



# Proyecto Investigación Análisis Ambiental de Abatimiento de Material Particulado



# Introducción

La ciudad de Coyhaique presenta una de las más altas concentraciones atmosféricas de material particulado fino (MP2.5) del país. Dichas partículas son emitidas en su mayoría por las viviendas de la ciudad, durante el proceso de combustión de la madera ocupada para la calefacción y cocción de alimentos. El material particulado, especialmente el fino, es uno de los principales problemas ambientales que presenta la ciudad, lo que conlleva un serio riesgo para la salud de su población. Hasta la fecha, las principales acciones de mitigación, se han orientado a mejorar la calidad de la leña (bajar contenido de humedad), recambio de calefactores a tecnologías más eficientes, aislación térmica de viviendas (para disminuir la demanda por calefacción), diversificación de los combustibles utilizados (al uso de pellet, gas, parafina, electricidad), entre otras medidas. A pesar de los esfuerzos realizados, y una disminución del número de episodios, las concentraciones de MP2.5 continúan siendo altas durante los episodios invernales de baja ventilación.



# Problema

Como problema central se identifica la falta de alternativas locales para la mitigación de las emisiones en cocinas a leña. Es importante mencionar que para un porcentaje de la población, en particular adulto mayor, culturalmente se identifica un fuerte arraigo hacia este tipo de calefactores y un rechazo a la utilización de otro tipo de tecnologías para la cocción de alimentos y calefacción. Por último, cabe mencionar la ausencia de información local sobre la efectividad de implementar filtros electrostáticos como medida eficaz para el abatimiento de la emisión de material particulado (MP) en la ciudad de Coyhaique. Dicha información se requiere para poder tomar decisiones costo efectiva orientadas a disminuir de manera significativa las emisiones de MP en la ciudad de Coyhaique.



# ¿Por qué probar los "filtros"?

El proyecto Filtro corresponde al estudio "Investigación análisis ambiental de abatimiento de material particulado", iniciativa que ha sido financiada por el Gobierno Regional de Aysén con fondos FNDR cuyo objetivo general es implementar y evaluar el comportamiento técnico, ambiental y social de precipitadores electrostáticos para mitigar las emisiones en cocinas residenciales en la ciudad de Coyhaique, en un plazo de 2 años de duración.

