

GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE RECAMBIO REALIZADOS EN LA ZONA SATURADA DE COYHAIQUE

Estudio solicitado por la Subsecretaria de Medio Ambiente

Coyhaique, 14 de noviembre 2018

Contenidos

1. Objetivos del estudio
2. Cuantificación del impacto de los programas de recambio 2015- 2017
3. Encuesta a beneficiarios
4. Análisis de la implementación del programa
5. Conclusiones

1. Objetivos

□ General

Evaluar el impacto de los programas de recambio de calefactores realizados en la zona saturada de Coyhaique, en la reducción de emisiones.

□ Específicos

- a) Realizar una encuesta representativa a los beneficiarios del programa de recambio de calefactores a leña y analizar sus datos.
- b) Cuantificar la reducción de emisiones de los programas de recambio de calefactores en la zona saturada de Coyhaique.
- c) Analizar la operatividad de la implementación del programa.

2. CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE LOS PROGRAMAS DE RECAMBIO 2015, 2016 Y 2017

La investigación al servicio de una política pública sustentable



1. Análisis de inventarios
2. Factor de emisión
3. Nivel de actividad: estudios y encuesta

2.1 Análisis de inventarios

- Se recopiló información acerca de:
 - a) Inventarios de contaminantes locales.
 - b) Estudios específicos de las emisiones de artefactos a leña.
 - c) Estudios de consumo de leña en la región.

- El nivel de consumo de leña varía según las condiciones climáticas, características de la población y factores económicos. Por lo tanto, los resultados no son necesariamente extrapolables a otra zona. Es necesario utilizar estudios locales, o nacionales con detalle local.

- Adicional a la información de otros estudios, se realizó una encuesta que permitió levantar información primaria acerca de la utilización de los aparatos.

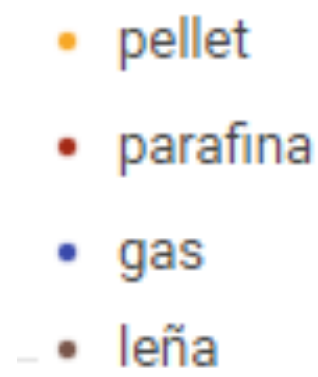
Número de recambios

- Beneficiarios 2016-2017.

Recambios realizados					
Año	Leña	Pellet	Parafina	Gas	TOTAL
2016	500	35 ^a	940	0	1475
2017	0	717	602	28	1347
Total					2822

^aNo se consideran los 60 equipos recambiados en la Municipalidad de Coyhaique

- Se logró georreferenciar un 90.1% del total de beneficiarios



Cálculo de reducción de emisiones

$$\Delta E = \sum_{\text{Hogar}} \sum_{\text{Artefacto}} [(FE_{ant} * NA_{ant}) - (FE_{nuevo} * NA_{nuevo})]$$

- **FE:** Factor de emisión de Material Particulado asociado al tipo de artefacto y modo de operación (incluyendo características del combustible y tiraje)
- **NA:** Nivel de actividad, el cual depende de la demanda bruta de calefacción (en base al confort térmico) y esta a su vez por características de los miembros del grupo familiar y la aislación térmica del hogar.

Supuestos para la estimación de requerimientos de combustible

Parámetro	Valor	Fuente
Consumo anual	18.6 m3scc/año	(EnviroModeling, 2009a)
Especie	Lenga	Principal especie consumida según todos los antecedentes
Distribución normalizada mensual		(EnviroModeling, 2009a)
Densidad promedio	617 kg/m3s	(CDT,2015c)Tabla155–Lengaconhumedadde33%
Poder Calorífico Neto (33%humedad)	11.8 MJ/kg seco	(CDT,2015c)Tabla160–Coigüe con humedad de 33%
Eficiencia Artefactos	56%	Considera la distribución de artefactos de (CREARA, 2013) y las eficiencias propuesta por (Ambiente Consultores, 2007)

Estimación del Nivel de actividad

- Para estimar el nivel de actividad del artefacto retirado y el nuevo, se asumió que el requerimiento de energía (calor) de la vivienda se mantendría constante antes y después del recambio.
- Es decir, el nuevo aparato debe proveer la misma cantidad de calor que el antiguo.

- Estimación requerimiento de calor

$$\text{Requerimiento Bruto de Calor}[J] = \frac{\text{Consumo Energético}}{\text{Eficiencia Aparato}}$$

- Estimación del consumo energético combustible

$$\text{Consumo Energético Combustible} = \text{Consumo anual} * \text{densidad} * \text{PCI}$$

- Estimación del consumo energético nuevo combustible

$$\text{Consumo Energético nuevo combustible} = \text{Eficiencia nuevo equipo} * \text{Requerimiento bruto de calor}$$

Eficiencia de aparatos

Retirados

Combustible	Equipo	Eficiencia (%)
Leña	Salamandra	50
Leña	Cocina	50
Leña	Cámara Simple	55
Leña	Cámara Doble	60
Leña	Certificada	75

Nuevos

Combustible	Equipo	Eficiencia (%)
Leña	Nordic 380	79
Parafina	FF55	92
Parafina	FF55T	92
Pellet	Flora 7	82
Parafina	FR700F	92
Pellet	Italy 6000	80
Pellet	Pretty	84
Pellet	PS-7500	86
Gas	RHFE 559FT CW	80

La eficiencia de los equipos nuevos es muy superior a la de los equipos retirados

- Fuente de artefactos antiguos: *Análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa*. Ambiente Consultores 2007
- Fuente de equipos nuevos: Ficha de calefactores ofertados para el programa de recambio de Coyhaique

Factor de Emisión Artefacto Artefactos Leña [gr/kg de leña].

Factor de emisión de MP_{10} para combustión residencial a leña

Tipo de Artefacto	Leña Seca	Leña Húmeda	Mala Operación
Cocina a leña	7.5	13.9	33.8
Combustión lenta S/T	6.2	11.8	45.8
Combustión lenta C/T	5.2	11.0	29.5
Salamandra	12.7	28.5	-
Chimenea	10.1	28.5	-
Calefactor certificado	2.5	11.0	11.0
Nueva Tecnología	2.1	5.5	8.9
Calefactor a pellet	1.9	-	-

Fuente: (SICAM, 2015c)

- ❑ Salamandra y Chimenea tienen los mayores factores de emisión
- ❑ Las emisiones para leña húmeda son en promedio 2.6 veces las de leña seca
- ❑ Para las emisiones de $MP_{2.5}$ se considera el 97.2% de MP_{10} en base a Chow y Watson (1998)

Reducción Unitaria de emisiones por artefacto

Reducción según recambio de artefacto de salida y combustible de equipo de recambiado para cada artefacto recambiado [$\text{kgMP}_{2,5}/\text{año por artefacto}$]

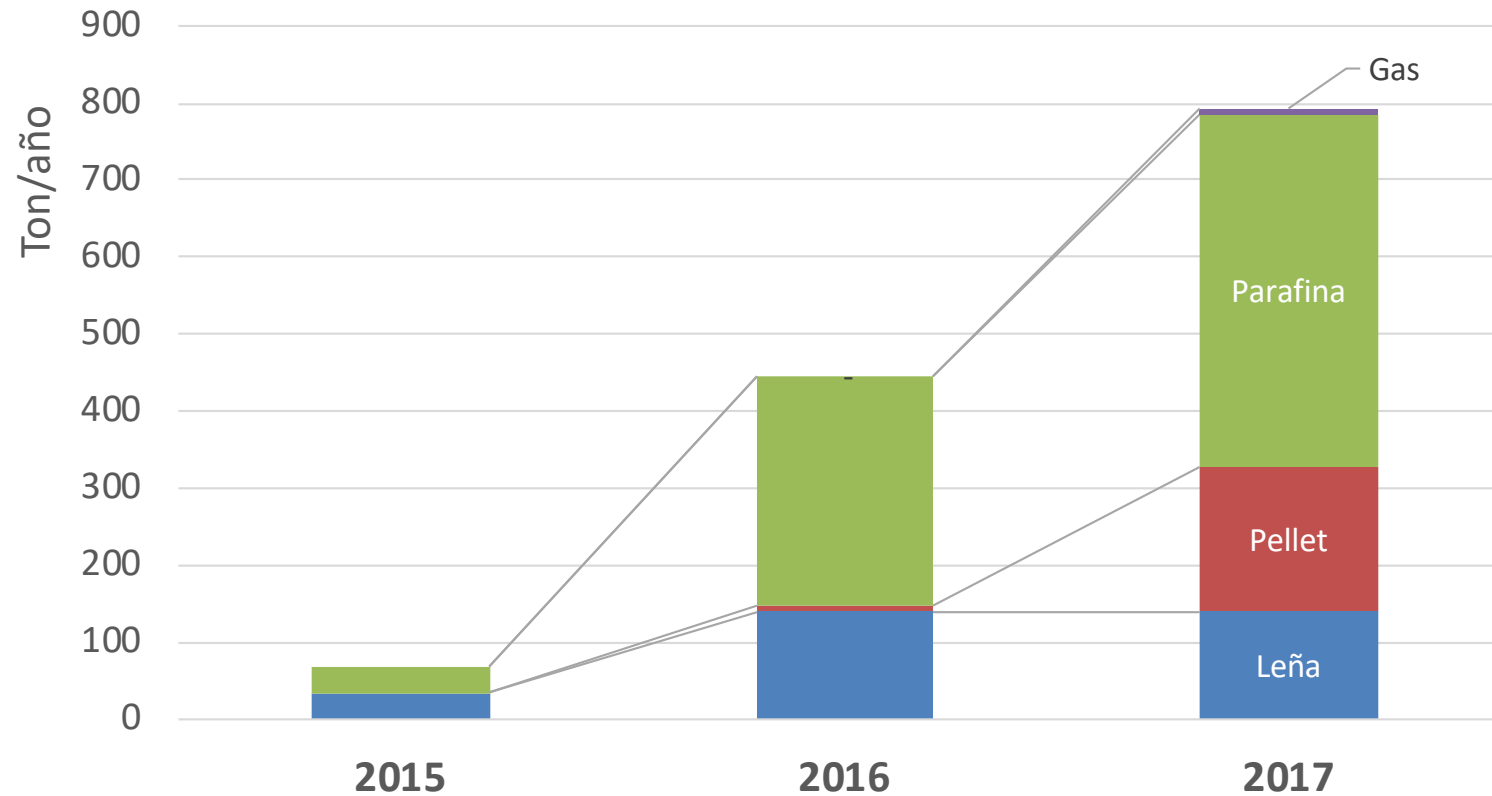
Artefacto Recambiado	Combustible			
	leña	pellet	parafina	gas
Cocina	167	233	247	-
Salamandra	246	312	327	327
Cámara Simple	200	266	280	-
Cámara Doble	-	173	187	187

