Mas de \$20, menos de \$50.

**Entrevista #3**

**Nombre: Dylan**

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Driver I296, Arduino, Bluetooth, sensores infrarrojos, lcd 16x2.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

10

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Se pueden dañar los pines al momento de trasladarlos.

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Mochila, caja de materiales.

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Compartimientos en la mochila.

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Llevar hojas de los esquemáticos, compartimientos para componentes, espacio para el protoboard.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Organiza según función (luz, potencia, motor).

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

La estética ayuda a que sea más fácil de armarlo.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Sin puntas que lastimen, ganchos, agarradera.

**10. ¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

20 a 30 dólares.

#### **Entrevista #4**

**Nombre:** Fabricio

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Sensores de temperatura, Arduino, motores, sensores de proximidad.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

10

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Se desconectan los cables al armar y trasladar.

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Caja de zapatos.

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Agarradera

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Apartados para componentes y herramientas, fijar los componentes.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Módulos Arduino de un lado, los sensores por otro lado y los jumpers.

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

La estética es importante para la nota.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Cubica y acordeón.

**10.¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

20 a 30 dólares.

## **Entrevista #5**

**Nombre:** Javier

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Tarjetas Arduino, sp32, motores dc, motores 0, modulo l298, l294, sensores de distancia, ultrasónicos, Sharp, módulos de humedad, temperatura.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

4 u 8

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

El tamaño del protoboard, espacio.

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Cajas de cartón, bandejas, lo que sea que lo mantenga armado.

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Funda adaptable, seguro contra golpes.

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Pinzas o agarres para sostener los objetos mientras se arma, fijar las placas.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Control, motores, alimentación.

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

Se califica la presentación, la ubicación de los sensores y periféricos.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Cubica.

**10.¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

10 a 20 dólares.

## **Entrevista #6**

**Nombre:** Jonathan

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

BluetooH, wifi, Arduino, Arduino nano.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

1 o 2

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Cableado, el traslado en fundas, encontrar el componente, desarmar y volver a armarlo.

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Caja de zapatos, mochila, mano.

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Almacenar los componentes, separarlos por tamaños, organizarlos.

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Transportar en llantas.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Dependiendo de la longitud de los cables.

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

El proyecto debe ser visualmente aceptable para ser presentado en electrónica.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Cubica.

**10. ¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

30 a 40 dólares.

**Entrevista #7**

**Nombre:** José

1. **¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Arduino, raspberry, sp32, drivers, fuentes de 5v, borneras, lcd.

2. **¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

3

3. **¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Cablerío, operar con demasiados cables alrededor, los componentes no caben el protoboard.

4. **¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Cajas.

5. **¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Rieles, sujetadores, separadores.

6. **¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Tipo caja sorpresa, las paredes permitan agarrar componentes pequeños, varios niveles, niveles, compartimentos.

7. **¿De qué forma organiza las placas?**

Circuito de control (Arduino, sensores) y potencia (Cables fuertes, luces, motores) separados.

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

A estética se traduce como eficiencia, un buen circuito transmite conocimiento, permite ver cómo está conectado cada cosa.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Cubica, rieles.

**10. ¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

40-60 dólares.

Entrevista #8

Nombre: Luis Santamaria

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Arduino, sp32, rasberry, sensor de ultrasonido, de luz, de presión, motores, wifi, bluetooth, osciloscopio, porta baterías, switch.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

8

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Que se desconecten los cables a la hora de transportarlos, jumpers defectuosos, organización de cables,

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Lo transporta en cajas o bandeja.

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Con una especie de maleta

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Compartimentos para guardar componentes, agarradera, divisiones.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

No tiene una forma específica

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

No afecta.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Cubica y circular.

**10. ¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

25 a 30 dólares.

**Entrevista #9**

**Nombre:** Saila

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Arduino, sp32, drivers, motores, bluetooth, wifi, comando de voz, sensores de proximidad, de línea, lcd.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

6-12

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

La distancia de los cables en el espacio, se confunden los cables.

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Caja de zapatos o en la mano.

