



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

MINUTA TÉCNICA
 RESULTADOS PARCIALES AGIES ESCENARIOS NORMATIVOS NORMA NACIONAL PARA
 CALDERAS
 Enero de 2017

Equipo Departamento de Economía Ambiental: Carla Gallardo¹, Paulina Schulz, Sandra Briceño.

Detalles de la evaluación

Documento evaluado:	Anteproyecto Norma de Emisión para Calderas, versión borrador 02 (19 diciembre 2016).
Unidad solicitante:	Departamento de Normas y Políticas, División de Calidad del Aire.
Profesional solicitante:	Ivonne Moreno Carmen Gloria Contreras
Fecha de recepción:	19 diciembre de 2016
Medio de recepción:	Correo electrónico

Descripción de la evaluación

Los resultados presentados corresponden a los costos y beneficios de cada escenario normativo evaluado. Se presenta una desagregación de los costos según la condición de Empresa de Menor Tamaño (EMT), así como los casos evitados por reducción de $MP_{2,5}$ y MP_{10} para cada escenario evaluado.

Además, como insumo para el análisis de costo beneficio se muestran los resultados de las emisiones de línea base consideradas para la evaluación de los escenarios normativos, así como la proyección de emisiones de línea base en el período de evaluación (2016-2027). También se muestra el análisis de cumplimiento normativo del parque actual de calderas y la proyección de emisiones según los escenarios normativos.

Es importante destacar que la proyección de emisiones, evaluación del cumplimiento normativo y evaluación de costos se basó en los resultados del estudio “*Antecedentes para la elaboración de la norma nacional de calderas y procesos de combustión (hornos de vidrio y cementeras)*” (Greenlab, 2016), disponible en <http://sinia.mma.gob.cl/>.

Aspectos relevantes de la evaluación

El presente documento evalúa dos escenarios normativos de la Norma de Emisión para Calderas, que establece límites máximos de emisión ($\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$) de MP, NO_x , SO_2 , CO y Hg al aire, tanto para calderas existentes como nuevas.

En este documento se presenta un resumen de los escenarios normativos evaluados, así como el análisis de cumplimiento de estos escenarios (número de calderas que incumplirían los límites de emisión propuestos). Esta evaluación se basa en emisiones proyectadas, tanto de línea base como de los escenarios normativos. Es importante destacar que la proyección de la línea base considera la puesta en marcha de los planes de prevención y/o descontaminación vigentes o por entrar en vigencia, los cuales definen límites de emisión para calderas.

El análisis de costos para los escenarios normativos incluye costos de abatimiento, monitoreo y fiscalización.

El análisis de cumplimiento normativo, la proyección de emisiones y el análisis de costos se elaboró mediante el estudio “*Antecedentes para la elaboración de la norma nacional de calderas y procesos de combustión (hornos de vidrio y cementeras)*” (Greenlab, 2016).

El análisis de beneficios considera los beneficios por reducción de la concentración de $\text{MP}_{2,5}$ (mortalidad, admisiones hospitalarias, visitas salas de emergencia y productividad perdida) y MP_{10} (mortalidad y admisiones hospitalarias).

Figuras y tablas

Tabla A. Escenarios de norma evaluados calderas existentes

Escenario	Potencia (MWt)	MP (mg/m ³ N)		SO ₂ (mg/m ³ N)		NOx (mg/m ³ N)		
		Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Gas	Líquido	Sólido
1	≥ 1 - < 3	20	20	100	350	100	200	300
	≥ 3 - < 20	20	20	50	350	30	200	300
	≥ 20	20	20	50	350	30	200	300
2	≥ 1 - < 3	50	50	100	500	N.A.	N.A.	N.A.
	≥ 3 - < 20	50	50	100	500	30	460	650
	≥ 20	30	30	100	500	30	200	500

Fuente: Elaboración propia en base a borrador de anteproyecto.

