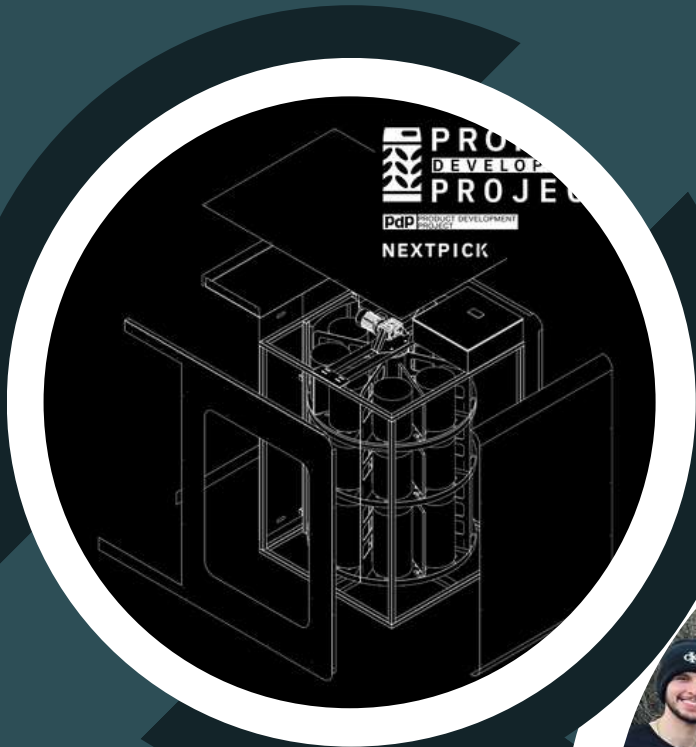


# PLUSCON

**pdp**

PRODUCT DEVELOPMENT PROJECT



PRO  
DEVELOP  
PROJE  
pdp PRODUCT DEVELOPMENT PROJECT  
NEXT PICK



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali



Aalto University





# AGRADECIMIENTOS

El equipo de trabajo del proyecto Pluscon-Nextpick Oy agradece en primera medida a los jefes de práctica Sara Botero y Sebastián Cuenca por el acompañamiento y guía experta en todo el proceso. También queremos agradecer a todo el equipo del CIE, Diana Riveros, Víctor Manuel Rodríguez, Juan Pablo García y los laboratoristas Esneider Flórez y Andrés Páez por su ayuda idónea siempre que el equipo lo requirió.

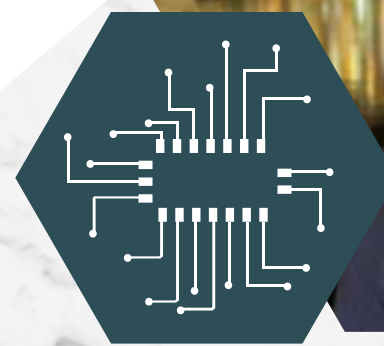
Adicionalmente, extendemos los agradecimientos a los directores de carrera por su orientación y apoyo para poder realizar el viaje, Luis Tobón, Adriana Gómez y Orlando Cundumi, y también cabe resaltar al Teaching Team por su continua retroalimentación y aportes a lo largo del desarrollo del proyecto.

Por último, y no menos importante se agradece a la Pontificia Universidad Javeriana Cali por vincularse a este tipo de convenios con Universidades del exterior, como lo es la Universidad de Aalto, que permiten a los estudiantes participar en proyectos de innovación multidisciplinarios que están a la vanguardia.



**Santiago Andrés Rivera Camargo**

Ingeniero Mecánico con énfasis en Diseño de Producto.



**Edwin Andrés Calvo Rincón**

Ingeniero Electrónico con énfasis en Mecatrónica y Telecomunicaciones.



**Luis Fernando Piedrahita Colorado**

Ingeniero Civil e Ingeniero Mecánico con énfasis en Diseño Estructural y Diseño de Producto, respectivamente.

**Sakari**  
Ingeniero eléctrico y  
de energías



**Joakim**  
Ingeniero mecánico  
Economy Officer



**Otso**  
Ingeniero mecánico  
Safety Officer



**Justus**  
Ingeniero mecánico



**Vilhelmiina**  
Diseñadora



**Toni Gröndahl**  
Ingeniero mecánico



**Sanyong**  
Ingeniero mecánico  
Project manager



**Hussaini**  
Ingeniero mecánico

# CONTENIDO

1.Pluscon-Nextpick Oy.....	10
2.Resumen ejecutivo.....	13
3.Introducción.....	14
4.Descripción del proyecto.....	15
5.Objetivos.....	16
6.Reto.....	17
7.Justificación.....	18
8.Marco teórico.....	20
9.Contexto.....	27
10.Benchmarking.....	28
11.Metodología.....	34
12.Empatía.....	38
13.Definición.....	52
14.Ideación.....	55
15.Prototipado.....	60
16.Validación.....	86
17.Propuesta final.....	91
18.Presupuesto.....	96
19.Oportunidades a explorar.....	98
20.Aprendizajes.....	101
21.Conclusiones.....	103
22.Proceso de diseño desde cada carrera.....	104
23.Reflexiones personales.....	106
24.Referencias.....	110
25.Anexos.....	113

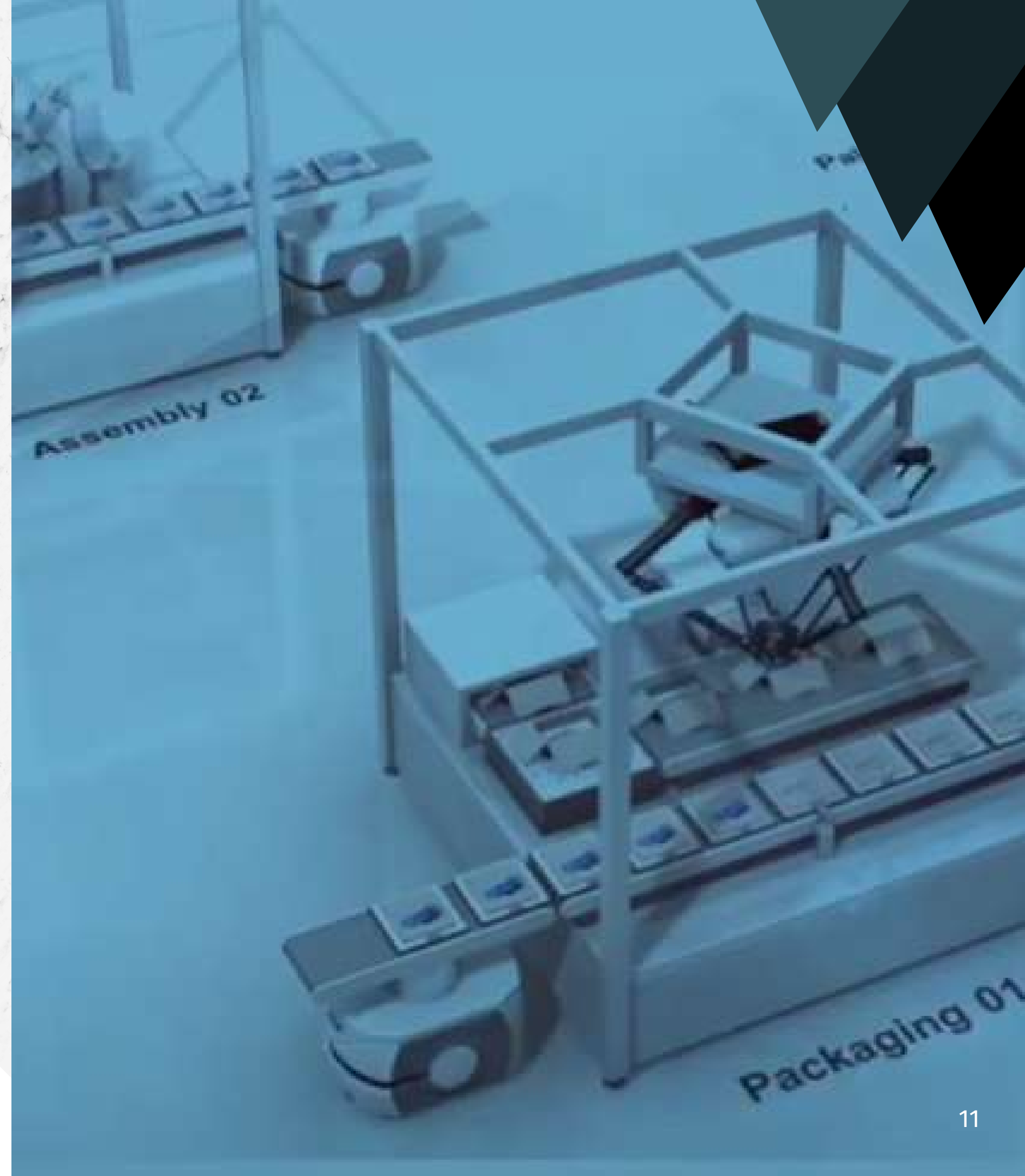


# 1. PLUSCON NEXTPICK OY

Pluscon Oy es una compañía de tecnología industrial ubicada en Lohja, Finlandia. Esta compañía cuenta con 30 años de experiencia en la producción de máquinas y componentes transportadores, y así mismo, se encargan del mantenimiento de este tipo de mecanismos; todo esto con el fin de satisfacer las necesidades industriales con una solución eficaz y económica. Entre los productos y servicios que ofrece se encuentran los transportadores, robots móviles, mesas elevadoras, estanterías de flujo, repuestos, modernización y mantenimiento [1].

Esta compañía ha colaborado con empresas en países como Rusia, Polonia, Suecia y Hungría, que se dedican a prestar servicios de almacenamiento, fabricaciones de chapa, producción, montaje, textil, comida, textil y reciclaje.

Cabe aclarar que la compañía Pluscon, debido a cuestiones legales en términos de competencia en el mercado, se vio en la necesidad de crear una empresa bajo el nombre de Nextpick Oy, la cual sería la responsable legalmente de continuar con el desarrollo de la máquina y lanzar el proyecto al mercado.





## 2. RESUMEN EJECUTIVO

En muchas zonas del mundo, para que dispositivos como calentadores, estufas e incluso insecticidas agrícolas funcionen se requiere de gas propano, el cual es comercializado como producto en presentación de cilindro. Nuestro equipo Pluscon, aplicando la metodología del Design Thinking, se ha dado cuenta que tanto consumidores como asociados de ventas se han visto afectados cuando se requiere hacer un intercambio de uno de estos cilindros, debido a que el proceso toma mucho tiempo y se torna engorroso para ambas partes. Por tal motivo, el propósito del Proyecto de Desarrollo de Producto (PDP) es diseñar y construir un prototipo de máquina expendedora de cilindros de propano competitiva en el mercado global, para que los usuarios puedan comprar, devolver y cambiar su cilindro de gas propano de forma fácil y rápida.

El prototipo debía incluir:

1. Mecanismos de almacenamiento y recuperación de los cilindros usados y nuevos.
2. Garantía de las normas de seguridad y accesibilidad de la máquina.
3. Implementación de un sistema de auto-facturación con terminal de pago.
4. Un sistema que pudiera clasificar los diferentes tipos de cilindros durante el proceso de devolución, así como otros mecanismos que facilitarían el cambio de cilindros de propano.

Las partes interesadas en el proyecto son: el patrocinador Pluscon-Nextpick Oy, la Universidad Aalto y Pontificia Universidad Javeriana Cali que facilitan el curso PDP incluyendo profesores, asistentes y estudiantes. Por otro lado, las partes interesadas en el producto son Woikoski (cliente importante de nuestro patrocinador), las autoridades legales y los consumidores que utilizarían la máquina.

Con un presupuesto de 10.000 euros, el grupo de 11 estudiantes universitarios de Finlandia y Colombia, incluyendo 7 ingenieros mecánicos, 1 ingeniero civil/mecánico, 1 diseñador, 1 ingeniero energético/eléctrico y 1 ingeniero electrónico, comenzaron a desarrollar el producto en septiembre del 2022 y culminaron el desarrollo en mayo del 2023. Además, se contó con la ayuda adicional de las instalaciones y el personal de la Universidad de Aalto, y de personal de Nextpick Oy.

De esta manera, el equipo empezó abordando el reto realizando entrevistas con clientes compradores de propano, luego conversaciones con el patrocinador, posteriormente se inició con la ideación del concepto que resolvería el problema y se eligió un concepto de sistema de revólver modular centrado en la facilidad de uso. Una vez concluida la fase de ideación, el concepto se fijó en noviembre de 2022 y el grupo de estudiantes procedió a escoger los materiales, conseguirlos y finalmente construir el prototipo funcional a escala real, el cual fue expuesto el 12 de mayo del 2023 en la gala del PDP. Como último paso, el proyecto fue entregado al patrocinador para su respectiva evaluación, y para que posteriormente la compañía continúe el proceso de desarrollo del producto para que sea lanzado al mercado.

# 3. INTRODUCCIÓN

El proyecto PDP hace parte de un curso de maestría de la Universidad de Aalto en Finlandia, el cual tiene una duración de 9 meses y participan estudiantes locales e internacionales de diversas disciplinas. En este tipo de proyectos se trabaja bajo una metodología de innovación, con el objetivo de resolver retos reales planteados por empresas de distintas áreas como la industrial, ambiental, la de la salud, el transporte y la educación. Las empresas o “sponsors” realizan una inversión de 10.000 euros aproximadamente para que el equipo pueda dar solución a su reto y el día final de la gala pueda ser presentado un prototipo idóneo que muestre cómo se ha resuelto el problema.

En nuestro caso, el patrocinador es una compañía que desarrolla tecnología y ha encontrado una oportunidad en el mercado del desarrollo de máquinas expendedoras de cilindros de gas propano. Por tanto, en el presente proyecto se exploran las temáticas relacionadas dentro del contexto de los cilindros de gas propano, máquinas automatizadas en esta área y demás temas relevantes para el desarrollo de este proceso.

Inicialmente, se podría decir que de las alternativas energéticas orientadas a los negocios y hogares que se encuentran fuera de la red de gas

natural, el gas propano resulta en la actualidad en una de las opciones más completas, limpias y eficientes. Es por ello por lo que en los últimos años ha ganado mucha más relevancia en la comunidad europea, no sólo en sectores industriales, sino en la cotidianidad de las personas, convirtiéndose en una de las mejores opciones para obtener energía.

Pero ha surgido un problema en los vendedores y distribuidores del gas propano en Europa y por extensión en el mundo, ya que pierden mucho tiempo en sus labores por estar recibiendo, cambiando y vendiendo los cilindros de propano a las personas. El proceso de compra, venta, intercambio y entrega de cilindros es una tarea tediosa, que ocupa mucho tiempo útil de trabajo y además de ser muy compleja para lo simple que es entregar cilindros de gases propano a los usuarios.

Nuestro equipo, será el encargado de desarrollar un producto que brinde una solución al proceso antiguo de compra, venta e intercambio de estos cilindros a una alternativa mucho más amigable con las necesidades tanto de clientes como asociados de ventas de minoristas.



# 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad, para conseguir cilindros de gas propano, los consumidores tienen que pasar por un proceso largo e incómodo, ya que deben ir a la caja de pago en el establecimiento, y luego esperar a que el personal de caja o auxiliares interrumpen su trabajo, para ambos dirigirse a los lugares de almacenamiento de cilindros de gas y finalmente, poder realizar el intercambio.

El autoservicio simplificará el proceso a una sola parada, ahorrando tiempo y esfuerzo tanto a clientes como a empleados de las empresas minoristas. Pluscon, una empresa de tecnologías industriales busca proporcionar una máquina expendedora segura, rápida e intuitiva para facilitar al usuario comprar o intercambiar sus cilindros, además, de ahorrarle el tiempo a los empleados de las distribuidoras al no tener que involucrarse en este proceso tan incómodo.

Anexo N°2 video presentación del proyecto.

# 5. OBJETIVOS

## 5.1 Objetivo general

- Desarrollar una solución frugal e innovadora para resolver la problemática presentada por la empresa Pluscon en conjunto con el equipo de la Universidad de Aalto para el Product Development Project 2022-2023.

## 5.2 Objetivos específicos

- Aplicar la metodología del Design Thinking para el desarrollo del proyecto.
- Identificar el contexto donde se desenvuelve la problemática y las necesidades de los usuarios involucrados.
- Diseñar una propuesta de solución viable que pueda dar respuesta a las necesidades encontradas.
- Implementar un prototipo funcional de alta resolución que represente la solución propuesta.
- Validar por medio de un ciclo iterativo la solución más adecuada para el usuario teniendo en cuenta los requerimientos del usuario y nuestro patrocinador.

# 6. RETO



El reto asignado por el patrocinador es de un caso concreto de diseño de una unidad de autoservicio modular con una proyección escalable al mercado global que permita al cliente conseguir sus cilindros de gas de una manera más eficiente.



# 7. JUSTIFICACIÓN

Según la Asociación Europea de Gas (EurGas), en 2019, Finlandia se ubicó como uno de los países de la Unión Europea con mayor consumo per cápita de gas propano, con un consumo total de alrededor de 226 millones de litros, lo que representa aproximadamente el 2,7% del consumo total de gas propano en la Unión Europea [2]. Adicionalmente, dando un panorama más global, la Asociación Internacional de Gas Licuado de Petróleo (WLPGA por sus siglas en inglés) menciona que, en 2022, la demanda global de GLP fue de 316.9 millones de toneladas, y de esa porción el 46% fue dirigido al consumo doméstico, es decir, estufas, calentadores, etc [3]. Se debe tener en cuenta que la demanda de gas propano puede variar significativamente dependiendo del país y de factores como la época del año, el clima y la actividad económica en general, sin embargo, se puede dar a entender que hay muchos consumidores de gas propano en el mundo, y que cada vez está aumentando, debido a que es una fuente alternativa de energía más amigable con el medio ambiente.

Este proyecto se desarrolla debido a la necesidad de facilitar el proceso de compra e intercambio de cilindros de gas propano, tanto para usuarios como para los asociados de ventas de minoristas. Entendiéndolo de esta manera, surge como una problemática debido a que estas personas asociadas a ventas están siendo interrumpidas en su trabajo por tener que ir a buscar un nuevo cilindro a las bodegas de almacenamiento, que generalmente se encuentran afuera del establecimiento y por otra parte, los consumidores

tienen que hacer largas filas si hay mucho flujo de personas en el establecimiento haciendo que los tiempos de espera vayan de pocos minutos a mucho tiempo, además, de que los compradores también deben acompañar al asociado de ventas hasta el lugar de almacenamiento de los cilindros, tarea que se vuelve frustrante para ambos actores y puede llegar a dificultarse aún más, si las condiciones climáticas como lluvia o nieve son fuertes.

A partir de esta situación engorrosa para consumidores de gas propano y asociados de ventas, una máquina expendedora de cilindros de gas se torna como una solución prometedora que trae consigo varios beneficios, ya que facilita el proceso de compra para los consumidores, volviéndolo más rápido, sin que tengan que depender de la disponibilidad de los vendedores, y así mismo, teniendo un proceso automatizado, los asociados de ventas podrán ahorrar tiempo y no tener que abandonar su puesto de trabajo. Por último, siguiendo esta solución fue necesario realizar un panorama de las tecnologías actuales que ya satisfacían esta necesidad de los usuarios, para poder diseñar un producto diferenciador que sea eficiente e innovador, y que además genere valor, cabe resaltar, que para el desarrollo de este proyecto el equipo debió atender los requerimientos que solicitaba la empresa patrocinadora y acoplarse a las regulaciones internacionales que parametrizan la implementación de una máquina expendedora para cilindros de GLP.



# 8. MARCO TEÓRICO

## 8.1 Gas Propano

Conocido comercialmente como Gas Licuado del Petróleo (GLP), que a su vez puede encontrarse mezclado con una pequeña fracción de butano, es un gas altamente inflamable, refinado del petróleo y menos contaminante que otros combustibles fósiles como la gasolina debido a que emite menos monóxido de carbono e hidrocarburos, además, al tener un poder calorífico alto llega a ser más eficiente que el gas natural [4]. El gas propano es usado comúnmente como combustible para vehículos, estufas, calefacción e incluso para la producción de pesticidas, su almacenamiento y distribución comúnmente se ve a granel y en cilindros de varios tamaños respectivamente, este tipo de gas se considera como un combustible alternativo para combatir el calentamiento global por lo que muchas empresas lo ven como una inversión viable para el mercado futuro.

## 8.2 Cilindros de gas propano

El gas propano al poder ser almacenado como líquido, se considera una fuente de energía portable, ya que se almacena para su comercialización y fácil uso en cilindros de varias

presentaciones dependiendo el uso y ubicación que se le quiere dar, también se puede almacenar en cilindros estacionarios y subterráneos, pero en este proyecto nos enfocamos en el de tipo portable, que van generalmente en presentaciones de 10, 20, 33, 40 y 100 libras.

A continuación, se muestran los tipos de cilindros que se pueden ver en el mercado, estos varían según el tamaño y su material de fabricación [5]:

### 8.2.1 Cilindro sin costuras



Figura 1. Cilindro sin costuras. Fuente: [5]

### 8.2.2 Cilindro soldado

Es el tipo de cilindro más común en el mercado, la gran mayoría se fabrican en acero o en aleaciones, su estructura consta de dos piezas soldadas.

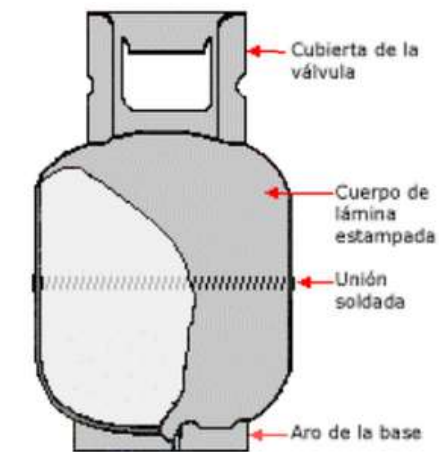


Figura 2. Cilindro soldado Fuente: [5]

### 8.2.3 Cilindro de compuesto

Son cilindros ligeros que se fabrican con material compuesto en conjunto con fibra de vidrio, estos están recubiertos por una resina epoxi.

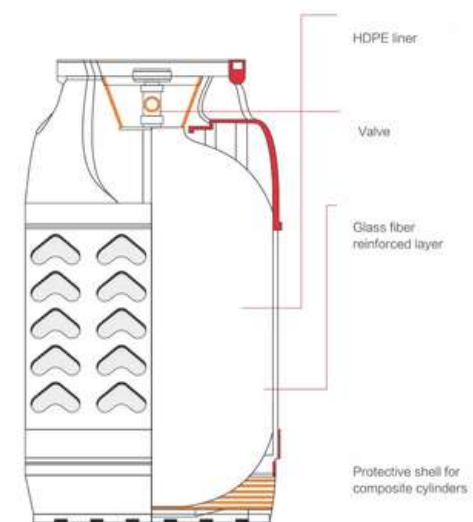


Figura 3. Cilindro de compuesto. Fuente: <https://www.chinacylinderhyden.com/30-5l--12.5kg-composite-lpg-cylinder-plastic-liner-glass-fiber-gas-cylinders.html>

## 8.3 Normativas para almacenamiento de cilindros de gas propano

Debido a que el gas propano es considerada una sustancia peligrosa para las personas al ser altamente inflamable, existen varias entidades y normativas que establecen los parámetros para la manipulación, almacenamiento y transporte de los cilindros de GLP, algunas de ellas son la Organización Internacional del Gas Licuado del Petróleo (WLPGA por sus siglas en inglés), la cual trabaja con varias organizaciones gubernamentales para promover el uso seguro y sostenible del GLP y la European LPG Association, que está dirigida a los países de Europa y se encarga de divulgar las normas y estándares de seguridad y calidad del gas propano, así mismo, para este proyecto se debió tener en cuenta las regulaciones propias del país, dictadas por la Asociación Finlandesa de Gas (Suomen Kaasuyhdistys), ya que en algunos países las regulaciones son más estrictas. Entre las normativas más importantes que se debieron tener en cuenta, para el diseño de nuestra máquina expendedora, se tienen las siguientes: [6]

- Los cilindros se deben almacenar de forma vertical.
- Aislar los cilindros de componentes y dispositivos eléctricos.
- El área de almacenamiento debe estar seca y debe tener un sistema de ventilación.
- La estructura que almacena los cilindros no debe tener colores oscuros, debido a que absorben más fácil el calor y pueden elevar la temperatura de los cilindros.
- No permitir que la temperatura del lugar de almacenamiento exceda los 54°C.
- Señalización de advertencia de productos peligrosos.
- Sistema de detección de fugas para determinar si se debe dar una interrupción de servicio.

## 8.4 Máquina expendedora

Este tipo de tecnología ha tomado mucho impulso en el siglo XXI, debido a que hace más fácil y rápido un proceso de compra de un producto, básicamente, consiste en una máquina automatizada que posee componentes mecánicos y eléctricos, la cual tiene como propósito vender un producto en todo momento de forma independiente, es decir, sin la necesidad de un operario para cumplir la transacción, únicamente se requieren operarios para recargar la máquina de productos cuando estos se han agotado y para el mantenimiento de la misma [7].

Actualmente, las máquinas expendedoras las podemos encontrar en casi cualquier lugar, como cadenas de supermercado, oficinas, instituciones educativas, etc. Estas máquinas han evolucionado a tal punto de funcionar con inteligencia artificial y ofrecer un servicio personalizado para los usuarios reconociéndolos con cámaras y sensores, pueden ser monitoreadas remotamente, controlan la temperatura para óptimas condiciones del producto e incluso ya no solo dispensan productos, sino que pueden prepararlos dentro de la máquina [8]. De estos hechos, nace la necesidad para las empresas de implementar una máquina expendedora en sus establecimientos, ya que les evita contratar personal para ventas y les brindan un servicio más eficiente a sus clientes, adicionalmente, esto le brinda un reconocimiento positivo a la marca al estar a la vanguardia en el mercado.

## 8.5 Motor SIMOTICS GP

El motor usado en este proyecto fue de la marca SIEMENS, el tipo de motor es un SIMOTICS GP:

motor de baja tensión, rotor de jaula de ardilla, autorrefrigerado, con alta eficiencia, 4 polos, tamaño 71M \* 0,37 kW (50 Hz) 0,43 kW (60 Hz). Es un motor trifásico de corriente alterna que puede funcionar desde los 230 a 460 V para frecuencia de 50 y 60 Hz respectivamente [9]. El motivo principal por el cual se empleó este motor fue porque la empresa patrocinadora lo proporcionó para hacer uso de éste en la implementación del proyecto. No obstante, es posible emplear otro tipo de motor que también cumpla con los requerimientos de potencia de salida y su funcionamiento sea similar al escogido o también se podrían tener buenos resultados empleando un motor paso a paso.



Figura 4. Motor marca SIEMENS. Fuente: [9]

## 8.6 Sensores

Un sensor en la industria es un objeto capaz de detectar estímulos externos [10] y producir una respuesta en forma de variable eléctrica. Por ejemplo, alguna variable como: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, fuerza, humedad, movimiento y demás convertirla a una magnitud eléctrica detectable tal como resistencia eléctrica, voltaje, corriente, etc.

## 8.7 Controlador PLC.

Un PLC (Programmable Logic Controller) es el dispositivo encargado de controlar el funcionamiento de distintas máquinas o procesos industriales, además, se encarga de procesar las señales de entrada, proporcionar señales de salida y aplicar estrategias de control [11]. Este tipo de dispositivos son el equivalente industrial a los microcontroladores, Raspberry o Arduinos que normalmente son usados en proyectos para prototipos rápidos o en ambientes controlados.



Figura 5. PLC marca SIEMENS. Fuente: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7212-1BE40-0XB0>

## 8.8 Inteligencia Artificial.

La inteligencia artificial (IA) es un conjunto de tecnologías que permiten que las computadoras realicen una variedad de funciones avanzadas, incluida la capacidad de ver, comprender y traducir lenguaje hablado y escrito, analizar datos, hacer recomendaciones y mucho más [12].

### 8.8.1 Redes Neuronales Convolucionales.

Una red neuronal convolucional, o CNN (Convolutional Neural Networks) por sus siglas en inglés, es un tipo de algoritmo de aprendizaje profundo que se aplica con mayor frecuencia para analizar y aprender características visuales a partir de grandes cantidades de datos [13]. Estas son principalmente utilizadas en procesamiento de señales digitales tales como imágenes o videos, sin embargo, también pueden ser usadas para otras tareas de IA, como procesamiento del lenguaje natural.

### 8.9 Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario es el medio de interacción, compuesto por un conjunto de elementos gráficos que ayudan al usuario a entender y comunicarse con el sistema y funcionamiento del producto o

máquina. Para el diseño de una interfaz de usuario lo más importante para tener en cuenta es la usabilidad, la experiencia de usuario que ofrece y la calidad del software con la que se construyó la interfaz, de la misma manera, debe prestarse atención a los principios para el diseño de una interfaz de usuario con el objetivo de lograr una interfaz fácil de entender y usar, y primordialmente que sea allegada al usuario, estos principios son [14]:

- Proceso complejo: complemento entre elementos visuales e interactivos visto desde varias dimensiones.
- Preventivo y proyectivo: garantizar la comprensión del mensaje visual para usuarios potenciales.
- Dialectico: ofrecer un método de comunicación lógico.

- Colaborativo y multidisciplinar: mayor calidad del proceso a partir de la perspectiva de varias disciplinas.
- Flexible: acomodarse a varios contextos.
- Humanizar la tecnología: carácter intuitivo.
- Ordenado, lógico, optimizado e incremental.

En base a estos principios, el proyecto busca identificar detalladamente el arquetipo de los usuarios consumidores de cilindros de gas propano, con el fin de poder realizar la selección más apropiada de colores, ilustraciones y composición de la interfaz de usuario de la máquina expendedora.

### 8.10 Ergonomía.

La ergonomía hace referencia al conjunto de conocimientos para adaptar o diseñar productos, servicios o procesos acordes a las necesidades, limitaciones y capacidades del usuario objetivo

con el fin de garantizar su bienestar y optimizar la eficiencia, cabe mencionar, que está siempre debe responder a los posibles cambios de las necesidades del usuario [15]. La ergonomía busca reducir los riesgos, aumentar la satisfacción del usuario y mejorar las condiciones en las que se desenvuelve el usuario por medio de la búsqueda de máximo confort, en base a esto, el producto debe ser capaz de atraer, estimular, proponer, enamorar y fidelizar para poder causar un efecto en el usuario [16]. Para el diseño de la máquina expendedora, se tuvo en cuenta el concepto de biometría, que refiere a las características físicas (medidas) y comportamientos que posee un individuo y lo hacen diferente del resto [17], de aquí se copila la información para conocer la amplitud de variación que existe, y de esta forma poder estandarizar los parámetros con los que se diseña el producto.