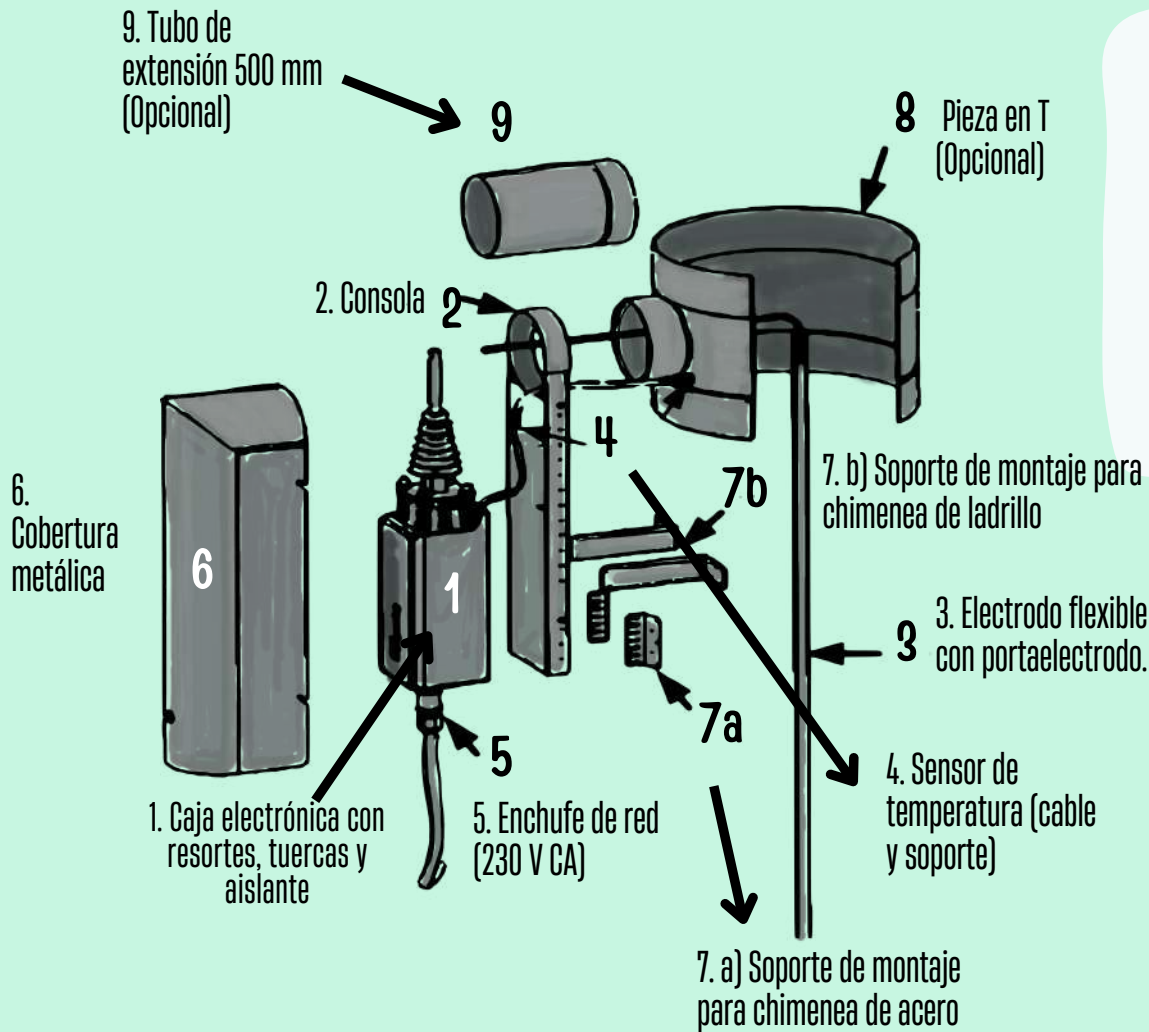
La iniciativa tiene como objetivo evaluar el impacto que tendría la implementación del filtro electrostático OekoTube, de la empresa suiza OekoSolve AG, en el abatimiento de la contaminación atmosférica en algunas viviendas de adultos mayores en la ciudad de Coyhaique.

Para llevarlo a cabo la Plataforma REPIC de la Secretaría de Estado para Asuntos Económicos de la SECO del Gobierno Suizo ha comprometido una contribución de CHF 150.000 (ciento cincuenta mil francos suizos) consistente en 45 filtros, 40 OekoTube y 5 MPZero, y en los gastos asociados al traslado e internación de estos a Chile.



# ¿Qué son los filtros?

Los filtros son dispositivos que permiten separar el material particulado de los humos y retenerlo en la chimenea.

