



Ministerio del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

# Proyecto Definitivo

## PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MP2,5

PARA EL VALLE CENTRAL DE LA PROVINCIA DE CURICÓ

(COMUNAS DE CURICÓ, MOLINA, RAUCO, ROMERAL, SAGRADA FAMILIA Y TENO)



MMA



Ministerio del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

# El Problema de la Contaminación Atmosférica

**THE INVISIBLE KILLER**  
Air pollution may not always be visible, but it can be deadly.

**LET'S CUT 7 MILLION DEATHS ANNUALLY IN HALF**

**BREATHE LIFE.**  
Clean Air. Healthy Future.

World Health Organization

UN ENVIRONMENT

**36%**  
OF DEATHS FROM **LUNG CANCER**

**34%**  
OF DEATHS FROM **STROKE**

**27%**  
OF DEATHS FROM **HEART DISEASE**

## Principal problema ambiental

- Según su percepción y en una sola frase, ¿Cuál es el principal problema ambiental que lo afecta a usted? Respuesta espontánea y múltiple
- Resultados expresados en %

Problema ambiental	Porcentaje (%)
Contaminación del aire	33
Basura y suciedad en las calles	21
Ruido	11
Contaminación en general	9
Automóviles que generan ruido, contaminación o atochamiento	7
Chimeneas, leña y estufas a leña	4
Contaminación o escasez de agua	3
Polen de los árboles que causan alergia	3
Falta de árboles y de áreas verdes	2
Perros vagos y sus excrementos	1
Malos olores	1
Problemas climáticos	1
Ninguno	7
Otro	6
No sabe, no responde	1

37% de las menciones hacen referencia a que el principal problema es la contaminación del aire o el uso de chimeneas, leña y estufas a leña.

Casos: 5.057. Se grafican menciones mayores a 1%  
Al ser múltiple la respuesta, el porcentaje total puede superar el 100%. En la mención otros se incorporaron todas las menciones inferiores a 1%.



## Medida Presidencial 31 de los 100 días



Anuncio 21 Mayo 2014, 14 planes de  
descontaminación para 77 comunas



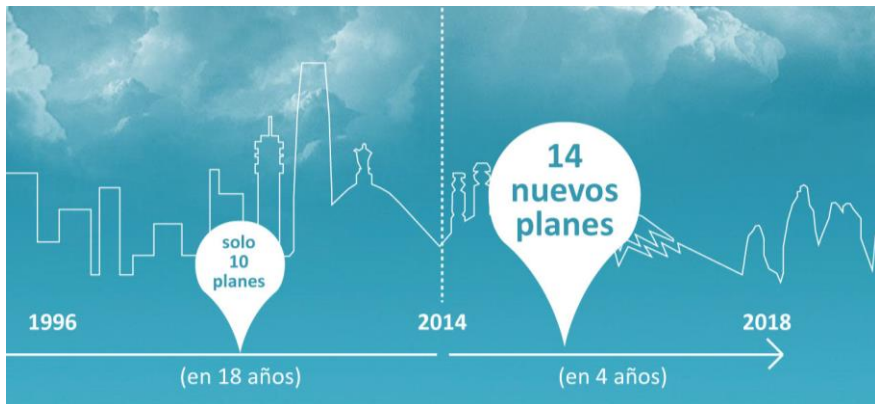
Visita de Presidenta Bachelet a  
Ministerio Medio Ambiente, Red de  
Monitoreo Calidad de Aire.