- La parafina y el gas producen la mayor reducción de emisiones para todos los artefactos recambiados.
- Considera nivel de actividad promedio

Unidades recambiadas por año y combustible

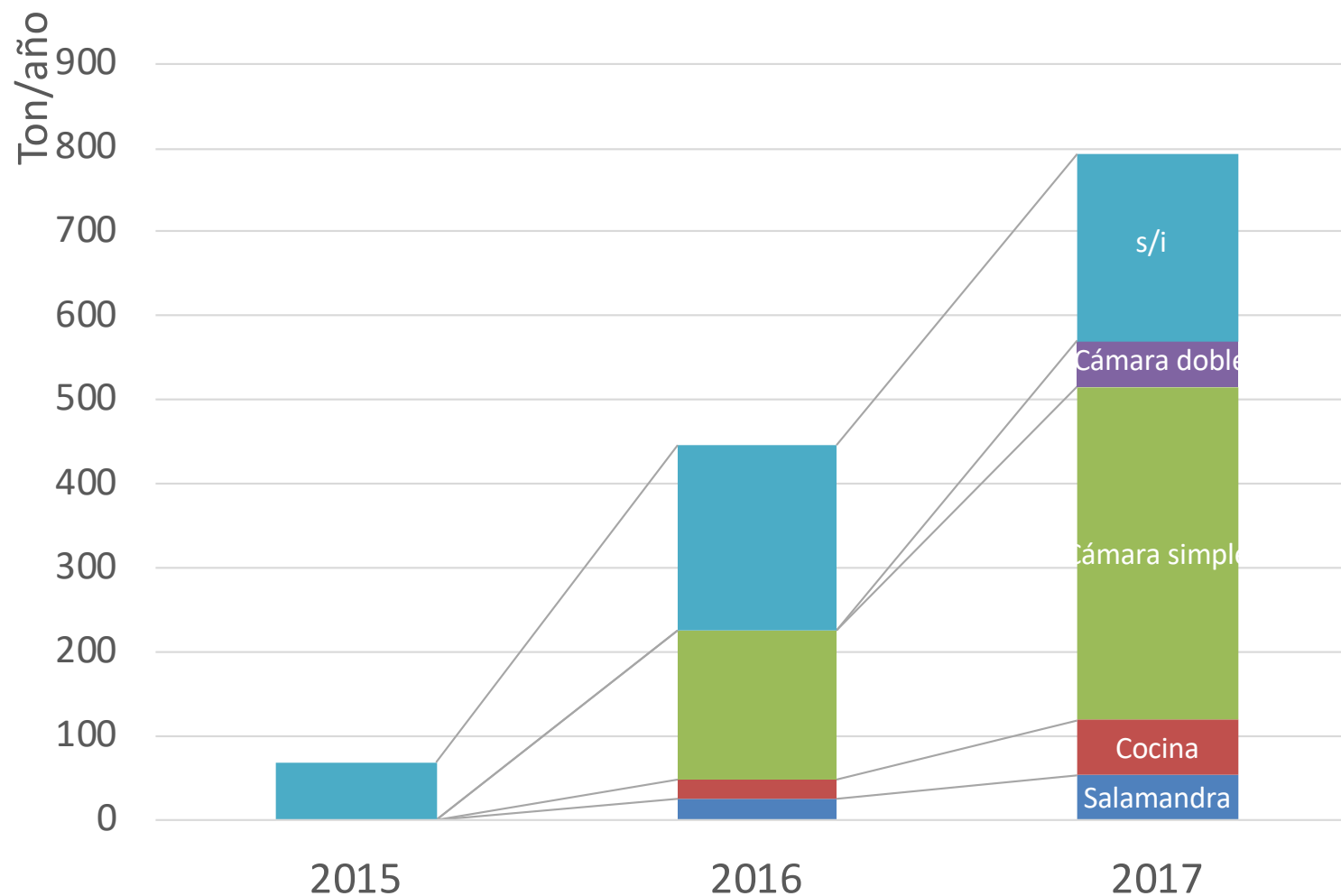
Año	Artefacto/ Combustible Equipo	leña	pellet	parafina	gas	Total
2015	s/i	182	-	122	-	304
	Total 2105	182	-	122	-	304
2016	Salamandra	70	3	19	-	92
	Cocina	63	10	34	-	107
	Cámara Simple	367	22	337	-	726
	s/i	-	60 ^a	550	-	550
	Total 2016	500	35	940	-	1,475
2017	Salamandra		39	45	1	85
	Cocina		74	101		175
	Cámara Simple		433	328	21	782
	Cámara Doble		167	126	5	298
	s/i		4	2	1	7
	Total 2017	-	717	602	28	1,347
	Total	682	752	1,664	28	3,126

Reducción acumulada de emisiones Según combustible de recambiado [tonMP_{2,5}/año]

