

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Profesor Patrocinante:  
**Jorge R. Jiménez, PhD**

Informe de Memoria de Título  
para optar al título de:  
**Ingeniero Civil Industrial**

Estudio de Prefactibilidad Técnica y Económica de sistemas de mejora del rendimiento térmico y control de la contaminación en artefactos a combustión a biomasa forestal.

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Industrial

Profesor Patrocinante:  
Jorge R. Jiménez. R

Estudio de Prefactibilidad Técnica y Económica de sistemas de mejora del  
rendimiento térmico y control de la contaminación en artefactos a  
combustión a biomasa forestal.



Cristian Manuel Domingo Silva Veloso

Informe de Memoria de Título para optar al título de:

Ingeniero Civil Industrial

Septiembre, 2022.

# Índice de contenidos

Capítulo 1 : Introducción y objetivos .....	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Justificación del tema .....	1
1.3 Objetivos .....	2
1.3.1 Objetivo general .....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
Capítulo 2 : Antecedentes .....	<b>3</b>
2.1 Contaminación por la combustión de leña .....	3
2.2 Gasto mensual en combustible .....	4
2.3 Normativa ambiental .....	4
2.4 Efectos de la contaminación del aire.....	6
2.5 Mercado del dispositivo .....	6
2.6 Caracterización de mercado potencial para el dispositivo .....	7
2.7 Submercados .....	8
2.7.1 Submercado consumidor .....	9
2.7.2 Submercado competidor.....	10
2.7.3 Submercado Distribuidor .....	19
2.7.4 Submercado proveedor.....	19
2.7.5 Submercado externo.....	21
Capítulo 3 : Metodología.....	<b>22</b>
3.1 Análisis del medio.....	22
3.2 Metodología de la encuesta .....	22
3.3 Estudio técnico .....	23
3.3.1 Proyección de Importaciones .....	23
3.3.2 Ubicación geográfica de la demanda .....	25
3.3.3 Proyección de demanda nacional de equipos a combustión .....	26
3.3.4 Análisis de la Producción Nacional proyectada.....	31
3.4 Estudio económico .....	31
3.4.1 Horizonte de evaluación.....	31

3.4.2 Tamaño del proyecto.....	31
3.4.3 Metodología flujo de caja.....	32
3.4.4 Ingreso por venta.....	32
3.4.5 Inversiones del proyecto.....	32
3.4.6 Costos Fijos.....	33
3.4.7 Costos Variables.....	34
3.4.8 Tasa de descuento.....	34
3.4.9 Indicadores financieros.....	34
<b>Capítulo 4 : Resultados.....</b>	<b>36</b>
4.1 Análisis FODA.....	36
4.2 Análisis PESTEL.....	36
4.3 Análisis de las fuerzas de Porter.....	41
4.4 Estrategia comercial.....	42
4.5 Resultados proyección de importaciones.....	44
4.6 Resultados Encuesta Calefacción Residencial.....	45
4.7 Proyección de la demanda de dispositivos.....	46
4.8 Resultados de la Producción nacional proyectada.....	48
4.9 Demanda proyectada del dispositivo.....	48
4.10 Resultados estudio económico.....	49
4.10.1 Tamaño del proyecto.....	49
4.10.2 Ingresos por venta.....	49
4.10.3 Inversiones del proyecto.....	49
4.10.4 Costos Fijos.....	50
4.10.5 Costos Variables.....	50
4.10.6 Tasa de descuento.....	52
4.10.7 Flujo de caja del proyecto.....	53
4.10.8 Indicadores Financieros.....	53
<b>Capítulo 5 : Conclusiones.....</b>	<b>55</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>58</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>63</b>

Anexo A: Mapa conceptual del mercado de bienes de calefacción sustentable. ....	63
Anexo B: Imagen del filtro electrostático de la empresa MPzero.....	64
Anexo C: Imagen del filtro catalítico de la empresa RetroCatt. ....	65
Anexo D: Imagen del dispositivo filtro vivo.....	66
Anexo E: Imagen del filtro electrostático de la empresa Buron. ....	67
Anexo F: Imagen comparativa de la emisión de visible de humos con la utilización de Kipus Electrofiltro. ....	68
Anexo G: Imagen del dispositivo Ecofiltro.....	69
Anexo H: Imagen del dispositivo OekoTube-Outside. ....	70
Anexo I: Imagen del extractor de humos para chimeneas de la empresa Gemi Electrónica. ....	71
Anexo J: Imagen del artefacto Firewise Soot-loose.....	72
Anexo K: Imagen académica de la inyección de aire sobre el fuego en una cocina a leña. ....	73
Anexo L: Imagen 2D de un separador ciclónico convencional. ....	74
Anexo M: Imagen del dispositivo Ecoturbo. ....	75
Anexo N: Imágenes del ventilador para estufas de la empresa Amesti y la comparación de distribución del calor sin ventilador y con ventilador. ....	76
Anexo Ñ: Imágenes del dispositivo Piromax y su instalación en estufas. ....	77
Anexo O: Imagen del termo cañón de la empresa Amesti, rotulado con sus partes. ....	78
Anexo P: Imágenes del recuperador de calor de la empresa Equatair Classic.....	79
Anexo Q: Imagen del intercambiador de aire de la empresa Denvel.....	80
Anexo R: Imágenes del recuperador de calor con aire forzado de la empresa Recoheat. ....	81
Anexo S: Imágenes de la chimenea de mampostería. ....	82
Anexo T: Imágenes de la estufa Bullerjan en funcionamiento. ....	83
Anexo U: Imágenes de la cocina InStove. ....	84
Anexo V: Imágenes académicas del dispositivo de inyección forzada de aire por debajo del fuego para cocinas. ....	85
Anexo W: Imágenes de la estufa cohete. ....	86
Anexo X: Imágenes del dispositivo de gasificación de tiro descendente invertido. ....	87
Anexo Y: Cantidades importadas del año 2012 al 2021. ....	88
Anexo Z: Tabla para calcular las variables de la regresión lineal de las importaciones. ....	89
Anexo AA: Superficie total plantada en el año 2020.....	90
Anexo BB: Calculo de interpolación de variables. ....	91

Anexo CC: Costo de energía eléctrica en el taller. ....	92
Anexo DD: Planos del prototipo 2 del dispositivo.....	93
Anexo EE: Entrevista a Felipe Cabezas MPzero. ....	115
Anexo FF: Gráficos de la producción y demanda mundial de acero .....	118
Anexo GG: Importaciones históricas (2017-2021) de estufas y cocinas a leña.....	119
Anexo HH: Respuestas de la encuesta de calefacción residencial.....	120
Anexo II: Gráficos de regresión lineal. ....	126
Anexo JJ: Costos en mobiliario.....	128
Anexo KK: Costos de maquinarias y equipos.....	136
Anexo LL: Costo fijo mensual en remuneración. ....	141
Anexo MM: Costo fijo mensual del taller.....	142
Anexo NN: Otros costos fijos mensuales.....	143
Anexo OO: Calculo del rendimiento esperado del mercado. ....	147
Anexo PP: Flujos de caja del proyecto por escenarios y su estructura. ....	148

## Lista de Tablas

Tabla 2-1 Emisiones contaminantes originadas en un calefactor certificado a leña (g/Kg de leña)....	3
Tabla 2-2 Factor de emisión de MP <sub>2.5</sub> (g/Kg).....	4
Tabla 2-3 Comparación del consumo mensual de calefactores.....	4
Tabla 2-4 Resumen de submercados.....	9
Tabla 2-5 Artefactos que reducen las emisiones de MP.....	14
Tabla 2-6 Eficiencia energética de dispositivo.....	18
Tabla 3-1 Cantidades importadas de estufas y cocinas a leña de los años 2012 al 2021.....	23
Tabla 3-2 Porcentaje de hogares en Chile que se calefaccionan con leña o carbón.....	25
Tabla 3-3 Porcentaje de hogares que cocinan con leña o carbón.....	26
Tabla 3-4 Cantidad de viviendas objetivo por región.....	27
Tabla 3-5 Cantidad de viviendas que utilizan calefactores a leña por regiones.....	28
Tabla 3-6 Cantidad de viviendas que utilizan cocinas a leña por regiones.....	29
Tabla 4-1 Análisis FODA.....	36
Tabla 4-2 Cuadro resumen análisis PESTEL.....	40
Tabla 4-3 Precios mínimo de venta del temo cañón en diferentes escenarios.....	43
Tabla 4-4 Promedio móvil de equipos a combustión.....	44
Tabla 4-5 Proyección de importaciones de equipos a combustión.....	45
Tabla 4-6 Cantidad de viviendas por año que utilizan estufas y cocinas a leña en Chile.....	46
Tabla 4-7 Cantidad de viviendas nuevas por año que utilizan estufas y cocinas a leña en Chile.....	47
Tabla 4-8 Cantidad de viviendas proyectadas que utilizan estufas y cocinas a leña en Chile.....	47
Tabla 4-9 Demanda proyectada de estufas y cocinas a leña.....	47
Tabla 4-10 Producción Nacional proyectada de equipos a combustión.....	48
Tabla 4-11 Demanda total proyectada del dispositivo.....	48
Tabla 4-12 Demanda anual del dispositivo para cada escenario.....	49
Tabla 4-13 Ingreso por venta para cada escenario (pesos).....	49
Tabla 4-14 Inversión del proyecto.....	49
Tabla 4-15 Costos fijos mensuales del proyecto.....	50
Tabla 4-16 Superficie utilizada por partes del termo cañón.....	50
Tabla 4-17 Costos de fabricación unitario en taller metal mecánico.....	51
Tabla 4-18 Costos de fabricación unitario en taller eléctrico.....	51

Tabla 4-19 Costos de fabricación en taller de embalaje.....	52
Tabla 4-20 Costo variable unitario.....	52
Tabla 4-21 Flujo de caja del proyecto para cada escenario.....	53
Tabla 4-22 Rentabilidad de mercado para cada escenario. ....	53

## Lista de Figuras

Figura 2-1 Termo cañón vista en 3D.....	20
Figura 2-2 Materiales del Filtro MPzero.....	20
Figura 3-1 Demanda promedio de estufas a leña por región de Chile. ....	28
Figura 3-2 Demanda promedio de cocinas a leña por región de Chile. ....	30
Figura 4-1 Población de Chile por años. ....	46

## Resumen

El informe contiene una evaluación técnica y económica para un dispositivo orientado a la recuperación de calor y reducción de emisiones de material particulado para mejorar el desempeño ambiental y energético de equipos a combustión a leña y biomasa forestal. Este dispositivo se encuentra en proceso de diseño y prototipado y es parte de un proyecto FONDEF IDeA. La introducción de este dispositivo se justifica por el deterioro de la calidad del aire ocasionado por el uso intensivo de leña para calefacción y cocción de alimentos a nivel residencial, afectando negativamente la salud de la población. El objetivo del estudio se centra en identificar el potencial mercado para la comercialización del dispositivo a nivel nacional. Con la investigación de mercado se determina la cantidad de viviendas nuevas que podrían utilizar calefactores y cocinas a leña en Chile, las cuales representan el potencial cliente del dispositivo. Por otro lado, se consideran las importaciones de equipos a leña. Se investigó la base de datos de la Aduana de Chile para determinar la cantidad de equipos importados y su relación con la producción nacional de equipos a leña. Se proyectó la demanda de equipos a combustión para posteriormente con el empleo de una encuesta lograr caracterizar la disposición a pagar por calefacción y de esta manera distinguir a los potenciales compradores del dispositivo. Debido a la incertidumbre nacional e internacional se realiza un análisis del medio con metodologías como el FODA, PESTEL y 5 fuerzas de Porter para así conocer la concepción interna y externa del mercado. El estudio finaliza con la evaluación económica del proyecto en donde se estimaron los costos de fabricación alcanzando un valor unitario de \$542.292, una inversión inicial de \$85.458.365 de pesos. La evaluación económica para el caso realista tiene un VAN de \$41.519.271 y un TIR de 14% y para el caso optimista un VAN de \$480.006.522 y un TIR de 67%, aplicando una tasa de descuento nominal de 7,76% anual evaluado a 5 años. Por lo tanto, el proyecto es viable y rentable para los escenarios realista y optimista.

## Summary

The report contains a technical and economic evaluation for a device aimed at heat recovery and reduction of particulate matter emissions to improve the environmental and energy performance of wood and forest biomass combustion equipment. This device is in the process of design and prototyping and is part of a FONDEF IDeA project. The introduction of this device is justified by the deterioration of air quality caused by the intensive use of firewood for heating and cooking at the residential level, negatively affecting the health of the population. The objective of the study is to identify the potential market for the commercialization of the device at the national level. The market research determines the number of new homes that could use wood-burning heaters and stoves in Chile, which represent the potential customer of the device. On the other hand, imports of wood-fired equipment are considered. The Chilean Customs database was researched to determine the amount of imported equipment and its relation to the national production of wood-fired equipment. The demand for combustion equipment was projected and then a survey was used to characterize the willingness to pay for heating and thus distinguish potential buyers of the device. Due to the national and international uncertainty, an analysis of the environment was carried out with methodologies such as SWOT, PESTEL and Porter's 5 forces in order to know the internal and external conception of the market. The study ends with the economic evaluation of the project where the manufacturing costs were estimated reaching a unit value of \$542,292, an initial investment of \$85,458,365 pesos. The economic evaluation for the realistic case has an NPV of \$41,519,271 and an IRR of 14% and for the optimistic case an NPV of \$480,006,522 and an IRR of 67%, applying a nominal discount rate of 7.76% per year evaluated at 5 years. Therefore, the project is viable and profitable for the realistic and optimistic scenarios.

## Agradecimientos

Se da terminó a una etapa de arduo trabajo y esfuerzo, donde el apoyo y motivación de mis padres fue fundamental para lograr cada uno de los objetivos propuestos. Quisiera agradecer también a mi hermana que siempre estuvo presente a lo largo de la carrera para ayudarme cuando lo necesitaba. A mi polola por ser mi contención cuando las cosas se colocaban difíciles. A mis abuelos por arengarme y confiar perdidamente en mis capacidades. A mi tío Carlos, tía Claudia y primas por guiarme siempre en la senda del saber. Y a todos mis familiares por apoyarme en cada una de las etapas de mi vida.

A mis amigos por ser la distracción y distención en tiempos de estrés, especialmente a Bastián, Tomás, Víctor y José por nutrir de risas y buenos momentos mi carrera universitaria.

Finalmente agradecer a los docentes de la Universidad de Concepción, en particular al profesor Jorge Jiménez por su apoyo en esta última etapa académica que llega a su fin. ¡Gracias Totales!

El presente trabajo es parte de un proyecto cofinanciado por la Agencia Chilena de Investigación y Desarrollo (ANID) a través del proyecto FONDEF ID21i10402 ejecutado por la Universidad de Concepción, en colaboración con las empresas Comercial Coyahue SpA y Potencial Chile.

# Capítulo 1 : Introducción y objetivos

## 1.1 Introducción

De acuerdo con el informe Usos Residenciales de la Energía en Chile, el combustible más utilizado en Chile para calefaccionar las viviendas corresponde a la leña con un 74%. Sin embargo, la combustión residencial de leña es responsable de 3.600 muertes prematuras a nivel nacional provocado por la contaminación atmosférica por material particulado fino (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

La combustión residencial de leña es responsable del 85% de las emisiones contaminantes de material particulado fino o <sup>1</sup>MP<sub>2.5</sub> (Ministerio de Energía, 2020). Se espera que la leña siga siendo el combustible más importante para las familias Chilenas. Es por esto que, evaluar alternativas que se adapten a los equipos a combustión a leña para reducir las emisiones de contaminantes del aire sería una solución importante que permitiría mejorar el desempeño ambiental de los calefactores y cocinas a leña.

El presente trabajo realiza un análisis técnico económico para un potencial mercado para la comercialización de un dispositivo capaz de reducir las emisiones de material particulado y mejorar la eficiencia térmica de un calefactor y cocina a leña convencional. El dispositivo podría mejorar el desempeño ambiental de estos equipos generando un menor impacto a la salud de la población y aprovechando de mejor manera la energía generada a partir de la combustión de leña y sus derivados.

## 1.2 Justificación del tema

El 74% del consumo energético para la calefacción en Chile proviene de fuentes de biomasa forestal (Ministerio de Energía, 2020), esto a causa de su bajo precio, fácil acceso y además es potenciado por una arraigada cultura nacional. La leña es el combustible más utilizado por los estratos sociales más bajos de nuestro país y su comercialización se realiza tanto de forma legal como ilegal (Palma, 2015), lo cual permite la comercialización informal de leña no certificada con alto porcentaje de humedad (más del 25% en base seca) lo cual genera mayores niveles de contaminación del aire. De acuerdo con cifras del Ministerio de Medio Ambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 2014), aproximadamente 10 millones de personas en el país están expuestas a una concentración promedio

---

<sup>1</sup> Material particulado con diámetro aerodinámico  $\leq 2,5 \mu\text{m}$

anual de  $MP_{2.5}$  por sobre el límite establecido ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  promedio diario y  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  promedio anual) en las normas primarias contenidas en el Decreto Supremo 12 de la Ley Chilena.

El mercado de la calefacción involucra tanto problemáticas sociales, ambientales y económicas circunscritas en una fuerte cultura forestal chilena. El dispositivo evaluado es una solución tecnológica que permite reducir las emisiones de material particulado y aumentar la eficiencia energética de los equipos a leña, lo cual se traduce en un ahorro de combustible que repercute directamente en el presupuesto económico de las familias. Esto permitiría a su vez que el energético más económico del mercado siga vigente en las zonas urbanas de la zona centro sur del país.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

- Realizar un estudio técnico – económico para un dispositivo orientado a mejorar la eficiencia térmica y reducir las emisiones en calefactores y cocinas a leña.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Estudiar el mercado de los dispositivos que mejoran el rendimiento térmico de los equipos a biomasa.
- Estudiar el mercado de los dispositivos que reducen las emisiones de humo en los equipos a leña.
- Estimar los costos de fabricación del dispositivo y realizar una evaluación económica de su producción y comercialización con los supuestos del mercado.

## Capítulo 2 : Antecedentes

### 2.1 Contaminación por la combustión de leña

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de la mitad de la población mundial depende de combustibles a partir de biomasa forestal para satisfacer sus necesidades energéticas. La energía proveniente de la biomasa forestal provee en promedio el 30% de la energía primaria en países desarrollados. Cocinar y calentarse con combustibles sólidos genera altos niveles de contaminación del aire dentro de los hogares. Se estima que, 3,8 millones de personas en el mundo mueren prematuramente por enfermedades atribuibles a la contaminación del aire doméstico causada por el uso ineficiente de combustibles sólidos. La población afectada se caracteriza por pertenecer a un área rural y de bajos ingresos (Ridley, 2013).

Cabe destacar que el combustible que genera mayores emisiones de material particulado por concepto de calefacción es la leña. Los demás combustibles tales como la parafina, el gas licuado, gas natural poseen emisiones de MP cercanas a cero.

**Tabla 2-1 Emisiones contaminantes originadas en un calefactor certificado a leña (g/Kg de leña).**

Combustible	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2.5</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COV
Leña	2,5	2,430	0,1	1,9	90,0	26,5

**Fuente:** (Ministerio del Medio Ambiente, 2017)

En el caso de la leña como combustible, es de importancia considerar el porcentaje de agua contenida en la madera, ya que esto impide que la combustión se realice de forma completa, produciendo así una mayor emanación de humo y menos calor. Al quemar leña verde (con gran porcentaje de humedad) gran parte de su energía se perderá en el proceso de evaporación del agua, por lo que se necesitará más leña para entregar la misma cantidad de energía al ambiente. La leña con menor contenido de humedad garantiza un mayor poder calorífico, y por lo tanto, un menor consumo para alcanzar los mismos niveles de confort. En la Tabla 2-2 se puede apreciar la contaminación producida por la leña húmeda, seca y hasta por la mala operación de equipos a combustión.

**Tabla 2-2 Factor de emisión de MP<sub>2.5</sub> (g/Kg).**

<b>Tipo de Artefacto</b>	<b>Leña Seca</b>	<b>Leña Húmeda</b>	<b>Mala Operación</b>
Cocina a leña	7,0	13,0	31,5
Combustión lenta	4,9	10,2	27,5
Calefactor Certificado	2,3	10,2	10,2

**Fuente:** (Ministerio de Energía, 2020)

## 2.2 Gasto mensual en combustible

El consumo mensual de los combustibles también es una razón de peso para continuar calefaccionando hogares con la leña, según el análisis realizado, la leña es el combustible más económico del mercado, su consumo mensual en Chile va desde \$29.000 hasta un máximo de \$36.000, para una casa de 60 m<sup>2</sup> ubicada en la región del Bio-Bio, de un piso y con un solo ambiente.

**Tabla 2-3 Comparación del consumo mensual de calefactores.**

<b>Tipo de calefactor</b>	<b>Consumo mensual (energía o combustible) aproximado en 60 m<sup>2</sup>, 8 horas al día.</b>
Estufa a Leña	Desde: \$ 29.000 Hasta: \$ 36.000
Split Calefactor	Desde: \$ 29.000 Hasta: \$ 36.000
Estufa a Pellet	Desde: \$ 36.000 Hasta: \$ 44.000
Estufa a Gas Natural	Desde: \$40.000 Hasta: \$50.000
Estufa a parafina	Desde: \$ 49.000 Hasta: \$ 60.000
Calefactor a gas licuado	Desde: \$ 52.000 Hasta: \$ 63.000
Estufa eléctrica	Desde: \$ 105.000 Hasta: \$ 129.000

**Fuente:** (Ministerio del Medio Ambiente, 2022)

Las ventajas principales de la biomasa forestal (leña y pellet) son su bajo costo económico de \$160 y \$ 230 por kg de leña y pellet, respectivamente (Seremi Región de la Araucanía, 2022). Además, poseen otras características distintivas como su capacidad calórica y su capacidad de adaptación a casi cualquier tipo de hogar, exceptuando solamente a departamentos y conventillos.

## 2.3 Normativa ambiental

En Chile, el organismo encargado de monitorear la concentración ambiental de contaminantes del aire es el Ministerio del Medio Ambiente, a través de la red de estaciones de monitoreo con representación poblacional (EMRP) las cuales son registradas en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA). El sistema de información de calidad del aire contiene registros para las principales

zonas pobladas del país. En base a los datos registrados, se evalúa el estado de la calidad del aire, según lo establecido en las normas primarias de calidad del aire. En otras palabras, estas normas se encuentran vigentes para disminuir el riesgo para la vida o salud de la población. En la actualidad en Chile, la norma primaria de calidad del aire para material particulado respirable (<sup>2</sup>MP<sub>10</sub>) es 50 µg/m<sup>3</sup>N, como concentración anual y 150 µg/m<sup>3</sup>N como concentración diaria (24 horas) (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2013). En cambio, la norma primaria de calidad del aire para material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) es 20 µg/m<sup>3</sup>N<sup>3</sup>, como concentración anual y 50 µg/m<sup>3</sup>N, como concentración diaria (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2011). A partir de las normas de calidad del aire se puede determinar la clasificación de una zona de acuerdo con el nivel de contaminación que ésta presenta.

Una *Zona Latente* es aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental.

Una *Zona Saturada* es aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

Es preciso mencionar que la Organización Mundial de la Salud (OMS) también establece recomendaciones para las concentraciones diarias y anuales de MP<sub>2,5</sub> y MP<sub>10</sub>. La concentración diaria de MP<sub>2,5</sub> se establece en 15 µg/ m<sup>3</sup> y la media anual en 5 µg/m<sup>3</sup>. Mientras que la concentración diaria de MP<sub>10</sub> se establecen 45 µg/m<sup>3</sup> y la media anual en 15 µg/ m<sup>3</sup> (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Al comparar las normas primarias de Chile y las recomendaciones de la OMS, se tiene que las normas chilena son cuatro veces más holgadas que las directrices de la OMS. Cabe destacar que las normas chilenas fueron decretadas entre los años 2011 y 2013, en cambio las recomendaciones de la OMS fueron actualizadas por última vez en el año 2021, por lo cual múltiples estudios realizados entre los años 2013 y 2021 fundamentan la disminución en los límites (Organización Mundial de la Salud, 2021).

---

<sup>2</sup> Material particulado con diámetro aerodinámico ≤ 10 µm

<sup>3</sup> Microgramo por metro cúbico normal, condiciones normales a temperatura 25 °C y presión 1 atm.

## 2.4 Efectos de la contaminación del aire

Las consecuencias que provoca superar estas normas primarias de calidad del aire se traducen en consecuencias negativas para la salud de la población expuesta. La contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales del mundo provoca cada año 4,2 millones de muertes prematuras (Organización Mundial de la Salud, 2022). De estas defunciones, las causas de muerte fueron atribuidas en un 27% neumonía, 18% accidentes cerebrovasculares, 27% cardiopatía isquémica, 20% neumopatía obstructiva crónica y 8% cáncer de pulmón. Además, se ha demostrado la relación entre la contaminación del aire doméstico y el bajo peso al nacer, la tuberculosis, las cataratas y los cánceres nasofaríngeos y laríngeos (Organización Mundial de la Salud, 2022).

En general, el material particulado fino y otros contaminantes del humo inflaman las vías respiratorias y los pulmones, dificultan la respuesta inmunitaria y reducen la capacidad de oxigenación de la sangre (Organización Mundial de la Salud, 2022).

## 2.5 Mercado del dispositivo

El dispositivo corresponde a un sistema que permite calentar agua y captar las emisiones de material particulado para aumentar el rendimiento térmico de un equipo a combustión a leña y reducir las emisiones de contaminantes del aire ( $MP_{2.5}$ ). Este se compone de dos partes, un dispositivo que permite calentar agua en dos pasos y un precipitador electrostático para capturar partículas del aire. Un equipo multidisciplinario de la Universidad de Concepción se encuentra actualmente diseñando y construyendo este dispositivo, es preciso mencionar que el aparato aún no posee nombre comercial.

El dispositivo se sitúa en el mercado bienes de calefacción sustentable, caracterizado por brindar dispositivos cada vez más eficientes térmicamente con una conciencia medio ambiental de por medio. En esta área de mercado existen subdivisiones de mercado derivadas del principio de funcionamiento de estos dispositivos, estas son electricidad, combustible fósil y biomasa forestal. Para el caso particular de este informe, el análisis estará centrado en leña, el energético a partir de biomasa forestal que lidera la calefacción en la zona centro sur de Chile y a su vez uno de los energéticos más contaminantes del aire.

La biomasa forestal se define como la materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal (bosque), tanto por encima como por debajo del suelo. La biomasa forestal se puede clasificar en dos tipos:

*Natural*: Es la que se produce en la naturaleza sin ninguna intervención humana, y que se puede aprovechar como fuente energética. Como por ejemplo los troncos, hojas, ramas, frutos, etc.

*Residual*: Son los residuos que se generan en las actividades forestales o en la industria maderera y que todavía pueden ser utilizados y considerados subproductos. Como ejemplo podemos considerar el aserrín, la cáscara de almendra, las podas de árboles frutales, etc. (Energía, 2013).

En el Anexo A se encuentra un mapa conceptual de la estructura de un mercado de calefacción sustentable.

En función de la clasificación anterior, se desprenden tres de los calefactores a biomasa forestal que presentan mayor popularidad, como lo son los calefactores y cocinas a leña perteneciente a la biomasa forestal natural y los calefactores a pellets, que utilizan un energético peletizado a partir de biomasa forestal residual.

## 2.6 Caracterización de mercado potencial para el dispositivo

A través de una investigación de mercado, se identificó a 4 potenciales focos de venta del dispositivo. Entre estos destacan, las viviendas antiguas, las viviendas nuevas, el mercado gastronómico y el mercado de alojamiento.

El dispositivo puede ser comercializado en diferentes mercados, uno de los principales y más reconocidos corresponde al mercado de viviendas compuesto por casas (no nuevas) que posean desde 1 hasta 3 pisos, los cuales buscan abastecer su necesidad básica de calefaccionar su hogar y calentar agua sanitaria. También, en viviendas existentes que busquen alternativas para aprovechar mejor el calor generado por los equipos a combustión de leña y reducir la carga de contaminantes al ambiente.

El mercado inmobiliario de casas nuevas es otro potencial mercado de interés para comercializar la innovación ya que por termino general estas edificaciones no contienen calefacción integrada, por lo cual es una oportunidad inmejorable para obtener nuevos clientes.

El mercado de la gastronomía podría ser también un potencial comprador del dispositivo, compuesto principalmente por panaderías, pastelerías, restaurantes y cocinerías las cuales mediante una cocina a leña pretenden revitalizar la preparación artesanal de comidas y así aumentar la valorización de sus preparaciones. La importancia del termo cañón en este rubro permite aprovechar de mejor manera la energía útil para la cocción de alimentos produciendo una contaminación mínima al ambiente.

Por último, está el mercado de alojamiento compuesto por hostales, hospedajes y cabañas que utilicen equipos a combustión tales como estufas o cocinas a leña con la finalidad de calefaccionar y mejorar estéticamente el lugar. El dispositivo permite aumentar la transferencia de calor por lo cual pueden ubicarse en zonas geográficas frías y aisladas, donde el acceso y costo de la energía propone importantes desafíos.

De los 4 potenciales mercados que puedan demandar el dispositivo se estima que el mercado inmobiliario de las viviendas (casas) nuevas podría generar una mayor demanda por estos dispositivos, bajo el supuesto que las casas nuevas no poseen calefacción integrada. Por ende, el análisis del proyecto se enfoca en cuantificar y evaluar la viabilidad técnica de este mercado.

## 2.7 Submercados

La composición del mercado se sustenta de otros submercados relevantes para el funcionamiento correcto de la cadena de suministros de la calefacción sustentable. El submercado consumidor corresponde principalmente a jefes de hogar que valoran la capacidad energética de la biomasa forestal y además son conscientes del avance del cambio climático.

El submercado competidor se enfoca esencialmente en innovar con tecnología de alta gama para lograr así la diferenciación y aumentar de esta manera la valoración por parte de los clientes. Las tecnologías se enfocan en retener material particulado, aumentar la eficiencia energética de los equipos a combustión, beneficiar el ahorro de combustible y contribuir a mejorar la seguridad de estos artefactos.

El submercado distribuidor debido a la naturaleza del producto comercializado posee un gran volumen y necesita de un experto para su instalación, es por esto que las empresas de calefacción sustentable ofrecen en su servicio el despacho e instalación a domicilio de los artefactos. Debido a la complejidad que requiere este proceso es fundamental que reconocidas multitiendas sirvan como plaza para comercializar, distribuir e instalar el dispositivo, de esta manera se terceriza el reparto en empresas que poseen un sistema logístico experimentado.

El submercado de proveedores se compone principalmente de los manufactureros de materia prima de acero. Como submercado externo se considera a ciertos productos o servicios que son necesarios

para la implementación de la calefacción sustentable entre estos destacan el área electrónica con la incorporación del filtro electrostático.

**Tabla 2-4 Resumen de submercados.**

<b>Tipo de Submercado</b>	<b>Principales características</b>
Consumidor	Jefes de hogar
Competidor	Innovación tecnológica
Distribuidor	Despacho a domicilio
Proveedores	Manufactura de acero
Externo	Área electrónica

**Fuente: Elaboración propia.**

### 2.7.1 Submercado consumidor

Este submercado se compone de 3 tipos de consumidores: el consumidor individual, el consumidor empresarial y el consumidor Institucional.

#### *Consumidor individual*

El costo económico de la calefacción sustentable es principalmente costeable por clientes que posean un mayor poder adquisitivo, interesados por la comodidad y el bienestar de su familia y el medioambiente. Son conscientes de la contaminación del ambiente por lo cual sus patrones de compra se centran en adquirir productos no contaminantes con el medio. Cabe destacar que, estas características son reflejadas esencialmente por la generación millennials (nacidos entre 1981-1993), estos tienen un pensamiento globalizado y son conscientes del cambio climático.

#### *Consumidor empresarial*

Industrias que generan emisiones al ambiente podrían demandar el producto en estudio, para fines de compensación de emisiones o aportes de responsabilidad social empresarial (RSE) con sus comunidades.

“Compensación de emisiones: Aquellas que tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar. Dichas medidas incluirán, entre otras, la sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente

afectados por otros de similares características, clase, naturaleza, calidad y función” (Seremi del Medio Ambiente, 2019).

Es por esto que algunas industrias compensan sus emisiones comprando dispositivos que reduzcan las emisiones de contaminantes en el aire, para así generar un efecto neutro o positivo en el medio ambiente, beneficiando a las poblaciones aledañas a la industria contaminante. Un ejemplo de esto se materializó en la región del Biobío donde la empresa Colbún aportó al recambio de mil estufas antiguas por equipos nuevos de doble cámara de combustión (Colbún, 2016).

### *Consumidor Institucional*

El gobierno de Chile podría ser otro consumidor de calefactores y cocinas a leña sustentables, ante situaciones críticas de contaminación del aire, el gobierno tiene la función de intervenir mediante planes de acción (Planes de Descontaminación Atmosféricos). Algunas de las estrategias utilizadas para combatir la concentración de MP en el aire son la prohibición del uso de artefactos de combustión de leña, o planes de recambio de fuentes de calefacción. En el año 2014 el gobierno destinó \$5.250.000.000 para el programa de recambio de calefactores (Ministerio del Medio Ambiente, 2014), con el objetivo de que la ciudadanía pudiese contar con equipos de calefacción más eficientes y menos contaminantes.

### 2.7.2 Submercado competidor

El mercado en el cual se desenvuelve la calefacción sustentable se caracteriza por ser altamente competitivo, es por esto que las firmas del rubro se enfocan en diferenciarse a través de características como el rendimiento térmico y el control de emisiones contaminantes. Cabe destacar que, experimentos o sistemas realizados por particulares representan potenciales competidores a futuro. Entre los productos competidores a nivel nacional para el control de contaminación ambiental se encuentran los siguientes:

#### *MPzero*

Es un filtro basado en el principio de campo eléctrico para calefactores y equipos a leña logrando una reducción de entre 70% y 90% en la emisión de material particulado. Funciona bajo el principio de precipitación electrostática, es poco invasivo, de fácil instalación y mantención. No obstruye el tiraje natural de la estufa, y su geometría permite disminuir la velocidad de quemado de la leña en alrededor

de un 20%, lo que se traduce en un ahorro en leña (MPzero, 2022). En el Anexo B se puede visualizar el aparato.