# 9. CONTEXTO

## 9.1 Energía en Finlandia.

Cerca del 75% de las reservas de gas y petróleo, se encuentran ubicadas en África, Medio Oriente y la ex Unión Soviética [18], en un país nórdico como Finlandia, escasean las fuentes de combustibles fósiles nacionales, es por ello por lo que debe importar cantidades sustanciales de petróleo, gas natural y carbón, e incluso el uranio para la energía nuclear.

Finlandia se destaca por tener uno de los mayores consumos per cápita de toda la Unión Europea, esto se debe mayormente por las industrias, también altos estándares en el estilo de vida y un clima generalmente frío y las largas distancias entre los distintos puntos de interés del país.

## 9.2 Fuentes de Energía en Finlandia.

La mayor parte de la producción energética en Finlandia proviene de combustibles derivados de la madera, con una participación del 29.1% de la energía producida en el último cuarto del 2022, asimismo en el mismo período de tiempo, otras fuentes importantes para la producción de energía en el país se las llevan los combustibles fósiles, con un 31.8% de participación combinando todas las fuentes fósiles que el país nórdico usa, tales como el petróleo, gas natural, carbón e incluso la turba, además también la energía nuclear hace una buena parte de la producción con un 22.7% de la producción energética [19].

## 9.3 Consumo de Energía en Finlandia.

El consumo de energía en el país nórdico se destaca por sus industrias con un alto consumo energético, con aproximadamente la mitad del consumo total, también altos estándares en el estilo de vida y un clima generalmente frío se traduce en un 25% del consumo de energía en climatización de los espacios y las largas distancias entre los distintos puntos de interés del país dan un 16% del consumo en transporte en la energía total [20].

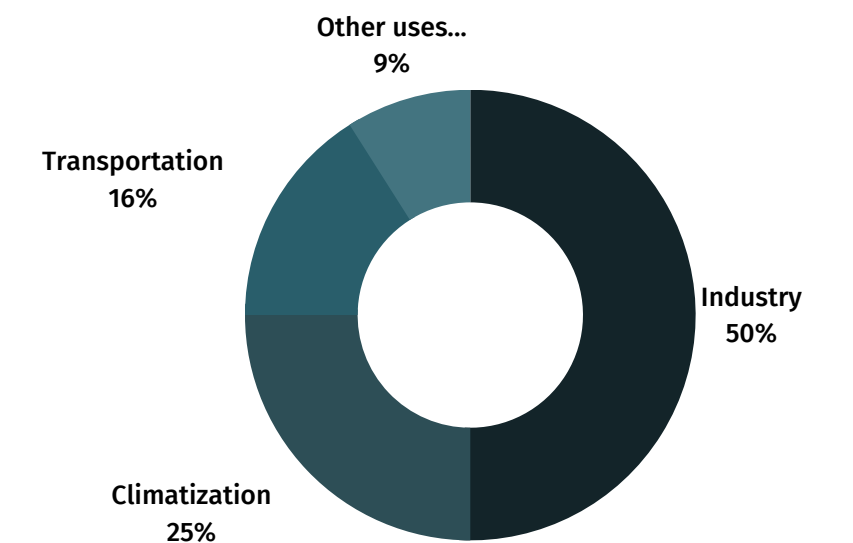


Figura 6. Usos de la energía en Finlandia. Fuente: [20]

# 10. BENCHMARKING

El proyecto requirió de un proceso de benchmarking, que consiste en una revisión del mercado en busca de los competidores y/o líderes del nicho de la industria por medio de una recopilación y análisis de datos, esto con el fin de evaluar el rendimiento, fortalezas, debilidades y especificaciones del producto en cuestión, para poder identificar las oportunidades enfocadas a mejorar, crear o rediseñar el producto con el objetivo de salirse del océano rojo, concepto que refiere al lugar donde una empresa o producto busca competir en el mercado ya existente, y alcanzar un océano azul, estrategia que tiene como objetivo abrir un mercado no explorado que puede llegar a generar un mayor valor y aumentar la competitividad, este océano azul se fundamenta en la innovación sin límites [21], las ideas que se encuentran en esta zona tienen más posibilidades de escalar y adquirir una mayor valor y éxito a futuro.

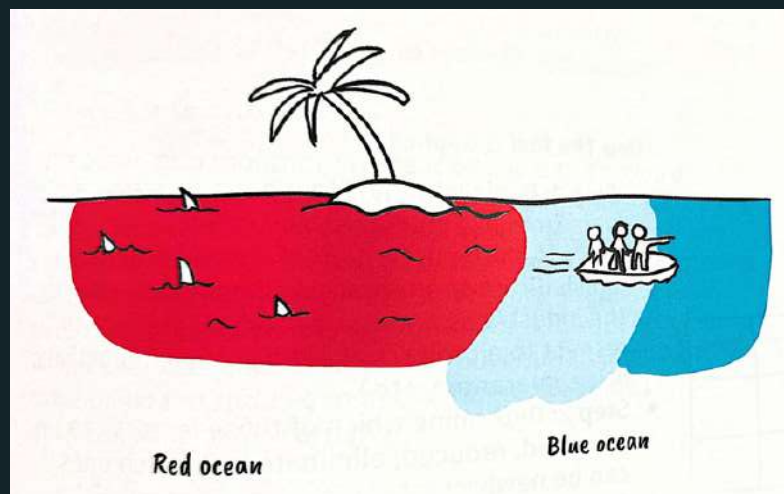


Figura 7. Representación del océano rojo y azul. Fuente: [21]

En el contexto de la industria de cilindros de gas propano, el equipo realizó un paneo desde tres perspectivas, primeramente, el mercado (tecnologías y/o máquinas) en Finlandia, luego en Colombia, y por último de forma globalizada.

Realizando una comparación entre Finlandia y Estado Unidos, nos dimos cuenta de que el método de compra e intercambio de cilindros de GLP, se da en su mayoría a través de máquinas expendedoras, ubicadas en los establecimientos minoristas, sin embargo, estas máquinas, aunque tienen el mismo objetivo, tienen una funcionalidad distinta, debido a que funcionan con diferentes mecanismos, llegando a ser unas más eficientes que otras. Por otro lado, en Colombia no se han incorporado este tipo de máquinas en el mercado, y esto se debe a que tradicionalmente se ha ofrecido el servicio por domicilio, y de igual manera se cumple el objetivo. A continuación, se muestra la revisión de los tipos de mecanismos y tecnologías más distinguidas que se han incorporado en las máquinas expendedoras de cilindros de GLP, en adición, también se muestra el contexto del mercado en Colombia.

## 10.1 Locker system

Es una estructura diseñada como una matriz, generalmente este tipo de máquinas se diseñan para contener un solo tipo de cilindro de gas propano [22], son máquinas robustas, pero que ocupan mucho espacio si se quiere tener una mayor disponibilidad de cantidad de cilindros ya que se tienen que acoplar más estructuras de ma-

triz hacia los lados. Esta se considera la máquina expendedora más básica y sencilla para diseñar, debido a que no requiere de muchos mecanismos ni componentes por lo que su mantenimiento y operación también es sencillo.

Para el proceso de compra o intercambio, la persona se dirige a la terminal de pago, realiza el pago con tarjeta, y luego una puerta de las cabinas se abrirá automáticamente, por lo que el usuario deberá moverse hasta donde se encuentra habilitada esta cabina para retirar su cilindro nue-

vo y si era solo una compra ya podrá cerrar la puerta, pero si es un intercambio deberá luego introducir su cilindro vacío y luego manualmente cerrar la puerta. Esta máquina tiene incorporado un monitoreo remoto para revisar cuantos cilindros llenos y vacíos hay contenidos, para así avisar al proveedor de cilindros cuando haya que realizar un cambio de los cilindros vacíos por llenos, el operario deberá abrir todas las cabinas con cilindros vacíos e irse moviendo por toda la estructura introduciendo los nuevos.



Figura 8. Máquina con sistema de casilleros. Fuente: [22]

## 10.2 Roller system

Otro tipo de máquina expendedora son las que integran bandas transportadoras con rodillos que giran, estas bandas están inclinadas ya que el movimiento del cilindro, el cual se desliza sobre estas se da por gravedad, las bandas transportadoras hacen a su vez la función de almacenamiento [23]. Es una máquina grande que tiene capacidad para almacenar una gran cantidad de cilindros de máximo 3 tipos, esta puede ser monitoreada remotamente y es capaz de reconocer los tipos de cilindros cuando son introducidos a la máquina.

La máquina consta de una sola puerta, es decir, que la misma cabina que recibe cilindros vacíos es la misma que da salida a los nuevos, la persona debe dirigirse a la pantalla interactiva decidir si va a realizar una compra o un intercambio, si es una compra, solo debe escoger el tipo de cilindro que desea y hacer el pago, luego se le avisará que su cilindro ya se encuentra en la cabina, la persona deberá abrir y cerrar la puerta manualmente, por otro lado, si desea realizar un intercambio, el usuario escoge esta opción, se le avisa que puede introducir su cilindro vacío, esta detecta el tipo de cilindro y lo que sucede adentro de la máquina, es que un mecanismo giratorio ubica el cilindro vacío en una banda transportadora externa dedicada únicamente para cilindros vacíos y de esta forma almacenarlos en una zona de la máquina, luego ya como la máquina tiene identificado el tipo de cilindro, la banda transportadora del cilindro reconocido deja pasar el producto a el mecanismo giratorio y se deposita en la cabina, para posteriormente avisarle al usuario que ya puede retirar su cilindro de gas propano.

Cuando la máquina expendedora necesita ser rellenada de cilindros nuevos y retirar los vacíos, el



Figura 9. Máquina con sistema de rodillos. Fuente: [23]

proveedor debe abrir una puerta lateral por donde se encuentran almacenados todos los cilindros vacíos al final de una banda transportadora y para recargar la máquina de cilindros nuevos, por la misma puerta lateral, solo debe introducir e ir apilando los productos en la banda transportadora correspondiente a su tipo.

## 10.3 Revolver system

La máquina expendedora con sistema revólver, que integra un mecanismo similar al de una pistola tipo

revólver, es una máquina diseñada para almacenar una gran cantidad de cilindros y ser a la vez compacta ya que no se desperdicia espacio, tiene exactamente una capacidad de 48 cilindros del mismo tipo [24], aunque actualmente en el mercado, ya existen máquina expendedoras tipo revolver para almacenar varios tipos de cilindros, esta máquina tiene integrado un detector de fugas de gas y un sistema de ventilación para contrarrestar una situación peligrosa. Además, se tiene una puerta designada para cada piso del re-

vólver, las cuales son semiautomáticas ya que se abren solas pero el usuario debe cerrarlas manualmente.

Cuando se quiere realizar una compra de un cilindro, solo se debe escoger la opción, hacer el pago y luego la máquina abrirá automáticamente la puerta del piso donde se encuentre disponible el cilindro del usuario, retira su producto y deberá cerrar la puerta. Para realizar un intercambio, el revolver siempre dispondrá de algunos espacios

vacíos para introducir los cilindros ya consumidos, el usuario debe escoger la opción de intercambio, y así mismo, si la máquina expendedora lo permite, debe escoger el tipo de cilindro a introducir, la puerta de la cabina vacía se abrirá, la persona deposita su cilindro y al cerrar la puerta, el revolver gira para posicionar el nuevo cilindro alineado con las puertas para poderle avisar al usuario que ya puede tomar su cilindro nuevo.

Esta máquina cuenta con monitoreo remoto para indicar fallas y estado de los cilindros, cuando se tenga que hacer el relleno del revolver, se le abrirán todas las puertas al proveedor y este deberá retirar e introducir cilindros en cada piso, después el revolver girara a la siguiente cabina y se repetirá el proceso de relleno hasta completar el revolver completamente.



#### 10.4 Servicio a domicilio en Colombia

En Colombia, el servicio de gas propano es supervisado por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), la cual promueve la prestación en mayor cantidad del servicio de gas a un precio asequible para las personas, y, además, se encarga de garantizar que se cumplan las normas de seguridad y calidad del gas.

En nuestro país este servicio se presta por medio de pequeños distribuidores minoristas autorizados por el gobierno colombiano, ya que estos establecimientos estaban al alcance del equipo, decidimos visitar algunos de estos minoristas en la ciudad de Santiago de Cali, uno de ellos fue Colgas de Occidente Santa Elena, en el local se pudo observar que había una gran variedad de cilindros, desde los de 10 lb a 100 lb, los cilindros llenos los almacenaban en jaulas y los vacíos los dejaban organizados afuera de ellas, y para cambiarlos iba un camión proveedor de cilindros una vez al día, nos informaron que este lugar no recibía luz, ya que era uno de los cuidados que se debían tener con estos productos, así mismo, los administradores nos contaron cómo funcionaba el

negocio en Cali, básicamente, los usuarios llamaban para pedir su cilindro y este se les enviaba con un domiciliario que lo transportaba en moto o camión, aproximadamente este domicilio tardaba en llegar entre 30 y 40 minutos, dependiendo la distancia a la que el cliente se encontraran del local, también mencionaron que pocas personas iban a cambiar o comprar su cilindro presencialmente en el local, aproximadamente 1 o 2 por día, y que el cilindro más solicitado era el de 40 lb, este lugar lleva operando varios años con el mismo servicio a domicilio y no han presentado dificultades.

Existe otro método en Colombia para ofrecer este servicio, pero es muy parecido al visto anteriormente, este mayormente se presta a barrios populares en Colombia, es un camión lleno de cilindros de gas propano que pasa en ciertas horas por los barrios y para que las personas se den cuenta de que el camión está cerca este toca una campana, las personas al escuchar este sonido, salen de sus casas a cambiar los cilindros si los requieren. Estos métodos para prestar el servicio de gas en Colombia se han mantenido por muchos años, ya que los usuarios de GLP siempre han estado satisfechos, al no tener que moverse de su casa o trabajo para conseguir este producto.

# 11. METODOLOGÍA

Para afrontar este proceso de diseño e innovación que cumpla con las propuestas y las indicaciones iniciales que dio el patrocinador Pluscon, el equipo directivo del Design Factory de la universidad de Aalto, en conjunto con su homólogo de la Pontificia Universidad Javeriana Cali (PUJ), designaron un equipo de trabajo en función de los intereses y las disciplinas para conformar el grupo local (Equipo de Finlandia) y el grupo internacional (Equipo de Colombia), los cuales contaban con ocho y tres personas, respectivamente, y así conformar un equipo diverso e interdisciplinar.

Al tener conformado el grupo, realizamos unas sesiones iniciales para conocernos y ver que podía aportar cada integrante desde su profesión, así mismo, acordamos una comunicación constante para estar informados y colaborar mutuamente. Nuestro equipo en su mayoría está conformado por ingenieros mecánicos, aun así, se conserva la interdisciplinariedad ya que hay integrantes cuya profesión es ingeniería electrónica, ingeniería de energías, ingeniería civil y diseño. Para dar una mejor organización en el equipo de trabajo, se delegaron tres roles importantes para la representatividad del equipo, estos fueron un *project manager*, *safety officer* y un *economy officer*. Adicionalmente, para el diseño y construcción de la máquina expendedora se realizó una división de grupos para la etapa de prototipado, debido a que el equipo denotó una mayor eficiencia si el desarrollo de la máquina se llevaba a cabo desde sus distintas áreas, esto se menciona más adelante en el respectivo punto del

documento (sección de prototipado).

La metodología adoptada para el proceso de innovación fue el *Design Thinking*, la cual tiene como objetivo el desarrollo de productos y servicios centrados en el usuario, fundamentada a partir de un análisis completo y detallado de las necesidades de los posibles usuarios que sufren una problemática en común, gracias a su versatilidad para adaptarse fácilmente a cualquier contexto, se concibe como una metodología eficaz que promueve la experimentación iterativa para encontrar la solución más acorde al usuario. Tanto Colombia como Finlandia, conocen todas las etapas que contiene esta metodología; empatía, definición, ideación, prototipado y validación, sin embargo, difieren un poco en cuanto a las herramientas que se pueden emplear para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, pero con estas diferencias, se logró un complemento que sirvió como aprendizaje entre ambas partes.

Finalmente, los integrantes del equipo de Colombia se pudieron reunir presencialmente en Finlandia con el resto del equipo del proyecto, para ajustar y terminar la fabricación del producto, dando como resultado una propuesta eficiente que se presenta en la gala final del PDP y dispuesta a las retroalimentaciones finales del patrocinador con la posibilidad de permitir la entrada del producto al mercado objetivo.

Anexo N°4, 5 y 6 Cronograma del proyecto e informe del proceso con actas de reunión

Para el desarrollo del proyecto, el equipo acordó reuniones una o dos veces por semana de manera virtual, de las cuales varias fueron con el patrocinador con el que estábamos en contacto constantemente con el fin de mostrarle avances y verificar que estuviéramos cumpliendo con sus requerimientos fijados inicialmente, así mismo, en Colombia, se estableció una reunión presencial semanal en la que estaban presentes los jefes de práctica y el equipo del proyecto Luke que también hace parte del PDP. Estas reuniones tenían como propósito un intercambio de ideas que sirvieron

como herramienta de apoyo para el desarrollo los proyectos, en las que se daban diversas retroalimentaciones y distintas perspectivas que eran documentadas en una agenda de actas al final de la reunión, para construir una base de conocimientos y así abordar los proyectos lo mejor posible, también se realizaron tres exposiciones con el *Teaching Team*, en las que se fijaron metas de acuerdo a un cronograma para mostrar los avances del proyecto, ellos nos brindaron una guía correcta y concreta al ser profesionales con bastante experiencia.

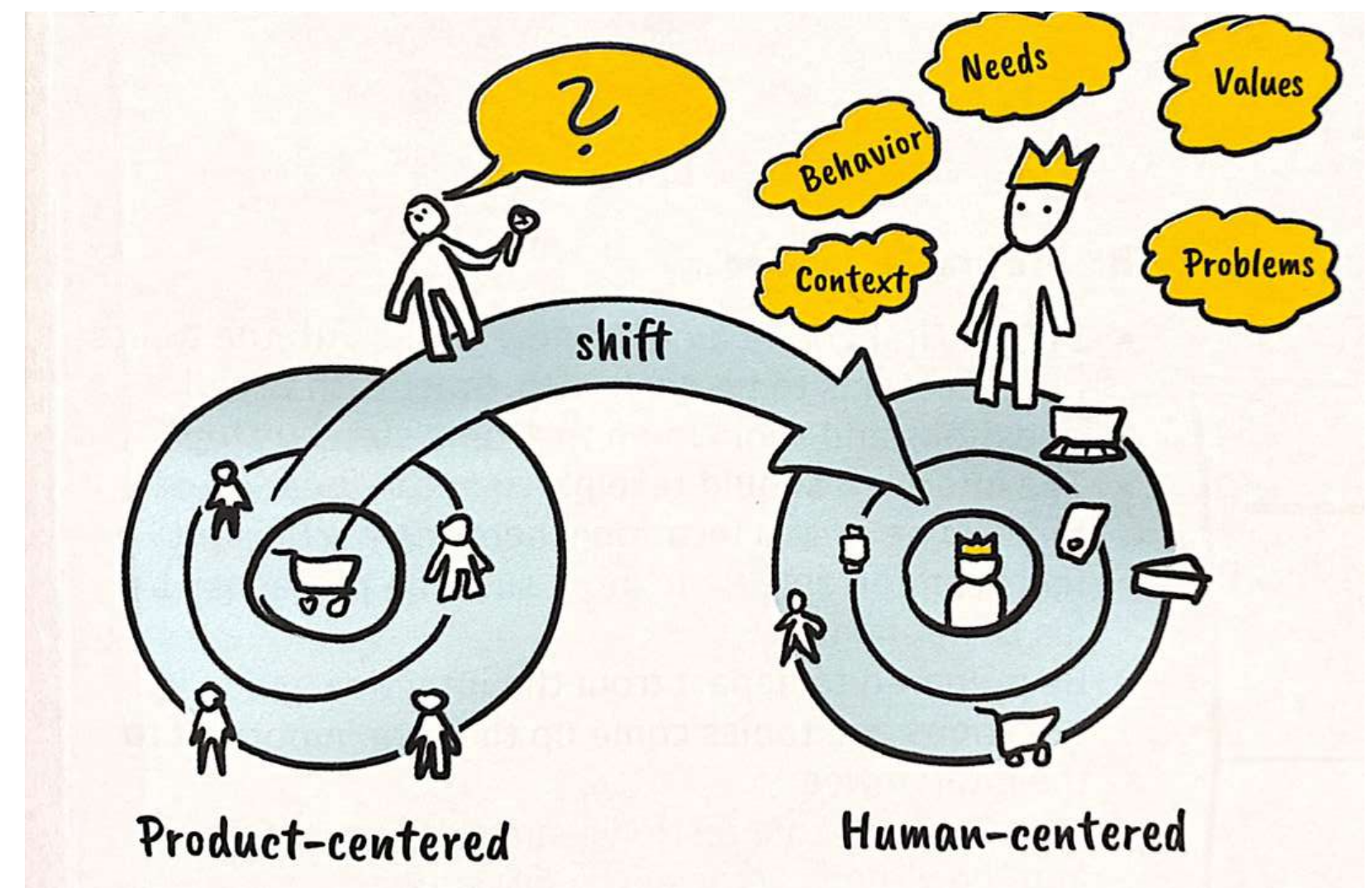


Figura 11. Metodología centrada en el usuario. Fuente: [26]

## 11.1 Design Thinking

El Design Thinking es un proceso iterativo empleado en proyectos de innovación y en diversidad de contextos (adaptarse a tecnologías), que busca comprender a los usuarios, cuestionar supuestos y crear soluciones factibles que se puedan prototipar y validar, con el fin de obtener un diferencial competitivo [25]. Esta metodología llevada a cabo por un equipo multidisciplinar sintetiza un proceso amplio y riguroso en cinco etapas; en primer lugar, se da lugar a la empatía, un periodo de investigación extenso para la búsqueda de las raíces de la problemática, acompañado de la identificación de necesidades del usuario potencial, para construir uno o varios arquetipos, es decir, un modelo estándar que represente a todo el conjunto de usuarios analizados o una gran parte de este, posteriormente, se traza un camino acorde a la problemática que sufre el arquetipo, por medio de una pregunta que generalmente sigue el formato "How Might We?" (HMW), esta etapa se conoce como definición. Después se da la fase en la que se requiere las mentes más creativas, la ideación, fase en la que se busca obtener el mayor número de ideas, ya que se prioriza la cantidad en vez de la calidad porque luego serán evaluadas y se seleccionan las mejores, luego de que ya se tiene la idea escogida, el equipo debe volver tangible la propuesta para saber si es factible fabricar el producto con una mayor fidelidad a la realidad y poderla mostrar a los usuarios potenciales, es aquí donde se llega a la última etapa llamada validación, en la que se corrobora y se obtienen retroalimentaciones respecto a si la propuesta sí satisface correctamente las necesidades del usuario y ver si es necesario realizar una modificación para mejorar el producto.

A pesar de que la metodología del Design Thinking está ordenadamente estructurada, este no se considera un proceso lineal, sino cíclico de aprendizaje iterativo [26], es por eso que en la figura 12 se observa que tiene el símbolo del infinito, en el que no existen impedimentos para el grupo de trabajo en devolverse a etapas anteriores, de hecho, realizar revisiones de las etapas anteriores genera una mejor perspectiva en el diseñador para comprobar si se está llevando a cabo un buen desarrollo del proyecto.

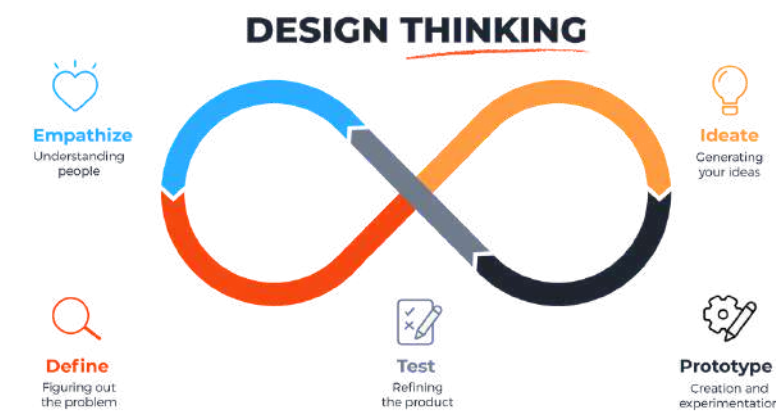


Figura 12. Metodología Design Thinking. Fuente: <https://www.maqe.com/insight/the-design-thinking-process-how-does-it-work/>

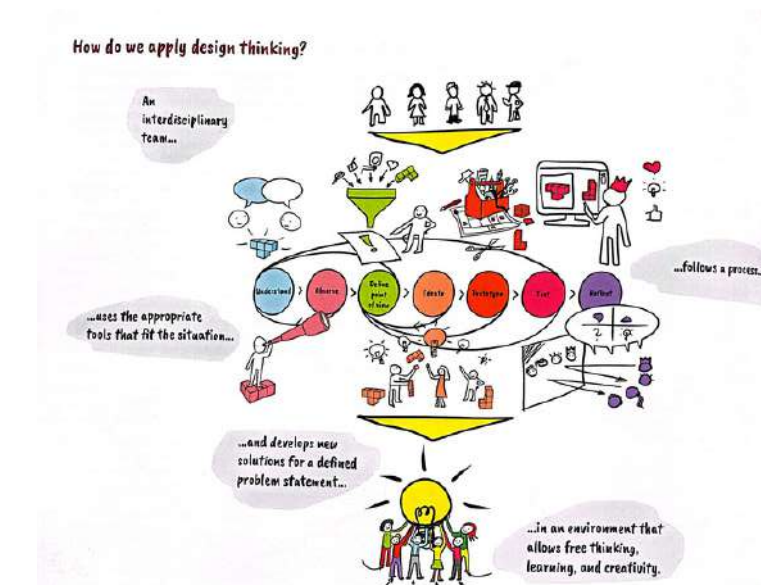


Figura 13. Cómo aplicamos el Design Thinking. Fuente: [26]

## 11.2 Método del Doble Diamante.

El método de doble diamante es una herramienta con un enfoque estructurado utilizado en el Design Thinking que ayuda a abordar problemas complejos y a encontrar soluciones creativas e innovadoras. Su nombre se deriva por la forma en la que el proceso se desglosa en dos fases principales, cada una formando su propio diamante [27].

La primera parte del doble diamante está conformada por las fases de "descubrir" y "definir". En las cuales, los equipos se enfocan en entender y definir claramente el problema o desafío al que se están enfrentando. En este punto, se realizan investigaciones, se recopila información, se realizan entrevistas a usuarios y se busca explorar diferentes puntos de vista y perspectivas. El objetivo principal es obtener una comprensión profunda del problema y descubrir nuevas ideas y oportunidades. Luego, comienza la segunda parte de esta metodología, en la cual hace parte las dos últimas fases de "desarrollar" y "entregar". En estas etapas, los equipos centran sus esfuerzos en desarrollar soluciones creativas e innovadoras para abordar el problema identificado en la fase de descubrimiento. Muchas ideas son generadas, prototipadas y validadas. Finalmente, se selecciona la mejor solución o combinación de soluciones para buscar su implementación.

Este método, al igual que el Design Thinking, se caracteriza por su enfoque iterativo y no lineal. Después de que se completa la fase de entrega, el equipo de trabajo retorna a la fase de descubrimiento para revisar y refinar sus ideas. Esto permite un proceso de diseño flexible y continuo, que incentiva la experimentación y el aprendizaje a lo largo del camino.

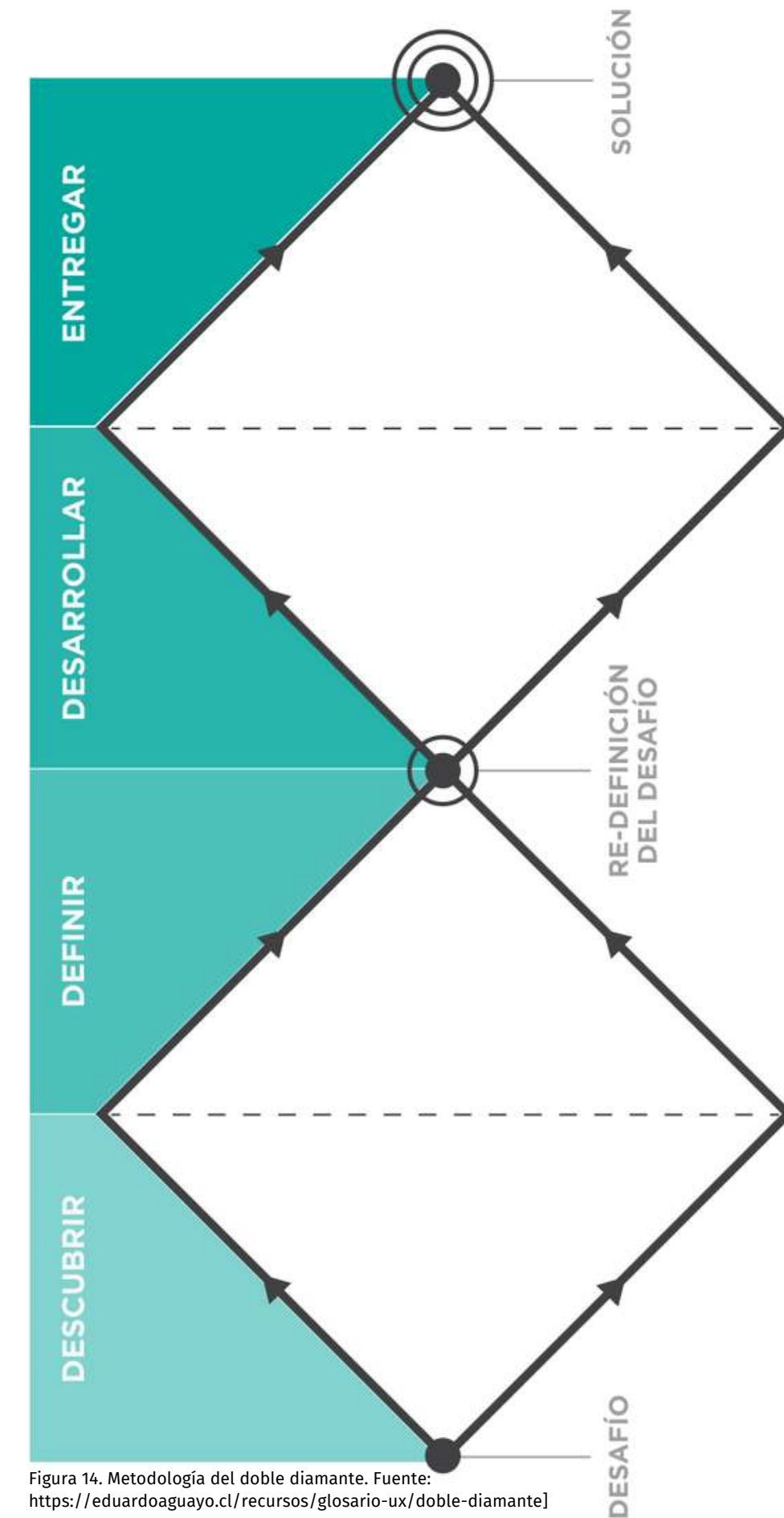


Figura 14. Metodología del doble diamante. Fuente: <https://eduardoaguayo.cl/recursos/glosario-ux/doble-diamante/>

# 12. EMPATÍA

El punto de partida del proyecto comienza con el proceso de empatía, proceso que amerita un gran esfuerzo por parte de todos los integrantes del equipo, para poder identificar las verdaderas raíces de la problemática, es decir, esta primera etapa del Design Thinking es la base indiscutible para diseñar las soluciones más efectivas para los usuarios, ya que el equipo se pone en los zapatos de estas personas afectadas para saber que sienten, oyen, ven, escuchan y dicen, y de esta forma poder descifrar sus necesidades y recopilar todo tipo de información útil para posteriormente analizarla y orientar de la mejor manera la solución al reto.

