



000309

**División de Información y Economía Ambiental
Ministerio del Medio Ambiente**

MEMORÁNDUM N°190/2016

De : Sr. Rodrigo Pizarro Gariazzo
Jefe División de Información y Economía Ambiental

A : Sr. Germán Oyola Fuentes
Jefe División de Calidad del Aire y Cambio Climático

Mat. : Envío documento "Minuta técnica de resultados parciales AGIES escenarios normativos Norma Nacional para Calderas"

Fecha : 26 de octubre de 2016

Junto con saludarle, informo a usted que el Departamento de Economía Ambiental hace entrega oficial del documento "Minuta técnica de resultados parciales AGIES escenarios normativos Norma Nacional para Calderas"

Dicho documento, se elaboró en base a los escenarios normativos, al borrador del anteproyecto de norma y al estudio "*Antecedentes para la elaboración de la norma nacional de calderas y procesos de combustión (hornos de vidrio y cementeras)*". Este último, junto con sus anexos digitales, se adjunta a este memorándum.

Sin otro particular, se despide cordialmente,



**RODRIGO PIZARRO GARIAZZO
JEFE DIVISIÓN DE INFORMACIÓN Y ECONOMIA AMBIENTAL
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**


SBP/CGC/rh

c.c.: Archivo División Información y Economía Ambiental.



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

MINUTA TÉCNICA
 RESULTADOS PARCIALES AGIES ESCENARIOS NORMATIVOS NORMA NACIONAL PARA
 CALDERAS
 Octubre de 2016

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

Detalles de la evaluación

Documento evaluado:	<ul style="list-style-type: none"> • Anteproyecto Norma de Emisión para Calderas, versión borrador 01 – Comité Operativo (26 septiembre 2016). • Minuta técnica Diagnóstico y escenarios de evaluación de Anteproyecto de Norma de Emisión para Calderas y Procesos.
Unidad solicitante:	Departamento de Normas y Políticas, División de Calidad del Aire.
Profesional solicitante:	Ivonne Moreno Carmen Gloria Contreras
Fecha de recepción:	26 septiembre 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 MP₁₀ 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).

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)		NO _x (mg/m ³ N)	
		Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido	Gas
1	≥ 1 - < 3	20	20	100	350	100	200
	≥ 3 - < 20	20	20	50	350	30	200
	≥ 20	20	20	50	350	30	200
2	≥ 1 - < 3	50	50	100	500	N.A.	N.A.
	≥ 3 - < 20	50	50	100	500	30	460
	≥ 20	30	30	100	500	400	200

Fuente: Elaboración propia en base a borrador de anteproyecto y minuta.

Tabla B. Límites máximos de emisión para calderas nuevas

Potencia (MWt)	MP (mg/m ³ N)		SO ₂ (mg/m ³ N)		NO _x (mg/m ³ N)	
	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido	Gas
≥ 1 - < 3	20	20	100	350	100	200
≥ 3 - < 20	20	20	100	350	30	200
≥ 20	20	20	50	350	30	200

Fuente: Elaboración propia en base a borrador de anteproyecto y minuta.

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 NO_x, 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 NO_x 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.

000311 VTA

Las calderas afectas a la norma corresponden a las que pertenecen a los siguientes rubros: calderas de calefacción (CA) y calderas industriales (IN). A nivel nacional las fuentes reguladas ascienden a 10.047, sumando una potencia térmica total de 16.138 MWt. 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 Tabla E muestra las emisiones del parque de calderas existentes al 2014. La proyección de emisiones de línea base, desde el año 2014, considera un crecimiento estimado del parque según tasas observadas según la información histórica reportada al RETC. Luego, las emisiones proyectadas corresponden a las descritas en la Tabla F. Es importante destacar que la proyección de emisiones de línea base considera las reducciones asociadas a la implementación de planes de prevención y descontaminación. Para más detalle, ver Greenlab (2016).

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

Tipo Fuente	MP	NOx	SO2	CO	Hg
Caldera	11.525	13.279	20.045	30.301	0,11

Fuente: Greenlab (2016)

Tabla F. Emisiones de línea base proyectadas (ton) de calderas.

Año	MP	MP10	MP2.5	NOx	SO2	CO	Hg
2016	11.727	10.670	7.501	13.829	20.360	30.708	0,11
2021	9.335	8.527	6.103	15.590	19.182	31.977	0,12
2027	10.086	9.224	6.638	19.134	20.743	34.688	0,13

Fuente: Greenlab (2016)

Tabla G. Número de fuentes que incumplen normativa por escenario, según existencia de PPDA.