Tabla B. Límites máximos de emisión para calderas nuevas

Potencia (MWt)	MP (mg/m ³ N)		SO ₂ (mg/m ³ N)		NOx (mg/m ³ N)		
	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Gas	Líquido	Sólido
≥ 1 - < 3	20	20	100	350	100	200	300
≥ 3 - < 20	20	20	100	350	30	200	300
≥ 20	20	20	50	350	30	200	300

Fuente: Elaboración propia en base a borrador de anteproyecto.

Tabla C. Límites máximos de emisión para calderas nuevas menores a 1 MWt

Potencia (kWt)	MP (mg/m ³ N)		CO (mg/m ³ N)	
	Líquido	Sólido	Gas	Sólido
≥ 75 - < 300	N.A.	50	N.A.	N.A.
≥ 300 - < 1000	20	20	80	80

Fuente: Elaboración propia en base a borrador de anteproyecto.

Tabla D. Plazos para el cumplimiento de límites de emisión para calderas existentes.

Potencia caldera existente	Plazo (años)
≥ 300 kWt - < 1 MWt	7
≥ 1 MWt - < 3 MWt	5
≥ 3 MWt	4

Fuente: Elaboración propia en base a borrador de anteproyecto.

La Norma de Emisión para Calderas establece límites máximos de emisión al aire (mg/m³N), tanto para calderas existentes como nuevas.

La Tabla A muestra los dos escenarios normativos para calderas existentes a evaluar en el AGIES. Éstos establecen límites máximos de emisión para MP, SO₂ y NOx, según rango de potencia y estado del combustible. Además, para las calderas existentes de potencia entre 300 kWt y 1 MWt, independiente del estado del combustible, se define un límite de emisión de CO de 125 mg/m³N. También se establece un límite de emisión de Hg de 0,1 mg/m³N para calderas existentes de potencia mayor o igual a 3 MWt que utilicen carbón o *petcoke* como combustible.

En la Tabla B se detallan los límites de emisión de MP, SO₂ y NOx propuestos para calderas nuevas, según rango de potencia y estado del combustible. Además, se establecen límites de emisión para rangos de potencia menores a 1 MWt, tanto para MP como para CO, especificados en la Tabla C.

Asimismo, se establece un límite de emisión de Hg de 0,1 mg/m³N para calderas nuevas de potencia mayor o igual a 3 MWt, que utilicen carbón o *petcoke* como combustible.

Respecto de los plazos de cumplimiento, el anteproyecto de Norma establece que las calderas nuevas deberán cumplir con los límites máximos de emisión desde el inicio de su operación, mientras que las calderas existentes deberán cumplir según el plazo establecido en la Tabla D, contado desde la entrada en vigencia del decreto que aprueba la norma.

Tabla E. Emisiones por contaminante (ton) de calderas existentes al 2014.

PPDA	Nº Fuentes	Potencia (MWt)	MP	NOx	SO2	CO	Hg
Sin PPDA	1.310	9.344	6.898	7.295	11.637	22.820	0,08
Con PPDA	8.737	9.403	4.627	5.984	8.408	7.481	0,03
Total	10.047	16.138	11.525	13.279	20.045	30.301	0,11

Fuente: Greenlab (2016)

Figura A: Emisiones de línea base proyectadas (ton) de calderas.

