

# 3° Reunión de Comité Operativo Ampliado Anteproyecto Norma de Emisión para calderas

**Departamento de Normas y Políticas**

**Fecha:** 11 de enero de 2017

**Equipo de trabajo:**

Cristian Ibarra

Priscilla Ulloa

Carmen Gloria Contreras

Ivonne Moreno, coordinadora del proceso

## Contenido

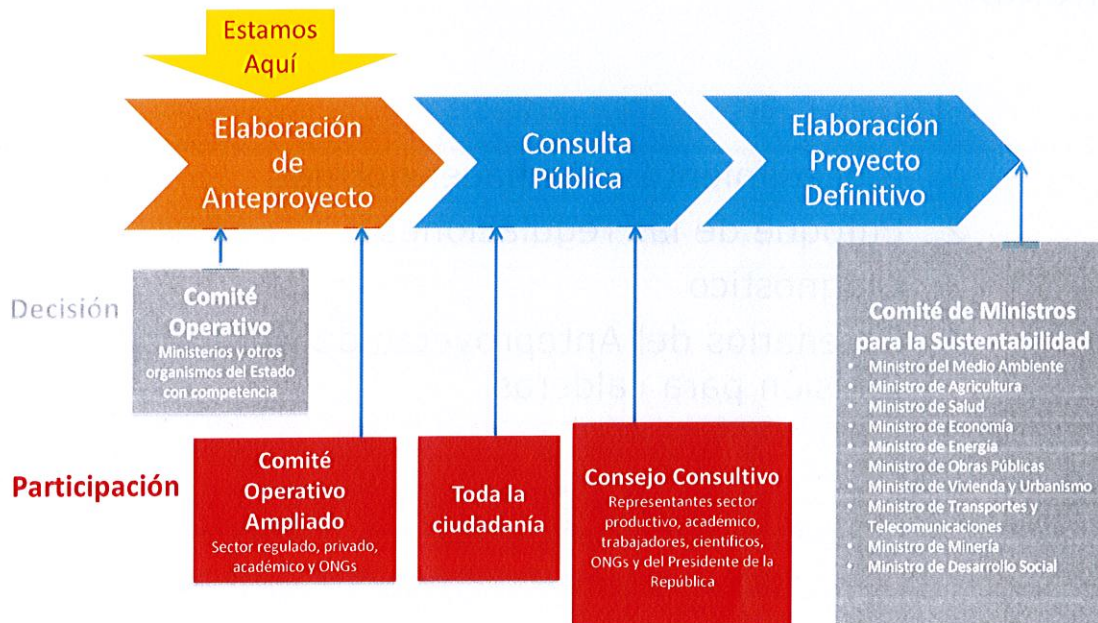
1. Procedimiento para hacer normas
2. Enfoque de las regulaciones
3. Diagnóstico
4. Escenarios del Anteproyecto de Norma de Emisión para calderas

000394 VTA

# 1. ¿Cuál es el procedimiento para hacer las normas?

## Etapas de decisión y participación para dictar o revisar normas ambientales

Reglamento para la dictación de normas de calidad y de emisión D.S. N° 38 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente



## Hitos y actos administrativos (1/2)

000395

### Hitos

Programa estratégico 2007-2009	Priorizó e identificó en el literal (a), la elaboración de una <b>norma de emisión para calderas</b> . No indicó para procesos.
Resolución de inicio Res. ex. 240, de 01 de abril de 2013 D.O. el 22 de abril de 2013	Inició la elaboración de la norma, denominándola " <b>norma de emisión para calderas y procesos de combustión</b> ".
Estudio de la UDT, U. Concepción, 2012 Antecedentes para elaborar una Norma de emisión para calderas y procesos de combustión en el sector industrial, comercial y residencial	Desarrollado en el marco del proceso de la norma, concluyó que "las fuentes a considerar son las calderas y generadores de vapor, dejando de lado otros procesos de combustión, dado que cada proceso en particular difiere en cuanto a su naturaleza y objetivos" (folio 12, del expediente público).

**Las principales complejidades durante la elaboración de la norma de emisión para calderas corresponden a: la cantidad, diversidad y atomización de fuentes de emisión, en cuanto a los sectores, tamaños y combustibles.**

## Hitos y actos administrativos (2/2)

### Hitos

Estudio SISTAM, 2014 Generación de antecedentes técnicos y económicos para la elaboración de una norma de emisión para calderas y procesos industriales con combustión en el sector industrial, comercial y residencial	<ul style="list-style-type: none"><li>- Presenta las emisiones y el respectivo potencial de reducción y costos de escenarios regulatorios propuestos (folio 12, del expediente público)</li><li>- Concluye "que existe una gran cantidad y diversidad de procesos industriales con combustión, lo que implica una gran dificultad para generar una normativa que pueda abarcar la totalidad de estos procesos"</li></ul>
4 ampliaciones <ul style="list-style-type: none"><li>- Res. ex. N° 285 de 17 de abril de 2014 (plazo hasta 29 de agosto de 2014)</li><li>- Res. Ex. N° 679 de 23 de julio de 2014 (plazo hasta 30 de octubre de 2015)</li><li>- Res. Ex. N° 379 de 20 de mayo de 2015 (plazo hasta 31 de octubre de 2016)</li><li>- Res. Ex. N° 1133 de 26 de octubre de 2015 (plazo hasta 30 de marzo de 2018)</li></ul>	Prórrogas solicitadas responden a la decisión de diseñar y establecer normas de emisión para calderas contenidas en los planes de descontaminación, y paralelamente avanzar en el diseño de la norma a nivel nacional bajo una óptica de integración y coherencia regulatoria.
Primer Programa de regulación ambiental 2016-2017	<ul style="list-style-type: none"><li>- Res. Ex. N° 177 de 10 de marzo de 2014</li><li>- Prioriza la <b>norma de emisión para calderas a nivel nacional</b>; y no indica procesos</li></ul>

## Integrantes Comité Operativo

**Ministerio de Economía:**  
Marcela Klein

**Superintendencia de Electricidad y Combustibles:**  
Ernesto Sariego  
Emilio Casas

**Ministerio de Energía:**  
Alejandro Silva y Marcelo Padilla, División de Eficiencia Energética

**Ministerio de Salud:**  
Walter Folch

**Ministerio Medio Ambiente:**

División Jurídica: Giancarlo Camillieri

División de Información y Economía Ambiental:  
Carla Gallardo

Dpto. Normas y Políticas:  
Ivonne Moreno, coordinadora  
Carmen Gloria Contreras, jefa de Dpto.  
Cristian Ibarra  
Priscilla Ulloa

## Expediente público

- 1) En papel en el MMA
- 2) En internet: <http://planesynormas.mma.gob.cl/login/index.php>

Ministerio del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

### EXPEDIENTES ELECTRONICOS Planes y Normas

Normas de Calidad Normas de Emisión Planes Búsqueda

Búsqueda por Región

**Bienvenida**

Aquí encontrará información relativa a los procesos de elaboración y revisión de normas de calidad ambiental y de emisión, así como Planes de Prevención y de Descartaminación, según lo estipula el DS N° 39/02 y DS N° 28/02 del Ministerio de Medio Ambiente, respectivamente. Este portal, conectado al sistema de la información en línea expedita, está gea en los exposiciones públicas de cada proceso normativo.