#### *RetroCatt*

Es un filtro catalítico que se adapta a los equipos a combustión a leña, este dispositivo corresponde a un compuesto de cerámica en forma de panal y posee un recubrimiento de platino. Los humos provenientes de la combustión al entrar en contacto con el catalizador causan una reacción química que ocasiona que el humo combustione a menores temperaturas de lo habitual, específicamente a 260°C (normalmente el humo se quema a 537°C o más), este filtro permite quemar hasta un 60% de la creosota del cañón de la estufa (Purexhaust, 2022). En el Anexo C se puede visualizar el dispositivo.

#### *Filtro vivo*

Filtro vivo es un jardín vertical que mediante un extractor de humos se conecta a los calefactores a leña y pellet, es un descontaminante natural capaz de filtrar cerca del 90% de material particulado, el cual posteriormente es utilizado en el proceso de alimentación de las plantas. Su temperatura de funcionamiento es de 60°C esto debido a que temperaturas superiores serían perjudiciales para el jardín. Cabe destacar que, este dispositivo necesita un gran espacio para su instalación y funcionamiento (Hidrosym, 2022). En el Anexo D se puede visualizar el dispositivo.

#### *Filtro electrostático Buron*

El filtro de humo en condiciones óptimas retiene sobre el 90% del humo visible y el material particulado fino (MP<sub>2.5</sub>), captándolo en placas recolectoras que periódicamente deben ser limpiadas. No afecta la generación de calor en los equipos a combustión. El cuerpo central del cilindro es un precipitador electrostático que ioniza el material particulado cargándolo positivamente, tubos con cargas negativas atraen y capturan las partículas positivas. La característica geométrica del diseño considera los diámetros de chimeneas para estufas y cocinas a leña en Chile (Buron, 2021). En el Anexo E se puede visualizar el dispositivo.

#### *Kipus Electrofiltro*

Es un precipitador electrostático diseñado y construido por ingenieros de la Universidad de Talca y trabaja bajo el mismo principio que MPzero. Es un artefacto pequeño que posee una capacidad de retención del 90% de partículas en chimeneas residenciales. Es un producto seguro, económico y que

permite descontaminar el ambiente (Facultad de ingeniería Universidad de Talca, 2022). En el Anexo F se puede visualizar el dispositivo.

#### *Ecofiltro*

Es un catalizador que se conecta a los equipos a combustión a leña, es capaz de reducir en un 90% los gases contaminantes de la combustión, permitiendo a la vez aumentar en un 7% la eficiencia térmica del equipo, debido a que el catalizador retarda la salida del flujo de calor. Además, genera un ahorro de un 30% en el consumo de leña. Este dispositivo debe renovarse cada 6 años aproximadamente. (TVN, 2013). En el Anexo G se puede visualizar el dispositivo.

Dispositivos internacionales orientados al control de emisiones atmosféricas de equipos a biomasa

#### *OekoTube-Outside*

Este dispositivo es un precipitador electrostático de origen Alemán, se instala en la sección superior del cañón (externo) de un equipo a combustión a biomasa forestal, este dispositivo funciona a temperaturas inferiores a 400°C. Es capaz de retener el 95% de MP y es comercializado por una empresa experta en el control de emisiones al ambiente (Oekosolve, 2022). En el Anexo H se puede visualizar el dispositivo.

#### *Extractor eléctrico de humos para chimeneas*

Es un artefacto eléctrico de origen italiano que se instala en la salida del cañón del calefactor y su función principal es aspirar el humo de la chimenea de manera silenciosa (posee 6 velocidades de succión) es capaz de aspirar hasta 2.500 m<sup>3</sup>/h, y así reducir en un 70 % la acumulación de hollín en la chimenea (Gemimarket, 2022). En el Anexo I se puede visualizar el dispositivo.

#### *Firewise Soot-loose (deshollinador)*

Es un limpiador de chimeneas de origen australiano, es un disolvente orgánico no inflamable, no peligroso y no corrosivo, que se inserta directamente al fuego de la chimenea. Permite disolver el alquitrán, la creosota y el hollín acumulado en las paredes de la chimenea. Reduce las emisiones de humo, además permite aumentar en un 15 % la eficiencia térmica del equipo a combustión. Cabe resaltar que este producto además reduce el riesgo de incendios (AustralainMade, 2022). En el Anexo J se puede visualizar el dispositivo.

### *Inyección forzada (ventilador) de aire sobre el fuego*

Es un estudio académico en el cual realizan experimentos inyectando un flujo de aire forzado sobre el fuego de una cocina a leña, se caracteriza por reducir la cantidad de material particulado en un 80% (en comparación a una estufa sin tiro forzado) sin embargo no presenta mejoras significativas en la reducción de tiempo de ebullición ni la capacidad de quemar madera húmeda (Barbour, 2021). En el Anexo K se puede visualizar el dispositivo.

### *Separador ciclónico*

El separador ciclónico utiliza su geometría para separar el material sólido extraído de la corriente de aire. Esta separación en vórtice hace que las partículas sólidas golpeen la pared exterior del ciclón, desaceleren y caigan al recipiente colector en la base del ciclón. El aire limpio luego pasa a la fuente de extracción de polvo. El rango de eficiencia de control de partículas en los ciclones individuales convencionales se estima que es de 30 a 90 por ciento para  $MP_{10}$  y de 0 a 40 por ciento para  $MP_{2.5}$ . En el Anexo L se puede visualizar el dispositivo (EPA-CICA, s.f).

**Tabla 2-5 Artefactos que reducen las emisiones de MP.**

Nombre artefacto	Marca	País	Principio de funcionamiento	Porcentaje de retención de MP <sub>2.5</sub>	Consumo energético	Espacio utilizado
Filtro MPzero	MPzero	Chile	Precipitación electrostática	90 %	Si (20 a 35 kWh/mes)	Pequeño
RetroCatt	Purexhaust	Chile	Catálisis	60%	No	Pequeño
Filtro vivo	Hidrosym	Chile	Filtrado de plantas	90%	Si (20 a 45 kWh/mes)	Grande
Filtro electrostático Buron	Buron	Chile	Precipitación electrostática	90%	Si (20 a 35 kWh/mes)	Mediano
Kipus Electrofiltro	Kipus	Chile	Precipitación electrostática	90%	Si (20 a 35 kWh/mes)	Pequeño
Ecofiltro	Ecofiltro	Chile	Catálisis	90%	No	Pequeño
OekoTube-Outside	Oekosolve	Alemania	Precipitación electrostática	95%	Si (25kW)	Mediano
Extractor de humos	Gemi Electrónica	Italia	Flujo de aire forzado	70% (eliminación de hollín)	Si (250W)	Mediano
Soot-loose	Firewise	Australia	Reacción química	No se especifica	No	Pequeño
Inyección forzada de aire sobre el fuego	No posee	EE. UU.	Flujo de aire forzado	80%	Si (3 W)	Pequeño
Separador ciclónico	Select seals and Services	Australia	Flujo de Aire	40%	No	Pequeño
Quemador convectivo de gases	Ecoturbo	Chile	Convección natural	90%	No	Pequeño

**Fuente: Elaboración propia.**

Oferta de dispositivos nacionales orientados a mejorar la eficiencia térmica

*Ecoturbo (Quemador convectivo de gases)*

Este aparato mejora la eficiencia de las estufas en que se instala, los tubos que componen el entramado captan el aire de la habitación, permitiendo así aumentar la temperatura del gas para posteriormente liberarlo caliente al ambiente. Debido a la velocidad con la cual calienta el aire, permite reducir en un 50% el consumo de leña. Aumenta el calor útil de la estufa en un 100%. Logra minimizar las partículas contaminantes en un 90%, debido a la doble combustión que se genera en el intercambiador permitiendo eliminar la creosota del tubo (Ecoturbo, 2022). Cabe destacar que este dispositivo reduce

emisiones y aumenta la eficiencia energética de los equipos a combustión por lo cual pertenece a ambas clasificaciones. En el Anexo M se puede visualizar el dispositivo.

#### *Ventilador para Estufa*

Este artefacto no necesita electricidad, cables y/o baterías. Las corrientes de aire caliente generadas por la estufa hacen oscilar el ventilador, haciendo circular el aire a razón de 160 m<sup>3</sup>/hr en dirección horizontal (sin emitir ruido) permitiendo difundir el calor por la habitación. Según sus creadores este dispositivo ahorra un 20% de leña e incrementa el poder de calefacción hasta un 70% (Amesti, 2022). En el Anexo N se puede visualizar el dispositivo y su contribución.

#### *Piromax*

Es un dispositivo que ioniza el oxígeno permitiendo optimizar el proceso de combustión al interior de la estufa, al reducir la velocidad de quemado del leño se ahorra un 25% de biomasa forestal, además reduce en un 13 % las emisiones contaminantes. Elimina humos visibles, mantiene cañón y cristal limpios, generando menos ceniza y más calor (Piromax, 2022). En el Anexo Ñ se puede visualizar el dispositivo y su instalación.

#### *Termo cañón Amesti*

El termo cañón es un estanque de almacenamiento que cuenta con un cañón en el centro, este se conecta en la salida de escape de gases directamente sobre la cubierta de una estufa o cocina a leña. El calor que emiten los gases que pasan por el cañón es transferido al termo cañón, permitiendo así calentar agua sanitaria que puede ser distribuida a la red de agua de la casa (Amesti, 2022). En el anexo O se puede visualizar el dispositivo y sus partes

Oferta internacional de dispositivos para mejorar la eficiencia térmica

#### *Recuperador de calor Equatair Classic*

Es un ventilador (35W potencia) que capta el aire frío del ambiente, lo hace circular por un serpentín ubicado bajo las brasas, el aire caliente es filtrado y expulsado a 350°C al ambiente. Es capaz de calentar hasta 230 m<sup>3</sup>. Permite ahorrar un 25% en combustible. Posee el mismo principio de funcionamiento que un secador de pelo (Brycus, 2022). En el Anexo P se puede visualizar el dispositivo en funcionamiento.

### *Intercambiador de aire*

Es un intercambiador de calor de 5 tubos, el cual se adapta al cañon de hornos, chimeneas, estufas y calderas a biomasa, su estructura permite aumentar el área de transferencia de calor con el ambiente y por ende permite aumentar en un 30% la eficiencia termica de estos artefactos. La empresa proveedora de este dispositivo es Denvel (Amazon, 2022). En el Anexo Q se puede visualizar el dispositivo.

### *Sistema de recuperación de calor Recoheat*

Mediante una bomba de aire se introduce un flujo forzado (37 W potencia), el calefactor calienta el flujo de gases de combustión en un serpentín. Debido a la convención forzada se aumenta la transferencia de calor, reduciendo el consumo de leña y como consecuencia disminuyen las emisiones de CO<sub>2</sub> y material particulado (Recoheat, 2022). En el Anexo R se puede visualizar el dispositivo y su funcionamiento.

### *Chimeneas de mampostería*

Es una chimenea de origen ruso construida a base de ladrillos refractarios dispuestos de tal forma para que los gases de combustión fluyan de manera serpenteante, permitiendo así aumentar el tiempo de residencia de los gases de combustión, incrementando de esta manera la transferencia de calor. Los ladrillos refractarios poseen gran inercia térmica lo cual permite acumular el calor en ellos y emitirlos al ambiente de forma homogénea, percibiendo así un ambiente cálido por un tiempo prolongado. En el Anexo S se puede visualizar el dispositivo y su funcionamiento.

### *Estufa Bullerjan*

Este artefacto se compone de una cámara de combustión con tubos de acero doblados. El aire frío es absorbido por la parte baja de la estufa, al circular por los tubos se calienta rápidamente, para luego ser expulsado por los tubos superiores. De esta manera, el calor es distribuido de manera proporcional y rápida consiguiendo un calor homogéneo en todo el espacio que se desea calentar. El modelo FF18 Typ 03 Bullerjan posee una eficiencia térmica de un 80% (Bullerjan, 2022). En el Anexo T se puede visualizar el dispositivo y su funcionamiento.

### *InStove Cookstove*

Es una cocina a leña que permite hervir 30 litros de agua en 45 minutos con un consumo de 1,5 kg de combustible y con una eficiencia térmica del 50%. Su diseño permite redirigir el flujo de calor

alrededor de la olla con agua, aumentando así la transferencia de calor al líquido (Engineering for change, 2022). En el Anexo U se puede visualizar el dispositivo y su funcionamiento.

#### *Inyección forzada de aire por debajo del fuego*

El sistema de inyección de aire por debajo del fuego produce una mayor potencia térmica reduciendo así el tiempo de ebullición de agua, sin embargo, no presenta diferencias significativas en las emisiones de MP (en comparación a una estufa sin tiro forzado), debido a las emisiones de arranque relativamente grandes (Barbour, 2021). En el Anexo V se puede visualizar el dispositivo.

#### *Estufa cohete*

La estufa cohete es una estufa portátil de combustión a biomasa forestal. Al quemar la madera en una sencilla cámara de combustión con una chimenea vertical, la estufa cohete asegura combustión casi completa antes de que las llamas lleguen a la superficie de cocción debido a la gran oxigenación que este artefacto posee. Debido a las características de diseño, este aparato requiere un 50 % menos de combustible. La empresa proveedora del dispositivo es X-Metal Designs (Amazon, 2022). En el Anexo W se puede visualizar el dispositivo.

#### *Gasificación de tiro descendente invertido.*

En este aparato la carga de combustible se enciende por la parte superior, generando de esta manera una capa de carbón allí, por debajo de esta, se encuentra la zona de pirólisis en llamas, mientras que el combustible sin quemar se sitúa por debajo de la zona de pirolisis, cabe destacar que el aire primario para la gasificación pirolítica ingresa por el fondo del artefacto, ascendiendo por convección y arrastrando consigo el gas de pirolisis. Este artefacto permite cocinar de manera rápida y eficiente, permitiendo hervir 500 ml de agua en solo 3,5 minutos. Los investigadores destacan que las emisiones de MP al ambiente no son significativas debido a que se genera una combustión completa (Reed, 2022) En el Anexo X se puede visualizar el dispositivo.

**Tabla 2-6 Eficiencia energética de dispositivo.**

<b>Nombre Artefacto</b>	<b>Marca</b>	<b>País de origen</b>	<b>Principio de funcionamiento</b>	<b>Eficiencia energética</b>	<b>Otros Beneficios</b>
Quemador convectivo de gases	Ecoturbo	Chile	Convección natural	El calor útil aumenta en un 100%	Ahorro de 50% de leña. Reduce en un 90% el MP
Ventilador para Estufa	Amesti	Chile	Convección natural	Incrementa el poder de calefacción hasta un 70%.	Ahorra un 20% de leña
Piromax	Piromax	Chile	Ionización de la combustión	Optimiza el proceso de combustión	Ahorra un 25% de leña Reduce en un 13 % las emisiones contaminantes
Termo cañón	Amesti	Chile	Conducción y convección natural	Mejora la transferencia de calor con el ambiente	Permite calentar agua sanitaria
Recuperador de calor	Equatair Classic	EE. UU.	Convección forzada	Aumenta la transferencia de calor con el ambiente	Ahorra un 25 % de leña
Intercambiador de aire	Denvel	EE. UU.	Convección natural	Incrementa en 30 % la eficiencia energética	Aumenta la transferencia de calor con el ambiente
Recuperador de calor con aire forzado	Recoheat	Gran Bretaña	Convección forzada	Aumenta la transferencia de calor con el ambiente	Reduce el consumo de leña, la emisión de CO <sub>2</sub> y MP
Chimenea de mampostería	Genérica	Rusia	Radiación	Aumenta la transferencia de calor con el ambiente	Los ladrillos poseen gran inercia térmica
Estufa Bullerjan	Bullerjan	Alemania	Convección natural	Eficiencia térmica de un 80%	El calor es distribuido rápidamente
Cookstove	InStove	EE. UU.	Convección natural	Eficiencia térmica del 50%	Permite hervir 30 litros de agua en 45 minutos
Inyección forzada de aire por debajo del fuego	Genérica	EE. UU.	Convección forzada	Produce una mayor potencia térmica	No tiene.
Estufa cohete	X-Metal Designs	EE. UU.	Convección natural	Aumenta la transferencia de calor	Ahorra un 50 % de leña
Gasificación de tiro descendente invertido.	Genérica	EE. UU.	Gasificación pirólitica	Permite cocinar de manera rápida y eficiente	Emisiones de MP al ambiente no son significativas

**Fuente: Elaboración propia.**

### 2.7.3 Submercado Distribuidor

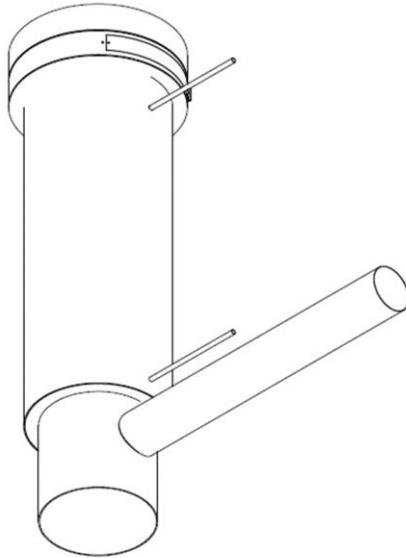
Debido a la naturaleza del mercado (calefacción sustentable) la distribución de estos artefactos se realiza mediante un despacho a domicilio esencialmente, esto debido a que complementan la distribución de los productos con técnicos instaladores expertos en el área de calefacción para que así estos mitiguen los riesgos de accidentes en altura, incendios y desperfectos eléctricos. Por ello es esencial que reconocidas multitiendas sirvan como plaza para comercializar el dispositivo, tales como Sodimac, Falabella, Easy, Paris y Líder, de esta manera se externaliza la distribución e instalación con empresas experimentadas en el rubro.

Considerando que el producto es un dispositivo mejorado técnicamente para aumentar su rendimiento térmico y también la retención de partículas contaminantes. El producto empaquetado se caracteriza por ocupar un volumen de  $0,9 \text{ m}^3$ , por lo cual su distribución queda a disposición de medios de transporte terrestre como lo son camionetas y camiones. Por lo cual si una persona retira el producto en tienda es fundamental que cuente con un flete adecuado a las dimensiones del empaquetado. La distribución sin instalación del producto se terceriza en empresas logísticas externas, especialistas en despacho a domicilio para así priorizar una rápida entrega del producto. Las empresas encargadas de la distribución son Chilexpress y/o Correos de Chile.

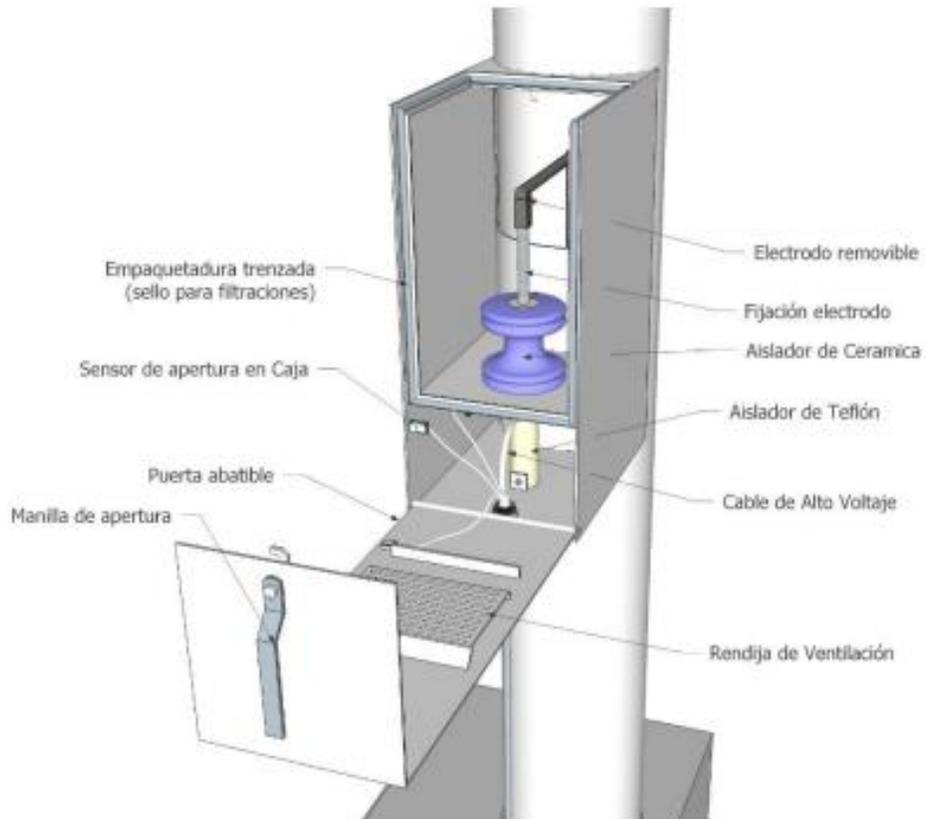
### 2.7.4 Submercado proveedor

Para analizar el submercado de proveedores es necesario comprender que la fabricación del producto se compone de dos partes esenciales, el termo cañón y el precipitador electrostático. El termo cañón de doble paso está compuesto principalmente de acero inoxidable 304L, una de las empresas más económicas que vende este acero en Chile es la firma Chilexpo, especialista en suministros industriales, cabe destacar que el formato de venta al por mayor de este producto es en bobinas.

Para la fabricación del precipitador electrostático, el proveedor principal es la empresa Chengdu Chuangyu Xinjie Technology Co, la cual se encarga de proveer la fuente de voltaje para la empresa MPzero. Cabe destacar que los demás materiales a utilizar son económicos por lo cual no existe preferencia alguna por algún proveedor en particular.



**Figura 2-1 Termo cañón vista en 3D.**



**Figura 2-2 Materiales del Filtro MPzero.**

### 2.7.5 Submercado externo

La calefacción y cocción de alimentos en base a leña y sus derivados tiene una presencia importante en los hogares de la zona centro sur del país. Sin embargo, en la actualidad es una de las principales fuentes de contaminación del aire generando importantes desafíos para la sostenibilidad de la leña y sus derivados como energético viable para las zonas urbanas. La incorporación de tecnologías y dispositivos que permitan reducir la carga de contaminantes del aire y eficiencia térmica de los equipos se presenta como una oportunidad para mejorar el desempeño ambiental de los calefactores y cocina a leña y sus derivados.

La estructura electrónica del producto se compone de una fuente de voltaje de 180 - 250 V de corriente alterna, un electrodo removible que funciona a 22 kV corriente continua y cables de alto voltaje. Esta estructura tiene la función de cargar eléctricamente las partículas en un espacio determinado, para luego capturarlas en una superficie de que tenga carga eléctrica opuesta. Es preciso mencionar que el calefactor puede funcionar sin energía eléctrica sin embargo este no retendrá el MP.

Otro submercado externo corresponde al sistema de aislación de la cámara de combustión de las estufas y cocinas a leña, el aislante más conocido es el revestimiento en vermiculita que se caracteriza por ser ignífugo.

El submercado externo de sistemas de eficiencia energética permite a las estufas y cocinas a leña aumentar la transferencia de calor con el ambiente, algunos de estos artefactos son los ladrillos refractarios y los templadores.

## Capítulo 3 : Metodología

### 3.1 Análisis del medio

El objetivo de este análisis es estudiar las variables internas y externas que influyen en el comportamiento del mercado, para ello se realizaron los siguientes análisis:

*FODA*: Identifica tanto las fortalezas y debilidades que muestra el proyecto, como también las oportunidades y amenazas del entorno externo.

*PESTEL*: Permite analizar los factores externos que influyen en el comportamiento del mercado, entre ellos: factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales.

*Cinco fuerzas de Porter*: Determina la posición del proyecto en el mercado, la intensidad de la competencia y rivalidad en este mismo. Para ello se analiza: el poder de negociación de los clientes, el poder de negociación de los proveedores, la amenaza que implica la entrada de nuevos competidores, la amenaza de sustitutos y la rivalidad entre los competidores existentes.

### 3.2 Metodología de la encuesta

Es una encuesta vía online a través de la plataforma Google Forms, que se dirige a la población Chilena que utiliza algún medio de calefacción para su hogar. Con la utilización de las redes sociales de WhatsApp y Facebook se difundió la encuesta. Se realizaron 270 encuestas dirigidas a personas mayores de edad que residen en la actualidad en Chile.

El desarrollo de la encuesta sobre el uso de calefacción residencial busca identificar la disposición a pagar por la calefacción en las familias chilenas, evaluando así las características más importantes que evalúan los clientes al momento de adquirir un producto de calefacción. También busca identificar el producto preferido para calefaccionar los hogares.

Cuantificar el consumo mensual en combustible. Clarificar que las personas utilizan los calefactores para llevar a cabo más de una actividad permite demostrar la utilidad y versatilidad del producto innovador.

### 3.3 Estudio técnico

#### 3.3.1 Proyección de Importaciones

El mercado de calefacción a biomasa forestal en Chile se compone de importaciones de estufas y cocinas a leña provenientes del extranjero más la producción nacional de estos artefactos. Para realizar la proyección de importaciones, se utilizó la base de datos de Aduana de Chile específicamente las importaciones por código arancelario desde el año 2012 hasta el año 2021. (Chile Aduanas, 2022). Del año 2012 al 2016 las importaciones se regían por el Arancel Aduanero 2012 (Aduana Chile, 2012), en donde las cocinas pertenecen al código 7321.1910 y los calefactores a leña pertenecían al código 7321.8900 que englobaba a todos los artefactos a combustibles sólidos.

Del año 2017 hasta el 2021 las importaciones se regían por el Arancel Aduanero 2017 (Aduana Chile, 2017), en este documento se segregó al conjunto de artefactos a combustible sólidos en tres: estufas a leña, estufas a pellet y los demás artefactos. Cabe destacar que en este periodo las estufas a leña cambiaron su código arancelario a 7321.8910.

Con los datos del Anexo Y se evalúa la participación de las estufas a leña en relación al conjunto de artefactos a combustible sólidos, para los años 2017 al 2021.

$$\text{Participación de las estufas a leña}_i = \frac{\text{Estufas a leña}_i}{\text{Conjunto de artefactos a combustible sólidos}_i} \quad (1)$$

Una vez estimada la participación de las estufas a leña por año, se calcula su promedio, el cual posee un valor de 0,071317. Posteriormente, se multiplica este factor (0,071317) por la cantidad de artefactos a combustibles sólidos importados de los años 2012 al 2016, para así de manera indirecta obtener la cantidad aproximada de estufas importadas en Chile durante los años 2012 al 2016. Obteniendo de esta manera la siguiente tabla.

**Tabla 3-1 Cantidades importadas de estufas y cocinas a leña de los años 2012 al 2021.**

Artefacto/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Cocinas a leña	7.939	5.885	2.644	6.181	2.447	20.581	6.863	5.354	5.935	25.494
Estufas a leña	4.944	6.819	3.889	2.443	2.135	4.750	5.556	3.906	7.066	3.410
<b>Total equipos a combustión a leña</b>	<b>12.883</b>	<b>12.704</b>	<b>6.533</b>	<b>8.624</b>	<b>4.582</b>	<b>25.331</b>	<b>12.419</b>	<b>9.260</b>	<b>13.001</b>	<b>28.904</b>

Fuente: Elaboración propia.

Debido al fuerte efecto estacional que poseen los equipos a combustión, se presentan grandes fluctuaciones con el paso del tiempo en el total de equipos a combustión a leña importados, por ende

se emplea la metodología de promedios móviles para así de esta manera suavizar el impacto de estas constantes variaciones y evaluar su tendencia en el tiempo.

$$PM = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (2)$$

Donde:

*PM: Promedio móvil.*

*E<sub>i</sub>: Equipos a combustión a leña en el año i.*

*n: número de periodos.*

De la tabla obtenida, se aplica un método causal de proyección, específicamente una regresión lineal para así proyectar el mercado en base a antecedentes cuantitativos históricos, considerando como invariables a todos los demás factores. Para pronosticar la cantidad de importaciones en equipos a combustión forestal natural en los años 2022, 2023 y 2024. Se realiza una regresión lineal utilizando las ecuaciones (3), (4) y (5). La razón por la cual se emplea esta metodología es porque permite predecir el comportamiento de una variable dependiente a partir de otra independiente en el futuro. En el Anexo Z se detalla el cálculo de las variables.

$$y(x) = a + b(x) \quad (3)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (4)$$

$$a = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n} \quad (5)$$

Donde:

*x: variable independiente.*

*y: variable dependiente.*

*b: intersección de la recta con la ordenada.*

*a: pendiente de la recta de regresión.*

*n: número de observaciones.*

### 3.3.2 Ubicación geográfica de la demanda

La demanda de calefactores y cocinas a leña en nuestro país tiene estrecha relación con el clima de la región, mientras mayores temperaturas presentan las regiones, la utilización de calefacción a leña decrece, en cambio en zonas geográficas más frías (zona centro y sur de Chile) la calefacción a leña se sitúa como la principal fuente de calefacción. Por lo cual los esfuerzos de comercialización del producto se deben centrar principalmente en la zona centro-sur del país. Las regiones que más utilizan la estufa para calefaccionar son la Región De Los Lagos y la Región De Aysén Del General Carlos Ibáñez Del Campo. En la Tabla 3-2 se presenta el porcentaje de hogares que se calefaccionan con leña o carbón en Chile, según la encuesta Casen del año 2015.

**Tabla 3-2 Porcentaje de hogares en Chile que se calefaccionan con leña o carbón.**

<b>Unidad territorial</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Chile	30,3
Región De Arica Y Parinacota	0,4
Región De Tarapacá	0,8
Región De Antofagasta	0,8
Región De Atacama	2,4
Región De Coquimbo	5,2
Región De Valparaíso	16,8
Región Metropolitana De Santiago	4,3
Región Del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	47,9
Región Del Maule	64,9
Región Del Biobío	66,8
Región De La Araucanía	84,7
Región De Los Ríos	88,5
Región De Los Lagos	90,9
Región De Aysén Del Gral. Carlos Ibáñez Del Campo	93,8
Región De Magallanes y De La Antártica Chilena	2,2

**Fuente:** (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2022)

La leña no solo es utilizada para la calefacción, sino que también para la cocción de alimentos, las cocinas a leña representan otro potencial mercado para la comercialización del termo cañón. En Chile el porcentaje de hogares que cocinan con leña o carbón se incrementa al acercarse a la zona sur de nuestro país. Las regiones que más utilizan la leña para cocinar son la región de los Ríos y la región de los Lagos con un 41% y 43,2%, respectivamente.

**Tabla 3-3 Porcentaje de hogares que cocinan con leña o carbón.**

<b>Unidad territorial</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Chile	7,6
Región De Arica Y Parinacota	3,5
Región De Tarapacá	1,0
Región De Antofagasta	0,5
Región De Atacama	0,8
Región De Coquimbo	2,1
Región De Valparaíso	0,8
Región Metropolitana De Santiago	0,4
Región Del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	4,1
Región Del Maule	5,8
Región Del Biobío	9,2
Región De La Araucanía	39,1
Región De Los Ríos	41,0
Región De Los Lagos	43,2
Región De Aysén Del Gral. Carlos Ibáñez Del Campo	34,6
Región De Magallanes y De La Antártica Chilena	1,1

**Fuente:** (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2022)

Otro factor que ocasiona que la demanda por estufas o cocinas a leña sea mayor en la zona centro sur, se debe a que el 73,3% de las plantaciones de árboles (forestación y reforestación) se ubican en las regiones del Biobío, Araucanía y Maule (Ministerio de Agricultura, 2020). Por lo cual, las forestales poseen una posición estratégica geográficamente para abastecer de leña tanto a la zona centro y sur de Chile. En el Anexo AA se detalla la superficie total plantada por regiones en Chile durante el año 2020.

### 3.3.3 Proyección de demanda nacional de equipos a combustión

A través de la base de datos del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, específicamente de la encuesta Casen de los años 2013, 2015 y 2017 (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2022) se evalúa el crecimiento de viviendas por año, para este procedimiento se utilizó el software estadístico IBM SPSS Statistics.

Para lograr una adecuada representación de la población nacional, en cada una de las encuestas se pondera la cantidad de encuestados por un factor de expansión regional. Posteriormente se segmenta a la población nacional, para así enfocar el estudio solo en los jefes de hogar, identificando a cada uno

de ellos con su respectiva vivienda. Luego se segregó a la totalidad de viviendas, para focalizarse en casas, dejando de lado a los departamentos y conventillos, ya que estos no ocupan calefacción a leña. De aquí en adelante la palabra vivienda se utilizará como sinónimo de casas. Una vez identificadas las viviendas objetivo se clasifican por región. De esta manera, se estima la cantidad de viviendas por año en Chile.