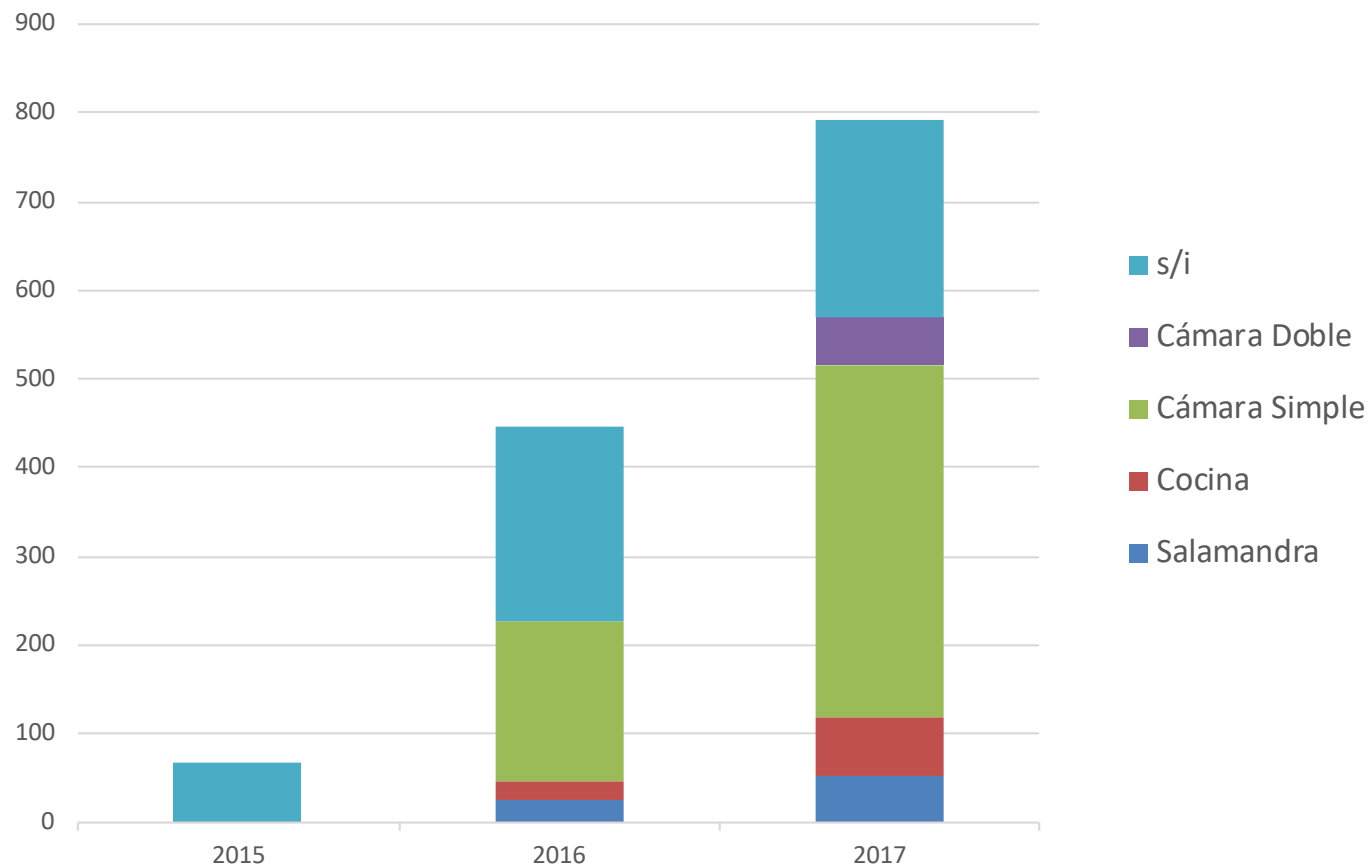


Al 2017 los recambios han reducido un total de casi 800 ton/año de emisiones

Reducción de emisiones por año [tonMP₁₀/año] por artefacto recambiado



Reducción de emisiones por año [tonMP₁₀/año] por artefacto recambiado



3. ENCUESTA A BENEFICIARIOS

La investigación al servicio de una política pública sustentable



Diseño de la encuesta

Con la finalidad de caracterizar al beneficiario del recambio, se elaboró una encuesta, que responderá a los siguientes objetivos:

- Caracterizar el grado de satisfacción con el programa de recambio de calefactores
- Entregar insumos para la estimación de la disposición de copago por el recambio de calefactores
- Entregar insumos que mejoren los supuestos de operación asociados a la cuantificación del impacto de los programas de recambio

Fase 2: Supuestos revisados según resultados de encuesta

□ Caracterización de la información que se obtuvo a partir de la encuesta aplicada

	Preguntas encuesta		Información obtenida
Antes del recambio	Combustibles utilizados para calefacción en la vivienda, adicional a la leña		Fuentes de calefacción de la vivienda
	Leña (aparato antiguo)	Tipo de leña comprada	Características de humedad de la leña
		Frecuencia de compra de leña	Comportamiento de uso del calefactor a leña (cruce de información, validación de supuestos, etc.)
		Cantidad de leña consumida el año antes del recambio	
		Costo de la leña consumida el año antes del recambio	
Después del recambio	Para cada combustible declarado	Horas de uso del aparato antiguo a leña, en el mes más frío del año y en un mes promedio	Comportamiento de uso de otros calefactores (cruce de información, validación de supuestos, etc.)
		Dinero gastado en combustible en el mes más frío del año y en un mes promedio	
		Combustible consumido en el mes más frío del año y en un mes promedio	
Después del recambio	Combustibles utilizados para calefacción en la vivienda		Fuentes de calefacción de la vivienda
	Leña (aparato nuevo y otros que pueda tener)	Frecuencia de compra de leña (si es que tiene aparato a leña)	Detección de cambios en el comportamiento de uso de calefactores a leña
		Tipo de leña comprada (si es que tiene aparato a leña)	
	Para cada combustible declarado	Dinero gastado en combustible en el mes más frío del año y en un mes promedio	Detección de cambios en el comportamiento de uso de otros calefactores

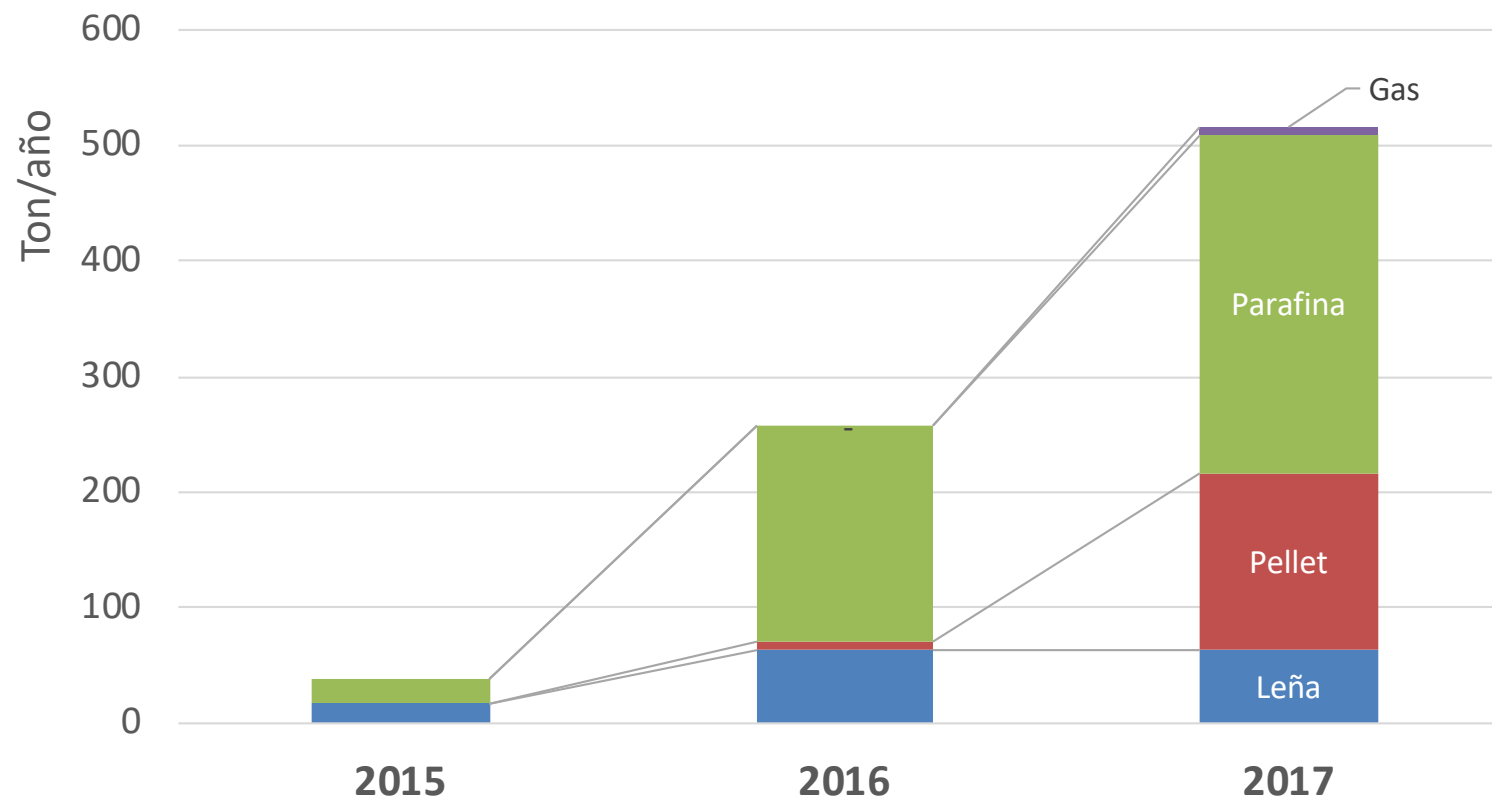
- Se destaca la importancia del uso de los resultados de la encuesta y de la consideración del comportamiento de consumo de todos los combustibles utilizados para la calefacción de la vivienda.

