



Agencia de
Sostenibilidad
Energética

PILOTO NACIONAL DE CALEFACCIÓN ELÉCTRICA

Presentación preparada para

Diciembre 2022

In-Data
Somos CDT

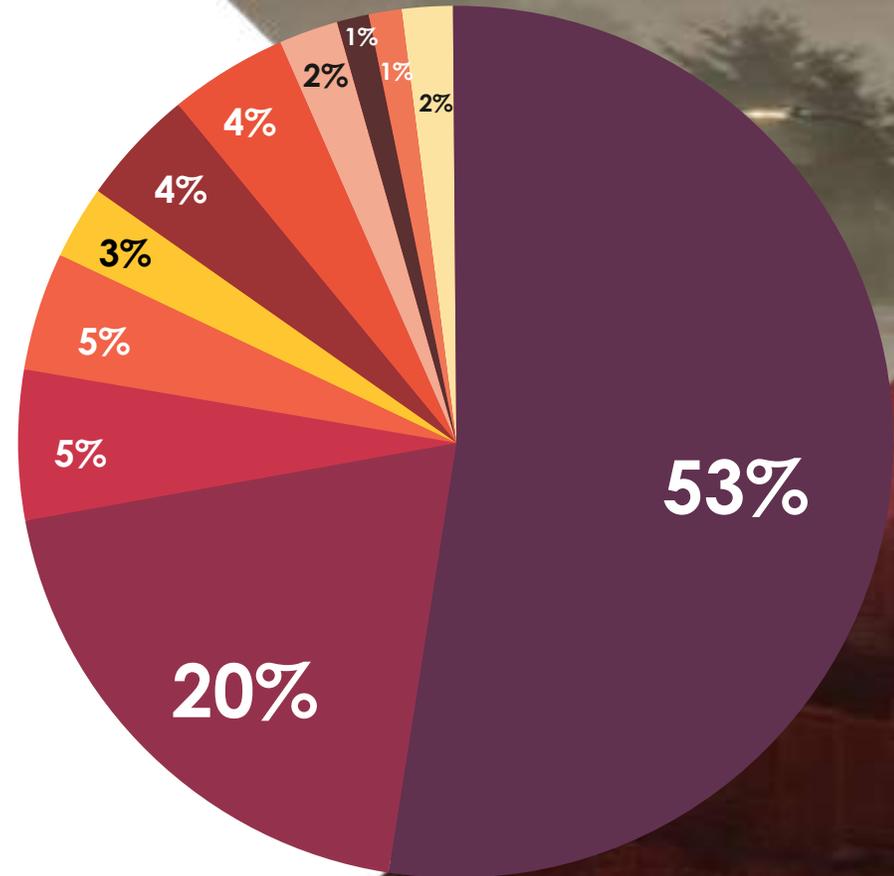
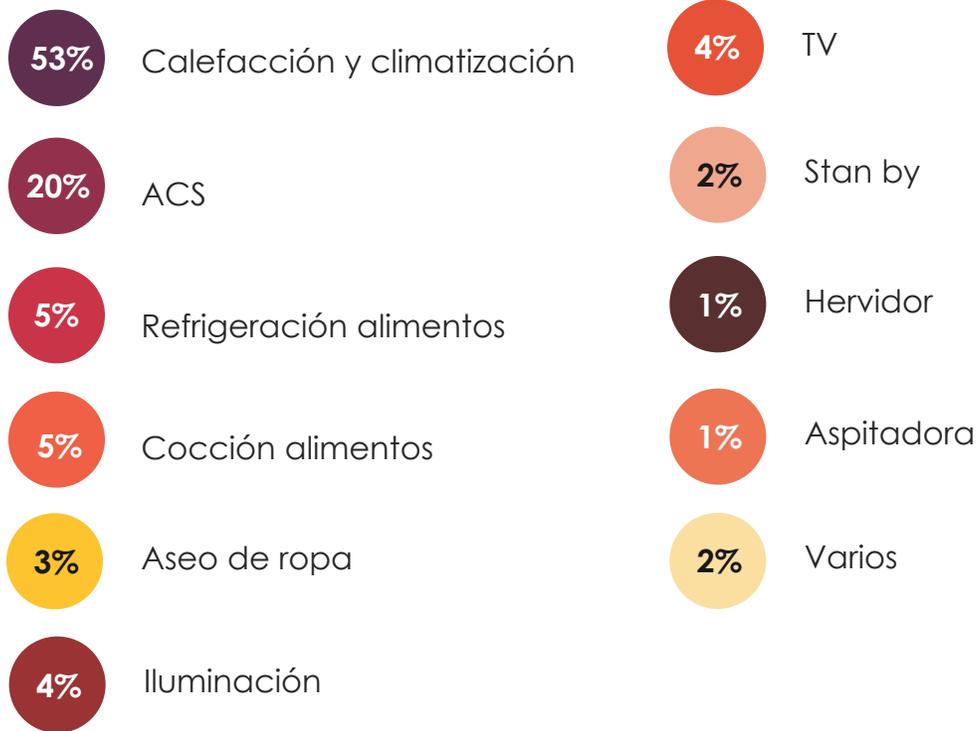
CDI
SOMOS CCHC

An aerial photograph of a residential neighborhood. The houses have various roof colors, including grey, brown, and white. Several chimneys are visible, and thick white smoke is rising from them, partially obscuring the buildings in the background. The sky is overcast. A large red banner is overlaid on the right side of the image, containing the word 'Contexto' in white text. There are also red geometric shapes in the top-left and middle-left corners of the image.

Contexto

LA CALEFACCIÓN

es el principal uso final en el sector residencial en Chile



→ (*) Estudio Usos Finales de la Energía 2018 (Minenergía)



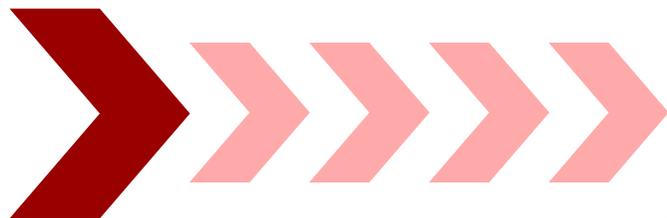
- Principal responsable de las emisiones de MP 2,5 corresponde al uso de leña para calefacción en la zona sur-austral del país.
- La contaminación atmosférica es responsable de 4.000 muertes prematuras al año, y abordarlo traería beneficios de 8.000 millones de dólares al año (*).

→ (*) Fuente: Planes de Descontaminación Atmosférica, Ministerio Medio Ambiente, 28 de Abril de 2014, Estrategia 2014 – 2018.

Aún hay un **GRAN DESAFÍO**

**Viviendas que declaran
usar leña han aumentado**

1.6 millones
de viviendas en 2009



2 millones
de viviendas en 2018

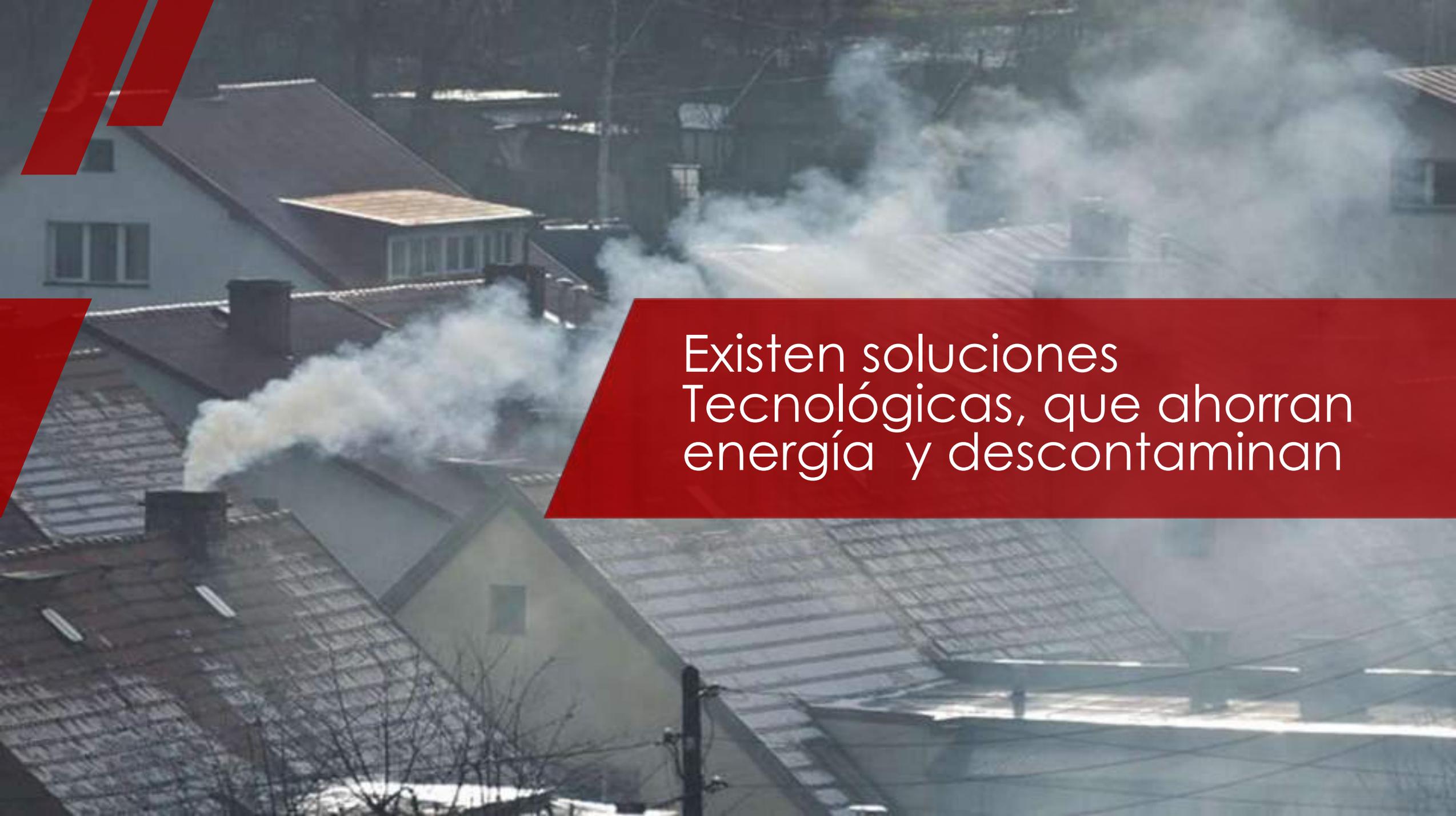


**La leña tiene una mayor
participación en NSE bajos**

Casi \$100.000, de gasto
anual promedio por vivienda
en niveles D y E.



Casi \$25.000, de gasto
anual promedio por
vivienda en nivel C1.

An aerial photograph of a residential neighborhood. Several houses with dark roofs are visible, and thick white smoke is rising from multiple chimneys, filling the air. A large red banner is overlaid on the right side of the image, containing white text. The banner has a diagonal cut on its left side. The text reads: "Existen soluciones Tecnológicas, que ahorran energía y descontaminan".

Existen soluciones
Tecnológicas, que ahorran
energía y descontaminan

Algunos

Atributos



01 Reducen la contaminación por leña

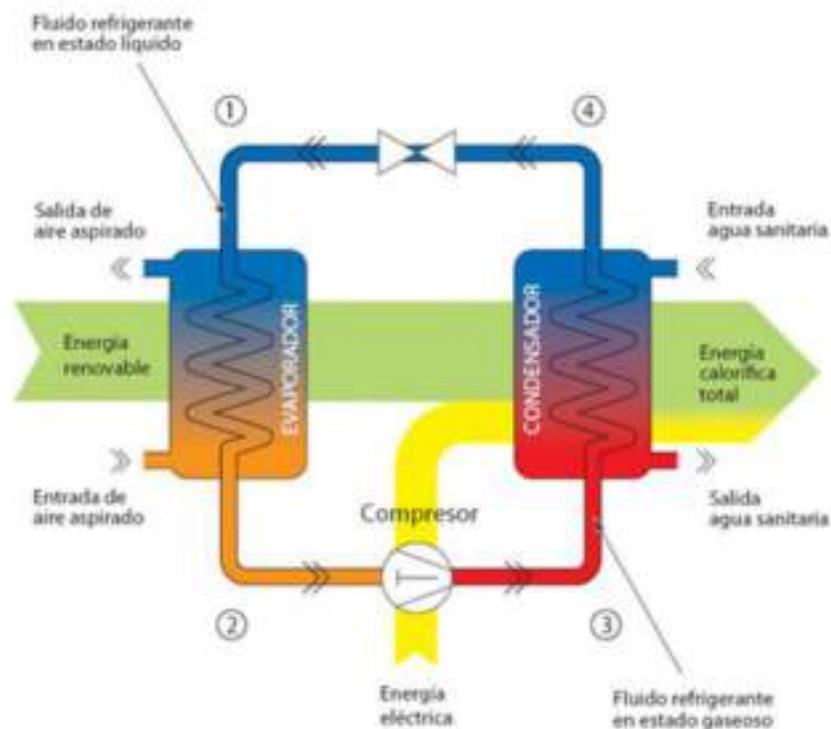
02 No aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero

03 Aumentan la eficiencia energética en el uso de calefacción

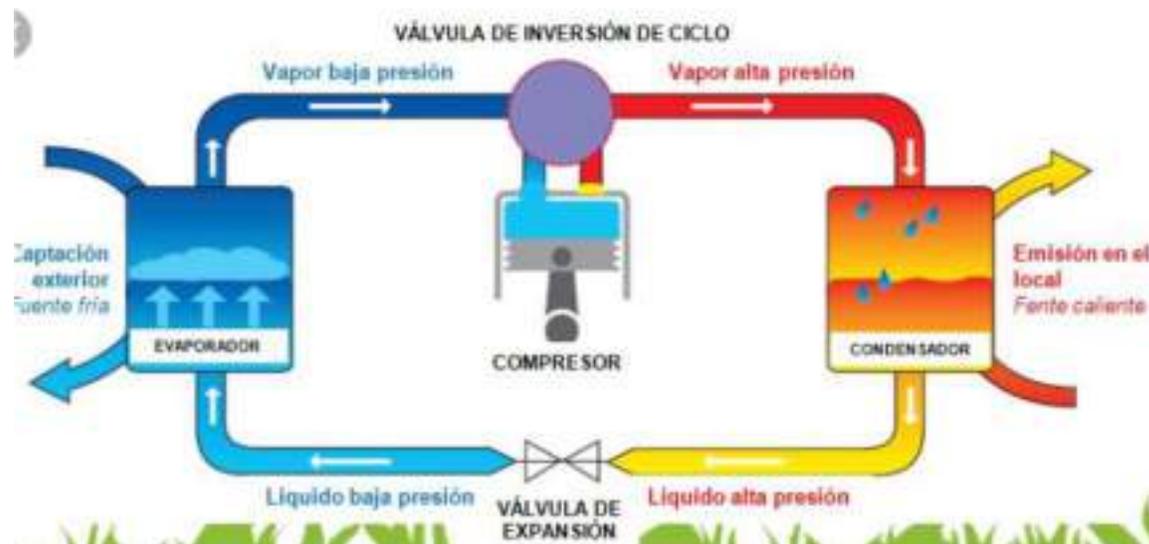
Tecnología

Bomba de calor

En un sistema con bomba de calor aire - aire, la mayor parte de la energía requerida para calefaccionar una vivienda se toma directamente del aire ambiente exterior.