Para esta primera etapa, al tener como objetivo principal la obtención de una vasta información de la mayoría de los usuarios de gas propano, el equipo encontró que la mejor manera para acercarse a los usuarios era haciendo uso de la herramienta de tipo entrevista. Además, se hizo uso de varios formatos (mapa de actores, arquetipos, árbol del problema, etc.) ofrecidos por el Design Thinking para recopilar y organizar información.

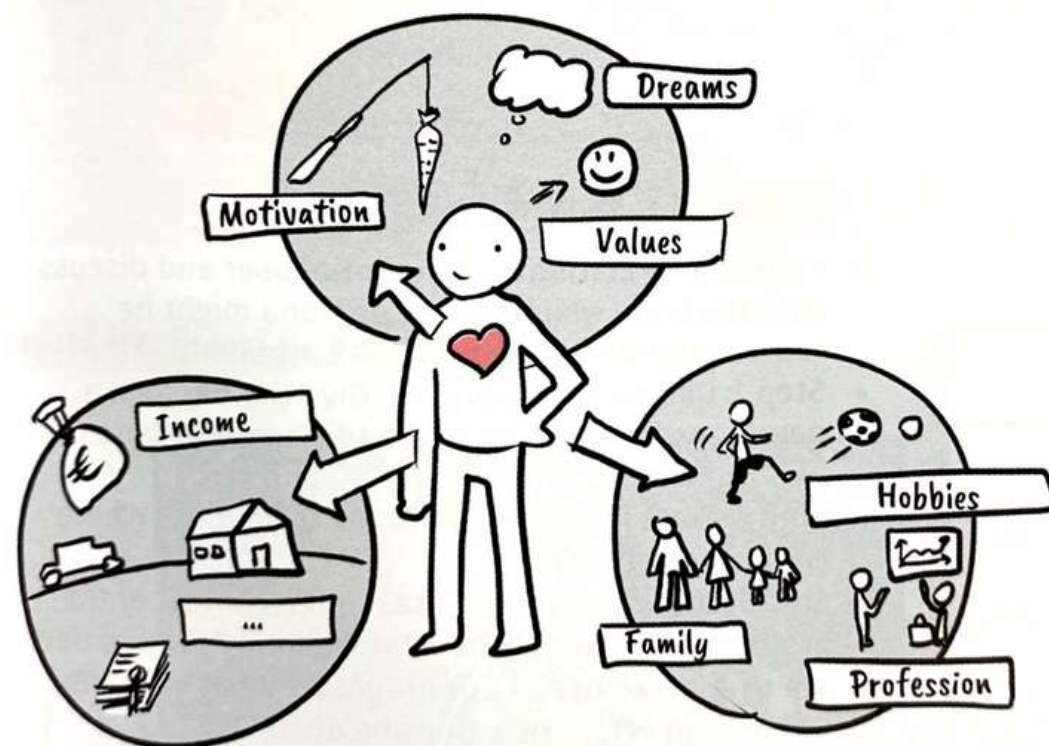


Figura 15. Entendiendo al usuario. Fuente: [26]

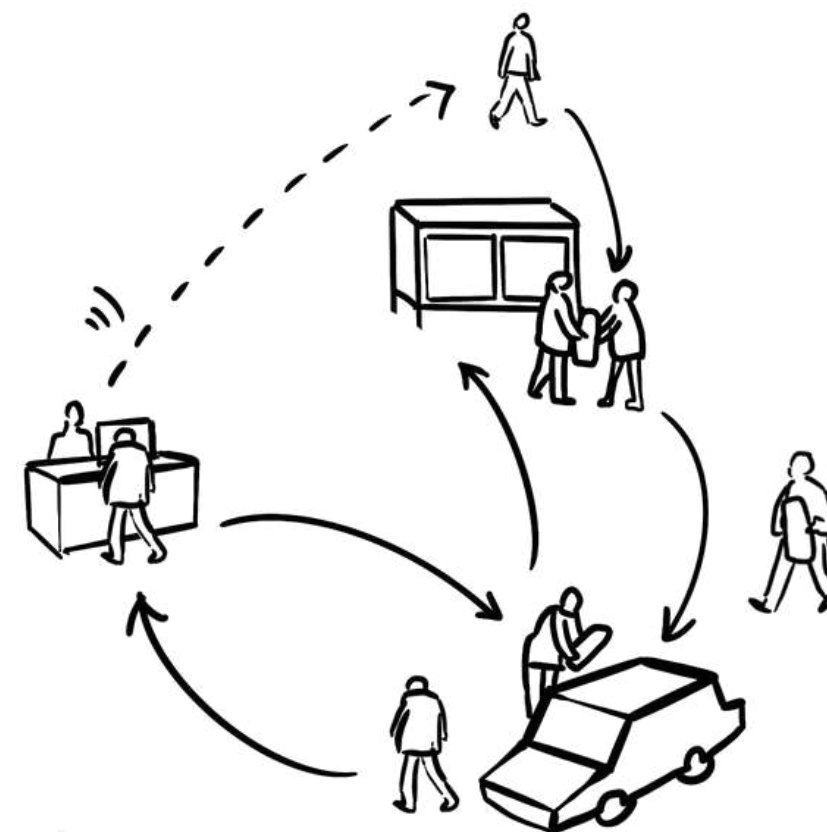


Figura 16. Entendiendo al usuario. Fuente: Elaboración propia.

## 12.1 Storytelling y árbol del problema

El equipo utilizó el formato de árbol del problema para desglosar este mismo e indagar sus causas y consecuencias. Además, para una mayor comprensión del problema, este se puede narrar como una historia siguiendo la cronología de la figura 16. Primero el consumidor de gas propano al acabarse el cilindro que tiene en su posesión, le surge la necesidad de un producto nuevo, por tanto, se dirige a su establecimiento minorista más cercano, luego hace la fila hasta que le corresponda su turno en la caja, realiza el pago del cilindro y mientras el consumidor va hasta su vehículo a recoger su cilindro vacío, el asociado de ventas interrumpe su trabajo para llamar a otro

empleado o ir por su cuenta a ayudar al cliente, después tanto consumidor como empleado van hasta el lugar de almacenamiento de cilindros de gas propano, el cual generalmente se encuentra afuera del establecimiento por cuestiones de seguridad, para finalmente hacer el intercambio del cilindro y que el empleado pueda retornar a su puesto de trabajo y el consumidor hasta su vehículo, este proceso puede llegar a tardar mucho tiempo y tornarse difícil, ya que depende de que tanto flujo de personas hay en el establecimiento minorista y las condiciones climáticas de la ciudad. Como resultado del anterior *storytelling* en la figura 17 se puede apreciar el árbol de problemas.

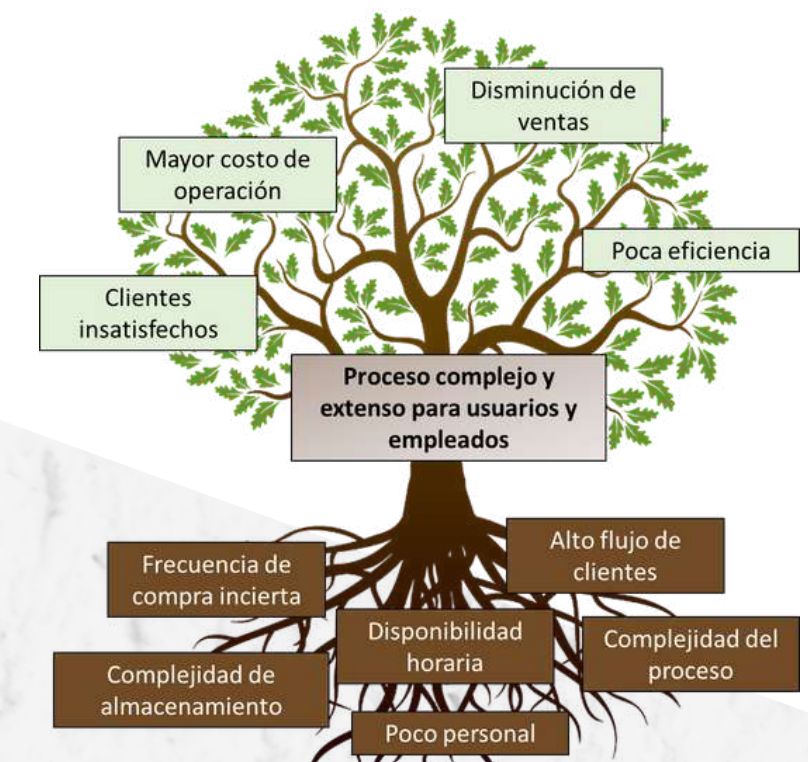
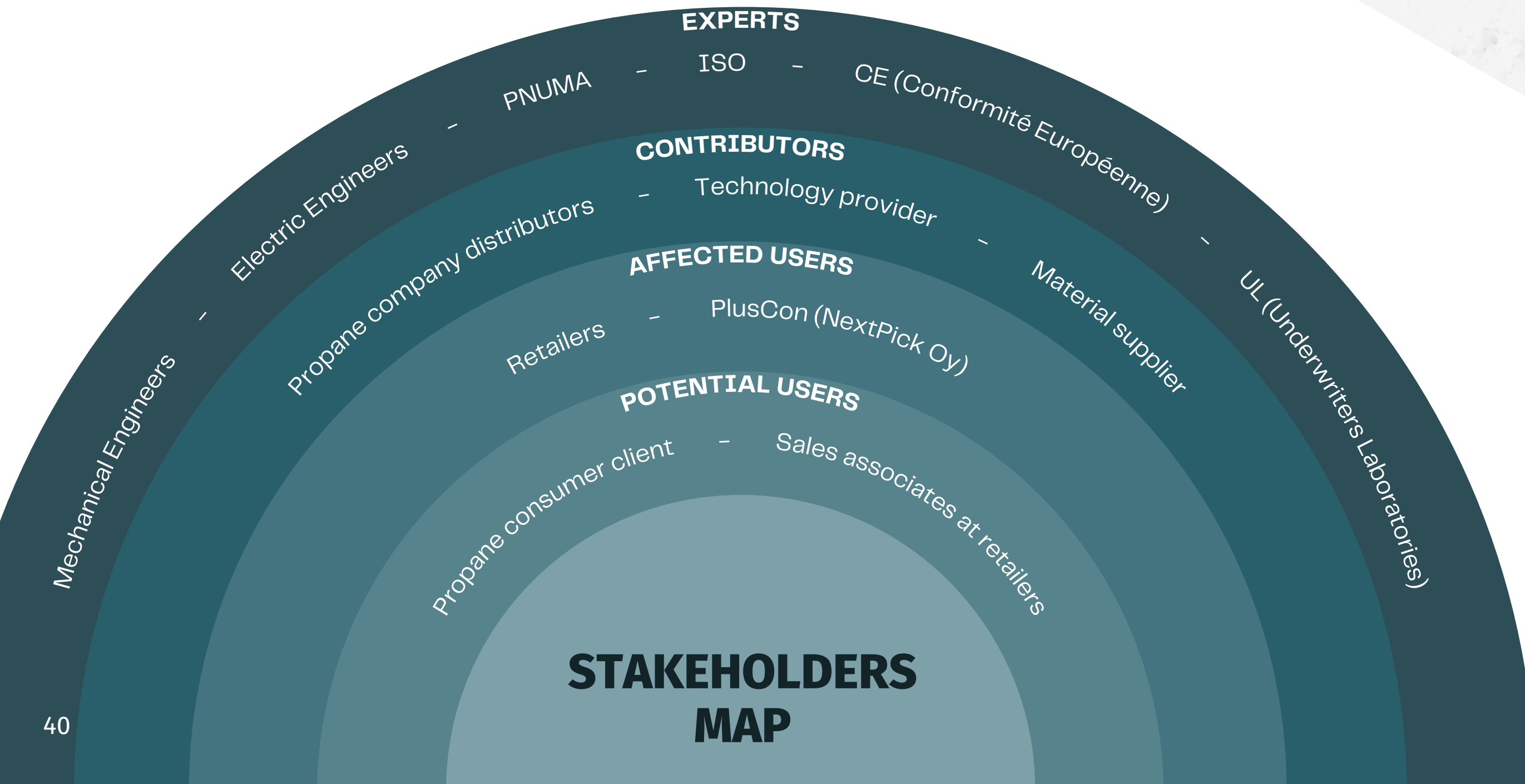


Figura 17. Representación gráfica del árbol del problema. Fuente: Elaboración propia.

## 12.2 Mapa de actores

Conocido en el Design Thinking como el *stakeholders map*, es una herramienta que nos permite realizar un paneo de todos los usuarios que están involucrados en la problemática. Esta herramienta se compone de 4 categorías, las cuales son los posibles usuarios, personas afectadas, contribuidores y expertos, siendo el foco principal los posibles usuarios, a los cuales debe estar dirigida la solución. A continuación, se muestra el mapa de actores en la figura 18.

Figura 18. Mapa de actores. Fuente: Elaboración propia.



Partiendo de los principales actores, se encuentran los consumidores y los asociados de ventas en minoristas de gas propano a los que se le busca resolver sus necesidades, luego están las personas afectadas las cuales se relacionan con la problemática y obtienen un beneficio a partir de la solución que en este caso es el patrocinador Nextpick Oy. En la categoría de contribuidores, como su nombre lo indica, son los actores que se encargaran de aportar directamente al diseño y fabricación de la solución, es por eso que se encuentran los proveedores de materiales y tecnologías. Y, por último, los expertos que están encargados de brindar información para el desarrollo del proyecto, aquí se encuentran varias normativas e instituciones que intervienen en el manejo de productos con gas propano.

PNUMA: Programa de las naciones unidas para el medio ambiente, este nos brinda las regulaciones y aspectos a tener en cuenta sobre los gases hidrocarburos.

ISO: organización internacional de normalización, indica las restricciones sobre el almacenamiento de cilindros.

CE: conformidad europea, es el testimonio por parte del fabricante de que su producto cumple con los requisitos legales y técnicos mínimos en materia de seguridad de los Estados miembros de la Unión Europea.

UL: Underwriters Laboratories es una multinacional norteamericana dedicada a la seguridad y a la certificación de productos, estandariza las reglas de seguridad para los aparatos y componentes eléctricos.

### 12.3 Entrevistas

Con el objetivo de identificar las principales necesidades de los usuarios y la opinión de personas con experiencia en el área del gas propano, la herramienta más adecuada fue la entrevista, ya que es de carácter cualitativo y permite que los entrevistados nos relaten abiertamente como se han sentido al enfrentar este problema. Para llevar a cabo estas entrevistas se debían tener claros cuales eran los temas esenciales a tratar, para comprender las necesidades e intereses de los usuarios. Se realizaron en total 10 entrevistas presencialmente y a través de reuniones virtuales a usuarios consumidores de gas propano, asociados de ventas a minoristas y distribuidores de gas, todas con consentimiento, el equipo fijó una estructura para las entrevistas en las que primeramente se les mostraba un pequeño contexto del reto de la compañía y el propósito de la misma y preguntas como las siguientes: ¿para qué compras cilindros de propano?, ¿cada cuánto compras cilindros de gas propano?, ¿qué características debe tener el lugar para almacenar este tipo de cilindros? ¿cuáles son las mayores dificultades cuando viene un consumidor a cambiar un cilindro?, etc. El equipo definió no hacer preguntas de si o no, sino preguntas abiertas para obtener mejor información.

Anexo N°7 y 8 Planeación, estructura y respuestas de las entrevistas.



Figura 19. Entrevista virtual con Luis Izquierdo. Fuente: Elaboración propia.



## Woikoski

Pekka Väisänen es la persona que se entrevistó en representación de la empresa Woikoski. Woikoski Oy es una empresa finlandesa especializada en gases con más de 100 años de experiencia en el sector. Él comenta que, aunque hay algunos estándares de cilindros que se manejan, hay un pequeño porcentaje inferior al 5% que se salen de dicho estándar. Además, menciona que sería importante que la máquina brinde información no solo sobre el llenado, sino enviar actualizaciones sobre el estado de los cilindros. Por otra parte, menciona que se deberían almacenar por lo menos 16 cilindros y nos brinda varias recomendaciones relacionadas con que la máquina, debería poder detectar fugas y tener la función de autoventilación en caso de que haya una; debería ser fácil para recargar y comunicar con anticipación cuando se necesite la recarga; y se debería identificar el tipo de cilindro junto al estado en el que se encuentra.

## Carolina

Ella es una mujer de 33 años que usa los cilindros de gas propano para cocinar, generalmente compra el cilindro de 40 libras cada 3 meses. Carolina obtiene sus cilindros por medio del servicio a domicilio que brinda el establecimiento minorista hasta su casa, el cual dura aproximadamente entre 20 a 30 minutos en llegar. Adicionalmente, el domiciliario hace la instalación del cilindro sin ella tener la necesidad de cargarlo, y menciona que este cilindro es un poco pesado. El grupo le preguntó a Carolina acerca de las dificultades que se le presentaban al realizar esta actividad, ella dijo que a veces no sabe con certeza si el cilindro que compro está totalmente lleno y le genera intranquilidad. Por último, el grupo le expuso la propuesta de integrar en el mercado una máquina expendedora de cilindros de gas, ella opinó que mientras que se le garantice la venta de cilindros totalmente llenos y que el precio del cilindro no sea mayor, sí usaría dicha máquina. En ese orden de ideas, también se le preguntó si quisiera cambiar su método actual de compra, ella afirmó que no cambiaría el sistema de compra ya que no tiene que moverse de su casa y no tiene carro, sin embargo, sí estaría dispuesta a usar la máquina.

## Stefania (Minorista)

Stefania es una vendedora minorista que trabaja para COLGAS, a la que el grupo entrevistó con el fin de conocer la perspectiva del proceso de venta que se maneja en Colombia, como es este proceso y quienes son los compradores más frecuentes. Inicialmente, vimos que en el establecimiento los cilindros nuevos se encontraban en jaulas y los vacíos afuera agrupados por tipo, pero dentro del establecimiento, ella nos contó que su establecimiento vendía cilindros desde las 10 hasta las 100 libras, pero el más solicitado era el de 40. El proceso de venta se realiza por domicilio sin costo extra (dura aproximadamente 5 minutos) y raramente las personas van al establecimiento, entre 1 o 2 personas por día, también, Stefania aclaró que los cilindros debían almacenarse lejos de electrodomésticos y en lugares donde no se reciba mucha luz. Respecto a los tiempos que se manejan en el establecimiento, ella menciona que el proveedor de cilindros va todos los días a dejar nuevos cilindros y llevarse los vacíos, y que la frecuencia de compra para restaurantes es de 1 a 2 semanas y para casas de 2 a 3 meses.

## Luis Izquierdo (Gerente regional de COLGAS)

El ingeniero Izquierdo es el gerente regional del suroccidente de la empresa de COLGAS, una de las compañías distribuidoras de GLP más grandes en Colombia. Durante esta entrevista se discutió sobre la viabilidad de la implementación de una máquina expendedora de cilindros de gas propano en Colombia. El ingeniero afirmó que la idea ya ha sido presentada en un congreso de GLP de innovación en este sector. No obstante, dado que el modelo de negocio se ha llevado a cabo de una manera diferente en Colombia por los usos que se le dan y la diferencia en el nicho poblacional o usuario principales de este tipo de combustible, se estableció que para la implementación de esta idea, primero, se deberían tener en cuenta muchas consideraciones, pues aunque no es una idea completamente inviable, en un país como éste donde usualmente se llevan los cilindros a domicilio, sería mucho más difícil que un proyecto como estos tenga el impacto esperado y sea tanto económica como técnicamente viable. Por otra parte, también se comentó sobre la importancia del sistema de detección de los distintos tipos de cilindros, no solo haciendo la distinción por su tamaño y material, sino también distinguiendo las diferentes compañías distribuidoras de estos.

### Saurav Khadka

Es un joven de 25 años que no es comprador frecuente de cilindros de gas propano, únicamente los requiere cuando va de camping para preparar su comida, ya que hay lugares en donde se prohíbe la presencia de fuego, él compra los cilindros en los establecimientos que se encuentran por su ruta hacia el lugar para acampar. Además, se le preguntó respecto a cómo le parecía el proceso para comprarlos, Saurav respondió que era muy fácil, como comprar cualquier producto en el supermercado, ya que él siempre compra los cilindros pequeños y estos están dentro del establecimiento. Para él este tipo de cilindro es fácil de cargar porque no es pesado, sin embargo, los grandes sí lo son. Adicionalmente, dijo que había que estar pendiente constantemente de que no se presentaran fugas. Al final, se le preguntó si usaría una máquina expendedora de gas propano en vez de como lo hizo en su última compra. Saurav respondió positivamente ya que siente que le ahorraría mucho tiempo al ser un proceso similar a comprar una lata de Coca-cola cuando los supermercados están saturados, pero agregó que debía ser barato el uso de esta y que la interfaz debería ser fácil de entender.

### Hombre de 65 años

Él cuenta que compra de las tiendas que sean más cercanas y donde el producto sea más barato. La última vez que compro uno fue el procedimiento usual: ir a la caja, pagar, tener un recibo y luego ir por su cilindro vacío para el intercambio en el punto destinado. Normalmente tiene 2 cilindros por cada cabaña, en caso de que inesperadamente se le acabe uno puede usar el otro. El transporte puede ser complicado ya que hay que acomodar los cilindros bien para que no causen daños. Normalmente toma 10 minutos cambiar el cilindro y lo peor es cuando toca hacer el proceso cuando está lloviendo porque no hay ningún lugar donde cubrirse. Preferiría usar una máquina expendedora en caso de que sea más rápida en el proceso ofrezca mejores precios.

### Hombre de 50 años

Compra los cilindros de gas alrededor de uno por cada verano, no le importa mucho en dónde consiga el cilindro siempre y cuando sea barato. Describiendo el proceso, nos indica que siempre se demora un poco en recibir su cilindro de propano luego de pagar en la caja e ir a intercambiarlo por uno nuevo. El usa los cilindros para su barbacoa o también su casa rodante. Se queja un poco por el peso de los cilindros de acero y menciona el precio elevado de los cilindros de compuesto. También, menciona que en algunas ocasiones se han vendido todos los cilindros y no rellenan los vacíos, por lo que tiene que ir a otro lugar a conseguir gas propano, finalmente, nos dice que él preferiría poder obtener sus cilindros de gas afuera de la tienda, tal cual como con la gasolina.

### Hombre de 40 años (ingeniero)

Tiene experiencia trabajando con cilindros de gas propano, antes compraba uno por semana, ya que en su trabajo lo necesitaba, él usa el gas para herramientas y asados. Una vez tuvo una mala experiencia en la que le dieron un tipo de cilindro con la válvula al lateral y él siempre compra los que la tienen arriba, luego, se le preguntó respecto a lo que pensaba acerca de la máquina expendedora, menciono que solo la usaría si los cilindros se vuelven más baratos, y aunque le ahorre tiempo prefiere que los empleados le hagan el favor porque no le gusta la automatización excesiva, lo único que le preocupa es que la máquina sea resistente a golpes y muy segura ante posible vandalismo, adicionalmente, dio su perspectiva desde su profesión, indicando que la máquina debe ser capaz de reconocer si algún cilindro está roto, no debe ser de color negro porque puede absorber mucho calor al interior, no crear fricción si se usan bandas transportadoras, deben seleccionarse bien los aparatos electrónicos evitando la presencia de chispas, diseñar un sistema para controlar fugas de gas y enfatizó en el reconocimiento de los cilindros con válvulas en la parte de arriba o al lateral.

## Hombre de 59 años

Él compra aproximadamente 4 cilindros de gas propano al año para usarlos en la estufa de su cocina. Cada que realiza esta actividad, siempre trata de comprarlo en el almacén más cercano. Entre las dificultades que encuentran en este proceso, es que a veces el empleado al que llaman para que le dé el cilindro nuevo tarda mucho en llegar y debe asegurarse de abrir el casillero correcto. Además, algo que le genera preocupación es que siempre espera que la tienda esté abierta y no se haya acabado el tipo de cilindro que necesita. Por último, mencionó que eran más fáciles de cargar los cilindros de material compuesto que los de metal, y que utilizaría la máquina si ésta se encuentra cerca.

Una vez recopilada toda la información, esta fue comparada y se resaltaron los aspectos más relevantes partiendo de las entrevistas realizadas a consumidores y administradores de establecimientos de cilindros de gas propano en Colombia. Se denotó un sistema de mercado diferente en el que la venta e intercambio de cilindros de gas propano se da por servicio a domicilio y que son muy pocas las personas que van hasta el establecimiento minorista. También, se identifica una preocupación por conocer el estado del producto, de si este realmente se encuentra totalmente lleno o no, y adicionalmente, se obtuvo información acerca de que tan envuelto está Colombia en el mercado de la automatización del proceso de venta de cilindros de gas, en la que a su vez, se evidenció que el país sí está al tanto de

las máquinas expendedoras a través de ferias de innovación pero que desarrollarlas e implementarlas requiere una difícil revisión técnica y económica del público objetivo.

Por otro lado, desde la perspectiva del país nórdico, también nuestros compañeros de la Universidad de Aalto realizaron entrevistas a consumidores, asociados de ventas e incluso a distribuidores de gas. De los entrevistados, comparando información se encontró que, la mayoría de los consumidores usa los cilindros para cocinar o para el funcionamiento de varios dispositivos del hogar. Lo que más les importa es que encuentren en varias zonas un lugar cerca donde vendan cilindros y que el proceso sea rápido y seguro.

Además, se menciona frecuentemente que estos cilindros son pesados y que tener que cargarlos mucho tiempo se vuelve algo agotador. También, se encontró un hallazgo respecto a una preocupación entre los distribuidores y consumidores, y es que ambos se interesan por saber si en el establecimiento hay disponibilidad de los cilindros que se solicitan, destacando la posibilidad de que haya un control remoto para el monitoreo de cilindros. Finalmente, a todos se les mostró la propuesta de la compañía Pluscon-Nextpick Oy como solución a la problemática, todos estuvieron de acuerdo con su implementación ya que creen que facilitaría el proceso y lo haría más rápido, pero también agregaron comentarios respecto a la importancia de la seguridad que debe brindar la máquina expendedora al estar manejando productos peligrosos y que implementar este producto en el mercado, no eleve demasiado el precio de los cilindros porque de ser así, la usarían en menor medida.

Con lo anterior, es posible construir algo similar a un mapa de empatía, pero en este caso no de manera particular sino de forma general en el que se procuran abarcar los aspectos más destacados de todas las entrevistas. Dicho mapa se presenta a continuación:

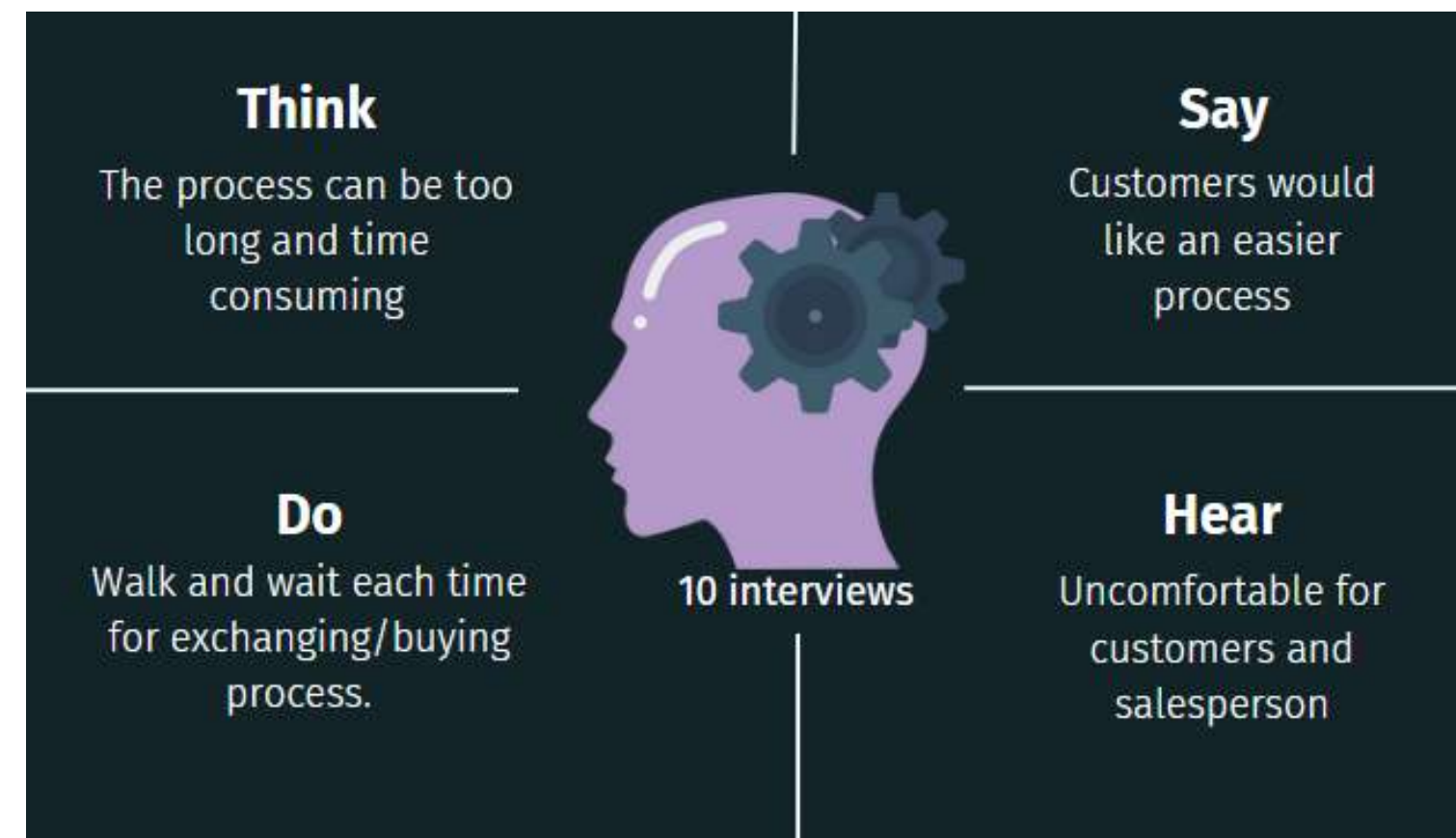


Figura 20. Mapa de empatía general. Fuente: Elaboración propia.