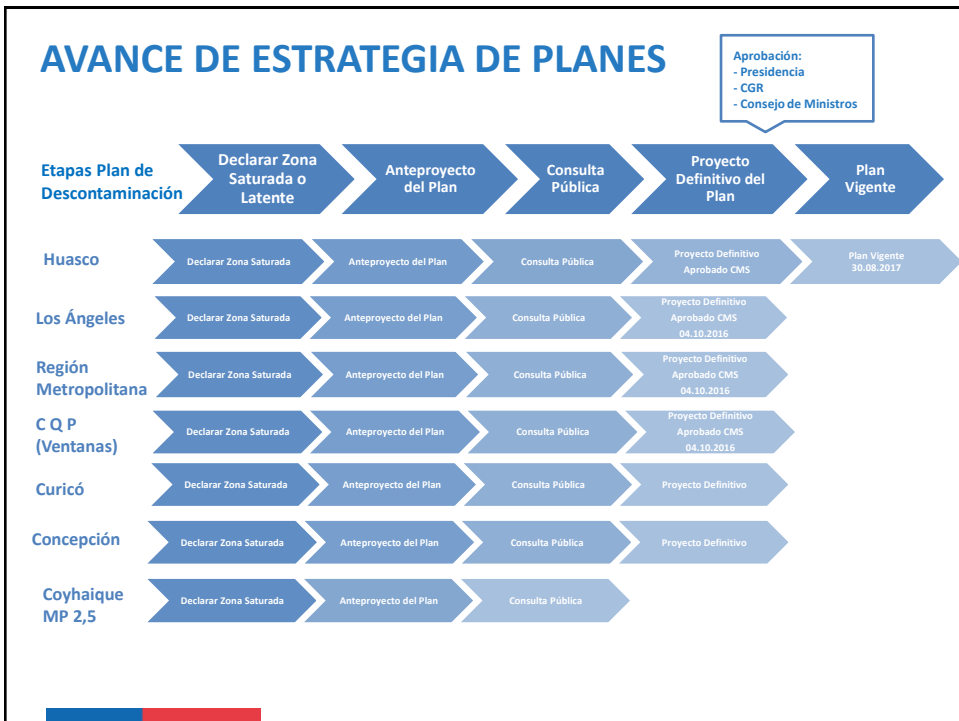
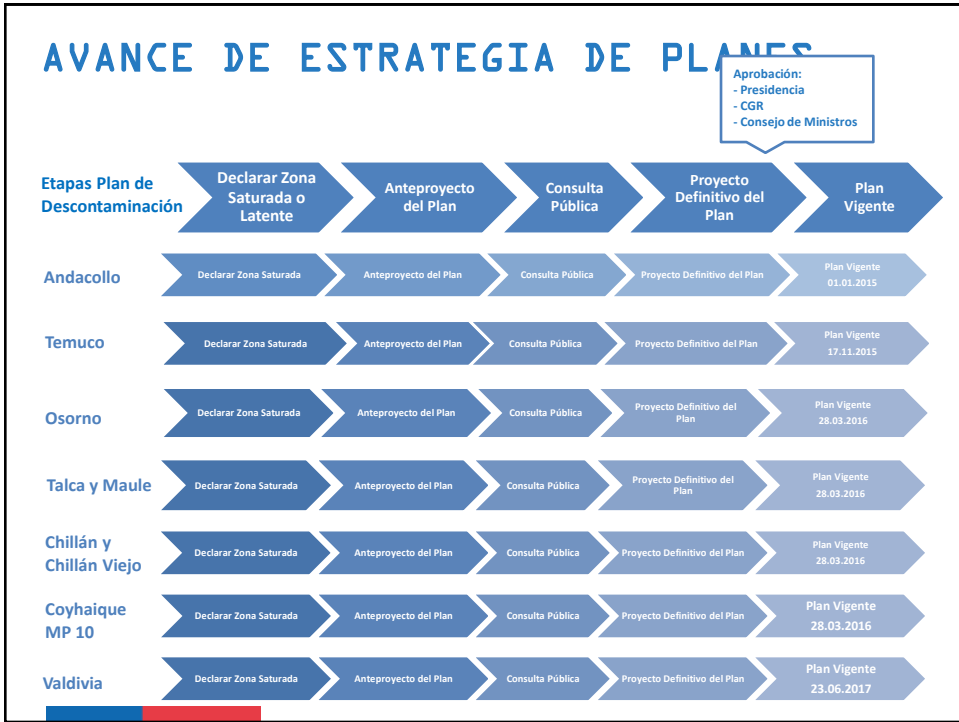