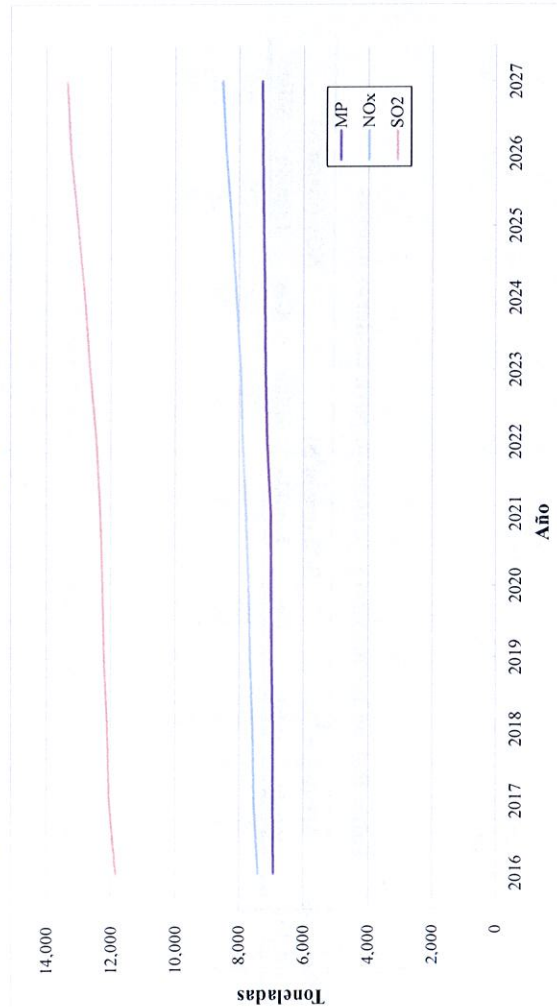


Tabla F. Emisiones (ton) de línea base de calderas para los años 2016, 2021 y 2027.

Año	MP	NOx	SO2	CO	Hg
2016	6,921	7,409	11,844	22,842	0,083
2021	7,011	7,789	12,330	22,975	0,084
2027	7,297	8,536	13,366	23,361	0,087

Fuente: Elaboración propia en base a Greenlab (2016).

Las calderas afectas a la norma (fuentes reguladas) corresponden a las que pertenecen a comunas sin Planes de Prevención y Descontaminación (PPDA), según lo establecido en el artículo 2, letra d) del borrador de anteproyecto.

A nivel nacional el número total estimado de calderas al año 2014 asciende a 10.047, sumando una potencia térmica total de 16.138 MWt (ver Tabla E). Las fuentes reguladas son 1.310 calderas y su potencia térmica total es muy similar a la potencia de las calderas de comunas con PPDA. Asimismo, en su conjunto y para todos los contaminantes, las emisiones de las fuentes reguladas son mayores a las emisiones de las fuentes en comunas con PPDA. El análisis del parque existente de calderas se encuentra en la sección 4.1 del informe "Antecedentes para la elaboración de la norma nacional de calderas y procesos de combustión (hornos de vidrio y cementeras)" (Greenlab, 2016)".

La Figura A muestra las emisiones de línea base proyectadas de MP, SO₂ y NOx para las fuentes reguladas. Estas emisiones consideran las emisiones del parque de calderas existente más las emisiones de calderas nuevas que ingresarían al parque. Las emisiones de calderas nuevas se estiman mediante el supuesto de una tasa de crecimiento regional anual del número de calderas, lo que en promedio implica un crecimiento de 3.3% (sin considerar la RM). La proyección de emisiones de línea base se encuentra en la sección 6.1 del informe "Antecedentes para la elaboración de la norma nacional de calderas y procesos de combustión (hornos de vidrio y cementeras)" (Greenlab, 2016).