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Agarraderas, que sea ligero.

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Diferentes niveles y almacenadores de cables, orificios para pasar cables.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Depende del tipo de proyecto.

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

Pueden bajar puntos por la presentación, debe de estar todo bien ordenado.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Cuadrado o rectangular

**10.¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

25-30 dólares.

## **Entrevista #10**

**Nombre:** Steven

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Arduino uno, Arduino nano, raspberry, bluetooth, wi-fi, módulo de ondas de radio, teclados, sensores de movimiento, de posición, placas psb.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

10

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

La optimización del espacio, las piezas no se quedan fijas y pueden dañarse.

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Cajas medianas, grandes

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Compactar los elementos para que ocupen menos espacio, los cables unidos en un espacio....

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Almacenamiento para componentes, mantener módulos estáticos, caja de herramientas.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Las organiza según el tamaño, agrupando las grandes juntas y de igual manera las pequeñas

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

Para algunos profesores es importante el apartado estético del proyecto.

Una mala estética lleva a la acumulación de errores que le puede llevar a bajar la nota.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Portafolio con esquinas curvas y espacios para poner más cosas dentro y fuera de la casa

**10.¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

40-50 dólares

**Entrevista #11**

**Nombre:** Ing. Tony Toscano

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Driver 298, sensores de temperatura, sensores de humedad de tierra, giroscopios, módulos GSMOGPS, sensores de ph, sensores de obstáculos, pantallas lcd, lectores de huella.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

5-6

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Los cables son difíciles de conectar y muy fáciles de dañar, se confunden con las resistencias,

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Cajas de cartón o fundas de plástico.

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Casilleros.

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Caja de mdf o acrílico.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Las placas de Arduino y raspberry en la mitad para que estén en contacto con todos los componentes.

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

La presentación del prototipo no afecta la nota.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Rectangular

**10.¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

6-10 dólares.

## **Entrevista #12**

**Nombre:** Aníbal Tapia

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Arduino, Raspberry pi, wld3343, photodetector, lcd.

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

3

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Debe desarmar su proyecto para transportarlo y el volver a armarlo puede ser tedioso y complicado

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Cajas de zapatos

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Dividir la caja por secciones para organizar las piezas al transportar, carrito para transportar

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Fijadores para colocar los componentes, varios pisos para colocar diferentes componentes.

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Se organizan los módulos dependiendo de cómo interactúan entre si.

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

Influye bastante en la nota y para que el proyecto pueda ir a ferias o festivales

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Cubica o circular.

**10.¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

200 dólares.

**Entrevista #13**

**Nombre:** Ing. José Miguel Larrea

**1. ¿Cuáles son los tipos de módulos más requeridos para los proyectos? (Incluir periféricos de entrada y salida)**

Sensores mecánicos, digitales y analógicos, Arduino, sp32, sp8266

**2. ¿Cuántos componentes usa en un proyecto? (Incluyendo cables) (Incluir periféricos de entrada y salida)**

1-5

**3. ¿Qué es lo que más le molesta a la hora de armar su circuito?**

Es complicado unir los cables y desarmarlo, tener espacio suficiente para armar, tener varios tipos de cables y módulos para experimentar

**4. ¿Usualmente cómo transporta su proyecto?**

Cajas de herramientas seccionadas

**5. ¿Cómo cree que se podría mejorar el transporte del proyecto?**

Mantener más compacta las piezas para transportarlas sin que sufran golpes o movimientos brusco

**6. ¿Qué desearía que tuviera la carcasa para mejorar su experiencia al momento de prototipar?**

Separar las áreas del trabajo

**7. ¿De qué forma organiza las placas?**

Se organizan juntos los módulos que se conectan.

**8. ¿Cómo influye la carcasa al momento de presentar el proyecto?**

La presentación del prototipo no afecta la nota.