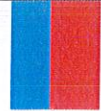
La presente plataforma web aún se encuentra en proceso de perfeccionamiento de datos para los distintos procesos de planes y normas. Se espera completar la información de los procesos faltantes en el corto plazo.

OIRS Oficina de Informaciones  
E-PAC Normas y Planes en Consulta Pública

Documentos

- Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión
- Aprueba Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y Descartaminación

Aire Agua Ruido Luminica Ondas Electromagnéticas



## 2. ¿Qué enfoques usa el regulador para formular una norma de emisión?



1. Asegurar efectividad y eficiencia
  - Reducir las emisiones
  - Reducciones verificables y fiscalizables
  - Reducción de cargas administrativas
2. Considerar la tendencia de la regulación nacional e internacional
3. Utilizar un lenguaje y terminología simplificada
4. Incluir las mejores técnicas y tecnologías
  - Guías de Medio Ambiente, Salud y Seguridad elaboradas por el Banco Mundial.  
<http://www.ifc.org/>
  - Documento de referencias de mejores técnicas disponibles elaboradas por la Comunidad Europea (Best available techniques Reference document – BREFs)  
<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
5. Considerar múltiples beneficios (co-beneficios)



### 3. Diagnóstico

### Fuentes de información utilizadas

- SISTAM, 2014. "Generación de antecedentes técnicos y económicos para la elaboración de una norma de emisión para calderas y procesos industriales con combustión en el sector industrial, comercial y residencial" y base de datos.
- Base de datos de Seremi de Salud RM, año base 2014, Base de datos actualizada a Marzo de 2015 (7.382 registros de calderas)

#### Comentarios:

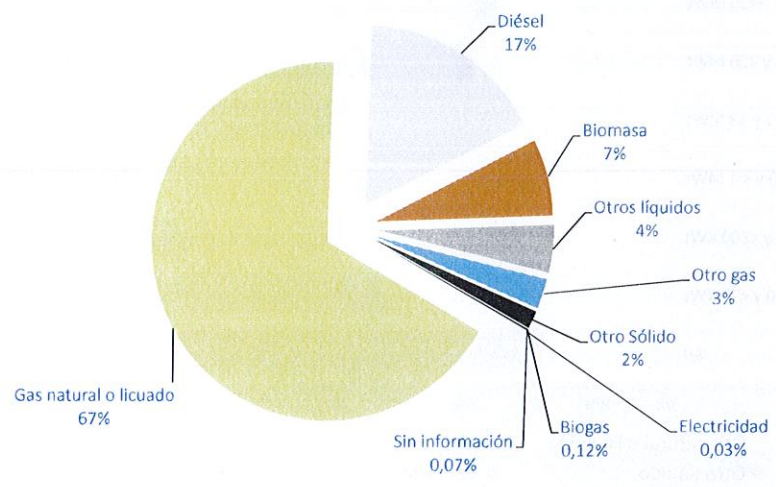
- Se usó base de datos asumiendo supuesto que refleja el parque al año 2013
- Se cuenta con 10.483 registros de calderas.
- La base de datos no considera el parque de calderas de celulosas y el parque de generación de termoelectricidad.
- La base de datos toma como origen el RETC
- Existen altas incertidumbres en la información, es lo mejor disponible.



# ¿Qué tipo de combustibles utilizan las calderas existentes?

No incluye las 51 calderas de las plantas de celulosa y las calderas de generación de termoeléctrica ≥ 50MWt.

Universo de calderas a nivel país: 10.483



## Descripción de Combustibles

Biomasa: Aserrín, biomasa, carbón de leña, leña, pellets de madera, viruta, despuntes.

Otros líquidos: aceite usado, bunker, querosene, metanol, petróleo N° 5 y N° 6.

Otro gas: butano, propano, gas de alto horno, gas de cañería nominado gas de ciudad y gas de refinería.

Otro sólido: carbón bituminoso, carbón coke, combustible sólido alternativo denominado cascara de avena.

Fuente Información: Base estudio Sistem, 2014 (año base 2012) y Base Seremi Salud RM, 2015

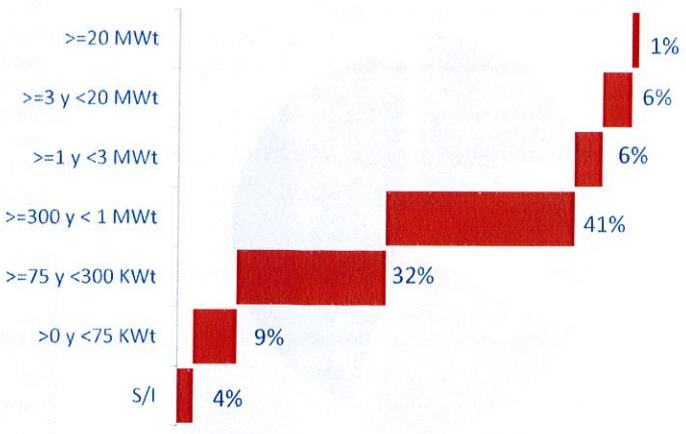
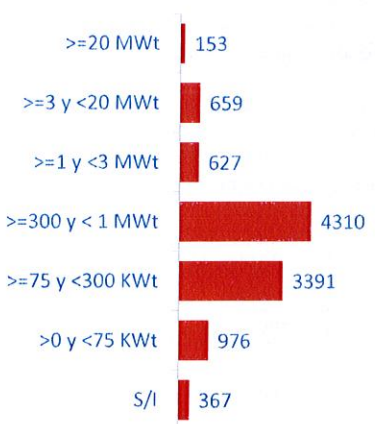


# ¿Cuál es el tamaño en kW de las calderas existentes al 2013?

No incluye las 51 calderas de las plantas de celulosa y las calderas de generación de termoeléctrica ≥ 50MWt.

Universo de calderas: 10.483

## N° calderas



**Sobre un 80 % de las calderas está en un tamaño menor a 1 MWt**

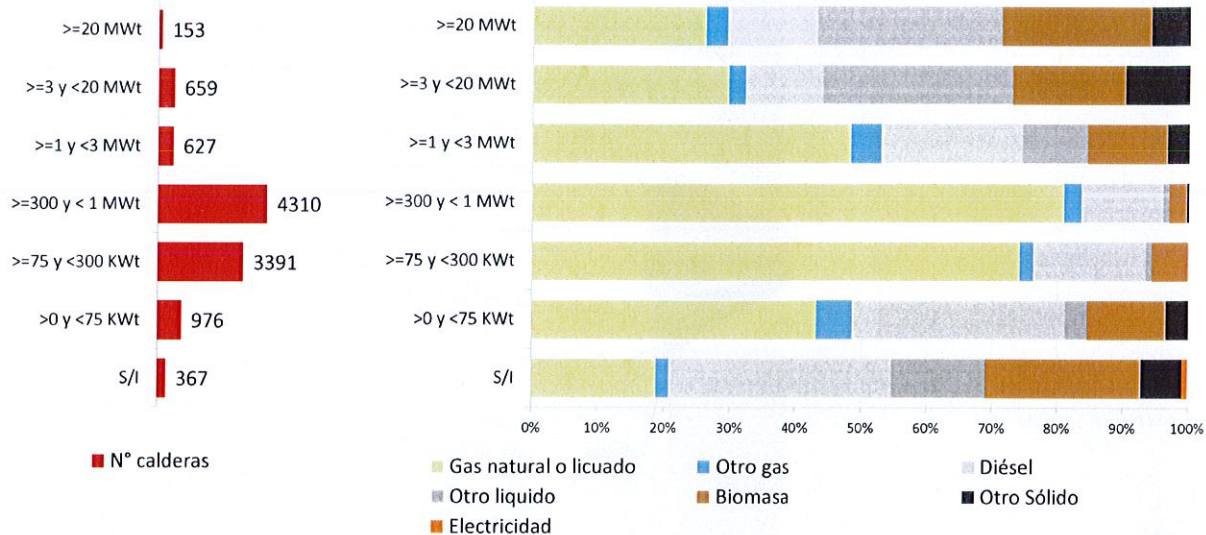
Fuente Información: Base estudio Sistem, 2014 (año base 2012) y Base Seremi Salud RM, 2015