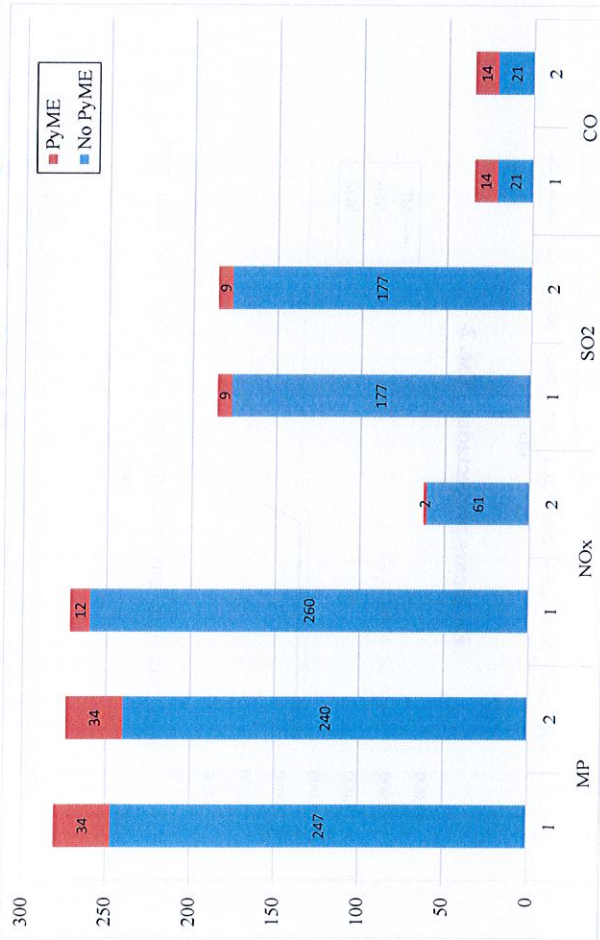
Finalmente, en la Tabla F, se muestra la proyección de emisiones de todos los contaminantes de interés para los años de inicio y fin del horizonte de evaluación, así como un año intermedio (2021).

Tabla G. Número de fuentes que requerirían abatimiento, según escenario.

Escenario	MP	NOx	SO ₂	CO	Hg
1	281	272	186	35	0
2	274	63	186	35	0

Fuente: Greenlab (2016)

Figura B: N° de fuentes que requerirían abatimiento, según escenario y condición EMT.



En la Tabla G se muestra el análisis de cumplimiento normativo de los escenarios evaluados (sección 6.2 - Greenlab, 2016). Éste indica el número de fuentes existentes que incumplirían los límites de emisión en cada escenario, según contaminante. La mayor diferencia se observa en el número de fuentes que requerirían abatimiento de NOx, donde el escenario 1 implica un requerimiento de abatimiento 4 veces mayor comparado con el escenario 2.

Por otro lado, la Figura B muestra el análisis de cumplimiento normativo desagregado según la condición de Pequeña y Mediana Empresa (PyME). Se puede observar que las PyMEs que requerirían abatimiento en cada escenario conforman una pequeña proporción del total, implicando por ejemplo un 14% del total de fuentes que requieren abatimiento para MP. Esta proporción es menor al 10% para NOx y SO₂, mientras que para CO asciende a 66,7%. Sin embargo, las emisiones altas de CO se deben en general a condiciones operacionales de combustión bajo el óptimo.

La reducción acumulada de emisiones de contaminantes en los años 2021 y 2027, para cada escenario evaluado, se muestra en la Tabla H. Al comparar con las emisiones de línea base proyectadas al 2027 (Tabla F), se observa que para el MP la reducción de emisiones promedio de los escenarios 1 y 2 es de un 95% y 91%, respectivamente, mientras que para NOx es de un 28% y 16%. Para SO₂ y CO la reducción de emisiones es igual para ambos escenarios y corresponde a un 81% y 0,2% de las emisiones de línea base, respectivamente.