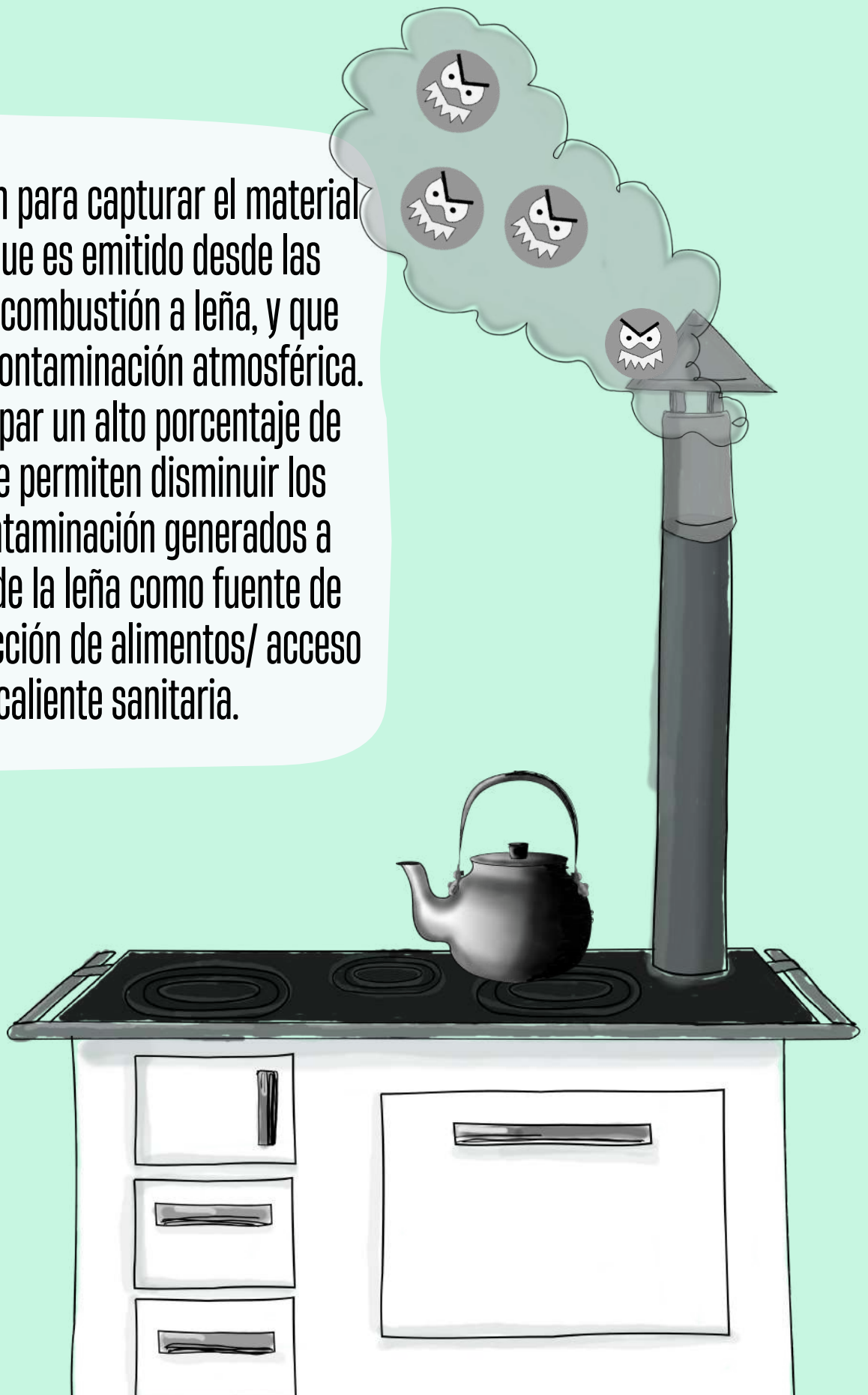


El filtro corresponde a un precipitador electrostático de micro-polvo que reduce significativamente las emisiones de material particulado de pequeños quemadores de leña (a pellets, chips de madera, trozos de leña). El precipitador es apropiado para sistemas de combustión de madera con una capacidad de menos de 40kW y se monta en la parte superior de la chimenea.



# ¿Cómo funcionan?

Los filtros sirven para capturar el material particulado que es emitido desde las chimeneas de combustión a leña, y que corresponde a contaminación atmosférica. Pudiendo atrapar un alto porcentaje de partículas que permiten disminuir los niveles de contaminación generados a partir del uso de la leña como fuente de calefacción/ cocción de alimentos/ acceso a agua caliente sanitaria.

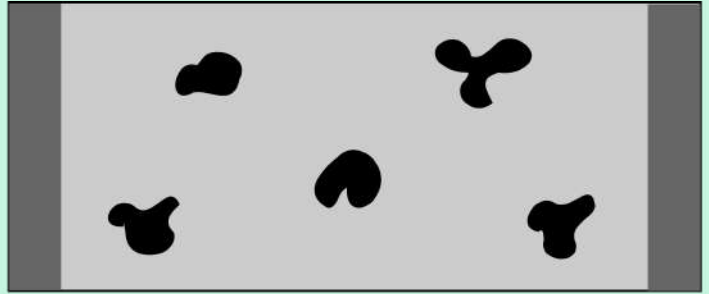


# ¿Cómo funcionan?

El principio de operación de los filtros usa electricidad para retener el material particulado y corresponde al principio electrostático