## ¿Qué tipo de combustible se usa por tamaño?

No incluye las 51 calderas de las plantas de celulosa y las calderas de generación de termoeléctrica  $\geq 50$ MWt.

Universo de calderas: 10483

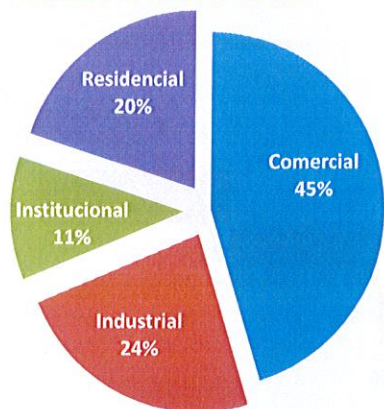


Fuente Información: Base estudio Sistas, 2014 (año base 2012) y Base Seremi Salud RM, 2015

## ¿Cómo se distribuyen las calderas por sector Residencial, Comercial, Institucional e Industrial?

No incluye las 51 calderas de las plantas de celulosa y las calderas de generación de termoeléctrica  $\geq 50$ MWt

Universo de calderas: 10483



- (1) Sector residencial considera calderas de comunidades de edificios y viviendas
- (2) Sector institucional considera calderas utilizadas en instituciones públicas, hospitales, clínicas y centros deportivos
- (3) Sector Industrial considera calderas de empresas con procesos productivos
- (4) Sector comercial considera calderas de centros comerciales, bancos y calderas que no se consideran en las otras clasificaciones.

Sector	Potencia térmica	
	$< 1$ MWt	$\geq 1$ MWt
Residencial	98%	2%
Comercial	93%	7%
Institucional	92%	8%
Industrial	59%	41%

Fuente Información: Base estudio Sistas, 2014 (año base 2012) y Base Seremi Salud RM, 2015

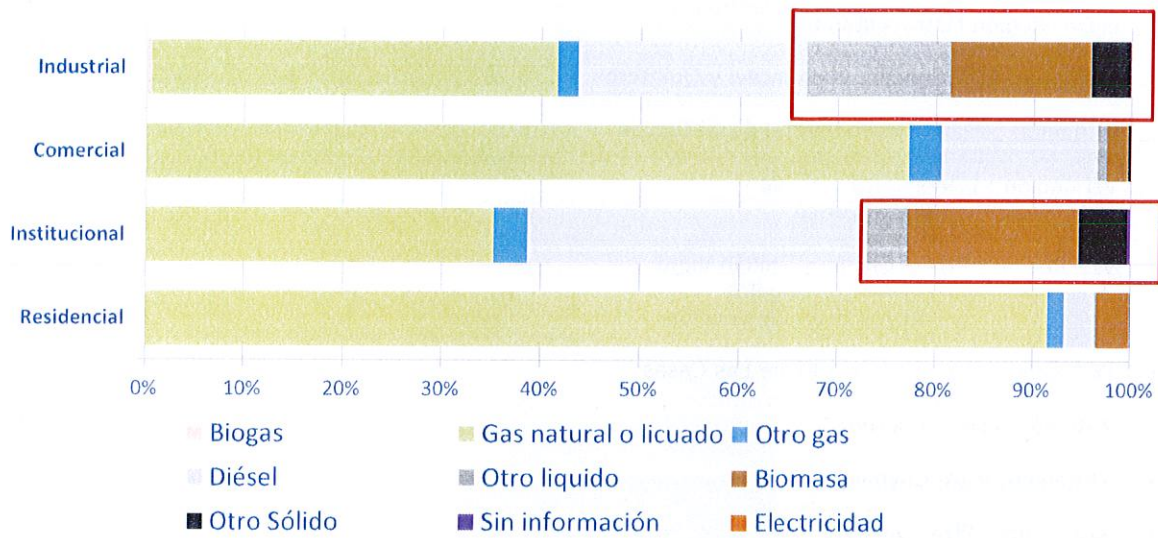
**El foco de la regulación se dirige al sector Industrial y en menor medida a las calderas mayor a 1MW del sector comercial e Institucional.**



000398

# Combustibles utilizados en cada sector

No incluye las 51 calderas de las plantas de celulosa y las calderas de generación de termoeléctrica ≥ 50MWt.

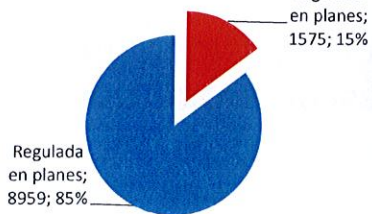


Otros líquidos: aceite usado, bunker, queroseno, metanol, petróleo N° 5, petróleo N° 6, Otro Sólido: carbón bituminoso, carbón coke, combustible sólido alternativo (cascara de avena)  
 Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente

# ¿Cuántas calderas se regulan por los planes y para qué contaminantes?

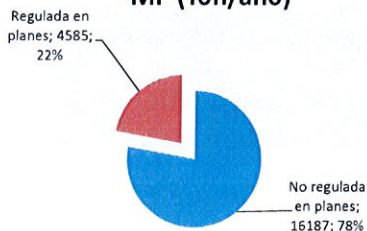
No incluye las 51 calderas de las plantas de celulosa y las calderas de generación de termoeléctrica ≥ 50MWt.