**9. ¿Para usted es necesario una carcasa cubica para guardar su proyecto? ¿Qué otras formas se le vienen a la mente que podrían ayudarlo?**

Cubica con esquinas biseladas o prisma rectangular

**10. ¿Cuánto estaría dispuesta a invertir en una carcasa para el proceso de prototipado?**

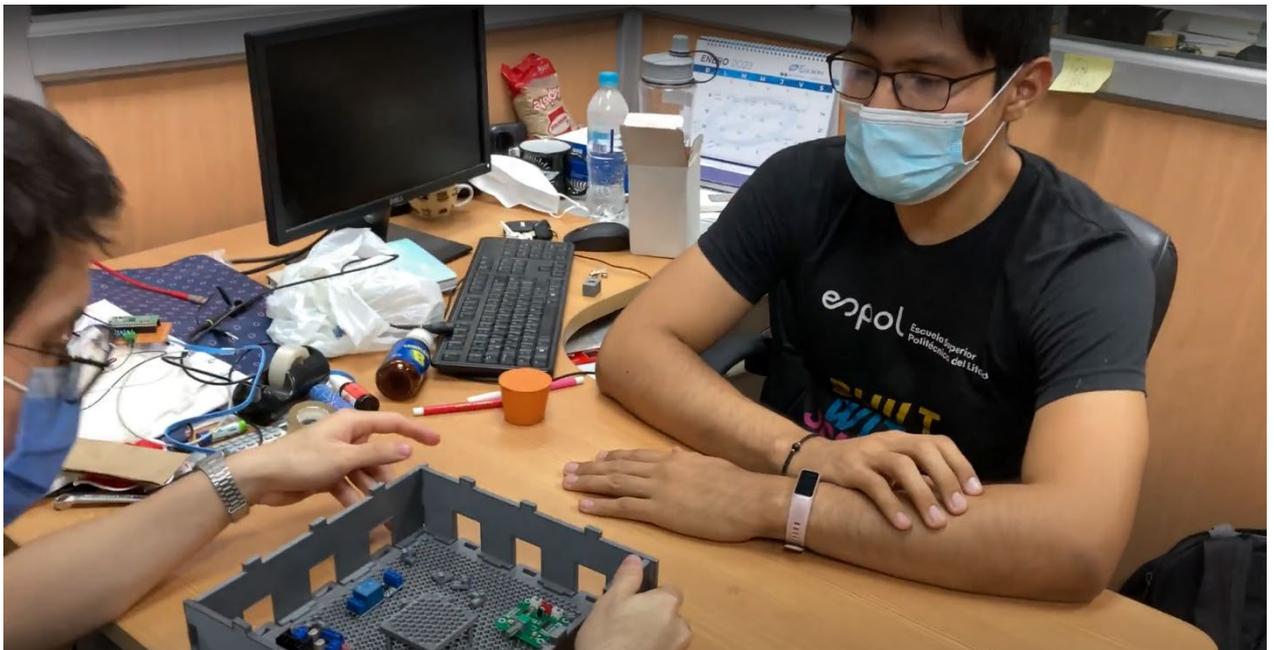
50-100 dólares.

## Introducción

Se realizaron dos entrevistas semiestructuradas a profesionales del campo de la electrónica de la ESPOL con un prototipo avanzado para para recibir su retroalimentación del producto, estas entrevistas no contaban con un formato establecido, si no que se realizaron unas preguntas básicas.

### Entrevista #1

Nombre: Anibal Tapia



#### 1. ¿Qué te parece el prototipo?

Le gusto mucho los soportes para fijar los módulos, poder trasladar la carcasa con todos los componentes dentro de la mochila

#### 2. ¿Te parece que las dimensiones son correctas?

Si, la mayor parte de su proyecto puede entrar en la base a excepción de componentes demasiado grandes.

3. ¿Es cómodo usar el prototipo?

Si es muy cómodo y versátil para prototipar

4. ¿Cómo podríamos mejorar el diseño?

Realizar diferentes tipos de separadores para los módulos más grandes, paredes para poner sensores que deben estar en contacto con el ambiente

## Entrevista #2

Nombre: Tony Toscano



1. ¿Qué te parece el prototipo?