Fase 2: Supuestos revisados según resultados de encuesta

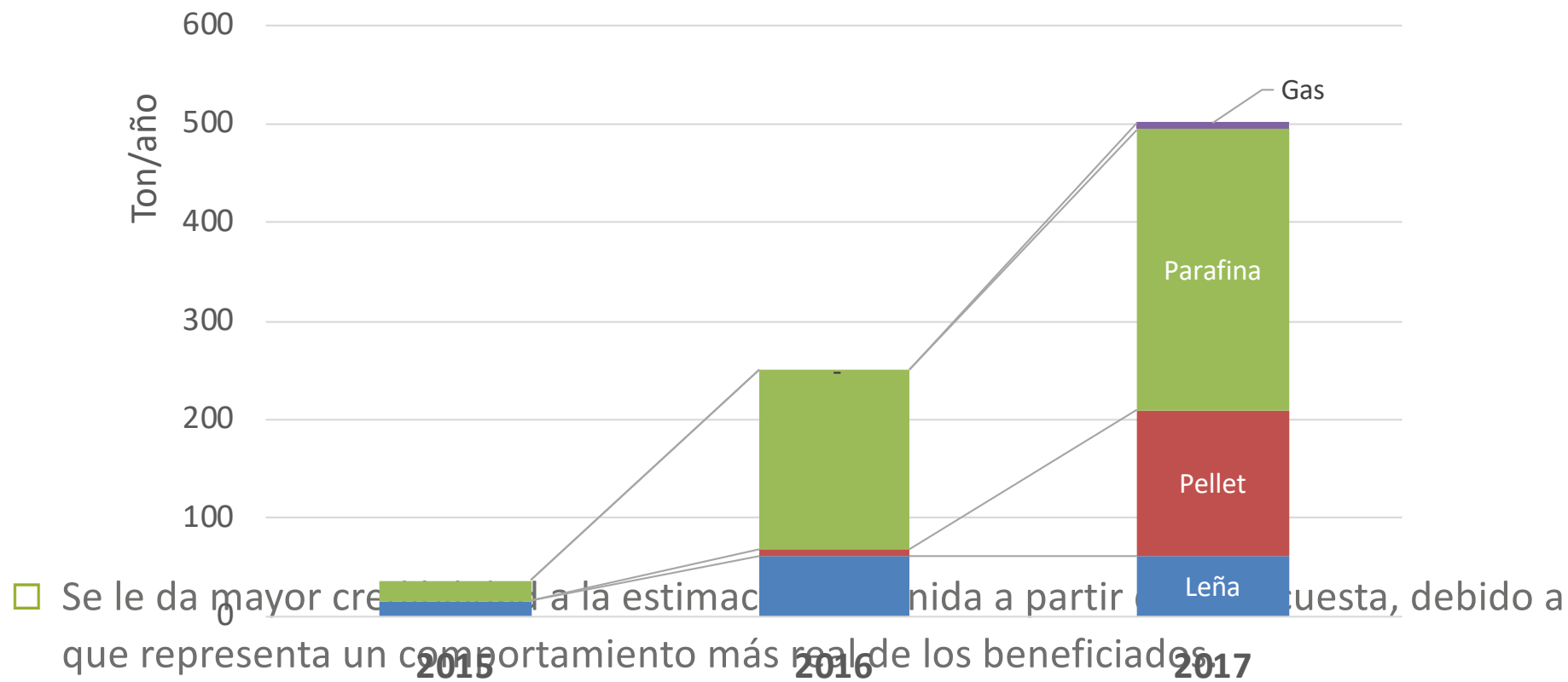
- ❑ Información relevante incorporada, a partir de los resultados de la encuesta:
 - a) Horas de uso del calefactor
 - b) Posibilidad de la presencia de múltiples calefactores en una vivienda, según combustible.
- ❑ Nuevos supuestos incorporados:

Parámetro	Valor	Fuente
Espece de leña	Lenga	Supuesto del consultor
Densidad	Húmeda	617 kg/m ³ s
	Semi-húmeda	580 kg/m ³ s (CDT, 2015a)
	Seca	548 kg/m ³ s
Distribución	Húmeda	27.31%
	Semi-húmeda	20.69% (MORI, 2015a)
	Seca	52% Resultado encuesta
Costo promedio de leña	21,835 CLP/m ³	Resultado encuesta

Reducción de emisiones de MP_{10} con supuestos revisados



Reducción de emisiones de MP2,5 con supuestos revisados



Comparación de reducción de emisiones según supuestos y con resultados de la encuesta

- Comparación de las estimaciones de reducción de emisiones por artefactos recambiados por año

Año	Reducción MP10 (kg/año)		
	Preliminar	Revisado (1)	%Δ
2015	68,650	38,345	-44%
2016	445,865	257,077	-42%
2017	792,008	515,899	-35%

^a Revisado calculado según los resultados de la encuesta y considerando todos los combustibles utilizados para calefaccionar la vivienda

- Se puede concluir que el efecto total del programa de recambio logra su principal objetivo de reducción de emisiones asociadas a la calefacción de viviendas.

FASE 3: ESTIMACIÓN AMBIENTAL DE MP2,5 DEBIDO A REDUCCION DE MISIONES

La investigación al servicio de una política pública sustentable



Fase 3: Estimación ambiental de MP2,5 debido a Δ emisiones

Se utiliza un modelo que correlaciona estadísticamente variables climáticas que tienen impacto en la concentración, con la concentración de los contaminantes de interés.

□ Datos disponibles para modelo estadístico

Estación	Datos	Fuente Datos
Coyhaique I	Velocidad viento	SINCA
	Dirección del viento	
	Temperatura Ambiente a 10 m	
	Temperatura Ambiente a 2 m	
	Concentración de MP2.5	
	Concentración de MP10	
Coyhaique II	Velocidad viento	SINCA
	Dirección del viento	
	Temperatura Ambiente a 10 m	
	Concentración de MP2.5	
Coyhaique (Escuela Agrícola)	Concentración de MP10	DGA
	Precipitaciones	

Modelos estadísticos

- ❑ A partir de los datos se realizaron modelos estadísticos que explican las concentraciones de contaminantes en función de las condiciones climáticas.
- ❑ Se explora la generación de otros parametros que podrían funcionar como variables explicativas; como por ejemplo las horas de temperatura menor a un cierto limite
 - ❑ “T15”, el cual se obtiene de la siguiente forma:
 1. De forma horaria, para aquellos valores de temperatura mayores o iguales a 15° C se asigna el valor 0.
 2. De forma horaria, para aquellos valores de temperatura menores 15° C se asigna el valor resultante de la función (15° C- Temperatura).
 3. Para agrupar los datos de forma horaria a forma diaria, se estima el promedio de los valores.

Modelos con mejor ajuste

- ❑ Se encontraron tres modelos estadísticos lineales con un nivel de ajuste razonable, y con variables con un nivel de significancia alto.
- ❑ Los tres modelos utilizan como variable dependiente la concentración de MP_{10} , lo cual se explica porque la mayor cantidad de información, antes del 2015, es de ese contaminante.

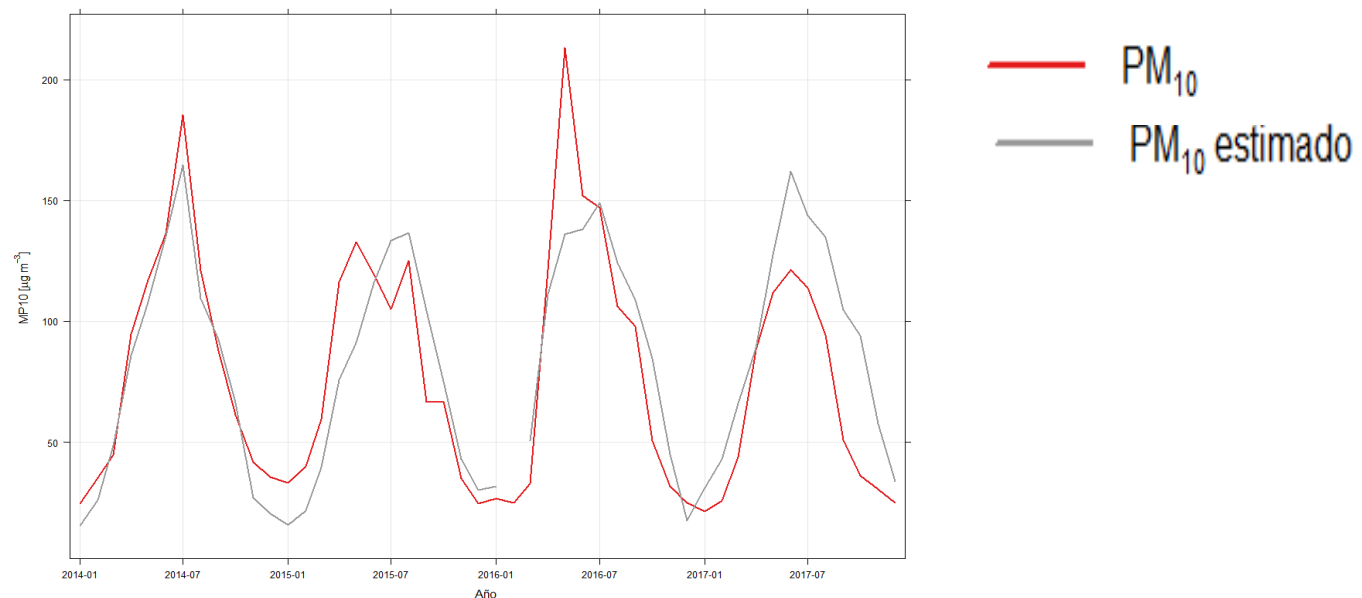
Modelos con mejor ajuste: Modelo 1

- Modelo con mejor ajuste, explicaría el 51% de la varianza observada a partir de tres variables mostradas a continuación:

Parámetro	Estimador	Error estándar	Valor t	Pr (> t)	R ² ajustado
Intercepto	59.85	5.46	10.95	<2e-16	0.51
T15	10.64	0.44	24.43	<2e-16	
Velocidad viento	-20.27	1.49	13.59	<2e-16	
Precipitación	-0.76	0.21	3.68	2.45E-04	