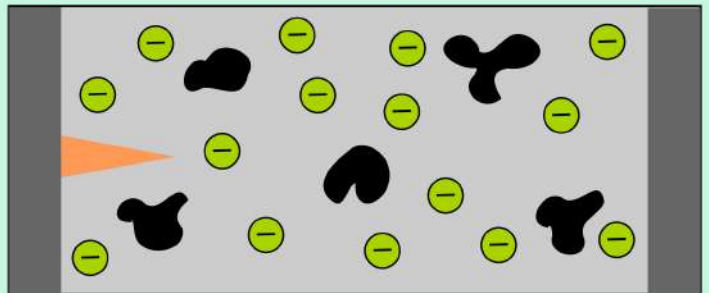
1. Las micropartículas de polvo fluyen con el aire usado a través del interior de la chimenea.

01



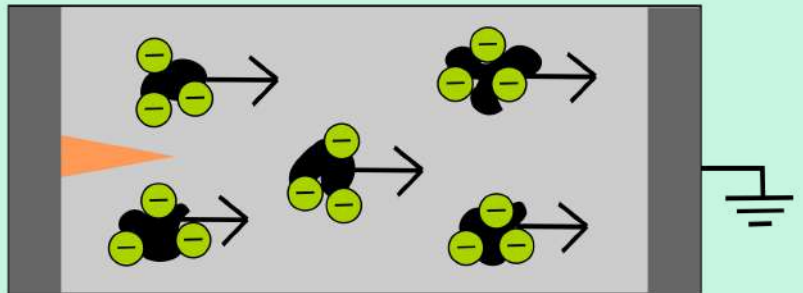
2. El electrodo de alto voltaje libera electrones dentro del espacio de la chimenea que contiene las micropartículas de polvo. Las micropartículas de polvo fluyen con el aire usado a través del interior de la chimenea.

02



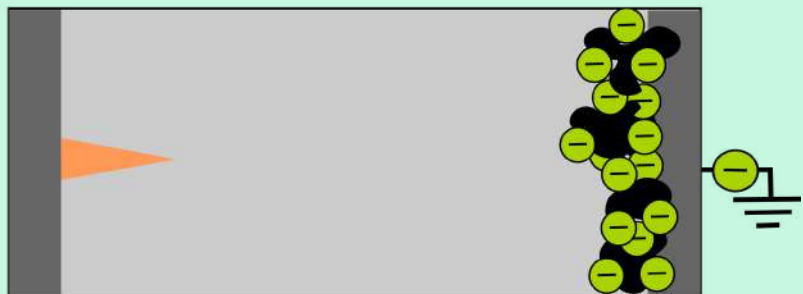
3. Debido a la fuerza electrostática los electrones se mueven hacia las paredes de la chimenea. Durante este proceso las micropartículas de polvo serán polarizadas electrostáticamente y también se moverán hacia las paredes de la chimenea.

03



4. Las micropartículas de polvo son recogidas en la pared interior de la chimenea y se acumulan juntas en copos gruesos. Este material particulado acumulado es removido en el proceso de limpieza del sistema.