Le pareció una buena idea para llevar los proyectos y el concepto de apilar es perfecto porque hay proyectos que usan dos o más protoboard y necesitan más pisos

## **2. ¿Te parece que las dimensiones son correctas?**

Si les pareció correctas

## **3. ¿Es cómodo usar el prototipo?**

Las paredes le parecieron un poco altas, estas podrían ser incómodas al momento de prototipar

## **4. ¿Cómo podríamos mejorar el diseño?**

Los separadores deberían tener diferentes alturas para poner módulos y mecanismos que son más altos, crear paredes para componentes específicos como pantallas lcd.

# **Anexo C**

## **Grupos Focales**

### **Introducción**

Se usaron tres grupos focales de estudiantes de la ESPOL para probar el prototipo, dos de estos grupos corresponde a estudiantes de la clase de embebidos del Ing. Tony Toscano y un grupo corresponde a los integrantes del club de Mecatrónica.

Las validaciones empezaron con una breve charla para hablar de las características del producto, luego se permitió a los participantes interactuar con la carcasa, armarla y agregar sus módulos.

Para terminar, se hicieron unas cuantas preguntas para conocer su opinión.

## **Grupo Focal #1**

### **Clase de Embebidos #1**



#### **1. ¿Es fácil el armado?**

La primera vez que lo armaron necesitaron unos minutos para comprender la posición correcta de las paredes, luego de que las colocaran bien para las siguientes ocasiones lo hicieron por intuición.

#### **2. ¿Qué recomendaría para mejorar el producto?**

Versiones más pequeñas de la carcasa, ya que sus proyectos son de menor escala y no ven la necesidad de comprar una caja con tanto espacio.

#### **3. ¿Cuánto estarían dispuestos a pagar por el producto?**

Todos acordaron que pagarían entre 10-15 dólares por la carcasa.

## **Grupo Focal #2**

### **Clase de Embebidos #2**



**1. ¿Es fácil el armado?**

Se ayudaron entre todos para armar la carcasa, la colaboración permitió que fuera rápido el armado, no hubo ningún problema.

**2. ¿Qué recomendaría para mejorar el producto?**

Agregar compartimientos para poder almacenar las resistencias, cables y demás componentes.

Agregar más espacio para baterías, controladores, borneras y otros componentes necesarios para realizar los prototipos

Permitir que varias carcasas se puedan unir para crear una más grande.

**3. ¿Cuánto estarían dispuestos a pagar por el producto?**

El precio promedio entre estudiantes fue de 20 dólares.

**Grupo Focal #3**

**Club de Mecatrónica**



En la validación del grupo de electrónica los participantes colocaron un proyecto completo de mecatrónica dentro de la carcasa, este circuito excedía las limitaciones que se tenían en mente del producto, aun así la carcasa pudo soportar el peso del proyecto entero, manteniendo todos los módulos fijos.

**1. ¿Es fácil el armado?**

La primera vez se les tuvo que guiar en la manera correcta de colocar las paredes

**2. ¿Qué recomendaría para mejorar el producto?**

Los separadores eran muy delicados, aproximadamente se rompieron 5 durante la validación, se recomendó cambiar el diseño para hacerlos más resistentes.

**3. ¿Cuánto estarían dispuestos a pagar por el producto?**

Pagarían entre 40-50 dólares.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Jehová por darme una familia que siempre me ha apoyado, a mis padres por la paciencia y amor que me han demostrado durante toda mi vida, a mis amigos por aliviar el estrés que produce estudiar una carrera universitaria y, finalmente, a todos los profesores que me han ayudado en mi formación profesional.

*Grenli Daniel Ordóñez Rosero*

Agradezco a mis padres por darme su amor, cariño y apoyo en todas las decisiones que me han llevado a donde estoy, a mi familia y amigos por brindarme alegrías en todo este proceso, a los docentes de la carrera que me enseñaron las habilidades y programas para completar mi educación y a mis mascotas por acompañarme todas las noches de desvelo.

*Alejandro Xavier Jordán Álvarez*