## N° calderas reguladas

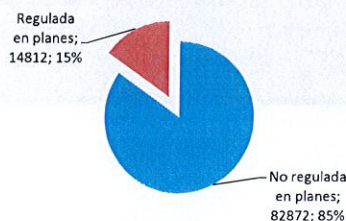


- Con los planes se establecen límites de emisión para el 85% de las calderas del país
- El 15% restante no cuenta con exigencias de un límite de emisión
- El 15% restante aporta:
  - Un 78% de las emisiones totales estimadas de MP
  - Un 85% de las emisiones totales estimadas de SO2
  - Un 56% de las emisiones totales estimadas de NOx

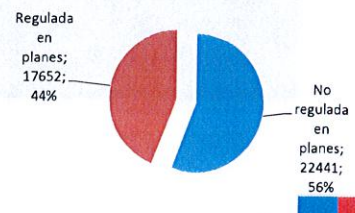
## MP (Ton/año)



## SO2 (Ton/año)

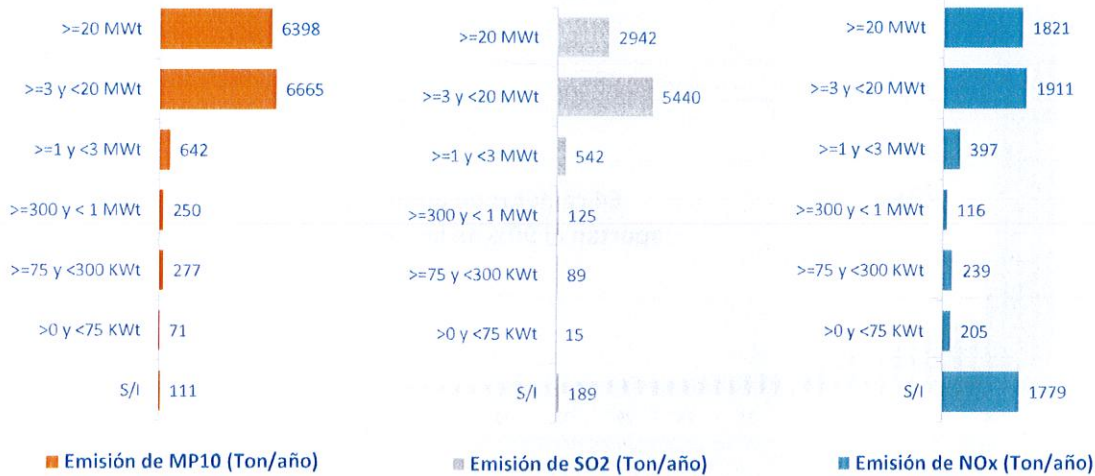


## NOx (Ton/año)





## Estimación de emisiones reportada por estudios, según potencia térmica de las calderas no incluidas en los planes de descontaminación



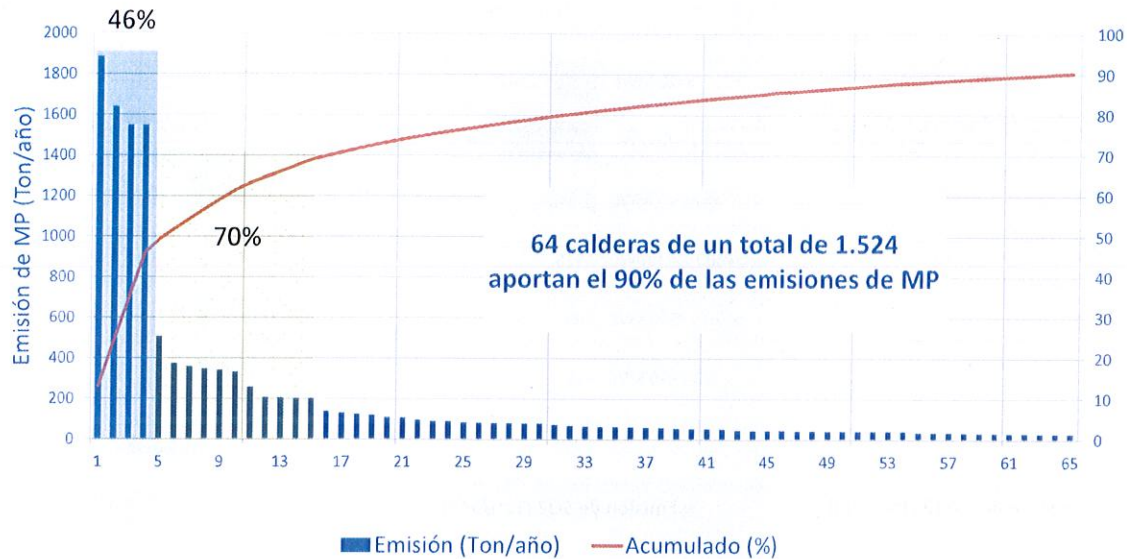
Fuente Información: Base estudio Sistam, 2014 (año base 2012) y Base Seremi Salud RM, 2015

## Metodología de estimación de emisión de MP, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> utilizadas en el estudio disponible

Estudio "Generación de antecedentes técnicos y económicos para la elaboración de una norma de emisión para calderas y procesos industriales con combustión en el sector industrial, comercial y residencial", Sistam Ingeniería, año 2014.

- Considera factor de emisión en base a la "Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes" publicada por CONAMA, MINSAL y SECTRA en el 2009.
- Considera muestreo isocinético y nivel de operación declarado en caso de existir información.

## Ranking de emisiones de MP calderas no incluidas en planes de descontaminación



Fuente Información: Base estudio Sistem, 2014 (año base 2012) y Base Seremi Salud RM, 2015

## Establecimientos mayores emisores de MP calderas no incluidas en planes de descontaminación

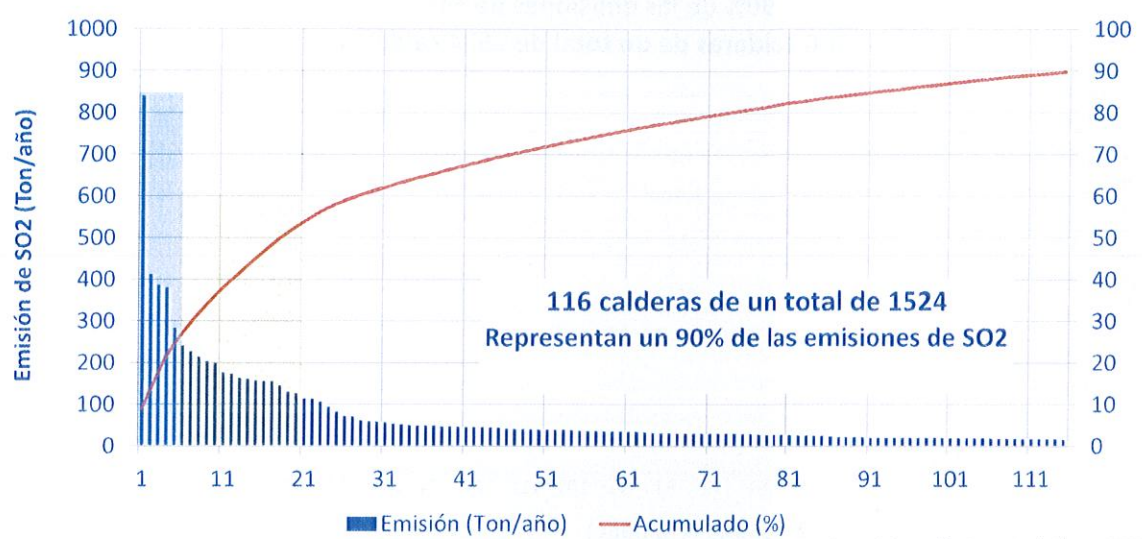
N°	Razón Social	Combustible	Emisión MP (Ton/año)	Rango potencia	Región	Comuna	Acumulado (%)
1	Paneles Arauco S.A.	Biomasa Combustible	1886	>=20 MWt	VIII	Ránquil	13
2	Paneles Arauco S.A.	Biomasa Combustible	1640	>=20 MWt	VIII	Yungay	24
3	Comercial Maxagro Ltda.	Lena	1547	>=3 y <20 MWt	VI	Pichidegua	35
4	Comercial Maxagro Ltda.	Viruta, Despuntes	1547	>=3 y <20 MWt	VI	Pichidegua	46
5	Forestal Andes Ltda.	Aserrín	506	>=20 MWt	IX	Freire	49
6	Kimwood S.A.	Viruta, Despuntes	374	>=3 y <20 MWt	VIII	Cabrero	52
7	Agrícola Y Forestal BAGARO Ltda.	Aserrín	359	>=20 MWt	VIII	Mulchén	55
8	Masonite Chile S.A.	Biomasa Combustible	347	>=20 MWt	VIII	Cabrero	57
9	Extractos Naturales Gelymar	Viruta, Despuntes	342	>=20 MWt	X	Puerto Montt	59
10	CMPC Maderas S.A.	Biomasa Combustible	332	>=3 y <20 MWt	VII	Constitución	62
11	Polincay Export Ltda.	Viruta, Despuntes	257	>=3 y <20 MWt	XIV	La Unión	63
12	Viñuela	Aserrín	206	>=3 y <20 MWt	VIII	Coelemu	65
13	Mestre	Viruta, Despuntes	206	>=3 y <20 MWt	VII	Constitución	66
14	Maderas Martin Ltda	Biomasa Combustible	203	>=75 y <300 KWt	VII	Constitución	68
15	Mestre	Viruta, Despuntes	202	>=3 y <20 MWt	VII	Constitución	69
16	Aserraderos Arauco S.A.	Biomasa Combustible	138	>=20 MWt	XIV	Mariquina	70
17	CMPC Maderas S.A.	Biomasa Combustible	131	>=20 MWt	VIII	Nacimiento	71
18	Eagon	Biomasa Combustible	124	>=20 MWt	IX	Lautaro	72
19	Energías Industriales S.A.	Carbón Bituminoso	120	>=3 y <20 MWt	X	Puerto Varas	73
20	Industrial Agrifor Ltda.	Aserrín	109	>=3 y <20 MWt	IX	Perquenco	73
21	Industrias Río Itata II S.A.	Biomasa Combustible	108	>=3 y <20 MWt	VIII	Treguaco	74