## Etapas generales de la elaboración de un Plan de Descontaminación



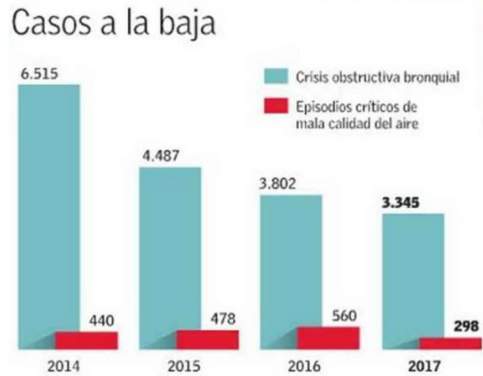
## 7 VECES MÁS PLANES POR AÑO





## Resultados a la fecha

- En las zonas con PDAs, caída desde 6.515 a 3.345, es decir un 49% menos el 2017 que en el 2014.



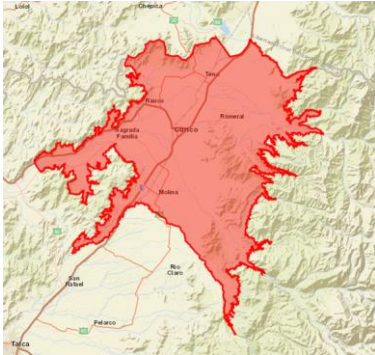
Fuente: Elaboración propia con datos Minsal y Medio Ambiente.

EL MERCURIO


 Ministerio del Medio Ambiente  
 Gobierno de Chile

+ + + +  
 + + + +  
 + + + +  
 + + **PDA Valle Central Provincia de Curicó** + +  
 + + + +

## Antecedentes



Fuente: elaboración propia en base a cartografía IGM 1:50.000

PROYECTO DE PLAN DE  
DESCONTAMINACIÓN  
ATMOSFÉRICA POR MP2,5.

PARA EL VALLE CENTRAL DE  
LA PROVINCIA DE CURICÓ.

(COMUNAS DE CURICÓ,  
MOLINA, RAUCO, ROMERAL,  
SAGRADA FAMILIA Y TENO)

Nº de Habitantes	222.494
% población urbana y rural	66% urbana - 34% rural
Superficie total	2.117 km <sup>2</sup>
Nº de viviendas	71.084

Ministerio del Medio Ambiente

## Antecedentes



<b>Declaración Zona Saturada</b>	D.S. N°53 / 10-11-2015 (MMA) que declara Zona Saturada por material particulado respirable fino MP2.5 al Valle Central de la Provincia de Curicó
<b>Resolución de inicio del Plan</b>	Res. Exenta N° 168 / 08-03-2016 (MMA), publicada en el diario oficial el 16-03-2016
<b>Resolución de Anteproyecto</b>	Res. Exenta N°19 / 12-01-2017 (MMA), que aprueba anteproyecto de plan de descontaminación atmosférica para el valle central de la provincia de Curicó, (D.O. 23-01-2017)
<b>Periodo de consulta pública</b>	23-01-2017 a 18-04-2017
<b>Estado actual</b>	Proyecto Definitivo

Ministerio del Medio Ambiente



## Antecedentes

Calidad del Aire

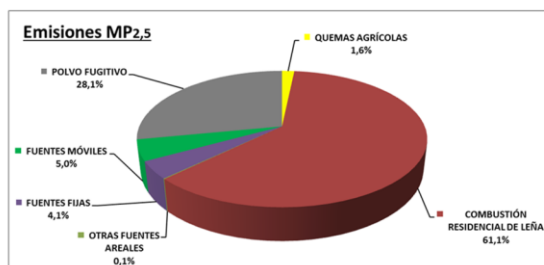
Evaluación de Norma MP2,5	
Estación Curicó	Año 2016
Total días sobre valor Norma ( $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	64
Percentil 98 de datos promedio 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	99