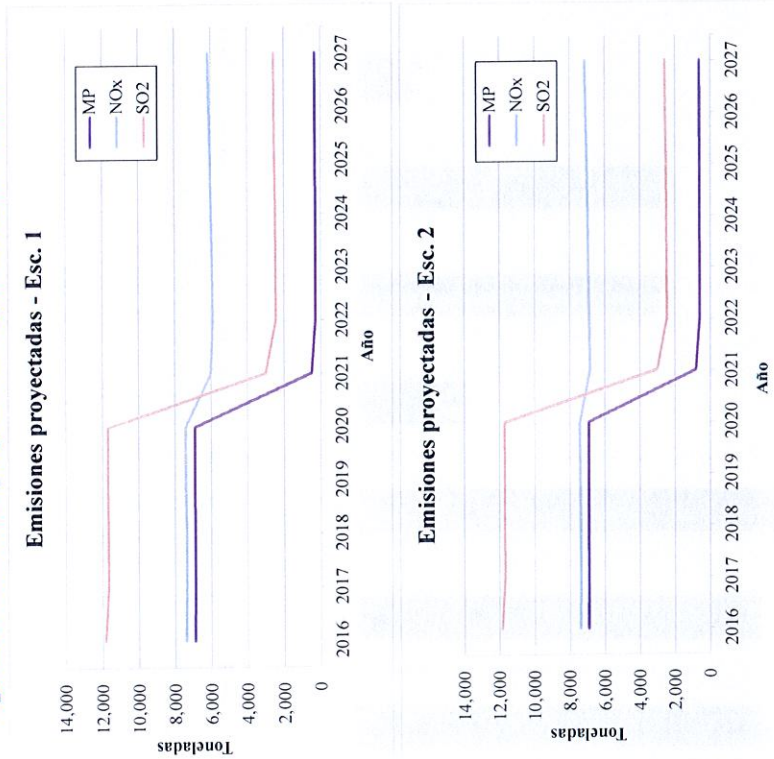
Finalmente, la Figura C muestra la proyección de las emisiones según escenario evaluado, para los contaminantes MP, NOx y SO₂.

Tabla H. Reducción de emisiones (ton), según escenario evaluado.

Escenario	Año	MP	NOx	SO ₂	CO	Hg
1	2021	6.502	1.744	9.302	3	0
	2027	6.963	2.350	10.785	57	0
2	2021	6.188	949	9.302	3	0
	2027	6.650	1.385	10.785	57	0

Fuente: Greenlab (2016)

Figura C: Emisiones proyectadas según escenario evaluado.



La Figura C: Emisiones proyectadas según escenario evaluado.

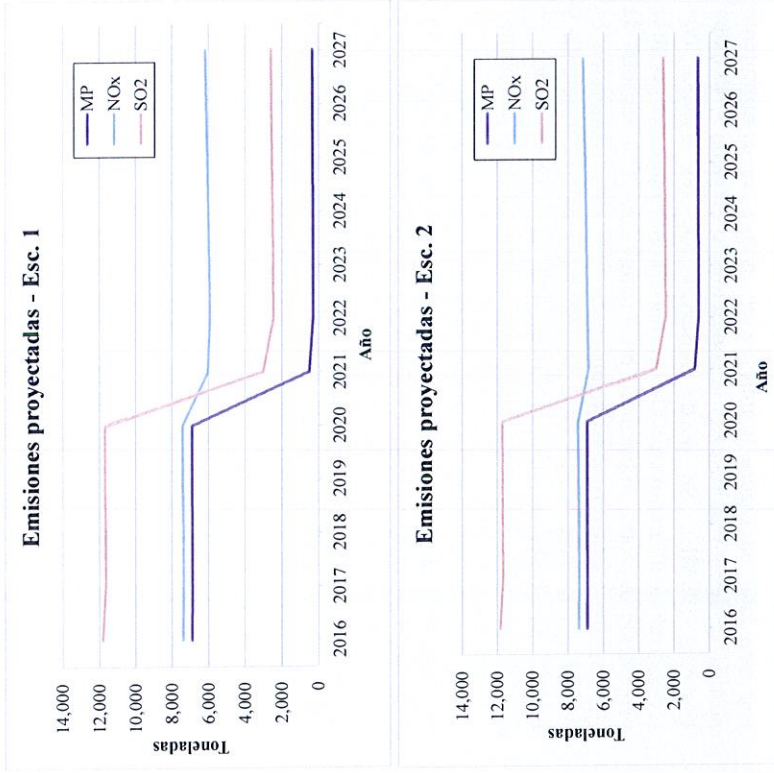


Tabla I. Indicadores económicos por escenario evaluado.

Indicador	Esc. 1	Esc. 2
Beneficio valorizado (MMUSD)	465	409
Costo valorizado (MMUSD)	140	126
Razón Beneficio-Costo	3,33	3,25

Fuente: Elaboración propia y Greenlab (2016).