**Tabla 3-4 Cantidad de viviendas objetivo por región.**

<b>Regiones</b>	<b>Año</b>		
	<b>2013</b>	<b>2015</b>	<b>2017</b>
Región de Tarapacá	73.203	69.934	83.001
Región de Antofagasta	136.996	151.148	160.520
Región de Atacama	75.742	78.676	86.647
Región de Coquimbo	205.821	222.675	239.726
Región de Valparaíso	494.335	491.992	542.475
Región del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	251.794	270.164	284.616
Región del Maule	320.618	324.737	342.666
Región del Biobío	580.031	613.851	631.599
Región de La Araucanía	293.330	298.466	319.141
Región de Los Lagos	260.030	269.202	284.627
Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	32.581	34.218	36.204
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	46.053	49.987	50.589
Región Metropolitana de Santiago	1.591.319	1.616.669	1.599.147
Región de Los Ríos	115.311	112.218	120.710
Región de Arica y Parinacota	47.424	46.363	43.290
Región de Ñuble	-	-	153.727
<b>Total</b>	<b>4.524.588</b>	<b>4.650.300</b>	<b>4.824.958</b>

**Fuente:** Elaboración propia con datos recopilados de (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2022).

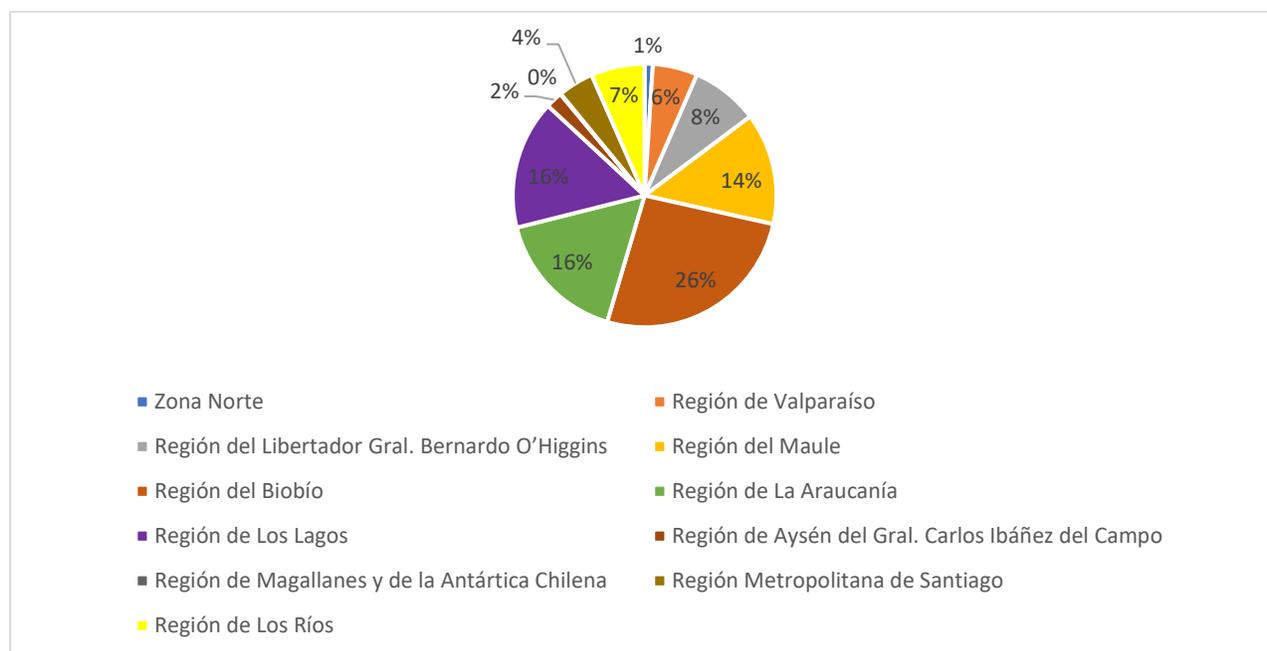
**Nota:** Cabe destacar que la región de Ñuble tiene datos desde el año 2017 en adelante.

Utilizando los porcentajes de la Tabla 3-2 y los valores obtenidos en la Tabla 3-4, se realiza una ponderación regional de estos datos para así obtener la cantidad de viviendas que utilizan estufas a leñas por región, cabe destacar que estos datos consideran como supuesto que la utilización de equipos a combustión forestal por región se mantiene en el tiempo y que el efecto del carbón es despreciable para este análisis. Debido a la falta de datos en la región de Ñuble se optó por unificar ambas regiones en la región del Biobío.

**Tabla 3-5 Cantidad de viviendas que utilizan calefactores a leña por regiones.**

Regiones	Año		
	2013	2015	2017
Región de Tarapacá	578	552	656
Región de Antofagasta	1.151	1.270	1.348
Región de Atacama	1.841	1.912	2.106
Región de Coquimbo	10.785	11.668	12.562
Región de Valparaíso	83.246	82.851	91.353
Región del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	120.685	129.490	136.416
Región del Maule	208.081	210.754	222.390
Región del Biobío	387.577	410.175	422.034
Región de La Araucanía	248.333	252.681	270.185
Región de Los Lagos	236.419	244.758	258.783
Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	30.561	32.096	33.959
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	1.013	1.100	1.113
Región Metropolitana de Santiago	67.631	68.708	67.964
Región de Los Ríos	101.993	99.257	106.768
Región de Arica y Parinacota	185	181	169
<b>Total</b>	<b>1.500.078</b>	<b>1.547.455</b>	<b>1.627.806</b>

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3-1 Demanda promedio de estufas a leña por región de Chile.**

Fuente: Elaboración propia.

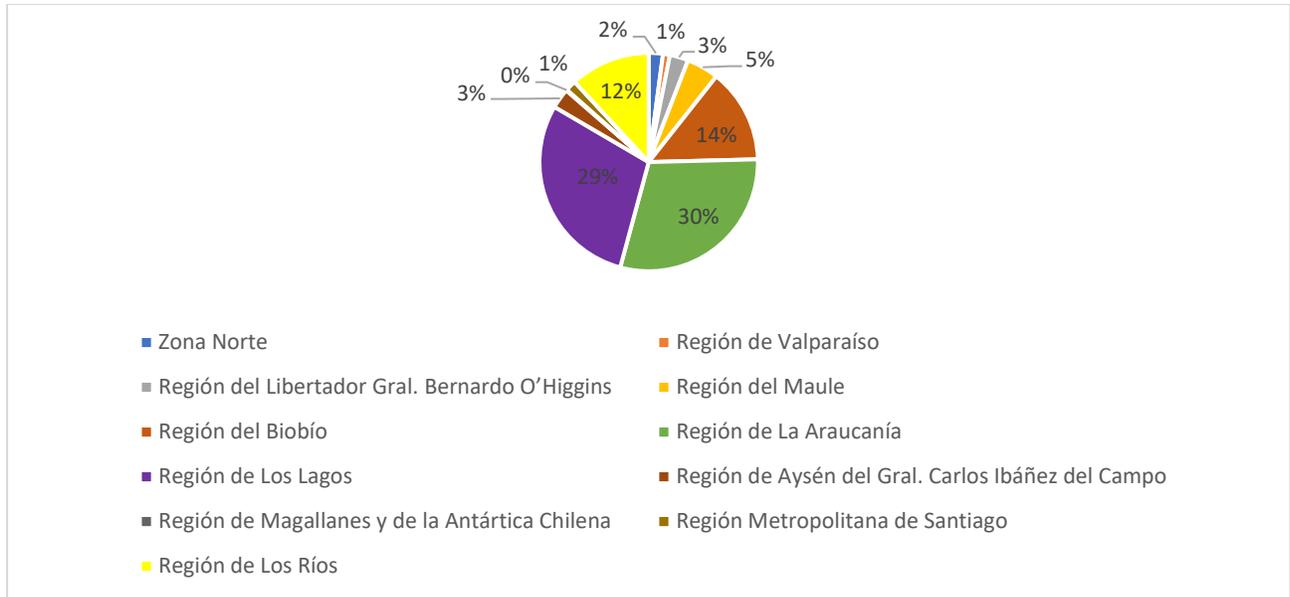
De la Figura 3-1, se destaca que la demanda de estufas a leña es mayor en las regiones centro sur del país, específicamente en la región del Biobío con un 26%, la región de los Lagos y la Araucanía con un 16% y la región del Maule con un 14%. Es por esto que la octava región se sitúa como un punto estratégico para la comercialización del dispositivo.

Utilizando los porcentajes de la Tabla 3-3 y los valores obtenidos en la Tabla 3-4, se realiza una ponderación regional de estos datos para así obtener la cantidad de viviendas que utilizan cocinas a leñas por región.

**Tabla 3-6 Cantidad de viviendas que utilizan cocinas a leña por regiones.**

<b>Regiones</b>	<b>Año</b>		
	<b>2013</b>	<b>2015</b>	<b>2017</b>
Región de Tarapacá	732	699	830
Región de Antofagasta	685	756	803
Región de Atacama	606	629	693
Región de Coquimbo	4.322	4.676	5.034
Región de Valparaíso	3.955	3.936	4.340
Región del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	10.324	11.077	11.669
Región del Maule	18.596	18.835	19.875
Región del Biobío	53.363	56.474	58.107
Región de La Araucanía	114.692	116.700	124.784
Región de Los Lagos	112.333	116.295	122.959
Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	11.273	11.839	12.527
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	507	550	556
Región Metropolitana de Santiago	6.365	6.467	6.397
Región de Los Ríos	47.278	46.009	49.491
Región de Arica y Parinacota	1.660	1.623	1.515
<b>Total</b>	<b>386.689</b>	<b>396.566</b>	<b>419.580</b>

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 3-2 Demanda promedio de cocinas a leña por región de Chile.**

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Figura 3-2 se destaca que alrededor del 60% de la demanda de cocinas a leña se sitúa en la región de la Araucanía y de los Lagos. Es preciso destacar que las cocinas a leña poseen mayor aceptación en la zona sur de Chile.

Como las encuestas de Casen se realizan cada 2 años, no existe información en los años 2014 y 2016 para las viviendas que se calefaccionan o cocinan con leña, por lo cual mediante un proceso de interpolación se calculan sus valores. La ecuación (6) se utiliza para su cálculo. En el Anexo BB se detalla el cálculo para cada uno de los casos.

$$CV_i = (CV_{i+1} - CV_{i-1}) * (1 - x) + CV_{i-1} \quad (6)$$

*CV<sub>i</sub>*: Cantidad de viviendas en el año *i*.

*x*: Factor de crecimiento.

Los datos generados se agrupan en la Tabla 4-6, con estos datos y la utilización de la ecuación (7) se calcula la cantidad de viviendas nuevas para cada uno de los casos.

$$VN_i = CV_i - CV_{i-1} \quad (7)$$

*VN<sub>i</sub>*: Cantidad de vivienda nuevas en el año *i*.

$CV_i$ : Cantidad de viviendas en el año  $i$ .

Los resultados luego de aplicar la ecuación (7) se agrupan en la Tabla 4-7, y utilizando estos datos se proyecta la cantidad de viviendas nuevas, viviendas nuevas que usan estufas a leña y viviendas nuevas que usan cocinas a leña para los años 2021, 2022, 2023 y 2024, aplicando un modelo de regresión lineal para cada uno de los casos. Para estos se utilizan las ecuaciones (3), (4) y (5), mientras que la demanda proyectada proviene de la suma de viviendas nuevas que usan cocinas y calefactores a leña.

### 3.3.4 Análisis de la Producción Nacional proyectada

Debido a la dificultad de estimar la producción nacional de estufas y cocinas a leña, se optó por calcularla a través de un método inverso, a través de la diferencia entre demanda e importaciones proyectadas y así obtener la producción nacional de equipos a combustión. La ecuación (8) considera que la oferta es igual a la demanda en el punto de equilibrio donde los demandantes quieren comprar las mismas unidades que los oferentes están dispuestos a fabricar. Los oferentes de productos en Chile son agentes externos al país, importaciones, como también agentes internos (producción nacional) y estos como conjunto abastecen la demanda de calefactores y cocinas a leña.

$$\text{Oferta} = \text{Demanda} \quad (8)$$

$$\text{Importaciones} + \text{Producción Nacional} = \text{Demanda} \quad (9)$$

$$\text{Producción Nacional} = \text{Demanda} - \text{Importaciones} \quad (10)$$

## 3.4 Estudio económico

### 3.4.1 Horizonte de evaluación

El horizonte de evaluación económica para la producción y comercialización del dispositivo es de 5 años, debido a su carácter tecnológico y a la posible entrada de nuevos competidores. Como la tecnología avanza día a día, se genera incertidumbre de cómo se sostendrá el proyecto en el tiempo debido al posible ingreso de nuevos competidores, por lo cual es de importancia realizar una proyección a mediano plazo que considere ese riesgo.

### 3.4.2 Tamaño del proyecto

El tamaño de proyecto al cabo de 5 años se calcula multiplicando el crecimiento de demanda para cada escenario por el horizonte de evaluación de 5 años. Por ende para el caso pesimista el crecimiento de demanda es de un 2% y se multiplica por los 5 años de estudio, el caso realista proviene de

multiplicar 3% de crecimiento por los 5 años y por último el caso optimista proviene de multiplicar el 5% de crecimiento anual por 5 años.

#### 3.4.3 Metodología flujo de caja

Para la construcción del flujo de caja, se utilizaron los datos obtenidos en el estudio técnico específicamente de la demanda proyectada del dispositivo. Para evaluar la demanda por año se utiliza el promedio de demanda proyectada para los años 2022, 2023 y 2024. De esta manera la demanda proyectada de termo cañón en promedio es de 16.668. De esta manera se plantearon 3 escenarios diferentes, el primero de ellos corresponde al escenario pesimista donde la demanda promedio proyectada tiene un crecimiento de 2% por año, el escenario realista que considera un crecimiento del 3% anual y el escenario optimista considera un 5% de crecimiento anual. Se considera como supuesto que la inflación no afecta a la demanda del dispositivo.

#### 3.4.4 Ingreso por venta

Para calcular el ingreso por venta anual, se multiplica la cantidad demandada anual para cada escenario por el precio de venta del producto el cual se fijó en \$680.000, cabe resaltar que el precio se mantiene constante para cada uno de los escenarios. El precio mínimo que puede tener el dispositivo es cuando no obtiene ganancias ni pérdidas en la comercialización del producto. Para calcular esto es necesario construir el flujo de caja del proyecto y mediante la utilización de un Solver de Excel, estimar el precio mínimo que cumple la condición antes mencionada. De esta manera se estipula el precio del dispositivo levemente superior al precio mínimo del caso realista.

#### 3.4.5 Inversiones del proyecto

Para estimar las inversiones del proyecto se investigo acerca del proceso productivo de grandes empresas dedicadas a la construcción de calefactores, cocinas y termo cañones como lo son Amesti y Alcazar. Para analizar las maquinarias de soldadura se consultó a soldadores especialistas en MIG y TIC con más de 30 años de trayectoria.

Luego en base a la cantidad de demanda del producto innovador por año más las investigaciones de campo, se estima la cantidad de maquinaria y equipos necesarios para la fabricación en masa del termo cañón. Posteriormente se investiga en el mercado inmobiliario una propiedad adecuada para almacenar toda la maquinaria, personal, equipamiento, mobiliario y productos requeridos para la puesta en marcha del proyecto.

Para calcular la depreciación de las maquinarias y el mobiliario se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Costo total}}{\text{Años de vida útil}} \quad (11)$$

Cabe destacar que los años de vida útil de las maquinaria y mobiliarios fueron extraídos del Servicio de impuestos internos (SII, 2022) y el costo de cada bien fue cotizado vía internet.

Para calcular el valor residual se utiliza la ecuación (12), considerando un horizonte de evaluación de 5 años.

$$\begin{aligned} \text{Valor residual o valor libro} & \quad (12) \\ & = \text{Costo Total} - \text{Horizonte de evaluación} * \text{Depreciación anual} \end{aligned}$$

#### 3.4.6 Costos Fijos

En base a la cantidad de demanda por año, se investigó los sueldos actuales en el mercado laboral y la cantidad de trabajadores requerido para cada puesto de trabajo, entre estos destacan soldadores MIG, maestros de primera, técnico en electricidad o electrónica, chofer de camión, contador y un gerente de local. Cabe destacar que ante periodos de alta demanda se considera favorable la contratación de personal honorario por un tiempo definido.

También se incluyó en este análisis el costo del arriendo del taller que se recopiló de la página web económicos (Económicos, 2022). Los costos de energía se estimaron, de acuerdo con las maquinarias que más consumen energía en la fabricación del producto, su cálculo se encuentra en el Anexo CC. El gasto destinado para el consumo de agua en el local no debe considerar un valor superior a \$30.000, ya que el taller no cuenta con duchas para los trabajadores, solo con inodoro y lavamanos.

Los costos derivados de los canales de comunicación con los clientes se recopilaron de información disponible en la web, el plan de celular se obtuvo de la empresa Entel (Entel, 2022), la mantención de la página web en la firma neuroclick (Neuroclick, 2022), el plan de internet y telefonía en Telsur (Telsur, 2022) y la publicidad en conjunto con marketing digital considera el pago a personas de influencia, más anuncios digitales por múltiples plataformas.

### 3.4.7 Costos Variables

Para estimar la cantidad de material a utilizarse en la fabricación del dispositivo, específicamente en la parte metal mecánica, se analizaron los planos del prototipo 2 (Anexo DD), los cuales permitieron cuantificar los requerimientos de material en base a la superficie que utilizan por el espesor requerido para cada parte del producto.

Para estimar los requerimientos de material en la parte eléctrica del termo cañón se sostuvieron conversaciones con el Gerente General de MPzero, Eduardo Burboa, quien además fabricó el filtro de precipitación electrostática. También se entrevistó a Felipe Cabezas (Anexo EE), gerente de administración y finanzas de MPzero con la finalidad de conocer de cerca el funcionamiento del filtro, sus partes y costo económico. Finalmente, los costos de embalaje se investigaron en internet, para la caja de cartón se cotizo en la página “Fabricajas” (Fabricajas, 2022) y los demás implementos en la empresa Sodimac.

### 3.4.8 Tasa de descuento

El cálculo de la tasa de descuento del proyecto se utiliza el modelo de valoración de activos financieros CAPM (Capital Asset Pricing Model), donde se estima la rentabilidad esperada según el riesgo sistemático asociado al tipo de proyecto. La ecuación (13) se utiliza para su cálculo.

$$T_d = R_f + (E(R_m) - R_f) * \beta \quad (13)$$

*R<sub>f</sub>*: Rendimiento del activo libre.

*E(R<sub>m</sub>)*: Rendimiento esperado del mercado.

*β*: Riesgo sistemático del proyecto.

*T<sub>d</sub>*: Tasa de descuento nominal.

Es preciso mencionar que la tasa de descuento nominal fue transformada a tasa real considerando el efecto de la inflación. Sin embargo, debido al alza sostenida de este indicador en actualidad los valores de la tasa de descuento real serían menores que cero.

### 3.4.9 Indicadores financieros

*Valor actual neto*

El valor actual neto es un criterio de inversión, define si el proyecto es o no rentable. La siguiente ecuación se aplicó utilizando la función de Excel VNA.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FCN_t}{(1+i)^t} \quad (14)$$

Donde:

$I_0$ : Inversión inicial.

$FCN_t$ : Flujo de caja neto para el periodo  $t$ .

$i$ : Tasa de descuento.

$n$ : número de periodos de tiempo.

*Tasa interna de retorno*

La tasa interna de retorno (TIR) corresponde a la rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión. La siguiente ecuación se aplicó utilizando la función TIR de Excel.

$$TIR = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FCN_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (15)$$

Donde:

$I_0$ : Inversión inicial.

$FCN_t$ : Flujo de caja neto para el periodo  $t$ .

$i$ : Tasa de descuento.

$n$ : número de periodos de tiempo.

## Capítulo 4 : Resultados.

### 4.1 Análisis FODA

A continuación, se presenta un cuadro resumen del análisis FODA para alternativa de desarrollo y comercialización del dispositivo para mejorar el desempeño ambiental de las cocinas y equipos que utilizan leña y sus derivados:

**Tabla 4-1 Análisis FODA.**

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Pioneros en comercializar un termo cañón con un filtro electrostático incluido.</li><li>- Bajo costo de producción.</li><li>- Equipo profesional con experiencia.</li><li>- Garantías en el servicio postventa.</li><li>- Conciencia medio ambiental.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Posibilidad de adaptación a futuras tecnologías.</li><li>- Establecer alianzas estratégicas.</li><li>- Nuevas leyes medio ambientales.</li><li>- Avance del cambio climático.</li><li>- Nueva constitución.</li></ul>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Poca aceptación en la gente de mayor edad.</li><li>- Costo eléctrico adicional.</li><li>- Dirigido principalmente a clase media- alta.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Incertidumbre por panorama político inestable.</li><li>- Entrada de nuevos competidores.</li><li>- Inflación mundial.</li><li>- Guerra entre Rusia y Ucrania.</li></ul>

**Fuente: Elaboración propia.**

La conciencia medio ambiental implica una fortaleza ya que el dispositivo permite ahorrar leña en el proceso de calefacción y también reducir la contaminación en los equipos a combustión.

El avance del cambio climático se considera como una oportunidad ya que debido a esta problemática se ha logrado congregarse a diversas naciones permitiendo así contribuir al flujo de información ambiental entre países lo cual podría beneficiar la comercialización del dispositivo en el extranjero.

### 4.2 Análisis PESTEL

#### *Político*

El gobierno actual se interesa en gran medida por temas ambientales, esto se demostró cuando el presidente firmó el Acuerdo de Escazú, un tratado internacional ratificado por 24 países de América Latina y el Caribe que pretende asegurar y proteger los derechos fundamentales del medio ambiente, así como los derechos humanos de defensoras y defensores en la materia (Ministerio Secretaría

General de Gobierno, 2022). De esta manera el futuro de Chile, en estos 4 años de Gobierno del presidente Gabriel Boric, se considera propicio para la introducción del termo cañón sustentable.

Los Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA), son instrumentos de gestión ambiental controlada por el Ministerio del Medio Ambiente, el cual tiene por finalidad reducir los niveles de contaminación del aire, con el objetivo de resguardar la salud de la población (Ministerio del Medio Ambiente, 2011).

El Programa de Calefacción Sustentable es un programa ambiental destinado a reducir emisiones producidas por la leña, para así disminuir los altos niveles de contaminación por MP<sub>2.5</sub>. En tal sentido, el recambio de calefactores junto con el mejoramiento de las viviendas es la principal medida de reducción de emisiones que se incorpora en los PPDA (Ministerio del Medio Ambiente, 2011). En la actualidad en Chile están vigentes 15 PPDA:

- Plan de Descontaminación para la ciudad de Tocopilla y su zona circundante.
- Plan de Prevención Atmosférica para la localidad de Huasco y su zona circundante.
- Plan de Descontaminación Atmosférica para la localidad de Andacollo y sectores aledaños.
- Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví
- Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana.
- Plan de Descontaminación Atmosférica para el Valle Central de la Región de O'Higgins.
- Plan de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Talca y Maule.
- Plan de Descontaminación Atmosférica para el Valle Central de la Provincia de Curicó.
- Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Chillán y Chillán viejo.
- Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano.
- Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles.
- Plan de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Temuco y Padre Las Casas.
- Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Valdivia.
- Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno.
- Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Coyhaique y su zona circundante.

En la búsqueda de potenciales clientes, el dispositivo se debe enfocar en las ciudades más contaminadas, para así captar la atención de los consumidores institucionales y empresariales.

### *Económico*

Chile y el mundo están atravesando un difícil momento económico, las cadenas de distribución global aun no logran recuperarse de las repercusiones de la pandemia del COVID-19 y también de las políticas de tolerancia cero (cero contagios por COVID-19) impuestas en China (Banco Central Chile, 2022).

La invasión de Rusia a Ucrania provocó un shock en los precios de las materias primas causando un alza sostenida en el petróleo, los productos agrícolas y los metales. Estos dos importantes sucesos mundiales han provocado que en Chile la inflación siga aumentando, en el primer trimestre del año 2022 la inflación alcanzó un 8,3 % anual. Según la proyección del banco central en la última parte de este año la inflación comenzará a converger a la meta de 3%, cifra que se alcanzará dentro del horizonte de dos años (Banco Central Chile, 2022). Los principales efectos de la inflación repercuten directamente en las familias y en la liquidez que estas poseen, lo cual significa un problema para la correcta comercialización del termo cañón.

En la actualidad en Chile a causa de la baja sostenida en los casos COVID-19 por día, se ha permitido la reapertura de casi la totalidad de los negocios, reactivando la economía y la vida en sociedad. Considerando la conjugación de estos sucesos, la tasa de desocupación en Chile durante el trimestre móvil de noviembre 2021-enero de 2022 alcanzo un 7,3% (INE). La cifra significó un descenso de 2,9 puntos porcentuales en doce meses. (INE, 2022).

### *Social*

La sociedad chilena empobreció durante la pandemia, según la encuesta CASEN aplicada entre octubre de 2020 y febrero de 2021, la población en situación de pobreza subió a 10,8%, un aumento de 2,2 puntos frente a la medición precedente en el año 2017. Si en ese entonces la cantidad de personas pobres fue de 1.528.284, la última medición la ubico en 2.112.185 (Diario Financiero, 2022).

Debido al aumento de pobreza durante la pandemia, el gobierno opto por aceptar 3 retiros de fondos de la AFP. Un gran porcentaje de personas destino parte de estos ahorros como “pie” para la compra de una nueva vivienda.

Los extranjeros aumentaron de 305.000 en el 2010 (lo que correspondía al 1,8% de la población total chilena) a casi 1.500.000 personas en 2020 (7,5% de la población chilena), según la organización Servicio Jesuita a Migrantes (SJM). Esto sin considerar el ingreso de personas por pasos no habilitados, que en el año 2020 fueron alrededor de 17.000 extranjeros (BBC, 2021) . De esta manera se presenta un escenario de crecimiento de población, lo cual podría aumentar el mercado de potenciales clientes, si es que los inmigrante pertenecen a una clase media-alta.

### *Tecnológico*

En materia de calefacción inteligente se suman al mercado calefactores principalmente eléctricos con la capacidad de ser programables vía wifi mediante un smartphone, para así al momento de llegar al hogar, no malgastar tiempo en esperar que la casa se tempere a una temperatura agradable.

En la actualidad existe una nueva forma de construir llamada Passivhaus que se sustenta bajo 5 principios, un aislamiento térmico excelente, ventanas y puertas de altas prestaciones, ausencia de puentes térmicos, hermeticidad al aire y ventilación mecánica con recuperación de calor (Instituto Passivhaus, 2022). Cabe destacar que en un desafío de aislación térmica realizado en Chile (Ice box challenge) que consistía en preservar un bloque de hielo por más tiempo, Passivhaus resulto casi tres veces más eficiente que su competencia, siendo el material principal de aislación la lana de oveja de la Patagonia (Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile, 2021).

### *Ecológico*

En la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, se establecen como metas aumentar la cooperación internacional a fin de facilitar el acceso a la investigación y las tecnologías energéticas no contaminantes, mejorar la eficiencia energética de fuentes de energía renovable y generar tecnologías menos contaminantes (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2022).

En el Pacto Climático de Glasgow cumbre COP26, los líderes de más de 100 países, que representan casi el 85% de los bosques del mundo, prometieron frenar la deforestación para el año 2030 y de esta manera frenar el calentamiento de la Tierra (BBC, 2021). El proyecto se beneficia con este pacto, ya que al frenar la deforestación se incrementa la zona forestal por ende crece la disponibilidad de leña.

## Legal

La ley 20.586 regula la certificación de los artefactos para combustión de leña y otros productos dendroenergéticos, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) son los encargados de acreditar que los artefactos cumplen con las especificaciones de seguridad, eficiencia energética y/o calidades establecidas y no constituyen peligro para las personas.

La ley 19.300 es una normativa ambiental chilena a la cual deben someterse los proyectos de inversión y/o actividades productivas con el fin de determinar los efectos reales que se tendrán sobre el medio ambiente. Con esto se intenta evitar daños ecológicos y establecer responsables cuando se produzca algún perjuicio al ambiente (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2021).

La ley de Responsabilidad Extendida del Productor (ley N°20.920), promueve la disminución en la generación de residuos y fomento del reciclaje, para ello la ley responsabiliza a los productores e importadores a financiar una correcta gestión de los residuos que generan los productos que son comercializados en el mercado nacional sean estos importados o de fabricación nacional (Ley REP, 2022). Para el caso particular del producto a comercializar se deberá tener un plan de acción para gestionar los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos utilizados.

**Tabla 4-2 Cuadro resumen análisis PESTEL.**

<b>PESTEL</b>	<b>Principales Características</b>
Político	Acuerdo de Escazú 3 PPDA vigentes
Económico	Cadenas de distribución mundial afectadas Políticas de Tolerancia cero en China (contagios COVID) Aumento de la Inflación Disminución de la tasa de desocupación
Social	Sociedad Chilena empobreció en pandemia Compra de nuevas viviendas post retiro AFP Aumento de población inmigrante en Chile
Tecnológico	Calefacción inteligente y programable Innovaciones en aislación térmica
Ecológico	Agenda 2030 para el desarrollo sostenible Pacto Climático de Glasgow
Legal	Ley 20.586, certificación de productos dendroenergéticos Ley 19.300, determina los efectos que tienen los proyectos en el ambiente Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (ley N°20.920)

**Fuente: Elaboración propia.**

### 4.3 Análisis de las fuerzas de Porter

Debido a la naturaleza del dispositivo, su comercialización estará sujeta a la compra de equipos a leña y sus derivados. Esto se debe a que el producto innovador es un complemento de las cocinas y estufas a leña. Además, la leña a su vez es un producto complementario de los artefactos a combustión.

Para comprender de mejor manera el mercado de calefacción sustentable a biomasa forestal, tenemos que entender que son dos mercados diferentes unificados, por un lado, tenemos la calefacción a biomasa forestal que incluye a equipos a combustión, donde la necesidad base de estos es calefaccionar, en cambio el termino sustentable hace referencia a dispositivos que mejoran la eficiencia térmica y retienen MP en calefactores a biomasa forestal, por lo cual estamos en presencia de un nuevo mercado. Cabe destacar que la calefacción sustentable ya existía en mercados de calefactores a electricidad y en combustibles fósiles, pero no en calefactores a biomasa forestal.

#### *El poder de negociación de los clientes- Alto*

Inmersos solo en el mercado de calefactores sustentables el poder de negociación de los clientes es alto, ya que existen innumerables sustitutos en calefactores eléctricos y a combustibles fósiles. El consumidor es sensible al precio del artefacto y a su complemento (leña), ante una subida de precios de uno de estos, el cliente optará por comprar un sustituto más económico, perjudicando por efecto domino al producto innovador. La compra de un calefactor siempre se analiza a largo plazo, porque se considera un bien duradero, ya que su vida útil es extensa.

#### *El poder de negociación de los proveedores-Alto*

Los materiales necesarios para la fabricación de termo cañones y dispositivos son altamente demandados globalmente, el material más utilizado es el acero y posee una importancia para innumerables negocios y mercados, por lo cual su precio se reajusta según la producción, competidores y múltiples factores externos e internos de las siderúrgicas. El principal productor de acero mundial es China, posee el 57% de la producción de acero mundial (2020) y el 56% de la demanda mundial de acero terminado (Anexo FF), por lo cual posee un poder hegemónico en el precio. Cabe destacar que China posee los costos de producción más bajos del mundo, debido a su estrategia de economías de escala, por lo cual su precio de mercado tiende a ser más económico que el de sus competidores (Ministerio de Minería, 2021).

Los suministros electrónicos y eléctricos están compuestos principalmente de cobre. Chile es el principal productor de cobre del mundo, con un 28% de participación mundial, sin embargo los países Asiáticos se encargan de procesar este metal para transformarlo en productos terminados, por ende el precio final de estos artefactos queda sujeto a potencias asiáticas como China, Japón y Corea del Sur.

#### *La amenaza que implica la entrada de nuevos competidores-Mediana*

Al ser un producto único en el mercado (calefacción sustentable a biomasa forestal), la entrada de nuevos competidores al área implicaría repartir los clientes del mercado. Sin embargo, si se analiza del punto de vista de calefacción sustentable, sin referirse a la biomasa forestal, la incorporación de nuevos competidores no significaría gran amenaza porque ya existen productos diferenciado en este comercio.

#### *La amenaza de sustitutos-Mediana*

Si bien ante grandes variaciones del precio del producto o de su complemento (leña) la amenaza de sustitutos es alta. Sin embargo, ante pequeñas variaciones entre sustitutos la elección queda sujeta a la diferenciación que estos generan, en el caso de los termo cañones su distinción se enfoca en calentar agua para uso sanitario y ahorrar en gas y/o electricidad.

#### *La rivalidad entre los competidores existentes- Baja*

Como es un mercado emergente no existen competidores en esta área. Sin embargo, analizándolo del punto de vista de calefacción sustentable la rivalidad es alta, donde las características diferenciadoras son esenciales para discernir la compra de estos artículos.

### 4.4 Estrategia comercial

#### *Producto*

Es un termo cañón que retiene el material particulado generado por la combustión. Las necesidades que satisface este producto son emitir más calor al ambiente con menos combustible proporcionándole a los consumidores confort, bienestar, tranquilidad y satisfacción. Las características diferenciadoras del producto se enfocan en la capacidad de retención de material particulado gracias a que el cañón posee un filtro de precipitación electrostática que a su vez contribuye a mejorar la eficiencia térmica de la estufa, los beneficios de este dispositivo se traducen en 22% de ahorro en el consumo de leña.

Cabe destacar que, este artefacto es consciente con el medio ambiente ya que permite reducir hasta un 90% de las emisiones de material particulado fino. El filtro de precipitación electrostática posee un sistema de aislación integrado por soluciones de cerámica, PTFE (Teflón puro), y goma para alto voltaje, esto hace que el único componente energizado sea el electrodo en el centro de la chimenea. Este artefacto es pionero en el mercado de calefacción sustentable y pretende hacer de la calefacción a leña un proyecto viable y sostenible a futuro.

### *Precio*

El precio mínimo que puede tener el dispositivo es cuando no obtiene ganancias ni pérdidas en la comercialización del producto. Para calcular esto es necesario construir el flujo de caja del proyecto y mediante la utilización de un Solver de Excel, estimar el precio mínimo que cumple la condición antes mencionada.

**Tabla 4-3 Precios mínimo de venta del termo cañón en diferentes escenarios.**

<b>Escenario</b>	<b>VAN 7,8%</b>
Pesimista	\$734.455
Realista	\$670.396
Optimista	\$615.808

**Fuente: Elaboración propia.**

Al enfocarse en el caso realista el termo cañón debe tener un valor superior a \$670.396 para obtener ganancias a una tasa de descuento de 7,8% nominal.

### *Plaza*

El termo cañón mejorado podría tener su plaza principal vía e-commerce (con despacho a domicilio), de esta manera se da la posibilidad a los clientes de apreciar el producto vía web y permite comparar en tiempo real todas las características que posee el dispositivo. Algunas de las ventajas de vender productos vía internet son tener un negocio abierto las 24 horas del día, se ahorran gastos de administración y es más cómodo para los clientes. El envío del producto se puede tardar hasta un mes dependiendo de la demanda imperante, de esta manera se recomienda tener un exceso de stock en inventario debido a que el producto no se devalúa rápidamente.