17 establecimientos

Note: Selección de emisión de calderas mayor o igual a 100 (Ton/año)

000400

# Emisiones de SO2 calderas no incluidas en planes de descontaminación



Nota:  
 (1) No incluye las 51 calderas de celulosa  
 (2) Base de Datos complementada: Todas las regiones, año base 2012 y RM año base 2014 (7382 calderas)  
 Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente

Fuente Información: Base estudio Sistem, 2014 (año base 2012) y Base Seremi Salud RM, 2015

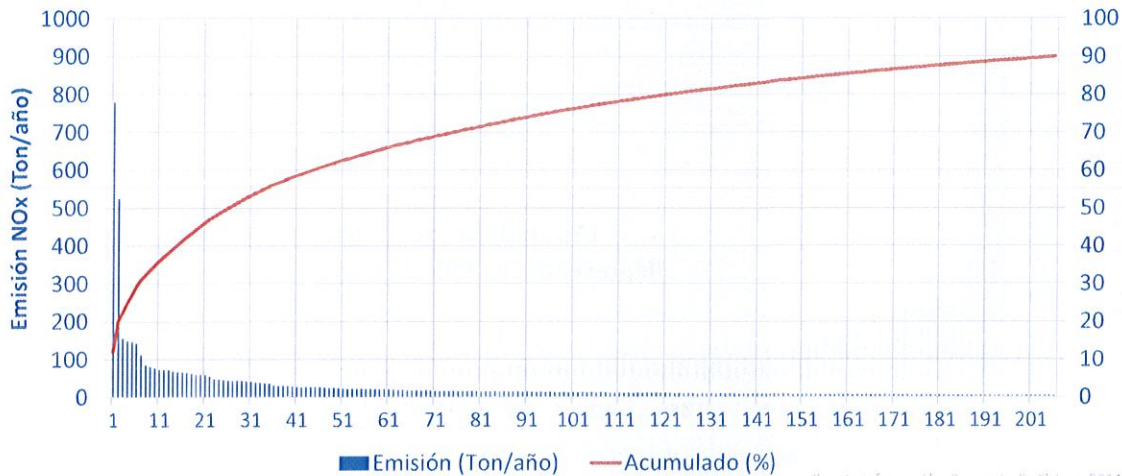
# Establecimientos mayores emisores de SO2 calderas no incluidas en planes de descontaminación

N°	Razón social	Combustible	Emisión SO2 (Ton/año)	Rango potencia	Región	Comuna	Acumulado (%)
1	Energías Industriales S.A.	Carbón Bituminoso	840	>=3 y <20 MWt	X	Puerto Varas	9
2	Iansagro S.A.	Carbón Bituminoso	387	>=20 MWt	VIII	San Carlos	18
3	Iansagro S.A.	Carbón Bituminoso	380	>=20 MWt	VIII	San Carlos	22
4	Cooperativa Agrícola y Lechera de La Unión Ltda.	Petróleo N° 5	284	>=3 y <20 MWt	XIV	La Unión	25
5	Orafti Chile S. A.	Petróleo N° 6	240	>=20 MWt	VIII	Pemuco	27
6	Cooperativa Agrícola y Lechera de La Unión Ltda.	Petróleo N° 5	227	>=3 y <20 MWt	XIV	La Unión	30
7	Orafti Chile S. A.	Petróleo N° 6	214	>=20 MWt	VIII	Pemuco	32
8	Inmuebles Cataluña Ltda	Petróleo N° 6	203	>=20 MWt	X	Ancud	34
9	Empresas Carozzi S.A.	Petróleo N° 6	199	>=20 MWt	VII	Teno	36
10	Catamutun Energía S.A.	Carbón Bituminoso	176	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco	38
11	Iansagro S.A.	Carbón Bituminoso	174	>=20 MWt	VII	Linares	40
12	Algas Marinas S.A.	Petróleo N° 6	163	>=3 y <20 MWt	V	Calera	42
13	Empresas Carozzi S.A.	Petróleo N° 6	161	>=20 MWt	VII	Teno	43
14	Iansagro S.A.	Carbón Bituminoso	157	>=3 y <20 MWt	VII	Linares	45
15	Catamutun Energía S.A.	Carbón Bituminoso	156	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco	47
16	Iansagro S.A.	Carbón Bituminoso	155	>=20 MWt	VII	Linares	48
17	SQM Industrial	Petróleo N° 6	145	>=3 y <20 MWt	II	María Elena	50
18	Catamutun Energía S.A.	Carbón Bituminoso	130	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco	51
19	Nestlé Chile S.A.	Carbón Bituminoso	127	>=3 y <20 MWt	X	Llanquihue	53
20	Catamutun Energía S.A.	Carbón Bituminoso	115	>=3 y <20 MWt	X	Castro	54
21	Cartulinas CMPC S.A.	Petróleo N° 6	114	>=3 y <20 MWt	VII	Yerbas Buenas	55
22	Cartulinas CMPC S.A.	Petróleo N° 6	107	>=3 y <20 MWt	VII	Yerbas Buenas	56

12 establecimientos  
 Nota: Selección de emisión de calderas mayor o igual a 100 (Ton/año)