## 12.4 Arquetipos

A partir de todos los datos obtenidos con las entrevistas, el equipo sintetizó la información en dos modelos estándar que representan a cada uno de los conjuntos de posibles usuarios, en el que se describe su personalidad, expectativas y frustraciones con el objetivo de hacer más fácil la comprensión de lo que realmente necesita cada usuario, y así, dar paso al hallazgo de los insights, que son la base para trazar el rumbo que debe tomar el proyecto.



### 12.4.1 Consumidor de gas propano

Erick Patterson

Edad: 40 años

Nacionalidad: Finlandia

Gustos: es un empresario ocupado que trabaja hasta tarde. Le gusta ir de camping con su familia y amigos regularmente. Además, le gusta hacer barbacoa, parrilladas y demás actividades que usan como combustible el gas propano.

Objetivo: comprar un tanque de gas propano para cocinar.

Expectativa: obtener rápidamente su cilindro y poder comprar su cilindro en cualquier momento que esté libre.

Frustración: cuando entre semana sale del trabajo y se dirige a comprar un tanque para el fin de semana, el supermercado ya está cerrado, y cuando lo compra los fines de semana hay mucha fila en la caja de pago.

### 12.4.2 Asociado de ventas de minoristas

Samantha Jackson

Edad: 24 años

Nacionalidad: Finlandia

Gustos: es una joven que trabaja como cajera en un conocido almacén de cadena, es muy organizada pero impaciente.

Objetivo: cumplir con su turno laboral.

Expectativa: no tener interrupciones en su horario de trabajo y poder cumplir con las necesidades del cliente.

Frustración: cada que llega un cliente que quiere un cilindro de gas, ella tiene que interrumpir su labor para traer el cilindro del lugar de almacenamiento que se encuentra alejado del almacén o llamar a un compañero de trabajo para realice la tarea.

# 13. DEFINICIÓN

## 13.1 Insights

A partir de todo el entendimiento del problema, se definieron algunos puntos claves relacionados con los usuarios objetivo, los cuales son los asociados de ventas y consumidores de GLP.

- **Velocidad:** Se requiere de un sistema de alta velocidad de respuesta para que los usuarios no tengan que esperar varios minutos a que se complete el proceso de compra o intercambio, o que los empleados deban gastar mucho tiempo en ayudar a completar el proceso.
- **Seguridad:** Debido a que se está tratando con un gas inflamable, se vuelve de gran importancia considerar todas las normativas de seguridad pertinentes y la necesidad de incorporar un sistema de detección de fugas o ventilación que proporcione cierta seguridad de parte de la máquina en sí.
- **Facilidad de uso:** Se requiere de una interfaz fácil de entender y manipular debido a que no todas las personas que pueden llegar a usar la máquina tienen la misma capacidad tecnológica.
- **Accesibilidad:** Uno de los aspectos que se entró a evaluar a partir de la retroalimentación durante el proceso, es el hecho de que el sistema debería ser accesible para la mayoría de las personas procurando tener una gran inclusión con las diversas poblaciones con discapacidades físicas o dificultades.

## 13.2 How Might We...?

Con el objetivo de tener un planteamiento del problema mejor definido y que abarque los aspectos más relevantes encontrados en el proceso de empatía, se definieron 3 *How Might We* con diferentes enfoques y en diferentes momento.



Figura 21. How Might We. Fuente: [26]

## Primera Fase - Enfoque en Usuarios

- Consumidor de gas propano  
¿Cómo podríamos mejorar la experiencia de compra o intercambio de cilindros de propano para los clientes para hacer un proceso más rápido y cómodo?
- Asociado de ventas de minoristas  
¿Cómo podríamos cambiar el método de ventas para los asociados de ventas en los minoristas para reducir el tiempo de compra de los cilindros de propano?

## Segunda Fase - Enfoque en el reto

¿Cómo podríamos diseñar una unidad de autoservicio modular e intuitiva para proporcionar un intercambio de cilindros de propano más rápido y cómodo para tanto minoristas como clientes con el fin de hacer un producto escalable para el mercado global?



### 13.3 Requerimientos

Adicionalmente, este proyecto planteó desde el inició unos posibles requerimientos, los cuales consisten en lo que idealmente la empresa desearía llegar a hacer del proyecto. Estas ideas o nociones del diseño de la solución se exponen a continuación:

- El producto debe proporcionar una solución para que una persona compre, devuelva o cambie un cilindro de propano.
- Desarrollar una unidad modular para uso en exteriores en Europa y Norteamérica.
- Estructura modular. El cliente minorista puede elegir el número de módulos en función de sus requisitos de capacidad.
- Funciona en todas las condiciones climáticas.
- Identificación automática para cilindros de gas de diferentes tamaños durante el proceso de intercambio.
- El producto manejará materiales explosivos y tomará eso en la consideración técnica.
- Utilice componentes estándar y productos listos para usar.
- Fácil de cargar más cilindros de gas y extraer los cilindros vacíos.
- Monitoreo del número de cilindros de gas de forma remota.
- Recibo de la transacción de compra.
- Pantalla táctil para operar la unidad.
- Interfaz clara y fácil de usar.
- La localización de la interfaz de usuario se modifica fácilmente (lenguaje y gráficos).
- Terminal de pago.
- Todos los componentes deben estar certificados por UL y CE.

#### 13.3.1 Requerimientos opcionales

- Tener batería solar o equivalente para ubicaciones fuera de la red.
- Fácil de enviar y desempacar.
- Altura del transporte aéreo, si es posible. La altura del producto no puede ser superior a 160 cm.
- Debe caber en un contenedor.
- Diseño del producto para cumplir con los requisitos de los certificados Ex, ATEX e IECEx.
- Encuentre una solución asequible. La unidad no puede costar demasiado debido al hecho de que la venta de cilindros de propano no es un negocio de alto margen.



## 14. IDEACIÓN

Para la etapa de ideación, se realizaron procesos de divergencia, como lluvia de ideas o brainstorming, y de convergencia, como matrices para escoger la mejor idea de acuerdo a ciertos criterios. Inicialmente, a partir de los HMW de la primera fase, se realizó una lluvia de ideas de diversas posibles maneras en las que se podría solucionar la necesidad del usuario de GLP, y dichas ideas fueron acomodadas en una matriz de impacto vs viabilidad, para conocer qué alternativa valía la pena desarrollar. La estructura general de una matriz de impacto vs viabilidad se presenta a continuación:

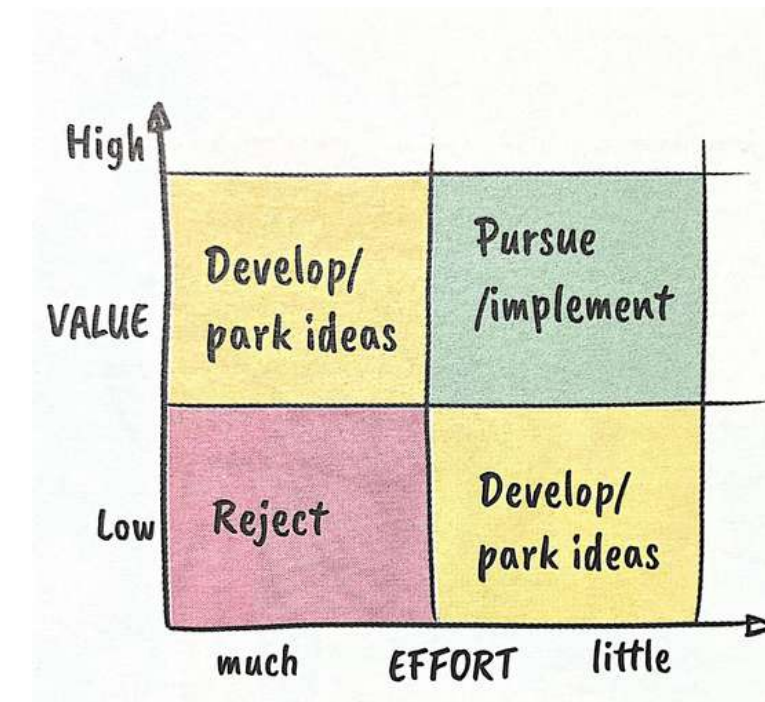


Figura 22. Estructura general de matriz de impacto vs viabilidad. Fuente: [26]

A partir de lo establecido en la figura anterior, se procedió a clasificar cada idea en uno de los cuatro cuadrantes.

Dicho proceso de organización de las ideas fue realizado por todos los integrantes del grupo en Colombia, teniendo en cuenta las necesidades de los dos usuarios objetivo y considerando también el rol de la empresa para la cual se está trabajando en el proyecto, pues cabe aclarar que Pluscon-Nextpick Oy (nuestro patrocinador) es una empresa que desarrolla tecnología para la industria en el área de automatización. En ese orden, las ideas que quedaran en el cuadrante de "Pursue/Implement" serían las que se considerarían para desarrollarlas. En la figura 23 se presenta la matriz desarrollada por el equipo, con un código de colores que facilita su comprensión y en el que se destaca la mejor idea, o la idea en la que se va a trabajar, con una estrella.

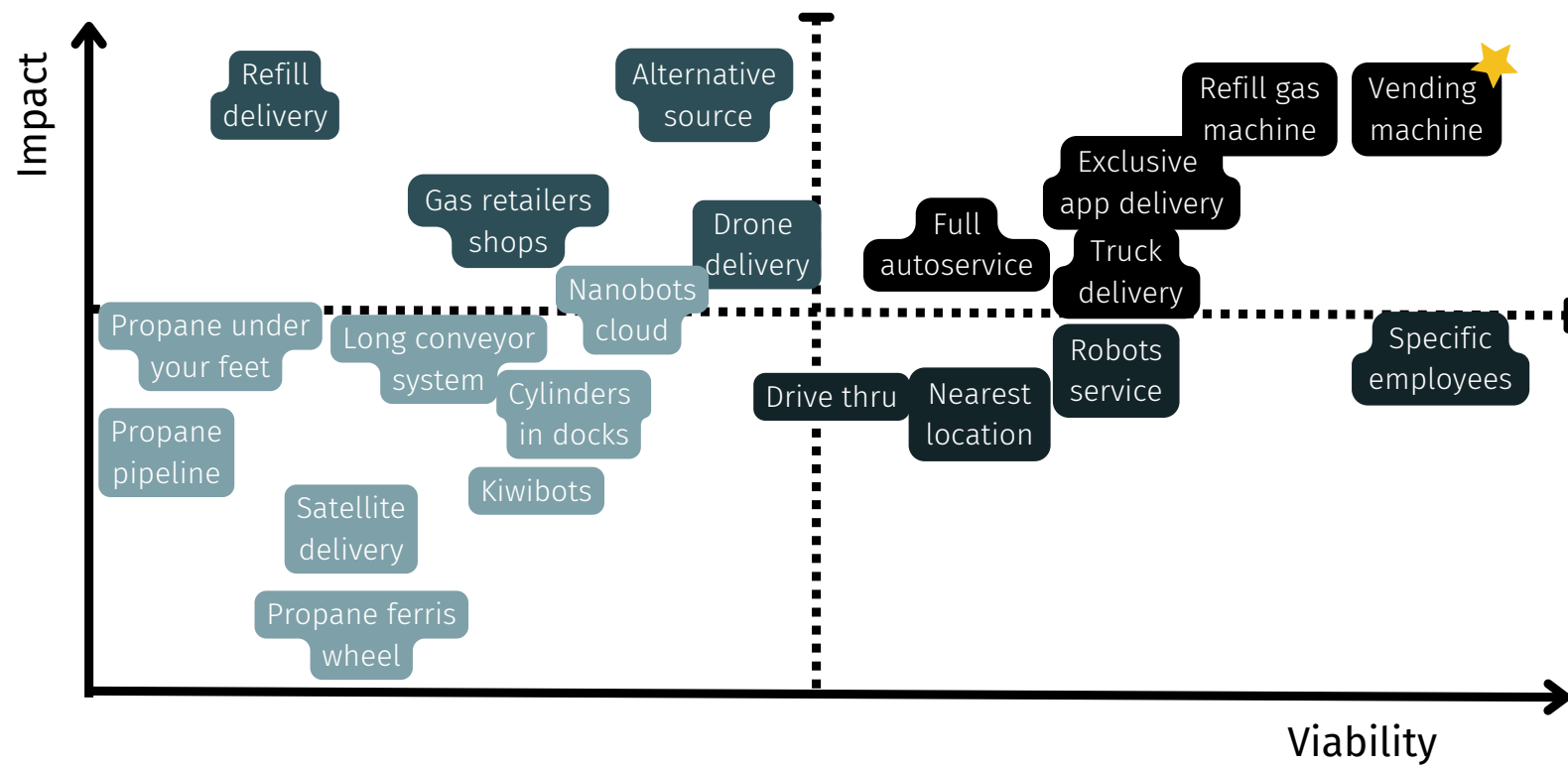


Figura 23. Matriz de impacto vs viabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los resultados de la matriz anterior, y las consideraciones anteriormente expuestas, se definió que la mejor idea sería la de la máquina expendedora o “máquina expendedora”. Ya con esto bien definido, y aprovechando que la metodología del Design Thinking permite realizar iteraciones entre etapas anteriores, se regresó a la etapa de divergencia, con una nueva lluvia de ideas, pero ésta ya era enfocada en la segunda fase del HMW, relacionada al cómo sería el diseño óptimo para la máquina expendedora. Cabe recordar que este tipo de máquinas ya se encuentran disponibles en el mercado, sin embargo, muchas difieren en su funcionamiento mecánico, tal como se presentó en la sección del Benchmarking. Por tanto, este proceso de divergir y luego, nuevamente converger en torno al diseño o principio de funcionamiento de la máquina, se realizó con cierta rigurosidad en conjunto del equipo internacional.

- Major projects
- Opportunity
- Low potential
- Rule out

Para esta segunda lluvia de ideas, se empleó la herramienta MIRO, en la cual cada integrante colocaba el bosquejo de las ideas que se le ocurrieran, inspirándose en mecanismos ya existentes o proponiendo nuevos. Luego de tener y haber compartido todas las ideas puestas en el tablero online, se procedió a agruparlas por categorías según la similitud que tuvieran en su principio de funcionamiento.

Anexo N°9 Brainstorm de conceptos de diseño de la máquina.

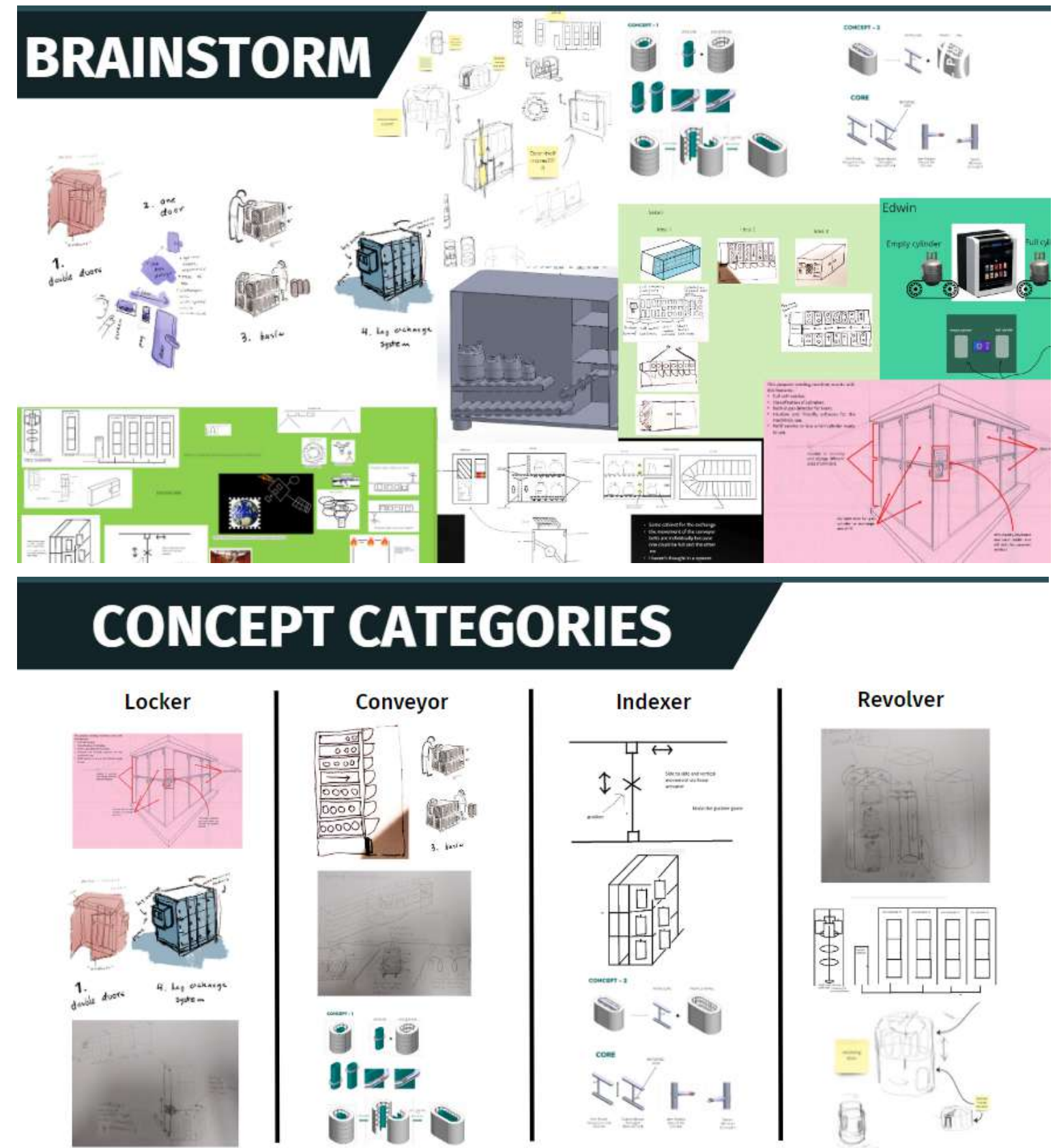


Figura 24. Lluvia de ideas y categorización. Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura, se pueden observar algunas de las ideas que se propusieron y las categorías en las que se organizaron: locker system, revolver system, conveyor system, indexer system y moving door system. Como se puede evidenciar, la organización se hizo basada en el principio de funcionamiento.

Posterior a esto, se realizó una segunda matriz, pero en este caso fue una matriz de puntuación de conceptos o “concept-scoring matrix”, tomando como guía el libro Product Design and Development presentando en la referencia [28].

Selection Criteria	Weight	Revolver		Locker		Conveyor		Indexer	
		Rating (1-5)	Weighted Score	Rating (1-5)	Weighted Score	Rating (1-5)	Weighted Score	Rating (1-5)	Weighted Score
Fast Purchase	15%	4	0.6	2	0.3	2	0.3	3	0.45
Safety	15%	4	0.6	3.2	0.48	3.2	0.48	3	0.45
Low Effort for Customer	12%	4.5	0.54	4	0.48	4	0.48	3	0.36
Innovation	10%	3.5	0.35	1	0.1	3.5	0.35	3	0.3
Storage Density	9%	4.5	0.405	3	0.27	3	0.27	3	0.27
Modularity	9%	3	0.27	5	0.45	4	0.36	3	0.27
Reload Time	8%	4	0.32	4	0.32	4	0.32	3	0.24
Ease of cylinder recognition implementation	8%	3	0.24	0	0	2	0.16	3	0.24
Simplicity of design	7%	2.5	0.175	5	0.35	4	0.28	3	0.21
Cost	7%	2	0.14	2	0.14	4	0.28	3	0.21
<b>Total Score</b>	<b>100%</b>		<b>3.64</b>		2.89		3.28		3

Figura 25. Matriz de puntuación de conceptos. Fuente: Elaboración propia.

Con la matriz anteriormente presentada, se definieron varios criterios relacionados con las necesidades de los usuarios, requerimientos de la empresa y consideraciones extras en cuestión de los alcances del proyecto, y a cada uno de estos criterios se les asignó un peso, el cual hace referencia a la importancia del criterio. Luego, se evalúa cada concepto en función de todos los criterios y se le da una puntuación de 1 a 5, donde 1 es el puntaje mínimo (malo) y 5 el máximo (excelente). De la matriz se puede evidenciar que el ganador fue el diseño de revólver, al obtener la puntuación total más alta de 3.64 de 5 puntos, seguido por el diseño de “conveyor system” o sistema transportador con una calificación de 3.28.

Anexo N°10 Evaluación y selección de conceptos de diseño de la máquina.



# 15. PROTOTIPADO

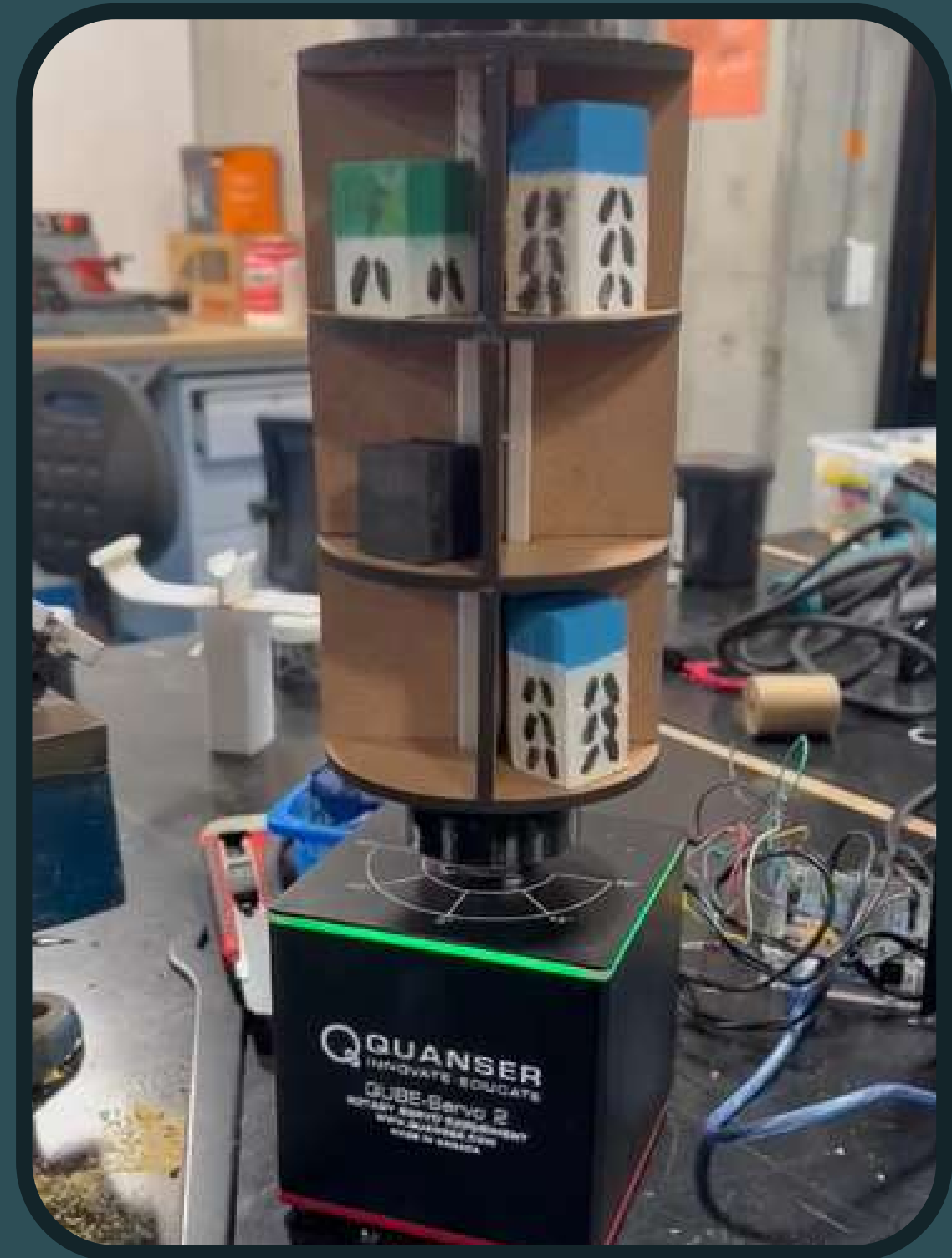
Al principio del proyecto, el equipo se dividió en varios grupos, cada uno con un objetivo y unas tareas específicas. Estos equipos eran el de electrónica, el de detección de cilindros, el de diseño y U/X, y el de mecánica. El equipo de electrónica se encargó de implementar los componentes electrónicos de la máquina expendedora; el equipo de detección se encargó de desarrollar un sistema de identificación que pudiera diferenciar los distintos tipos de cilindros de gas según su tamaño y material; el equipo de diseño y U/X se centró en diseñar una interfaz intuitiva y fácil de usar para el sistema de auto facturación, con el fin de garantizar la accesibilidad y facilidad de uso de la máquina expendedora; y el equipo mecánico se dividió en los equipos de estructura de la máquina, diseño del revólver al que tendría adaptado el motor y el equipo centrado en desarrollar un mecanismo para las puertas. Además, en pro de representar y permitir la visualización de la máquina de una mejor manera, el equipo en Colombia creó un prototipo en realidad virtual haciendo uso del software de Unity, exportando los modelos CADs de SolidWorks y empleando las gafas Oculus Quest 2. Anexo N°11 Cronograma y planeación del diseño de la máquina

PD6: Actividad realizada con el fin de llevar las ideas de diseño a algo tangible por medio de prototipos y tener un concepto más claro de los posibles funcionamientos mecánicos de la máquina.

Anexo N°12 Documentación de la actividad PD6.



Figura 26. Prototipo PD6. Fuente: Elaboración propia.



Primer prototipo demostrativo Team Colombia

## 15.1 Parte mecánica

En esta sección se presenta el desarrollo de cada parte principal de la máquina, que juntas conforman el prototipo final.

### 15.1.1 Revólver

En nuestro proyecto, el término "revólver" se refiere al estante central giratorio que sostiene los cilindros de propano y permite a los clientes acceder fácilmente a ellas. El revólver consiste en un tubo central que está soldado al conjunto del estante. Diseñamos el revólver para que sea duradero, resistente y capaz de soportar el peso de varios cilindros de propano sin dejar de mantener su función giratoria. El revólver se construyó con piezas cortadas con láser, el tubo central grande y las piezas del eje.



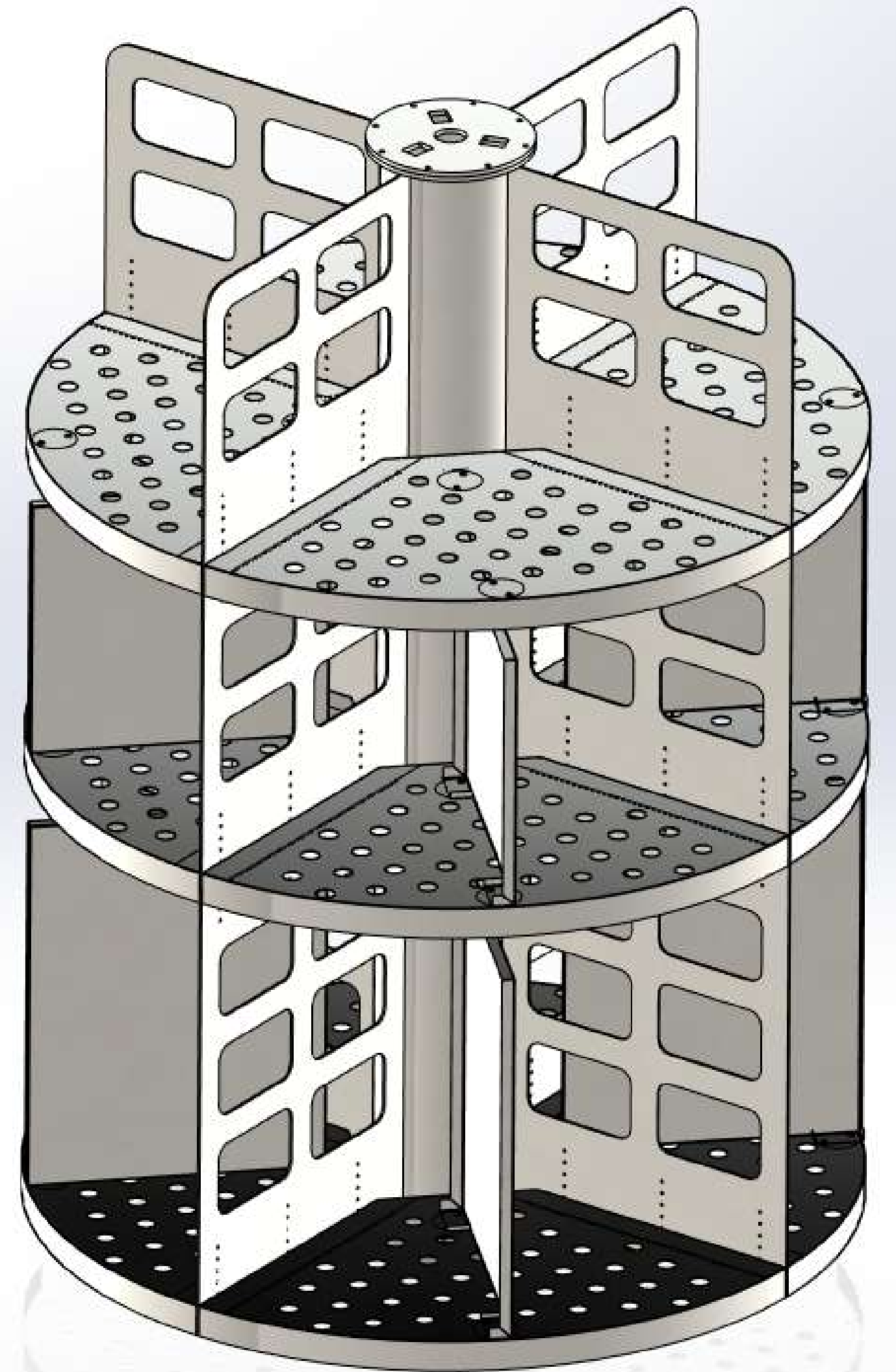
Figura 27. Proceso de armado del revólver. Fuente: Elaboración propia.