Es fundamental para generar mayor impacto en la población, lograr alianzas estratégicas con grandes multitiendas tales como Sodimac, Easy, Falabella, Líder y/o Paris, para que estas sirvan de plaza para

la comercialización en masa del producto. Cabe resaltar que el precio del dispositivo no considera el porcentaje en venta que obtienen las multitiendas por el hecho de servir como plaza.

### *Promoción*

La promoción del dispositivo se realiza a través de marketing digital, priorizando en una etapa inicial redes sociales tales como Tiktok, Twitter, Facebook e Instagram de esta manera se pretende impactar a la ciudadanía (principalmente adultos jóvenes) de los beneficios que genera el sistema sustentable en su conjunto. Posteriormente es deseable promocionar el dispositivo a través de la radio y la televisión, ya que son medios altamente preferidos por adultos.

Luego de captar la atención del público proviene la segunda etapa, captar la atención de los empresarios, participando en ferias científicas e innovadoras para que evidencien de cerca la funcionalidad del producto. En estas ferias es de vital importancia lograr la atención de los medios de comunicación masiva tales como la televisión, la radio y/o periódico. Con esto se genera una atracción, para que reconocidas multitiendas deseen servir de plaza para la comercialización del producto.

### 4.5 Resultados proyección de importaciones

Al aplicar promedios móviles se obtiene la siguiente proyección de equipos de combustión a leña.

**Tabla 4-4 Promedio móvil de equipos a combustión.**

<b>Año</b>	<b>Importaciones</b>	<b>Promedio móvil</b>
2012	12.883	-
2013	12.704	-
2014	6.533	10.186
2015	8.624	8.111
2016	4.582	11.268
2017	25.331	12.739
2018	12.419	12.898
2019	9.260	15.003
2020	13.001	15.896
2021	28.904	-

**Fuente: Elaboración propia.**

Luego con los datos generados, se realiza la proyección de los promedios móviles de los equipos a combustión a leña (estufas y cocinas a leña). Presentando una tendencia incremental.

**Tabla 4-5 Proyección de importaciones de equipos a combustión.**

<b>Año</b>	<b>Cantidad proyectada</b>
2022	17.969
2023	19.109
2024	20.250

**Fuente: Elaboración propia.**

Es preciso mencionar que el coeficiente de determinación ( $r^2$ ), aumento considerablemente al aplicar un suavizamiento de la curva por medio de los promedios móviles llegando a un valor de 0,79, lo cual sostiene la confiabilidad de la proyección.

Del Anexo GG se puede desprender que las importaciones de cocinas a leña se realizan en mayor magnitud cada 4 años, y por lo general en los meses de marzo o abril, para así tener un stock en inventario debido a que estos artefactos no se devalúan rápidamente. En cambio, el mercado de estufas a leña presenta importaciones de mil a dos mil unidades cada 5 meses, con especial énfasis en el mes de mayo.

#### 4.6 Resultados Encuesta Calefacción Residencial

Con el objetivo de analizar la disposición a pagar por calefacción, se realizó una encuesta a más de 270 personas, obteniendo que un 83,7% de los encuestados afirma que el presupuesto que destinan a la compra de calefactores es menor a \$600.000, y tan solo un 16,3% de los individuos está dispuesto a comprar un artefacto entre \$600.000 a \$1.500.000 pesos.

Al consultar por el consumo mensual en combustibles el 75,9% de los encuestados, sostiene que el gasto mensual destinado a la compra de combustibles y/o energía es menor a \$60.000. Según la encuesta, los factores principales que se toman en cuenta al momento de comprar un calefactor son el precio (70,7%), la seguridad (60,7%), capacidad calorífica (60,7%) y el consumo de este (55,2%).

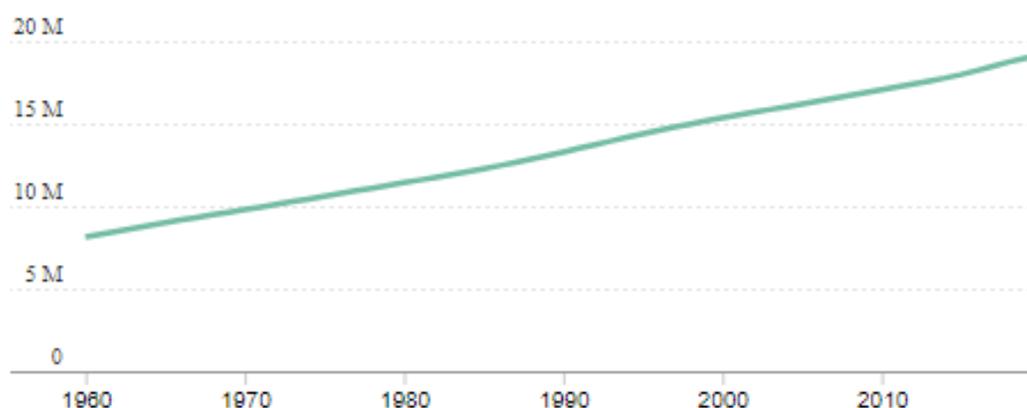
El 51,5% de los encuestados afirman utilizar leña para calefaccionar su hogar. Se logra apreciar una clara preferencia de la calefacción a leña por encima de las demás alternativas de calefacción.

Uno de los factores que provoca un aumento en la contaminación atmosférica es el mal estado de los calefactores, a causa de la falta de mantención de estos, en la encuesta se verifico que solo un 55,2% de los encuestados afirma realizar una mantención periódica al calefactor.

El calefactor no tan solo tiene funciones involucradas con calentar o enfriar ambientes sino también permite complementar otras actividades tales como secar ropa, cocinar y/o calentar agua sanitaria. Alrededor de 200 personas sostiene utilizar su calefactor para más de una actividad. El producto a comercializar permite suplir estas tres actividades, evidenciando la versatilidad y funcionalidad del artefacto. En el Anexo HH se encuentra el detalle de las respuestas de la encuesta.

#### 4.7 Proyección de la demanda de dispositivos

Según la metodología utilizada, la cantidad de casas que utilizan calefactores y cocinas a leñas en Chile se incrementa con el paso del tiempo, uno de los factores más importantes que sostiene este aumento, se debe al crecimiento sostenido de la población en los últimos años.



**Figura 4-1 Población de Chile por años.**

Fuente: (The World Bank, 2022)

**Tabla 4-6 Cantidad de viviendas por año que utilizan estufas y cocinas a leña en Chile.**

Año	Viviendas	Cantidad de viviendas que usan calefactores a leña	Cantidad de viviendas que usan cocinas a leña
2013	4.524.588	1.500.078	386.689
2014	4.581.158	1.521.398	391.134
2015	4.650.300	1.547.455	396.566
2016	4.728.896	1.583.613	406.922
2017	4.824.958	1.627.806	419.580

Fuente: Elaboración propia.

De los datos generados en Tabla 4-6, es de relevancia distinguir las viviendas nuevas por año para así identificar al mercado potencial más importante para la comercialización del dispositivo.

**Tabla 4-7 Cantidad de viviendas nuevas por año que utilizan estufas y cocinas a leña en Chile.**

<b>Año</b>	<b>Viviendas nuevas</b>	<b>Viviendas nuevas que usan calefactores a leña</b>	<b>Viviendas nuevas que usan cocinas a leña</b>
2014	56.570	21.320	4.445
2015	69.142	26.057	5.432
2016	78.596	36.158	10.356
2017	96.062	44.193	12.658

**Fuente: Elaboración propia.**

Con datos de la Tabla 4-7, se realizó una regresión lineal para predecir la demanda futura de los equipos a combustión de interés, considerando la cantidad de viviendas nuevas que podría adquirir un equipo a leña más el dispositivo, obteniendo los siguientes datos:

**Tabla 4-8 Cantidad de viviendas proyectadas que utilizan estufas y cocinas a leña en Chile.**

<b>Año</b>	<b>Viviendas nuevas</b>	<b>Viviendas nuevas que utilizarían calefactores a leña</b>	<b>Viviendas nuevas que utilizarían cocinas a leña</b>
2021	145.453	75.228	24.482
2022	158.246	83.101	27.439
2023	171.039	90.973	30.395
2024	183.832	98.845	33.351

**Fuente: Elaboración propia.**

La confiabilidad de la proyección para viviendas nuevas es de un 98,5 %, para las viviendas nuevas que utilizan calefactores a leña es 98,3% mientras que para las viviendas nuevas que utilizan cocinas a leña es 94,4%. En el Anexo II se muestran las gráficas de la regresión lineal para cada uno de los casos.

La demanda proyectada se compone de las viviendas nuevas que usan tanto calefactores como cocinas a leña. Se analiza su efecto para los años 2022, 2023 y 2024.

**Tabla 4-9 Demanda proyectada de estufas y cocinas a leña.**

<b>Año</b>	<b>Viviendas nuevas que utilizarían calefactores a leña</b>	<b>Viviendas nuevas que utilizarían cocinas a leña</b>	<b>Demanda proyectada</b>
	<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3) = (1) + (2)</b>
2022	83.101	27.439	110.540
2023	90.973	30.395	121.368
2024	98.845	33.351	132.196

**Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.8 Resultados de la Producción nacional proyectada

La producción nacional proyectada de equipos a combustión proviene de la diferencia entre demanda proyectada e importaciones proyectadas.

**Tabla 4-10 Producción Nacional proyectada de equipos a combustión.**

<b>Año</b>	<b>Demanda proyectada (1)</b>	<b>Importaciones proyectadas (2)</b>	<b>Producción Nacional proyectada (3) = (1) - (2)</b>
2022	110.540	17.969	92.571
2023	121.368	19.109	102.259
2024	132.196	20.250	111.946

**Fuente: Elaboración propia. Nota: (1) Considera a las cocinas y calefactores a leña como conjunto.**

#### 4.9 Demanda proyectada del dispositivo

Considerando que solo un 16,3% de los encuestados está dispuesto a pagar por calefacción más de \$600.000, y que los equipos a combustión forestal natural más baratos en el mercado rondan los \$200.000 a \$300.000, los potenciales clientes del dispositivo (sin equipos a combustión incluido) pertenecen al 16,3% de la producción nacional proyectada.

**Tabla 4-11 Demanda total proyectada del dispositivo**

<b>Año</b>	<b>Demanda dispositivo</b>
2022	15.089
2023	16.668
2024	18.247

**Fuente: Elaboración propia.**

Según datos brindados por la empresa Alcazar, la demanda anual de termo cañones en el año 2021 fue alrededor de 4.000 unidades, lo cual supone que la fracción de mercado de esa empresa a nivel nacional es del 25 % aproximadamente (solo en venta de termo cañones). Este segmento es liderado por 3 grandes empresas tal como Ingeniería HVAC, Amesti y Alcazar.

De la metodología del flujo de caja se tiene que la demanda del dispositivo varía dependiendo del escenario, por ende el caso pesimista crece un 2% anual de la demanda esperada del año 2023, el caso realista crece un 3% anual de la demanda del año 2023 y por último el caso pesimista crece un 5% anual de la demanda del año 2023.

**Tabla 4-12 Demanda anual del dispositivo para cada escenario.**

<b>Escenario</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Pesimista	333	667	1.000	1.333	1.667
Realista	500	1.000	1.500	2.000	2.500
Optimista	833	1.667	2.500	3.334	4.167

**Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.10 Resultados estudio económico

##### 4.10.1 Tamaño del proyecto

En vista de las proyecciones de la demanda de dispositivo, el tamaño del proyecto al cabo de 5 años permite ubicar al producto con un 10% de participación del mercado en un escenario pesimista, un 15% de participación en un escenario realista y en un 25% de participación en un escenario optimista de la demanda proyectada promedio.

##### 4.10.2 Ingresos por venta

El ingreso por la venta del producto innovador en cada escenario se muestra en la siguiente tabla. Considerando que el precio del producto para cada uno de los escenarios es \$680.000 pesos.

**Tabla 4-13 Ingreso por venta para cada escenario (pesos).**

<b>Escenario</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Pesimista	226.684.800	453.369.600	680.054.400	906.739.200	1.133.424.000
Realista	340.027.200	680.054.400	1.020.081.600	1.360.108.800	1.700.136.000
Optimista	566.712.000	1.133.424.000	1.700.136.000	2.266.848.000	2.833.560.000

**Fuente: Elaboración propia.**

##### 4.10.3 Inversiones del proyecto

El proyecto para la puesta en marcha necesita de un lugar físico para su funcionamiento, alrededor de 380 m<sup>2</sup> son necesario para la fabricación a escala productiva del dispositivo. Cabe destacar que, se debe generar una inversión importante en mobiliario (Anexo JJ) y en maquinarias y equipos (Anexo KK) fundamentales para el proyecto.

**Tabla 4-14 Inversión del proyecto.**

<b>Inversión Inicial</b>	<b>Pesos</b>
Maquinarias y equipos	\$78.535.365
Mobiliario	\$5.423.000
Mes de garantía	\$1.500.000
<b>Total inversión inicial</b>	<b>\$85.458.365</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.10.4 Costos Fijos

Los costos fijos del proyecto se dividen en tres grandes grupos, la remuneración del personal (Anexo LL), el costo fijo del taller (Anexo MM) y otros costos (Anexo NN) involucrados con los canales de comunicación de la empresa.

**Tabla 4-15 Costos fijos mensuales del proyecto.**

<b>Costos Fijos</b>	<b>Pesos</b>
Remuneraciones	\$8.280.000
Taller	\$2.194.508
Otros	\$2.365.000
<b>Total Costos Fijos</b>	<b>\$12.839.508</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.10.5 Costos Variables

Los costos variables del proyecto son los cuales varían con la cantidad de productos demandados, el dispositivo en análisis posee tres etapas para su fabricación, la parte metalmecánica encargada de construir la estructura de acero del termo cañón luego viene la etapa eléctrica donde se instala el precipitador electrostático y por último está la etapa de embalaje del producto, los costos que se describen a continuación se enfocan en la construcción de un solo dispositivo. En el Anexo ÑÑ se verifica la procedencia de cada material.

**Tabla 4-16 Superficie utilizada por partes del termo cañón.**

<b>Partes del termo cañón</b>	<b>Tipo de material</b>	<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Espesor (mm)</b>
Aislador disco 1	Vidrio	19.600	2
Aislador disco 2	Vidrio	16.900	2
Divisor portabaffle	Acero inoxidable	53.551	3
Electrodo inferior	Acero inoxidable	10.500	1,5
Placa unión	Acero inoxidable	864	1,5
Electrodo superior	Acero inoxidable	11.520	1,5
Tapa superior	Acero inoxidable	284.926	3
Tapa superior puerta	Acero inoxidable	14.812	3
Tubo externo	Acero inoxidable	1.196.946	3
Tubo interno	Acero inoxidable	718.168	3
Tubo escape de gases	Acero inoxidable	367.646	3
Tapa agua inferior	Acero inoxidable	37.480	3
Tapa agua superior	Acero inoxidable	94.051	3
Divisor pasos	Acero inoxidable	304.078	3

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 4-17 Costos de fabricación unitario en taller metal mecánico.**

<b>Material</b>	<b>Medidas</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Proporción por unidad de producto</b>	<b>Costo por unidad de producto (\$)</b>
Aislador de vidrio	3x270x270 mm	\$2.187	1	\$2.187
Plancha de acero inoxidable	1,5x1.000x2.000 mm	\$152.938	0,011	\$1.750
Bobina de acero inoxidable	3x1.000x145.000 mm	\$15.142.750	0,02118	\$320.782
Tubo acero inoxidable	25,4(diámetro)x2(espesor)x6.000mm	\$61.286	0,486	\$29.784
Tubo teflón electrodo	18(diámetro)x4(espesor)x1.000mm	\$43.902	0,15	\$6.585
Insumo soldadura	0,9 mm MIG 15Kg	\$33.990	0,296	\$10.057
Insumo galletera pulido	Disco flap 60	\$3.890	2	\$7.780
<b>Total</b>				<b>\$378.925</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-18 Costos de fabricación unitario en taller eléctrico.**

<b>Material</b>	<b>Medidas</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Proporción por unidad de producto</b>	<b>Costo por unidad de producto (\$)</b>
Fuente de voltaje	Unitario	\$124.125	1	\$124.125
Cable alto voltaje	1.000mm	\$1.655	2	\$3.310
Cable tierra	1.000mm	\$456	2	\$912
Cable conexión macho	Unitario	\$1.261	1	\$1.261
Cable control	1.000mm	\$420	2	\$840
Insumos soldadora estaño	500gr	\$15.490	1	\$7.745
Aislador cerámico	Unitario	\$500	1	\$500
Aislador de teflón	1.000mm	\$6.585	1	\$6.585
Prensa estopa metálica	Unitario	\$2.190	1	\$2.190
Malla flexible forro cable	1.000 mm	\$1.500	3	\$4.500
Silicona alta temperatura	Unitario	\$4.000	0,15	\$600
Funda termo contraíble bajo voltaje	5.000mm	\$4.900	0,4	\$1.960
Interruptor	Unitario	\$800	1	\$800
Conector tipo ojo	Unitario	\$400	2	\$800
<b>Total</b>				<b>\$156.128</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-19 Costos de fabricación en taller de embalaje.**

Material	Medidas	Costo unitario	Porción por unidad de producto	Costo por unidad de producto (\$)
Caja	150x120x50 cm	\$5.500	1	\$5.500
Plástico de burbujas	0,32x1,5 m	\$1.590	1	\$1.590
Cinta de embalaje	40 m	\$1.490	0,1	\$149
<b>Total</b>				<b>\$7.239</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-20 Costo variable unitario.**

Costo Variable	Valor
Taller metalmecánico	\$378.925
Taller eléctrico	\$156.128
Taller de embalaje	\$7.239
<b>Total costo variable</b>	<b>\$542.292</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.10.6 Tasa de descuento

Para calcular la tasa de descuento se determinó el rendimiento del activo libre de riesgo utilizando el rendimiento de los bonos en pesos chilenos a los 10 años emitidos por el Banco Central, el cual a la fecha 30 de diciembre del 2021 tiene un valor de 5,7%.

Para obtener el rendimiento esperado del mercado, se analiza IPSA en la página del banco central para un periodo de 16 años (del año 2005 hasta el 2021), obteniendo un  $E(R_m)$  de 7,0% como se muestra en el Anexo OO.

El riesgo sistemático asociado (beta), se consultó a la página Demodaran<sup>4</sup>, optando por el beta de la industria “Paper/Forest Products”, el cual tiene un valor de 1,21 (Damodaran, 2022).

Reemplazando los valores obtenidos en la ecuación (13), se obtiene una tasa de descuento de 7,8% nominal anual. Se debe considerar que la tasa de descuento que entregada por el método CAPM es nominal.

<sup>4</sup> [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datacurrent.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html)

#### 4.10.7 Flujo de caja del proyecto

Los flujos de caja del proyecto para cada escenario se presentan en la Tabla 4-21. El detalle de cada uno de los flujos de caja por escenarios se detalla en el Anexo PP.

**Tabla 4-21 Flujo de caja del proyecto para cada escenario.**

<b>Flujo de Caja</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Pesimista	\$-85.458.365	\$-108.217.332	\$-62.222.860	\$-16.366.096	\$29.163.039	\$83.884.132
Realista	\$-85.458.365	\$-85.220.096	\$-16.366.096	\$45.951.022	\$91.795.596	\$167.622.990
Optimista	\$-85.458.365	\$-39.363.332	\$68.948.258	\$142.059.016	\$225.898.400	\$335.201.232

**Fuente: Elaboración propia.**

Para el caso pesimista al cuarto año de haber iniciado el proyecto se comienzan a obtener los primeros dividendos positivos, esto se debe principalmente a la baja demanda que posee este escenario, al alto costo de fabricación y al bajo precio de venta del producto, se recomienda incrementar el precio del artefacto si se poseen demandas similares al caso pesimista.

Para el caso realista al tercer año se obtienen los primeros flujos de caja positivos, se necesita tener alrededor del 9% de participación de mercado para lograr esto. El caso optimista refleja un crecimiento explosivo de la demanda por lo cual los esfuerzo en esta etapa se debe enfocar en incrementar la velocidad de fabricación del producto reinvertiendo las ganancias generadas. Cabe resaltar que en el segundo año del proyecto se obtiene el primer flujo de caja positivo.

#### 4.10.8 Indicadores Financieros

Los resultados de los flujos de caja se analizan de acuerdo con los indicadores financieros, VAN y TIR, cabe resaltar que se utiliza la tasa de descuento nominal de 7,8% la cual refleja la incertidumbre del mercado.

**Tabla 4-22 Rentabilidad de mercado para cada escenario.**

<b>Tipo de escenario</b>	<b>Indicadores Financieros</b>	
	<b>VAN (7,8%)</b>	<b>TIR</b>
Pesimista	\$ -173.189.633	-
Realista	\$41.519.271	14%
Optimista	\$480.006.522	67%

**Fuente: Elaboración propia.**

A un precio de venta de \$680.000 pesos se obtiene rentabilidad en los escenarios realista y optimista ya que el VAN es mayor a 0, en cambio en el escenario pesimista se generan perdidas para el proyecto porque el VAN es negativo, por lo cual se recomienda ante una baja demanda de termo cañones optar por subir el precio a más de \$734.455. De esta manera tenemos que tanto en el escenario realista y optimista el proyecto es viable económicamente sin embargo en escenario pesimista no lo es.

## Capítulo 5 : Conclusiones

En base al análisis realizado se demostró el potencial mercado que tiene el dispositivo, basándose en el supuesto que estas edificaciones no cuentan con un sistema de calefacción integrado. Además, se logró identificar a otros potenciales mercados como el gastronómico, de alojamiento y de viviendas antiguas.

Al estudiar la competencia del dispositivo, se identificó como principal amenaza al producto OekoTube-Outside ya que reduce en mayor medida la emisión de MP<sub>2.5</sub> al ambiente, al analizar la competencia por rendimiento térmico, los productos Ecoturbo y el Recuperador de calor con aire forzado Recoheat representan las mayores amenazas para su futura comercialización.

Las importaciones de equipos y calefactores a leña poseen estacionalidades cíclicas lo cual ocasiona que las empresas que importan cocinas a leña compren un sobre stock de productos cada 4 años, específicamente en los meses de marzo o abril, mientras que las estufas a leña son importadas en promedio cada 5 meses con una compra de 1000 a 2000 unidades con especial énfasis en el mes de mayo.

En cuanto a la disponibilidad de gasto en equipos y dispositivos para calefactores y cocinas a leña, el 16,3% de los encuestados está dispuesto a gastar más de \$600.000 en un equipo para calefacción residencial, además el 51,5% sostiene calefaccionar su casa utilizando leña lo cual refleja la preferencia de este combustible por sobre los otros. El 69% de los encuestados sostiene que utiliza su calefactor para más de una actividad y solo un 55,2% de los encuestados afirma realizar una mantención periódica al calefactor.

La demanda proyectada de viviendas nuevas que utilizarían estufas y cocinas a leña para el año 2022 es 110.540, para el año 2023 es 121.368 y para el año 2024 es 132.196, lo cual debido al crecimiento de la población sigue en una senda expansiva. Sin embargo, esta demanda es abastecida tanto por importaciones como por producción nacional, enfocándose solo en esta última, para el año 2022 la producción nacional representa alrededor del 84% de la demanda proyectada.

Es preciso resaltar que la demanda proyectada del dispositivo representa el 16,3% de la producción nacional, de esta manera la demanda de termo cañones en Chile para el año 2022 es de 15.089, en el año 2023 es de 16.668 y en el año 2024 es de 18.247. El dispositivo a comercializar para el año 2023 tiene una demanda de 333 unidades para el caso pesimista, 500 unidades para el caso realista y 834 unidades para el caso optimista.

Del estudio económico, se estimó que la inversión inicial para poner en marcha el proyecto es de \$85.458.365, sin considerar la mantención mensual (costos fijos) que ronda los 154 millones de pesos. El costo de fabricación del dispositivo es de \$542.292 por unidad y el precio de venta se valoró en \$680.000, con estos datos se construyó el flujo de caja considerando un horizonte de evaluación de 5 años para tres escenarios de demanda diferentes, estos resultados entregan un VAN de \$41.519.271 y un TIR 14% para el escenario realista, un VAN de \$480.006.522 y un TIR de 67% para el escenario optimista y un VAN de \$ -173.189.633 para el caso pesimista. Por ende, el proyecto es viable económicamente solo para los casos realista y optimista. La viabilidad de proyecto beneficia positivamente la salud de las personas, el estado del medio ambiente y el presupuesto de la población.

## **Glosario**

MP: Material particulado.

SO<sub>x</sub>: Óxidos de azufre.

NO<sub>x</sub>: Óxidos de nitrógeno.

CO: Monóxido de carbono.

COV: Compuestos orgánicos volátiles.

EMRP: Estación monitorea de calidad del aire.

SINCA: Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire.

PPDA: Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica

OMS: Organización Mundial de la Salud.

CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono.

PTFE: Politetrafluoroetileno.

IPC: Índice de precios del consumidor.

AFP: Administradoras de Fondos de Pensiones.

INE: Instituto Nacional de Estadísticas.

COP26: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

MIG: Metal Inert Gas.

TIC: Tungsten Inert Gas.

VAN: Valor actual neto.

TIR: Tasa interna de retorno.

RSE: Responsabilidad Social Empresarial.

## Bibliografía

- Aduana . (03 de Julio de 2022). *Importaciones por Código Arancelario*. Obtenido de <https://www.aduana.cl/importaciones-por-codigo-arancelario/aduana/2018-12-14/094441.html>
- Aduana Chile. (2012). Obtenido de [https://www.aduana.cl/aduana/site/docs/20111222/20111222114144/15\\_seccion\\_xv\\_capitulos\\_72\\_al\\_83.pdf](https://www.aduana.cl/aduana/site/docs/20111222/20111222114144/15_seccion_xv_capitulos_72_al_83.pdf)
- Aduana Chile. (2017). Obtenido de [https://www.aduana.cl/aduana/site/docs/20190104/20190104161927/pdf\\_seccion\\_xv\\_capitulos\\_72\\_al\\_83.pdf](https://www.aduana.cl/aduana/site/docs/20190104/20190104161927/pdf_seccion_xv_capitulos_72_al_83.pdf)
- Alibaba. (2022). *Alibaba*. Obtenido de [https://www.alibaba.com/product-detail/Plasma-Metal-Cutting-Machine-Plasma-Metal\\_1600217358950.html?spm=a2700.pccps\\_detail.normal\\_offer.d\\_image.42d96c3afQ8SyP&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Plasma-Metal-Cutting-Machine-Plasma-Metal_1600217358950.html?spm=a2700.pccps_detail.normal_offer.d_image.42d96c3afQ8SyP&s=p)
- Amazon. (2022). *Amazon*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Intercambiador-combusti%C3%B3n-Radiador-Chimenea-pulgadas/dp/B08J84M433?th=1>
- Amazon. (2022). *Amazon*. Obtenido de [https://www.amazon.es/Bell-Tent-Boutique-BTB0-011Estufa/dp/B017UIS5R4/ref=as\\_li\\_ss\\_tl?dchild=1&keywords=estufa+rocket&qid=1603800707&sr=8-3&linkCode=sll1&tag=todoestufasoh-21&linkId=c0c002b721ca1f1d6b469507efbe648c&language=es\\_ES](https://www.amazon.es/Bell-Tent-Boutique-BTB0-011Estufa/dp/B017UIS5R4/ref=as_li_ss_tl?dchild=1&keywords=estufa+rocket&qid=1603800707&sr=8-3&linkCode=sll1&tag=todoestufasoh-21&linkId=c0c002b721ca1f1d6b469507efbe648c&language=es_ES)
- Amesti. (2022). *Amesti*. Obtenido de <https://www.amesti.cl/accesorios/61-ventilador-para-estufa-alena.html>
- Amesti. (2022). *Amesti*. Obtenido de <https://amesti.cl/blog/por-que-el-termocanon-inox-de-amesti-es-una-excelente-opcion-para-tu-hogar/>
- AustralianMade. (24 de 05 de 2022). Obtenido de <https://australianmade.com.au/licensees/rubbedin/firewise-soot-loose-chimney--flue-cleaner#:~:text=Firewise%C2%AE%20Soot%2DLoose%20Chimney%20%26%20Flue%20Cleaner%20makes%20cleaning%20your,efficiency%20and%20reduces%20smoke%20emissions.>
- Banco Central Chile. (Marzo de 2022). *Bcentral*. Obtenido de <https://www.bcentral.cl/resumen-ipom/-/detalle/resumen-ipom-marzo-2022>
- Barbour, M. U. (2021). Development of wood-burning rocket cookstove with forced air-injection. *Energy for Sustainable Development: The Journal of the International Energy Initiative*, 12-24.
- BBC. (27 de Mayo de 2021). *BBC*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-56999711>
- BBC. (13 de Noviembre de 2021). *BBC*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59273614>
- BBC. (2 de Noviembre de 2021). *BBC*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59134793>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2011). *Establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP2,5*. Valparaíso: Ley de Chile.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (16 de Mayo de 2012). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1040103>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2013). *ESTABLECE NORMA DE CALIDAD PRIMARIA PARA MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE MP10, EN ESPECIAL DE*

*LOS VALORES QUE DEFINEN SITUACIONES DE EMERGENCIA Y DEROGA  
DECRETO N° 59, DE 1998, DEL MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA  
PRESIDENCIA.* Valparaíso: Ley de Chile.

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (13 de Agosto de 2021). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2022). *Clima y Vegetación Región Metropolitana de Santiago*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region13/clima.htm>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (19 de Junio de 2022). *SIIT Estadísticas Territoriales*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/estadisticasterritoriales//resultados-consulta?id=121692>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (19 de Junio de 2022). *SIIT Estadísticas Territoriales*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/estadisticasterritoriales//resultados-consulta?id=121693>
- Bravo, L., Correa, M., Muñoz, R., Sánchez, R., Sanhueza, G., Silva, C., . . . Vergara, P. (2021). *Estudio de Prefactibilidad de Guante Háptico para la rehabilitación de pacientes con secuelas motoras en extremidades superiores*. Concepción: Universidad de Concepción.
- Brycus. (2022). Obtenido de <https://www.brycus.es/recuperador-de-calor-para-chimeneas-abiertas-equatair-classic-b4f1e/>
- Bullerjan. (24 de 05 de 2022). *Bullerjan*. Obtenido de <http://www.bullerjan.com/en/produkte/free-flow-industry/?v=3a52f3c22ed6>
- Buron. (2021). *Buron*. Obtenido de <https://www.buron.cl/filtro-para-chimeneas/>
- CGE. (Junio de 2022). *CGE*. Obtenido de Tarifas Suministro CGE : <https://www.cge.cl/wp-content/uploads/2022/06/Tarifas-Suministro-CGE-Junio-2022.pdf>
- Chile Aduanas. (2022). *Chile Aduanas Customs*. Obtenido de <https://www.aduana.cl/importaciones-por-codigo-arancelario/aduana/2018-12-14/094441.html>
- Chile Remates. (2022). *Chile Remates*. Obtenido de <https://www.chileremates.cl/productos/materiales-de-construccion/estanteria-rack-porta-pallet/>
- Chileautos. (2022). *Chileautos*. Obtenido de <https://www.chileautos.cl/vehiculos/camiones-veh%C3%ADculo/jac/urban-1055/>
- Chilexpo. (2022). *Chilexpo*. Obtenido de <https://www.chilexpo.com/>
- Colbún. (2016). *Plan de Compensación de emisiones Mp Complejo Santa María*. Santiago: Colbún.
- Contatto. (2022). *Contatto*. Obtenido de <https://tienda.contatto.cl/tienda/silla-escritorio-q3-negra/>
- Damodaran, S. (19 de Junio de 2022). *Betas by Sector (US)*. Obtenido de [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)
- Diario Financiero. (22 de febrero de 2022). *Diario Financiero*. Obtenido de <https://www.df.cl/economia-y-politica/pais/que-paso-con-la-pobreza-en-chile-gobierno-llama-a-licitacion-publica>
- Diquima. (2022). *Diquima*. Obtenido de [http://www.diquima.upm.es/old\\_diquima/Investigacion/proyectos/chevic/catalogo/CICLONES/Descr6.htm](http://www.diquima.upm.es/old_diquima/Investigacion/proyectos/chevic/catalogo/CICLONES/Descr6.htm)
- Easy. (2022). *Easy*. Obtenido de [www.easy.cl](http://www.easy.cl)
- Ecofiltro. (2015). *Ecofiltro Chile*. Obtenido de <https://www.facebook.com/ecofiltrochile/>
- Económicos. (19 de Junio de 2022). *Económicos el Mercurio*. Obtenido de <https://www.economicos.cl/propiedades/arriendo-galpon-en-concepcion-codAASZXEA.html>
- Ecoturbo. (2022). *Ecoturbo*. Obtenido de <https://www.ecoturbo.cl/>
- Energía, A. E. (2013). La biomasa forestal. 6-7.

Engineering for change. (2022). *Engineering for change*. Obtenido de <https://www.engineeringforchange.org/solutions/product/instove-60-l-cookstove/>

Entel. (19 de Junio de 2022). *Entel*. Obtenido de <https://www.entel.cl/planes/detalle/200gb/>

EPA-CICA. (s.f). *Tecnología de Control de Contaminantes del Aire*. Washington D. C.: EPA.

Fabricajas. (19 de Junio de 2022). *Fabricajas*. Obtenido de <https://fabricajas.cl/cajas-de-gran-tamano/>

Facultad de ingeniería Universidad de Talca. (2022). *Ingeniería U.talca*. Obtenido de <http://www.ingenieria.otalca.cl/Seccion/Detalles/218>

Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile. (11 de Noviembre de 2021). *Fau.uchile*. Obtenido de <http://www.fau.uchile.cl/noticias/181638/la-innovadora-formula-de-eficiencia-energetica-con-materiales-locales->

Falabella. (2022). *Falabella*. Obtenido de [https://sodimac.falabella.com/sodimac-cl/product/110057260/Escritorio-77x156x117-cm-negro/110057266?exp=sodimac&kid=shopp173fc&disp=1&pid=Google\\_w2a&gclid=Cj0KCQjwyOuYBhCGARIsAIdGQRNfoXq1o8G\\_6RBdCiFeaP5sWgSlnKcCv2F\\_8MjUz-gu8torOZQ4asAaAnW8EALw\\_wcB](https://sodimac.falabella.com/sodimac-cl/product/110057260/Escritorio-77x156x117-cm-negro/110057266?exp=sodimac&kid=shopp173fc&disp=1&pid=Google_w2a&gclid=Cj0KCQjwyOuYBhCGARIsAIdGQRNfoXq1o8G_6RBdCiFeaP5sWgSlnKcCv2F_8MjUz-gu8torOZQ4asAaAnW8EALw_wcB)

Fernandez, M. V. (s.f.). Prototipo proyecto Fondef ID21110402. *Prototipo proyecto Fondef ID21110402*. Universidad de Concepción, Concepción.