## Emisiones de NOx calderas no incluidas en planes de descontaminación

90% de las emisiones de NOx  
206 calderas de un total de 1524 calderas



Nota:

(1) No incluye las 51 calderas de celulosa

(2) Base de datos complementada. Todas las regiones, año base 2012 y RM año base 2014 (7382 calderas)

Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente

Fuente información: Base estudio Sístam, 2014  
(año base 2012) y Base Seremi Salud RM, 2015

77

## Razón social de calderas con mayor emisión de NOx calderas no incluidas en planes de descontaminación

N°	Razón Social	Combustible	Emisión NOx (Ton/año)	Rango potencia	Región	Comuna	Acumulado (%)
1	Paneles Arauco S.A.	Sin información	780		S/VIII	Ránquil	12
2	Paneles Arauco S.A.	Sin información	526		S/VIII	Yungay	20
3	Clínica Ciudad del Mar S.A.	Gas Natural	156	>=20 MW	V	Viña del Mar	23
4	Energías Industriales S.A.	Carbón Bituminoso	150	>=3 y <20 MW	X	Puerto Varas	25
5	Clínica Ciudad del Mar S.A.	Gas Natural	148	>=20 MW	V	Viña del Mar	27
6	Aserraderos Arauco S.A.	Sin información	144		S/XIV	Mariquina	29
7	Papeles Río Vergara S.A	Petróleo N°6	113	>=1 y <3 MW	VIII	Nacimiento	31

Nota: Selección de emisión de calderas mayor o igual a 100 (Ton/año)

## Estimación de las emisiones de Mercurio para calderas que utilizan carbón bituminoso, que no son incluidas en planes

- 32 calderas en total usan carbón bituminoso, del sector industrial
- 28 calderas emiten más del 95% de Hg, y son mayor a 3 MWt
- Corresponden a 14 establecimientos
- Emisión estimada Hg: 32,5 (Kg/año)

Rango de potencia	Emisión Hg (Kg/año)	N° calderas
>=1 y <3 MWt	1,0	4
>=3 y <20 MWt	17,2	24
>=20 MWt	14,3	4
<b>Total</b>	<b>32,5</b>	<b>32</b>

- (1) Estimado por el Dpto. de Normas y Políticas
- (2) Factor de emisión Hg para caldera a carbón  $2,75 \times 10^{-7}$  (Kg/Kg de carbón), Guía metodológica para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas y móviles en el registro de emisiones y transferencia de contaminantes, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Tabla 6, Página 27, 2009.

## Emisión de Mercurio en establecimientos que utilizan carbón bituminoso, no incluidos en planes

	Razón social	Emisión de mercurio (Kg/año)	Rango potencia	Región	Comuna
1	ANSAGRO S.A.	5,06	>=20 MWt	VIII	San Carlos
2	ANSAGRO S.A.	4,98	>=20 MWt	VIII	San Carlos
3	CATAMUTUN ENERGIA S.A.	2,31	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco
4	ANSAGRO S.A.	2,27	>=20 MWt	VII	Linares
5	ANSAGRO S.A.	2,06	>=3 y <20 MWt	VII	Linares
6	CATAMUTUN ENERGIA S.A.	2,04	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco
7	ANSAGRO S.A.	2,04	>=20 MWt	VII	Linares
8	CATAMUTUN ENERGIA S.A.	1,71	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco
9	CATAMUTUN ENERGIA S.A.	1,38	>=3 y <20 MWt	X	Castro
10	CATAMUTUN ENERGIA S.A.	1,23	>=3 y <20 MWt	X	Castro
11	CATAMUTUN ENERGIA S.A.	1,08	>=3 y <20 MWt	IX	Victoria
12	NESTLE CHILE S.A.	0,86	>=3 y <20 MWt	X	Llanquihue
13	CONSERVERA PENTZKE	0,55	>=3 y <20 MWt	V	San Felipe
14	NUTRECO CHILE S. A.	0,50	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco
15	AISLAPOL S.A.	0,50	>=1 y <3 MWt	X	Puerto Montt
16	CATAMUTUN ENERGIA S.A.	0,49	>=3 y <20 MWt	X	Llanquihue
17	CATAMUTUN ENERGIA S.A.	0,47	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco
18	Danisco Chile S.A.	0,42	>=1 y <3 MWt	X	Calbuco
19	COOPERATIVA AGRICOLA PISQUERA ELQUI LTDA	0,39	>=3 y <20 MWt	IV	Ovalle
20	PESQUERA LOS FIORDOS LTDA.	0,37	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco
21	PESQUERA LOS FIORDOS LTDA.	0,36	>=3 y <20 MWt	X	Calbuco
22	COOPERATIVA AGRICOLA PISQUERA ELQUI LTDA	0,35	>=3 y <20 MWt	IV	Ovalle
23	CONSERVERA PENTZKE	0,34	>=3 y <20 MWt	V	San Felipe
24	South Pacific korp S.A.	0,24	>=3 y <20 MWt	IV	Coquimbo
25	South Pacific korp S.A.	0,18	>=3 y <20 MWt	IV	Coquimbo
26	ANSAGRO S.A.	0,10	>=1 y <3 MWt	XIV	La Unión
27	AGROINDUSTRIAL COLBUN LIMITADA	0,10	>=3 y <20 MWt	VII	Romerol
28	Fruticola Ramirana Ltda	0,04	>=3 y <20 MWt	VI	Lolol
29	Fruticola Ramirana Ltda	0,04	>=3 y <20 MWt	VI	Lolol
30	AGROCOMERCIAL AS LTDA	0,02	>=3 y <20 MWt	III	Freirina
31	AGROCOMERCIAL AS LTDA	0,02	>=3 y <20 MWt	III	Freirina
32	ECOFOD S.A.	0,00	>0 y <75 KWt	VII	Retiro

## 4. Escenarios Anteproyecto de Norma de Emisión para calderas y procesos

## Contenidos

1. ¿Qué contaminantes se regulan?
2. Definición de Caldera
3. ¿Qué fuentes con calderas se eximen de la norma?
4. Criterios de regulación
5. ¿A qué calderas existentes les aplicaría la norma de emisión nacional?
6. Propuesta de Límites de emisión calderas nuevas y existentes
7. Propuesta de plazos de adaptación para el cumplimiento
8. Identificación de otros co- beneficios que se lograrían con la norma





# 1. ¿Qué contaminantes se regulan?

- Contaminantes criterios: MP, SO2, NOx, CO
- Sustancia tóxica: Mercurio (Hg). Para calderas mayor o igual a 3 MWt, que utilice combustible sólido del tipo carbón o mezclas.
- Se debe analizar el impacto de establecer límite de emisión de CO para fuentes < 1MWt que usan combustible sólido, con el fin de reemplazar a exigencia de un limite de emisión de MP.

# 2. Propuesta de Definición de Caldera

- Dispositivo cerrado de combustión cuyo propósito principal es la recuperación de calor en forma de vapor y/o agua caliente o calentando un fluido térmico.