La selección del rodamiento apropiado para nuestro proyecto fue un aspecto crítico del proceso de diseño. Nos decidimos por el SKF 29413E por sus buenas características de fabricación y desempeño.

Este proyecto involucró un diseño de eje vertical, donde el cojinete estaba sujeto a un alto nivel de fuerza de empuje debido al peso del sistema. El SKF 29413E, un rodamiento axial de rodillos a rótula fue ventajoso debido a su alta capacidad de carga de empuje. El diseño de estos rodamientos les permite acomodar cargas axiales solo mientras son insensibles a las cargas de choque.



Figura 28. Soldado del eje del revólver. Fuente: Elaboración propia.





Una característica única de nuestro proyecto fue la imposibilidad de desalineación, que podría ser causada fácilmente por una cantidad inconsistente de cilindros de propano en la máquina expendedora. La desalineación puede conducir a un desgaste acelerado, temperaturas de funcionamiento más altas y una mayor tasa de fallas, afortunadamente, el rodamiento está diseñado para adaptarse a la desalineación entre el eje y el soporte sin aumentar la fricción ni reducir la vida útil del mismo.

Si bien el factor de seguridad para este rodamiento fue mucho más alto de lo necesario según nuestros cálculos, no encontramos alternativas adecuadas de menor tamaño disponibles en el mercado. Consideramos personalizar un rodamiento más pequeño para cumplir con nuestros requisitos, pero el plazo de entrega era de cuatro meses, lo que no era factible dado el cronograma del proyecto.

Por lo tanto, a pesar de que el SKF 29413E no tiene el tamaño óptimo para nuestro proyecto, fue la opción más práctica teniendo en cuenta nuestras limitaciones. El factor de seguridad sobrediseñado no obstaculizó nuestro proyecto; en cambio, asegura que nuestro diseño sea robusto y confiable. Aunque puede conducir a un aumento en el costo y el tamaño, los beneficios de un rodamiento fácilmente disponible que cumple con nuestros requisitos de carga y desalineación superan estos inconvenientes.

Para proyectos futuros, sería beneficioso realizar un análisis de mercado detallado de los rodamientos disponibles en una etapa temprana del diseño para evitar posibles retrasos y sobrecostos. Además, la colaboración con los fabricantes de rodamientos podría abrir posibilidades para soluciones personalizadas que se alineen mejor con las necesidades del proyecto.

### 15.1.2 Sistema de puertas.

Las puertas se diseñaron con una forma similar a la puerta de un casillero, estas se fabricaron en chapa metálica ya que no debían ser muy pesadas. El sistema de puertas siempre se diseñó para ofrecer el mínimo esfuerzo al usuario, ya que actualmente en el mercado en la mayoría de las máquinas expendedoras el usuario debe abrir la puerta manualmente para acceder a sus productos, para todo el sistema se incorporaron cerraduras eléctricas de Solenoid, bisagras de resorte e interruptores.

Inicialmente, se definieron tres niveles para el revolver y se pensó en diseñar tres puertas iguales para cada nivel del revólver teniendo en cuenta las dimensiones del cilindro de propano más grande del mercado, pero el equipo decidió que los cilindros grandes sólo deberían estar en el nivel inferior para dar mayor seguridad al usuario, ya que se evita que a una persona se le caiga la cilindro al retirarla del nivel más alto del revolver sabiendo que estos cilindros pesan bastante.

Para el movimiento automático de las puertas, el equipo buscó varios mecanismos, el primer diseño se pensó en incorporar un motor paso a paso acoplado a un eje acoplado a la puerta.

Siguiendo este diseño inicial, entre los miembros del equipo mecánico nos dimos cuenta de que era un torque innecesario colocar un motor en esa zona, por lo que buscamos más opciones, pero estas aún no eran opciones tan viables porque podían interferir cuando los usuarios realizaran el cambio de cilindros.

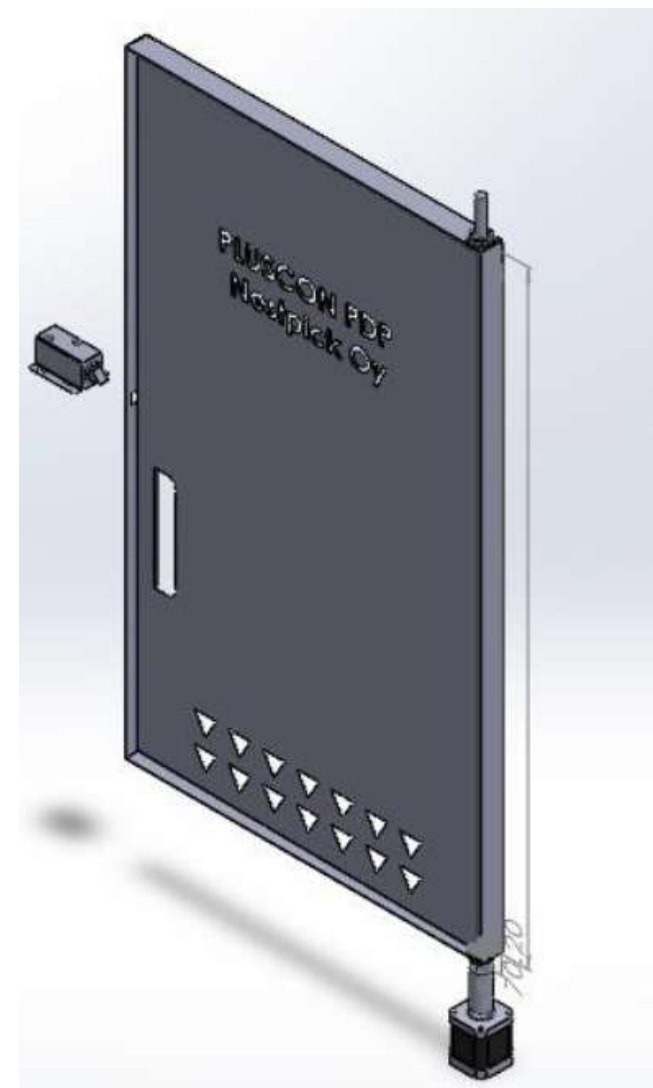


Figura 29. Puerta con motor paso a paso. Fuente: Elaboración propia.



Figura 30. Mecanismos alternativos. Fuente: [https://www.youtube.com/watch?v=myQBlrYzvtU&ab\\_channel=IgorLutsevich](https://www.youtube.com/watch?v=myQBlrYzvtU&ab_channel=IgorLutsevich).

Finalmente, optamos por utilizar bisagras de resorte, ya que eran componentes de bajo costo y cumplían su función al abrir la puerta automáticamente, de manera que el usuario solo tiene que intervenir para cerrar la puerta cuando la máquina le indica que lo haga. La referencia de bisagra utilizada para nuestra máquina es la que se muestra a continuación.



Figura 31. Bisagra de resorte 50 mm. Fuente: <https://www.helakauppa.com/jousellinen-avaava-lehtisarana-50x50-175a.html>.

Se diseñaron marcos para las puertas para no amarrar las bisagras directamente a los perfiles del marco de la máquina y para que tuviera una mejor apariencia, se diseñaron piezas en chapa de 1mm de espesor, estos marcos irían amarrados a perfiles del armazón de la máquina y a su vez estaría conectado a las puertas por medio de las bisagras, se tuvo en cuenta que entre los armazones y el revólver había un espacio libre, por lo que se amplió el armazón con forma de semicírculo del radio de la revólver.

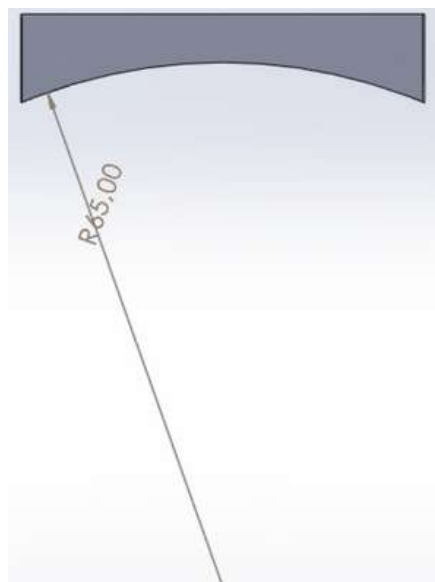


Figura 32. Vista superior del marco de la puerta. Fuente: Elaboración propia.

Originalmente en las primeras etapas de prototipado, el objetivo era tener un diseño de puerta muy similar a los que se encuentran en los casilleros simples que se muestran en la imagen A, con ángulos en los bordes que ayuden a su rigidez y robustez, y así lograr un aspecto mucho más profesional. modelo prototipo final.

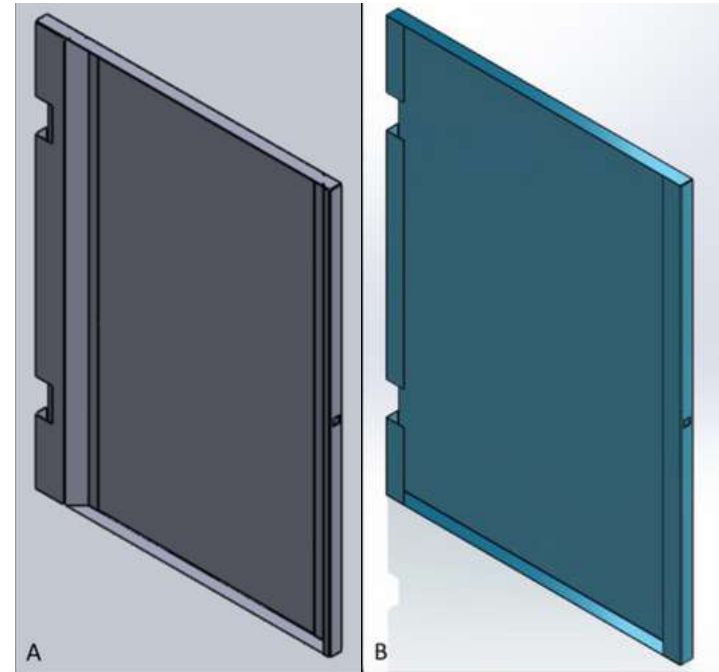


Figura 33. Diferentes diseños de puertas. Fuente: Elaboración propia.

Pero tras varias conversaciones con varios miembros del grupo de mecánicos del equipo, y teniendo en consideración la facilidad de fabricación y la sencillez del diseño, para que las puertas puedan fabricarse en el Design Factory de Aalto, donde se llegó a un diseño un poco más conservador, pero que sigue cumpliendo con la idea original de asegurar la estabilidad estructural de la puerta (ya que será una chapa, en esencia) y su robustez.

Si bien la idea original era fabricar todo el mecanismo de las puertas en el DF de Aalto, por limitaciones de tiempo, y además de la falta de

equipos especializados para la fabricación de este tipo de elementos elaborados con chapa, se decidió fabricarlos con una empresa de terceros para asegurar la máxima calidad en las piezas, a continuación, se pueden ver los planos de las piezas a doblar.

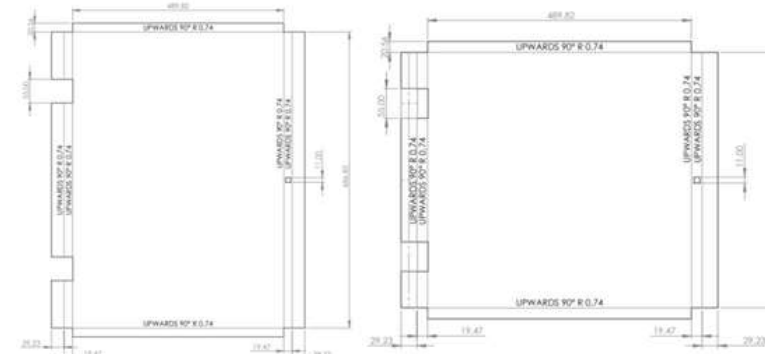


Figura 34. Doblec de las puertas grandes y pequeñas. Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con el diseño de la estructura del sistema de puertas, se puede apreciar que había una interferencia entre los Solenoíd y los perfiles, por lo que se ajustaron moviendo los perfiles principales de los costados hacia atrás de los perfiles que soportan los marcos de las puertas desde abajo.

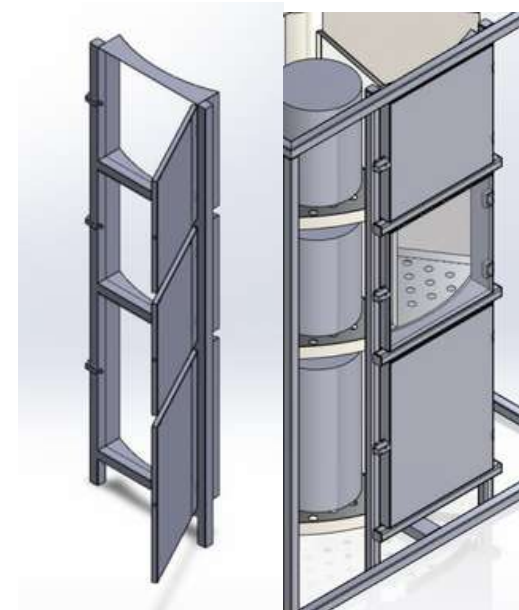


Figura 35. Modelo CAD del ensamble final de las puertas. Fuente: Elaboración propia.



### 15.1.3 Armazón

En este documento, "armazón" se refiere a la subestructura de soporte del dispositivo que recuerda a una jaula. Para el prototipo, el diseño del armazón se mantuvo muy simple, se consideró que una jaula alrededor del revólver sería fácil de fabricar y muy resistente, también, ofrecería mucha superficie de montaje para diferentes dispositivos, placas de cubierta y componentes adicionales.

El armazón se compone principalmente de acero hueco rectangular (RHS por sus siglas en inglés) s235 de 40mm x 40mm x 2mm. Se necesitaron aproximadamente 40 metros de RHS para completar la construcción del armazón. Las piezas están soldadas entre sí para garantizar una estructura estable y duradera. Para probar la resistencia del armazón antes de tomar una decisión definitiva con respecto a sus materiales y diseño, se llevaron a cabo simulaciones de desempeño usando programas de elementos finitos (SolidWorks) cambiando el diseño estructural y los materiales a utilizar para finalmente dar con el diseño y materiales finales.

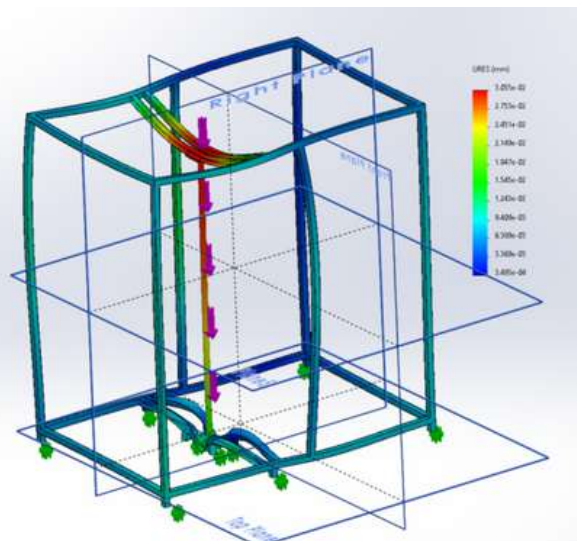


Figura 36. Simulación del armazón bajo el efecto de carga del revólver. Fuente: Elaboración propia.

El proceso de construcción del armazón fue bastante sencillo, pero llevó bastante tiempo. En primer lugar, se cortaron a medida las piezas RHS con ángulos de 45 grados en sus extremos para las partes que lo requerían, después se soldaron las piezas de los marcos cuadrados superior e inferior, se taladraron agujeros en la parte inferior del cuadrado inferior para poder insertar en ellos virolas roscadas y soldarlas en su sitio, estas servirían de ranuras para atornillar las patas ajustables del dispositivo.

Se soldaron placas ranuradas en el cuadrado superior para permitir el ajuste de las vigas de apoyo y se soldaron vigas para el apoyo inferior. A continuación, los cuadrados RHS superior e inferior se combinaron con largas barras verticales que se soldaron en ambos extremos. Luego, se soldaron las barras para la fijación de las puertas de la máquina, en este punto, el armazón se sostenía por sí solo y estaba relativamente recto. Se soldaron algunos soportes para intentar enderezarlo aún más en dónde se tuvo cierto éxito. Por último, se soldaron los soportes de la zona de acceso de los clientes.

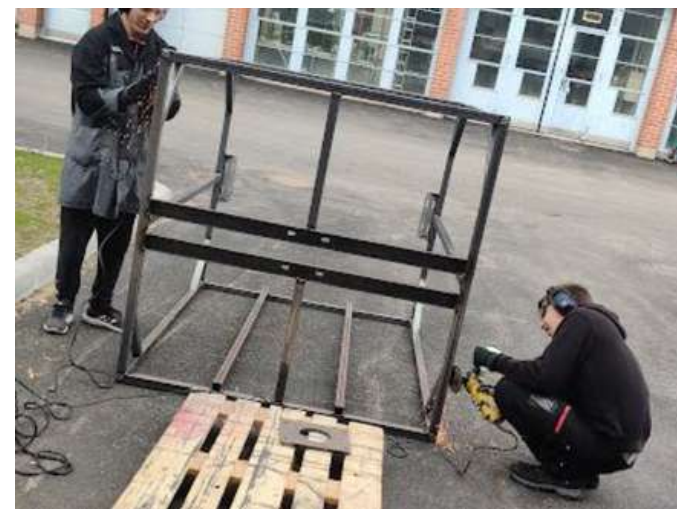


Figura 37. Pulido de material sobrante de soldaduras. Fuente: Elaboración propia.

Como el material utilizado para el armazón no era resistente a la oxidación, se le aplicaron dos capas de pintura para mejorar su resistencia a la intemperie.



## 15.2 Sistema de detección

La parte de detección consiste en reconocer los diferentes tipos de cilindros que aceptará la máquina. Para ello, hemos construido un programa modular que consta de 3 etapas independientes: La primera, reconocer si el objeto introducido en la máquina es un cilindro de gas propano o no; la segunda etapa, clasificar si es una cilindro grande o pequeño; y, por último, la tercera etapa identificar si se trata de un cilindro metálico o compuesto. La ventaja del algoritmo total es que, al ser modular, cada etapa o módulo se puede modificar sin representar una afectación grave a las otras, lo que permite un mejor proceso en la modificación del código.

### 15.2.1 Etapa 1

Esta etapa inicial utiliza un algoritmo que calcula la diferencia entre dos imágenes convirtiéndolas en imágenes en escala de grises y luego las superpone. Para hacerlo, este código calcula el error cuadrático medio (MSE por sus siglas en inglés) y luego usa un proceso de resta para obtener los siguientes resultados:



Figura 38. Detección del cilindro de gas. Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior podemos ver un ejemplo concreto en el que comparamos un galón de gasolina y un cilindro de gas propano. El resultado que obtuvimos muestra un 40% por ciento de diferencia lo que implica que el algoritmo está notando que el galón de gasolina no es un cilindro de propano porque la diferencia es mayor al 25%. Cabe resaltar que el porcentaje de diferencia para determinar si efectivamente es un cilindro de gas o no, puede ser modificado fácilmente en caso de ser necesario.

### 15.2.2 Etapa 2

Esta etapa consiste en identificar si es un cilindro grande o pequeño. Esto se hizo usando una máscara que captura la forma del cilindro y finalmente, el área que ocupa el cilindro será en blanco y el fondo en negro. Esta parte se realizó utilizando un algoritmo de primer plano y extracción (grabcut) a través de librerías de Opencv. Con el resultado, es posible estimar el área que el cilindro está tomando de la imagen completa y clasificarla, porque un cilindro pequeño ocupará un área pequeña, pero un cilindro grande ocupará un área grande de la imagen total. A continuación, se muestra un ejemplo:



Figura 39. Clasificación por tamaño del cilindro. Fuente: Elaboración propia.

De manera similar al caso anterior, los porcentajes para determinar el tamaño del cilindro pueden ser modificados. Incluso, gracias a la lógica que se empleó, se podrían añadir más tamaños de cilindros. Lo anterior representa una ventaja ya que facilita la adaptabilidad del algoritmo en diversos países para los distintos tipos de cilindros que se puedan tener.

### 15.2.3 Etapa 3

La tercera etapa consistió en la construcción del prototipo de un algoritmo que permitía clasificar imágenes de cilindros según el material del que estuviera hecho, dividiéndolos en cilindros de metal y de compuesto. Este algoritmo de Machine Learning (ML) fue entrenado en la interfaz de Google Colab empleando la GPU proporcionada por esta plataforma.

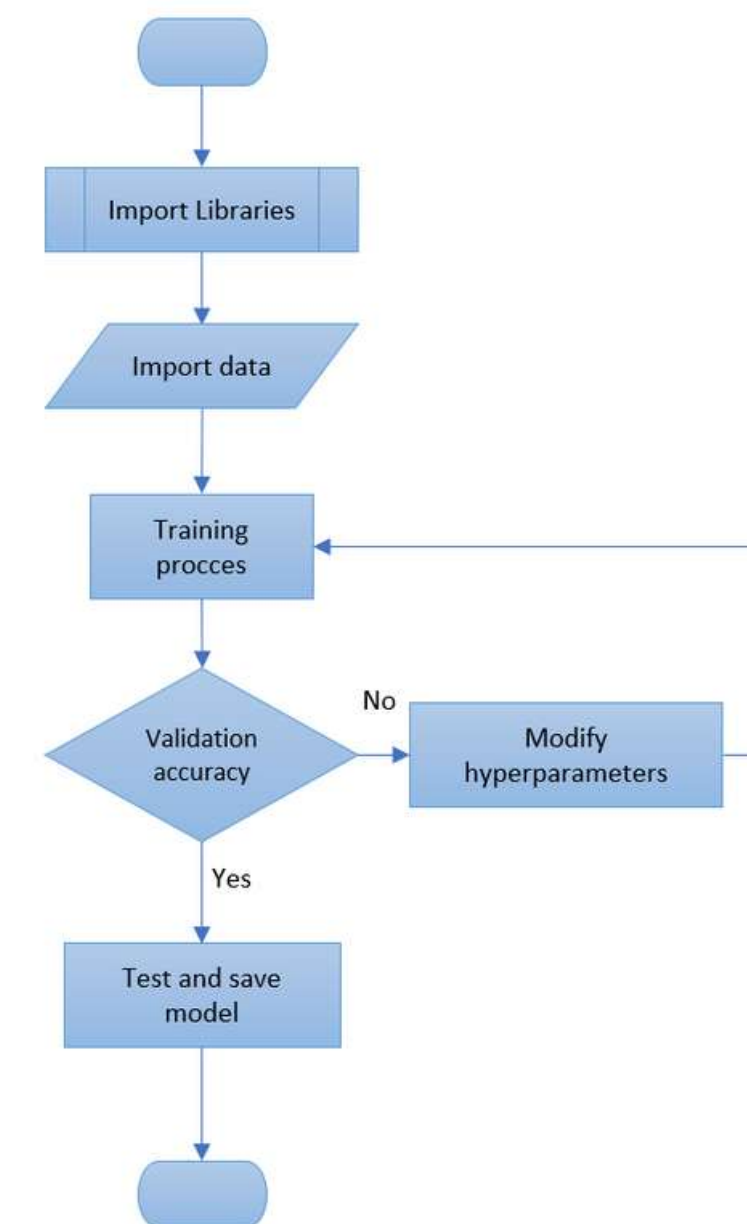


Figura 40. Diagrama de flujo del algoritmo. Fuente: Elaboración propia.



En el diagrama de flujo anterior se puede visualizar la lógica general que se siguió en el algoritmo de clasificación. Dicho proceso se realiza inicialmente importando librerías de Pytorch, posteriormente se importan los datos, que en este caso son las imágenes con las cuales se trabajará. Cabe aclarar que el dataset es propio y fue construido con imágenes tomadas de Google, con la cámara de un celular Huawei Y9 Prime y con la cámara que se trabajó la puA1280-54uc - Basler pulse. Esta base de datos consta de 73 imágenes para entrenamiento y 61 para validación, dando un total de 134 imágenes. Además, a las imágenes usadas para el entrenamiento, se aplicaron una serie de operaciones para aumentar el dataset con transformaciones geométricas tales como reflejar la imagen, alterar colores e introducir ruido Gaussiano. Algunas de las imágenes del dataset de entrenamiento se presentan a continuación:



Figura 41. Muestra del dataset de entrenamiento. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realiza el proceso de entrenamiento, en el cual se emplean CNN para el algoritmo de clasificación. Este consta de 3 capas convolucionales y una lineal, en el que en general se extraen diversas capas como mapa de caracte-

rísticas de la imagen para que la máquina pueda realizar el entrenamiento. Un diagrama ilustrativo de lo anterior se muestra a continuación:

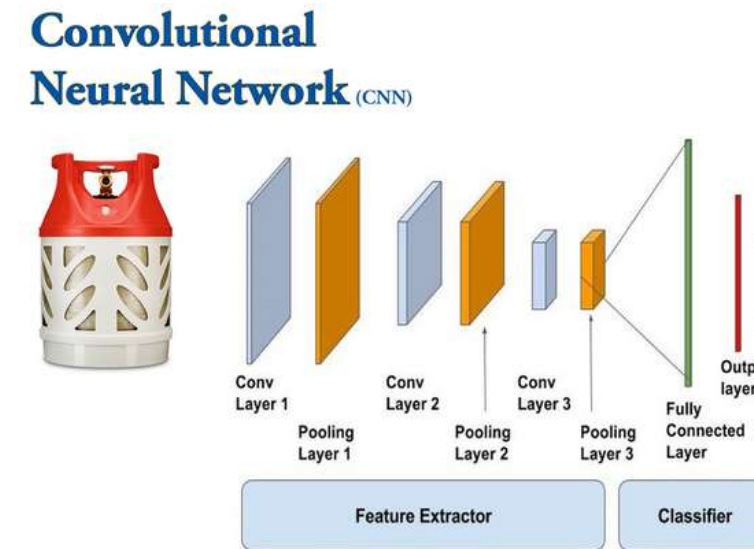


Figura 42. Diagrama aproximado del funcionamiento del algoritmo de clasificación. Fuente: Elaboración propia.

Una vez se ha completado el entrenamiento, se empieza a evaluar si la precisión en la validación fue suficiente como para guardar el modelo. En caso de que no, se deben modificar algunos hiperparámetros tales como el learning rate, weight decay o el número de épocas de entrenamiento hasta obtener una precisión satisfactoria. Finalmente, cuando se tiene el modelo con una precisión alta, se puede guardar para posteriormente exportar y usar dicho modelo. En esta aplicación, la precisión máxima que se alcanzó fue del 95%.

En la siguiente gráfica se puede observar el porcentaje de precisión alcanzado durante la etapa de entrenamiento y validación, como es de esperar, el porcentaje durante el entrenamiento es mayor, siendo muy cercano al 100%; sin embargo, en la validación también se tiene un alto porcentaje de precisión del modelo, pues gracias al

código implementado se guarda el punto donde se alcanza la mayor precisión, por lo que se obtiene un porcentaje de 95% aproximadamente.

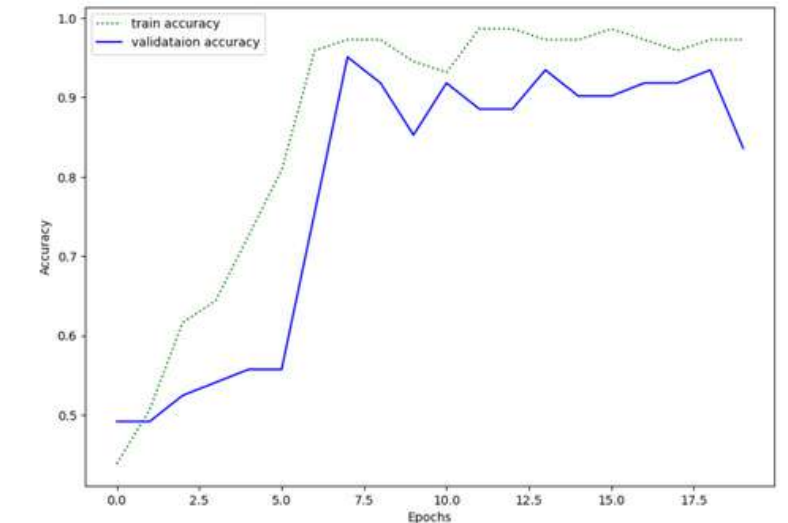


Figura 43. Desempeño según la precisión del algoritmo de ML. Fuente: Elaboración propia.

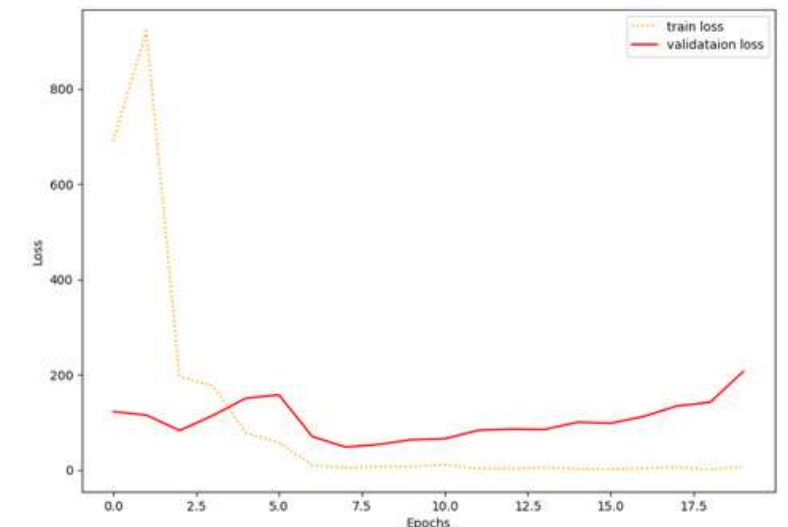


Figura 44. Pérdidas del algoritmo de ML. Fuente: Elaboración propia.

De las gráficas previas, es importante reconocer que el desempeño que se está teniendo no es el óptimo según lo reflejado en la tendencia final de las líneas correspondientes a la validación, pues en ambas se puede apreciar una variación no deseada hacia el final de las épocas de entrenamiento. Y, sobre todo, en la última gráfica se puede observar como la pérdida en la valida-

ción, pues en ambas se puede apreciar una variación no deseada hacia el final de las épocas de entrenamiento. Y, sobre todo, en la última gráfica se puede observar como la pérdida en la validación pareciera que llega un punto en el que deja de disminuir y empieza a aumentar. Esto es un problema muy común en las aplicaciones de aprendizaje de máquina (ML) el cual es llamado sobreajuste o overfitting, el cual hace referencia a que el algoritmo está considerando demasiada información que no necesariamente aporta de manera positiva para la clasificación de las imágenes. Este error puede ser solucionado de diversas maneras, entre ellas está el incrementar el dataset, preparar mejor las imágenes utilizadas o modificar algunos hiper parámetros.