Fire Speaking. (2022). *Fire Speaking innovation*. Obtenido de <https://www.firespeaking.com/>

Friedman, J. W. (1998). *Teoría del Oligopolio*. Madrid: Alianza Universidad.

Gemimarket. (24 de 05 de 2022). *Gemimarket*. Obtenido de [https://gemimarket.cl/extractores-de-humos/36-extractor-de-humos-para-chimeneas-extractor-humo-chimenea-el%C3%A9ctrico-extractor-para-chimenea-de-le%C3%B1a-sombrero-extractor-de-humos-8012004024793.html?SubmitCurrency=1&id\\_currency=3&gclid=Cj0KCQjwvqeUBhC](https://gemimarket.cl/extractores-de-humos/36-extractor-de-humos-para-chimeneas-extractor-humo-chimenea-el%C3%A9ctrico-extractor-para-chimenea-de-le%C3%B1a-sombrero-extractor-de-humos-8012004024793.html?SubmitCurrency=1&id_currency=3&gclid=Cj0KCQjwvqeUBhC)

Harsle. (2022). *Harsle*. Obtenido de <https://www.harsle.com/>

Heinrich Burschel, A. H. (2003). *Leña: Una fuente energética renovable para Chile*. Santiago de Chile: CONAF.

Hidrosym. (2022). *Filtro vivo*. Obtenido de Filtro vivo: <https://filtrovivo.cl/>

HP Chile. (2022). *HP Chile*. Obtenido de <https://www.hp.com/cl-es/shop/>

Imperial. (2022). *Imperial*. Obtenido de <https://www.imperial.cl/>

INE. (28 de Febrero de 2022). *INE*. Obtenido de [https://www.ine.cl/prensa/detalle-prensa/2022/02/28/la-tasa-de-desocupaci%C3%B3n-nacional-alcanz%C3%B3-7-3-en-el-trimestre-m%C3%B3vil-noviembre-2021-enero-2022#:~:text=Un%207%2C3%25%20fue%20la,9%20puntos%20porcentuales%20\(pp.\)](https://www.ine.cl/prensa/detalle-prensa/2022/02/28/la-tasa-de-desocupaci%C3%B3n-nacional-alcanz%C3%B3-7-3-en-el-trimestre-m%C3%B3vil-noviembre-2021-enero-2022#:~:text=Un%207%2C3%25%20fue%20la,9%20puntos%20porcentuales%20(pp.))

Instituto Passivhaus. (2022). *Instituto Passivhaus*. Obtenido de <https://institutopassivhaus.cl/passivhaus/>

Itaka. (2022). *Itaka*. Obtenido de <https://www.i-taka.cl/>

Ley REP. (2022). Obtenido de <https://www.leyrep.cl/que-es>

Mercado libre. (2022). *Mercado Libre*. Obtenido de [https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-1039934722-soldadora-migmmatig-indura-compactmig-200a-rollo-5kg-\\_JM?matt\\_tool=16931662&utm\\_source=google\\_shopping&utm\\_medium=organic](https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-1039934722-soldadora-migmmatig-indura-compactmig-200a-rollo-5kg-_JM?matt_tool=16931662&utm_source=google_shopping&utm_medium=organic)

Ministerio de Agricultura. (2020). *Plantaciones Forestales Efectuadas Durante el Año 2020*. Santiago: Gobierno de Chile.

Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2022). *Chile agenda 2030*. Obtenido de <http://www.chileagenda2030.gob.cl/AGENDA%202030/sobre-agenda/ods-7/2>

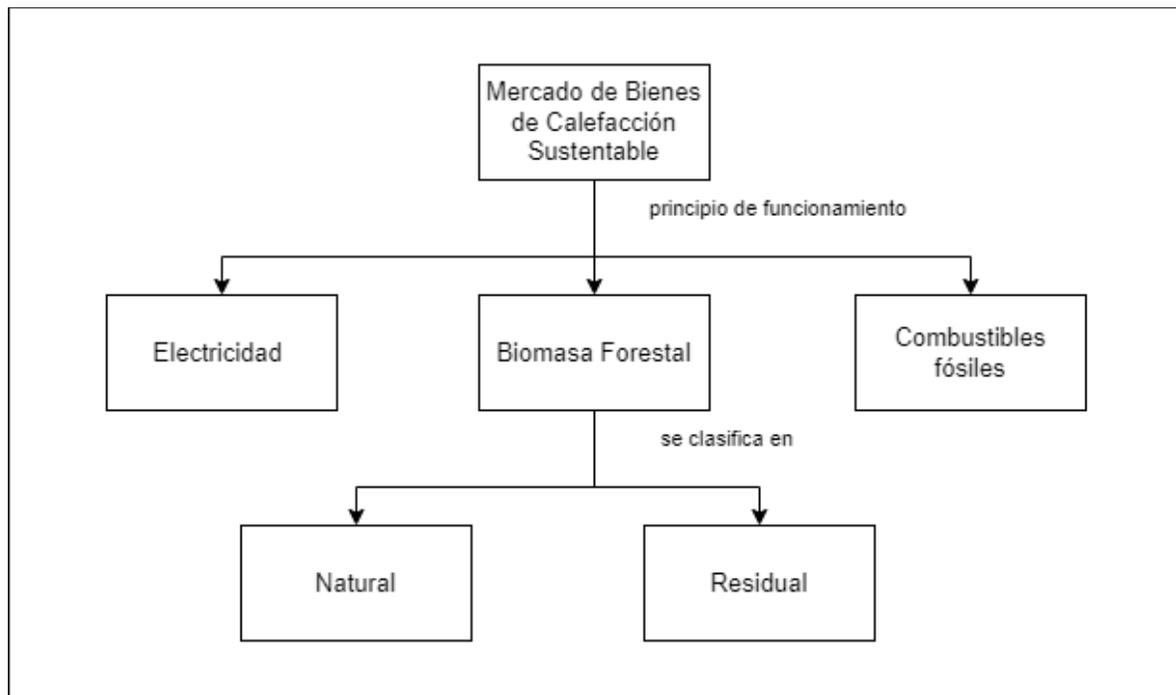
Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (19 de Junio de 2022). *Observatorio Social*. Obtenido de CASEN: <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen>

- Ministerio de Energía. (2020). *Estrategia de transición energética residencial*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio de Energía. (2020). *Estrategia de transición energética residencial*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio de Minería. (2021). *Informe Mercado Hierro y Acero*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2011). *Calefacción Sustentable*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Planes de Descontaminación Atmosférica Estrategia 2014-2018*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Planes Descontaminación Atmosférica Estrategia 2014-2018*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Manual para el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (19 de Junio de 2022). *Calefacción Sustentable*. Obtenido de <https://calefaccionsustentable.mma.gob.cl/calculadora/>
- Ministerio del Medio Ambiente. (19 de Junio de 2022). *Planes de descontaminación atmosférica*. Obtenido de <https://ppda.mma.gob.cl/conceptos-de-calidad-del-aire/>
- Ministerio Secretaría General de Gobierno. (18 de 03 de 2022). *MSGG.Gob*. Obtenido de <https://msgg.gob.cl/wp/2022/03/18/presidente-gabriel-boric-adhiere-al-acuerdo-de-escazu/>
- MPzero. (2022). *MPzero*. Obtenido de MPzero: <https://www.mpzero.cl/filtrompzero/>
- Neuroclick. (19 de Junio de 2022). *Neuroclick*. Obtenido de <https://neuroclick.cl/servicios-de-marketing-digital/mantencion-de-paginas-web-chile/>
- Oekosolve. (2022). *Oekosolve*. Obtenido de <https://oekosolve.com/en/products/esp-for-lounge-wood-heating/oekotube/>
- Organización Mundial de la Salud. (22 de Septiembre de 2021). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Organización Mundial de la Salud. (19 de Junio de 2022). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
- Organización Mundial de la Salud. (19 de Junio de 2022). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Otero Industrial. (2022). *Otero*. Obtenido de <https://oteroindustrial.cl/>
- Palma, F. (8 de Junio de 2015). El buen uso de la leña para mitigar la contaminación ambiental y atenuar la dependencia energética. *Universidad de Chile*, págs. 1-3.
- Piromax. (2022). *Piromax*. Obtenido de <https://www.piromax.cl/>
- Purexhaust. (2022). *Purexhaust*. Obtenido de Purexhaust: <https://www.purexhaust.com/productos-y-servicios/retrocatt/>
- Recoheat. (2022). *Recoheat*. Obtenido de <https://www.recoheat.co.uk/>
- Reed, T. (19 de Junio de 2022). *The "Turbo" wood-gas stove*. Obtenido de <https://stoves.bioenergylists.org/stovesdoc/Reed/Turbo2.htm>
- Ridley, A. C. (2013). *Efectos de la combustión a leña en la calidad del aire intradomiciliario. La ciudad de Temuco como caso de estudio*. Santiago: Revista INVI.
- Seremi del Medio Ambiente. (2019). *GUÍA PARA LA COMPENSACIÓN DE EMISIONES*. Valparaíso: Gobierno de Chile.

- Seremi Región de la Araucanía. (2022). *Reporte Leñerías con Leña seca mes de Abril 2022*. Temuco: Gobierno de Chile.
- SII. (03 de Julio de 2022). *Nueva tabla de vida útil de los bienes físicos del activo Inmovilizado*. Obtenido de [https://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla\\_vida\\_enero.htm](https://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm)
- Telsur. (19 de Junio de 2022). *Telsur*. Obtenido de <https://www.telsur.cl/ofertas/ofertas-telsur#ofertas-tripack>
- The World Bank. (19 de Junio de 2022). *World Development Indicators*. Obtenido de <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0037712>
- TVN. (9 de Agosto de 2013). Filtro permite reducir en un 90% gases contaminantes. *24 Horas*, pág. 1.
- Universidad de Talca. (2022). *Universidad de Talca Ingeniería*. Obtenido de <http://www.ingenieria.otalca.cl/Seccion/Detalles/218>
- Vidrios Larraín. (2022). *Vidrios Larraín*. Obtenido de <https://www.vidrioslarrain.cl/product/vidrio-dimensionado/>

## Anexos

Anexo A: Mapa conceptual del mercado de bienes de calefacción sustentable.



**Fuente: Elaboración propia.**

Anexo B: Imagen del filtro electrostático de la empresa MPzero.



**Fuente:** (MPzero, 2022).

Anexo C: Imagen del filtro catalítico de la empresa RetroCatt.



**Fuente:** (Purexhaust, 2022).

Anexo D: Imagen del dispositivo filtro vivo.



**Fuente:** *(Hidrosym, 2022).*

Anexo E: Imagen del filtro electrostático de la empresa Buron.



Fuente: (Buron, 2021).

Anexo F: Imagen comparativa de la emisión de visible de humos con la utilización de Kipus Electrofiltro.



**Fuente:** (Universidad de Talca, 2022)

Anexo G: Imagen del dispositivo Ecofiltro.



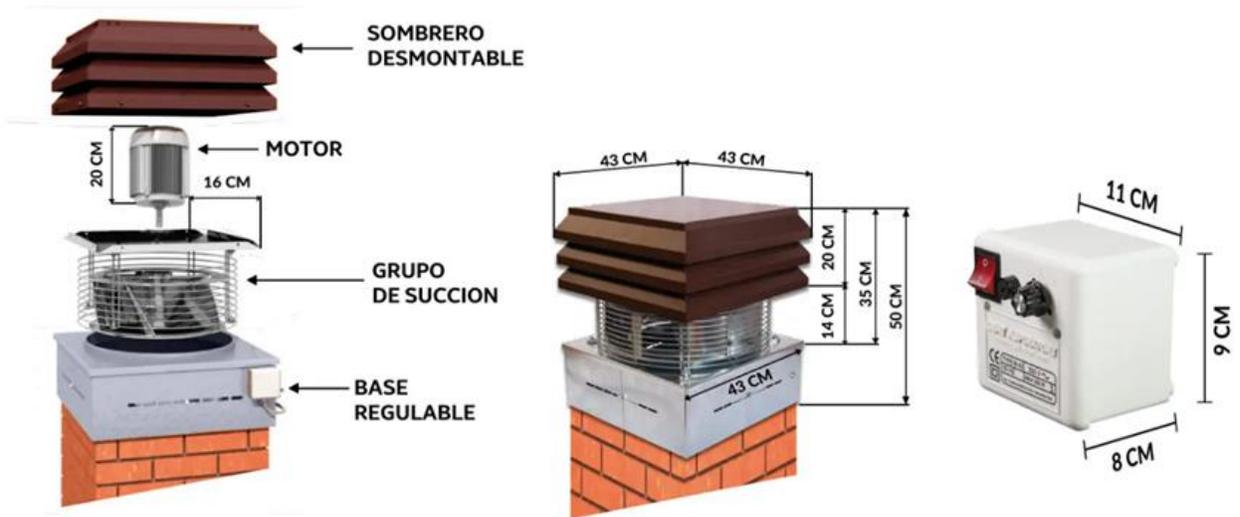
**Fuente:** (Ecofiltro, 2015).

Anexo H: Imagen del dispositivo OekoTube-Outside.



**Fuente:** (Oekosolve, 2022).

Anexo I: Imagen del extractor de humos para chimeneas de la empresa Gemi Electrónica.



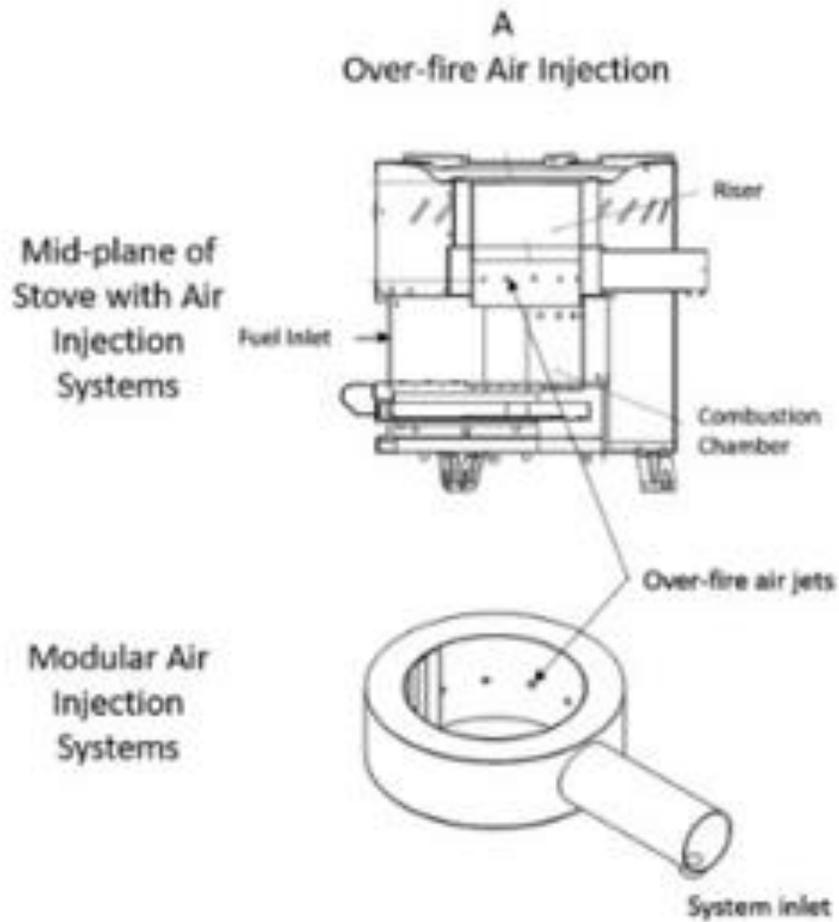
Fuente: (Gemimarket, 2022).

Anexo J: Imagen del artefacto Firewise Soot-loose.



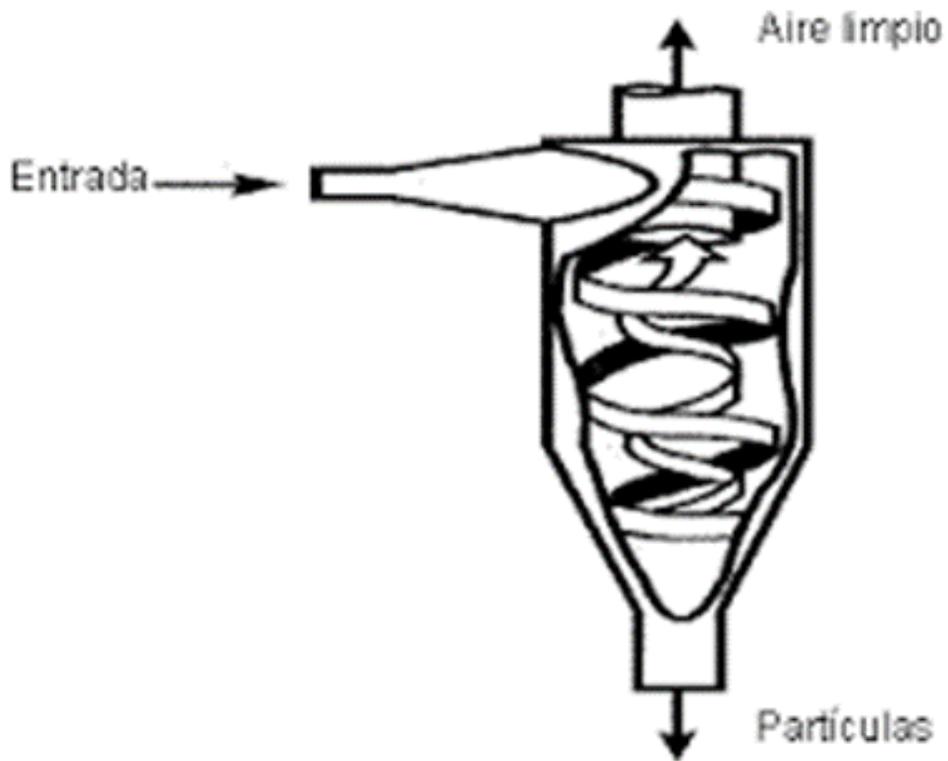
Fuente: (AustralainMade, 2022).

Anexo K: Imagen académica de la inyección de aire sobre el fuego en una cocina a leña.



**Fuente:** (Barbour, 2021).

Anexo L: Imagen 2D de un separador ciclónico convencional.



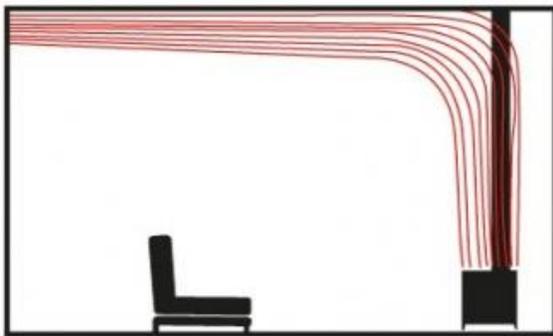
**Fuente:** (Diquima, 2022).

Anexo M: Imagen del dispositivo Ecoturbo.

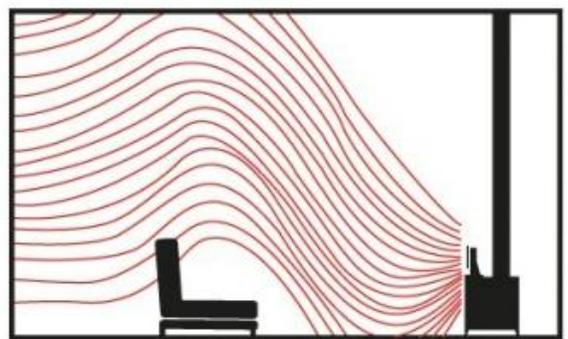


Fuente: (Ecoturbo, 2022).

Anexo N: Imágenes del ventilador para estufas de la empresa Amesti y la comparación de distribución del calor sin ventilador y con ventilador.



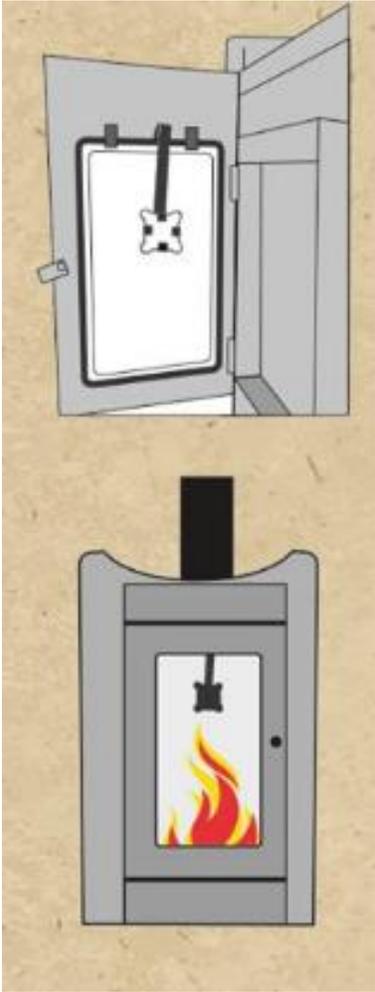
Sin Ventilador



Con Ventilador

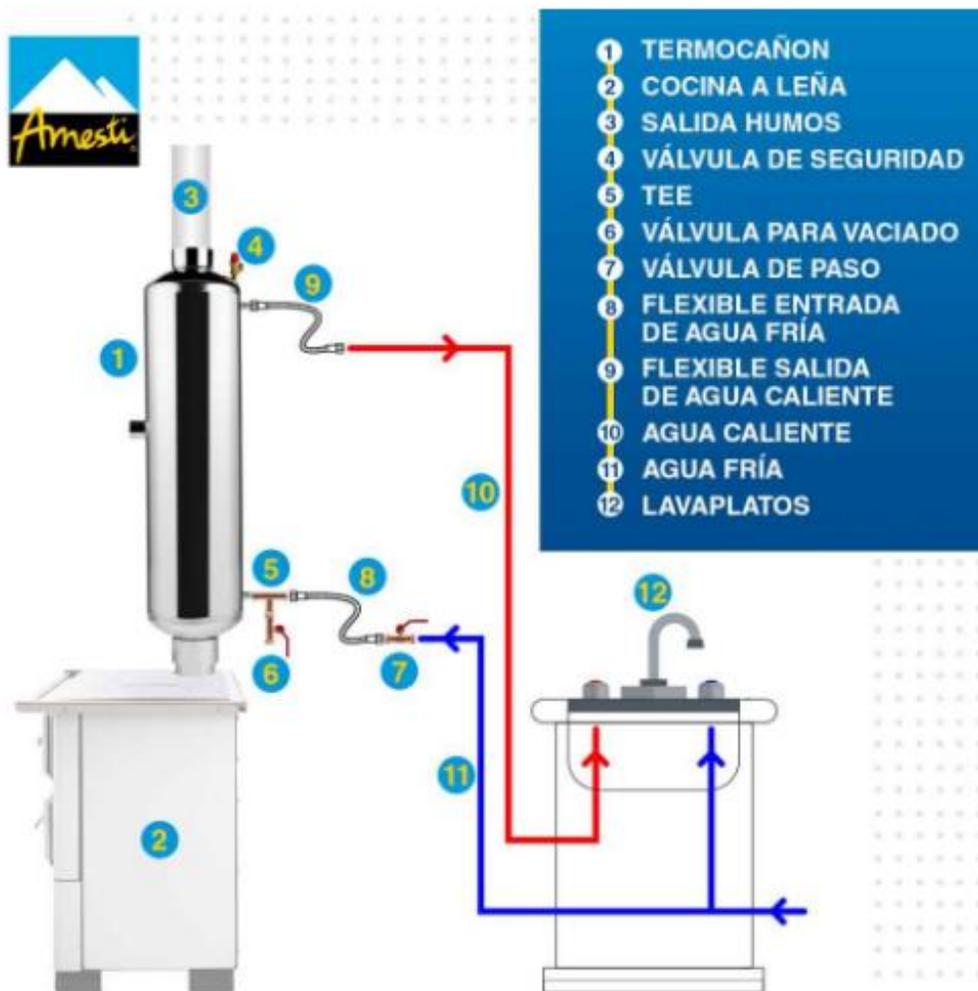
Fuente: (Amesti, 2022).

Anexo Ñ: Imágenes del dispositivo Piromax y su instalación en estufas.



Fuente: (Piromax, 2022)

Anexo O: Imagen del termo cañón de la empresa Amesti, rotulado con sus partes.



Fuente: (Amesti, 2022).

Anexo P: Imágenes del recuperador de calor de la empresa Equatair Classic.



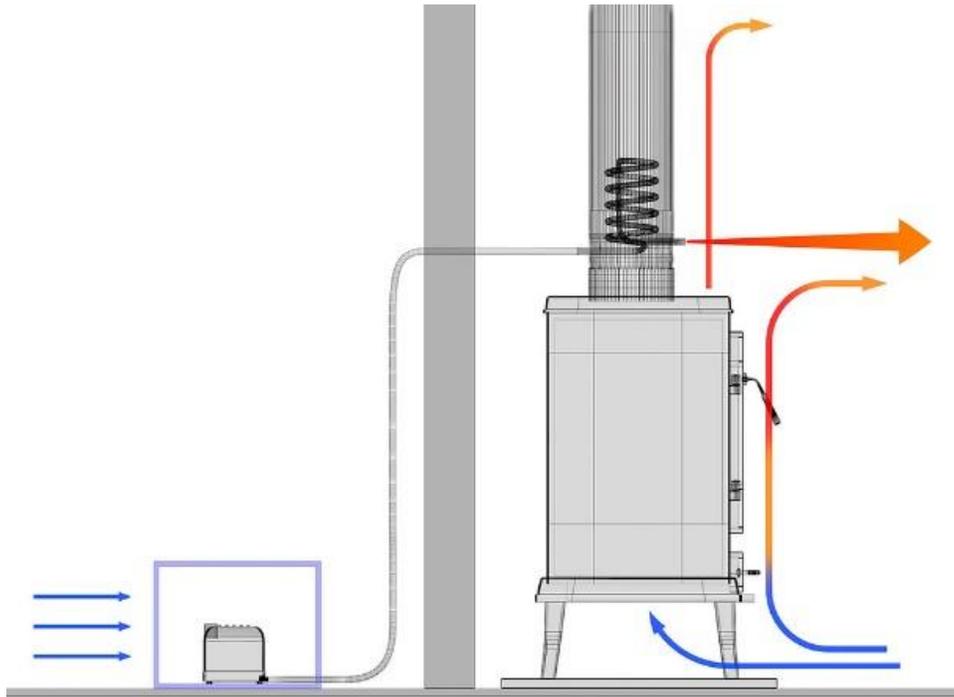
**Fuente:** (Brycus, 2022).

Anexo Q: Imagen del intercambiador de aire de la empresa Denvel.



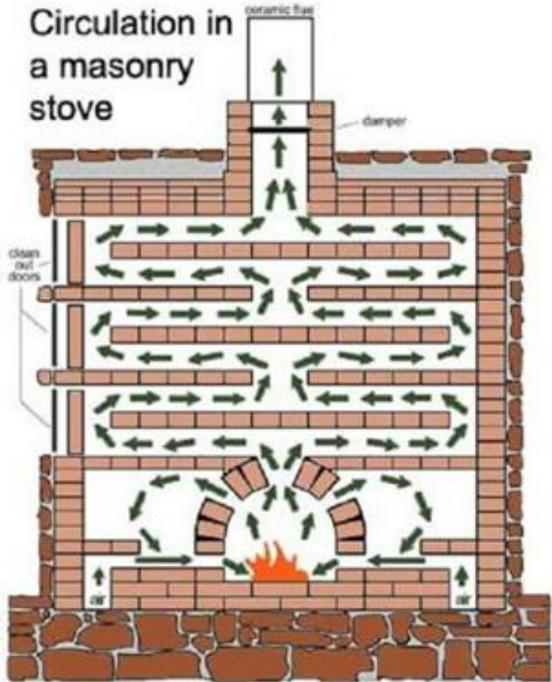
**Fuente:** (Amazon, 2022).

Anexo R: Imágenes del recuperador de calor con aire forzado de la empresa Recoheat.



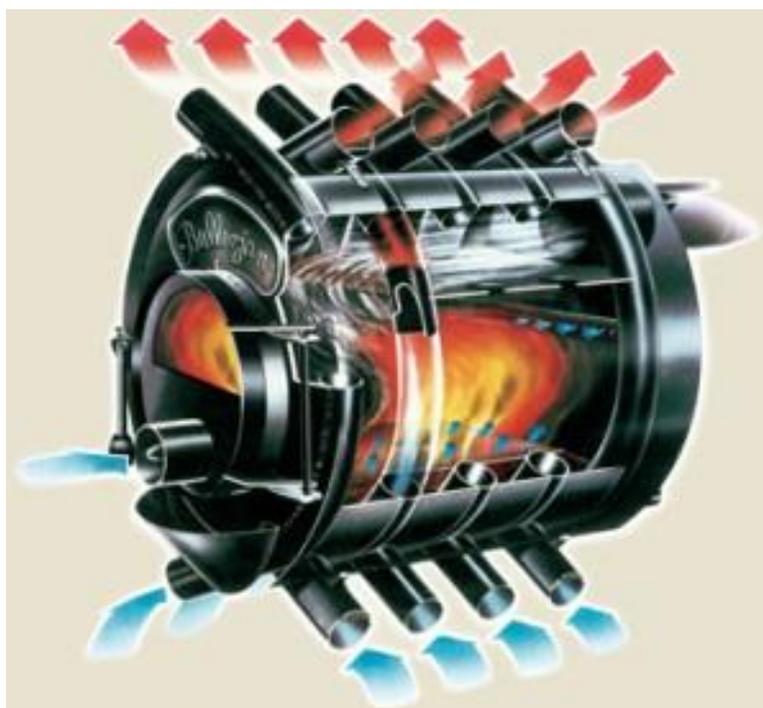
Fuente: (Recoheat, 2022).

Anexo S: Imágenes de la chimenea de mampostería.



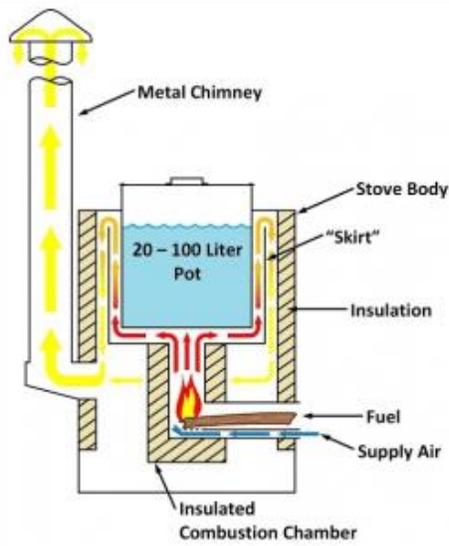
Fuente: (Fire Speaking, 2022).

Anexo T: Imágenes de la estufa Bullerjan en funcionamiento.



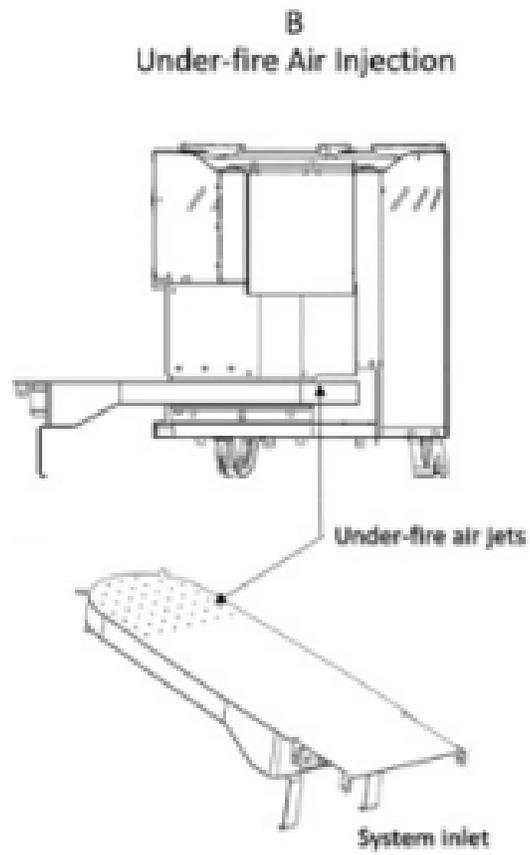
Fuente: (Bullerjan, 2022).

Anexo U: Imágenes de la cocina InStove.



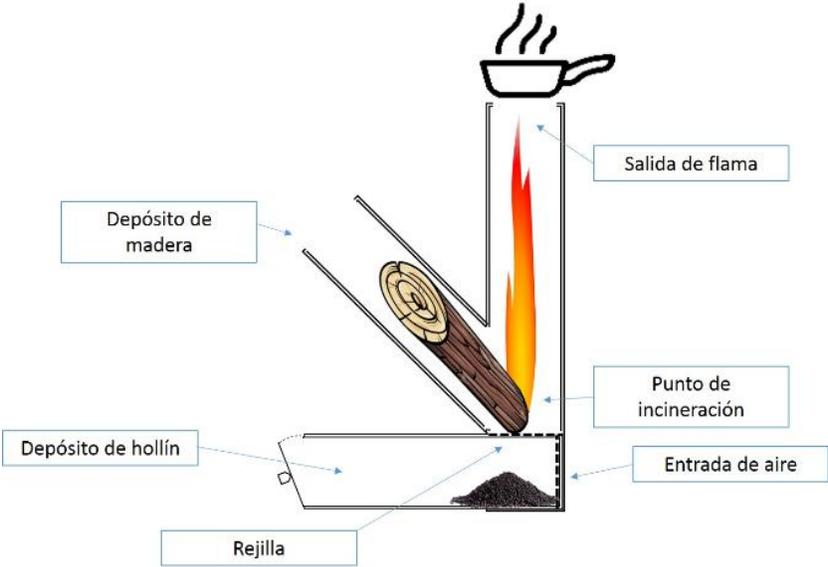
**Fuente:** (Engineering for change, 2022).