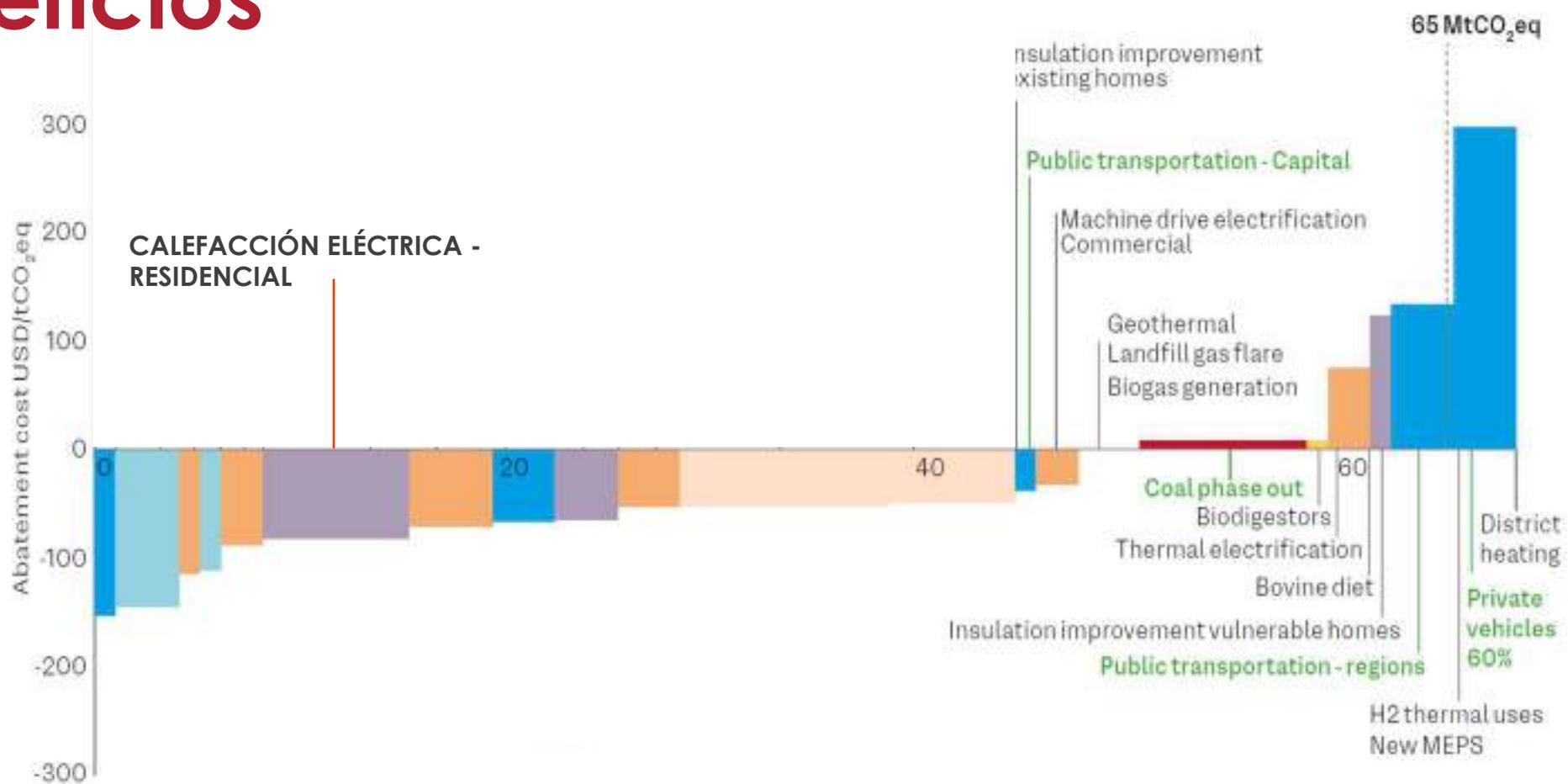


Balance energético



Fenómeno físico

Beneficios



→ Fuente: NDC Chile, 2019

An aerial photograph of a residential neighborhood with several houses. Thick white smoke is rising from multiple chimneys, filling the air. A large red banner is overlaid on the right side of the image, containing the text '¿Qué falta?' in white. The scene suggests a winter or cold weather setting, possibly related to heating or air quality issues.

¿Qué falta?

Acelerar

La transición energética residencial



Solo un
**3,1% del total
de las viviendas,**
declara usar bombas
de calor (A/C)

An aerial photograph of a residential neighborhood. The houses have various roof colors, including grey, brown, and white. Thick white smoke is rising from several chimneys, creating a hazy atmosphere. The scene is captured from a high angle, showing the layout of the buildings and the density of the smoke. A large red banner is overlaid on the right side of the image, containing the word 'Proyecto' in white text.

Proyecto

Acerca del **Piloto**

**Esfuerzo
público-privado**

**Desmitificación
de la calefacción
eléctrica**

Descontaminación

Participantes del Piloto

enel x

Midea® Carrier

 Agencia de
Sostenibilidad
Energética

CDI
SOMOS CDT

grupo
SAPSA

EUROFRED Chile
being efficient
datsu FUJITSU

 Generadoras
de Chile

In-Data
Somos CDT

CGE C
Comercializadora

cosmoplas®

ANWA

CLIMO

crell
Luz que crece

Viviendas del Piloto



Zona 1: Valparaíso, RM, y O'Higgins

Zona 2: Ñuble, Maule y Bio Bio

Zona 3: Araucanía, Los Ríos y Los Lagos

Zona 4: Aysén



Se instaló sistemas de aire acondicionado a 84 viviendas entre las región de Valparaíso y la Región de Aysén

Medición

de viviendas

Encuestas:

- Precepción y Valoración
- Gasto en Leña

Sensores

- Temperatura
- Calidad del aire
- Consumo eléctrico



Proceso de Instalación

- Se instalaron BC de 12000 BTU, 18000 BTU y 24000 BTU.
- Se instalaron hasta 3 BC por vivienda, algunos con sistema MultiSplit.
- Se instalaron BC de las marcas: Midea, Samsung (Enel), Anwo, Daitsu, Fujitsu y Khone



Línea de tiempo

Leña 2021

BC 2022

04/2021

05/2021

07/2021

11/2021

06/2022

09/2022

10/2022

11/2022

Inicio del Proyecto

Inicio de la
**Instalación de
sensores**

Inicio de la
**Instalación de
BC y FV**

Encuesta Post-
Instalación BC

Encuesta Sobre
Uso de BC

Término de
recolección de
datos

Fines 10/2022
Resultados y
Análisis Finales

11-12/2022
Difusión
resultados

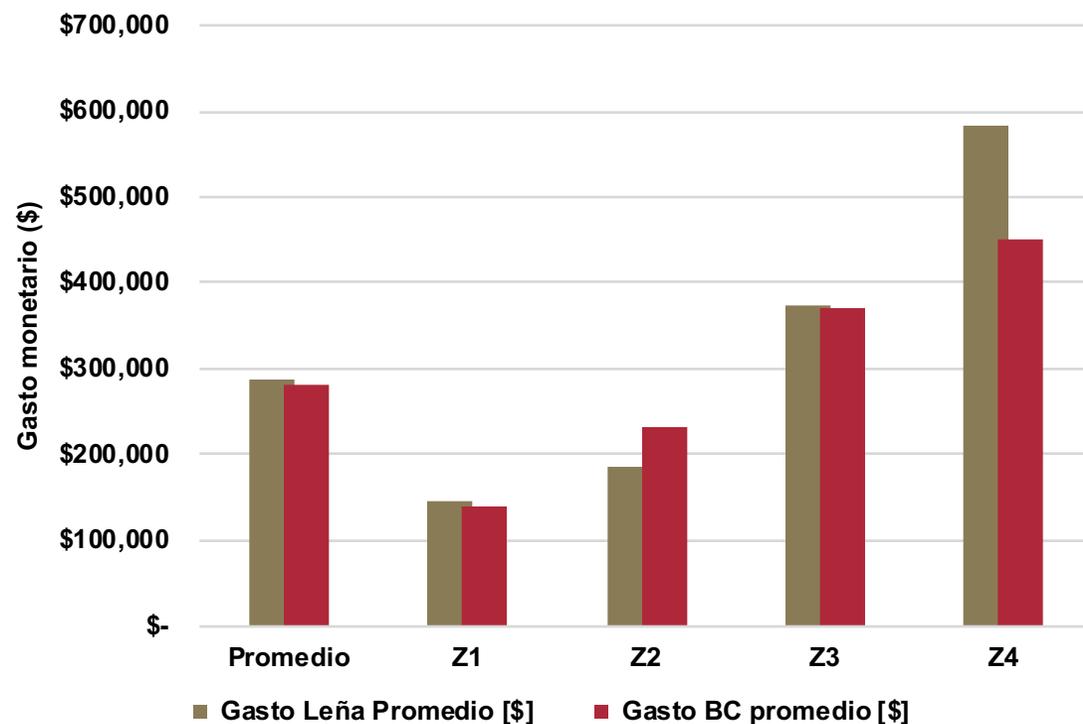
Selección de
Viviendas

Encuesta sobre
Uso de Leña

An aerial photograph of a residential neighborhood. The houses have various roof colors, including grey, brown, and white. Several chimneys are visible, and thick plumes of white smoke or steam are rising from them, partially obscuring the buildings in the background. The sky is overcast and grey. A large red banner is overlaid on the right side of the image, containing the word 'Resultados' in white text. There are also red geometric shapes in the top-left and middle-left corners of the image.

Resultados

Gasto Calefacción Anual, por Zona



¿Comparando leña con AC, cuál prefiere? (Nov22)



El gasto de las familias es similar con leña y sistemas de BC, a excepción de Aysén, que se explica por un aumento del precio de leña. En promedio el gasto con A/C es de 280.000 \$/año, yendo desde los 140.000 en Z1 a los 450.000 \$/año en Aysen

Después de un año de medición, más del 80% de las familias, prefieren los sistemas de AC a la leña

An aerial photograph of a residential neighborhood with several houses. Thick white smoke is rising from multiple chimneys, partially obscuring the buildings. A large red geometric shape, resembling a stylized 'A' or a parallelogram, is overlaid on the right side of the image. Inside this red shape, the text 'Dificultades del Proceso' is written in white. The overall scene suggests a winter or cold weather setting, possibly related to heating issues or environmental concerns.

Dificultades del Proceso

Previo al **Proceso**

Poca disponibilidad de instaladores a lo largo del país:

- No es alta la oferta de instaladores de aire acondicionado especializados en Chile.
- En algunas zonas el abanico es más alto como en la Región Metropolitana, pero en otras fue difícil encontrar opciones para abordar el proceso de instalación.
- Los instaladores privilegian la instalación de A/C comercial, por sobre la residencial, que tiene menores márgenes

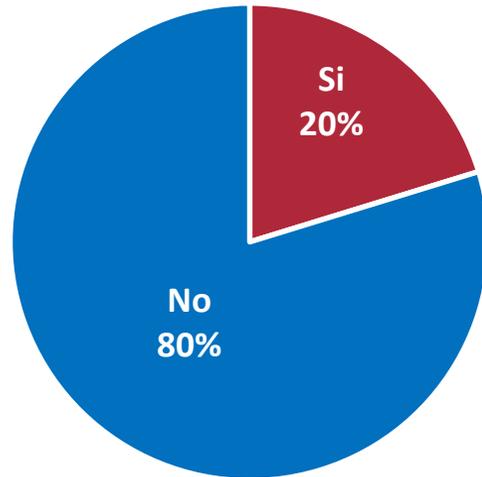


Fallas de los Equipos y **Post Venta**

Fallas declaradas en la encuesta:

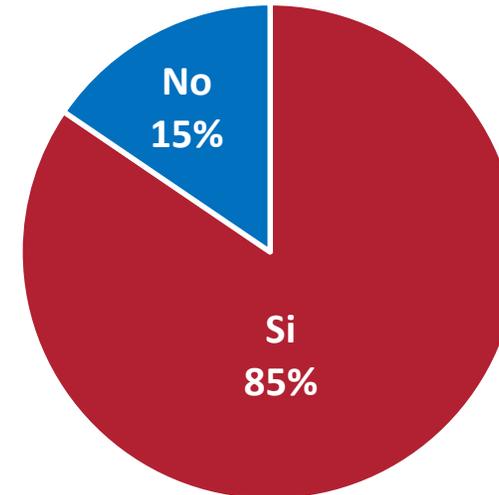
Desde la instalación

¿El equipo ha presentado fallas? (N=84)



Según su perspectiva.

¿El equipo quedó bien instalado? (N=84)

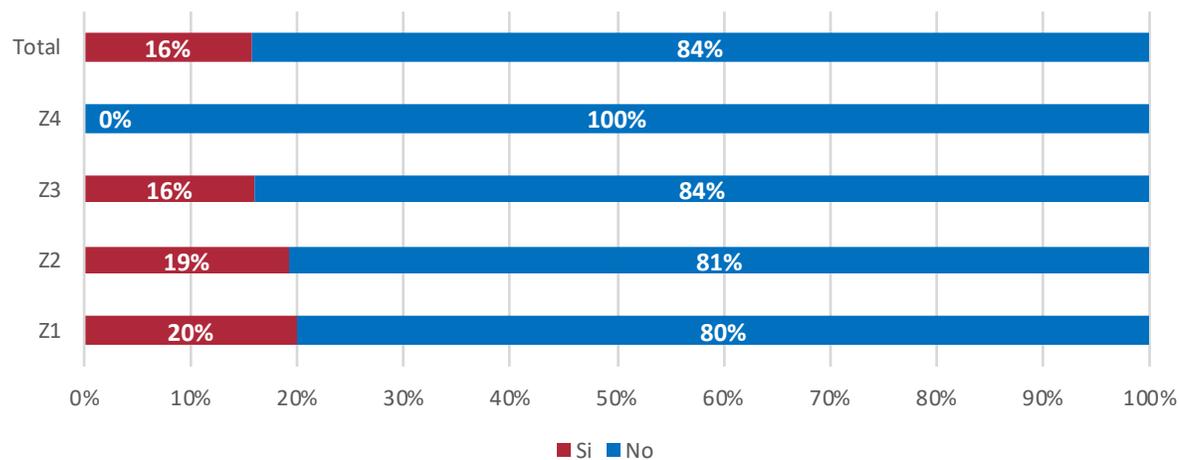


En la tercera encuesta, 17 personas de las 84 que contestaron declararon haber tenido fallas presentadas por los equipos, aunque solo 13 de 84 declararon que no consideran que el equipo quedó bien instalado.

Fallas de los Equipos y Post Venta

Cortes eléctricos por causa del AC
declarados en la encuesta:

¿Se han generado cortes de luz a causa del Aire
Acondicionado? (N=84)

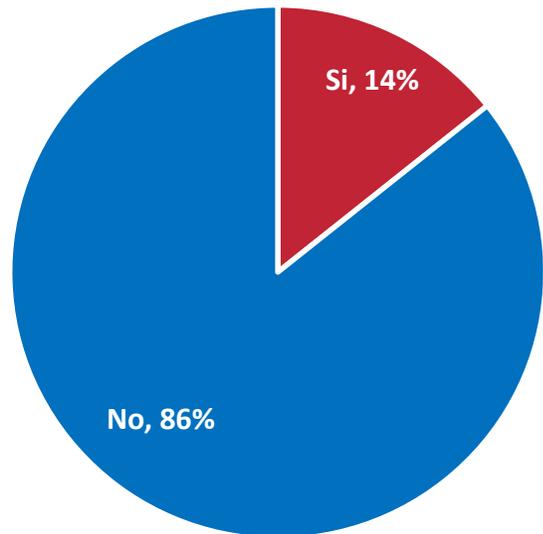


En la tercera encuesta,
13 personas de las 84
que contestaron
declararon haber tenido
cortes eléctricos a raíz
de los equipos

Fallas de los Equipos y **Post Venta**

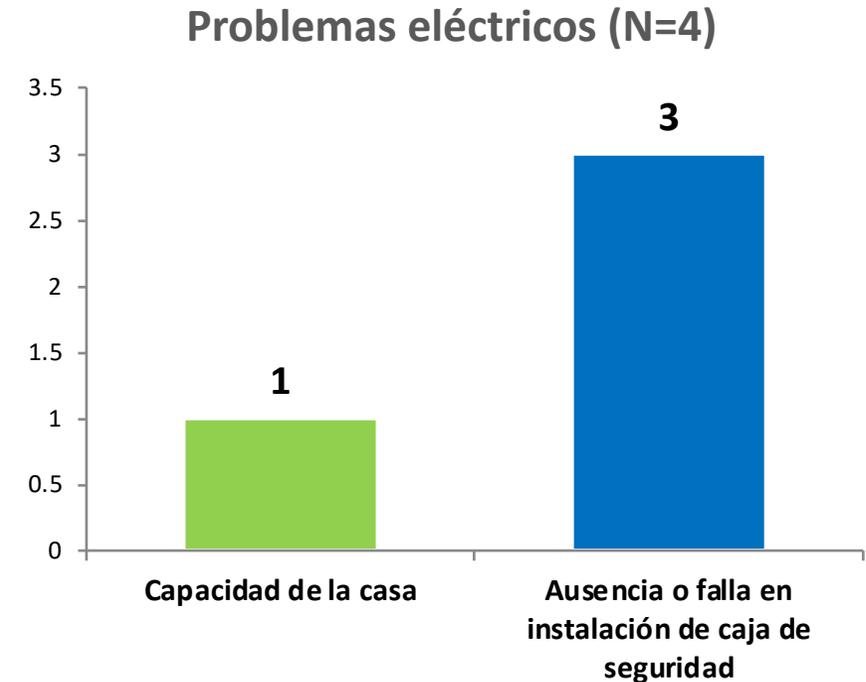
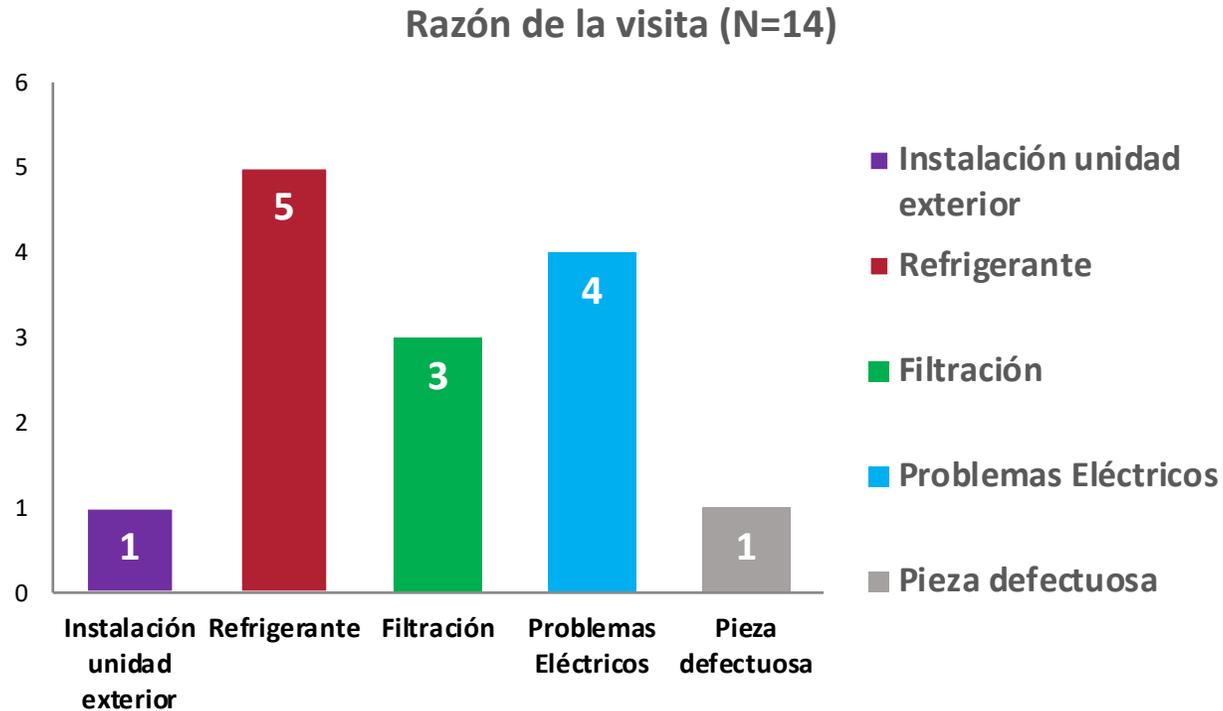
Visitas de Post Venta:

Requirieron visita de Post Venta (N=84)



De las 84 viviendas, 12 requirieron visitas de post venta por parte de los instaladores para diagnosticar y solucionar fallas de los equipos: 3 de Z1, 4 de Z2, 3 de Z3 y 2 de Z4.