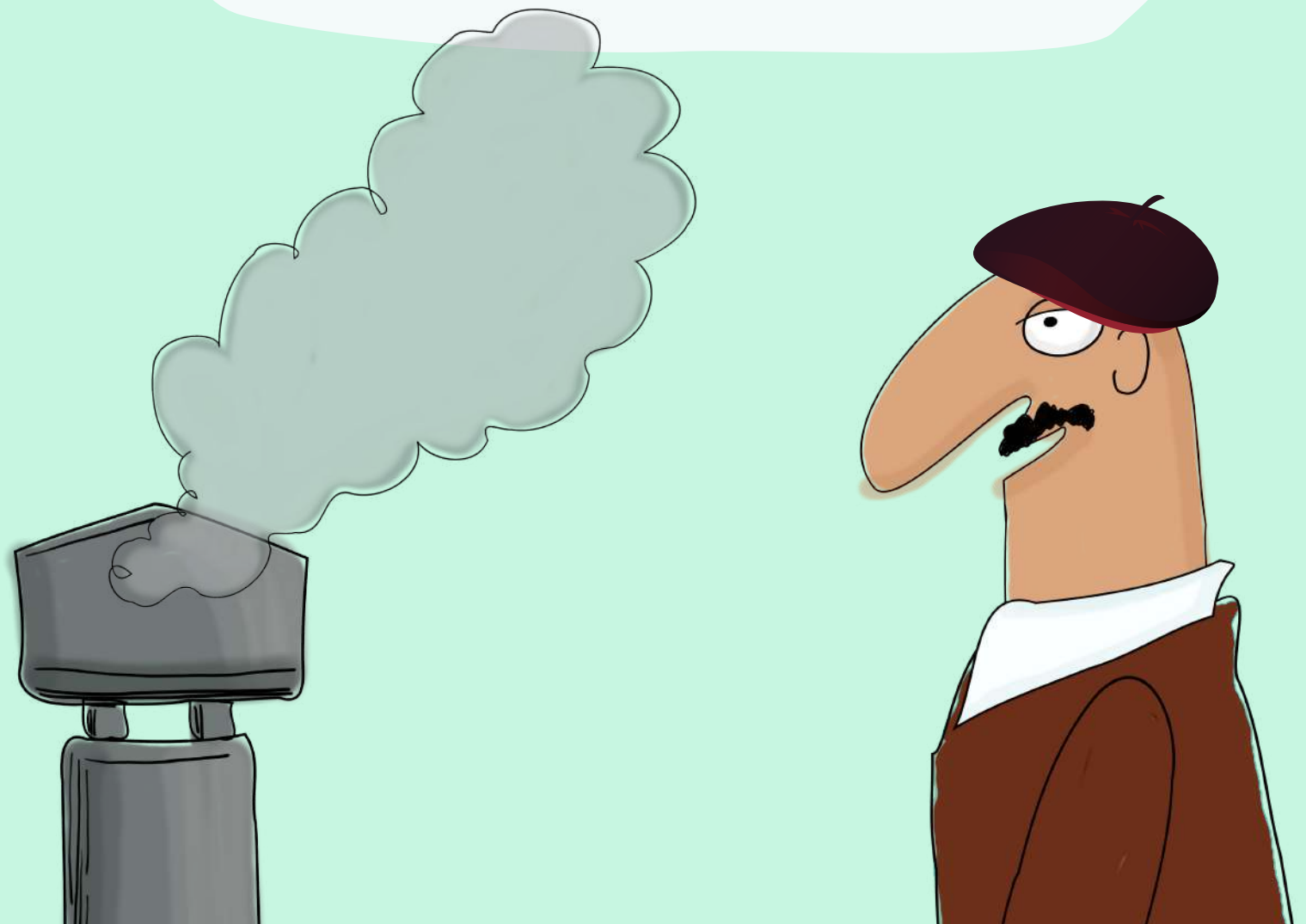
04



# ¿Cómo se implementaron?

Los encargados de la instalación de los precipitadores electrostáticos fue la empresa BIDIT Proyectos SpA, su participación fue a partir de un contrato de prestación de servicios que consideraba recursos para la instalación, seguimiento y mantención de los 45 filtros en Coyhaique.

El proceso de instalación comenzó en enero del 2020 y finalizó en julio del 2021. Los hogares fueron seleccionados por el Municipio de Coyhaique que coordinó reuniones en las juntas de vecinos que participaron del estudio.