Nota: Todos las variables tienen un nivel de significancia sobre 99%

- Comparación entre datos de concentración mensuales reales v estimados por el modelo 1



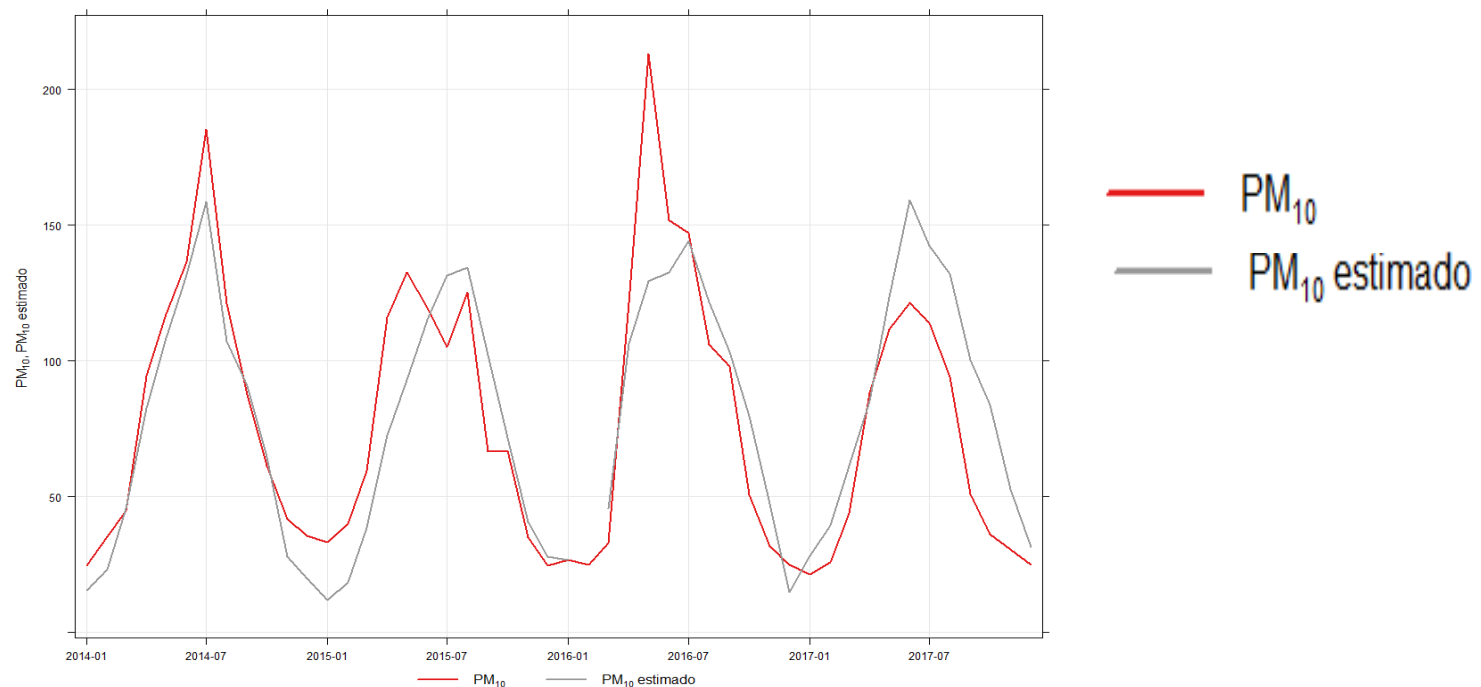
Modelos con mejor ajuste: Modelo 2

□ Modelo 2: Concentración MP_{10} Coyhaique I

Parámetro	Estimado	Error estándar	Valor t	Pr (> t)	R ² ajustado
Intercepto	49.14	4.76	10.32	<2E-16	0.48
T15	10.81	0.39	27.90	<2E-16	
Velocidad viento	-17.90	1.39	-12.85	<2E-16	

Nota: Todos las variables tienen un nivel de significancia sobre 99%

□ Comparación entre datos de concentración mensuales reales y estimados por el modelo 2



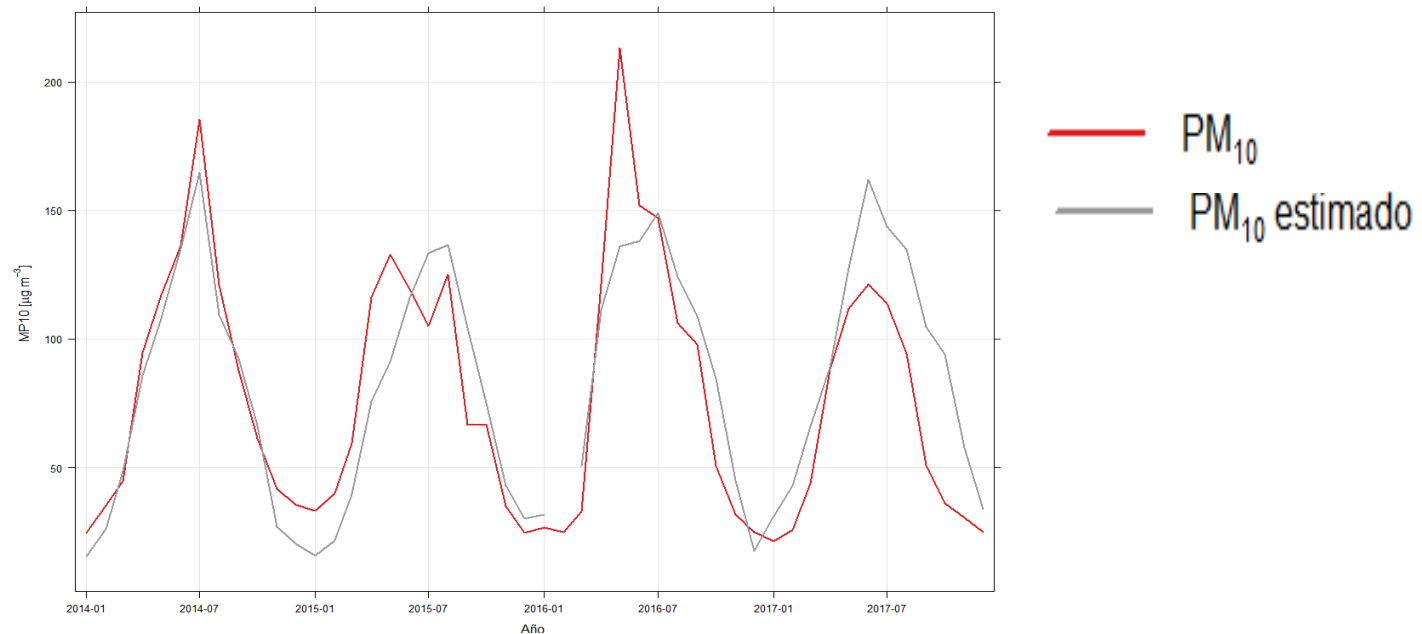
Modelos con mejor ajuste: Modelo 3

□ Modelo 3: Concentración MP_{10} Coyhaique I

Parámetro	Estimado	Error estándar	Valor t	Pr (> t)	R ² ajustado
Intercepto	105.84	13.51	7.83	7.63E-14	0.31
T15	5.35	1.09	4.93	1.35E-06	
Velocidad viento	-19.74	2.67	-7.38	1.45E-12	

Nota: Todos las variables tienen un nivel de significancia sobre 99%

□ Comparación entre datos de concentración mensuales reales y estimados por el modelo 3



Resultados del modelo de impacto

- La comparación entre la estimación a partir de los modelos estadísticos y los datos observados apuntan a que efectivamente habría un impacto positivo en la reducción de la concentración de MP10, a partir del año 2015.
- La variación entre la simulación y los datos observados tiende a crecer con el tiempo, coincidiendo con el aumento de la reducción de emisiones estimadas anteriormente.
- Los presentes resultados son sólo una estimación estadística simplificada, que no considera múltiples otros factores que pueden tener influencia, sin embargo, los resultados apuntan a que el recambio tendría un impacto en la concentración atmosférica.

ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

La investigación al servicio de una política pública sustentable



CONTENIDOS

- Comparación con experiencias en otras regiones
- Recomendaciones
- Análisis con respecto a otras medidas del PDA de Coyhaique

Comparación con experiencias en otras regiones

Se realizaron entrevistas con los responsables de cada uno de los programas de recambio de las siguientes regiones:

- Araucanía (Temuco y Padre Las Casas)
 - Maule (Valle Central de Curicó, Talca y Maule)
 - O'Higgins (Valle Central de la Sexta Región)
 - Aysén (Coyhaique)
-
- Las entrevistas se basan en los siguientes puntos a discutir; características generales del programa, diseño del programa, oferentes de equipos para el recambio, beneficiarios del recambio y evaluación del programa.