Fallas de los Equipos y Post Venta



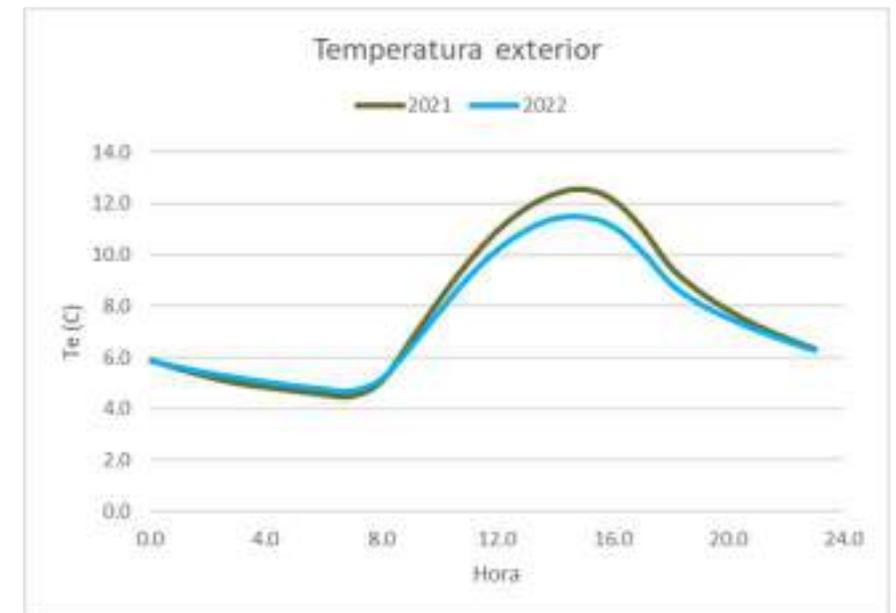
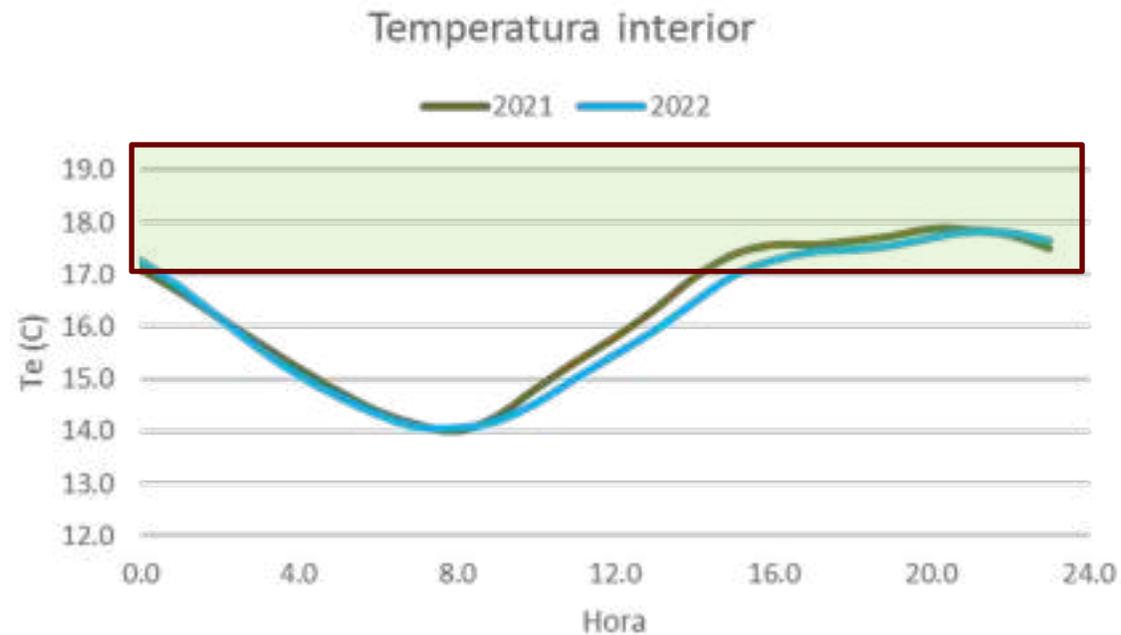
A las 12 viviendas se les realizaron 14 visitas de post venta. Las razones registradas son: cuatro viviendas con problemas eléctricos de diverso tipo, tres de filtración por manguera mal instalada, cinco por refrigerante (dos de las viviendas recibieron dos visitas separadas por el mismo problema), uno por pieza defectuosa en el equipo que debió reemplazarse y una por mala instalación de unidad exterior.



Habitabilidad
(temperatura, humedad)

Análisis de temperaturas

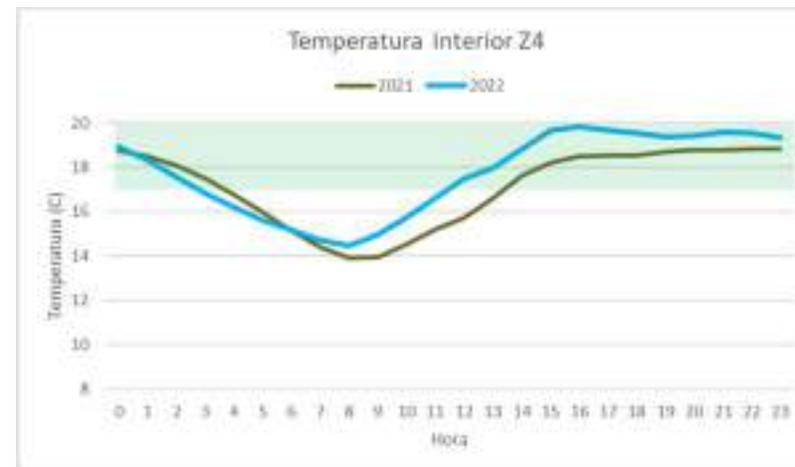
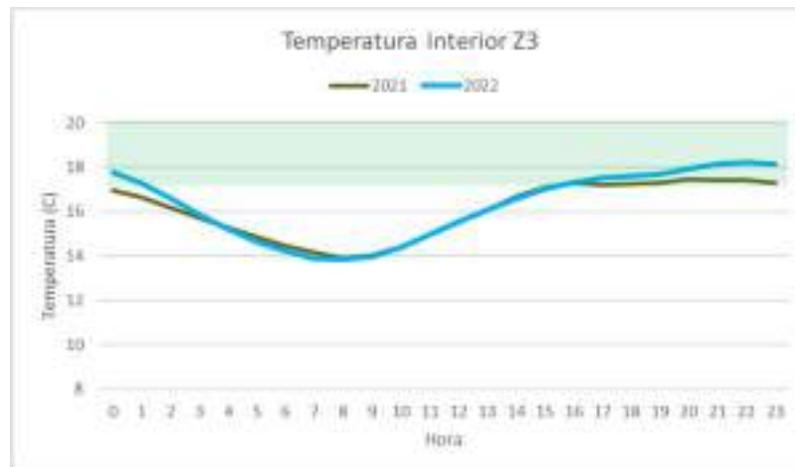
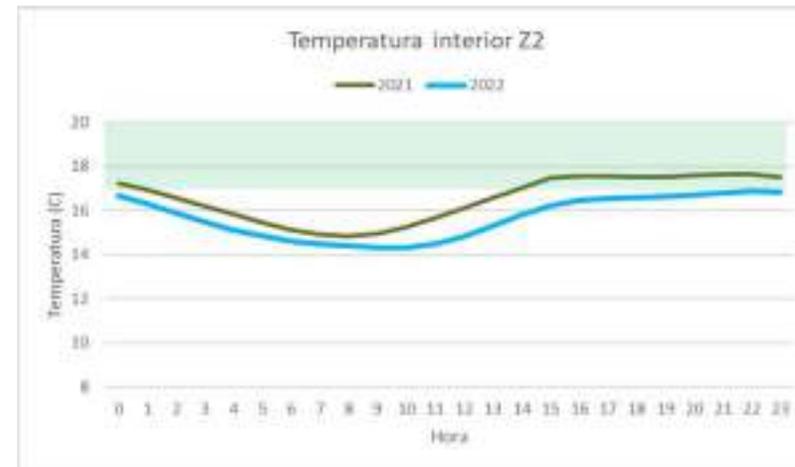
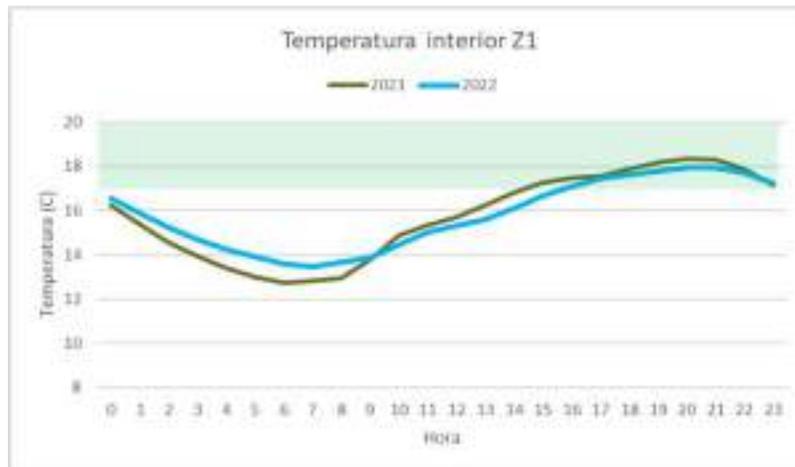
El análisis se realiza con los resultados de junio, julio y agosto de 2021 (leña) y 2022 (bomba de calor) y solo para las viviendas que el año 2022 se calefaccionaron en una gran proporción sólo con BC



→ A pesar de que el invierno 2022 fue mas frío, las temperaturas con leña (2021) y bomba de calor (2022) no difieren significativamente.

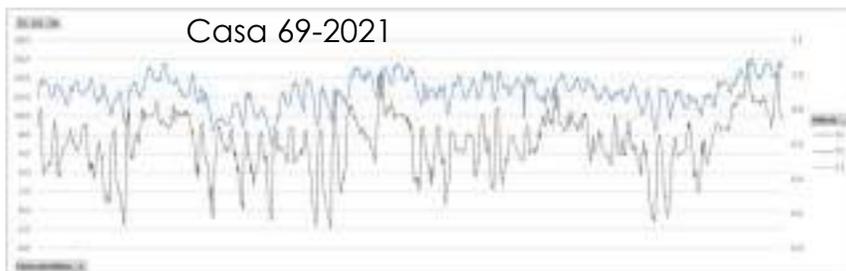
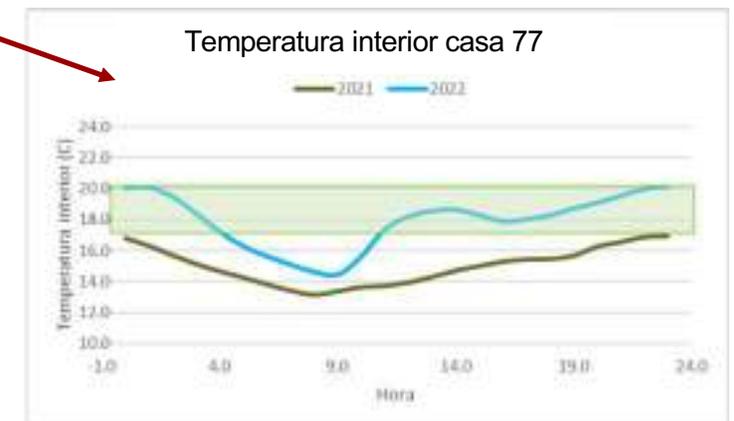
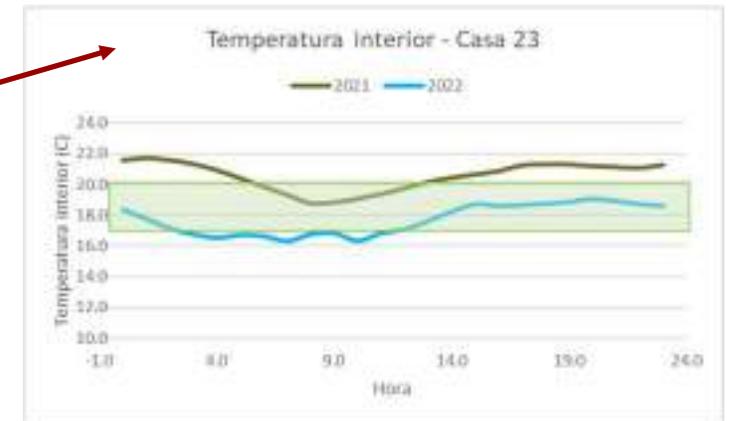
Análisis de temperaturas

Temperatura media interior en los meses más fríos del año (junio, julio, agosto)



Análisis de temperaturas

Para el caso, vivienda por vivienda existen todas la opciones pero una disminución de temperatura en el año 2022, no necesariamente significa algo negativo. Por ejemplo, para la casa 23 bajo 3 C con bomba de calor, pero pasó de una situación de sobrecalentamiento a una situación normal d confort.