Finalmente, cabe aclarar que por solicitud de la compañía patrocinadora no es posible publicar el código de manera abierta. No obstante, el autor encargado queda a disposición de resolver cualquier duda que pueda surgir.

## 15.3 Sistema electrónico

El sistema electrónico utilizado en el proyecto se basa en un controlador lógico programable (PLC) de la serie Siemens S7-1200 y un monitor KUORI con PC con Windows integrado, el cual fue utilizado como hardware para ejecución del algoritmo de detección y demás tareas relacionadas con la interfaz de usuario y control del PLC. Por otra parte, cabe aclarar que varios de los componentes empleados fueron suministrados por la empresa,

por lo que en este aspecto se tuvo alguna libertad restringida en la escogencia de estas partes. La lista de componentes suministrados se presenta a continuación:

Item	Part Number	Item Description
Simatic PM 1207 Power Supply	6E91332-1SH71	24VDC Power Supply
Sinamics V20	6SL3210-5BB13-7UV1	VFD / Inverter
Simatic S7-1200	6ES7 212-1BE40-0XB0	PLC
SIMOTICS Squirrel-Cage-Motors	1LE1001-0CB32-2KB4	AC Motor
Siti MU50 60/1 PAM14/105 VITON SOLO ENTRATA	60138766	Worm Gearbox

Figura 45. Componentes principales. Fuente: Elaboración propia.

Además, se presenta un diagrama de bloques de manera general del sistema electrónico. En este se muestran algunas de las entradas y salidas principales, señales internas, la interconexión entre componentes fundamentales y la interacción esencial entre distintas partes del sistema. Las variables S1, S2 y S3 hacen referencia al estado del respectivo switch que informa si la correspondiente puerta está cerrada. Por otra parte, L1, L2 y L3 se refieren a los candados que se accionan para liberar cada puerta y esta se abra de manera automática. Todo este diagrama se puede comprender de mejor manera con la revisión de las demás secciones relacionadas con el tema en cuestión.



Figura 46. Programación del PLC en software de Siemens. Fuente: Elaboración propia.

- Power supply
- Door switches
- Inductive sensor
- Touch screen

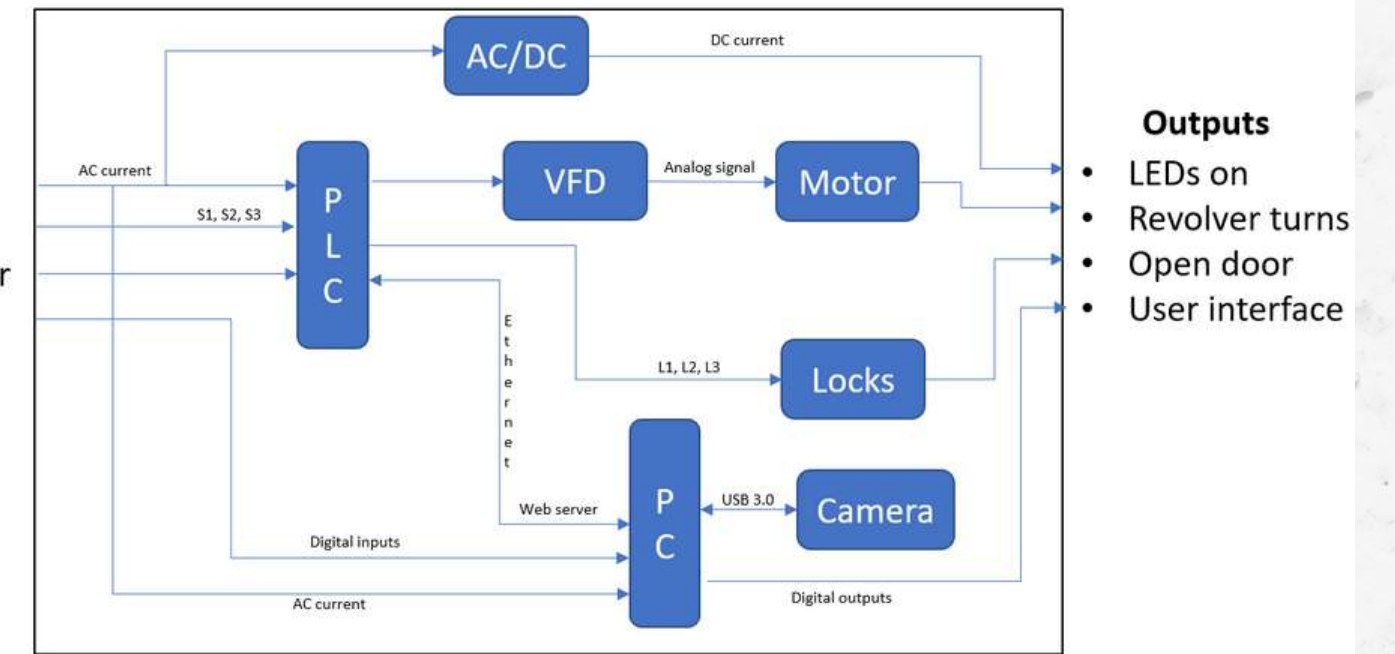


Figura 47. Diagrama de bloques general del sistema. Fuente: Elaboración propia.

### 15.3.1 Entradas y salidas del sistema

Las entradas y salidas del PLC son las siguientes: tres interruptores de entrada para monitorear los estados de la puerta (abierta/cerrada), una entrada para un sensor inductivo para monitorear la posición del revólver, tres salidas para abrir las cerraduras de la puerta, una salida para iniciar el motor, una salida para invertir la dirección de rotación del motor y un puerto Ethernet para la comunicación entre la PC y el PLC. La función del sensor inductivo es detectar cuando el revólver ha recorrido un  $\frac{1}{8}$  de vuelta o el equivalente del ancho de un compartimiento en el revólver.

### 15.3.2 Funciones PC/PLC

La comunicación entre la PC y el PLC se realiza a través de un servidor web HTML que se ejecuta en el PLC. Este servidor web monitorea los valores del PLC y actualiza sus parámetros internos para que se puedan iniciar ciertas funciones. Estas funciones

consisten principalmente en abrir cada una de las puertas y arrancar el motor para un cierto número de detecciones por sensor inductivo.

Los valores de las diferentes entradas del PLC se pueden leer desde el servidor web vía PC. La funcionalidad principal de la PC es ejecutar una interfaz de usuario basada en node.js que simula un evento de compra.

En la parte superior de la máquina se ubicó un gabinete eléctrico, el cual alberga el PLC Simatic S7-1200, los fusibles, los bloques de terminales, el interruptor de apagado de emergencia y el variador de frecuencia Sinamics V20 para accionar el motor. En este espacio también se tienen dos reductores de voltaje. Uno es un convertor AC/DC de 20 voltios para los LED de detección, y el otro un regulador de 12 voltios que alimenta la tira de luces LED del techo y las cerraduras.



Figura 48. Gabinete eléctrico. Fuente: Elaboración propia.

Además, para verificar cuando la puerta está abierta o cerrada, se instalaron pulsadores industriales en las puertas. De manera que cuando la puerta esté cerrada, se presionará el botón del interruptor. Cabe aclarar que cuando cualquiera de las puertas estuviera abierta, no se permitirán rotaciones del revólver.



Figura 49. Switch para detectar el estado de la puerta. Fuente: Elaboración propia.

Se instalaron cerraduras de Solenoid para que las puertas se puedan abrir automáticamente cuando se alcanza la posición correcta del revólver. La máquina expendedora también incluye un botón de parada de emergencia externo y un interruptor de emergencia en la parte superior del gabinete que se puede activar para detener inmediatamente la máquina en caso de emergencia.

Se utilizó el variador de frecuencia Sinamics V20 para accionar el motor, regulando la velocidad de rampa de subida y bajada con el fin de controlar la aceleración inicial y desaceleración final. Además, se fabricó un soporte para el motor y la caja de engranajes para mantenerlos en su lugar en la parte superior de la máquina.



Figura 50. Instalación del motor y la caja reductora de velocidades. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se añadieron luces LED de color blanco al exterior e interior de la máquina para brindar la iluminación requerida en cada caso. La función de la iluminación del exterior es poder visualizar la máquina de mejor manera; el objetivo de la iluminación del interior es suministrar la luz necesaria para que la cámara que se usa en la detección pueda obtener una fotografía correcta del cilindro que se va a identificar, pues al estar la máquina casi totalmente cubierta es muy poca la luz que se tiene al interior.



## 15.4 Experiencia de usuario

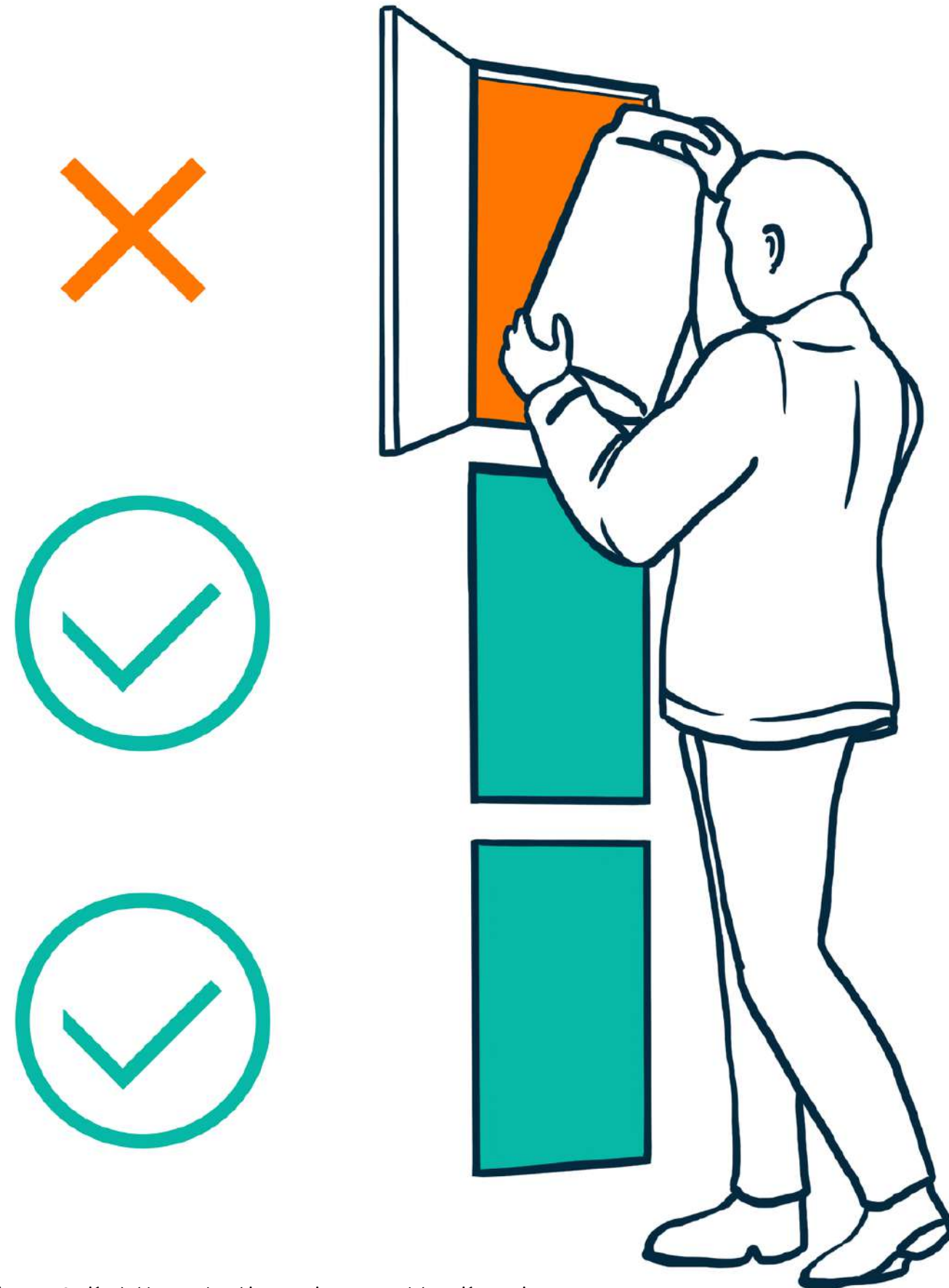


Figura 51. Opción de bloquear la cabina superior. Fuente: Elaboración propia.

Para esta parte, se siguió libremente el modelo de proceso de diseño de Doble Diamante (descubrir, definir, desarrollar, entregar). En primer lugar, se llevó a cabo una investigación de usuarios y partes interesadas, entrevistamos a usuarios en Finlandia y Colombia, a un empleado de una gasolinera, a un representante de la comercializadora de gas Woikoski, y observamos el proceso de compra de gas propano en un supermercado.

En segundo lugar, definimos nuestro enfoque en función de los hallazgos, dichos hallazgos se analizaron utilizando un mapa de afinidad (método para procesar una gran cantidad de datos cualitativos). Con base en los grupos de mapas de afinidad, se definieron tres controladores de diseño para delinear el núcleo del desafío y guiar nuestro proceso de desarrollo, estos impulsores de diseño combinan las opiniones de los usuarios y otras partes interesadas para lograr un enfoque integral.

### 1. Accesibilidad.

Accesibilidad para gran variedad de usuarios, priorizar pequeños rangos de movimientos y accesos fáciles a todas las características y funcionalidades de la máquina.

### 2. Flujo.

Facilidad de uso interacción máquina-usuario, tiempos de esperas cortos e información e instrucciones claras para garantizar una rápida operación.

### 3. Seguridad.

Un producto fiable, intuitivo y de bajo mantenimiento.

En tercer lugar, se crearon y evaluaron una gran cantidad de conceptos diferentes, la experiencia del usuario ha sido un factor importante al elegir y desarrollar nuestra solución final, teniendo en consideración los siguientes factores:

1. La plataforma frente a la máquina no debe ser demasiado alta.
2. El borde de la plataforma debe estar claramente marcado (borde naranja).
3. La plataforma debe ser antideslizante.
4. La plataforma debe ser lo suficientemente profunda y ancha para que el cliente pueda colocar el cilindro en la plataforma, abrir la puerta y operar la pantalla. Según nuestras pruebas, la profundidad mínima es de 90 cm, se había considerado no tener la plataforma en absoluto, pero se incluyó porque protege la máquina y hace que el casillero superior sea más accesible para los clientes.
5. La terminal de pago debe ubicarse en el lado derecho de la pantalla para que el cliente no se tenga que ubicar demasiado cerca del borde de la plataforma mientras la usa. La pantalla se colocó relativamente alta para que haya espacio para el terminal debajo.
6. El flujo de clientes preferido es de izquierda a derecha (pantalla a la izquierda).
7. Se señala la zona de apertura de la puerta para que los clientes sepan dónde no colocar el cilindro.
8. El cliente debe poder bloquear el casillero superior, y esta opción debe ser fácil de encontrar y operar por razones de accesibilidad, sin embargo, nuestra máquina está diseñada principalmente para personas que pueden transportar y levantar sus compras de cilindros de propano.

### 15.4.1 Interfaz de usuario

Se diseñó un wireframe o “estructura de alambre” para la app de la interfaz de usuario de la máquina en la aplicación Figma para tener una idea de cómo dicha interfaz de usuario iba a verse en el prototipo final. Para el diseño de la interfaz de usuario, se tuvo en cuenta principalmente que debía ser fácil de entender y fácil de usar. Principalmente, se diseñaron dos caminos, uno de compra y otro de intercambio. La interfaz le brinda

al usuario la opción de elegir el lenguaje, le permite ver los precios y los tipos de cilindros, también, nos dimos cuenta de que debemos incluir la accesibilidad para personas de baja estatura o con ciertas dificultades, por eso decidimos incluir un aviso de que los niveles bajos de la máquina son de prioridad para las personas discapacitadas.

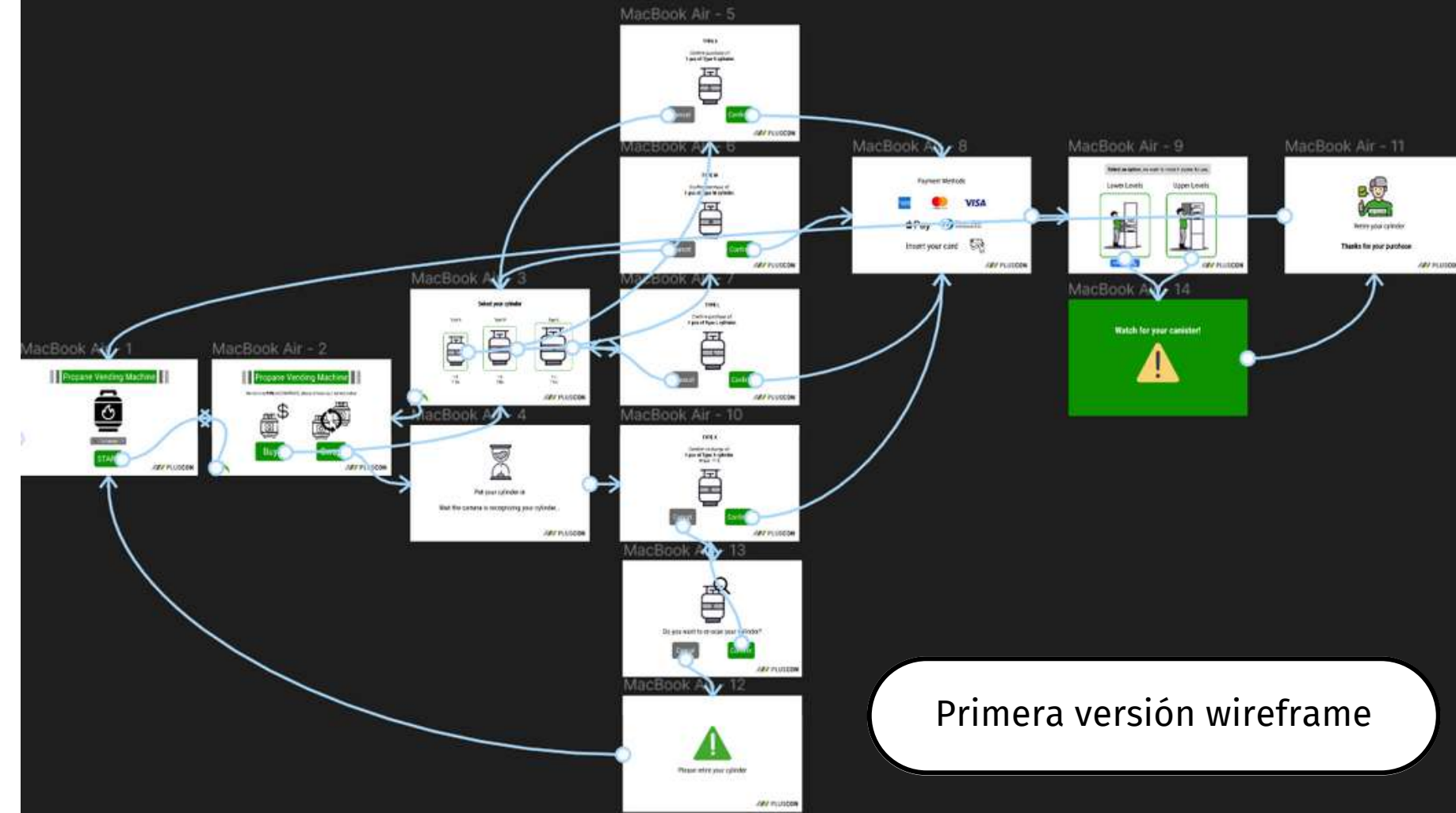
También vimos de la posibilidad de que ocurra una situación de fallo por parte del sistema de escaneo, por lo que incluimos una sección en la que preguntamos al usuario si desea escanearla nuevamente, adicionalmente, diseñamos una pantalla de alerta, que ilumina cuando el cilindro está listo y hace una señal de advertencia para que el usuario esté atento.

Para lograr su desarrollo e implementación, se siguieron las siguientes etapas:

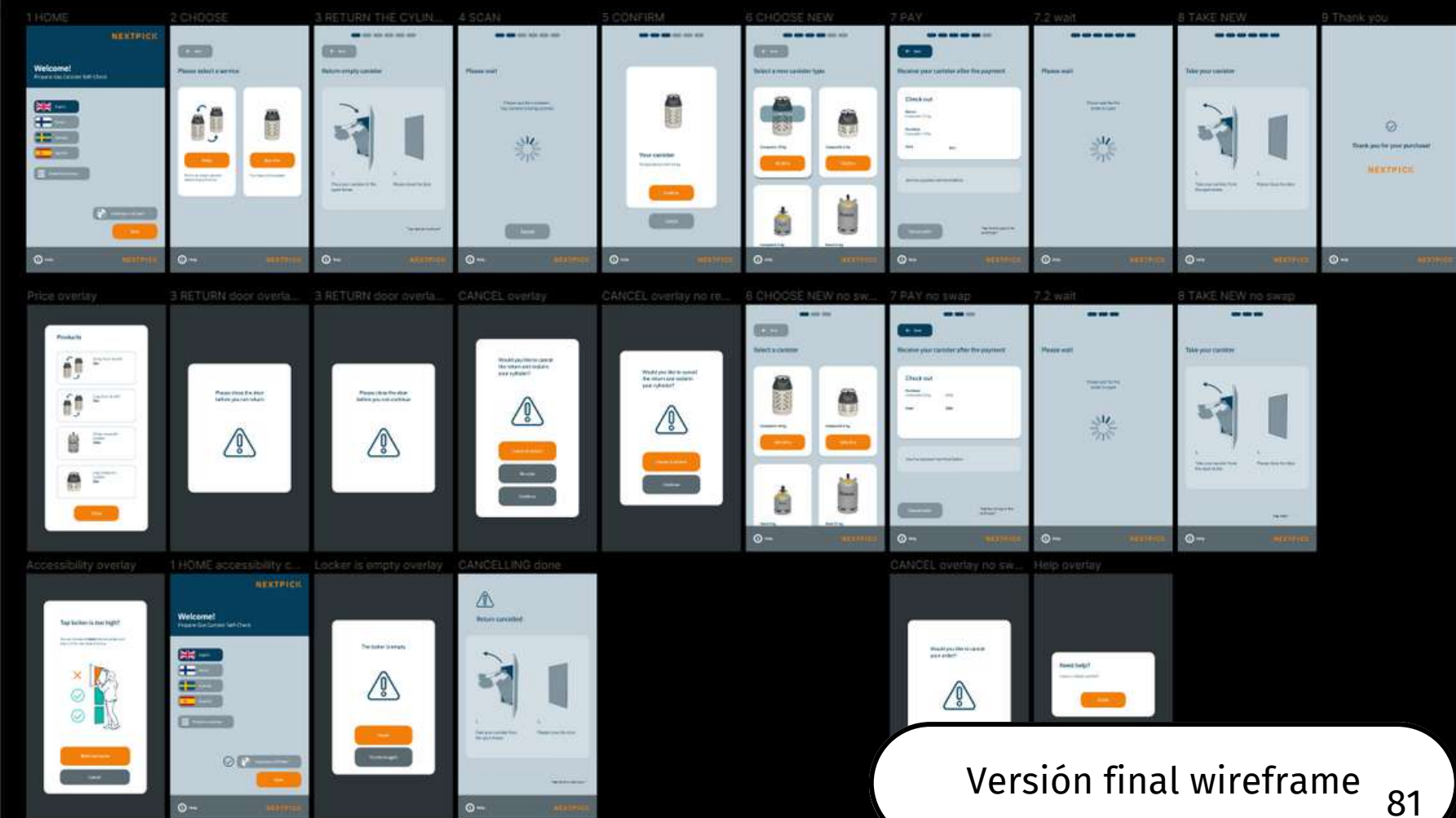
- Definición de las funciones: queríamos brindar la posibilidad de intercambiar diferentes tipos de cilindros.
- Prototipado de la estructura del software: desarrollar el flujo general.
- Un 2º prototipo: tenía una orientación vertical, mucho mejor detallado en las imágenes e ilustraciones.
- Evaluación heurística: lograr identificar problemas de usabilidad en la interfaz desarrollada.
- Pruebas de usuario: validación y retroalimentaciones.
- Implementación de mejoras: surgieron a partir de las pruebas y comentarios de usuarios a menor escala.
- Programación: se subcontrató la conversión del prototipo Figma a html.
- Implementación: aplicación de la interfaz de usuario al prototipo.



Figura 52. Pantalla principal interfaz de usuario. Fuente: Elaboración propia.



Primera versión wireframe



Versión final wireframe



### 15.4.2 Aspecto de la máquina

El concepto de diseño de la máquina se inspira en el aspecto de los cajeros automáticos y lo mezcla con una impresión cercana y ligeramente retro de las máquinas expendedoras con colores brillantes y llamativos, esto podría denominarse minimalismo retro-futurista.

Un factor determinante en el concepto de diseño de la máquina era la modularidad, y para aclarar esta característica, el marco exterior curvado se hizo visualmente con una línea horizontal naranja para que los módulos separados se vean como solo una unidad. La luz, la plataforma y el techo se utilizan para crear un espacio "protegido" para que el cliente pueda tomarse su tiempo en un entorno de aparcamiento y condiciones meteorológicas exteriores.

La máquina pretende destacar entre las paredes grises de los establecimientos minoristas, es por eso que la paleta de colores está influenciada por los colores de las llamas de propano. El azul indica seguridad y fiabilidad, mientras que el naranja añade llama y carácter, y al ser el naranja y el azul una combinación poco común, harán que la máquina sea más reconocible, la paleta de colores de la interfaz sigue este mismo mundo visual, pero tiene más variables. Las ilustraciones como los cilindros (forma universal de un cilindro compuesto) y letreros se utilizan para señalar visualmente el gas propano de forma minimalista, estas son necesarias porque mucha gente aún no está familiarizada con el concepto de máquinas expendedoras de propano, y según nuestra investigación, la industria del gas propano no tiene un color identificador comúnmente conocido, ni un lenguaje de formas.

### Color palette & branding



Figura 53. Paleta de colores. Fuente: Elaboración propia.

El aspecto y diseño debe participar activamente en la creación y configuración de la estrategia empresarial, debe optimizar la diferenciación respecto a los competidores y ser reconocible, en este caso, los valores de seguridad y acogida se priorizan para conformar el diseño y, por tanto, también la experiencia del usuario, esta seguridad se expresa en la claridad y en una forma estable y el carácter acogedor también se tiene en cuenta en la inclusividad (accesibilidad en altura), y el uso del color y la luz.



Figura 54. Prototipo diseño exterior. Fuente: Elaboración propia.

## 15.5 Prototipo en realidad virtual

Inicialmente, se implementó un prototipo en realidad virtual (VR por sus siglas en inglés) para la presentación final en Colombia de manera que se podría tener la experiencia completa de visualizar la máquina a escala real y hacer unas interacciones básicas como abrir las puertas de la máquina, extraer o poner un cilindro dentro de la máquina.

Nota: Para ver una video demostración del prototipo mencionado previamente se puede dirigir al anexo 19, diapositiva 43.

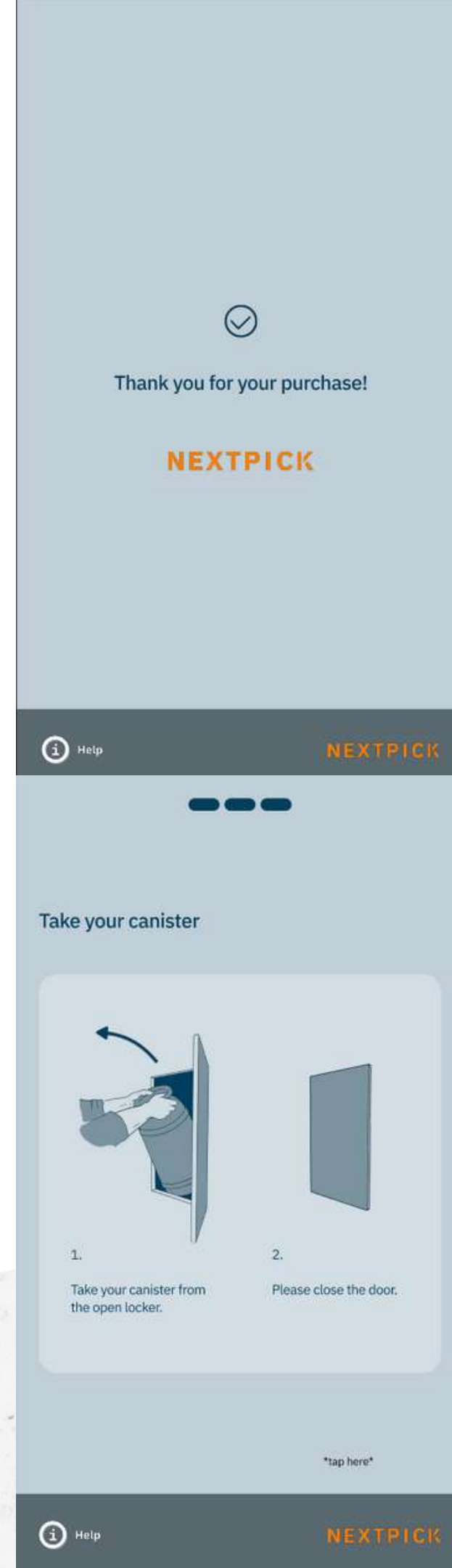
Finalmente, en Finlandia el prototipo fue mejorado para ya no solo mostrar la dimensionalidad de la máquina y las interacciones básicas, sino también se agregaron varios módulos para ver la proyección de lo que sería la modularidad de la máquina, cuando se instala una sola unidad central o máster, y las demás unidades (slaves) son para ampliar el almacenamiento siendo controladas por el módulo central. Cabe aclarar que todo este trabajo fue posible gracias al apoyo del laboratorista practicante Andrés Páez del Cali Design Factory con su gran aporte para la implementación del prototipo en el software Unity.