Tabla I muestra los costos y beneficios asociados a cada escenario evaluado. Particularmente, se muestra el valor presente de los costos y beneficios, así como la razón beneficio-costo, estimados para el horizonte de evaluación 2016-2027 considerando una tasa de descuento de 6%. El escenario 1 presenta una mayor razón beneficio-costo, pero ambos escenarios son muy similares si se compara este indicador. El escenario 1 presenta una mayor razón beneficio-costo debido a que al comparar ambos escenarios los beneficios aumentan en mayor proporción que los costos.

Tabla J. Distribución de costos de abatimiento según EMT.

Escenario	EMT	Distribución costos
1	No	90.2%
	Si	9.8%
2	No	90.5%
	Si	9.5%

Fuente: Elaboración propia en base a Greenlab (2016).

Tabla K. Casos evitados, para cada escenario evaluado.

Esc.	Evento	Casos evitados 2027 (Percentil 50)	Intervalo de confianza (IC) al 90%	Casos evitados 2016-2027 (Percentil 50)	Intervalo de confianza (IC) al 90%
1	Mortalidad	163	[111 - 224]	1.018	[706 - 1395]
	Admisiones hospitalarias	317	[189 - 433]	2.026	[1.208 - 2.767]
	Visitas Salas de Emergencia	2.694	[1.711 - 4.306]	18.436	[11.727 - 29.359]
	Productividad perdida (días)	327.302	[301.772 - 343.360]	2.239.740	[2.067.644 - 2.351.263]
2	Mortalidad	143	[98 - 197]	894	[620 - 1.226]
	Admisiones hospitalarias	279	[166 - 381]	1.786	[1.065 - 2.438]
	Visitas Salas de Emergencia	2.355	[1.496 - 3.765]	16.108	[10.245 - 25.648]
	Productividad perdida (días)	286.478	[264.131 - 300.534]	1.959.384	[1.808.854 - 2.056.997]

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de beneficios se asocia la reducción en las emisiones (MP, NOx y SO₂) en reducción de concentraciones en el ambiente, particularmente de MP_{2,5} y MP₁₀. La disminución en las concentraciones de ambos contaminantes se relaciona con la reducción del número de efectos en la salud de la población expuesta, lo cual finalmente se valoriza". Específicamente, se valoran los eventos evitados de mortalidad prematura, morbilidad, días de actividad restringida y productividad perdida. Para estimar la reducción de concentraciones de MP_{2,5} debido a la reducción de emisiones de MP_{2,5} y precursores (NOx y SO₂) se utilizó un Factor de Emisión-Concentración (FEC) para ciudades de Chile (Cifuentes, 2010)¹¹, extrapolado por provincia a nivel nacional. Debido a que el FEC utilizado es solamente para la fracción fina del MP y con el objeto de valorizar beneficios por la reducción de MP₁₀, se asume que la reducción de concentración de MP₁₀ es proporcional a la de MP_{2,5}, según la proporción de emisiones de línea base de las fracciones de MP al 2016.

Los costos de abatimiento se calcularon en base a las guías CoST de la US EPA (2016)¹². También se estimaron costos de monitoreo y de fiscalización, los cuales son iguales para cada escenario evaluado. Respecto de los costos totales (abatimiento, monitoreo y fiscalización) descritos en la Figura C: Emisiones proyectadas según escenario evaluado.