Análisis de **humedad y CO₂**

El análisis se realiza con los resultados de junio, julio y agosto de 2021 (leña) y 2022 (bomba de calor) y sólo para las viviendas que el año 2022 se calefaccionaron en una gran proporción solo con BC

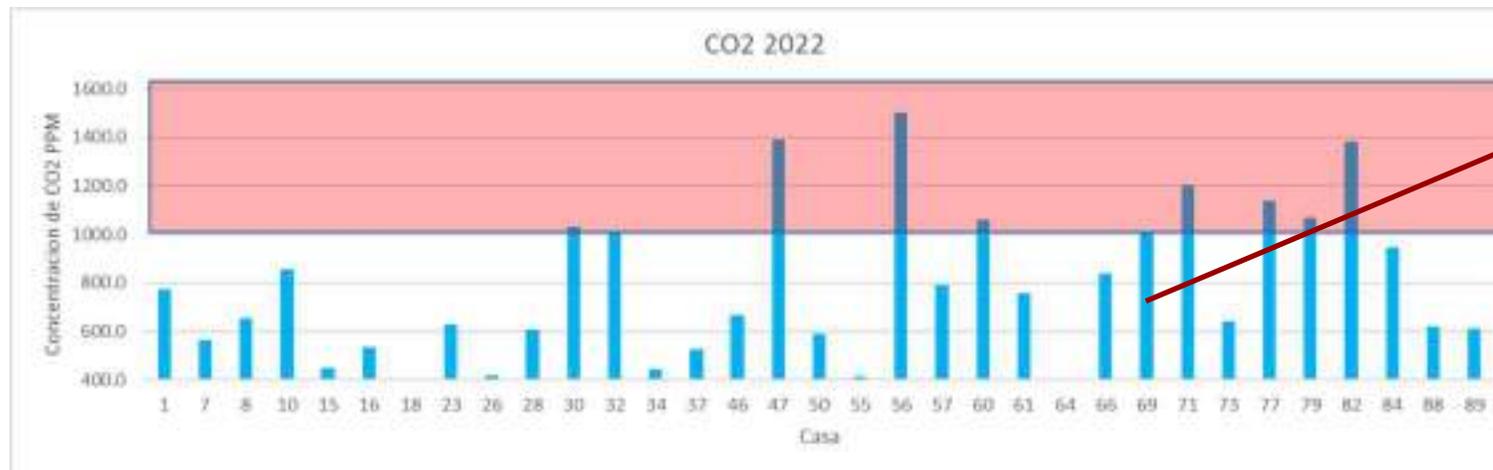


No se dispone de datos confiables CO₂ para 2021

- Se puede observar que la humedad del período con bomba de calor es entre 3 a 4% superior que para el periodo con leña. Pero siempre mucho menor que los valores máximos recomendables.
- Se observa que tanto para el caso de la humedad y del CO₂, los valores promedio de todas las casas están bajo los máximos recomendables (bandas rojas)

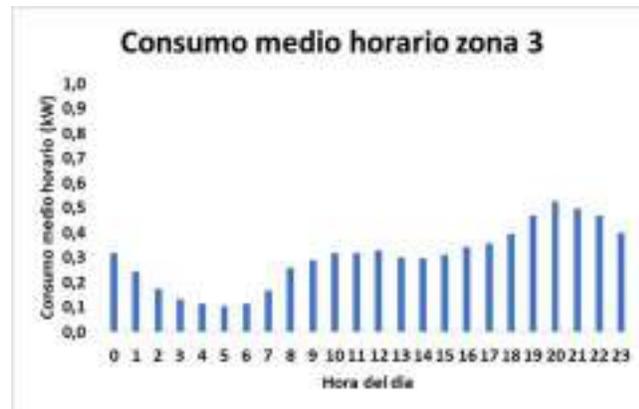
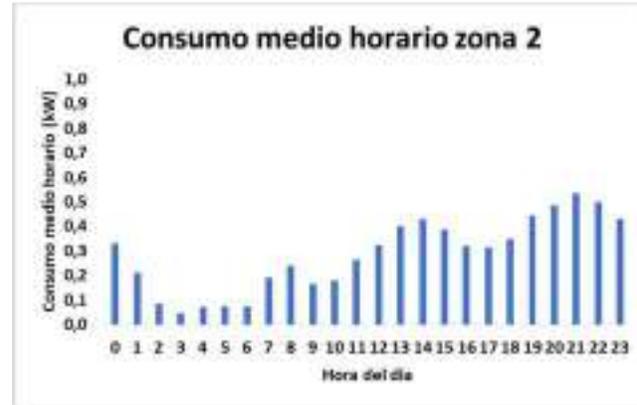
Análisis de **humedad y CO₂**

Para las viviendas específicas y para los promedios horario, se detectan viviendas y períodos en que si se sobrepasan los niveles de CO2 recomendados.



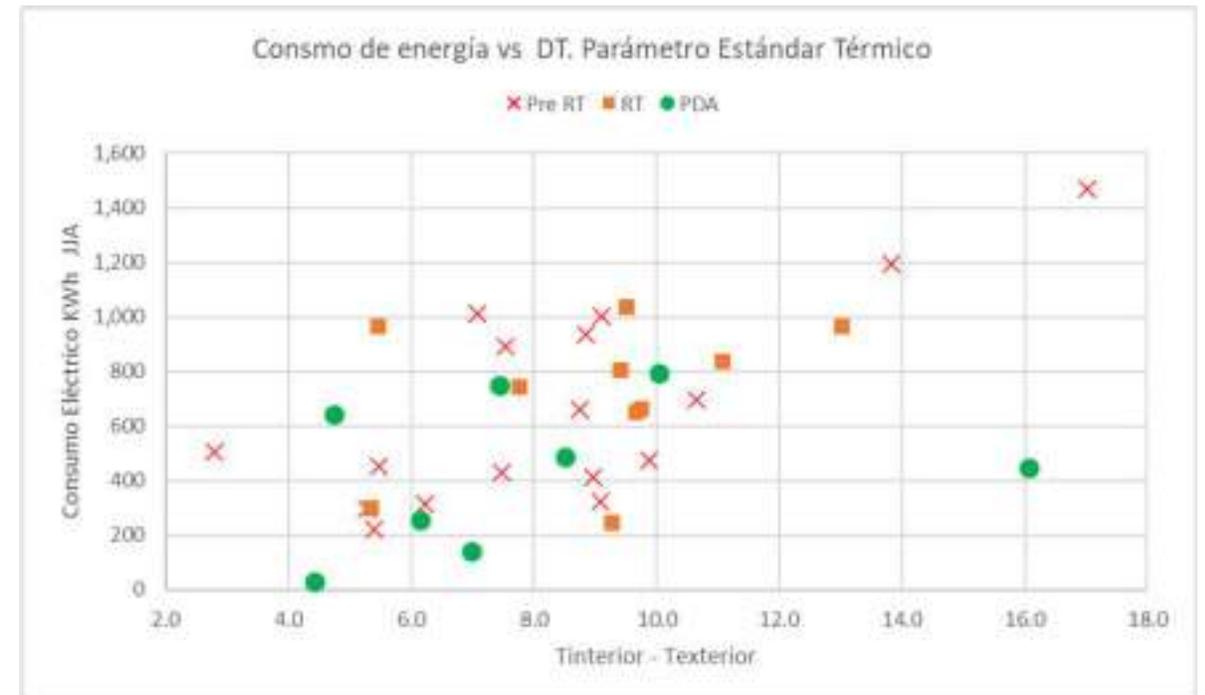
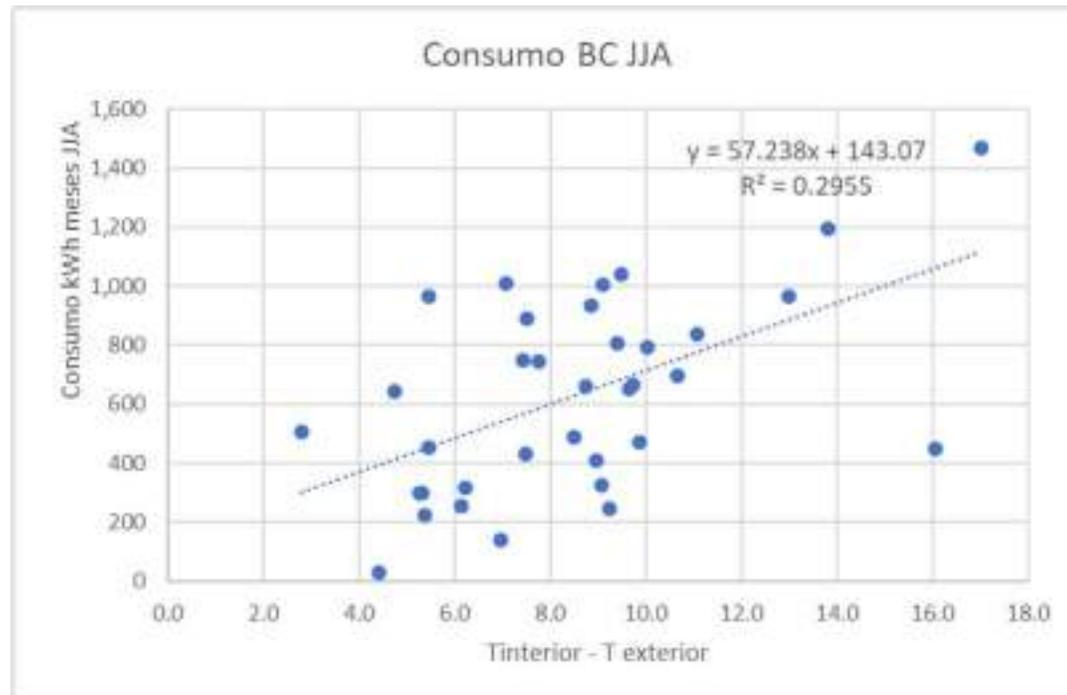
Análisis de Consumo eléctrico en calefacción

El análisis se realiza con los resultados de junio, julio y agosto de 2022 (bomba de calor) y sólo para las viviendas que el año 2022 se calefaccionaron en una gran proporción solo con BC



Análisis de Consumo eléctrico en calefacción

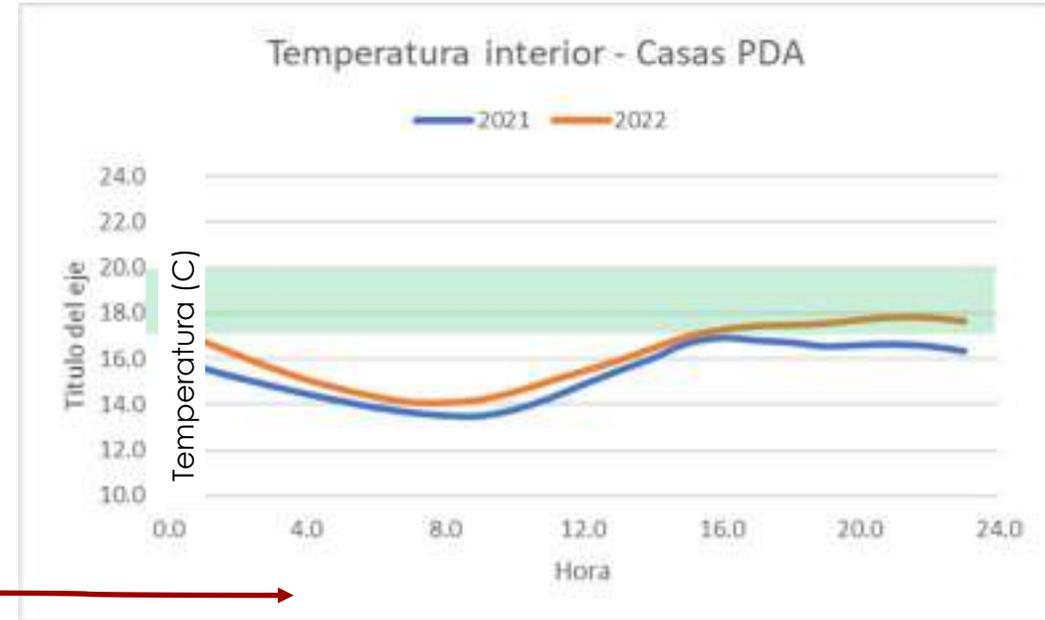
El análisis se realiza con los resultados de junio, julio y agosto de 2022 (bomba de calor) y sólo para las viviendas que el año 2022 se calefaccionaron en una gran proporción solo con BC



Gran dispersión en los resultados

Análisis de Consumo eléctrico en calefacción

Análisis con los resultados de junio, julio y agosto de 2022 (bomba de calor) y sólo para las viviendas que el año 2022 se calefaccionaron en una gran proporción solo con BC. Solo zonas 2 y 3



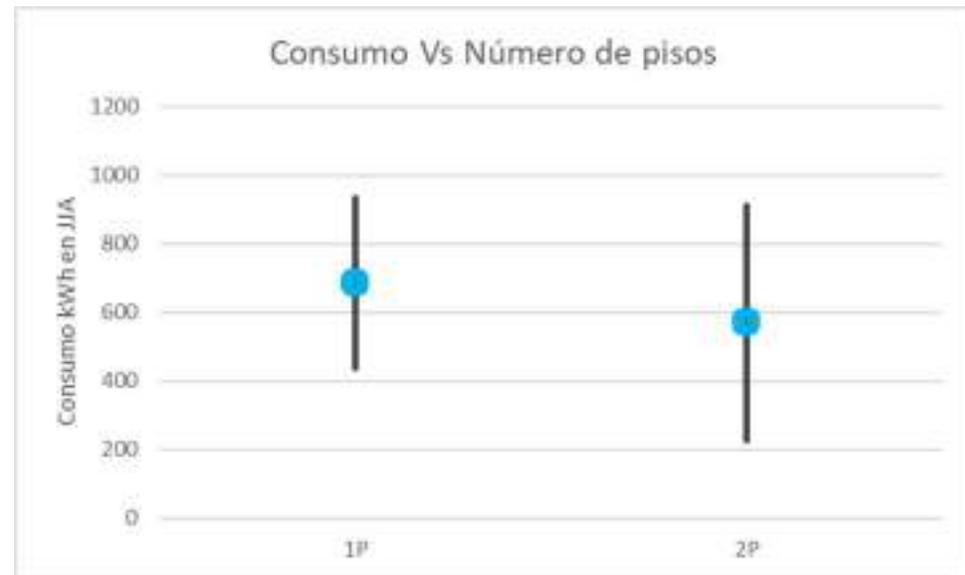
Temperaturas media por estándar

- Sin RT: 15.6 C
- RT: 16.0
- PDA: 15.7

Solo las viviendas con estándar PDA tienen un consumo significativamente menor. Esto se debe principalmente a que existen muchas variables involucradas que determinan el consumo de calefacción y que no se pueden controlar en un estudio de terreno.

Análisis de Consumo eléctrico en calefacción

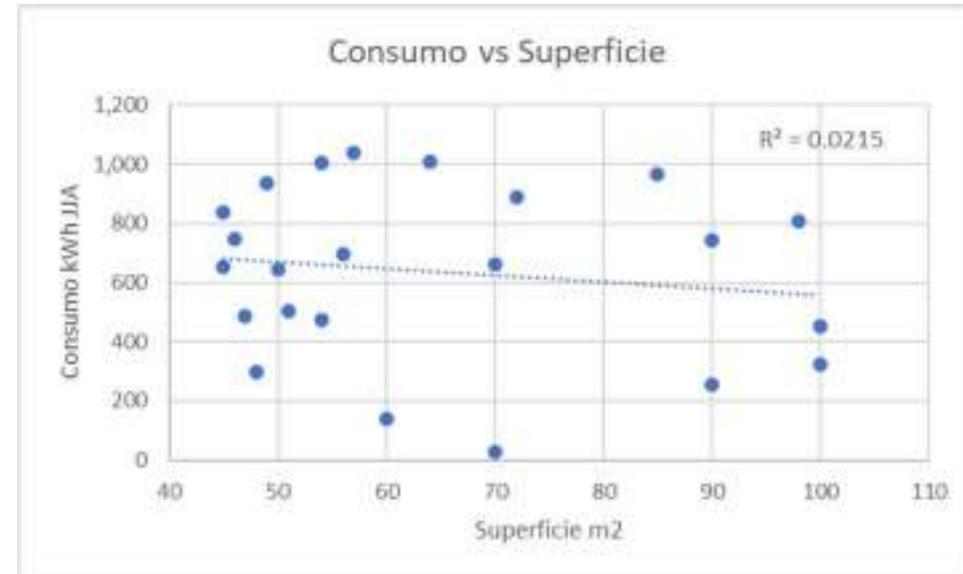
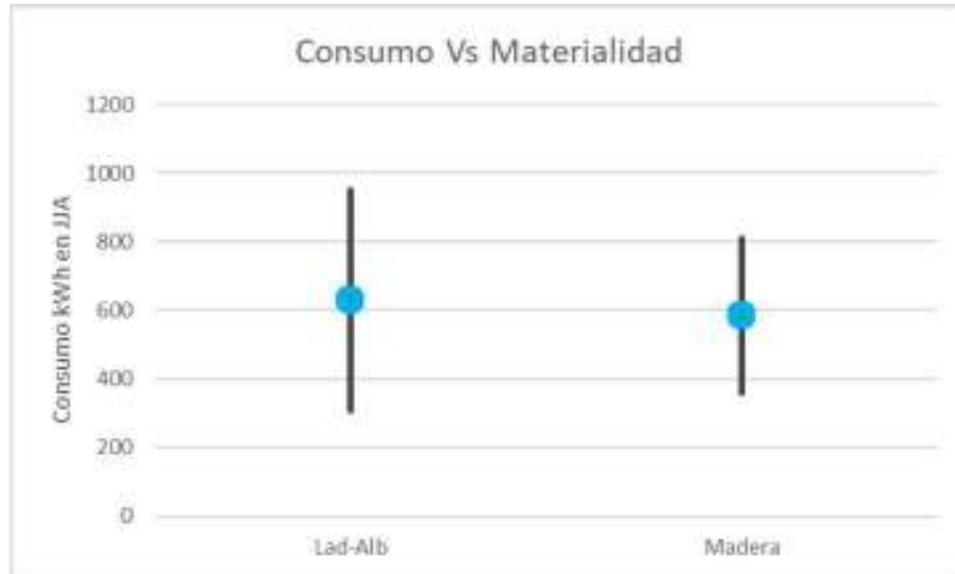
Análisis con los resultados de junio, julio y agosto de 2022 (bomba de calor) y sólo para las viviendas que el año 2022 se calefaccionaron en una gran proporción solo con BC. Solo zonas 2 y 3



Gran dispersión en los resultados

Análisis de Consumo eléctrico en calefacción

Análisis con los resultados de junio, julio y agosto de 2022 (bomba de calor) y sólo para las viviendas que el año 2022 se calefaccionaron en una gran proporción solo con BC. Solo zonas 2 y 3



Gran dispersión en los resultados
Esto ha pasado en otros estudio similares

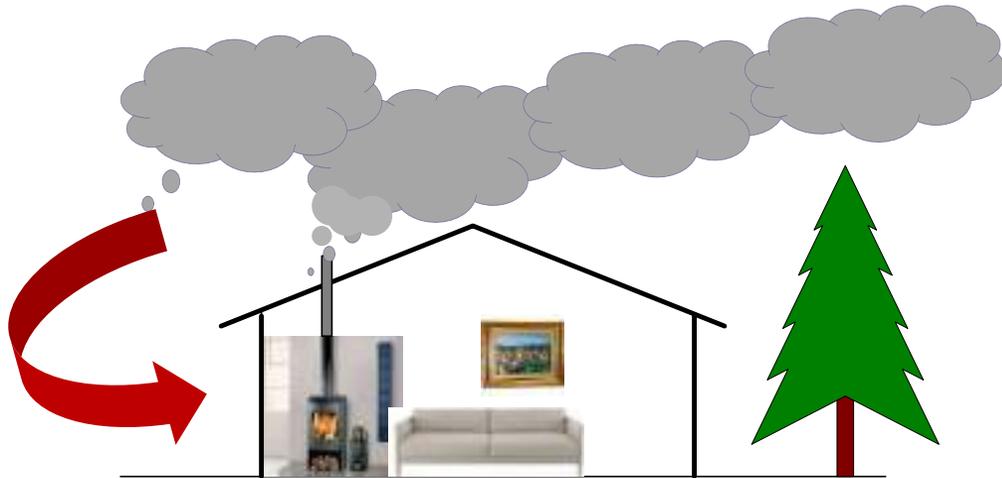
Muchas variables aleatorias y gran importancia del comportamiento humano
Sin embargo, hay información relevante y robusta para implementación de políticas publicas

An aerial photograph of a residential neighborhood with several houses. Thick white smoke is rising from multiple chimneys, filling the air and partially obscuring the buildings. A prominent red banner is overlaid on the right side of the image, containing the text 'Material Particulado' in white. The scene suggests air pollution from household sources.