# 3. ¿Qué fuentes con calderas se eximen de la norma nacional de emisión para calderas? (1 de 2)



- a. Calderas de tamaño mayor o igual a 50 MWt, reguladas a través de la norma de emisión para centrales termoeléctricas (D.S N° 13 de 2011, del MMA)
- b. Calderas de locomotoras y calderas de embarcaciones de cualquier tipo.
- c. Calderas de uso domiciliario, destinadas a la calefacción para una casa habitación en forma individual .
- d. Calderas reguladas con límites de emisión establecidos en planes de descontaminación o prevención vigentes o que entren en vigencia antes del 31 de diciembre del 2018.





### 3. Otras Excepciones específicas respecto a demostrar el cumplimiento del límite de emisión en la estimación de costos (2 de 2)

Para calderas existentes y nuevas:

1. Que usen sólo biomasa no tratada, se excluyen de demostrar cumplimiento del límite de emisión de SO<sub>2</sub>.
2. Que utilicen un combustible líquido con contenido de azufre menor que 50 ppm, se excluyen de demostrar cumplimiento del límite de emisión de SO<sub>2</sub>.
3. Calderas que utilicen un combustible gaseoso, se excluyen de demostrar cumplimiento de emisión de MP.
4. Calderas que utilicen: gas licuado de petróleo (NCh 72/ 1999) y gas natural (NCh 2264/ 1999) de manera exclusiva y permanente, se excluyen de demostrar cumplimiento del límite de emisión de MP y SO<sub>2</sub>.



### 5. ¿A qué calderas existentes aplicará la norma de emisión nacional?

Potencia térmica	Decisión de Regulación por tipo de combustibles			
	CO	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
≥ 300 kWt - < 1MWt	Sólido			
≥ 1MWt - < 3 MWt		Líquido	Líquido	Gaseoso
≥ 3MWt - < 20 MWt		Sólido	Sólido	Líquido
≥ 20 MWt				Sólido

Distribución de emisiones de calderas existentes no reguladas en planes (%)				Decisión de Regulación
Potencia térmica	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	
<75 KWt	0%	0%	1%	No se regula
≥75 y <300 KWt	2%	0%	1%	No se regula
≥300 y < 1 MWt	2%	0%	1%	Se regula solo CO
≥1 y <3 MWt	4%	1%	2%	MP - SO <sub>2</sub>
≥3 y <20 MWt	44%	7%	9%	MP - SO <sub>2</sub> - NO <sub>x</sub>
≥20 MWt	48%	92%	79%	MP - SO <sub>2</sub> - NO <sub>x</sub>
S/I	1%	0%	8%	
	100	100	100	



## 6. Propuesta de límite de emisión MP, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO Calderas Existentes (1 de 4)

Escenarios	Potencia térmica de la caldera	MP(mg/m3N)		SO <sub>2</sub> (mg/m3N)			NO <sub>x</sub> (mg/m3N)		
		Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido
1	≥ 1MWt - < 3 MWt	20	20	100	350	350	100	200	300
	≥ 3MWt - < 20 MWt	20	20	50	350	350	30	200	300
	≥ 20 MWt	20	20	50	350	350	30	200	300
2	≥ 1MWt - < 3 MWt	50	50	100	500	600	n.a	n.a	n.a
	≥ 3MWt - < 20 MWt	50	50	100	500	600	30	460	650
	≥ 20 MWt	30	30	100	500	400	30	200	500

- Se establece límite de emisión de CO de 125 mg/Nm<sup>3</sup>, para calderas existentes de potencia térmica mayor o igual que 300 kWt y menor que 1MWt.

## 6. Propuesta de límites de emisión MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> Calderas Nuevas (2 de 4)

Potencia térmica	Nuevas			
	CO	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
< 300 MWt	Gaseoso Líquido Sólido	Líquido Sólido	Líquido Sólido	Gaseoso Líquido Sólido
≥ 300 kWt - < 1MWt				
≥ 1MWt - < 3 MWt				
≥ 3MWt - < 20 MWt				
≥ 20 MWt				

Potencia térmica de la caldera	MP(mg/m3N)		SO <sub>2</sub> (mg/m3N)			NO <sub>x</sub> (mg/m3N)		
	Líquido	Sólido	Gaseoso	Líquido	Sólido	Gaseoso	Líquido	Sólido
≥ 1MWt - < 3 MWt	20	20	100	350	350	100	200	300
≥ 3MWt - < 20 MWt	20	20	100	350	350	30	200	300
≥ 20 MWt	20	20	50	350	350	30	200	300

## 6. Propuesta de límites de emisión MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> Calderas Nuevas potencia térmica menor 1 MWt (3 de 4)

- Se establece límite de emisión de MP de 50 mg/m<sup>3</sup>N para caldera mayor o igual a 75 Kwt y menor a 300 kwt.
- Se establece límite de emisión de MP y CO para caldera mayor o igual a 300 Kwt y menor a 1 MWt, según combustible utilizado

Estado del Combustible	Material particulado (MP) mg/m <sup>3</sup> N	Monóxido de carbono (CO) mg/m <sup>3</sup> N
Gaseoso	n.a	80
Líquido	20	80
Sólido	20	125

## 6. Límite de emisión Hg Calderas nuevas y existentes (4 de 4)

- Límite de emisión para Mercurio (Hg) de 0,1 (mg/Nm<sup>3</sup>), para las calderas existentes y nuevas, de potencia térmica mayor o igual a 3 MWt, que utilicen carbón y/o petcoke.
- Mismo valor y unidades que tiene D.S 13/2011, Norma de emisión para centrales termoeléctricas y D.S. 29/2013, Norma de emisión para incineración, coincineración.
- El método de medición es CH-29, "Determinación de emisión de metales desde fuentes fijas"

## 7. Propuesta de plazos para el cumplimiento (1 de 2)

Se considera plazo otorgado en otras normas o planes

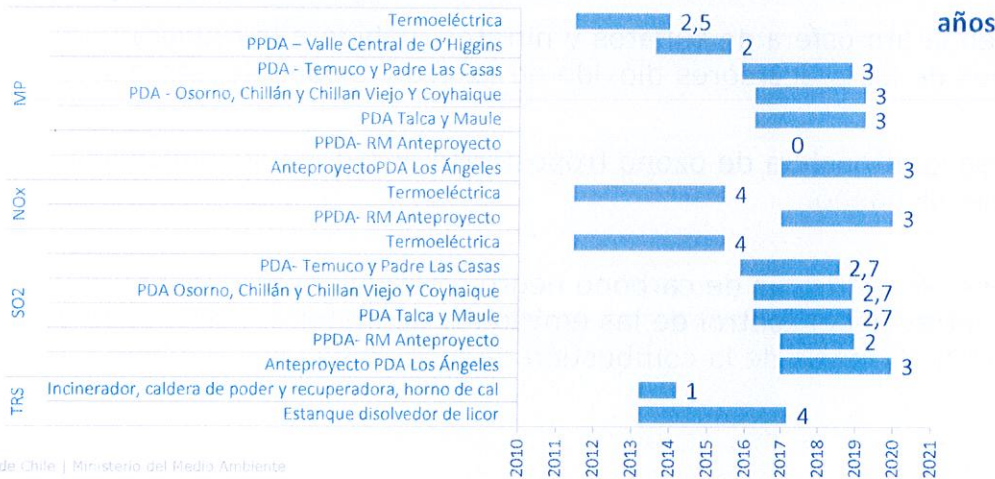
### Variables críticas:

- Layout existente
- Plazos de ingreso al SEIA
- Antigüedad y requerimientos de retrofit
- Adaptación de chimeneas

### Plazos:

Máximo: 4 años  
Mínimo: 1 año

Se observa que desde el año 2020 se empiezan a cumplir todas las exigencias contenidas en los planes.