Recomendaciones para el programa

En base a los resultados del análisis comparativo de los programas de recambio de diferentes regiones se generan las siguientes recomendaciones:

- Externalización de responsabilidades a la consultoría de apoyo
 - Delegar tareas tales como; como el proceso de postulación, la verificación de la información de postulación y el posterior seguimiento y la evaluación del programa completo.
- Evaluación de los tiempos de postulación
 - Buscar un período que logre alcanzar la mayor cantidad de beneficiarios
- Establecer requisitos de número de recambios, postulaciones y postulaciones validadas para determinar la necesidad de un segundo período de postulación.
- Generación de una guía para la correcta identificación de los tipos de artefactos a leña que serán recambiados.
- Analizar la necesidad de una evaluación de pre factibilidad de instalaciones de los equipos de calefacción.
 - Realizar una evaluación de factibilidad e incluso recomendar una ubicación para la instalación (desde un punto de vista técnico).
- Aumentar el monto de copago, Con el fin de aumentar la valoración por el beneficio y evitar la reventa del equipo
- Diferenciar el copago por línea de combustible de calefactores: Combustible con menores emisiones (parafina y gas) deben tener copagos menores
- Introducción de calefactores eléctricos.

Inconsistencia con otras medidas

- EL PDA de Coyhaique cuenta con 10 medidas para la disminución de la contaminación (MMA, 2016b).
- Existe una incongruencia entre ellas:
 - El programa de recambio busca desincentivar el uso de leña como combustible mientras que los subsidios de entrega de leña son un incentivo para la mantención de dicho combustible.
 - Una persona que recibe subsidio de leña, debe enfrentarse no solo a la decisión de dejar su calefactor conocido y funcional, sino que también debe renunciar al subsidio parcial de combustible.
 - Se propone la revisión de los incentivos, para alinearlos hacia el mismo objetivo. Se debe analizar la opción de generar una transición del incentivo de leña a otro combustible.

ENCUESTA A BENEFICIARIOS

La investigación al servicio de una política pública sustentable



CONTENIDOS

- Protocolo selección de muestra
- Principales resultados de la encuesta

Protocolo de selección de muestra

- La encuesta de beneficiarios se realizó a lo largo del mes de julio del 2018. Del total de 350 encuestas se dividen entre cada combustible de manera que tal que abarquen un porcentaje igual sobre cada uno.

	Gas	Leña	Parafina	Pellet	TOTAL
Encuestas a realizar	10	75	185	80	350
	36%	11%	11%	11%	11%
Universo	28	682	1664	752	3126
Error Muestral	2.53%*	10.69%	6.80%	10.37%	4.94%

* La encuesta a realizar para los calefactores a gas no es representativa ya que el universo es muy pequeño, no se logra representatividad estadística

- Al momento de realizar la encuesta, se realizaron 187 y 79 encuestas de parafina y pellets respectivamente, generando un total de 351 encuestados.

Vivendas con más de un calefactor por GSE

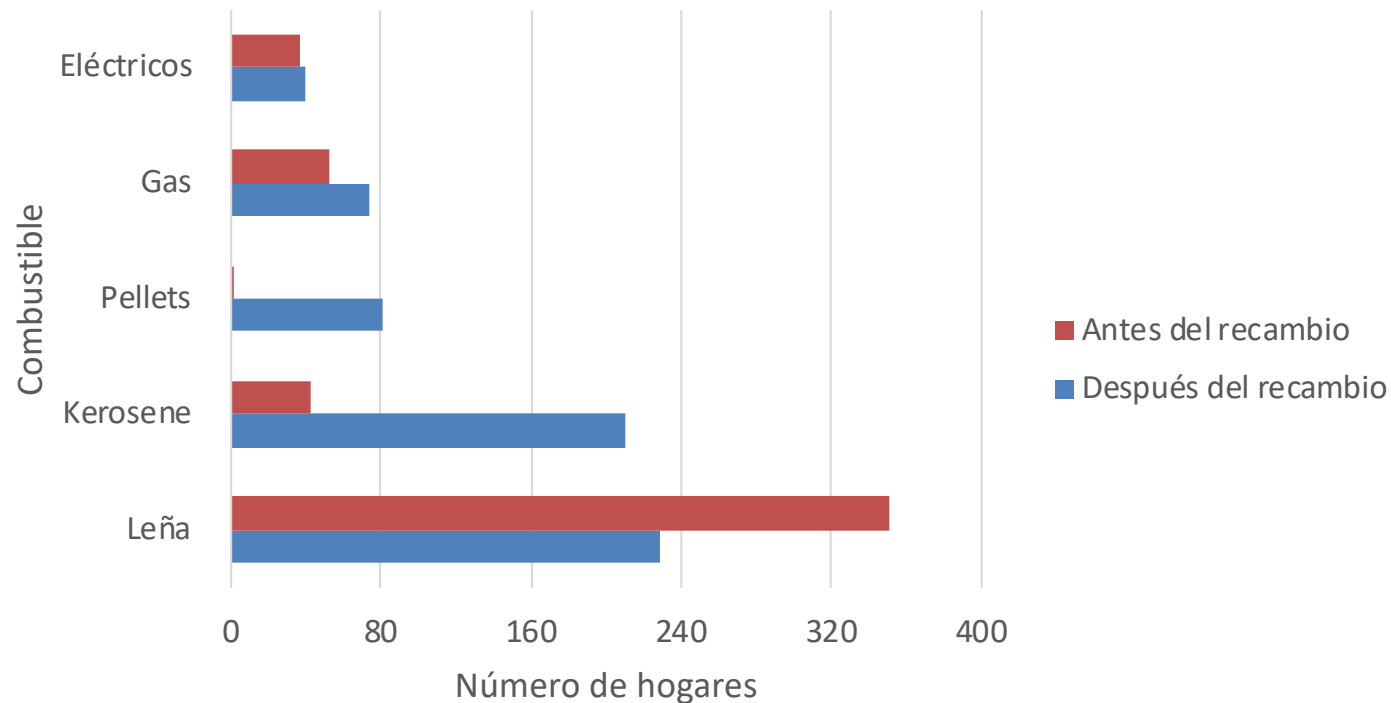
□ HACER ESTA TABLA

nuevocombustible	(All)							
Count of ID	Label							
Row Labels	ABC1	C2	C3	D	E	GSE no calculable	Grand Total	
0	3	37	50	92	49	6	237	
1	4	28	22	30	10	3	97	
2		14					14	
3	1	1		1			3	
Grand Total	8	80	72	123	59	9	351	

Uso de leña antes y después del recambio

Total por hogar

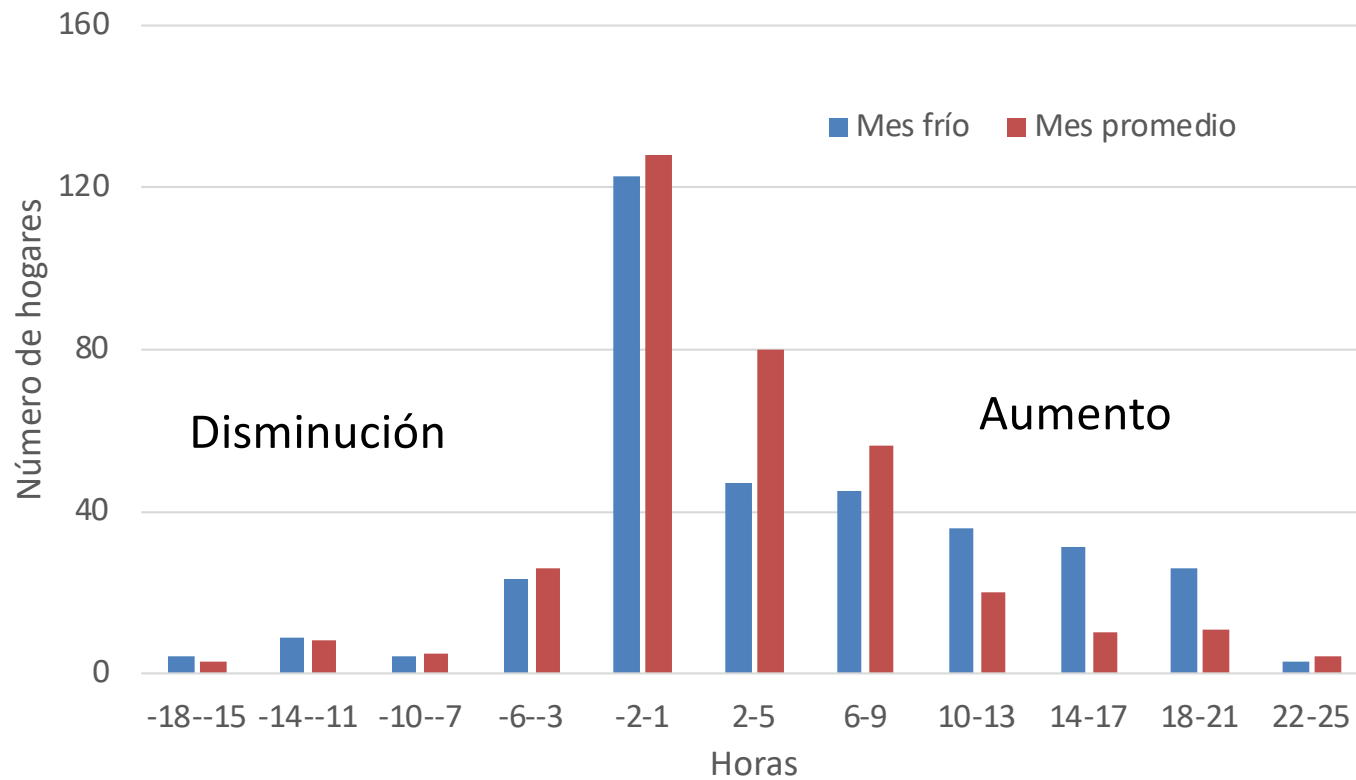
- Caracterización por combustible de los calefactores antes y después del recambio.