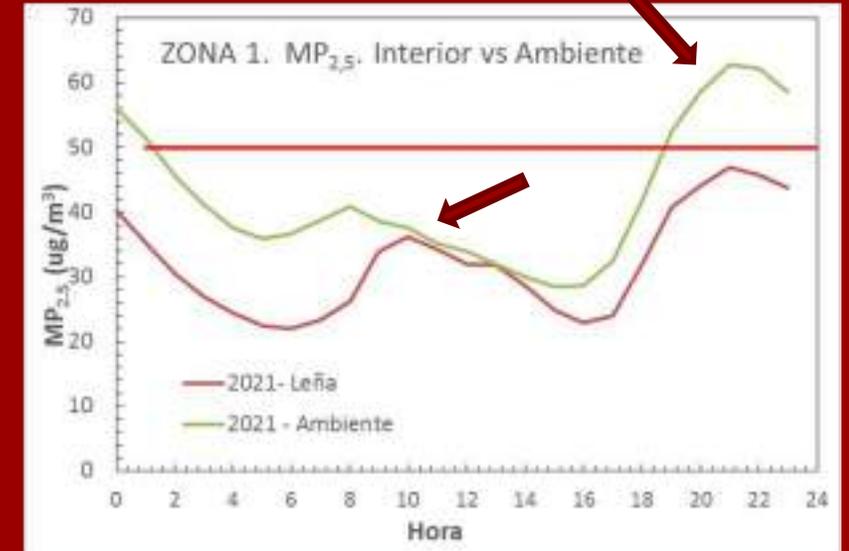
Material Particulado

Material Particulado

Existe mucha influencia del exterior sobre el interior de las casas



- La contaminación interior “sigue” a la exterior con un desfase de algunas horas
- Niveles interiores son en general menores que los exteriores
- Contaminación interior depende mucho de la ventilación.
- En la noche aumenta más el exterior que el interior



Particulado

Calibración realizada midiendo en paralelo con un monitor del MMA (Red Sinca) **Junio – Julio - Agosto**

Zona 1

Región Metropolitana, Valparaíso y O'Higgins.



Leña: 27% más alto que B. calor entre las 18:00 y 24:00

Zona 2

Maule, Ñuble, Biobío



Leña: 28% más alto que B. calor entre las 18:00 y 24:00

Particulado

Calibración realizada midiendo en paralelo con un monitor del MMA (Red Sinca) **Junio – Julio - Agosto**

Zona 3

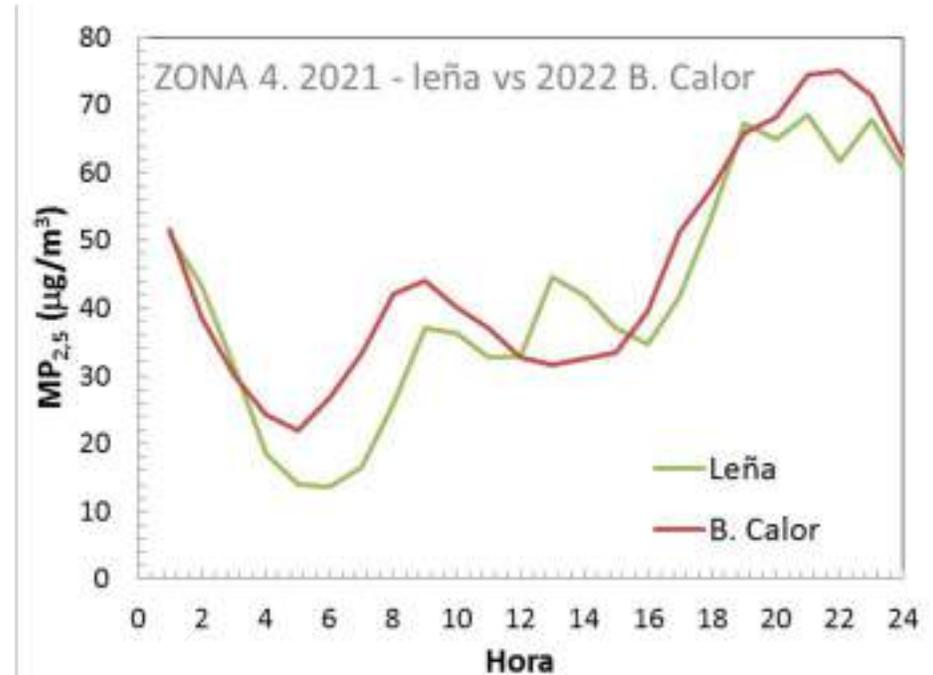
Los Ríos, Los Lagos, Araucanía



No se observa diferencia en la contaminación interior promedio

Zona 4

Aysén

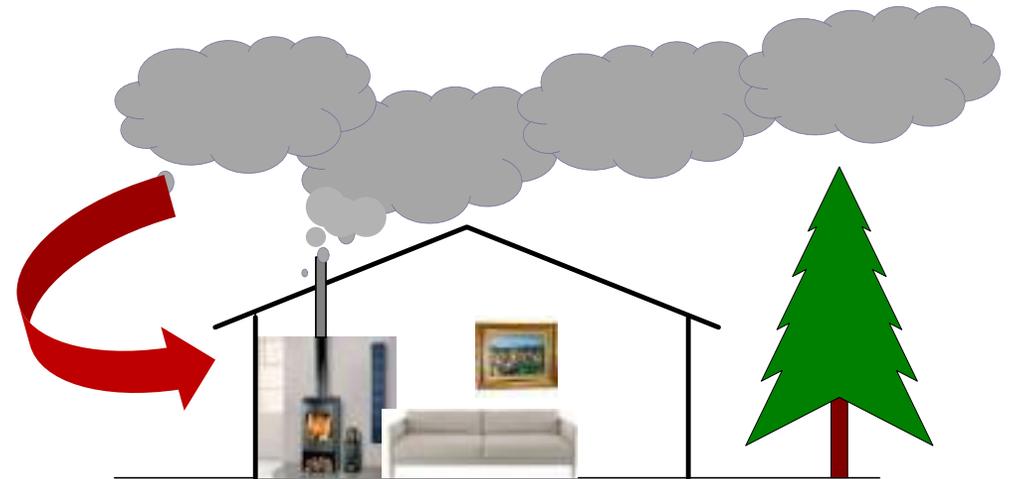


- ¿Diferencias en uso de la leña?
- ¿Menor ventilación en zonas 1 y 2?

Particulado

Observaciones

- En la **Zona 1** y **Zona 2** se observa una pequeña mejora en la contaminación interior durante la noche en casas con bomba de calor.
- No se observa el mismo efecto en las **zonas 3 y 4**
- Las diferencias pueden deberse a:
 - Mayor influencia de la contaminación exterior sobre la interior en la **zona 3 y 4**
 - Diferencias en el uso de las viviendas y en la ventilación.



An aerial photograph of a residential neighborhood with several houses. Thick white smoke is rising from multiple chimneys, suggesting a cold day or a fire. The houses have various roof colors, including grey, brown, and white. A prominent red banner is overlaid on the right side of the image, containing the text 'Gasto de las Familias' in white. The banner has a slight shadow and a gradient effect. The overall scene is somewhat hazy due to the smoke.

Gasto de las Familias

Metodología de Levantamiento

Leña: mediante encuestas realizadas al principio de la medición, (2021), consultando por gasto y consume en año normal. Los valores fueron actualizados al 2022, para compararlos con gastos al 2022.



Solo se compararon viviendas, que usaron A/C para calefacción (no otros calefactores)

A/C: mediante el consumo eléctrico obtenido de remarcador exclusivo para el equipo y pinzas de medición. Esto se multiplica por las tarifas eléctricas de su zona de concesión (BT1) del invierno 2022.

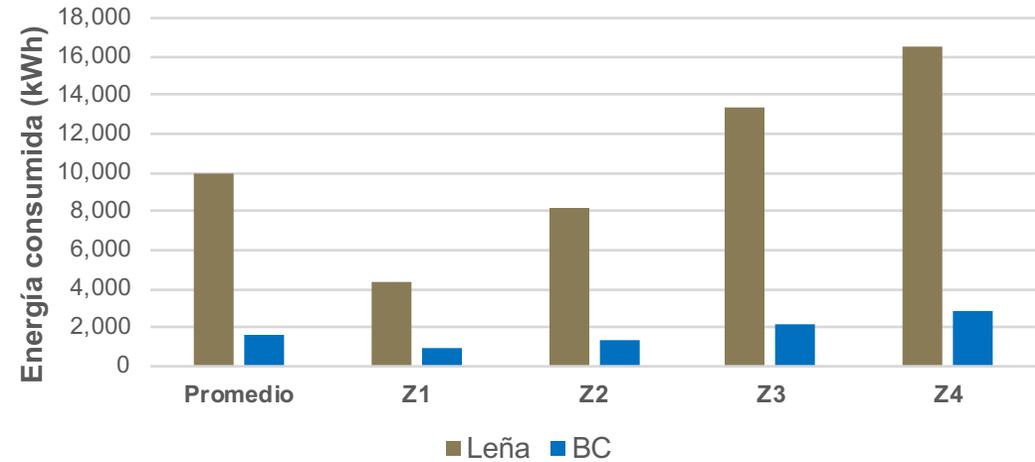


Energía final

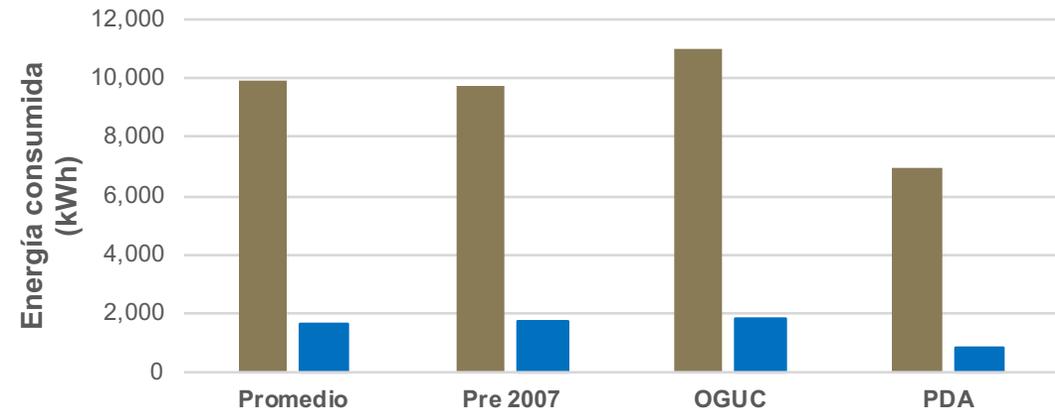
Consumida

- En promedio, se observa de una diferencia de 6 veces, entre el consumo energético con A/C versus leña
- Las diferencias entre zonas y niveles de aislación, se debe tanto a las eficiencias de los equipos (leña /AC), poderes caloríficos de la leña y temperaturas.

Energía consumida en calefacción anual (kWh/año)



Factor leña /BC	5,9	4,9	5,8	6,2	5,9
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----