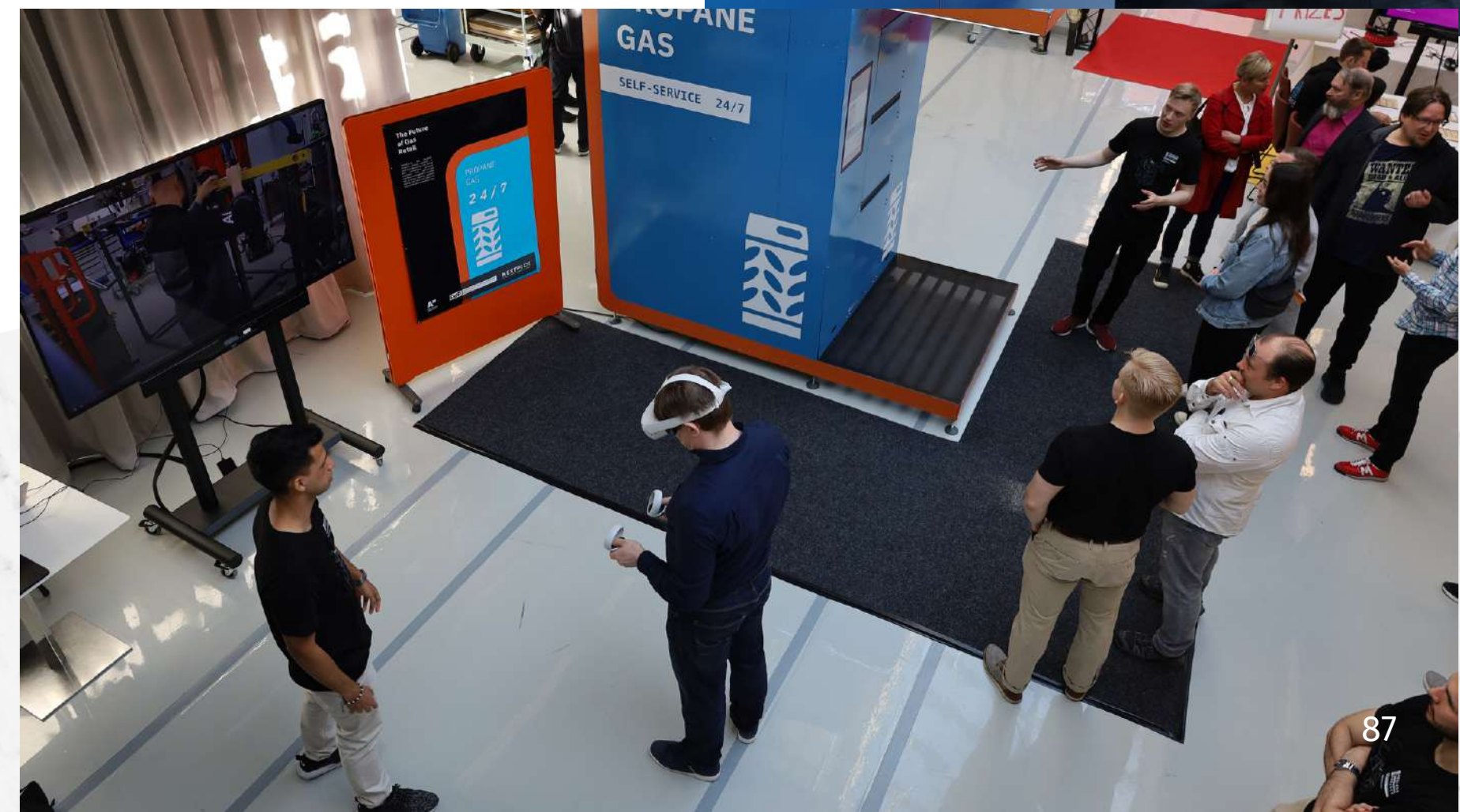
# 16. VALIDACIÓN

Realizamos cinco sesiones de pruebas con el prototipo de la interfaz de usuario para revisar fallos críticos, todos los usuarios eran mayores de 25 años y dos de ellos mayores de 50 años, nuestro objetivo era incluir usuarios de diferentes grupos de edad, ya que nuestro grupo de usuarios objetivo son adultos que compran gas y poseen barcos, barbacoas y casas de veraneo (todos los usuarios estaban familiarizados con la compra de gas propano). Estas fueron las principales conclusiones de la evaluación de usuarios.

- Se añadió contraste a partes específicas.
- El botón "Accesibilidad" no era evidente, este se sustituyó por el botón "¿Tiene dificultades para levantar peso?"
- Leer los contenidos en la primera página llevaba tiempo, entonces se añadieron indicadores de idioma para que la lectura fuera "más rápida para el ojo", simplificando la vista.
- La pantalla inferior (devolver y recibir cilindros de la máquina) resultó ser la parte más difícil y confusa, algunas personas no estaban seguras de si debían pulsar los cuadros de instrucciones, si había un botón de "continuar" en la pantalla, algunos pulsaban el botón antes de realizar la tarea que se les pedía, esto provocaría un error en la vida real, lo que hizo que se añadieran imágenes orientativas para proporcionar apoyo visual y confirmación.
- Se modificaron algunas jerarquías de información para hacerlas más lógicas.



- Algunas funciones se separaron para diferentes pantallas. Se añadió una pantalla de agradecimiento porque los usuarios la esperaban.
- Se utilizó la heurística del diseño para evaluar la interfaz. He aquí algunos ejemplos.
  1. Visibilidad del estado del sistema: La barra de proceso está visible en todo momento y los momentos de espera se comunican claramente.
  2. Control y libertad del usuario: El usuario puede interrumpir y salir en cualquier momento, avanzar y retroceder y recuperar su cilindro, esto demostró ser un éxito, ya que los usuarios de las pruebas se sintieron bastante seguros al explorar la interfaz y fueron capaces de recuperarse de los errores por sí mismos.
  3. Coherencia y normas: los botones naranjas señalan la acción en pantalla, los cuadros blancos la acción general.



La validación del funcionamiento mecánico y eléctrico de la máquina se llevó a cabo en la gala. Aunque los usuarios frecuentes que van a comprar cilindros de gas propano son tradicionalmente hombres, el día de gala demostró que los elementos visuales retro, modernos y atractivos atraen a personas de todas las edades y sexos. Respecto a la experiencia del usuario, las personas que la usaron no tuvieron problemas, entendieron correctamente su funcionamiento sin complicaciones, dando una retroalimentación positiva sobre el tiempo que tomaba todo el proceso, afirmando que les parecía rápido y fácil, corroborando así los insights que había hallado el equipo en las primeras etapas del proyecto. Además, con el uso de las gafas de VR lograron entender la propuesta de modularidad que ofrece la máquina. Por otra parte, aún se alcanza a apreciar una dificultad en el levantamiento de los cilindros, ya que, en la cabina más alta, al retirar el cilindro esta tarea todavía requería bastante esfuerzo, sin embargo, la incorporación de la plataforma si disminuye este esfuerzo, más adelante en la sección de oportunidades a explorar el equipo propone una solución a este problema. Adicionalmente, cabe resaltar que algunas de las características que más les gusto a los usuarios fueron, el diseño transparente de una de las paredes laterales de la máquina, el techo que sobresale para proteger a los usuarios mientras realizan el proceso de compra y la luz que este mismo posee, lo que hace fácil identificar la máquina de lejos.

Por último, nos dimos cuenta de que el patrocinador quedó bastante satisfecho con el proyecto, destacando la labor de construcción de la máquina y su diseño, uno de los aspectos que más les gusto fue el sistema de detección imple-

mentado, debido a que en el mercado, las máquinas expendedoras actuales no usan el algoritmo que el equipo diseñó, lo que resulta el trazo de una posible ruta para hacer que la máquina sea de carácter diferenciador entre la competencia.

Anexo N°14 Documentación por fotos del desarrollo del proyecto y gala final.





# 17. PROPUESTA FINAL

## 17.1 Razón del diseño

El objetivo principal de diseño para nuestro prototipo fue el de desarrollar una propuesta de máquina innovadora que permita su escalabilidad y adopción en el mercado global, es por ello que se tuvieron en cuenta características importantes para lograr nuestro fin, las cuales son:

- Modularidad

En el proceso de diseño, se buscó darle un enfoque modular al prototipo para permitir una fácil adaptabilidad y capacidad de expansión del sistema. Diseñando principalmente el módulo principal con la interfaz de usuario, pero con la capacidad de interconectarse con otros módulos de la misma máquina que serían interconectados entre sí para que trabajen como una misma unidad.

- Diseño compacto

Se enfocó en lograr un diseño compacto para maximizar el aprovechamiento del espacio a la hora de almacenar los cilindros, es por eso por lo que nos llevó a realizar un sistema de revolver para gestionar estos productos.

- Intuitivo

En el desarrollo de la interfaz de usuario se buscó que fuera lo más intuitivo posible, para así garantizar una fácil interacción entre usuario y el producto y darle una mayor escalabilidad global, además del uso de íconos y etiquetas universales y de fácil comprensión para que esta interfaz se adaptara a distintos idiomas y contextos para garantizar una experiencia intuitiva y sin barreras.

- Escalabilidad en el mercado global

Para lograr una posible escalabilidad del prototipo en el mercado global, se buscaba principalmente que este fuera altamente seguro para el manejo y manipulación de cilindros de gas, además de que la implementación de un sistema de reconocimiento de dichos cilindros por medio de inteligencia artificial fue en pro de hacer nuestra máquina un producto escalable globalmente, ya que este sistema de reconocimiento puede ser adaptado y ajustado en función de la región y los distintos tipos de cilindros que se usen en estas.

## 17.2 Descripción del producto

El producto final fue un prototipo funcional a escala 1:1 de una nueva propuesta para una máquina expendedora de cilindros de gas propano. El exterior de la máquina está completamente cubierto por láminas de acero personalizadas con los diseños mecánicos y visuales realizados por el equipo. En la parte frontal inferior cuenta con una plataforma que facilita el alcance de las puertas, y en la parte superior se tiene un techo que sobresale al mismo nivel de la plataforma, de manera que se pueda cubrir tanto al cliente que use la máquina como a la interfaz de usuario que se tiene instalada.

Además, en uno de los costados cuenta con una ventana para visualizar el funcionamiento interno de la máquina. Desde allí es posible ver el mecanismo del revolver, marco y algunos componentes electrónicos.



Internamente, la máquina cuenta con un sistema de revolver que permite el almacenamiento de los cilindros. Esta estructura está compuesta por un eje principal y tres discos como plataformas para los cilindros de GLP, proporcionando los tres niveles, en donde el nivel inferior es para los cilindros más grandes y los otros 2 niveles, son para cilindros pequeños o medianos. Por cada nivel se pueden almacenar hasta 8 cilindros.

Desde la parte electrónica, se tiene un gabinete en la parte superior, con diversos elementos eléctricos y electrónicos al interior, tales como PLC, VFD y convertidores AC/DC. Además, se tiene un sistema de iluminación LED tanto al interior como al exterior de la máquina, se tiene un motor, el cual es el encargado de hacer girar el mecanismo, y también se tienen algunos sensores o componentes tales como una cámara, switches, sensores inductivos y demás. Finalmente, se cuenta con una pantalla que actúa también como procesador, gracias a que tiene un computador integrado, el cual es el encargado de ejecutar el algoritmo de Inteligencia Artificial para la detección y reconocimiento de los cilindros.

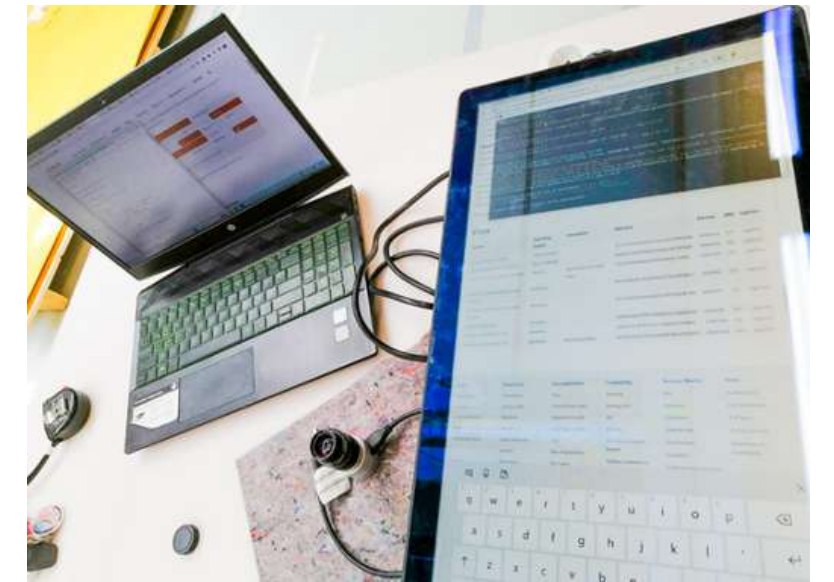


Figura 55. Elementos principales para el sistema de detección. Fuente: Elaboración propia.



### 17.3 Instrucciones de uso

La máquina fue diseñada para requerir el mínimo esfuerzo posible por parte del usuario, por lo que se buscó reducir el número de pasos que tiene el proceso actual, obteniendo las siguientes dos rutas dependiendo si se va a realizar un intercambio o una compra de un cilindro de propano.



Figura 56. Ilustración del uso de la máquina. Fuente: Elaboración propia.

#### 17.3.1 Ruta de intercambio

1. Llevar el cilindro vacío y ponerlo en la plataforma, para poder interactuar con la pantalla de interfaz de usuario, es opcional seleccionar la opción de accesibilidad para bloquear la cabina más alta.
2. Elegir opción de intercambio, a continuación, se abrirá una puerta de una de las cabinas indicándole al usuario que introduzca su cilindro vacío.
3. Esperar a que la máquina haga el reconocimiento del cilindro, una vez este se haya completado, se le pregunta al usuario si desea el mismo cilindro o cambiarlo por otra referencia. (si el reconocimiento es incorrecto, se muestra la opción de re-escanear)
4. Insertar la tarjeta en la terminal de pago.
5. Una de las puertas se abrirá dependiendo donde se encuentre el cilindro y se le indicará al usuario que debe retirar el cilindro.
6. Cerrar la puerta de la cabina respectiva.

#### 17.3.2 Ruta de compra

1. Dirigirse a la pantalla de interfaz de usuario de la máquina, es opcional seleccionar la opción de accesibilidad para bloquear la cabina más alta.
2. Elegir la opción de compra.
3. Seleccionar el tipo de cilindro que se quiere comprar e insertar la tarjeta en la terminal de pago.
4. Una de las puertas se abrirá dependiendo donde se encuentre el cilindro y se le indicará al usuario que debe retirar el cilindro.
5. Cerrar la puerta de la cabina respectiva.

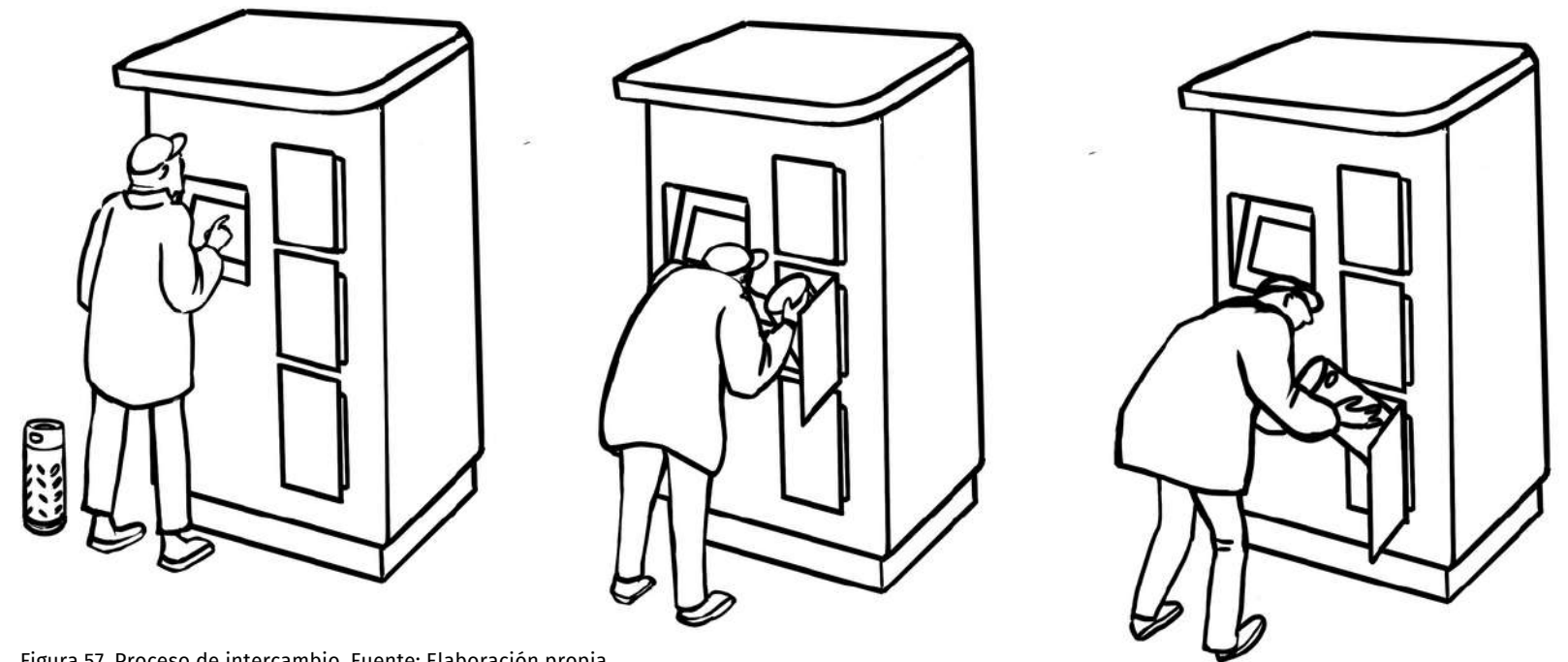


Figura 57. Proceso de intercambio. Fuente: Elaboración propia.

# 18. PRESUPUESTO

Para gestionar nuestro presupuesto con eficacia, creamos una carpeta compartida donde archivamos todas nuestras facturas y recibos de todas nuestras compras, también, creamos una tabla de Excel que nos ayudó a controlar nuestros gastos y ver cuánto nos quedaba de presupuesto.

Debido a la naturaleza de nuestro proyecto, la limitada disponibilidad de piezas y el elevado coste actual de los materiales como el metal y la electrónica, nos pasamos ligeramente de nuestro presupuesto de 10000€ hacia el final del proyecto. Esto nos llevó a tomar varias medidas de ahorro, como no pedir piezas ya plegadas, pintar la mayor parte de la máquina nosotros mismos y ser conscientes del precio en muchas de nuestras compras.

A pesar de nuestros problemas con el coste de los materiales, al final pudimos gestionar nuestro presupuesto de forma bastante eficaz con la carpeta compartida y la tabla de Excel. Los gastos totales de todo el proyecto fueron de 10915,77 euros. Esto también incluye el vuelo y otros gastos de viaje para el equipo colombiano. Así que si sólo se considera la máquina prototipo física que construimos, el presupuesto no se superó. Por suerte, superar el presupuesto en un diez por ciento no es una catástrofe y debe tenerse en cuenta en las fases iniciales de un proyecto, hay que tener en cuenta que puede haber gastos inesperados, las piezas pueden llegar tarde o romperse durante la instalación, e incluso el diseñador más cuidadoso puede cometer errores en el proceso de diseño que habrá que corregir

PdP Budget		10 000,00 €	
Store	Item	Cost	Budget %
Etra	Bearing	98.50 €	0.99%
Digi-Key	Optical Sensor	321.90 €	3.22%
JE Peltokangas Oy	Control cabinet, motor, gearbox	1 405.99 €	14.06%
Etra	Lubricant, Shaft seal	60.76 €	0.61%
Etra	Pressure roller bearing	711.87 €	7.12%
Oy Farnell (Finland) Ab	Din mounting rail	12.06	0.12%
Oy Farnell (Finland) Ab	Optical encoder, Relays, Buttons	259.36 €	2.59%
Oy Farnell (Finland) Ab	Inductive proximity switch	39.00 €	0.39%
GreenLab	Adjustable foot, Threaded disc	131.32 €	1.31%
Hokola Oy	Spring leaf hinge	49.04 €	0.49%
Kuori Oy	Computer and screen	1 550.00 €	15.50%
Vaskimuoto Oy	Locks and DC-DC transformers	101.11 €	1.01%
Mouser Electronics	Camera Lenses	98.98 €	0.99%
Nakorauta Oy	Thin-walled square tubes, U profiles	349.30 €	3.49%
Plaser Oy	Sheet metal parts	1107.79	11.08%
Oy Linde Gas AB	5 kg of LPG in a composite bottle	92.66 €	0.93%
Columbian Team Budget	Flight, accommodation, personal expenses	2 500.00 €	25.00%
		<b>Total</b>	
		8 889.64 €	88.90%
		<b>Budget left</b>	
		1 110.36 €	11.10%

Figura 58. Presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

más adelante, en la fase de construcción del prototipo.

Durante nuestro proyecto pedimos una pieza crítica que llegó con dos semanas de retraso, el equipo tuvo que buscar otra pieza rápidamente y, cuando por fin llegó la que se había pedido, ya no nos servía, el lado positivo fue que la empresa que la vendió nos reembolsó el importe íntegro, ya que en un principio se había olvidado de tramitar el pedido. de gestionar el pedido, así que se puede apreciar que incluso en nuestro proyecto hubo grandes ejemplos de casos en los que tiene sentido reservar algo de presupuesto extra.

Pudimos ajustarnos al presupuesto sobre todo gracias a una planificación cuidadosa y un gran diseño, por ello, no tuvimos que gastar más dinero en la creación de prototipos de algunas subsecciones de la máquina completa, ni pedir componentes equivocados o piezas que no encajaran.

Nuestra empresa patrocinadora también nos proporcionó la mayor parte de la electrónica necesaria para hacer funcionar la máquina, esto nos facilitó el trabajo tanto desde el punto de vista del presupuesto como del diseño.

Aunque gastamos aproximadamente 9.000 euros en todos los materiales para construir el prototipo, el coste total de la unidad es mucho mayor en realidad, en la universidad y en la fábrica de diseño teníamos acceso a muchos laboratorios con herramientas versátiles y equipos de fabricación, el equipo mecánico mecanizo muchas piezas utilizando diferentes tornos y fresadoras, y se tienen en cuenta que el tiempo de funcionamiento de estas máquinas en la universidad es "gratuito",

por lo que las piezas también pueden considerarse gratuitas, y esto en realidad no sería así; un ingeniero mecánico rara vez tiene acceso a los medios para fabricar las piezas diseñadas, normalmente habría que subcontratar la fabricación a un taller mecánico, y construir piezas únicas que son muy caras, además, nos proporcionaban material de las existencias de material de la escuela, por lo que también era "gratis" y no contaba para nuestro presupuesto. El uso de estas máquinas ya costaba decenas de miles de euros y el tiempo de mecanizado de la pieza también era relativamente largo, uno de los laboristas calculó que el coste de una pieza para la máquina habría superado los 2.500 euros si se hubiera subcontratado. Para todas las piezas que mecanizamos y soldamos nosotros mismos, el coste de la mano de obra ni siquiera se tiene en cuenta, así que en realidad el coste del prototipo sería mucho más caro de fabricar.

En conclusión, el proyecto nos enseñó al equipo mucho sobre la gestión de presupuestos en un gran proyecto práctico como éste. Diseñar un producto que funcione y sea rentable no es fácil ni barato; aún queda mucho camino por recorrer desde el primer prototipo funcional, habría que optimizar más el diseño para que fuera fabricable y también se deberían diseñar líneas de producción, que por supuesto, supondría una inversión mucho mayor que 10.000€.

Anexo N°15 Tabla de Excel con presupuesto destinado para el proyecto.



# 19. OPORTUNIDADES A EXPLORAR

Tras desarrollar este prototipo, surgieron algunas ideas para mejorar la solución actual, por tal motivo, el equipo quiso ir más allá y dejar planteado algunos posibles aspectos para una solución posterior:

- Fuente de energía renovable: Teniendo en cuenta el consumo de energía, sería importante analizar qué fuente de energía alternativa puede cumplir con los requisitos a implementar, por ejemplo, la energía solar.
- Sistema de detección de fugas: La seguridad es un aspecto clave en este contexto, por lo que un sistema de detección de fugas que pueda identificar si alguno de los cilindros de la máquina presenta este problema y envíe una alerta, se obtendría una máquina más segura.

- Accesibilidad: Aunque para el prototipo se tuvo en cuenta las características (altura o discapacidad del usuario) de los usuarios y su capacidad para levantar estos cilindros, añadiendo la opción de bloqueo de cabinas en la interfaz de usuario, para versiones futuras se vio la posibilidad de integrar un elevador que ubique los cilindros en una sola cabina que este en la posición más accesible y segura para los usuarios. Adicionalmente, el equipo ve también la posibilidad de incorporar un sistema de lectura en braille o un talkbot para personas que poseen discapacidades visuales.
- Sistema de ventilación automática: Debido a que las máquinas expendedoras de propano pueden colocarse por todo el país en diferentes lugares, es importante tener en

cuenta una ventilación automática que puede mantener un seguro entorno mientras se realiza el mantenimiento necesario.

- Proceso de detección optimizado: El algoritmo de detección puede mejorarse construyendo un modelo de aprendizaje automático más robusto, con un conjunto de datos más amplio y un mejor método de entrenamiento, esto proporcionaría resultados más fiables, con una mayor precisión y tal vez un tiempo de procesamiento más rápido. La detección también podría realizarse en un servidor en la nube para hacerla escalable: las imágenes de cada máquina operativa podrían guardarse en la base de datos, mejorando así el algoritmo constantemente. Tampoco se necesitaría una pesada computación local en la máquina, ya

que la imagen se enviaría a un servidor, que ejecutaría la detección y respondería con una respuesta a la máquina. Con el rendimiento de las redes y los servidores modernos, esto llevaría muy poco tiempo.

- Estructura de la máquina: La mayoría de las estructuras podrían aligerarse mediante una mayor optimización del diseño basada en la simulación y el ensayo de las cargas, esto podría traducirse en piezas metálicas más ligeras. Estas mejoras de manufactura y su optimización podrían minimizar los costes combinados de material y fabricación. Para las personas que diseñen futuros prototipos podrían considerar un tamaño mayor o menor para el almacenamiento y, por tanto, para toda la máquina, en el caso de las piezas del revól-

ver, ya tienen cierta capacidad de adaptación a diferentes tamaños de producto y podrían considerarse características similares para las puertas y los marcos de las puertas.

Además, varios componentes son más capaces, caros y pesados de lo necesario. La electrónica podría optimizarse y simplificarse. Algunos podrían eliminarse, como los pequeños transformadores, utilizando tensiones comunes entre los componentes. Puede que para este producto no sea necesario utilizar un PC costoso y un PLC, una forma más barata de conseguir el mismo efecto podría ser utilizar un PC y una tarjeta IO.

En el desarrollo del concepto se encontraron varias características que no se implementaron en el prototipo. Por ejemplo, la integración de terminales de pago y piezas de programación y conexión para módulos de almacenamiento adicionales conectados al primer ordenador, también la experiencia del proveedor de gas recibió menos atención que la del cliente y podría utilizar nuevas interfaces, por ejemplo, para el acceso remoto. Respecto al motor, este induce mucho ruido en el suministro eléctrico, esto se puede apreciar a través de los altavoces cercanos que producen ruido al girar el motor, por lo tanto, debe instalarse un filtro que reduzca el ruido.

Por último, para el desarrollo futuro, una mejor manera de realizar un seguimiento de la rotación absoluta del revólver dentro de la máquina debe ser implementado dentro de la máquina, debido a que la solución actual no contempla situaciones en las que el revólver olvida su rotación y tiene que realinearse, esto podría solucionarse con un segundo sensor de posición inicial, un codificador absoluto o una codificación inteligente.

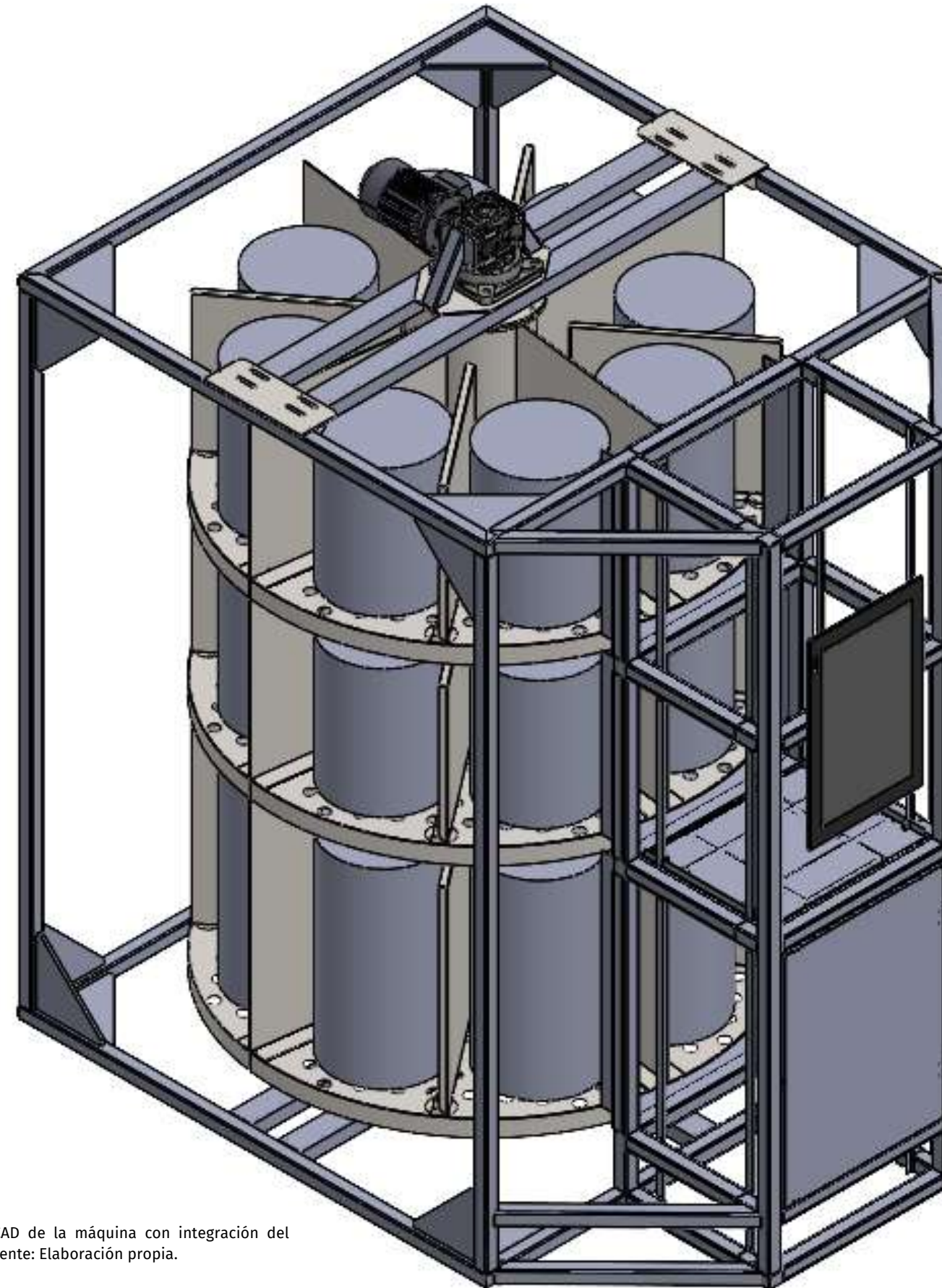


Figura 59. CAD de la máquina con integración del elevador. Fuente: Elaboración propia.