Comuna	MP	NOx	SO2	CO	Hg
Sin PPDA	281	272	186	35	0
Con PPDA	211	803	158	1.259	0
Total Esc. 1	492	1.075	344	1.294	0

Sin PPDA	274	63	186	35	0
Con PPDA	106	246	157	1.259	0
Total Esc. 2	380	309	343	1.294	0

Fuente: Greenlab (2016)

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

Escenario	Año	MP	MP10	MP2.5	NOx	SO2	CO	Hg
1	2021	8.436	7.674	5.391	4.623	14.769	22	0
	2027	9.364	8.529	6.021	6.822	17.153	184	0
2	2021	7.923	7.179	4.948	2.970	14.768	22	0
	2027	8.839	8.022	5.570	4.706	17.151	184	0

Fuente: Greenlab (2016)

En la Tabla G se muestra el análisis de cumplimiento normativo de los escenarios evaluados (Greenlab, 2016). Éste indica el número de fuentes existentes que incumplirían los límites de emisión, según contaminante y según la comuna que cuenta con planes de prevención y/o descontaminación. Al comparar el número de fuentes que incumplirían los escenarios normativos respecto de las reducciones de emisiones de, por ejemplo, MP (93% y 88% para los escenarios 1 y 2, respectivamente), se corrobora que pocas fuentes conforman un porcentaje alto de las emisiones. Esto ocurre para todos los contaminantes, lo cual se puede observar en la sección 4.1 del informe de Greenlab (2016). En este informe también se analiza el incumplimiento según rangos de potencia, donde, para MP, NOx y SO₂, donde se obtiene que la mayoría de las calderas que incumplirían los escenarios normativos evaluados están en el rango de potencia entre 3 y 20 MWt.

La reducción de emisiones de contaminantes al 2021 y 2027, para cada escenario evaluado, se muestra en la Tabla H.

Tabla I. Costos y Beneficios (MM USD 2016) por escenario evaluado.

Indicador	Esc. 1	Esc. 2
Beneficio valorizado (MMUSD/año)	974	866
Costo valorizado (MMUSD/año)	242	214
Razón Beneficio-Costo	4,02	4,05

Fuente: Elaboración propia y Greenlab (2016).

Tabla J. Distribución de costos de abatimiento.

Escenario	PPDA	EMT	Distribución
1	Con PPDA	No	54,1%
	Sin PPDA	Sí	1,1%
Total Escenario 1	Con PPDA	No	40,3%
	Sin PPDA	Sí	4,4%
Total Escenario 2	Con PPDA	No	55,8%
	Sin PPDA	Sí	1,0%
Total Escenario 2	Con PPDA	No	39,1%
	Sin PPDA	Sí	4,1%
Total Escenario 2			100%

Fuente: Greenlab (2016).

La 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 menor razón beneficio costo, considerando que es más estricto, sin embargo, ambos escenarios son muy similares si se compara este indicador.

Para el cálculo de beneficios se considera la reducción de concentraciones de MP_{2,5} debido a la reducción de emisiones de MP_{2,5} y precursores (NOx y SO₂). En este caso, se utilizó un Factor de Emisión-Concentración (FEC) para ciudades de Chile (Cifuentes, 2010), extrapolado por provincia a nivel nacional. Debido a que el FEC utilizado es solamente para la fracción fina del MP y de tal forma 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 al 2016 (Tabla F).

Los costos de abatimiento se calcularon en base a las guías CoST de la US EPA (2016). 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 Tabla I, los costos de abatimiento contribuyen un 84,7% y 82,6% para los escenarios 1 y 2, respectivamente. Asimismo, los costos de monitoreo representan un 15,3% y 17,3% de los costos totales, mientras que los costos de fiscalización corresponden a un 0,06% y 0,07% de los costos totales (escenarios 1 y 2, respectivamente). El análisis de costos para los escenarios normativos evaluados se encuentra en la sección 7 del estudio "Antecedentes para la elaboración de la norma nacional de calderas y procesos de combustión (hornos de vidrio y cementeras)" (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 Empresa de Menor Tamaño (EMT), así como para las comunas con planes de prevención y/o descontaminación. Se puede observar que solamente un 5,5% de los costos de abatimiento (11,3 MMUSD en valor presente) corresponde a empresas de menor tamaño.

000312 VTA

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	357	[242 - 489]	2.136	[1.473 - 2.929]
	Admisiones hospitalarias	592	[352 - 810]	3.676	[2.186 - 5.019]
	Visitas Salas de Emergencia	5.688	[3.617 - 9.086]	37.684	[23.998 - 60.005]
	Productividad perdida (días)	710.783	[654.950 - 745.708]	4.699.478	[4.335.655 - 4.932.937]
2	Mortalidad	318	[216 - 436]	1.899	[1.308 - 2.604]
	Admisiones hospitalarias	530	[315 - 724]	3.280	[1.949 - 4.477]
	Visitas Salas de Emergencia	5.057	[3.216 - 8.078]	33.407	[21.274 - 53.189]
	Productividad perdida (días)	632.884	[583.164 - 663.986]	4.172.162	[3.849.171 - 4.379.465]

Fuente: Elaboración propia.

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 implica límites de emisión más estrictos.

Referencias

- Cifuentes, L. (2010). Relación de la norma de calidad primaria MP 2,5 con la norma de calidad primaria de MP10.
- GreenLabUC (2016). Antecedentes para la elaboración de la norma nacional de calderas y procesos de combustión (hornos de vidrio y cementeras).

000313

CD de Memo N°190/2016

Contenido:

1. Informe final Norma de emisión para calderas
2. AGIES_resultados parciales Norma de emisión para calderas