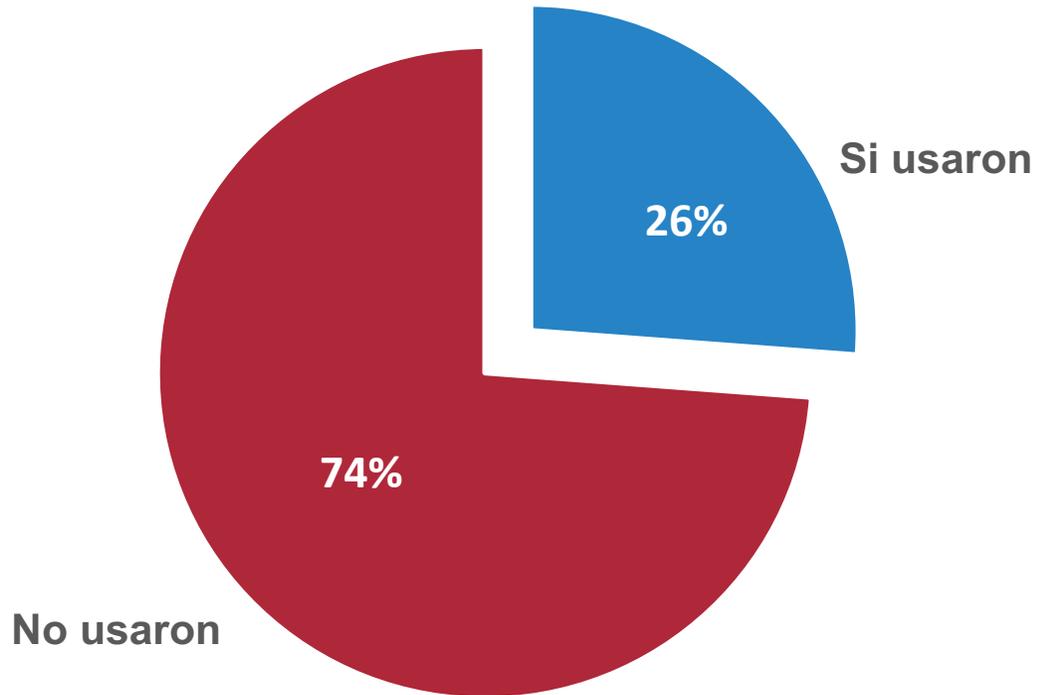


Factor leña /BC	5,9	5,6	5,9	8,3
-----------------	-----	-----	-----	-----

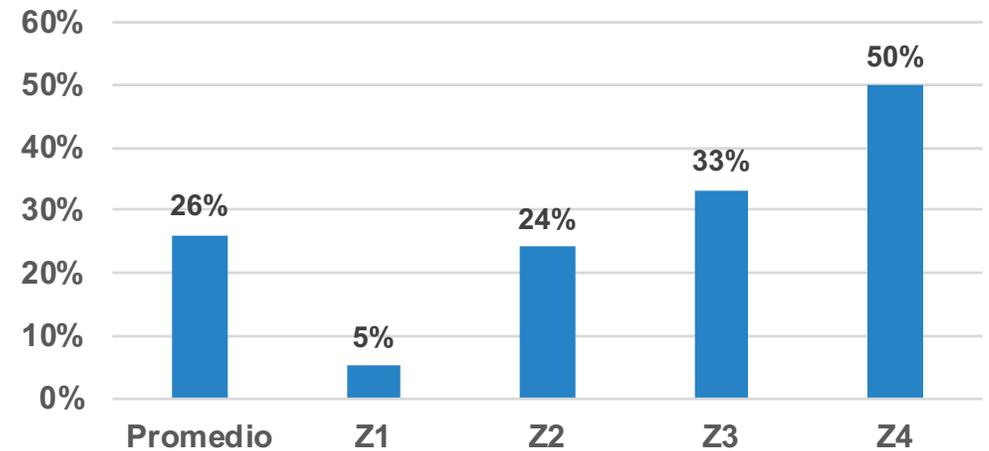
Uso de otros

Combustibles

Viviendas que usaron otro combustible en invierno



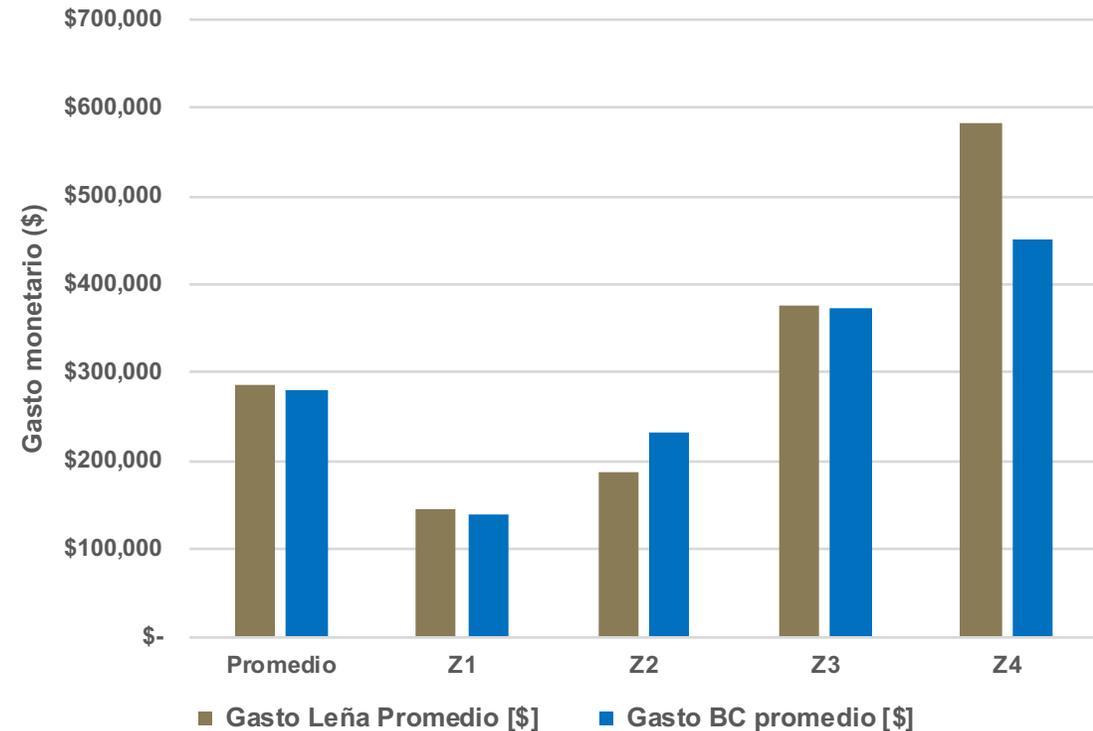
Porcentaje de Viviendas que Usaron Otro combustible adicional al A/C



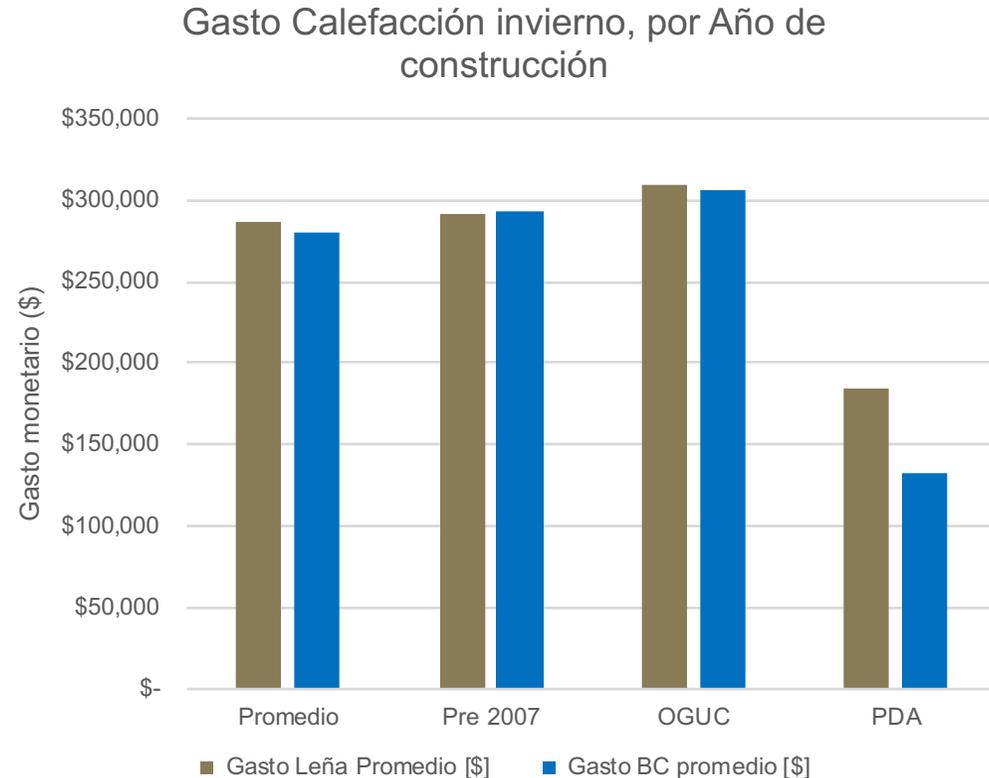
Gasto por zona

- En promedio, los gastos con leña y A/C son similares. Del orden de \$280.000
- Los máximos por zonas, no difieren sustancialmente entre leña y A/C. Por Ejemplo en Z3 el máximo con leña fue 840.000 y 800.000 con A/C, y en la Z4 1 MM\$ con leña y 680.000 con A/C
- Se observa n menor gasto en las viviendas Z4 (tarifa menor)

Gasto Calefacción Anual, por Zona



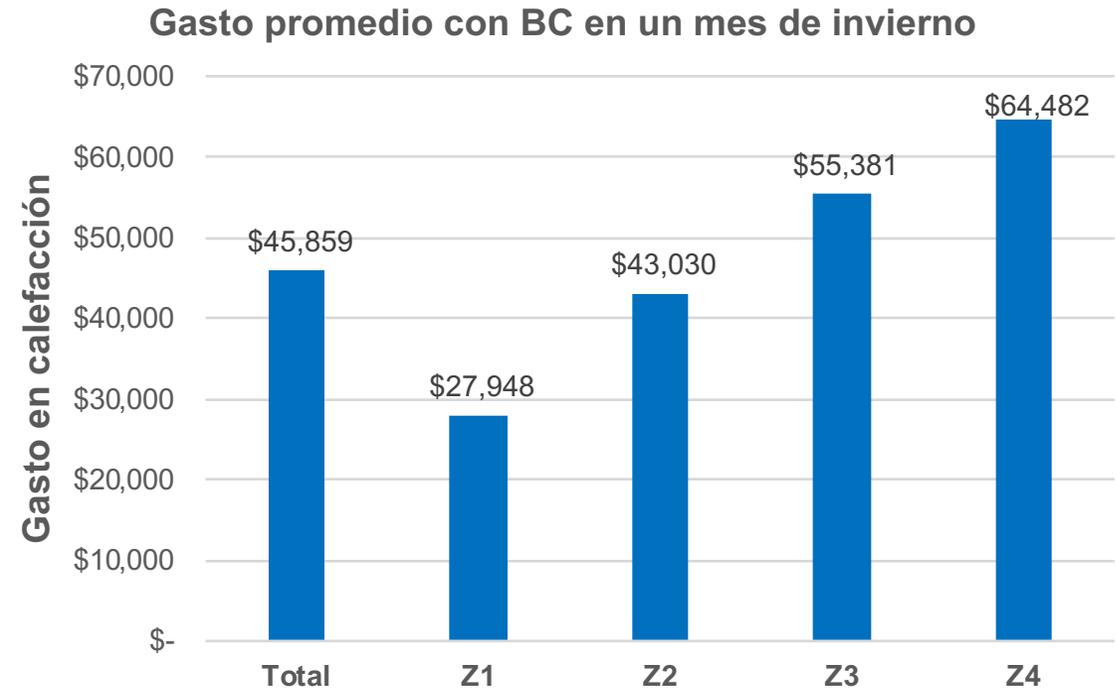
Gasto por nivel de aislación de vivienda



- Los gastos con leña y A/C se mantienen en niveles similares, independiente del nivel de aislación, a excepción de aquellas con estándar PDA (sin embargo, son 5 casas, principalmente de Z2 y Z3)
- No se observan diferencias significativas en gasto entre las viviendas pre 2007 y OGUC (a diferencia de las zonas)

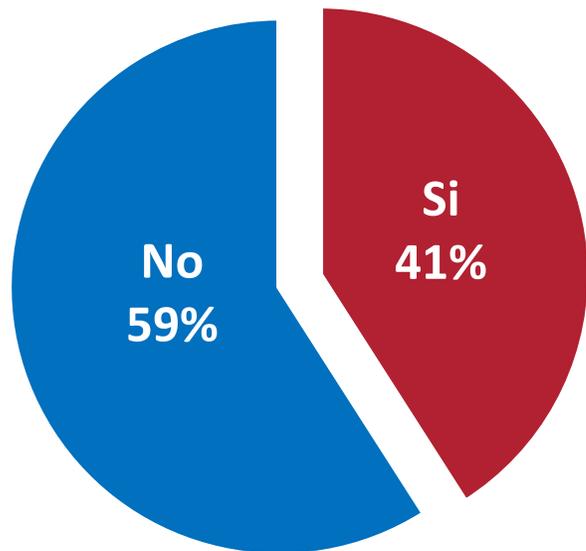
Gasto en Calefacción Mensual con AC

- El gasto promedio mensual de calefacción con AC es de 45.000 en los meses más fríos, yendo de 28.000 en Z1 a 65.000 en Aysen
- Se obtiene como el promedio de gasto de los meses de Junio, Julio y Agosto (meses más fríos)

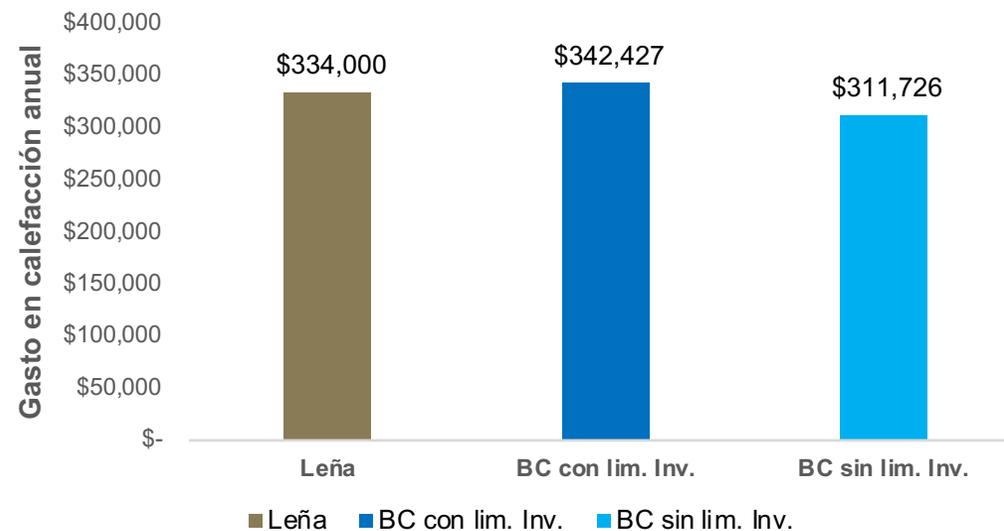


Límite de Invierno

Viviendas que superaron el límite de invierno



Gasto en calefacción anual, simulación sin límite de invierno a viviendas con este cobro



- Baja en un 9% promedio la cuenta anual de calefacción si no tuviesen límite de invierno (o un gasto menor de 30.000 en promedio)

Simulación con

beneficios tarifarias

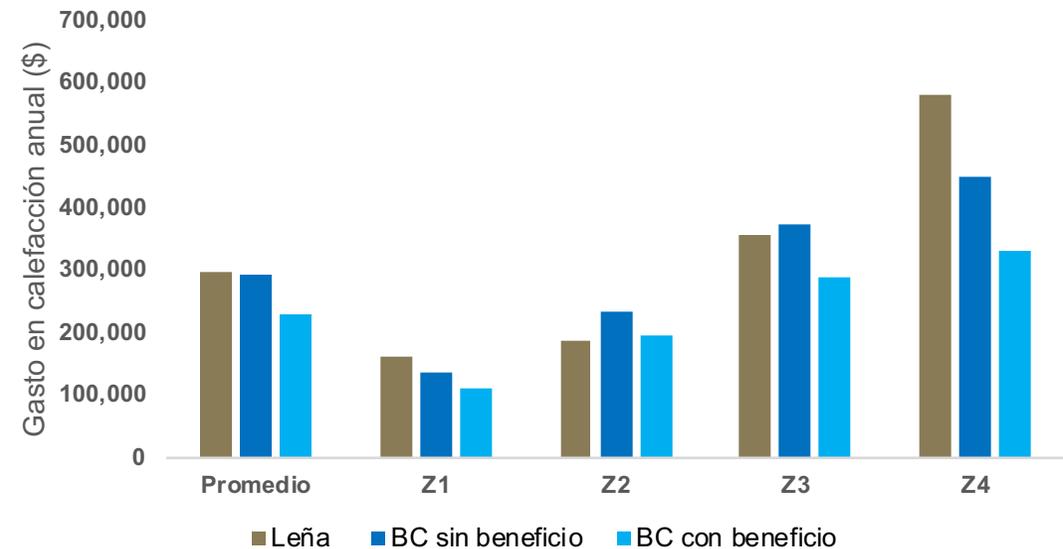
- Las viviendas tuvieron las tarifas normales (BT1), pero existen tarifas orientadas al uso de calefacción eléctrica, tales como:

Recambia tu calor

Ecoayre (Saesa)

- Se simularon las cuentas con estas tarifas, en viviendas cuyas zonas poseen esta factibilidad
- En promedio, estas viviendas llegarían a ahorrar \$63.000 al año o un 21% del gasto de calefacción.

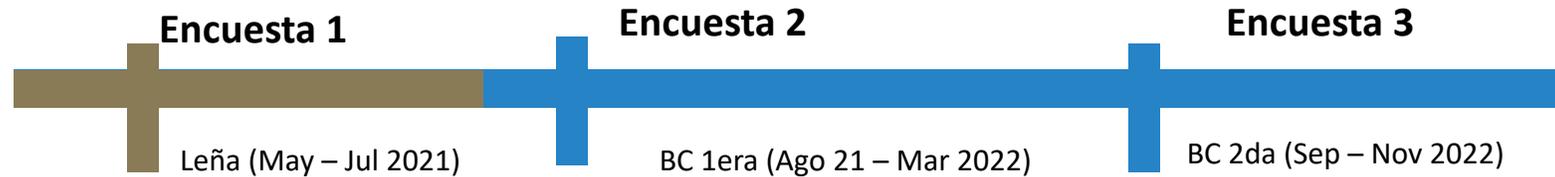
Gasto en calefacción anual, situación con y sin beneficio tarifario - Solo casos que pueden aplicar al descuento



An aerial photograph of a residential neighborhood. The houses have dark roofs, and several chimneys are visible, with thick white smoke rising from them, suggesting a cold day. The scene is partially obscured by a large red banner on the right side, which contains the title text. The overall atmosphere is hazy and somewhat somber.