- La importancia de entender el reto: Es importante mantener en mente que la máquina no se está diseñando para una empresa de gas, sino para una empresa de tecnología por lo que la idea es desarrollar una máquina que pueda ser utilizada por el mayor número posible de proveedores, creando un producto estandarizado que pueda cubrir el mercado global en los países desarrollados.
- Espacio para innovar: A pesar de tener un proyecto un tanto cerrado en cuanto a innovación, el verdadero reto se convierte en innovar un producto diferenciador que sobresalga del resto, donde se implementen tecnologías y métodos de vanguardia que puedan responder con buenas prestaciones a las necesidades actuales del usuario y a las posibles necesidades que puedan surgir.
- Diferencias de contextos: Este proyecto nos permitió entender la diferencia de contextos que abarca la problemática, ya que en Colombia la necesidad de incorporar esta máquina en el mercado es baja debido a que las compras de gas tradicionalmente se han realizado en el hogar, aunque el consumo de gas es alto porque el uso es más continuo debido a que lo utilizan para cocinar diariamente en hogares de bajos recursos o en puestos callejeros, sin embargo en Finlandia el uso es más ocasional y presenta una problemática diferente, la cual es respecto al tiempo de espera para el cambio de cilindros y las interrupciones que suceden con los empleados asociados a los minoristas.

- Trabajo en equipo: El proyecto se ha desarrollado con un grupo de trabajo que se ha entendido bien durante todo el tiempo, tanto la relación entre el equipo local como con el equipo internacional, se promovía la participación en las reuniones, tanto virtuales como presenciales. Se tuvieron eventos tales como el PD6 con el equipo global, para fomentar la sinergia de todo equipo al inicio del proyecto. Esta fue una actividad de prototipado en la que, aunque el equipo colombiano no estuvo de manera presencial, pudieron ayudar en la investigación con profesores expertos. Finalmente, con la culminación del trabajo en Finlandia, se puede decir que el proceso ha sido muy enriquecedor para todos los miembros del equipo en el ámbito profesional, ya que, al tener diferentes roles, cada uno ha podido aportar desde su disciplina, ponerlos en práctica y aprender conocimientos de los demás.

## 21. CONCLUSIONES

En resumen, logramos desarrollar el proyecto de manera exitosa, haciendo uso de muchas de las herramientas ofrecidas por la metodología del Design Thinking, con las que pudimos comprender el reto y los usuarios para finalmente proponer una solución óptima y adecuada según las necesidades encontradas y las restricciones del contexto.

Nuestro prototipo muestra el potencial de una máquina expendedora de propano automatizada, la cual puede utilizarse como prueba de concepto

para este diseño específico. Los patrocinadores pueden utilizar la máquina para atraer a posibles inversores y utilizar el prototipo para ayudar al desarrollo de la versión final de producción.

Nuestros patrocinadores y todo el equipo están muy satisfechos con los resultados finales y con la máquina que hemos construido. Por lo que hemos visto en la investigación de usuarios y por lo que nos ha contado la gente que ha visto nuestra máquina expendedora, estamos muy satisfechos, todos creemos que con un mayor desarrollo este tipo de máquina expendedora de cilindros de propano tiene el potencial para tener mucho éxito, haciendo la compra más cómoda, eficiente y fácil para los usuarios.

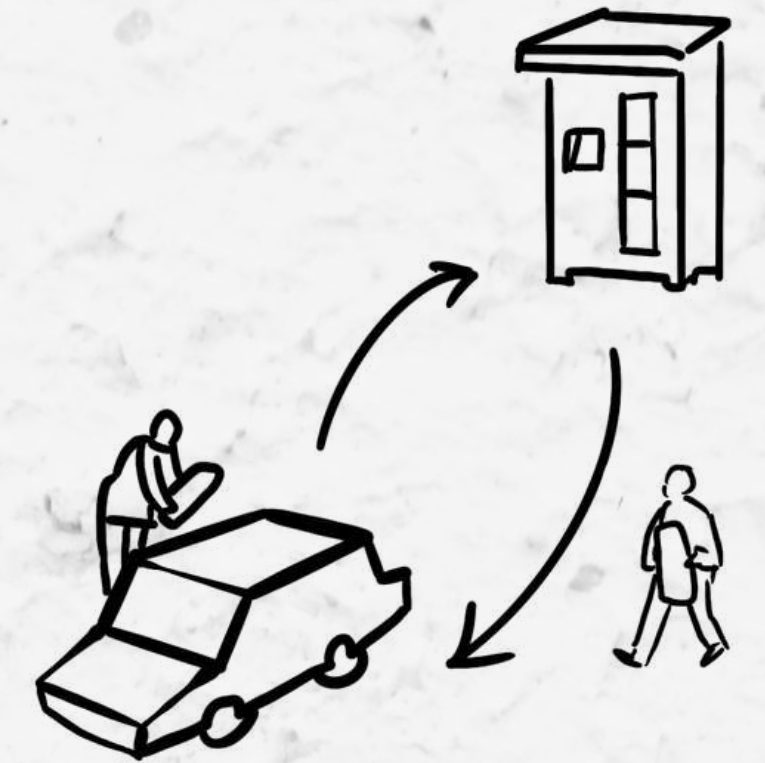


Figura 60. Proceso de compra con la máquina. Fuente: Elaboración propia.



## 22. PROCESO DE DISEÑO DESDE CADA CARRERA

### 22.1 Ingeniería mecánica

Esta disciplina desempeña un papel fundamental en el proyecto, debido a que el propósito era construir un prototipo funcional lo más fiel a la realidad posible. Los estudiantes de esta profesión aplicaron conceptos de elementos de máquinas, resistencia de materiales y procesos de manufactura, para poder diseñar las piezas de la máquina por medio de herramientas capaces de realizar dibujos asistidos por computadora como SolidWorks, que fue el software más usado, se le da tanta importancia a esta disciplina porque fue la encargada de la investigación de las características de los cilindros de propano y las medidas de seguridad que se debían tener para el diseño de este tipo de máquinas que los almacenan, y de esta manera, poder escoger los materiales correctos para su fabricación. Para el grupo mecánico surgieron varios retos en el transcurso del desarrollo del proyecto, como lo fue la selección de los mecanismos más óptimos para que la máquina expendedora quedara lo mejor automatizada posible, se presentaron errores de diseño en las piezas al no tener en cuenta las tole-

rancias en las dimensiones por lo que hubo que realizar varias modificaciones, y por último, el perfeccionamiento de la práctica en el uso de las herramientas para mecanizar piezas, ya que todo el grupo mecánico fue adquiriendo una mayor experiencia en el uso de estas, sin embargo, ante las dificultades el grupo mecánico logró diseñar y fabricar una máquina robusta y eficiente.

### 22.2 Ingeniería electrónica

La parte electrónica fue fundamental en el desarrollo del proyecto, ya que era una de las partes clave para darle el funcionamiento en sí a la máquina y también implementar uno de los factores diferenciales más importante de la máquina: el sistema de Inteligencia Artificial (IA). Se puede afirmar que se emplearon conceptos de diversas áreas de esta disciplina, tales como señales y sistemas, procesamiento digital de señales, electrónica de potencia, circuitos e instrumentación y sensores. Además, se realizaron varias asesorías con profesores expertos en los campos mencionados. Los profesores en los que nos apoyamos fueron: Hernán Benítez, Manuel

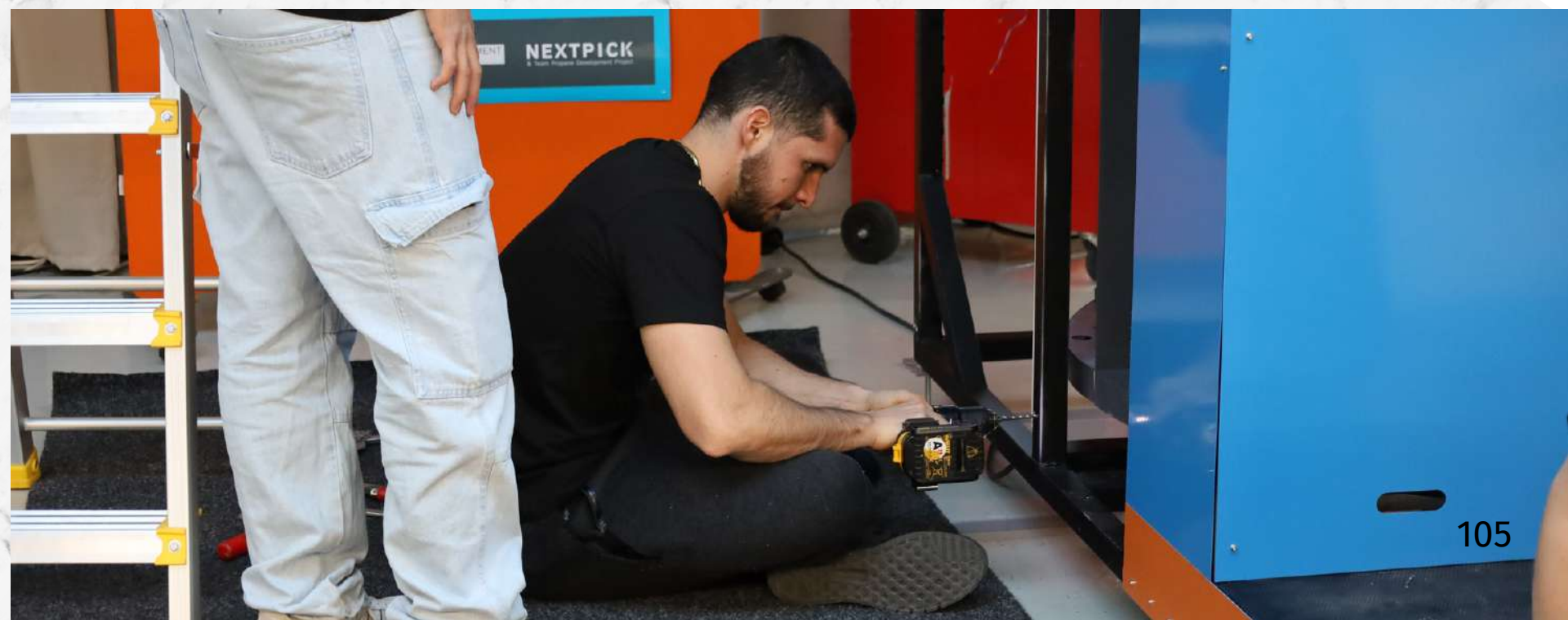
Valencia, Alexander Martínez y Simón Plata. Todos ellos contribuyeron de una u otra forma aportando su conocimiento y resolviendo las dudas que le surgían al equipo con el desarrollo del proyecto. Puntualmente se emplearon conocimientos en: programación de sistemas de control, pues se requirió de la programación de un PLC para controlar las funcionalidades principales de la máquina tales como encender el motor, abrir las puertas, determinar el número de giros y conectar con la interfaz de usuario; instrumentación y sensores, puesto que en distintos momentos se requirió el uso de elementos de medición y de determinar el uso de algunos sensores o componentes; electrónica de potencia, ya que se emplearon conceptos relacionados con motores y variadores de frecuencia; convertidor AC/DC, en un uso muy básico para brindar la alimentación necesaria para ciertos componentes de la máquina; y finalmente, se empleó ampliamente el Procesamiento Digital de Señales, enfocado en toda la parte de operaciones convolucionales en imágenes y algo del campo de la inteligencia artificial que sería específicamente en el Machine Learning, con CNN.

### 22.3 Ingeniería civil

Desde la ingeniería civil se dieron en su mayoría aportes respecto a la estructura de la máquina, teniendo bases teóricas en propiedades de los materiales y mecánica de sólidos, desde esta perspectiva se analizó la resistencia y rigidez de las estructuras de la máquina, y en la práctica se vio involucrada esta disciplina para el manejo de varias herramientas para la construcción.

### 22.4 Diseño

Aunque sea difícil pensar que en este tipo de proyectos que abarcan muchas áreas de la ingeniería, el diseño no aportaría nada, es todo lo contrario, ya que nuestra diseñadora y el equipo U/X fue el encargado de diseñar la interfaz de usuario y apariencia de la máquina, basándose en primar la experiencia de usuario, creando algo llamativo para atraer consumidores y que sea atractivo en el mercado global, además, el esquema que se diseñó para la interfaz tenía el propósito de ser fácil de entender y manejar, por lo que hubo una tarea de investigación detrás de todo para caracterizar a los usuarios, y así brindarles la mejor experiencia para que se sientan cómodos y a gusto con el producto.



# 23. REFLEXIONES PERSONALES

## Santiago Andrés Rivera Camargo



Este proyecto fue una experiencia completamente distinta a lo que los ingenieros mecánicos desempeñan comúnmente en un trabajo, ya que desde el inicio involucrándose en un equipo multidisciplinar, te abre la mente al trabajar con personas que tienen una forma diferente de ver el mundo, quisiera agradecer primero a mi directora Adriana Gómez por abrir el énfasis de diseño de producto en la Javeriana porque realmente pude encontrar un lugar para mí en la línea del diseño, y así mismo, a todas las personas que trabajaron para crear el programa PDP, definitivamente es una práctica que te reta a enfrentarte a los problemas

reales que acontecen en todo el mundo, y que te incentiva a usar y aprovechar todos los conocimientos que uno como estudiante ha aprendido a lo largo de la carrera.

De esta experiencia, aprendí lo que es trabajar con una empresa internacional, la relevancia que llega a tener la metodología del Design Thinking y lo importante que es adquirir contactos para mi vida laboral y personal, fue divertido compartir con varias culturas y me encanto poder interactuar con las personas en otros idiomas, siento que mejore esta aptitud en gran medida, también, un recuerdo que creo que nunca voy a olvidar por las risas y frustraciones, fue el desafío que tuvimos con mi compañero Luis Fernando Piedrahita usando la máquina para soldar, que no solo mejoramos en esta práctica sino que aprendimos a arreglar una máquina de soldar por nuestra cuenta, por último, solo quisiera terminar agradeciendo a todos mis compañeros de trabajo del team Colombia porque son excelentes seres humanos y a la Universidad Javeriana por prepararme acertadamente para el futuro como profesional.

## Luis Fernando Piedrahita Colorado



Esta oportunidad del PDP me permitió crecer de una gran forma tanto personal como profesionalmente. La posibilidad de explorar y desarrollar mis habilidades técnicas en un entorno práctico y real, lo que te brinda una valiosa experiencia profesional. Además, el trabajar en equipo con personas de distintas culturas y formas de pensar me permitió fortalecer mis habilidades interpersonales y de comunicación, así como aprender a encontrar soluciones conjuntas en un entorno diverso. El poder afrontar este tipo de retos me ha ampliado mi horizonte y la forma en que veo las cosas para lograr comprender los de-

safios desde una perspectiva mucho más abierta para así lograr aplicar mis conocimientos y habilidades de una manera mucho más efectiva para poder generar ideas innovadoras, prácticas y que generen impacto.

También, quisiera agradecer a todos los que hicieron esto posible, a la Universidad Javeriana, al equipo de profesores, técnicos y profesionales del CI+E, también a mi familia y amigos que me acompañaron en todo este proceso y fueron personas que dejaron huella en mí. Ha sido una gran experiencia y tener la oportunidad increíble el vivir todo es proceso y sólo me queda dar las gracias por todo lo que me brindaron.

Gracias por todo y disculpen lo poco, tkm.

## Edwin Andrés Calvo Rincón



La experiencia en el PDP ha sido definitivamente una de las mejores que he tenido en toda mi vida académica y personal, tanto por la exigencia que tiene como por lo que me ha permitido vivir y conocer. Este proyecto me ha puesto a prueba ya que implicaba la implementación de un prototipo funcional a escala real, y también me exigía poner en práctica todos los conocimientos de diferentes cursos que había visto o que incluso aún no veía. Sin embargo, creo que el reto más grande fue enfrentarme al proyecto como el único ingeniero electrónico del grupo, pues esto me ponía en una posición compleja y de gran responsabilidad al yo ser uno de los únicos que sabían cómo hacer ciertas partes del trabajo, o que se suponía que tenía más habilidad en ciertos aspectos. Todos estos retos fueron los que me ayudaron a aprender cosas nuevas, perder el miedo a fallar, mejorar mis

habilidades blandas y potenciar mis conocimientos como ingeniero electrónico. De esta manera, sentí que el proyecto se culminó de una gran forma y quedé con la satisfacción de haber realizado un buen trabajo, tanto por haber cumplido mis expectativas personales como por las felicitaciones recibidas, el reconocimiento al mejor equipo del año y todo el interés mostrado por los líderes de la compañía en el trabajo de Machine Learning que realicé. Adicional a lo anterior, el hecho de tener, aunque sea, esa mínima oportunidad de continuar con el proyecto desempeñando el trabajo al que más tiempo le dediqué, me brinda satisfacción personal porque siento que todo el esfuerzo que puse en este proyecto ha sido reconocido.

Además, esta experiencia me permitió ampliar mi red de contactos profesionales e interactuar más con los profesores de mi carrera, conociendo de manera más clara las especialidades que desarrollan desde sus distintas profesiones. Guardo un especial agradecimiento a todos los profesores, directivos, profesionales y técnicos con los que interactué durante el proyecto, sin ellos este gran resultado no habría sido posible. Además, quisiera agradecer a Dios, a mi familia, a mi novia, amigos y compañeros de equipo porque sin ellos esta experiencia no hubiera sido igual, fueron parte fundamental de todo este proceso y me apoyaron siempre desde sus diferentes roles. Este ha sido un proyecto increíble por todos los logros que pude alcanzar, las experiencias que pude vivir y las personas que llegué a conocer.



# 24. REFERENCIAS

- [1] Pluscon Oy, “Turnkey solutions for material handling”, 2023. <http://www.pluscon.fi/in-english/> (consultado el 31 de mayo de 2023).
- [2] Eurogas, “Consumo per cápita de gas propano”, 2019. <https://www.eurogas.org/key-figures> (consultado el 31 de mayo de 2023).
- [3] WLPGA, “ANNUAL REPORT 2022”, 2022. Consultado: el 31 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://online.fliphtml5.com/addge/lefs/#p=19>
- [4] S. T. R. Stauffer, “An advance look at the future of alternative energy.”, *Mother Earth News*, núm. 130, p. 74, 1992, Consultado: el 31 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=sso&db=asn&AN=9205250573&lang=es&site=ehost-live&scope=site&custid=s9496075>
- [5] Cámara Sectorial de Gases Industriales y Medicinales, “GENERALIDADES DE LOS CILINDROS DE GASES”. Consultado: el 31 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.uaesp.gov.co/uaesp\\_jo/images/documentos/mesa/Generalidades\\_Cilindros.pdf](https://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/mesa/Generalidades_Cilindros.pdf)
- [6] Linde Gas y AGA, “HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (MSDS) PROPANO”, 2005. [En línea]. Disponible en: [www.aga.com.co](http://www.aga.com.co)
- [7] Wassermatic, “¿Qué son las máquina expendedora?”, 2023.
- [8] K. Kirkpatrick, “Adding Smarts to Máquina expendedoras Drives Convenience, Efficiency”, *Commun ACM*, vol. 66, núm. 3, pp. 20–22, mar. 2023, doi: 10.1145/3579651.
- [9] SIEMENS, “SIMIOTICS GP MOTOR 1LE1001-0CB32-2KA4”, Consultado: el 31 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/uk/Catalog/Product/1LE10010CB322KA4>
- [10] PrototipadoLAB, “¿Qué es un sensor? Tipos y diferencias”, el 5 de mayo de 2018. <https://prototipadolab.com/2018/05/05/que-son-los-sensores/> (consultado el 31 de mayo de 2023).
- [11] Logicbus, “PLC controlador lógico programable”. <https://www.logicbus.com.mx/plc.php> (consultado el 31 de mayo de 2023).
- [12] GoogleCloud, “¿Qué es la inteligencia artificial o IA?” <https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419> (consultado el 31 de mayo de 2023).
- [13] intel, “Convolutional Neural Networks (CNNs), Deep Learning, and Computer Vision”. <https://www.intel.la/content/www/xl/es/internet-of-things/computer-vision/convolutional-neural-networks.html> (consultado el 31 de mayo de 2023).
- [14] S. M. Labrada, “Principios del proceso de Diseño de Interfaz de Usuario”, vol. 1, pp. 143–155, 2020, [En línea]. Disponible en: <http://orcid.org/0000-0003-0064-8758>
- [15] Asociación Española de Ergonomía, “¿Qué es la ergonomía?” <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php> (consultado el 31 de mayo de 2023).
- [16] M. CALLÍS BAÑERES, “Ergonomía sensorial en el punto de venta (I)”, *MK Marketing+Ventas*, p. 26, 2008, [En línea]. Disponible en: [www.marketingmk.com](http://www.marketingmk.com)
- [17] A. Cruz y A. Garnica, *Ergonomía aplicada*, Cuarta. 2010. Consultado: el 31 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=rtw3DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=ergonomia&ots=JHpu88rEls&sig=SOUdIQfJpgDEf4z3f79\\_rhOlemA&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=rtw3DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=ergonomia&ots=JHpu88rEls&sig=SOUdIQfJpgDEf4z3f79_rhOlemA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- [18] GASCOEDUCA, “El mundo del gas”. <http://www.gascoeduca.cl/Contenido/Contenido.aspx?Cod=22> (consultado el 1 de junio de 2023).
- [19] Statitics Finland, “Energy supply and consumption”, *Statitics Finland*, 2022. <https://www.stat.fi/en/statistics/ehk> (consultado el 1 de junio de 2023).
- [20] Finnish Environment Institute, “Climate change and energy”, *ymparisto.fi*. [https://www.ymparisto.fi/en-US/Maps\\_and\\_statistics/The\\_state\\_of\\_the\\_environment\\_indicators/Climate\\_change\\_and\\_energy/Energy\\_consumption\\_no\\_longer\\_increasing\(28723\)](https://www.ymparisto.fi/en-US/Maps_and_statistics/The_state_of_the_environment_indicators/Climate_change_and_energy/Energy_consumption_no_longer_increasing(28723)) (consultado el 1 de junio de 2023).
- [21] ConexiónEsan, “¿En qué consisten y cuál es la diferencia entre océanos rojos y azules?”, Conexión Esan, 2018. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/en-que-consisten-y-cual-es-la-diferencia-entre-oceanos-rojos-y-azules> (consultado el 1 de junio de 2023).

[22] OUTDOORVENDING, "PROPANE MÁQUINA EXPENDEDORAS". <https://outdoorvendingsolutions.com/propane-vending-machines/> (consultado el 1 de junio de 2023).

[23] INSENSIV, "Exchange machine for gas cylinders". <https://www.insensiv.de/en/products/exchange-machine-for-gas-cylinders/> (consultado el 1 de junio de 2023).

[24] VENDANOR, "Sell propane cylinders fully automated 24/7". <https://vendanor.com/propane-vending-machine> (consultado el 1 de junio de 2023).

[25] L. Toledo, M. Garber, y A. Madeira, "Consideraciones acerca del Design Thinking y Procesos", *Gestión y tecnología*, vol. 17, pp. 312-332, 2017, Consultado: el 1 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://revistagt.fpl.edu.br/get/article/view/1198/809>

[26] Mi. Lewrick, P. Link, y L. Leifer, *The design thinking toolbox*. 2020.

[27] GammaUX, "Cómo usar el modelo del doble diamante para impulsar innovación en diseño", el 31 de julio de 2020. <https://www.gammaux.com/blog/como-usar-el-modelo-del-doble-diamante-para-impulsar-innovacion-en-diseno/> (consultado el 5 de junio de 2023).

[28] K. T. Ulrich, S. D. Eppinger, y M. C. Yang, *Product design and development*, 7a ed.

## 24.1 REGULACIONES

Linde Gas. 2013. Safety data sheet. Propane pure substance. [https://www.linde-gas.es/es/images/10021747.%20rev%202.1.%20Propano\\_tcm316-89393.pdf](https://www.linde-gas.es/es/images/10021747.%20rev%202.1.%20Propano_tcm316-89393.pdf)

Organización Internacional para la Estandarización. 2015. ISO 9001. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

Organización Internacional para la Estandarización. 2015. ISO 14001. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>

El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. 765/2008/CE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32008R0765>

## 25. ANEXOS

1.Link de acceso a poster del equipo [https://drive.google.com/file/d/1EvHjVU\\_O42d146Sh\\_MwtobNQugZh15c/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1EvHjVU_O42d146Sh_MwtobNQugZh15c/view?usp=drive_link)

2.Link de acceso a video presentación del proyecto [https://drive.google.com/file/d/1GDuOYPYqjsd9ZfX\\_GG5I51xeY6xljg1D/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1GDuOYPYqjsd9ZfX_GG5I51xeY6xljg1D/view?usp=drive_link)

3.Link de acceso a benchmarking [https://drive.google.com/drive/folders/1-6innfoBRtN7rx0-03jiCQPNa\\_nplLPb?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1-6innfoBRtN7rx0-03jiCQPNa_nplLPb?usp=drive_link)

4.Link de acceso a cronograma del proyecto [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZsYDGFvgvVTZIRhrgcMGjHmvDjM\\_nxjaY\\_KqPD-zjqE/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZsYDGFvgvVTZIRhrgcMGjHmvDjM_nxjaY_KqPD-zjqE/edit?usp=sharing)

5.Link de acceso a actas de reuniones Colombia <https://docs.google.com/document/d/1Zjrc2EexjaDyZ8CtJvevcpnJpD4YM9E2K9yDUqBNQM/edit?usp=sharing>

6.Link de acceso a actas de reuniones Finlandia-Colombia <https://docs.google.com/document/d/1JNnlqKhmy6b3vGzLC7TWeFbXvke87-nt92F9TvNu6Kg/edit?usp=sharing>

7.Link de acceso a plan de proceso de empatía y estructura de entrevistas <https://drive.google.com/drive/folders/1N1HvaweKfCPxSgq9VUYGBmo9xjuoVuyq?usp=sharing>

8.Link de acceso a entrevistas [https://drive.google.com/drive/folders/1gYA1vryhKG\\_eAvwzsFiyNnfkP-DwljTL?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1gYA1vryhKG_eAvwzsFiyNnfkP-DwljTL?usp=drive_link)

9.Link de acceso a MIRO lluvia de ideas (conceptos de diseño de la máquina) [https://miro.com/app/board/uXjVPMnAjCM=?share\\_link\\_id=802377081248](https://miro.com/app/board/uXjVPMnAjCM=?share_link_id=802377081248)

10.Link de acceso a evaluación y selección de conceptos de diseño de la máquina [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1j2OBIX7S6MBS\\_3swZjeiwSThswSe1ACn-eowWZ2Dgvc/edit?usp=drive\\_link](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1j2OBIX7S6MBS_3swZjeiwSThswSe1ACn-eowWZ2Dgvc/edit?usp=drive_link)

11.Link de acceso a MIRO del proyecto (planeación diseño de la máquina)  
[https://miro.com/app/board/uXjVPPcKvyM=?share\\_link\\_id=746333637718](https://miro.com/app/board/uXjVPPcKvyM=?share_link_id=746333637718)

12.Link de acceso a actividad PD6 [https://drive.google.com/drive/folders/1U5kOn324YY1-0LQWQDjHpE2tLc1Qcyzh?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1U5kOn324YY1-0LQWQDjHpE2tLc1Qcyzh?usp=drive_link)

13.Link de acceso a propuestas de diseño del aspecto de la máquina  
[https://drive.google.com/drive/folders/1rL9HdJ1LHTzIttMn6UYH84xm6SswJV6u?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1rL9HdJ1LHTzIttMn6UYH84xm6SswJV6u?usp=drive_link)

14.Link de acceso a fotos del desarrollo del proyecto y gala final  
[https://drive.google.com/drive/folders/1ss3R8acwcwYWB9alKs4-oC\\_zANiYiFvn?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1ss3R8acwcwYWB9alKs4-oC_zANiYiFvn?usp=drive_link)

15.Link de acceso a presupuesto destinado al proyecto  
[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1EBZqpJZfpLmfRUwx72hme8nDxgDie5xaWp5vJ1GOrz8/edit?usp=drive\\_link](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1EBZqpJZfpLmfRUwx72hme8nDxgDie5xaWp5vJ1GOrz8/edit?usp=drive_link)

16.Link de acceso a informe final para Aalto University  
[https://drive.google.com/file/d/1vWutLwpyz6pFMH6Qvc3DZG13UXFA5PkC/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1vWutLwpyz6pFMH6Qvc3DZG13UXFA5PkC/view?usp=drive_link)

17.Link de acceso a primera presentación PDP [https://www.canva.com/design/DAFT8YjSDwl/-HfQcWB50TcZJFq\\_2tcUig/edit?utm\\_content=DAFT8YjSDwl&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFT8YjSDwl/-HfQcWB50TcZJFq_2tcUig/edit?utm_content=DAFT8YjSDwl&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

18.Link de acceso a segunda presentación PDP  
[https://www.canva.com/design/DAFaG1hE8rY/qfjli-rLP23eeZKnikU\\_mA/edit?utm\\_content=DAFaG1hE8rY&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFaG1hE8rY/qfjli-rLP23eeZKnikU_mA/edit?utm_content=DAFaG1hE8rY&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

19.Link de acceso a presentación final PDP  
[https://www.canva.com/design/DAFft5e0Gcl/9S44\\_BuAq7ZZM2U0Gs8ihw/edit?utm\\_content=DAFft5e0Gcl&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFft5e0Gcl/9S44_BuAq7ZZM2U0Gs8ihw/edit?utm_content=DAFft5e0Gcl&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

20.Link de acceso a presentación para la gala  
[https://docs.google.com/presentation/d/12upijC6BFjeRqyUEG2SapnzZwoouunCgM8SoBQmeuw4/edit?usp=drive\\_link](https://docs.google.com/presentation/d/12upijC6BFjeRqyUEG2SapnzZwoouunCgM8SoBQmeuw4/edit?usp=drive_link)



# PLUSCON

pdp

PRODUCT DEVELOPMENT PROJECT



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali

**A''**  
Aalto University