Anexo V: Imágenes académicas del dispositivo de inyección forzada de aire por debajo del fuego para cocinas.



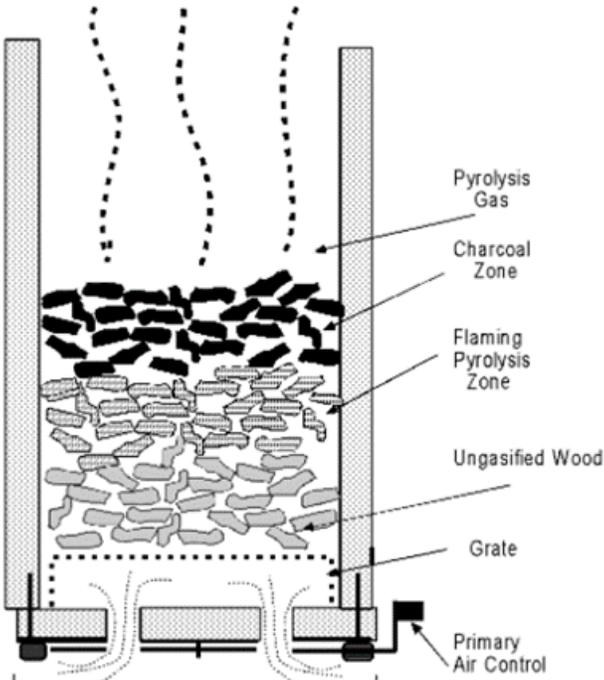
**Fuente:** (Barbour, 2021).

Anexo W: Imágenes de la estufa cohete.



Fuente: (Amazon, 2022).

Anexo X: Imágenes del dispositivo de gasificación de tiro descendente invertido.



Fuente: (Reed, 2022).

Anexo Y: Cantidades importadas del año 2012 al 2021.

**Tabla Y-1 Cantidades importadas del año 2012 al 2021 de artefactos a biomasa forestal.**

Tipo de artefacto	Código Arancelario	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Cocinas	73211910	7.939	5.885	2.644	6.181	2.447	20.581	6.863	5.354	5.935	25.494
Combustible sólidos	73218900	69.324	95.617	54.530	34.259	29.936	35.399	160.961	166.991	57.918	80.252
Estufas	73218910	0	0	0	0	0	4.750	5.556	3.906	7.066	3.410
Pellets	73218920	0	0	0	0	0	10.367	24.042	49.718	15.657	23.479
Demás artefactos	73218990	0	0	0	0	0	20.282	131.363	113.367	35.195	53.363

**Fuente:** (Aduana , 2022).

Anexo Z: Tabla para calcular las variables de la regresión lineal de las importaciones.

**Tabla Z-1** Calculo de variables de la regresión lineal para las importaciones de los años 2013 al 2019.

<b>Año</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X*Y</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
2013	-3	10.186	-30558,16968	9	103755748,3
2014	-2	8.111	-16221,59893	4	65785067,96
2015	-1	11.268	-11267,52098	1	126957028,9
2016	0	12.739	0	0	162283239,9
2017	1	12.898	12897,98286	1	166357961,9
2018	2	15.003	30005,495	4	225082432,5
2019	3	15.896	47688	9	252682816
<b>Sumatoria</b>	<b>0</b>	<b>86100,15128</b>	<b>32544,18827</b>	<b>28</b>	<b>1102904295</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

Anexo AA: Superficie total plantada en el año 2020.

**Tabla AA-1 Superficie total plantada, por forestación y reforestación, año 2020.**

Región	Superficie plantada (ha)				Total	
	Forestación		Reforestación			
	Superficie	%	Superficie	%	Superficie	%
Arica y Parinacota	6,51	1,10	-	-	6,51	0,01
Tarapacá	6,31	1,07	-	-	6,31	0,01
Antofagasta	8,66	1,46	-	-	8,66	0,01
Atacama	9,44	1,59	-	-	9,44	0,01
Coquimbo	18,00	3,04	-	-	18,00	0,02
Valparaíso	4,83	0,82	95,22	0,12	100,05	0,13
Metropolitana	22,22	3,75	8,86	0,01	31,08	0,04
O'Higgins	153,56	25,93	4.855,71	6,18	5.009,27	6,33
Maule	181,27	30,61	16.467,91	20,97	16.649,18	21,04
Ñuble	13,81	2,33	7.762,08	9,89	7.775,89	9,83
Biobío	75,34	12,72	23.079,78	29,39	23.155,12	29,27
La Araucanía	40,80	6,89	17.897,32	22,79	17.938,12	22,67
Los Ríos	24,73	4,18	5.605,56	7,14	5.630,29	7,12
Los Lagos	18,61	3,14	2.733,92	3,48	2.752,53	3,48
Aysén	5,00	0,84	14,45	0,02	19,45	0,02
Magallanes	3,01	0,51	-	-	3,01	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>592,10</b>	<b>100,00</b>	<b>78.520,81</b>	<b>100,00</b>	<b>79.112,91</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** (Ministerio de Agricultura, 2020)

Anexo BB: Calculo de interpolación de variables.

Para calcular la cantidad de viviendas en el año 2014 y 2016, se utiliza la ecuación (7), considerando como supuesto un factor de crecimiento de 0,55.

$$\begin{aligned} CV_{2014} &= (CV_{2015} - CV_{2013}) * (1 - x) + CV_{2013} \\ CV_{2014} &= (4.650.300 - 4.524.588) * (1 - 0,55) + 4.524.588 \\ CV_{2014} &= 4.581.158 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CV_{2016} &= (CV_{2017} - CV_{2015}) * (1 - x) + CV_{2015} \\ CV_{2016} &= (4.824.958 - 4.650.300) * (1 - x) + 4.650.300 \\ CV_{2016} &= 4.728.896 \end{aligned}$$

Para calcular la cantidad de viviendas con estufa a leña (CVe) en el año 2014 y 2016, se utiliza la ecuación (7), considerando como supuesto un factor de crecimiento de 0,55.

$$\begin{aligned} CVe_{2014} &= (CVe_{2015} - CVe_{2013}) * (1 - x) + CVe_{2013} \\ CVe_{2014} &= (1.547.455 - 1.500.078) * (1 - 0,55) + 1.500.078 \\ CVe_{2014} &= 1.521.398 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CVe_{2016} &= (CVe_{2017} - CVe_{2015}) * (1 - x) + CVe_{2015} \\ CVe_{2016} &= (1.627.806 - 1.547.455) * (1 - 0,55) + 1.547.455 \\ CVe_{2016} &= 1.583.613 \end{aligned}$$

Para calcular la cantidad de viviendas con cocinas a leña (CVc) en el año 2014 y 2016, se utiliza la ecuación (7), considerando como supuesto un factor de crecimiento de 0,55.

$$\begin{aligned} CVc_{2014} &= (CVc_{2015} - CVc_{2013}) * (1 - x) + CVc_{2013} \\ CVc_{2014} &= (396.566 - 386.689) * (1 - 0,55) + 386.689 \\ CVc_{2014} &= 391.134 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CVc_{2016} &= (CVc_{2017} - CVc_{2015}) * (1 - x) + CVc_{2015} \\ CVc_{2016} &= (419.580 - 396.566) * (1 - 0,55) + 396.566 \\ CVc_{2016} &= 406.922 \end{aligned}$$

Anexo CC: Costo de energía eléctrica en el taller.

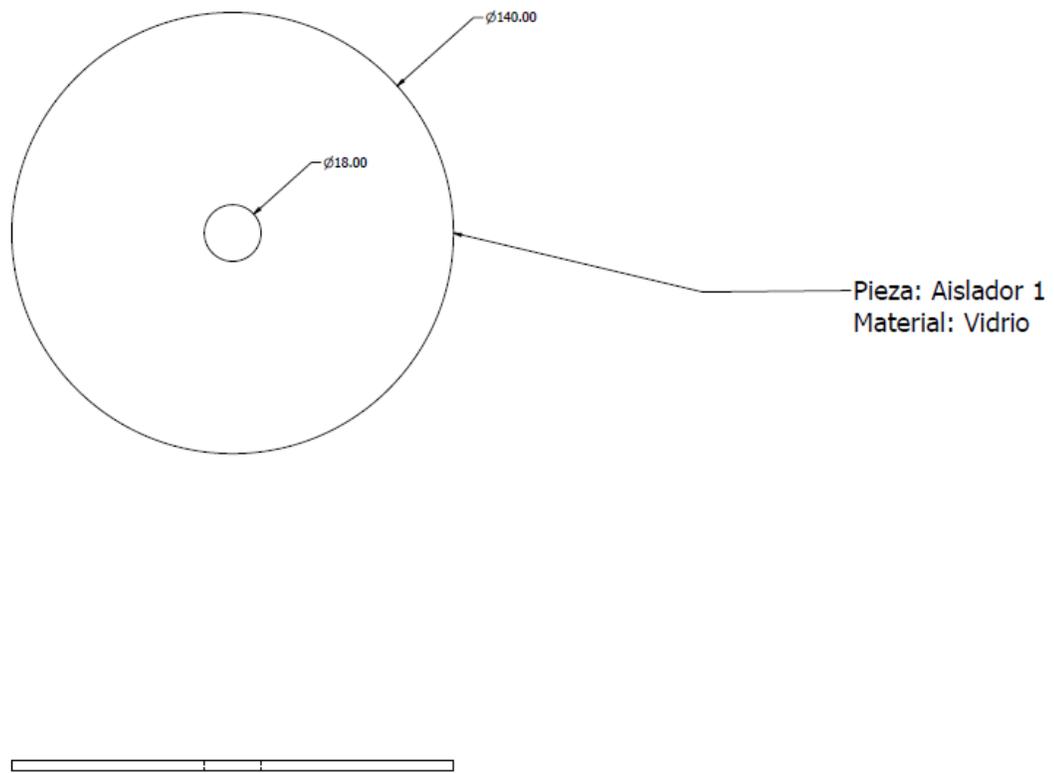
**Tabla CC-1 Costo de energía eléctrica de las maquinas.**

<b>Maquinaria</b>	<b>Potencia eléctrica (kW)</b>	<b>Potencia eléctrica (kWh) (10 horas)</b>	<b>Potencia eléctrica (kWh mes) (1 mes =20 días)</b>
Prensa CNC	7.5	75	1.500
Cilindradora	5,5	55	1.100
Soldadora MIG	9,2	92	1.840
Corte con plasma	8,5	85	1.700
<b>Total</b>	<b>30,7</b>	<b>307</b>	<b>6.140</b>

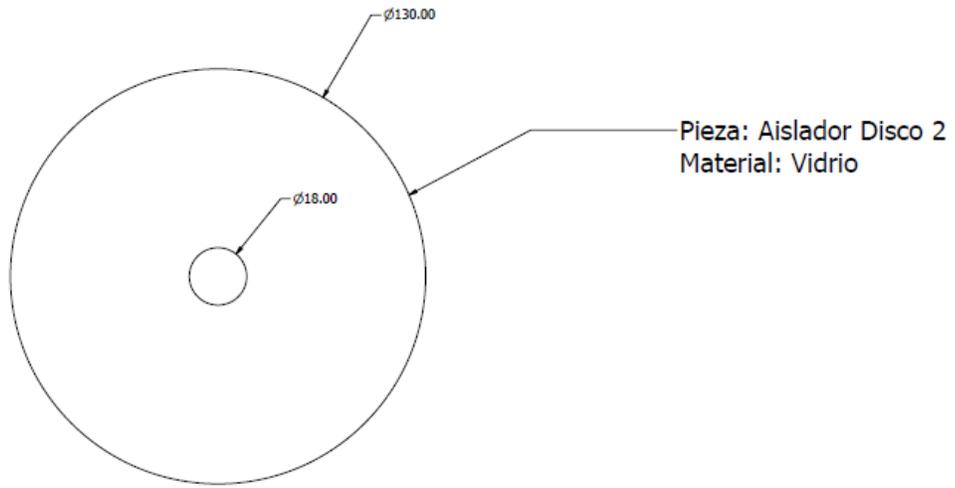
**Fuente: Elaboración Propia.**

Considerando que el precio del kWh es de \$108,226 para el mes de junio del año 2022 en la empresa CGE (CGE, 2022). Por lo tanto el costo por energía eléctrica proviene de la multiplicación de la potencia eléctrica mensual total que es 6.140 kWh mes por el precio de kWh, lo cual entrega un valor de \$664.508 en gastos por energía eléctrica.

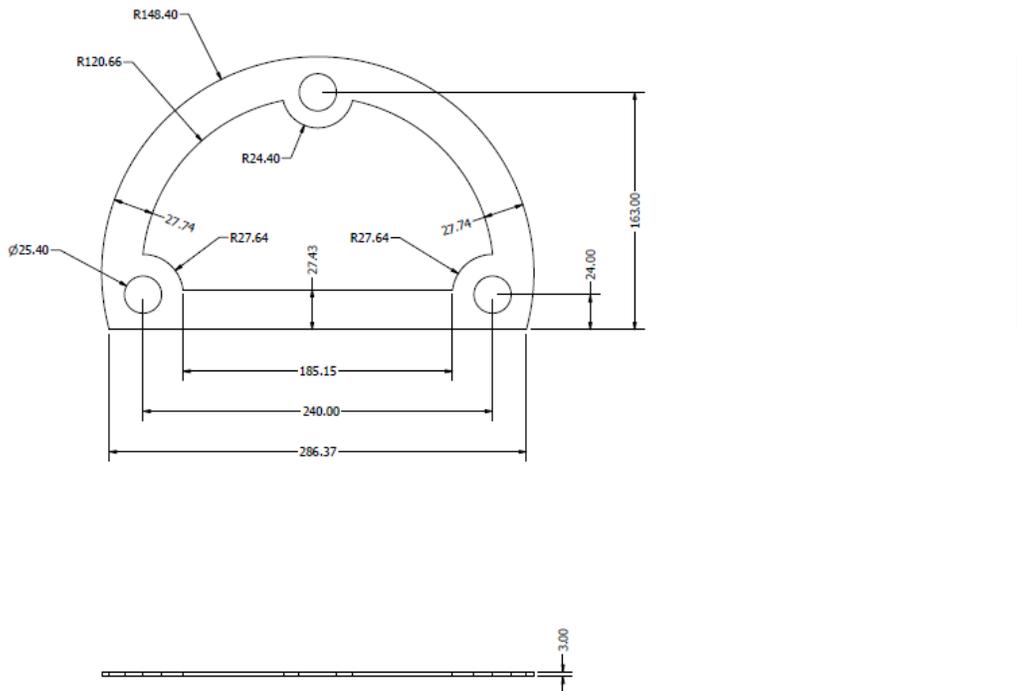
Anexo DD: Planos del prototipo 2 del dispositivo.



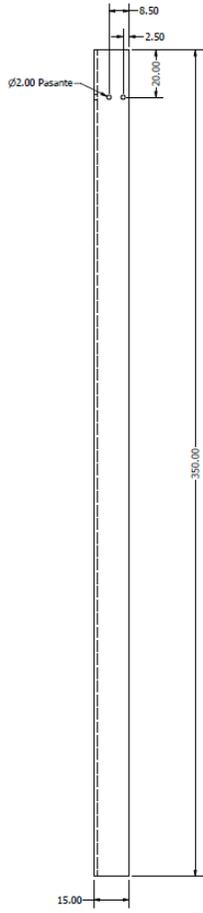
**Figura DD-1 Disco aislador de vidrio 1.**  
**Fuente:** (Fernandez).



**Figura DD-2 Disco aislador de vidrio 2.**  
**Fuente:** (Fernandez).

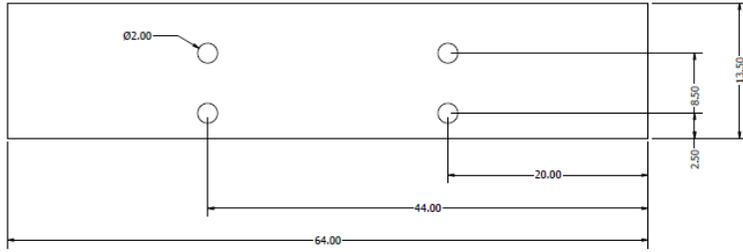


**Figura DD-3 Divisor portabaffle.**  
**Fuente: (Fernandez).**

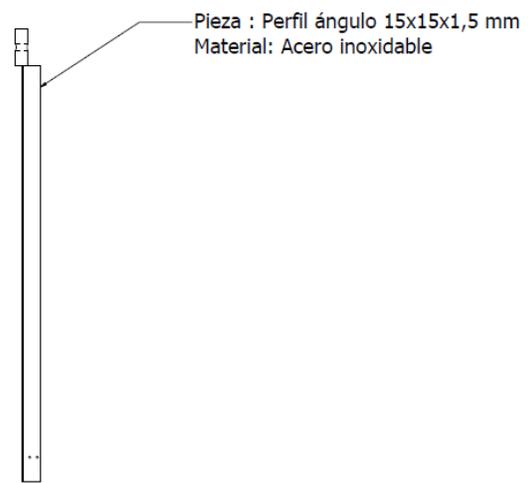
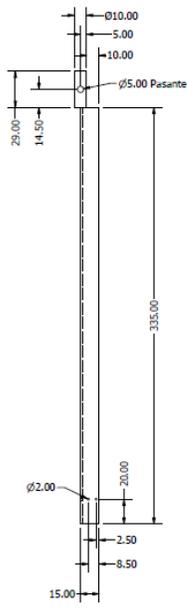


Pieza : Perfil ángulo 15x15x1,5 mm  
Material: Acero inoxidable

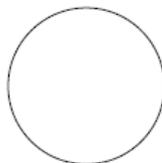
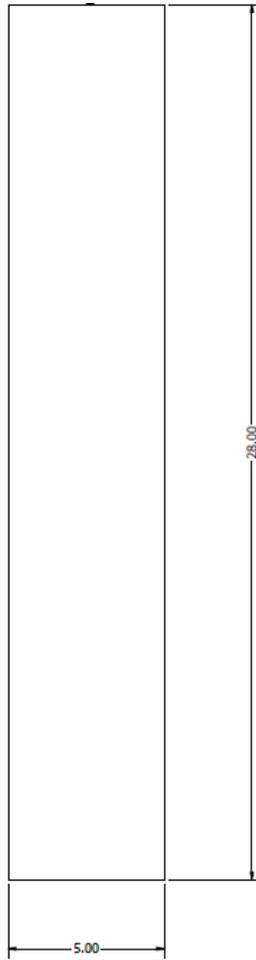
**Figura DD-4 Electrodo inferior.**  
Fuente: (Fernandez).



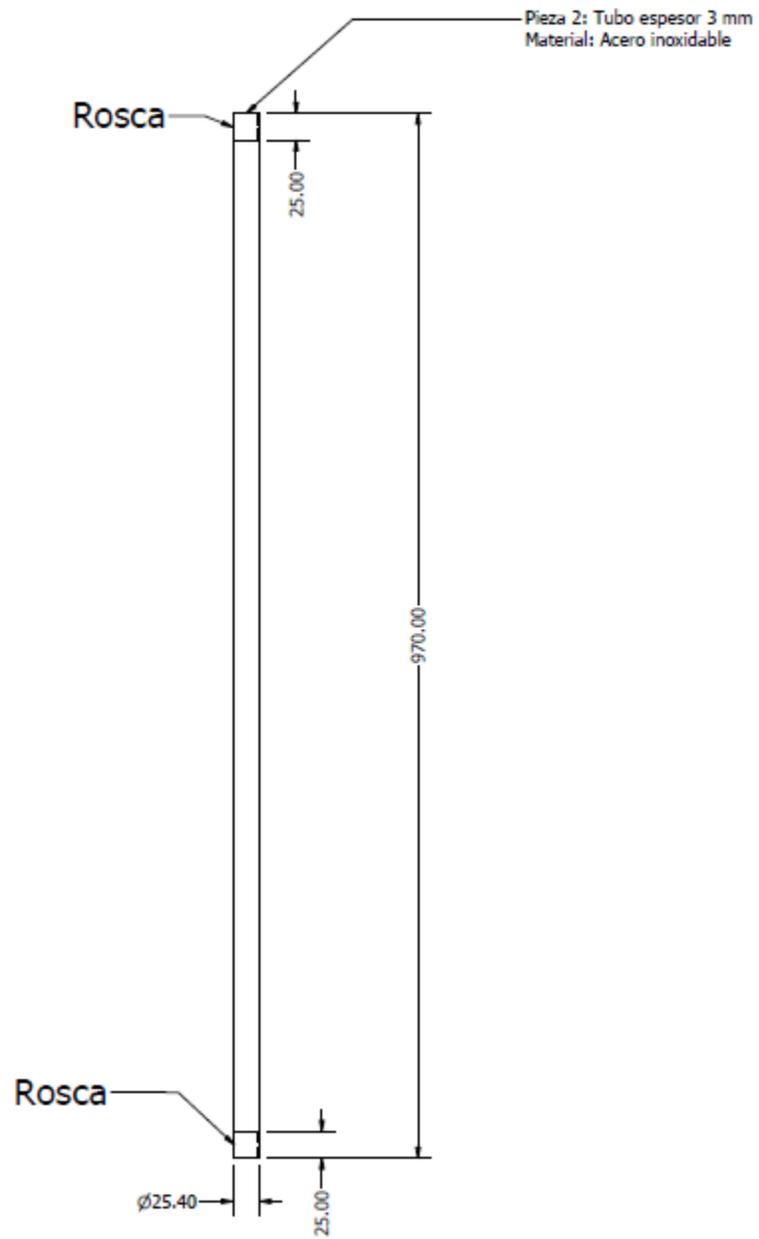
**Figura DD-5 Placa de unión electrodo.**  
**Fuente: (Fernandez).**



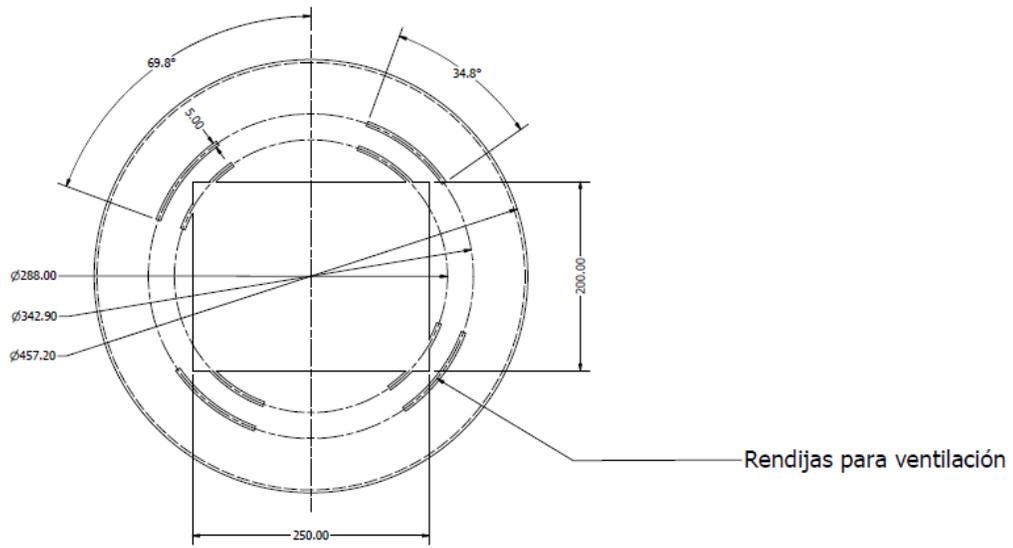
**Figura DD-6 Electrodo superior.**  
**Fuente:** (Fernandez).



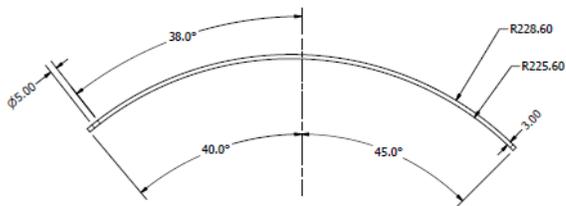
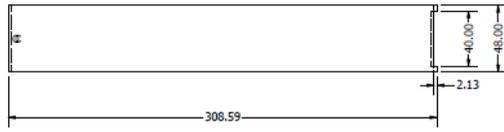
**Figura DD-7 Pasador de teflón.**  
**Fuente:** (Fernandez).



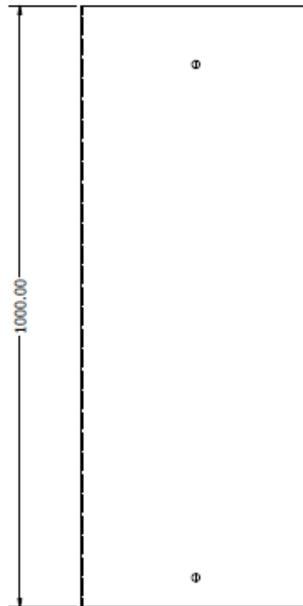
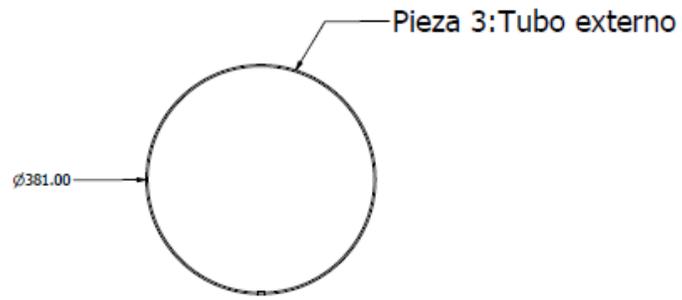
**Figura DD-8 Tubo portabaffle.**  
**Fuente: (Fernandez).**



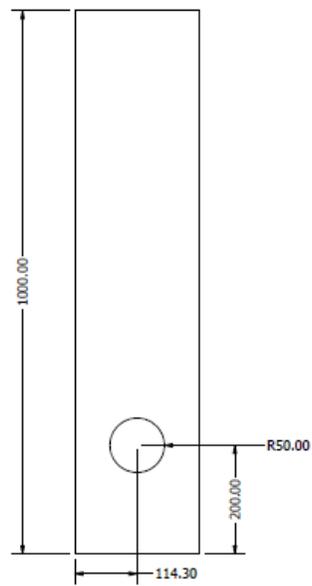
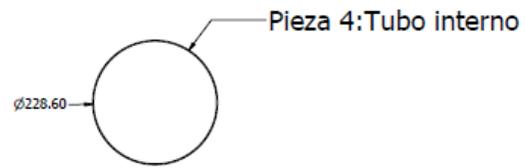
**Figura DD-9 Tapa superior.**  
**Fuente:** (Fernandez).



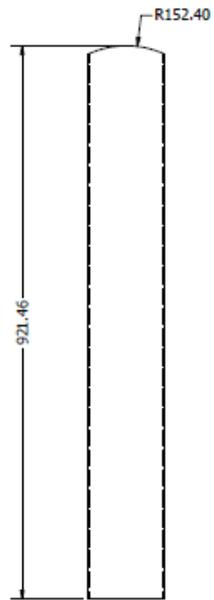
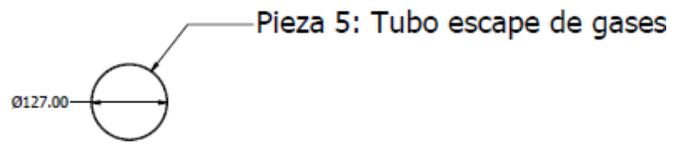
**Figura DD-10 Puerta tapa superior.**  
**Fuente: (Fernandez).**



**Figura DD-11 Tubo externo.**  
**Fuente:** (Fernandez).



**Figura DD-12 Tubo interno.**  
**Fuente:** (Fernandez).



**Figura DD-13 Tubo escape de gases.**  
Fuente: (Fernandez).

Pieza: Tubo teflón Electrodo  
Material: Teflón

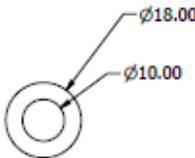
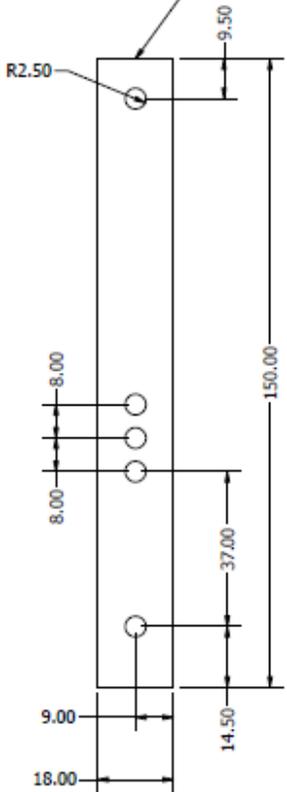
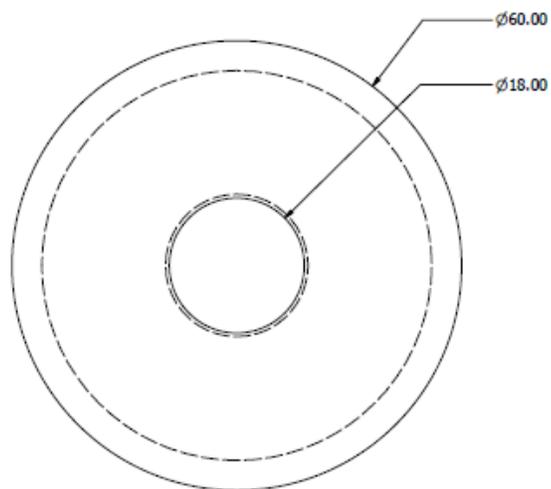
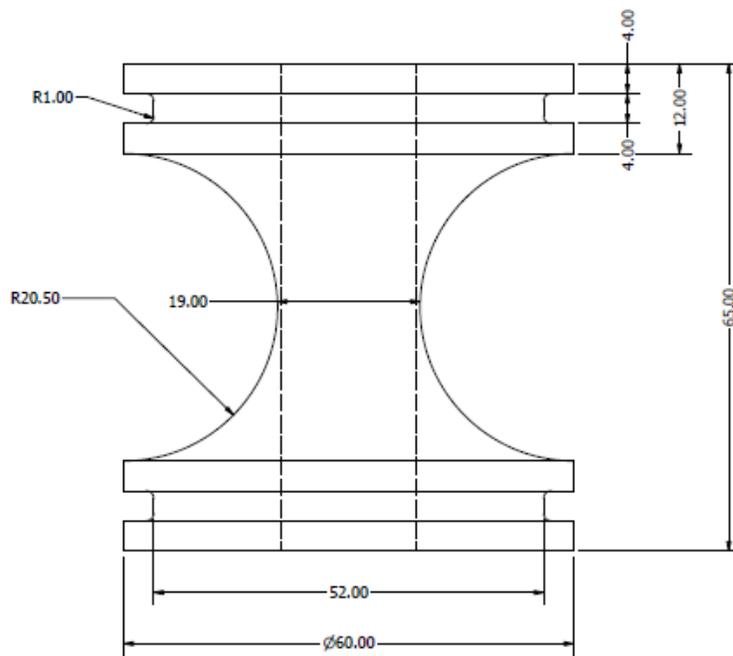
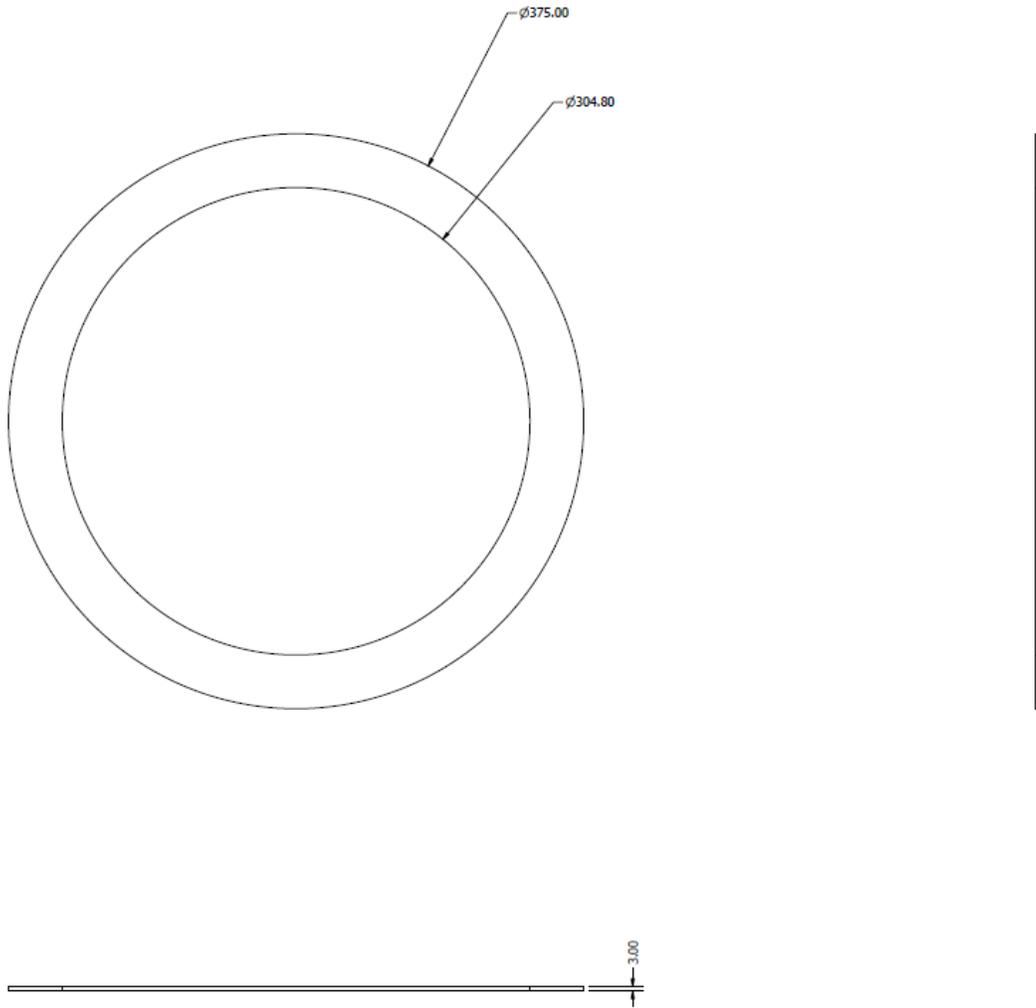


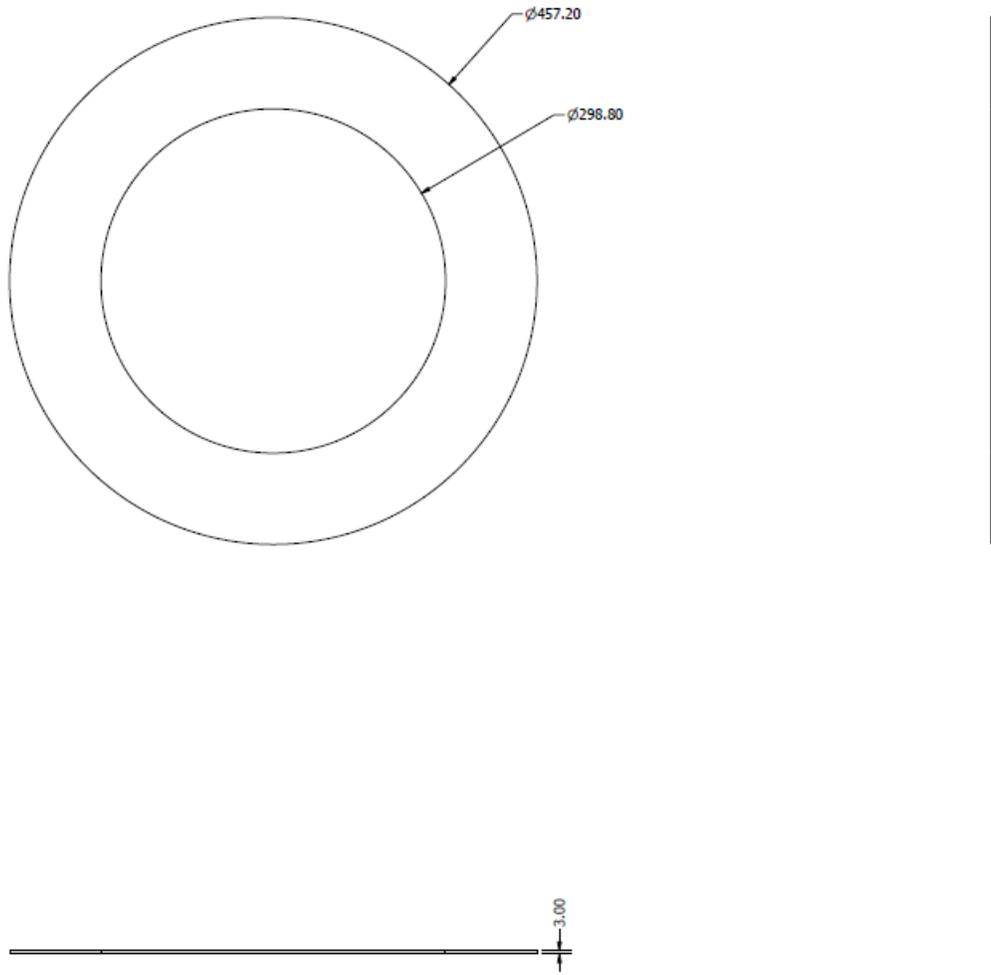
Figura DD-14 Tubo teflón electrodo.  
Fuente: (Fernandez).