- Se observa una disminución del 34.8% de viviendas que usan leña.
- Por otro lado, el kerosene, fue el combustible más usado luego del recambio, con un aumento del 47.6% de presencia en las viviendas encuestadas.

Histograma de las horas de uso

□ Cambio horas de uso para el mes más frío y mes promedio



□ Después del recambio, el 16.2% y el 21.1% utiliza más el calefactor para el mes frío y promedio respectivamente.

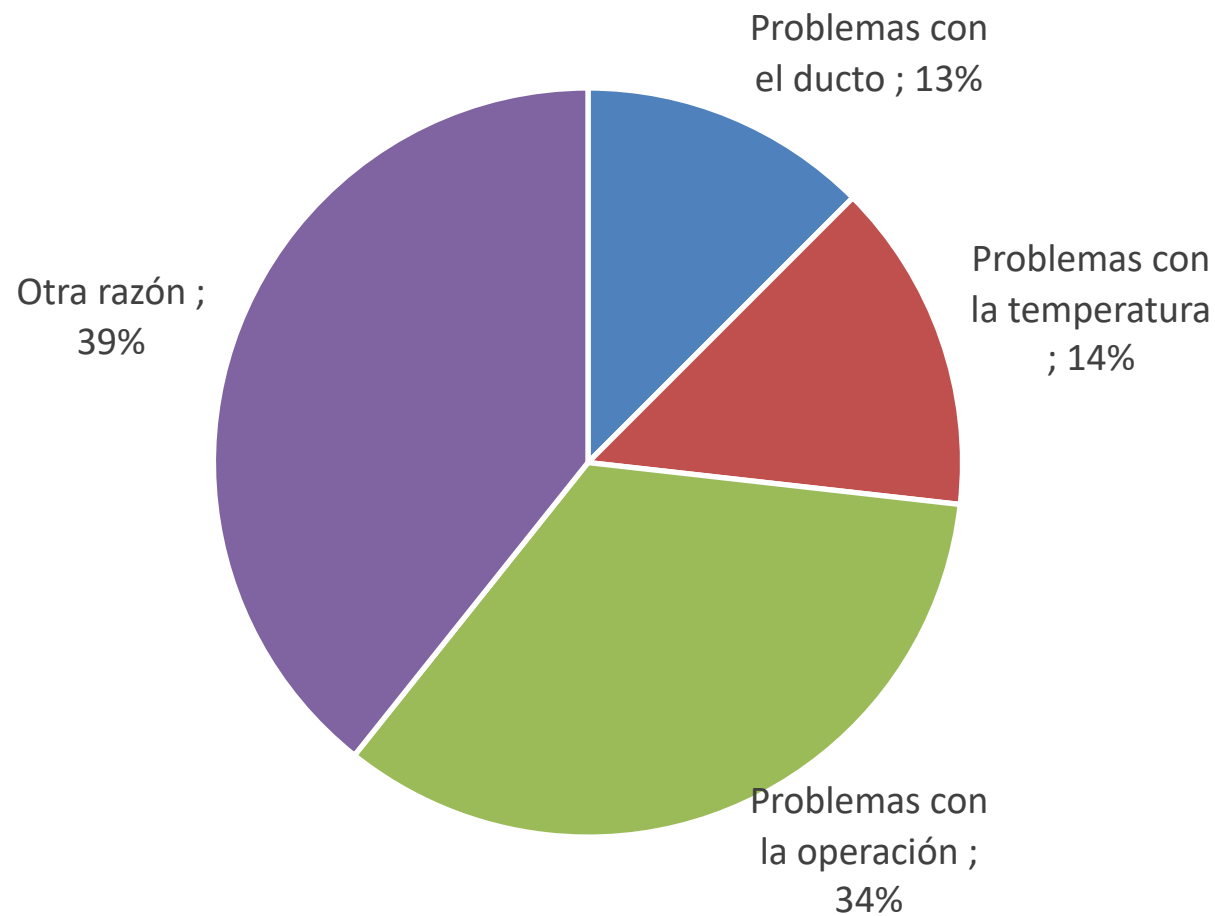
Razones para escoger el nuevo calefactor

Razón para escoger nuevo calefactor	Gas	Leña	Kerosene	Pellets
Amigable con el medio ambiente	2	19	70	35
Confort térmico (calienta más)	0	21	9	7
Economía en la operación	2	13	23	6
Facilidad de uso	4	4	50	17
Era el único que quedaba disponible	1	3	12	2
Otro	1	15	23	12
Total	10	75	187	79

- El kerosene es más valorado por su impacto en el medio ambiente y la facilidad de uso. La leña sigue siendo más valorada por su confort térmico.

Problemas con el nuevo calefactor

- Un 15.1% de las viviendas presentó algún problema con el nuevo calefactor, las razones se muestran a continuación:



Facilidad de uso del nuevo calefactor

- “Con respecto al antiguo, este calefactor es más fácil de usar”...

Combustible	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	NS-NR
Gas	70%	20%	0%	0%	10%	0%
Leña	23%	36%	29%	7%	5%	0%
Kerosene	60%	32%	4%	2%	1%	1%
Pellets	65%	29%	1%	1%	4%	0%

- Hubo cerca de un 90% de los encuestados que estuvieron de acuerdo con la facilidad de uso del nuevo calefactor, excepto para el calefactor a leña, con un 59% de acuerdo.

Facilidad de conseguir combustible

- “Ahora es más fácil que antes conseguir combustible”...

Combustible	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	NS-NR
Gas	50%	30%	10%	0%	10%	0%
Leña	17%	12%	43%	20%	7%	1%
Kerosene	44%	27%	12%	9%	7%	1%
Pellets	57%	25%	9%	9%	0%	0%

- Para gas, kerosene sobre un 70% estuvo de acuerdo
- Sorprende la facilidad para el pellet

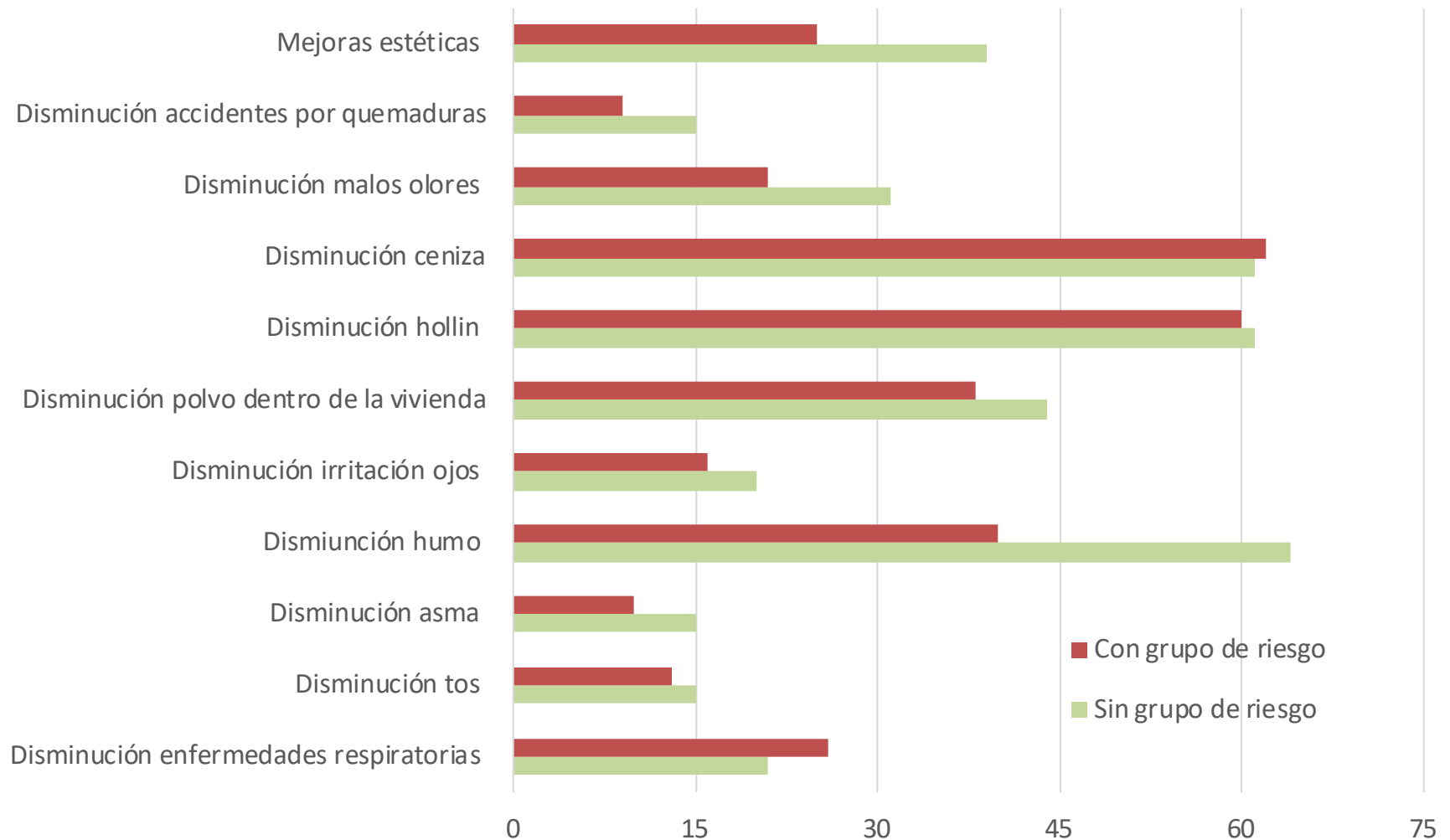
Mantenimiento de la temperatura de la casa