Percepción de las Familias

Pre- Post Instalación



Satisfacción con la calefacción

- Precio del Energético
- Disponibilidad del Energético
- Almacenamiento
- Servicio de abastecimiento
- Otros

Percepción abastecimiento y valor

- Facilidad de uso
- Limpieza
- Temperatura y sensación de calor
- Seguridad (incendios/ cortes)
- Encendido y apagado

Percepción
Uso calefacción

- Contaminación a la comuna
- Contaminación que genera en su hogar

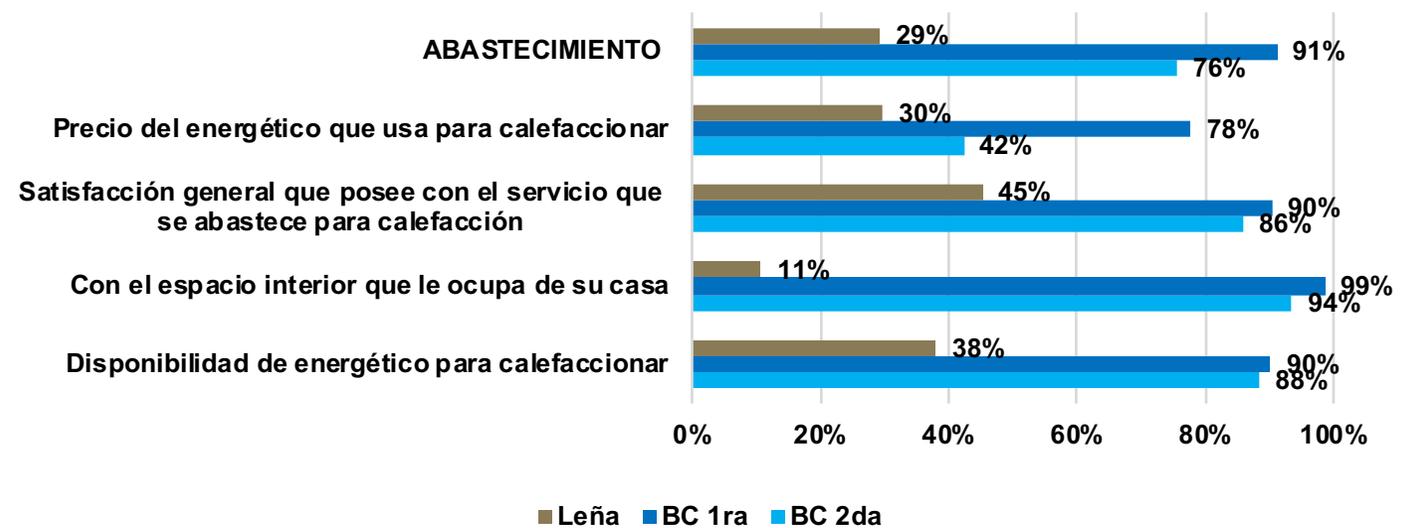
Percepción Contaminación
Intra / Extra domiciliaria

- **Objetivo:** conocer las percepciones respecto al sistema de calefacción antiguo (leña) y el actual (BC) y comparar sus niveles de satisfacción
- Cuantitativo de Casos
- Entrevistas a participantes prepost instalación (3 etapas)

Abastecimiento y Valor (todas las zonas)

- Aspectos como disponibilidad, almacenamiento y servicios se perciben considerablemente superiores de los sistemas de A/C a la leña
- El precio del energético, presentó una evolución distinta, donde bajo su valoración del precio de la electricidad en la última encuesta, una vez pasado el invierno, aunque en forma superior a la leña. En el caso de la Z3, la valoración del precio del energético es similar, e incluso mejor en el caso de leña
- El precio del energético, se valora más negativamente en las zonas más australes

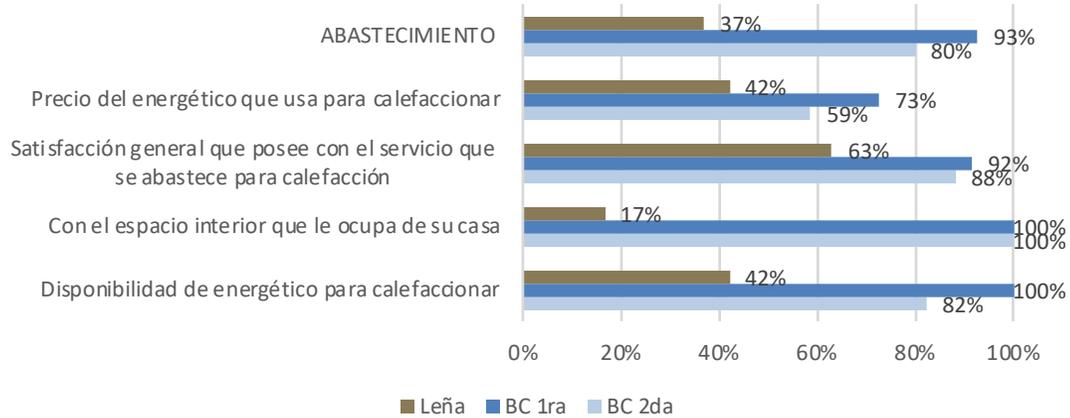
Satisfacción de Abastecimiento - Total de casos



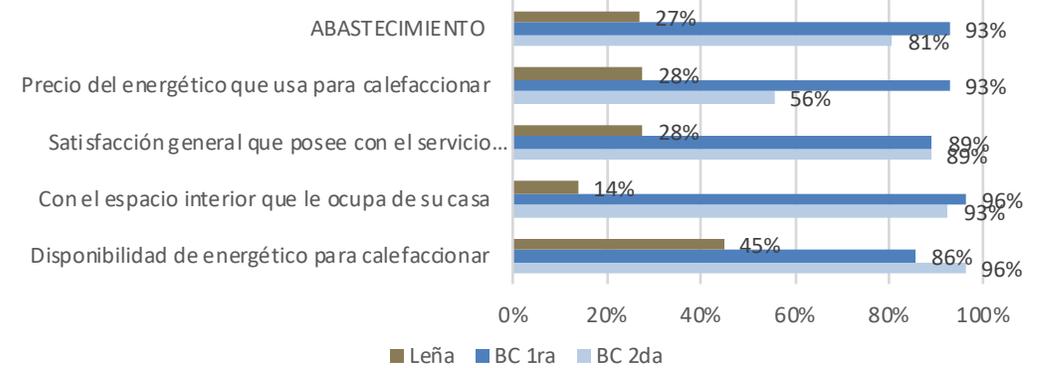
Evolución satisfacción

Abastecimiento y Valor (todas las zonas)

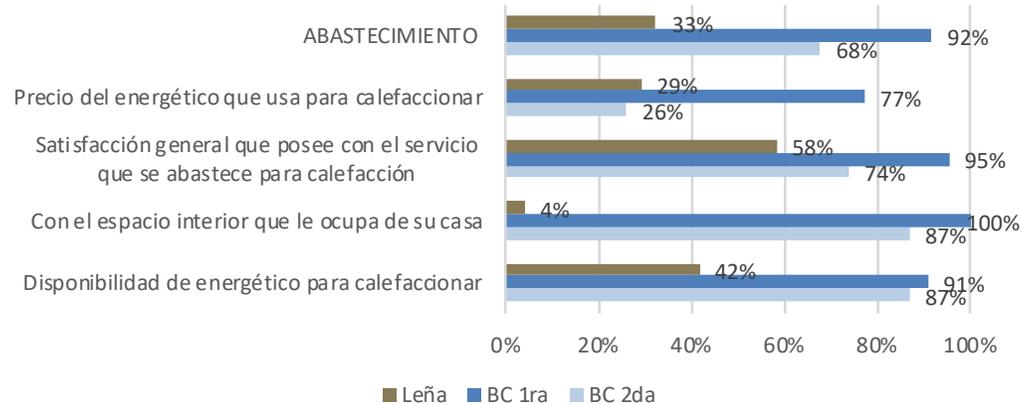
Satisfacción de Abastecimiento - Z1



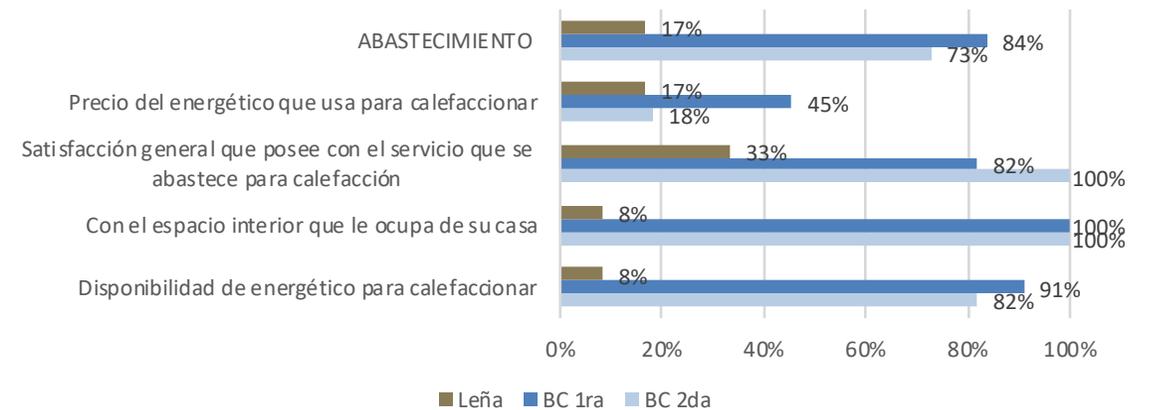
Satisfacción de Abastecimiento - Z2



Satisfacción de Abastecimiento - Z3



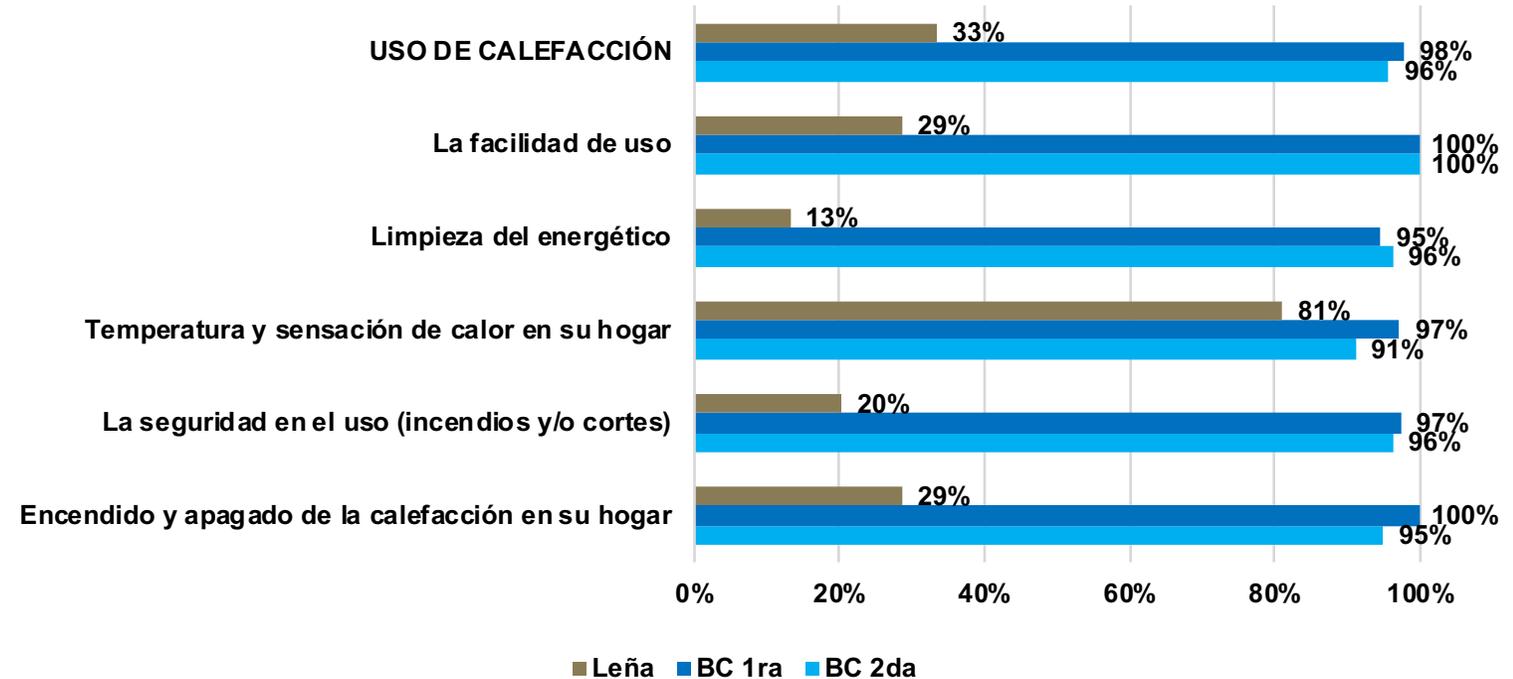
Satisfacción de Abastecimiento - Z4



Uso de Calefacción (todas las zonas)

- Aspectos como facilidad del uso, limpieza, seguridad y facilidad del uso se perciben considerablemente superiores de los sistemas de A/C a la leña
- La temperatura y sensación de calor, si bien son mayores con A/C, si se presenta como el mayor atributo de la leña. En la Z3, se mantiene como similar, entre leña y A/C, que es la zona que más valora la leña
- La facilidad de uso de los sistemas de A/C fue más valorada en las zonas más australes,

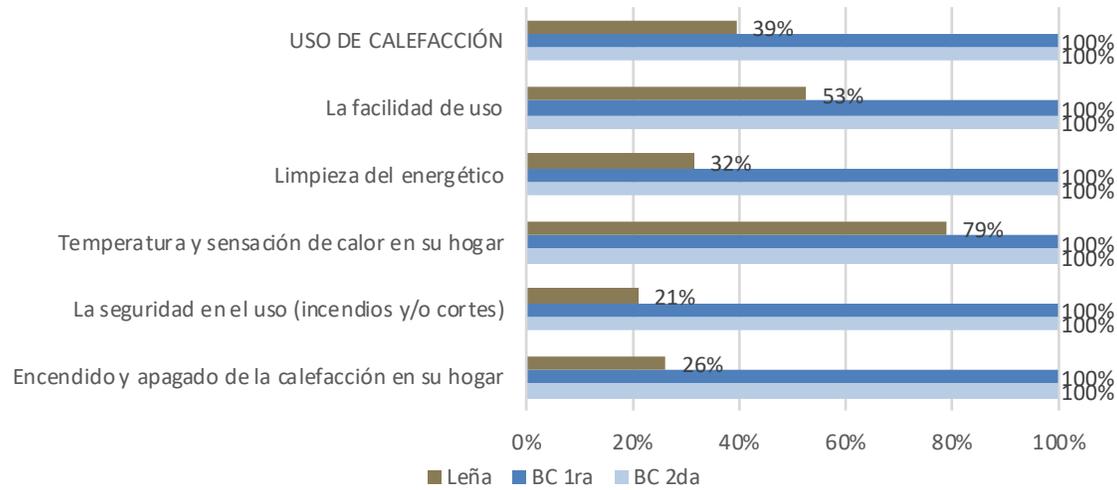
Satisfacción de Uso de calefacción - Total de casos



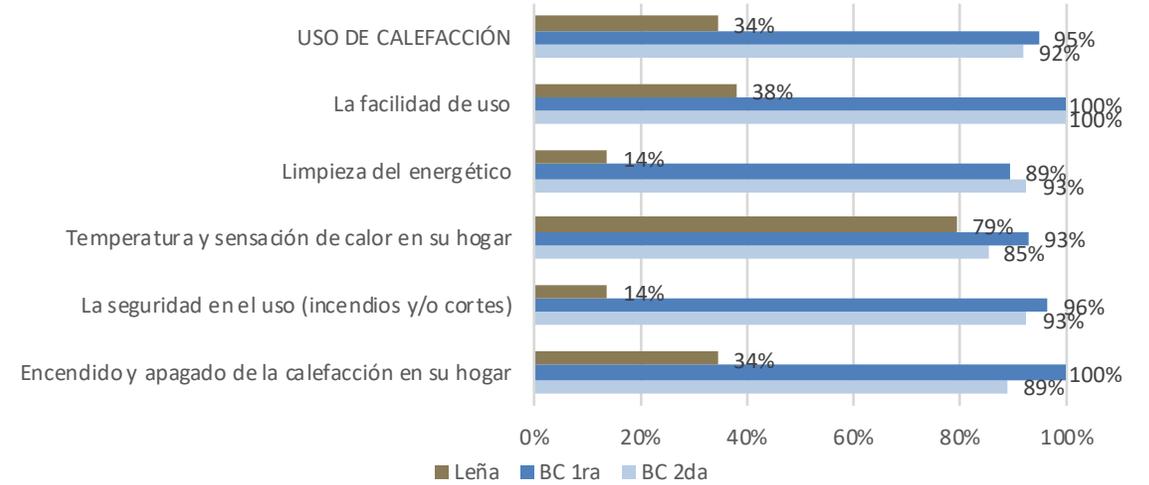
Evolución satisfacción

Uso de Calefacción (por zona)