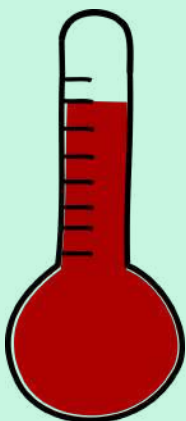
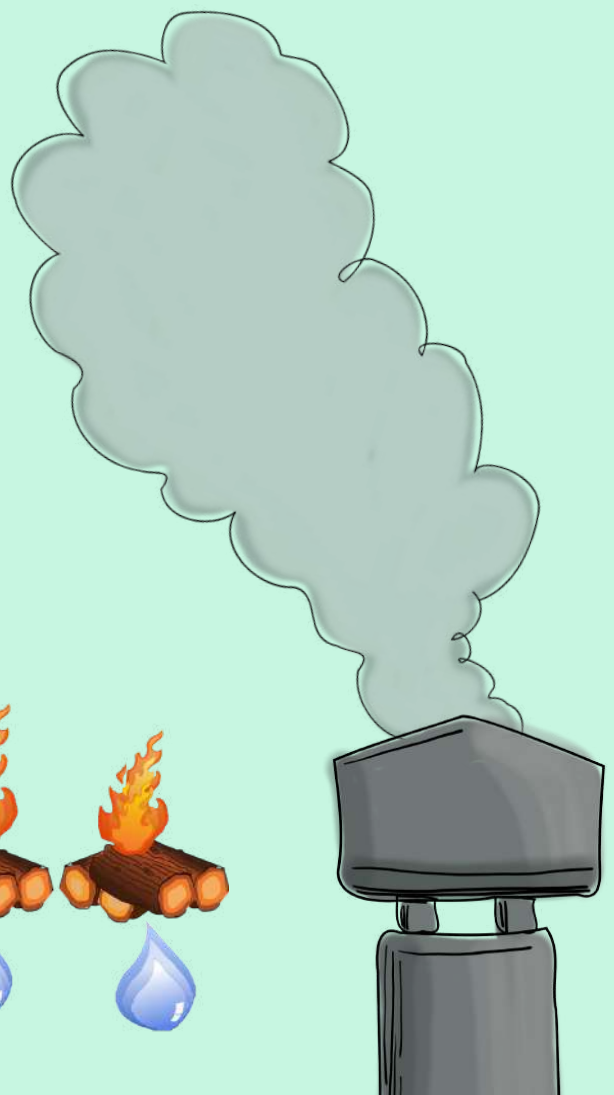


# ¿Cómo se hicieron las mediciones?



Las mediciones permiten evaluar la eficiencia del precipitador electrostático en el control del material particulado emitido desde las cocinas a leña evaluando cuántas partículas son emitidas con el precipitador apagado y cuántas con el precipitador funcionando, pudiendo así medir el porcentaje de retención (eficiencia).

Se miden la concentración de material particulado, la velocidad de los gases en el caño de humo, la temperatura y la humedad de la leña que se utiliza.



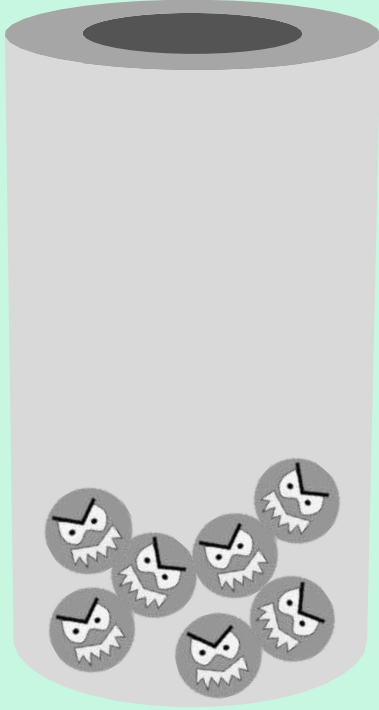
# Evaluación social

Además, la implementación en los hogares se realizó con mediciones desde la perspectiva social, evaluando la apropiación de la tecnología por los hogares y las familias usuarias, a través de encuestas, entrevistas y visitas de seguimiento al uso.

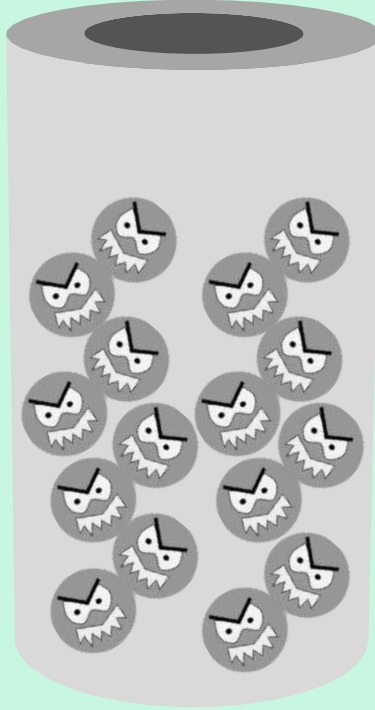


# ¿Cuáles fueron los resultados?

40%



70%



Las mediciones nos permitieron evaluar que existe un rango de eficiencia entre un 40% a 70% de captura de partículas.