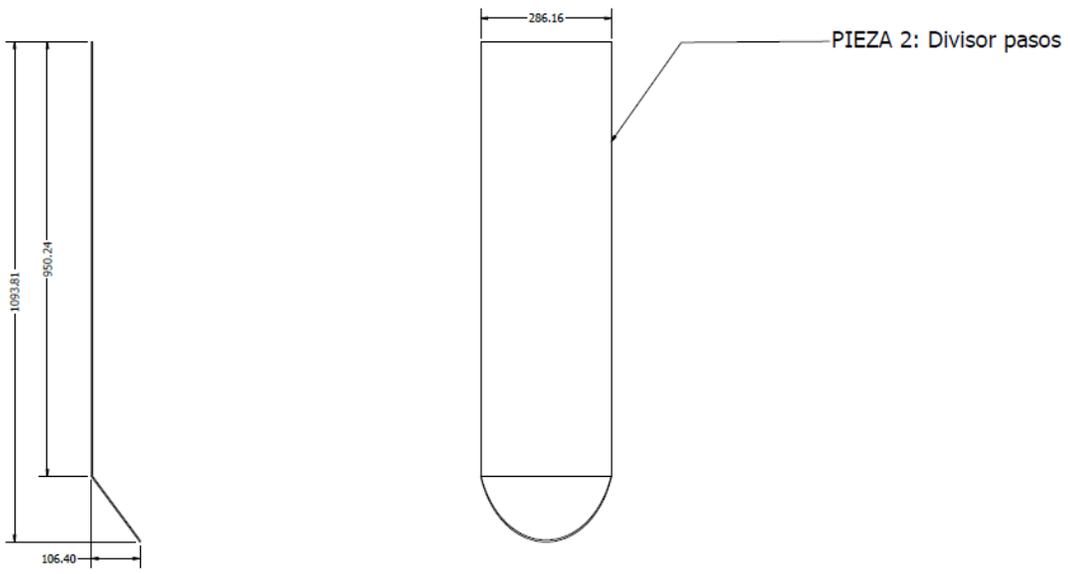
**Figura DD-15 Aislador electrodo.**  
**Fuente:** (Fernandez).



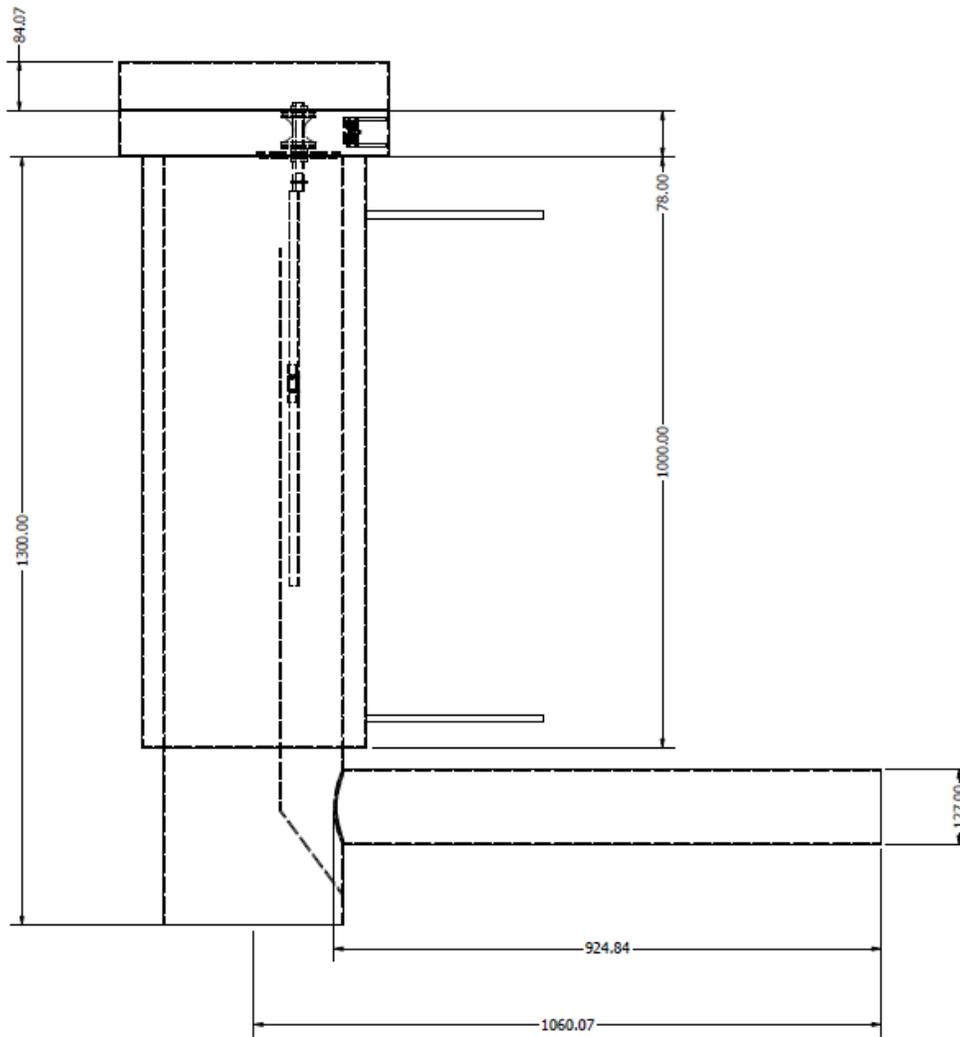
**Figura DD-16 Tapa agua inferior.**  
**Fuente:** (Fernandez).



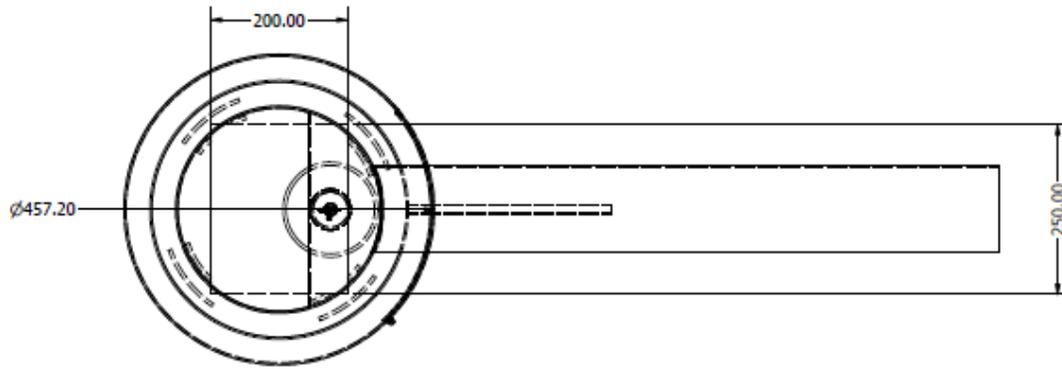
**Figura DD-17 Tapa agua superior.**  
**Fuente:** (Fernandez).



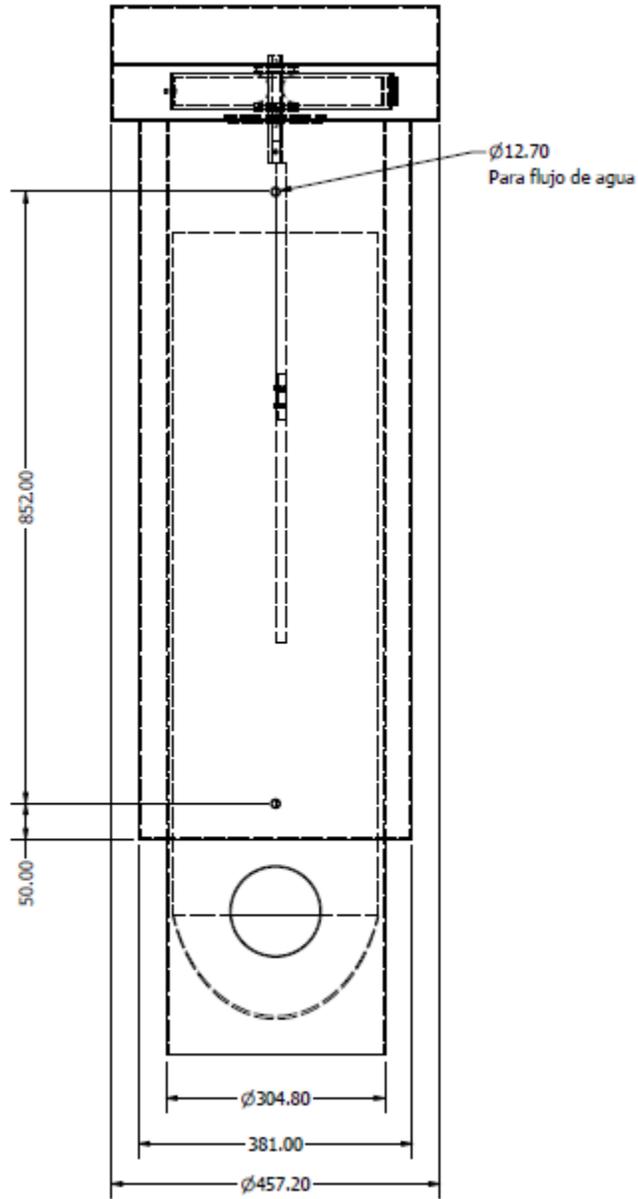
**Figura DD-18 Divisor de pasos.**  
**Fuente:** (Fernandez).



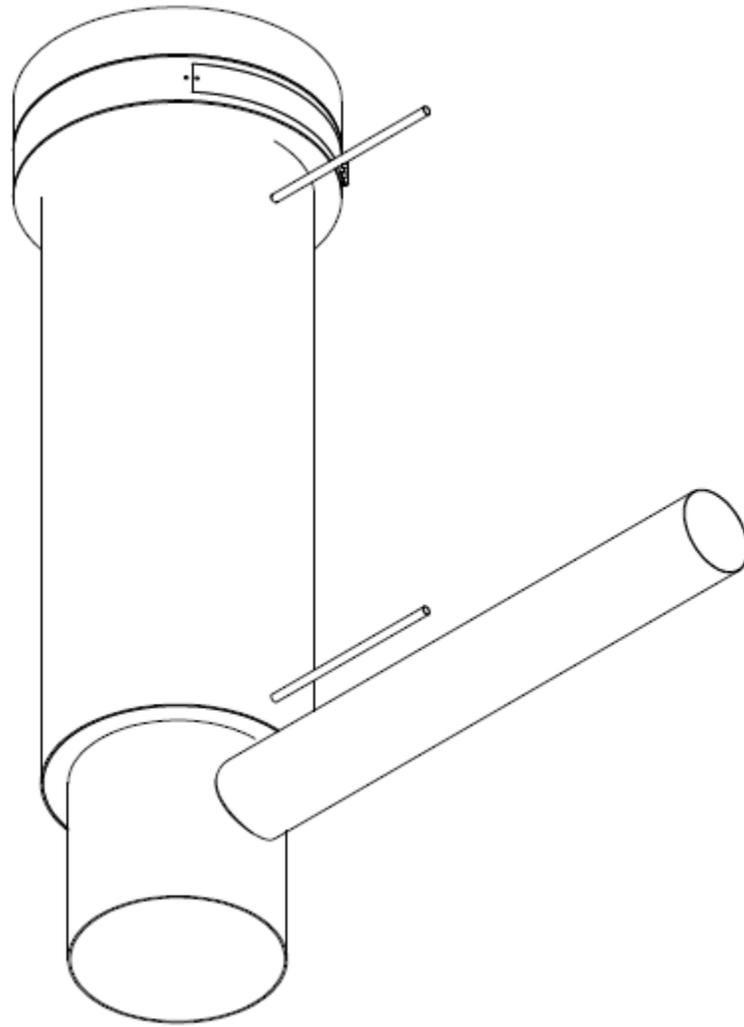
**Figura DD-19 Vista lateral del prototipo 2.**  
**Fuente:** (Fernandez).



**Figura DD-20 Vista superior del prototipo 2.**  
**Fuente:** (Fernandez).



**Figura DD-21 Vista frontal del prototipo 2.**  
**Fuente:** (Fernandez).



**Figura DD-22 Vista 3D del prototipo 2.**  
**Fuente:** (Fernandez).

Anexo EE: Entrevista a Felipe Cabezas MPzero.

1. ¿Cuál es tu función dentro de la empresa MPzero?

Socio director y Gerente de Administración y Finanzas.

2. ¿Cuál es el funcionamiento del aparato MPzero? (Nombrando cada una de las partes de este)

MPzero es un dispositivo eléctrico de captura activa de material particulado, para complementar a equipos de combustión de biomasa, y lograr una reducción en las emisiones de material particulado de entre un 60 y un 90%.

Su funcionamiento se basa en el principio eléctrico de precipitación electrostática. Que consiste básicamente en cargar eléctricamente las partículas en un espacio determinado, para luego capturarlas en una superficie de que tenga carga eléctrica opuesta. MPzero logra este efecto, con un sistema de 3 componentes principales, primero, la caja de electrónica que regula la carga eléctrica que es transferida a un electrodo central que pasa por el centro de la chimenea o salida de gases, generando la carga en las partículas de humo; segundo, un sistema de aislación, que integra soluciones de cerámica, PTFE (Teflón puro), y goma para alto voltaje, esto hace que el único componente energizado sea el electrodo en el centro de la chimenea (fuera del alcance del usuario); y el tercer componente es la estructura metálica o carcasa que permite la integración del dispositivo al calefactor y soporta el sistema de aislación y carga eléctrica (actualmente estructura es de 1 metro de largo y 6" de diámetro, como una sección de chimenea tradicional).

3. ¿Cuál es el precio de venta del filtro?, y ¿cómo determinan el precio de despacho?

Actualmente \$379.000 IVA incluido, no incluye instalación ni envío. Despacho se externaliza con empresas de transporte de confianza.

4. En caso de falla, ¿ustedes realizan la reparación del filtro? Si la respuesta es sí, explicar logística inversa de la empresa.

Hasta el momento, donde llevamos 100 unidades en el mercado, lo hacemos nosotros con visitas programadas, se llevan instrumentos para identificar posibles desperfectos y las materias primas e insumos necesarias para realizar la reparación. A futuro se tiene la visión de modularizar aún más los componentes del sistema, para externalizar el servicio post venta con expertos locales en cada región.

5. ¿Cuál es el costo estimado de fabricación de MPzero?

\$250.000 a costos de fines de 2021. Ha sido uno de los principales desafíos de los últimos años, debido a las constantes alzas de materias primas e insumos a nivel internacional.

6. ¿Cuál es su principal competencia internacional? ¿Por qué?

Oekosolve, por su trayectoria y calidad de producción, sin embargo, tienen costos muy superiores a los nuestros.

7. ¿Cuál es su principal competencia nacional? ¿Por qué?

Retrocatt por costos, a pesar de ser una solución basada en principios distintos de funcionamiento, ofrece menores precios, por una solución que a vista de una persona no entendida en la materia podría ser la misma que nosotros ofrecemos.

8. Principales mercados nacionales (ubicación regional).

Documento Modelo de negocios para detalles de nichos de mercado a los que apuntamos a la fecha. [https://1drv.ms/b/s!Akluk0EkB0p\\_iM4PxVnQuWTj3CgvVg?e=m5VICa](https://1drv.ms/b/s!Akluk0EkB0p_iM4PxVnQuWTj3CgvVg?e=m5VICa)

9. Considerando que la utilización de leña se da principalmente en estratos sociales bajos y medios, y esta posee un costo aproximado de \$45.000 (\$150 por astilla) en un mes (300 astillas al mes), ¿Crees que el gasto energético del filtro estimado en \$3.000 tendrá una relevancia mayor al intentar comercializar el filtro?

Por lo general el costo energético no suele ser un factor que haga dudar de la compra.

10. ¿Cuál es el rendimiento térmico de una estufa común más el filtro?

No hemos desarrollado análisis que puedan responder con certeza esta pregunta... sin embargo, por el hecho de ser una estructura metálica pintada negra, aporta en la distribución del calor dentro del hogar (así como las estufas, también las pintan negras por ese motivo).

11. Me puedes relatar las principales dificultades que han tenido para situarse en el mercado.

Principales dificultades han sido en cuanto a la validación comercial, ya que la solución tiene relación con aspectos regulatorios de medio ambiente, y MPzero, por ser una innovación disruptiva, no es fácilmente considerada dentro de soluciones aceptadas por la autoridad, como si lo pudiese ser una estufa a pellet, o un calefactor eléctrico.

Además, hemos sorteado bastantes desafíos relacionados con la producción, principalmente en cuanto a la definición de procesos productivos y tiempos de producción.

12. MPzero considera en un futuro integrarse a otros mercados. Si la respuesta es sí, ¿Cuáles? y ¿Por qué?

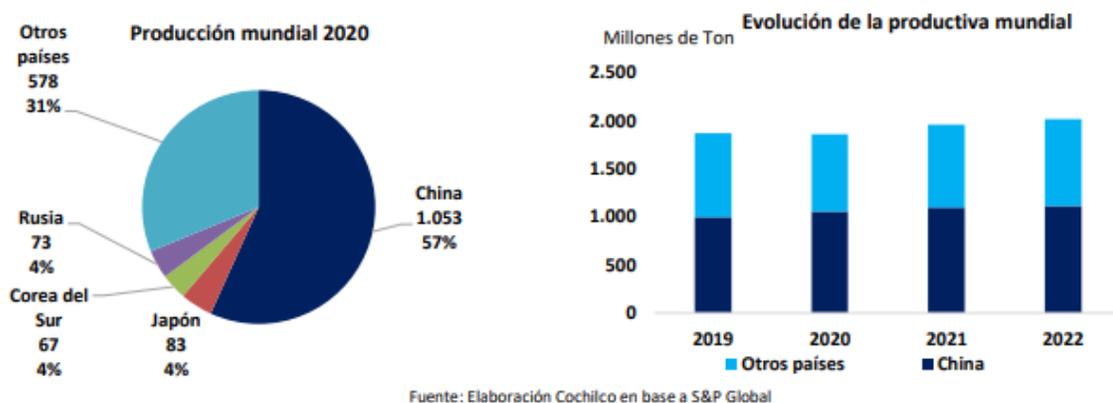
Si, mercados europeos, hemos tenido conversaciones con empresas de Italia (Nordica Extraflame; Edilkamin), España (Bellido Manufacturas Metálicas; Bronpi Calefacción), Republica Checa (Blaze Harmony) y Eslovaquia (Deltako). En asistencia a feria internacional en Verona, Italia en febrero de 2020, confirmamos que existe un buen mercado para nosotros en Europa, estas empresas manifestaron interés en incorporar MPzero dentro de su listado de productos.

13. ¿Cuál es la relación que poseen con sus stakeholders? (Gobierno, grupos ambientalista, empresas de calefactores a leña, etc.)

A nivel de instituciones del estado, a nivel regional, constante comunicación con SEREMI de medio ambiente de Región del Biobío, desde nuestros comienzos, manteniéndolos actualizados con las iniciativas y avances que logramos en cuanto a demostrar la efectividad y validación de nuestra solución. También se mantienen relaciones con empresas interesadas en aplicar MPzero como mecanismo de compensación de emisiones, o implementar esta solución dentro de sus estrategias de Responsabilidad Social Empresarial. Con empresas de calefactores en Chile no hemos logrado concretar ninguna reunión comercial.

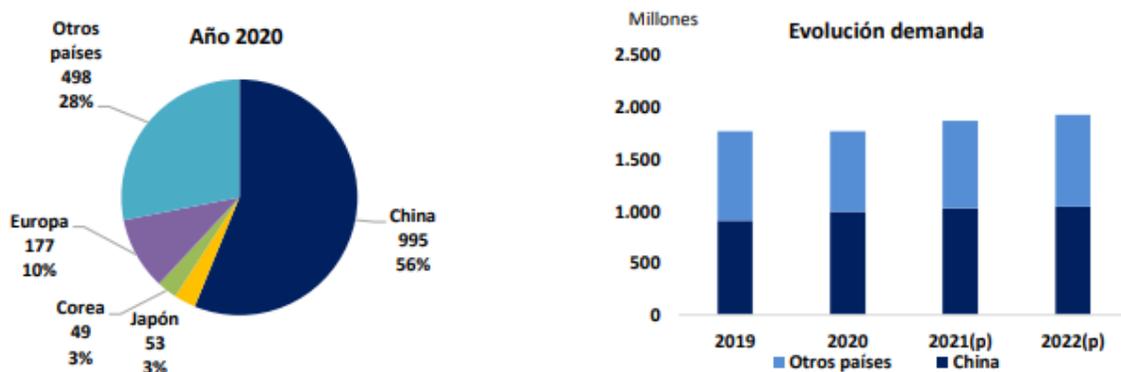
Anexo FF: Gráficos de la producción y demanda mundial de acero

**Gráfico FF-1 Producción mundial de acero crudo.**



Fuente: Elaboración de Cochilco en base a S&P Global.

**Gráfico FF-2 Demanda mundial de acero terminado.**



Fuente: Elaboración de Cochilco en base a S&P Global.

Anexo GG: Importaciones históricas (2017-2021) de estufas y cocinas a leña.

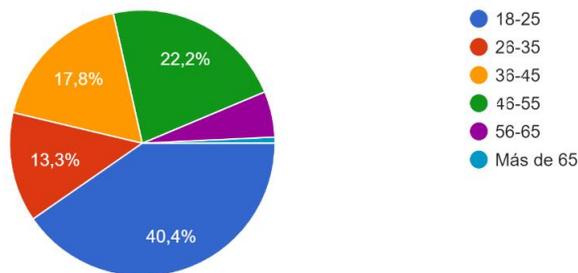
Año	Código Arancelario	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2017	7321.8910	22	-	3	7	1	4	4	4	2	4.698	2	3
2017	7321.1910	150	234	15955	136	486	706	202	62	903	1299	311	137
2018	7321.8910	11	2	502	1.503	2.000	-	2	3	1.502	-	26	5
2018	7321.1910	552	1910	1263	90	0	213	64	132	6	2295	173	165
2019	7321.8910	30	-	-	12	1	-	1.001	1.104	5	1	1.752	-
2019	7321.1910	73	1171	1	2176	258	110	43	744	42	500	236	0
2020	7321.8910	503	-	512,0	200,0	1.806	23	-	4	2.004	-	2.001	13
2020	7321.1910	0	491	281	258	0	256	406	1220	263	1364	1065	331
2021	7321.8910	352	1,0	29	9	2	13	1.636	63	691	-	1	613
2021	7321.1910	1	12	1578	12423	4743	1159	3093	1409	349	102	306	319

Fuente: (Aduana , 2022).

## Anexo HH: Respuestas de la encuesta de calefacción residencial.

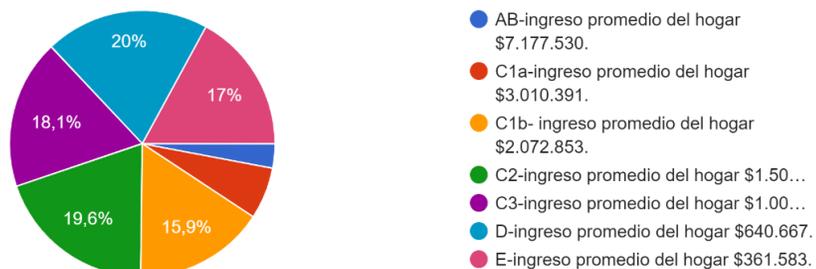
1.- Seleccione el rango de edad al cual pertenece:

270 respuestas



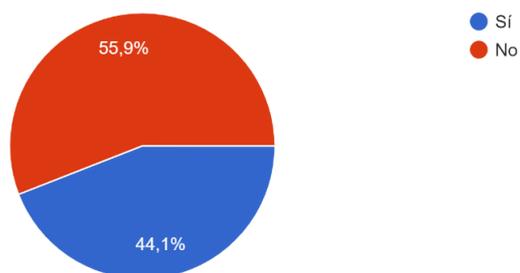
2.- Seleccione el nivel socioeconómico al cual pertenece:

270 respuestas



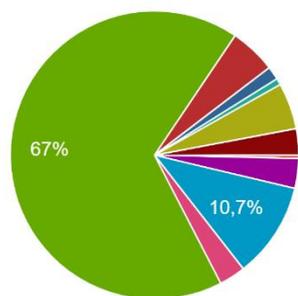
3.- Usted es jefe/a de hogar:

270 respuestas



#### 4.- Seleccione su lugar de residencia:

270 respuestas

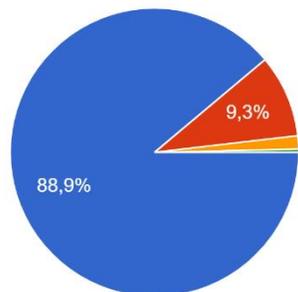


- I Región de Tarapacá
- II Región de Antofagasta
- III Región de Atacama
- IV Región de Coquimbo
- V Región de Valparaíso
- VI Región del Libertador General Bern...
- VII Región del Maule
- VIII Región del Biobío

▲ 1/2 ▼

#### 5.- Seleccione el tipo de vivienda:

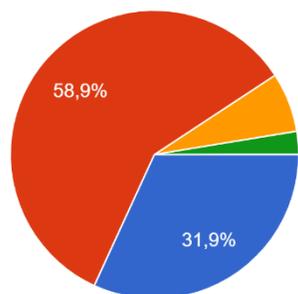
270 respuestas



- Casa
- Departamento en edificio
- Pensión
- Mediagua
- Móvil

#### 6.- Seleccione el número de pisos de la vivienda:

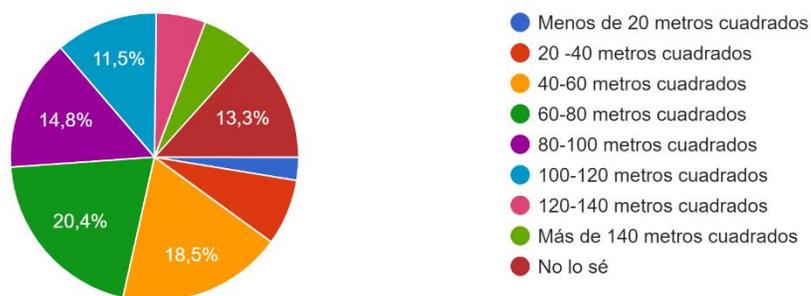
270 respuestas



- 1
- 2
- 3
- Más de 3

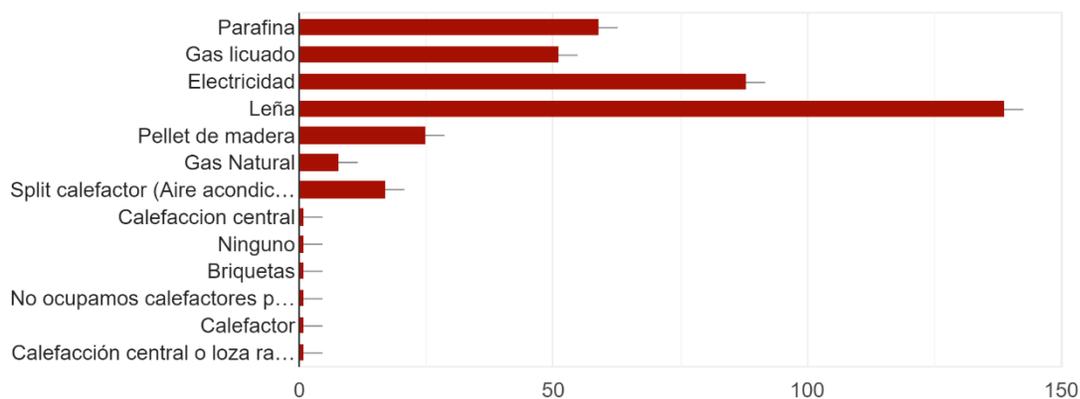
### 7.- Tamaño en metros cuadrados de la vivienda:

270 respuestas



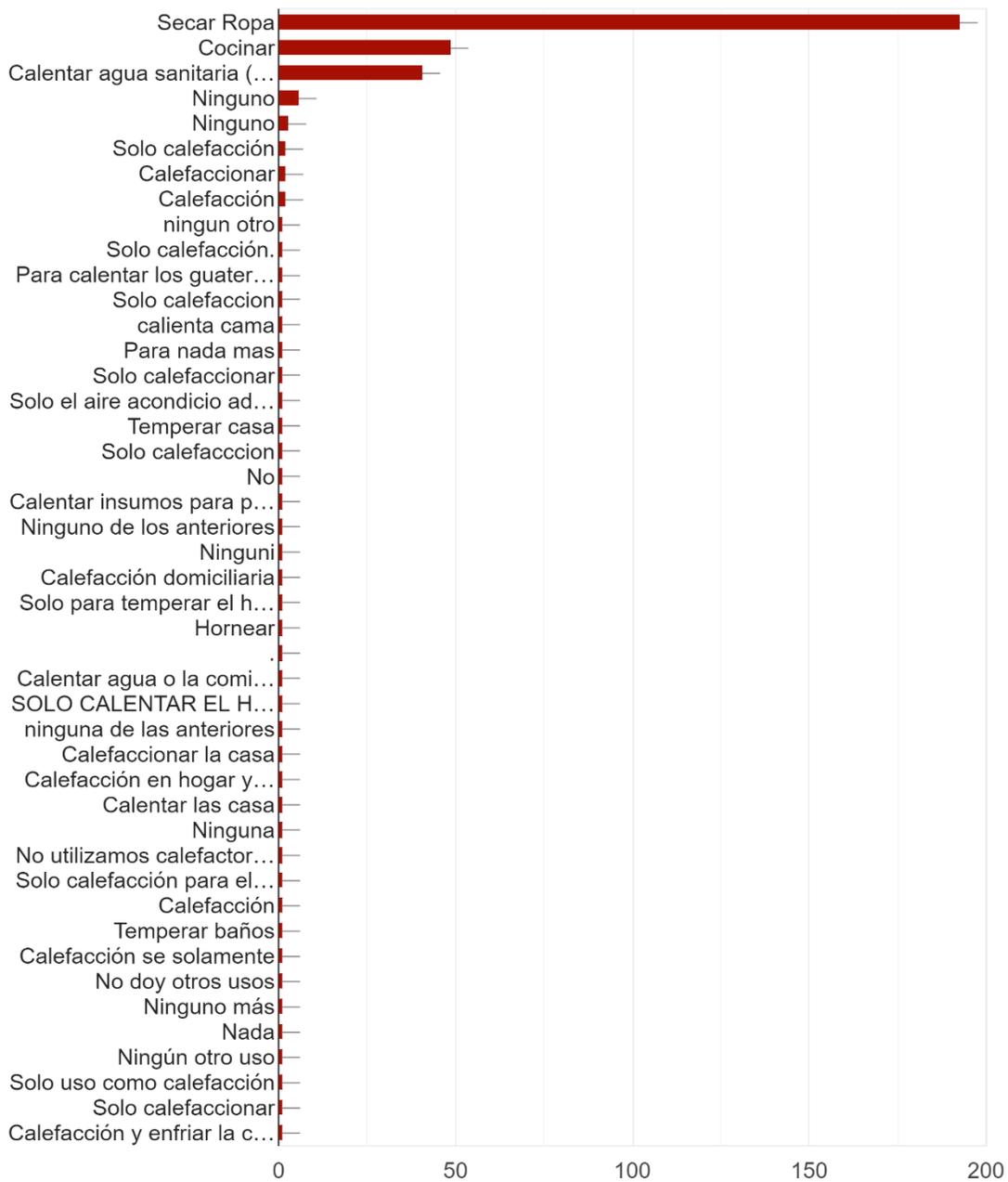
### 8.- ¿Qué tipo calefactor utiliza en su hogar?(Puede seleccionar más de una opción)