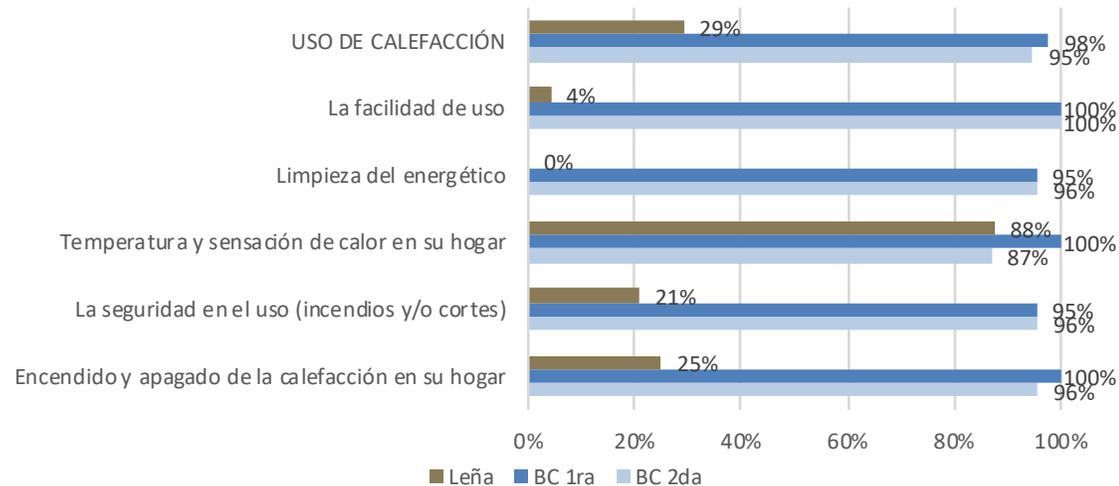
Satisfacción de Uso de calefacción - Z1



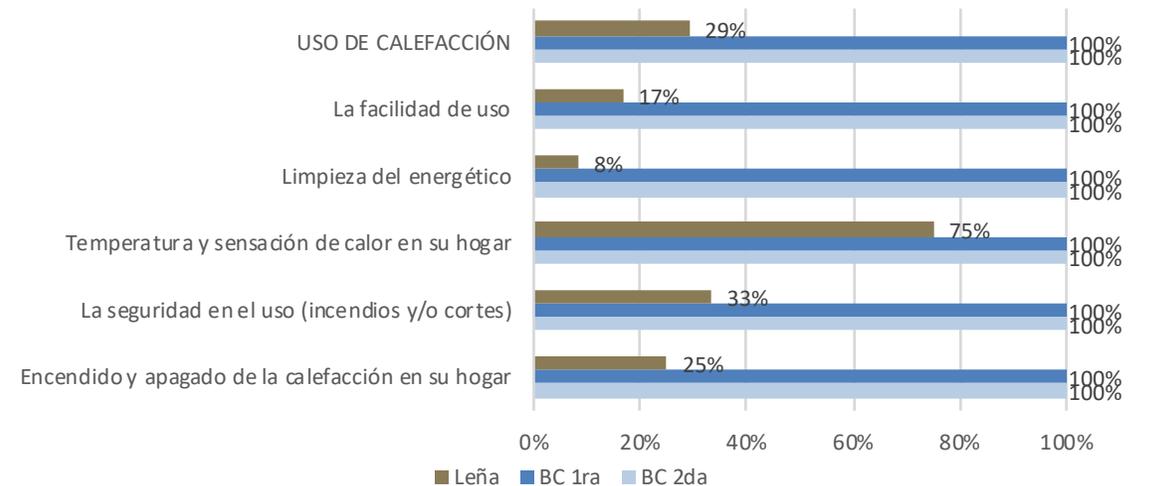
Satisfacción de Uso de calefacción - Z2



Satisfacción de Uso de calefacción - Z3



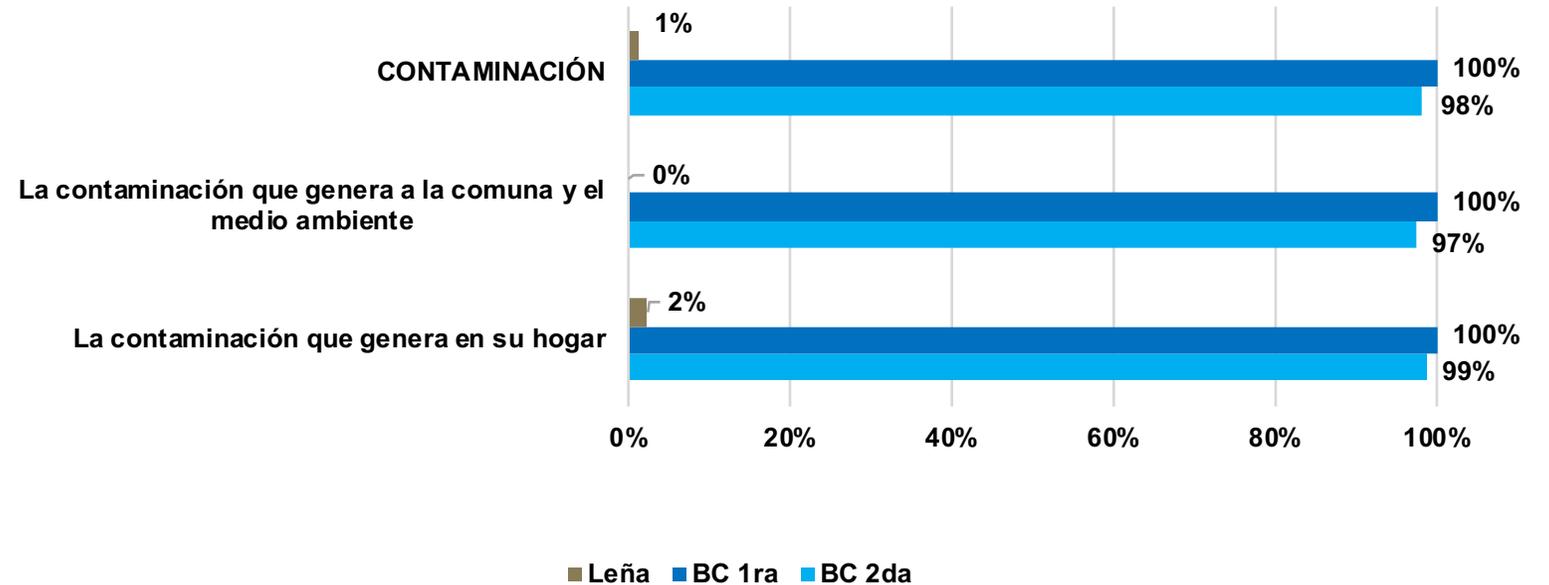
Satisfacción de Uso de calefacción - Z4



Contaminación (todas las zonas)

- La contaminación es percibida como el aspecto más negativo de la leña, tanto a nivel intradomiciliario, como para la comunidad

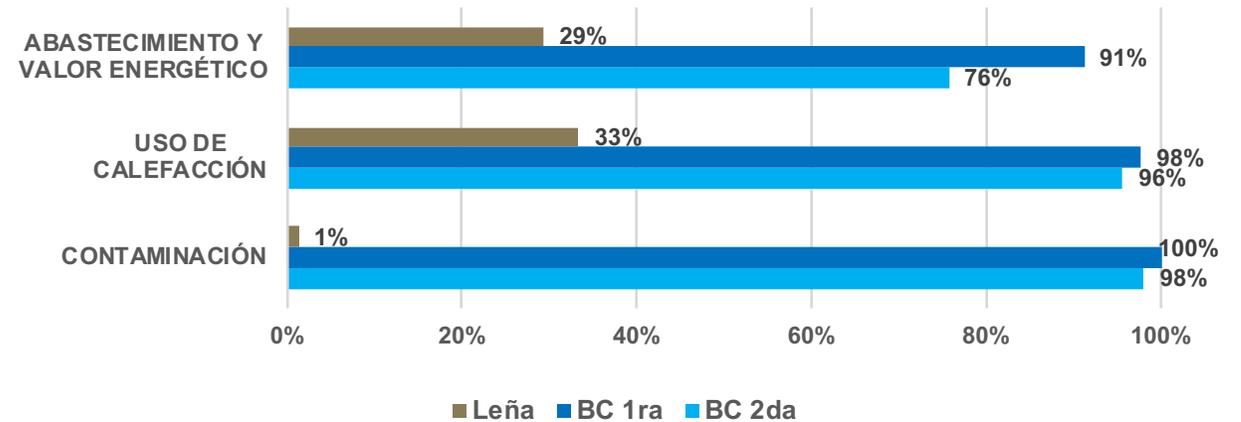
Satisfacción de Contaminación - Total de casos



Todas las dimensiones

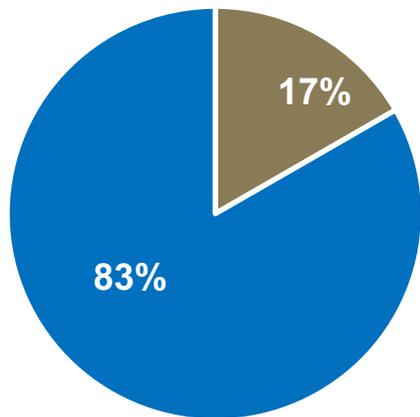
- En todas las dimensiones, se nota superior la percepción a los sistemas de A/C
- Los factores que más se aprecia de la leña, es la temperatura y sensación de confort.
- Disminuye la valoración del A/C posterior a pasar el invierno, pero en un menor grado

SATISFACCIÓN DE LA CALEFACCIÓN EN SUS DIMENSIONES - Total de casos



Preferencias y razones

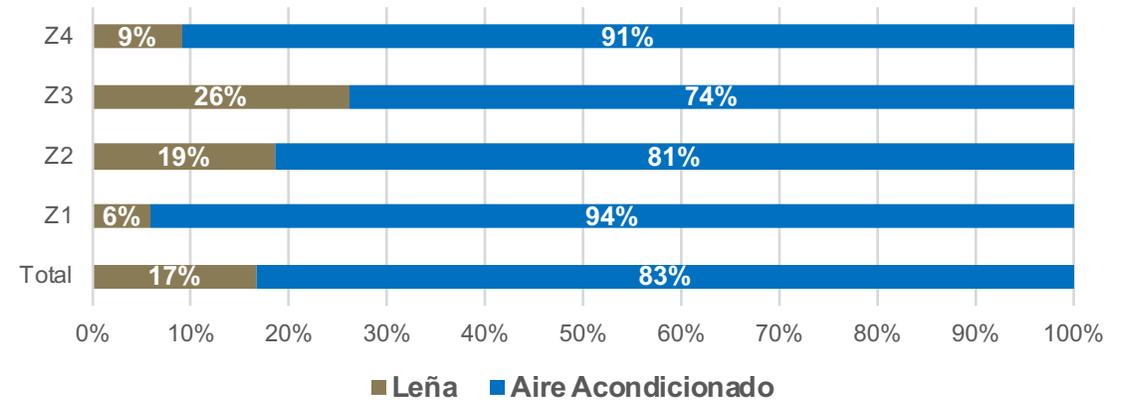
¿Comparando leña con AC,
¿cuál prefiere?



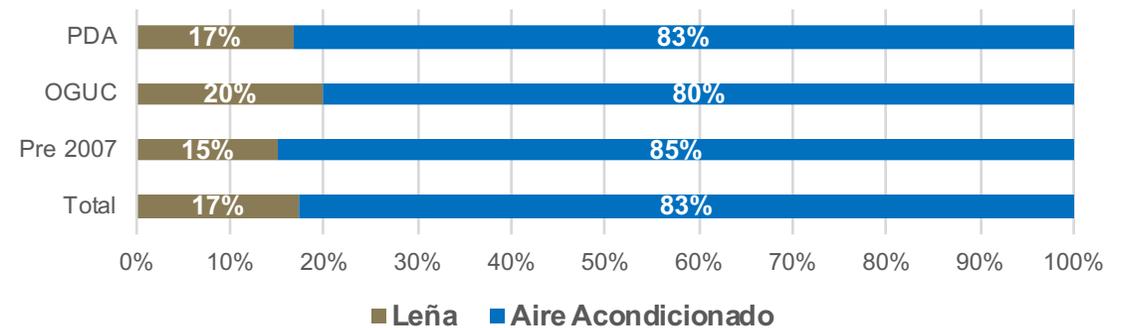
■ Leña ■ Aire Acondicionado

- La Z3 es la que presenta una mayor valoración por la leña, seguido por la Z2, pero siempre menor que el A/C
- No se observan mayores diferencias de preferencia en relación al nivel de aislamiento

Comparando leña con AC, cual prefiere (N=78)



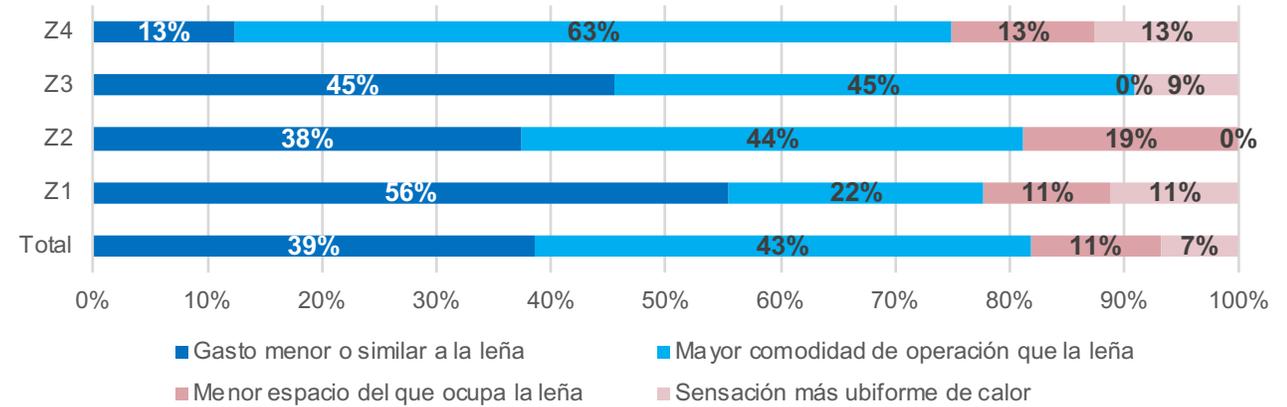
Comparando leña con AC, cual prefiere (N=78)



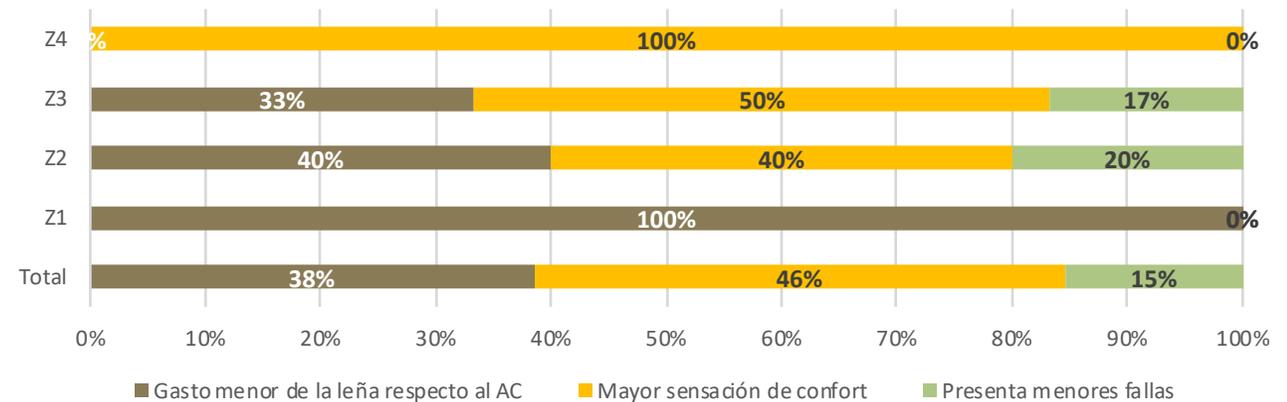
Preferencias y razones

- En general la principal razón para preferir el A/C es la comodidad, seguido del gasto de operación. Esto se nota especialmente en la Z4
- Los que prefieren la leña, valoran la mayor sensación de confort.

En caso de AC, favor priorice los atributos, que lo hacen preferir el AC - Primera prioridad (N=44)



En caso de leña, favor priorice los atributos, que lo hacen preferir la leña - Primera prioridad (N=13)





Conclusiones

Conclusiones



Instalación

- Se observan brechas en capital humano (cantidad, calidad de instalación)
- Si bien los problemas de instalación y post venta no fueron excesivos, se prevé aumento con la creciente demanda

Operación (Gasto)

- Los gastos de calefacción entre leña y A/C son similares
- Si se logra la masificación de tarifas especiales para calefacción eléctrica, se pueden obtener ahorros sustantivos
- La “sorpresa” de la llegada de la cuenta, juega en contra de la calefacción eléctrica (soluciones_ bolsos para controlar el gasto)

Operación (temperatura)

- Se logran niveles de confort similares que con leña, aunque en zonas extremas, se tiene a complementar con leña u otro combustible
- La facilidad de uso, se observa como la dimensión más apreciada

Operación (MP)

- En Z1 y Z2 se observan ventajas en la A/C respecto a la leña (menor concentración)

Conclusiones



Post venta

- No se observa mayor incidencia de cortes eléctricos
- La mayor parte de las fallas, son falta de refrigerante . Muy difícil la labor de conseguir visitas
- La mantención puede ser un aspecto crucial a promover

Percepción

- Muy buena percepción de los sistemas de A/C incluso después de un año
- La facilidad de uso, así como las complejidades de la compra de leña, favorecen mucho a la tecnología
- Será importante conocer cómo evoluciona esa percepción a futuro (después de otro invierno, por ejemplo), respecto a gastos y falas

Generales

- Se observa como importante el monitoreo de viviendas, para efectos de conocer tanto en términos cuantitativos como cualitativos, la implementación de tecnologías
- La facilidad de uso, se observa como la dimensión más apreciada



Muchas
Gracias!!