Además, se evalúa que esta eficiencia disminuye cuando la cocina funciona con leña húmeda como combustible.



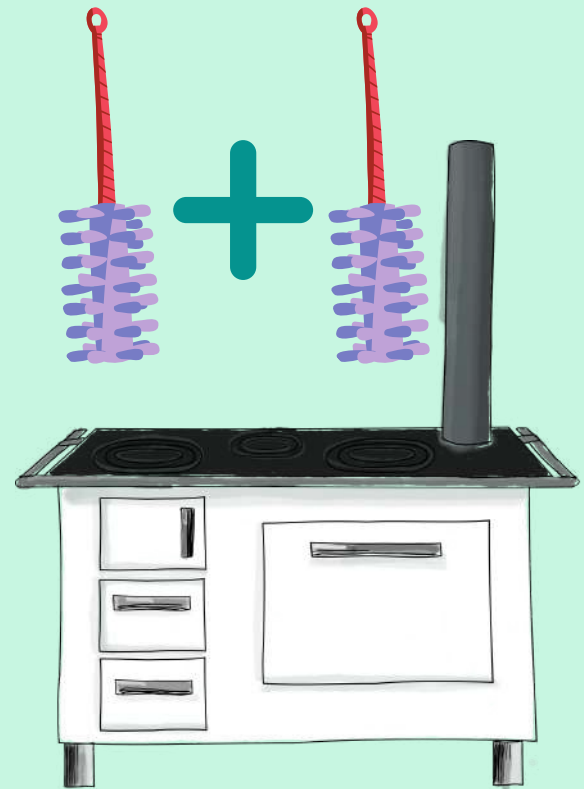
# ¿Cuáles fueron los resultados?



Las mediciones desde la perspectiva social entregaron como resultado una evaluación positiva de la tecnología, sin mayores dificultades para su uso ("funcionamiento automático"), sin generar mayores cambios en la forma de utilizar la cocina a leña, ni los niveles de uso del combustible



Un dato importante, fue evidenciar que para un correcto funcionamiento de la tecnología del precipitador electrostático es obligatoria la necesidad de realizar una correcta y periódica limpieza del sistema, si ésta no se realiza cada 15 días la eficiencia del sistema disminuye.



Una problemática mencionada como de mayor importancia, es el requerimiento de aumentar la periodicidad de la limpieza del sistema, lo que considerando que las familias usuarias eran adultos mayores en su mayoría, esto significaba un mayor sacrificio o recursos para cumplir con dicho fin.



# ¿Cuáles fueron los resultados?

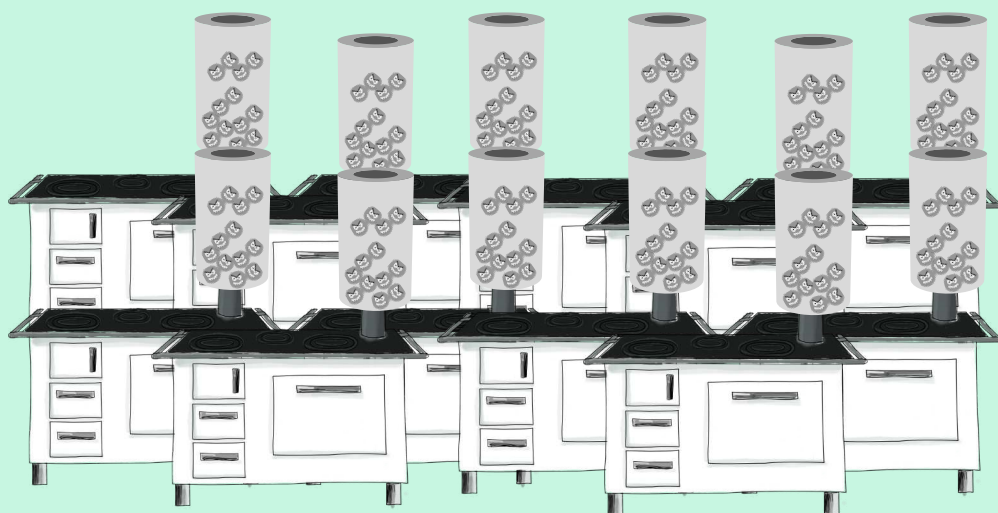
Otro de los importantes análisis que se realizaron fue estudiar el impacto que tendría una masificación de la tecnología. Para ello, se trabajó en la modelación de escenarios que permitieran evaluar esos impactos sobre la calidad del aire en la ciudad de Coyhaique, en este caso, evidenciando la disminución en los episodios críticos que son alertas, pre-emergencias y emergencias ambientales, de acuerdo a los niveles de vulneración de la norma de calidad del aire.