270 respuestas



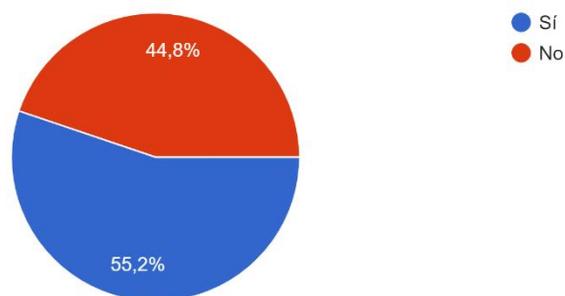
9.- Otros usos que le da al calefactor utilizado (Puede seleccionar más de una opción):

270 respuestas



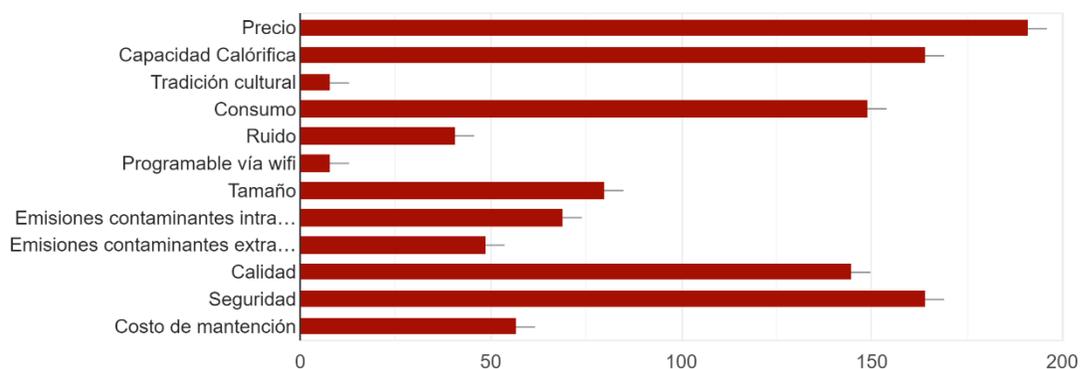
10.- Usted realiza periódicamente mantenimiento de su calefactor:

270 respuestas



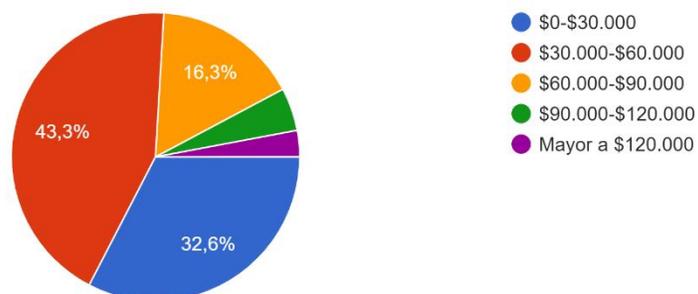
11.- Factores que analiza usted al momento de comprar un calefactor (Puede seleccionar más de una opción) :

270 respuestas



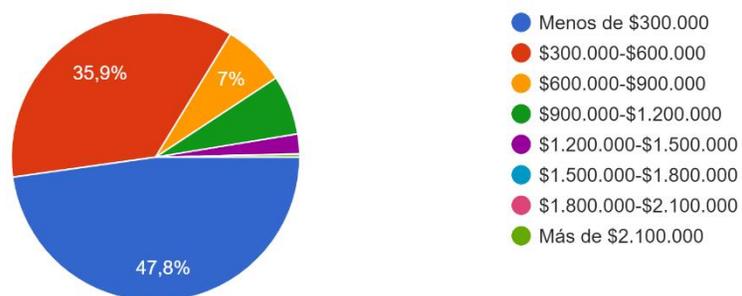
12.- Consumo mensual en calefacción:

270 respuestas



13.- Presupuesto destinado a la compra de un calefactor:

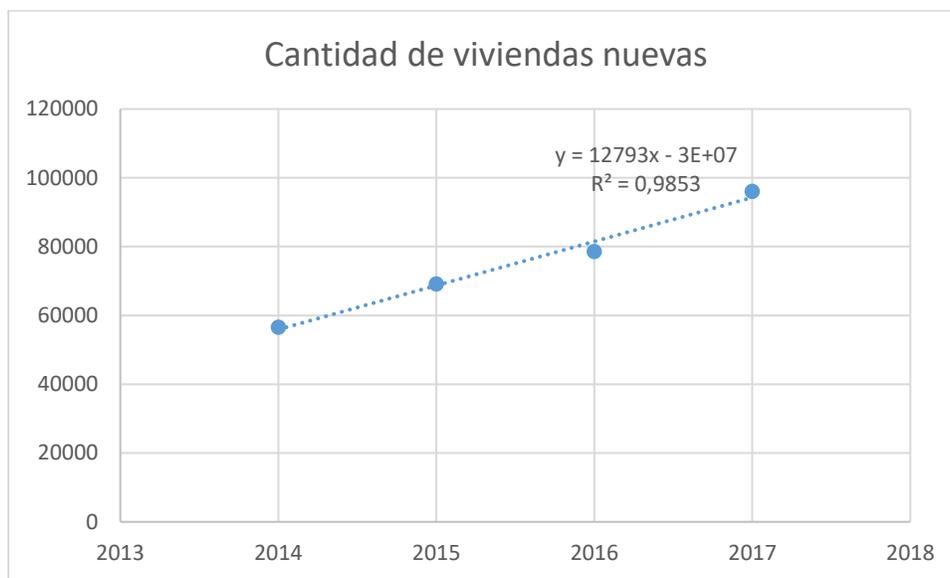
270 respuestas



**Fuente: Elaboración propia.**

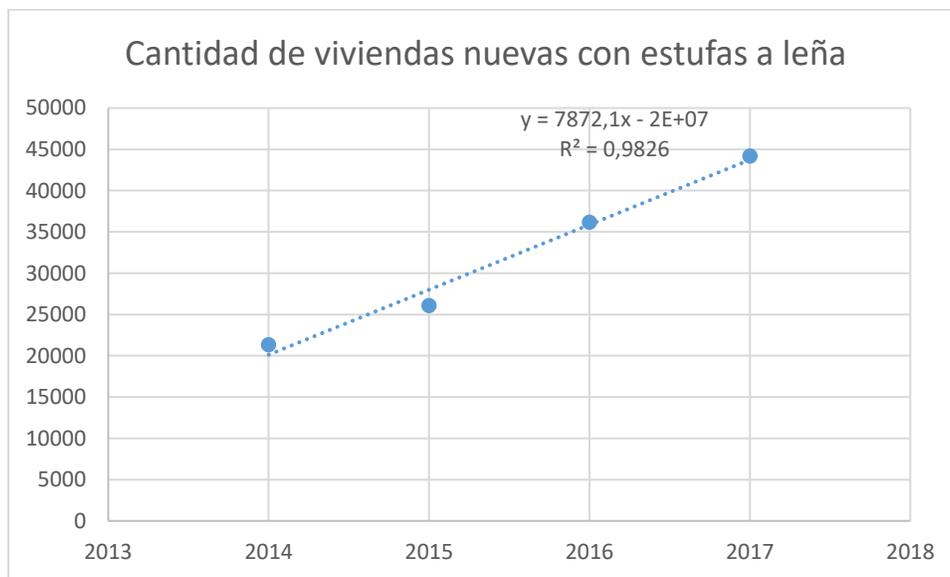
Anexo II: Gráficos de regresión lineal.

**Gráfico II-1 Regresión lineal de las viviendas nuevas entre los años 2014 y 2017.**



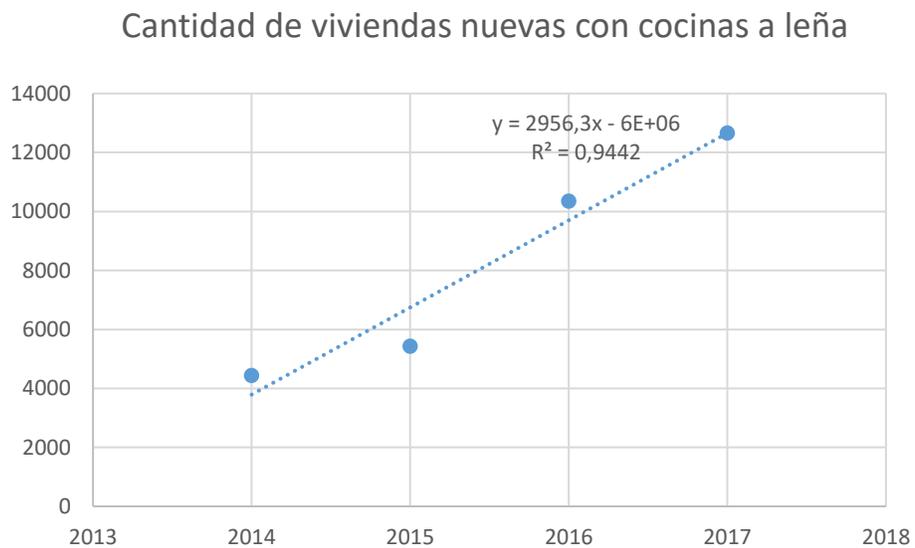
**Fuente: Elaboración propia.**

**Gráfico II-2 Regresión lineal de las viviendas nuevas con estufas a leña entre los años 2014 y 2017.**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Gráfico II-3 Regresión lineal de las viviendas nuevas con cocinas a leña entre los años 2014 y 2017.**



**Fuente: Elaboración propia.**

Anexo JJ: Costos en mobiliario.

**Tabla JJ-1 Costos en mobiliario en conjunto de su depreciación y valor residual.**

<b>Mobiliario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>	<b>Vida Útil (Años)</b>	<b>Depreciación (\$)</b>	<b>Valor residual (\$)</b>
Escritorio	1	\$80.000	\$80.000	5	\$16.000	\$0
Silla escritorio	1	\$110.000	\$110.000	5	\$22.000	\$0
Mesa de trabajo inoxidable	5	\$550.000	\$2.750.000	7	\$392.857	\$785.715
Silla	3	\$33.000	\$99.000	5	\$19.800	\$0
Hervidor	1	\$16.000	\$16.000	3	\$5.333	\$0
Microondas	1	\$60.000	\$60.000	9	\$6.667	\$26.665
WC	1	\$46.000	\$46.000	10	\$4.600	\$23.000
Lavamanos	1	\$41.000	\$41.000	7	\$5.857	\$11.715
Llave Lavatorio	1	\$16.000	\$16.000	5	\$3.200	\$0
Materiales de aseo	1	\$15.000	\$15.000	-	-	-
Estante de acero	2	\$200.000	\$400.000	7	\$57.143	\$114.285
Computador	1	\$580.000	\$580.000	6	\$96.667	\$96.665
Impresora	1	\$310.000	\$310.000	6	\$51.667	451.665
Materiales oficina	1	\$30.000	\$30.000	-	-	-
Estantería Rack	1	\$800.000	\$800.000	7	\$114.286	\$228570
Librero	1	\$70.000	\$70.000	5	\$14.000	\$0
<b>Total</b>			<b>\$5.423.000</b>		<b>\$810.077</b>	<b>\$1.338.280</b>

Fuente: Elaboración propia.

Nombre: Escritorio

Descripción: Escritorio negro de 77x156x117 cm marca Tuhome.

Valor unitario: \$80.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Falabella.



**Figura JJ-1 Escritorio.**

**Fuente:** (Falabella, 2022)

Nombre: Silla escritorio.

Descripción: Silla Escritorio Q3 negra.

Valor unitario: \$110.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Contatto.



**Figura JJ-2 Silla de escritorio.**

**Fuente:** (Contatto, 2022).

Nombre: Mesón de trabajo acero inoxidable.

Descripción: Mesón de trabajo 150x75x78cm de acero inoxidable.

Valor unitario: \$550.000

Cantidad: 5 unidades.

Proveedor: Falabella.



**Figura JJ-3 Mesón de trabajo acero inoxidable.**

**Fuente:** (Falabella, 2022).

Nombre: Silla.

Descripción: Silla ISO polipropileno.

Valor unitario: \$33.000

Cantidad: 3 unidades.

Proveedor: Falabella.



**Figura JJ-4 Silla.**

**Fuente:** (Falabella, 2022).

Nombre: Hervidor eléctrico.

Descripción: Hervidor eléctrico Ursus Trotter modelo MANLY17 de 1,7 litros.

Valor unitario: \$16.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Falabella.



**Figura JJ-5 Hervidor eléctrico.**

**Fuente:** (Falabella, 2022).

Nombre: Microondas

Descripción: Microondas Ursus Trotter modelo SYDNEY18.

Valor unitario: \$60.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Falabella.



**Figura JJ-6 Microondas.**

**Fuente:** (Falabella, 2022).

Nombre: Taza WC

Descripción: Taza WC Sensación 6 litros.

Valor unitario: \$46.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Falabella.



**Figura JJ-7 Taza WC.**

**Fuente:** (Falabella, 2022).

Nombre: Librero

Descripción: Librero de la marca Altavision modelo HO-2907.

Valor unitario: \$70.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Easy.



**Figura JJ-8 Librero.**

**Fuente:** (Easy, 2022).

Nombre: Lavamanos

Descripción: Lavamanos pedestal Bali blanco marca Vessanti.

Valor unitario: \$41.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Easy.



**Figura JJ-9 Lavamanos.**

**Fuente:** (Easy, 2022).

Nombre: Llave lavatorio.

Descripción: Llave lavatorio tevere marca Stretto.

Valor unitario: \$16.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Easy.



**Figura JJ-10 Llave lavatorio.**

**Fuente:** (Easy, 2022).

Nombre: Estante de acero.

Descripción: Estante de acero de 200x60x200cm y posee una capacidad de almacenaje de 800Kg.

Valor unitario: \$200.000

Cantidad: 2 unidades.

Proveedor: Falabella.



**Figura JJ-11 Estante de acero.**

**Fuente:** (Falabella, 2022).

Nombre: Computador HP

Descripción: Computador HP modelo 200 G4, con procesador Intel core i3 de decima generación, posee 4 GB de Ram y un disco duro-SATA de 1 TB.

Valor unitario: \$580.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: HP online Chile.



**Figura JJ-12 Computador HP.**

**Fuente:** (HP Chile, 2022).

Nombre: Impresora HP

Descripción: Impresora multifunción HP color Laserjet pro, modelo M283fdw.

Valor unitario: \$310.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: HP online Chile.



**Figura JJ-13 Computador HP.**

**Fuente:** (HP Chile, 2022).

Nombre: Estantería rack.

Descripción: Estantería rack porta pallet de 4.000 mm de alto y de 8 posiciones.

Valor unitario: \$800.000

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Chile Remates.



**Figura JJ-14 Estantería rack.**

**Fuente:** (Chile Remates, 2022).

Anexo KK: Costos de maquinarias y equipos.

**Tabla KK-1 Costos de maquinarias y equipos en conjunto de su depreciación y valor residual.**

Maquinaria y equipos	Costo Unitario (\$)	Proporción por unidad de producto	Costo Total (\$)	Vida Útil (Años)	Depreciación anual (\$)	Valor residual o valor libro (\$)
Prensa CNC	\$11.203.257	1	\$11.203.257	8	\$1.400.407	\$4.201.221
Cilindradora	\$34.264.218	1	\$34.264.218	8	\$4.283.027	\$12.849.082
Maquina soldadora	\$919.000	2	\$1.838.000	6	\$306.333	\$306.333
Corte con plasma	\$10.357.200	1	\$10.357.200	6	\$1.726.200	\$1.726.200
Esmeril	\$57.890	2	\$115.780	3	\$38.593	\$0
Taladro	\$76.690	3	\$230.070	3	\$76.690	\$0
Herramientas varias	\$400.000	2	\$800.000	3	\$266.667	\$0
Apilador Manual	\$863.420	2	\$1.726.840	4	\$431.710	\$0
Camión Jack Urban	\$18.000.000	1	\$18.000.000	7	\$2.571.429	\$5.142.857
Total			\$78.535.365		\$11.101.056	\$24.225.694

Fuente: Elaboración propia.

Nombre: Prensa CNC.

Descripción: Es una maquina laminadora modelo WC67K-125T/250, especialista en acero inoxidable que funciona mediante potencia hidráulica.

Valor unitario: \$11.203.257

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Harsle.



**Figura KK-1 Prensa CNC marca Harsle.**

Fuente: (Harsle, 2022).

Nombre: Soldadura Indura Compactmig 200<sup>a</sup>.

Descripción: Es una maquina soldadora que permite soldar en MIG, MMA (Arco manual) y TIG. Sus medidas son 480x220 mm.

Valor unitario: \$919.990

Cantidad: 2 unidades.

Proveedor: Mercado Libre.



Figura KK-2 Soldadura Indura Compactmig 200<sup>a</sup>.

Fuente: (Mercado libre, 2022).

Nombre: Cortadora de plasma.

Descripción: Es una máquina cortadora con plasma de la marca Mi Harting que posee un velocidad de corte de 120000mm/min, especial para cortar acero inoxidable.

Valor unitario: \$10.357.200

Cantidad: 1 unidad.

Proveedor: Alibaba.



Figura KK-3 Cortadora de plasma marca Mi Harting.

Fuente: (Alibaba, 2022).

Nombre: Apiladora manual

Descripción: Esta apiladora manual es capaz de soportar hasta 1 ton y posee una velocidad de elevación de 25 m/s.

Valor unitario: \$863.420

Cantidad: 2 unidades.

Proveedor: Itaka.



**Figura KK-4 Apiladora manual marca Itaka.**

**Fuente:** (Itaka, 2022).

Nombre: Cilindradora.

Descripción: Es una maquina cilindradora de acero de la marca Accurl de 3 rollos, modelo W11-6\*2000.

Valor unitario: \$34.264.218

Cantidad:1 unidad.

Proveedor: Alibaba.



**Figura KK-5 Cilindradora marca Accurl.**

**Fuente:** (Alibaba, 2022).

Nombre: Taladro percutor

Descripción: Es un taladro percutor eléctrico de 13mm de la marca Bosch modelo GSB 16 RE de 750 W.

Valor unitario: \$76.690

Cantidad:1 unidad.

Proveedor: Mercado libre.



**Figura KK-6 Taladro percutor marca Bosch.**

**Fuente:** (Mercado libre, 2022).

Nombre: Esmeril

Descripción: Es un esmeril angular de la marca Makita modelo Ga4534 y posee 720W de potencia.

Valor unitario: \$57.890

Cantidad:1 unidad.

Proveedor: Mercado libre.



**Figura KK-7 Esmeril marca Makita.**

**Fuente:** (Mercado libre, 2022).

Nombre: Camión Jac Urban 1055.

Descripción: Es un camión de la marca Jac modelo Urban 1055 del año 2018 y de motor a diésel.

Valor unitario: \$18.000.000

Cantidad:1 unidad.

Proveedor: Chileautos.



**Figura KK-8 Camión marca Jac modelo Urban 1055.**

**Fuente:** (Chileautos, 2022).

Anexo LL: Costo fijo mensual en remuneración.

**Tabla LL-1 Costo fijo mensual en remuneración.**

<b>Remuneraciones</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Subtotal sueldos</b>	<b>Total</b>
Gerente	1	\$1.800.000	\$1.800.000
Soldador MIG	2	\$1.200.000	\$2.400.000
Maestro de primera	2	\$800.000	\$1.600.000
Técnico en Electricidad o electrónica	2	\$900.000	\$1.800.000
Contador	1	\$80.000	\$80.000
Conductor	1	\$600.000	\$600.000
<b>Total</b>			<b>\$8.280.000</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

Anexo MM: Costo fijo mensual del taller.

**Tabla MM-1 Costo fijo mensual del taller.**

<b>Tipo de costos fijos en taller</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Arriendo de taller	\$1.500.000 (380 mt2)
Energía eléctrica	\$664.508
Agua	\$30.000
<b>Total</b>	<b>\$2.194.508</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

Anexo NN: Otros costos fijos mensuales.

**Tabla NN-1 Otros costos fijos mensuales.**

<b>Otros</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Publicidad y Marketing	1	\$2.000.000	\$2.000.000
Página Web	1	\$300.000	\$300.000
Internet y central telefónica	1	\$50.000	\$50.000
Plan de celular	1	\$15.000	\$15.000
<b>Total</b>			<b>\$2.365.000</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

Anexo ÑÑ: Costos de materiales en taller metal mecánico.

Nombre: Aislador de vidrio

Descripción: Es un vidrio de 3x270x270 mm, sin pulir.

Valor neto: \$2.187

Cantidad: 1

Proveedor: Vidrios Larraín.



**Figura ÑÑ-1 Aislador de vidrio.**

**Fuente:** (Vidrios Larraín, 2022).

Nombre: Plancha de acero inoxidable 304.

Descripción: Es una plancha de acero 304, sin PVC, con terminación 2B y sus medias son 1,50x1.000x2.000 mm.

Valor neto: \$152.938

Cantidad: 1

Proveedor: Otero Industrial.



**Figura ÑÑ-2 Plancha de acero inoxidable 304.**

**Fuente:** (Otero Industrial, 2022).

Nombre: Tubo de acero inoxidable 304.

Descripción: Es un tubo de acero inoxidable con costura 304 y sus medidas son 25,4x2 mm

Valor neto: \$61.286

Cantidad: 1

Proveedor: Otero Industrial.



**Figura ÑÑ-3 Tubo de acero inoxidable 304.**

**Fuente:** (Otero Industrial, 2022).

Nombre: Soldadura MIG 0,9 mm.

Descripción: Soldadura MIG 0,9mm rollo 15 Kg.

Valor neto: \$33.990

Cantidad: 1

Proveedor: Imperial.



**Figura ÑÑ-4 Soldadura MIG 0,9 mm.**

**Fuente:** (Imperial, 2022).

Nombre: Bobina AISI 304 L.

Descripción: Bobina AISI 304L, terminación 2B, sin PVC y sus medidas son 3.0x1.000 mm.

Valor neto: \$15.142.750.

Cantidad: 1

Proveedor: Chileexpo.



**Figura ÑÑ-5 Bobina AISI 304 L.**

**Fuente:** (Chileexpo, 2022).

Nombre: Disco de lija traslapado 4,5”.

Descripción: Disco de lija traslapado 4,5” para acero inoxidable.

Valor neto: \$3.890

Cantidad: 2

Proveedor: Falabella.



**Figura ÑÑ-6 Disco de lija traslapado 4,5”.**

**Fuente:** (Falabella, 2022).

Anexo OO: Calculo del rendimiento esperado del mercado.

La variación mensual del IPSA, que representa la rentabilidad anual del mercado, se calculó utilizando la siguiente formula:

$$\text{Variación mensual del IPSA} = \frac{IPSA_i - IPSA_{i-1}}{IPSA_{i-1}} \quad (16)$$

Donde:

$IPSA_i$ : Índice de Precio Selectivo de Acciones en el período  $i$ .

Posteriormente, se calcula el promedio simple de la variación anual del IPSA, obteniendo el rendimiento esperado del mercado de 0,07040 o en términos de porcentaje un 7,04%.

**Tabla OO-1 Variación anual del IPSA desde el año 2005 al 2021.**

Periodo	IPSA	Variación anual
2005	1.964,47	-
2006	2.693,36	0,37
2007	3.051,83	0,13
2008	2.376,42	-0,22
2009	3.581,42	0,51
2010	4.927,53	0,38
2011	4.177,53	-0,15
2012	4.301,38	0,03
2013	3.699,19	-0,14
2014	3.850,96	0,04
2015	3.680,21	-0,04
2016	4.151,39	0,13
2017	5.564,60	0,34
2018	5.105,43	-0,08
2019	4.669,85	-0,09
2020	4.177,22	-0,11
2021	4.308,38	0,03
<b>Promedio</b>		<b>0,07040</b>

**Fuente: Elaboración Propia.**

Anexo PP: Flujos de caja del proyecto por escenarios y su estructura.

**Tabla PP-1 Flujo de caja pesimista.**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso		\$226.440.000	\$453.560.000	\$680.000.000	\$906.440.000	\$1.133.560.000
Ingreso no operacional						\$25.563.974
Costo variable		\$-180.583.236	\$-361.708.764	\$-542.292.000	\$-722.875.236	\$-904.000.764
Costo Fijo		\$-154.074.096	\$-154.074.096	\$-154.074.096	\$-154.074.096	\$-154.074.096
Depreciación		\$-11.911.133	\$-11.911.133	\$-11.911.133	\$-11.911.133	\$-11.911.133
Perdida año anterior		\$-85.458.365	\$-108.217.332	\$-62.222.860	\$-16.366.096	
Valor Libro						\$-25.563.974
UAI		\$-205.586.830	\$-182.351.325	\$-90.500.089	\$1.213.439	\$63.574.007
Impuesto a la renta (27%)		\$0	\$0	\$0	\$327.629	\$17.164.982
UDI		\$-205.586.830	\$-182.351.325	\$-90.500.089	\$885.810	\$46.409.025
Depreciación		\$11.911.133	\$11.911.133	\$11.911.133	\$11.911.133	\$11.911.133
Perdida año anterior		\$85.458.365	\$108.217.332	\$62.222.860	\$16.366.096	
Valor Libro						\$25.563.974
Inversión	\$-85.458.365					
Flujo de Caja	\$-85.458.365	\$-108.217.332	\$-62.222.860	\$-16.366.096	\$29.163.039	\$83.884.132

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla PP-2 Flujo de caja realista.**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso		\$340.000.000	\$680.000.000	\$1.020.000.000	\$1.360.000.000	\$1.700.000.000
Ingreso no operacional						\$25.563.974
Costo variable		\$-271.146.000	\$-542.292.000	\$-813.438.000	\$-1.084.584.000	\$-1.355.730.000
Costo Fijo		\$-154.074.096	\$-154.074.096	\$-154.074.096	\$-154.074.096	\$-154.074.096
Depreciación		\$-11.911.133	\$-11.911.133	\$-11.911.133	\$-11.911.133	\$-11.911.133
Perdida año anterior		\$-85.458.365	\$-85.220.096	\$-16.366.096		
Valor Libro						\$-25.563.974
UAI		\$-182.589.594	\$-113.497.325	\$24.210.675	\$109.430.771	\$178.284.771
Impuesto a la renta (27%)		\$0	\$0	\$6.536.882	\$29.546.308	\$48.136.888
UDI		\$-182.589.594	\$-113.497.325	\$17.673.793	\$79.884.463	\$130.147.883
Depreciación		\$11.911.133	\$11.911.133	\$11.911.133	\$11.911.133	\$11.911.133
Perdida año anterior		\$85.458.365	\$85.220.096	\$16.366.096		
Valor Libro						\$25.563.974
Inversión	\$-85.458.365					
Flujo de Caja	\$-85.458.365	\$-85.220.096	\$-16.366.096	\$45.951.022	\$91.795.596	\$167.622.990

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla PP-3 Flujo de caja Optimista.**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso		\$566.440.000	\$1.133.560.000	\$1.700.000.000	\$2.267.120.000	\$2.833.560.000
Ingreso no operacional						\$25.563.974
Costo variable		\$-451.729.236	\$-904.000.764	\$-1.355.730.000	\$-1.808.001.528	\$-2.259.730.764
Costo Fijo		\$-154.074.096	\$-154.074.096	\$-154.074.096	\$-154.074.096	\$-154.074.096
Depreciación		\$-11.911.133	\$-11.911.133	\$-11.911.133	\$-11.911.133	\$-11.911.133
Perdida año anterior		\$ -85.458.365	\$-39.363.332			
Valor Libro						\$-25.563.974
UAI		\$-136.732.830	\$24.210.675	\$178.284.771	\$293.133.243	\$407.844.007
Impuesto a la renta (27%)		\$0	\$6.536.882	\$48.136.888	\$79.145.976	\$110.117.882
UDI		\$-136.732.830	\$17.673.793	\$130.147.883	\$213.987.267	\$297.726.125
Depreciación		\$11.911.133	\$11.911.133	\$11.911.133	\$11.911.133	\$11.911.133
Perdida año anterior		\$85.458.365	\$39.363.332			
Valor Libro						\$25.563.974
Inversión	\$-85.458.365					
Flujo de Caja	\$-85.458.365	\$-39.363.332	\$68.948.258	\$142.059.016	\$225.898.400	\$335.201.232

**Fuente: Elaboración propia.**

## Estructura del flujo de caja del proyecto

Para conocer la liquidez del proyecto se utiliza la metodología flujo de caja, la cual permite conocer tanto los ingresos como los egresos de dinero que posee el negocio. La estructura del flujo de caja para el proyecto se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla PP-4 Estructura del flujo de caja.**

(+) Ingreso
(+) Ingreso no operacional
(-) Costo variable
(-) Costo Fijo
(-) Depreciación
(-) Perdida año anterior
(-) Valor Libro
UAI
(-) Impuesto a la renta (27%)
UDI
(+) Depreciación
(+) Perdida año anterior
(+) Valor Libro
(-) Inversión
Flujo de Caja

**Fuente: Elaboración propia.**

### Ingresos afectos a impuesto

- Ingreso: Este tipo de ingreso está constituido por las ventas del termo cañones mejorado, este valor proviene de la multiplicación del precio de venta por la cantidad de demandada proyectada.
- Ingreso No operacional: Este tipo de ingreso se constituye por la reventa de insumos o materiales disponibles en el taller como por ejemplo sillas, escritorios, estantes, etc. (Bravo, y otros, 2021)

### Egresos afectos a impuestos

- Costos Variables: Estos son aquellos gastos que varían según la cantidad a producir dependientes a la demanda, en los cuales se consideran en la producción, servicios y/o actividades de la empresa. (Bravo, y otros, 2021)

- Costo Fijo: Estos corresponden a los costos que el proyecto debe incurrir para mantener su funcionamiento en cada periodo y no depende del volumen de producción. (Bravo, y otros, 2021)

#### Gastos no desembolsables

- Depreciación: Se refiere a la asignación de una cuota que considera el desgaste o envejecimiento de un activo de inversión. (Bravo, y otros, 2021)
- Perdida año anterior: Este valor se genera cuando en el flujo de caja, la utilidad anterior al impuesto posee un valor negativo. Este valor se agregará a la fila correspondiente a perdida año anterior del año siguiente al suceso mencionado. (Bravo, y otros, 2021)
- Valor libro del activo: Constituye al valor de las potenciales ventas de activos con fines de remplazo. Según el año en que se estime su venta, se ejecuta el cálculo en relación a su depreciación. (Bravo, y otros, 2021)

Impuesto: Pagos obligatorios de dinero que exige el Estado a los individuos y empresas que no están sujetos a una contraprestación directa. Las empresas están sujetas a un impuesto a la renta corporativa del 27%. (Bravo, y otros, 2021)

Ajustes por gastos no desembolsables: Luego de haber incluido la depreciación, la amortización de tangibles y el valor libro estos se eliminan posterior a la incorporación de impuestos, de esta forma se genera un efecto tributario a favor del proyecto. (Bravo, y otros, 2021)

#### Egresos no afectos a impuestos

- Inversiones: corresponde a los recursos involucrados para adquirir los activos fijos necesarios para la explotación del proyecto. Es toda materialización de medios financieros en bienes que van a ser utilizados en un proceso productivo de una empresa o unidad económica, y comprendería la adquisición tanto de bienes de equipo, como de materias primas, servicios, etc. (Bravo, y otros, 2021)

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN – FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**RESUMEN DE MEMORIA DE TÍTULO**

Departamento		Departamento de Ingeniería Industrial	
Título de la memoria		Estudio de Prefactibilidad Técnica y Económica de sistemas de mejora del rendimiento térmico y control de la contaminación en artefactos a combustión a biomasa forestal.	
Nombre del memorista		Cristian Manuel Domingo Silva Veloso	
Modalidad	Presencial	Profesor Guía	
Concepto		Jorge Rodrigo Jiménez Del Río PhD	
Calificación			
Fecha			
Comisión (Nombre y Firma)			
Resumen			
<p>El presente estudio tiene como objetivo analizar la factibilidad técnica y económica de un termo cañón con precipitación electrostática. Se realizó un estudio técnico, que analizo la oferta extranjera de equipos a combustión para realizar una proyección a futuro por medio de una regresión lineal. Con la base de datos de la encuesta Casen se analizó la demanda de casas nuevas que utilizan estufas y cocinas a leña en Chile para luego proyectar con una regresión lineal el porvenir futuro de este mercado. De la diferencia de la demanda y la oferta extranjera se estimó la producción nacional de estos equipos. A través de una encuesta se identificó a los clientes del producto innovador. En el estudio económico se construyó un flujo de caja con horizonte de evaluación de 5 años para tres escenarios de demanda diferentes, estos resultados indicaron un VAN de \$41.519.271 y un TIR 14% para el escenario realista, un VAN de \$480.006.522 y un TIR de 67% para el escenario optimista y un VAN de \$ -173.189.633 para el caso pesimista. De esta manera los casos realista y optimista poseen viabilidad económica y técnica, por ende se recomienda su ejecución.</p>			