Ministerio del Medio Ambiente

## Antecedentes

Inventario de Emisiones

Figura 6: Aporte porcentual de MP2,5 por grupo de fuentes, Año 2014



Fuente: Elaboración propia en base a "Inventario de Emisiones Atmosféricas y Modelación de Contaminantes de las Comunas de Curicó, Teno, Romeral, Rauco, Sagrada Familia y Molina, Año Base 2014" (SISTAM Ingeniería, 2015).

Tabla 2: Emisiones MP2,5 por categoría de fuentes año base 2014

TIPO FUENTES	MP <sub>2,5</sub> en ton/año.	%
QUEMADAS AGRÍCOLAS	22,35	1,63
COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA	843,54	61,10
OTRAS FUENTES AREALES	1,73	0,13
FUENTES FIJAS	56,51	4,12
FUENTES MÓVILES	69,52	4,96
POLVO FUGITIVO	367,51	26,06
<b>TOTAL</b>	<b>1.380,53</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia en base al "Inventario de Emisiones Atmosféricas y Modelación de Contaminantes de las Comunas de Curicó, Teno, Romeral, Rauco, Sagrada Familia y Molina, Año Base 2014" (SISTAM Ingeniería, 2015).

Ministerio del Medio Ambiente

## Antecedentes

### Utilización de leña

Tabla 3: Total de emisiones por uso de leña (ton/año)

COMUNA	MP2,5	%
Curicó	411,46	48,78
Molina	139,60	16,55
Rauco	32,58	3,86
Romerol	47,69	5,65
Sagrada Familia	68,40	8,11
Teno	143,80	17,05
<b>Total</b>	<b>843,54</b>	<b>100,00</b>

Tabla 5: Estimación por tipo de calefactor en área urbana de cada comuna en la zona saturada (en unidades y %).

Tipo de artefacto	Curicó	Molina	Rauco	Romerol	Sagrada Familia	Teno	TOTAL	%
Calefactores c/Templador	10.327	3.186	383	352	575	581	15.404	63,4
Chimeneas	631	69	0	41	0	0	741	3,1
Cocinas	1.183	762	149	186	128	94	2.502	10,3
Salamandra	1.892	1.766	213	269	362	544	5.046	20,8
Otros *	237	104	64	0	170	19	594	2,4
<b>Total</b>	<b>14.270</b>	<b>5.887</b>	<b>809</b>	<b>848</b>	<b>1.235</b>	<b>1.238</b>	<b>24.287</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia en base a "Inventario de Emisiones Atmosféricas y Modelación de Contaminantes de las Comunas de Curicó, Teno, Romeral, Rauco, Sagrada Familia y Molina, Año Base 2014" (SISTAM Ingeniería, 2015) y proyecciones de población del INE al año 2014.

Ministerio del Medio Ambiente

## Metas de reducción del Plan

### Utilización de leña

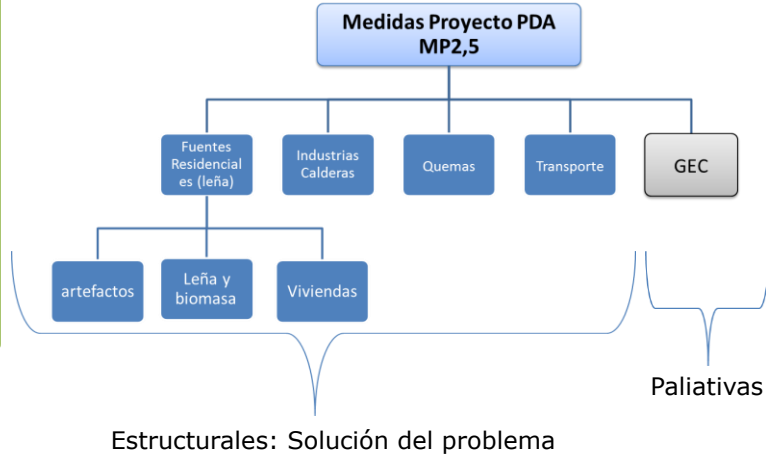
Tabla 6: Meta de reducción de concentraciones de MP2,5