- “Comparado con el antiguo aparato, este calefactor mantiene mejor la temperatura en toda la casa”...

Combustible	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	NS-NR
Gas	30%	10%	10%	30%	20%	0%
Leña	32%	28%	17%	12%	9%	1%
Kerosene	29%	15%	14%	24%	18%	0%
Pellets	47%	16%	11%	18%	8%	0%

- Pellet y leña cuentan con un 60% de aprobación, mientras que el gas y kerosene rondan en el 40%.

Beneficios percibidos para viviendas con y sin grupo de riesgo



□ No se puede asegurar que hay una mayor percepción de beneficios en hogares con grupo de riesgo.

Evaluación general del proceso completo del programa de recambio

□ Respuestas de evaluación diferentes aspectos

Aspecto	Leña	Kerosene	Pellets	Gas
El proceso de postulación	6.2	6.3	6.4	6.3
Verificación en terreno	6.2	6.1	6.3	6.3
La instalación del nuevo calefactor	6.4	6.2	6.1	6.0
El programa de recambio en general	6.3	6.3	6.2	6.1
El nuevo calefactor	6.1	6.2	6.4	6.2

□ La valoración del programa es muy buena, con un promedio general de 6,2 (en una escala del 1 al 7).

Motivos para calificación alta

- Principal motivo para calificación alta (6 a 7) por combustible

Motivo	Leña	Kerosene	Pellets	Gas	Total
Calor entregado	21	13	9		43
Comodidad	7	59	27	6	99
Costo	7	16	3		26
Contamina menos	10	28	19	1	58
Salud	3	11			14
Otro	9	15	6		30
Total	57	142	64	7	270

- El motivo más destacado para una calificación alta es la comodidad (37%), mientras que en segundo lugar destaca la menor contaminación (21%).

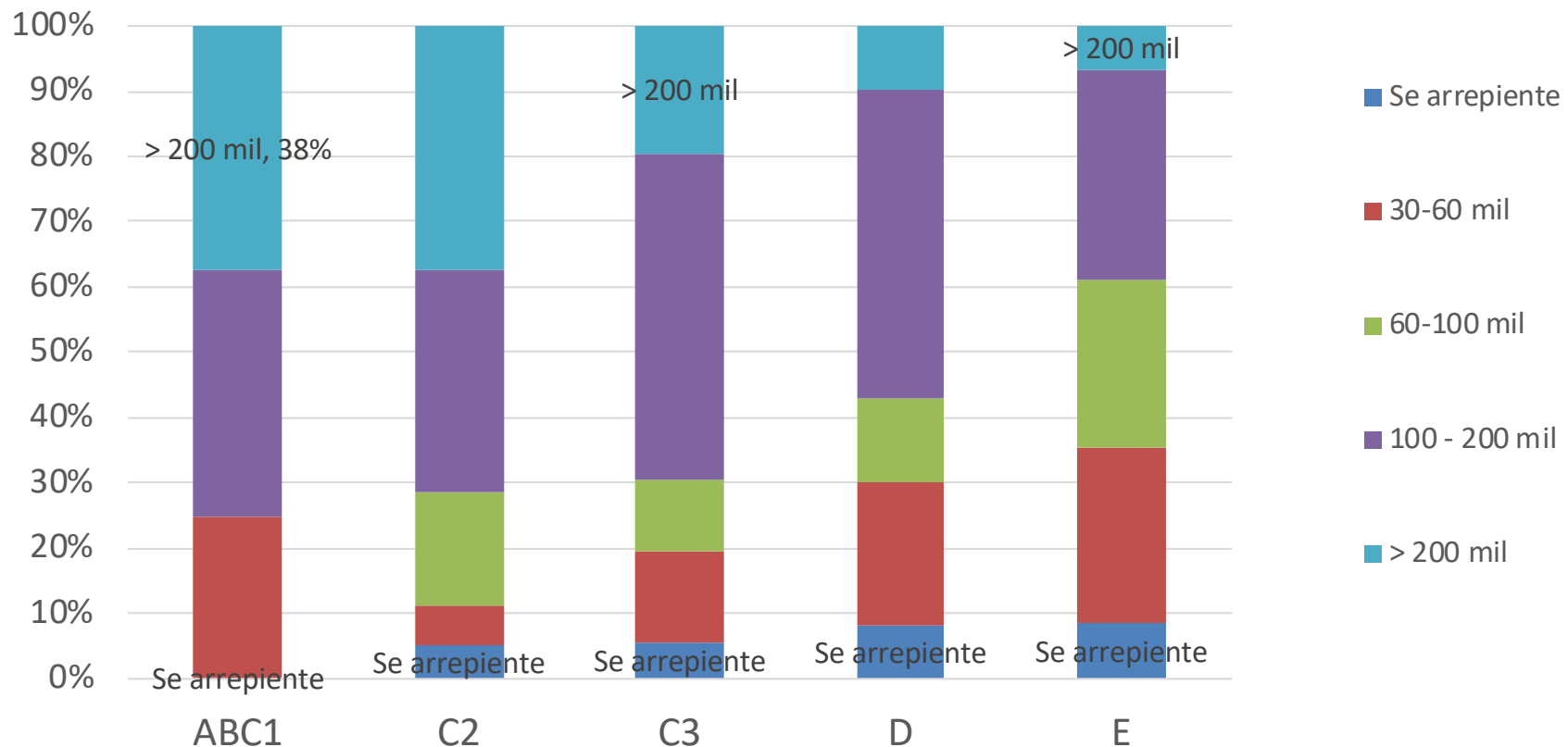
Motivos para calificación baja

- Principal motivo para calificación baja (1 a 3) por combustible
- (Número de encuestados)

Motivo	Leña	Kerosene	Pellets	Total
Calienta menos	4	3	a	7
Comodidad			1	1
Costo	1	3	1	5
Otro, ¿Cuál?		2		2
Total	5	8	2	15

- La principal razón es la percepción de que entrega menos calor que el artefacto antiguo, seguido por el alto costo del combustible.

Disposición a copago según GSI



- Los GSE más altos (ABC1 + C2) son los que están más dispuestos a un copago mayor.
- Los GSE menores son los que declaran un mayor grado de arrepentimiento de participar en el programa.

Razones de arrepentimiento

Motivo de arrepentimiento	Leña	Kerosene	Pellet	Gas	Total
Nueva opción es muy cara	-	8	1	1	10
El equipo no calienta mucho	4	11	1	1	17
El tipo de calor que produce no me gusta	3	6	2	1	12
Es complicado conseguir el combustible	2	3	-	-	5
No recibió información adecuada	2	4	3	-	9
Otro	-	2	-	-	2
Total (1)	4	15	3	1	23

El 8% de quienes tuvieron un recambio por equipos a kerosene se declara arrepentido, principalmente por complicaciones respecto al calor entregado.

CONCLUSIONES

La investigación al servicio de una política pública sustentable



Conclusiones

- Según el PDA, las emisiones estimadas para 2009 son de **7.600** ton/año, provenientes de 23.000 aparatos de combustión de leña, lo que resulta en **330** kg/aparato/año.
- La reducción de emisiones estimada es de 515 ton/año, provenientes de un total de 3126 recambios, lo que resulta en **164** kg/aparato/año.
(la reducción estimada originalmente era de **253** kg/aparato/año)
- Esto resulta en un **7%** (10%) de reducción de emisiones
- A este ritmo, el programa de recambio demorará muchos ... muchos años en lograr la meta del PDA.