Al ingresar diferentes escenarios de implementación de la tecnología de filtros electrostáticos a un modelo predictivo de concentraciones diarias de material particulado, este indica que:

Si se instalan en el 10% de las cocinas a leña los episodios críticos (alerta, preemergencia, emergencia) podrían disminuir hasta en un 3%



si se instalan en todas las cocinas a leña de Coyhaique podría darse una disminución del 12% en los episodios críticos (con un intervalo de más menos 7%).



# ¿Cómo fue la participación de la comunidad?

En las jornadas de conversación fue interesante compartir con familias que sí utilizaron la tecnología y otras que no, donde todos y todas tuvieron la oportunidad de plantear sus dudas, inquietudes y desconfianzas respecto a la tecnología.

Un comentario que se repitió en todas las jornadas de conversación en las juntas vecinales, fue la valoración de una instancia que permitiera conocer la tecnología y sus condiciones de operación, ventajas y desventajas de su implementación a nivel de piloto de prueba con representantes de la propia comunidad, pudiendo así ser evaluados los aspectos relevantes para una potencial masificación de la tecnología.



# ¿Qué dijo la comunidad?

Algunas familias solicitaron la desinstalación de la tecnología en sus hogares, cuyas razones fueron la dificultad y mayor frecuencia de la limpieza, suciedad difícil de limpiar, daños estéticos a las fachadas de las viviendas y devolución de humos al interior de las viviendas.

Valoración de la disminución de la contaminación gracias a su uso y preocupación por los costos de los insumos para usar nuevas tecnologías, como las estufas a pellet.

Preocupación por los requerimientos energéticos (consumo eléctrico), problemas con la limpieza requerida, temores por ser un sistema electrificado.



# Lecciones aprendidas



Toda tecnología de descontaminación (o con cualquier finalidad) debería ser presentada a la comunidad antes de su implementación, evaluada y puesta a prueba en las condiciones normales de uso, para poder tener una posición informada con respecto a su funcionamiento a nivel ambiental, técnico y por supuesto, social, y comunicando los resultados a los posibles usuarios.

La evaluación junto con la comunidad es muy importante para asegurar una apropiación y buen uso de la tecnología, pudiendo así alcanzar los mejores resultados posibles asociados a su implementación.



Este tipo de iniciativas, en las cuales se desarrolla el estudio de una nueva tecnología en conjunto con la comunidad (usuarios, organizaciones sociales, organismos estatales y organismos técnicos) es posible conocer con anticipación los problemas posibles en caso de masificación de la tecnología. En una metodología de pilotaje a una escala pequeña (45 filtros para una ciudad de 50.000 hab) que permite conocer la interacción de los diferentes actores de una forma tal que no se puede hacer desde los manuales técnicos de los fabricante o desde el análisis técnico de un grupo de investigadores en un laboratorio.



Por ejemplo, el fabricante indica una eficiencia sobre el 90% pero no indica nada sobre su uso por personas adultas mayores o sobre como la limpieza de los ductos se realiza en la ciudad de Coyhaique, por personas que han aprendido el oficio de forma autónoma o que se realiza por parientes, en el fondo cómo se conoce el uso de un producto diseñado fuera de Chile y qué es lo que debemos realizar para adaptarlo a nuestras necesidades y costumbres.





Proyecto

Investigación Análisis Ambiental de Abatimiento de Material Particulado

Código BIP 40021825-0

Información y contacto:

[www.ciep.cl](http://www.ciep.cl)

[www.redclimatica.cl](http://www.redclimatica.cl)