Norma de Material Particulado MP2,5	Valor norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Año Base 2016 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Meta Ambiental ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Reducción (%)
MP2,5 24 horas P98	50	99	50	49

Ministerio del Medio Ambiente

## Proyecto Definitivo PDA Curicó

Programas de educación y difusión



Ministerio del Medio Ambiente

## Principales medidas del Plan

Uso y mejoramiento de la calidad de los artefactos

**Programa de recambio voluntario de al menos 5.000 calefactores y cocinas a leña existentes**



**Prohibición uso de chimeneas de hogar abierto** destinadas a la calefacción de viviendas y de establecimientos públicos o privados

**Prohibición uso de calefactores a leña del tipo salamandras y artesanales** a 3 años de iniciado el Plan

**Prohibición uso de calefactores a leña del tipo cámara simple (sin templador)** a 4 años de iniciado el plan

**Prohibición uso de cocinas a leña y calefactores que no cumplan con Norma de emisión de Material Particulado**

a 5 años los que no cumplan con la Norma de Emisión para los artefactos que combustioneen o puedan combustionar leña y derivados de la madera, establecida en D.S.N°39, de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente.

Ministerio del Medio Ambiente

## Principales medidas del Plan

Uso y mejoramiento de la calidad de la leña y sus derivados



Toda leña que sea comercializada en la zona saturada deberá cumplir los requerimientos técnicos de la Norma Chilena Oficial NCh 2907 Of.2005 (Leña seca)

Ministerio del Medio Ambiente

## Principales medidas del Plan

Regulación referida al mejoramiento de la eficiencia térmica de la vivienda



23.000 subsidios para reacondicionamiento térmico en el marco del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF)

Mejora de estándares de aislación para viviendas nuevas

Ministerio del Medio Ambiente

## Principales medidas del Plan

Límite de emisiones de calderas de uso industrial, residencial y comercial



**Límite de emisión MP de 50 mg/Nm<sup>3</sup> para calderas nuevas cuya potencia térmica nominal sea inferior a 75kWt.**

**Límite de emisión MP para Calderas, nuevas y existentes, de potencia térmica nominal mayor o igual a 75 kWt.**

Calderas Existentes, vigencia en un máximo de 36 meses

Potencia térmica nominal de la caldera	Límite máximo de MP (mg/N m <sup>3</sup> )	
	Caldera Existente	Caldera Nueva
Mayor o igual a 75 kWt y menor a 300 kWt	--	50
Mayor o igual a 300 kWt y menor a 1 MWt	--	50
Mayor o igual a 1 MWt y menor a 3 MWt	50	30
Mayor o igual a 3 MWt y menor a 20 MWt	50	30
Mayor o igual a 20 MWt	30	20

**Límite de emisión SO<sub>2</sub> para Calderas, nuevas y existentes, de potencia térmica nominal mayor o igual a 75 kWt.**

Calderas Existentes vigencia gradual en relación a la potencia.