000442 VTA

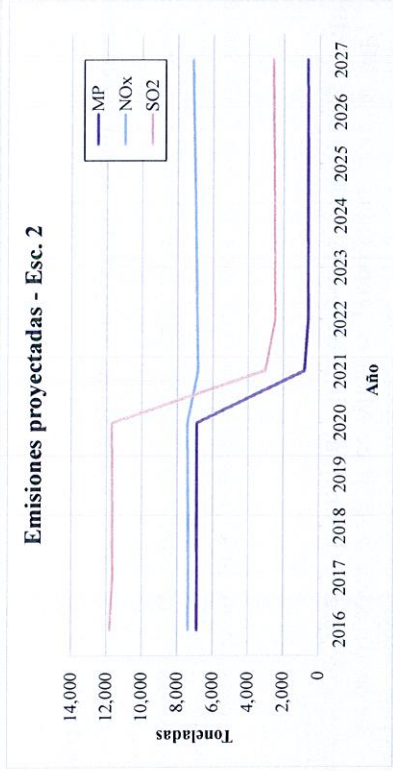
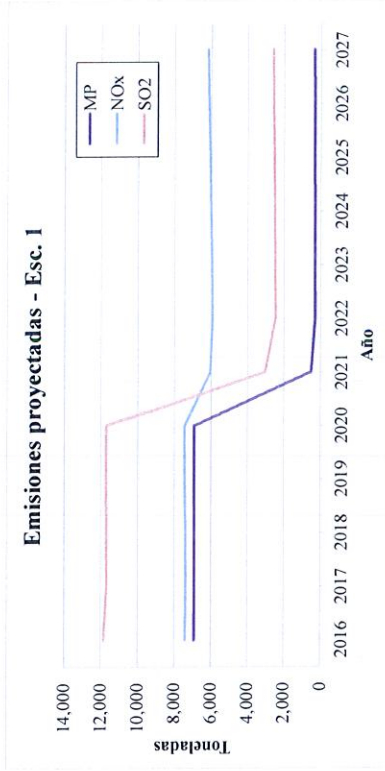


Tabla I. los costos de abatimiento contribuyen un 73,4% y 70,5% para los escenarios 1 y 2, respectivamente. Asimismo, los costos de monitoreo representan un 26,5% y 29,4% de los costos totales, mientras que los costos de fiscalización corresponden a un 0,11% y 0,12% de los costos totales (escenarios 1 y 2, respectivamente). El análisis de costos para los escenarios normativos evaluados se encuentra en la sección 7 de (Greenlab, 2016). Las medidas de abatimiento consideradas se describen en el capítulo 5 del mismo estudio.

La Tabla J muestra la distribución de los costos de abatimiento, según condición de Pequeña y Mediana Empresa (PyME). Se puede observar

que un 9,8% y 9,5% de los costos de abatimiento (10 y 8,5 MMUSD en valor presente) corresponde a empresas de menor tamaño.

En la Tabla K se muestran los casos evitados, tanto para el 2027 como para el período de evaluación (2016-2027), para cada escenario normativo evaluado. Asimismo, se muestran los intervalos de confianza al 90%. Se puede observar que el escenario 1 evita una mayor cantidad de casos, lo que es esperable dado que contiene límites de emisión más estrictos.

Los PPDAs considerados son los siguientes: Chillán-Chillán viejo, Coyhaique, Curicó, Gran Concepción, Los Ángeles, Osorno, Puchuncaví-Quintero, RM, Talca-Maule, emuco-PLC, Valdivia, Valle Central de la Sexta región.

Greenlab (2016). “Antecedentes para la elaboración de la norma nacional de calderas y procesos de combustión (hornos de vidrio y cementeras)” : Beneficios salud en base a:

- MMA (2013). Guía metodológica para la elaboración de un análisis general de impacto económico y social (AGIES) para instrumentos de gestión de calidad del aire. Departamento de Economía Ambiental. Chile, Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA (2011). Valores Recomendados a Utilizar en la Realización de un AGIES que incorpore un Análisis Costo Beneficio - Salud - Santiago, Preparado por DICTUC para Ministerio del Medio Ambiente.

Cifuentes, L. (2010). Relación de la norma de calidad primaria MP_{2,5} con la norma de calidad primaria de MP₁₀.

US EPA. (2016). Control Strategy Tool (CoST) - Cost Equations Documentation.

11050
887443 VTA

The following information is being furnished to you for your information only. It is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product. The information is provided for your information only and should not be used as a basis for any investment decision. The information is provided for your information only and should not be used as a basis for any investment decision. The information is provided for your information only and should not be used as a basis for any investment decision.