Ministerio del Medio Ambiente

## Principales medidas del Plan

Control de emisiones asociadas a quemas agrícolas y forestales



**Prohibición uso del fuego desde el 1° de abril al 31 de agosto de cada año, en toda la zona saturada**

Ministerio del Medio Ambiente

## Principales medidas del Plan

Compensación de emisiones en el marco del SEIA



Proyectos nuevos que generen directa o indirectamente más de 1 t/año de MP, deberán compensar en un 120% sus emisiones

Ministerio del Medio Ambiente

## Otras medidas del Plan



Programa de difusión y educación ambiental




Generación de información estratégica para la gestión de la calidad del aire

Ministerio del Medio Ambiente

## Principales medidas del Plan

Gestión de Episodios Críticos (GEC)

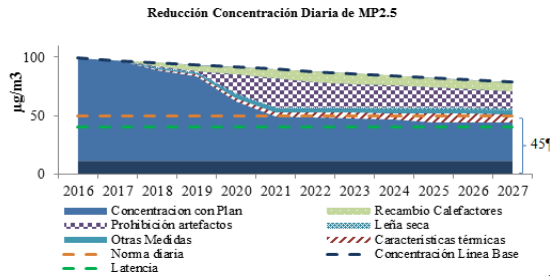
	ALERTA	PREEMERGENCIA	EMERGENCIA
	<p><b>Prohibición Humos visibles desde viviendas</b> (en zonas territoriales GEC)</p> <p>18:00 a 23:59 hrs</p>	<p>18:00 a 6:00 hrs</p>	<p>6:00 a 6:00 hrs</p>
		<p><b>Prohibición Calderas a leña o carbón (&lt;75kWt) y hornos a leña o carbón vegeta</b></p> <p>18:00 a 6:00 hrs</p>	<p>6:00 AM a 6:00 AM</p>
		<p><b>Prohibición funcionamiento Calderas</b> (&gt;75kWt // <math>\geq 30</math> mg/m<sup>3</sup>N MP)</p> <p>18:00 a 6:00 AM</p> <p>(a contar del año 3, de 6:00 AM a 6:00 AM)</p>	<p>18:00 a 6:00 AM</p>
			<p>Sugiere abstenerse de realizar de Actividades Físicas</p>

Ministerio del Medio Ambiente



# ANÁLISIS GENERAL DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL

## Evolución de la Concentración diaria de MP2,5



Las medidas con mayor reducción corresponden a:

- la prohibición al uso de artefactos (41%),
- el recambio por pellet (23%),
- el reacondicionamiento térmico de las viviendas (20%),
- el resto de las medidas presentan una reducción menor al 15% aprox.

Medida	Diario	
	Reducción de concentración (µg/m³)	Reducción de concentración (%)
Prohibición artefactos	13,1	29,4%
Recambio pellet	7,9	23,2%
Reacondicionamiento térmico	6,8	20,3%
Límite de emisiones MP y SO2	2,5	7,4%
Uso de leña seca	1,7	5,1%
Prohibición chimeneas	1,0	2,9%
Quemas agrícolas	0,8	2,4%
Estandares aislamiento viviendas nuevas	0,1	0,2%
Compensaciones SEIA	0,02	0,1%
<b>Total</b>	<b>34,0</b>	<b>100,0%</b>

Para el año 2027 y con plena implementación del plan se alcanzará una concentración diaria de MP2,5 estimada en 45 µg/m3.

# ANÁLISIS GENERAL DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL

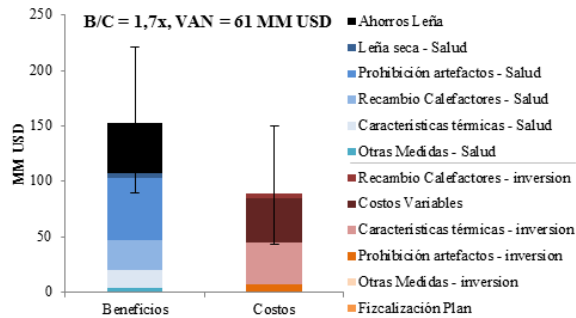
## Beneficios a la Salud:

Efecto	N° casos evitados (2027)	IC al 90%	N° Casos evitados 2018-2027	IC al 90%
Mortalidad	22	[14 - 30 ]	196	[124 - 260 ]
AH - Asma	0	[0 - 1 ]	4	[3 - 5 ]
AH - Cardiovascular	5	[4 - 6 ]	43	[34 - 50 ]
AH – Respiratorias crónicas	1	[0 - 1 ]	5	[1 - 11 ]
AH - Neumonía	4	[2 - 6 ]	36	[15 - 57 ]
VSE: Asma	687	[225 – 1.149 ]	5.984	[1.956 – 10.011 ]



## ANÁLISIS GENERAL DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL

### Relación costo-beneficio de las medidas:



Resultados (Valor Presente)	MM USD
Beneficios	151
Costos	90
Valor Actual Neto	61

Ministerio del Medio Ambiente

## Beneficios y costos asociados a la implementación del plan

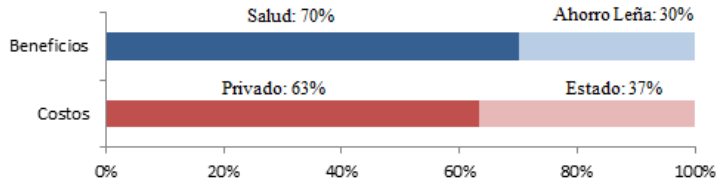
Relación entre beneficios (salud y ahorros), costos totales y la razón beneficio-costo para cada una de las medidas evaluadas en el PDA.

Medida	Beneficios (MM USD)		Costo Total (MM USD)	B/C
	Salud	Ahorros		
Recambio pellet	27,49	8,36	13,04	2,7
Prohibición chimeneas	4,51	2,49	1,98	3,5
Prohibición artefactos	51,58	26,53	28,54	2,7
Reacondicionamiento térmico	15,30	7,22	33,34	0,7
Estandares aislación viviendas nueva	0,31	0,46	4,98	0,2
Uso de leña seca	3,60	0,22	0,34	11,4
Quemas agrícolas	0,19	0,00	0,26	0,7
Límite de emisiones MP y SO2	3,12	0,00	7,03	0,4
Compensaciones SELA	0,02	0,00	0,00	21,8
Fiscalización Plan	0,00	0,00	0,95	
<b>Total</b>	<b>151,4</b>		<b>90,5</b>	<b>1,7</b>

Ministerio del Medio Ambiente

## Beneficios y costos asociados a la implementación del plan

**Distribución de los beneficios y los costos por agente.**



De los beneficios del PDA, un 70% serán debido a ahorros en salud y un 30% serán por ahorros debido a un menor consumo de leña producto de la mayor eficiencia de equipos y viviendas.

De los costos de implementación del plan, un 37% son asumidos por el estado, principalmente por la implementación de recambios de calefactores y reacondicionamientos térmicos.

Ministerio del Medio Ambiente

## Conclusiones

- El sector que más reduce es el Residencial superando el 90% del total.
- El Valor Presente de los Beneficios es 151 Millones de USD.
- La mayoría de los beneficios (casi un 70%) son atribuibles a la disminución de casos de mortalidad y enfermedades evitadas.
- El Valor Presente de los Costos es 90 Millones de USD.
- Los costos corresponden mayoritariamente al aumento de los costos variables por calefacción para los privados (63%). Mientras que para el estado (37%) los costos se deben al reacondicionamiento térmico de viviendas y los recambio de calefactores
- Los Beneficios superan en un 70% los costos.
- El Beneficio Neto del PDA supera los 60MMUSD

Ministerio del Medio Ambiente

## Propuesta para Votación del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

En consecuencia de lo expuesto, se solicita al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad pronunciarse favorablemente sobre el Proyecto Definitivo de Plan de Descontaminación Atmosférica por MP2,5 para el Valle Central de la Provincia de Curicó, a fin de someterlo a la consideración de la Presidenta de la República, conforme a lo establecido en el artículo 71 letra f) de la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Ministerio del Medio Ambiente



Ministerio del Medio Ambiente