## 7. Propuesta de plazos para el cumplimiento (2 de 2)

- Caldera existente de potencia térmica < 1 MWt , tiene un plazo de cumplimiento 7 años.
- Caldera existente de potencia mayor o igual a 1 MWt:

Potencia térmica de la caldera	Plazos
≥ 1MWt - < 3 MWt	5 años
≥ 3MWt - < 20 MWt	4 años
≥ 20 MWt	4 años

- Caldera nueva cumple desde el inicio de la operación.



## 8. Identificación de otros co- beneficios que se lograrían con la norma

- Reducción de sustancias tóxicas a través del control de las emisiones de material particulado (siempre y cuando los límites sean menor a 30 mg/m<sup>3</sup>).
- Reducción en la atmósfera de sulfatos y nitratos, debido a la reducción de las emisiones de los precursores dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno
- Reducción en la atmósfera de ozono troposférico al reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno.
- Reducción de las partículas de carbono negro, contaminante climático de vida corta, a través del control de las emisiones de material particulado y al aumentar la eficiencia de la combustión de biomasa y combustibles fósiles.



Muchas Gracias.



# AGIES Norma Nacional para Calderas

## Resultados parciales de escenarios normativos



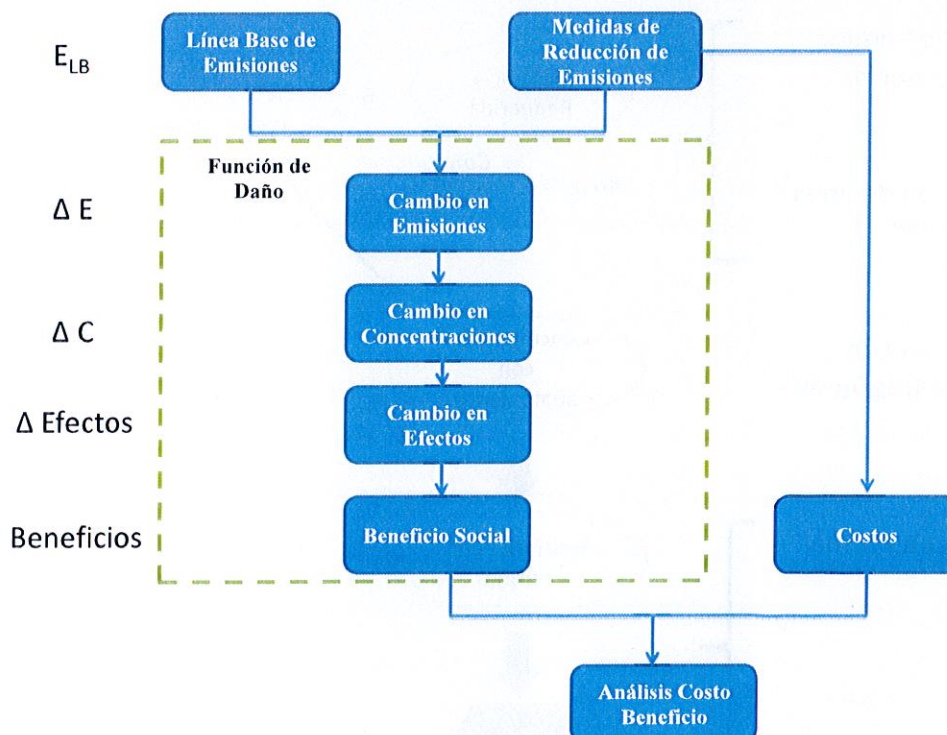
Ministerio del  
Medio  
Ambiente

Departamento de Economía Ambiental

11 enero de 2017

Gobierno de Chile

### Metodología del AGIES

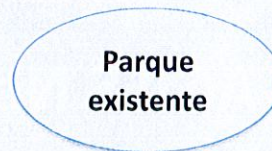


# Metodología <sup>201405 VTA</sup>

## Línea Base de Emisiones

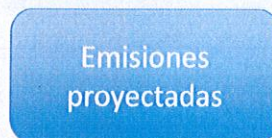
### 1. Base de datos\* nacional consolidada (2016) de calderas

- Uniformización
- Correspondencia de las fuentes
- Filtrado, reestimación y completitud



### 2. Proyección de emisiones de línea base

- Calderas existentes
- Calderas nuevas (tasas históricas de crecimiento, en promedio 3,3%)



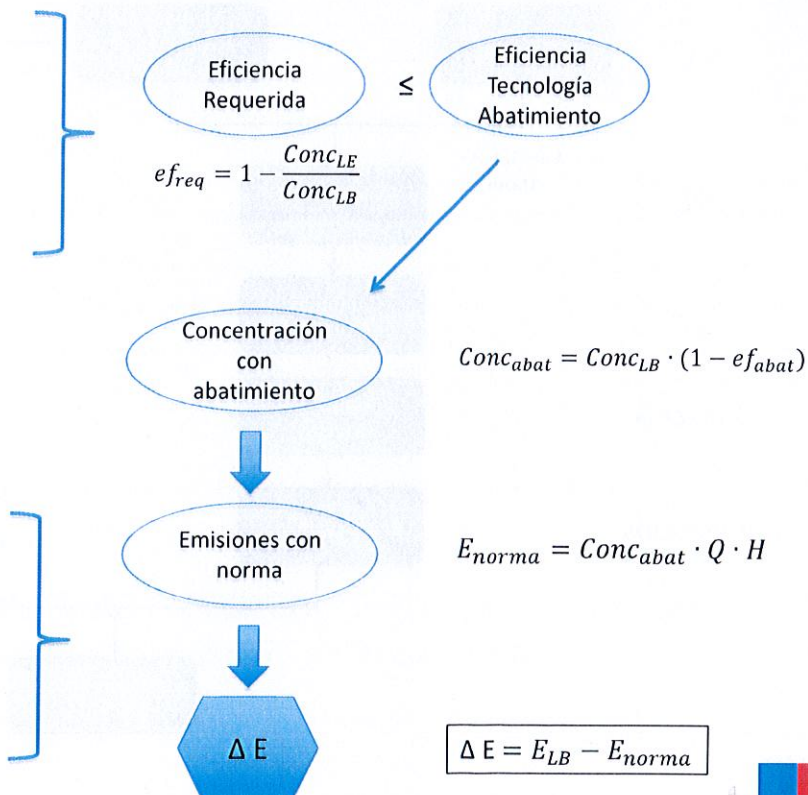
- Información base: BD SISTAM (año base 2012) y ATS para la RM (año base 2014)
- Greenlab, 2016. "Antecedentes para la elaboración de la norma nacional de calderas y procesos de combustión (hornos de vidrio y cementeras)". Disponible en <http://sinia.mma.gob.cl/>

3

# Metodología

## Cambio en Emisiones (MP, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y Hg)

- Concentración límite definida por norma (mg/m<sup>3</sup>N)
- Concentración de línea base (mg/m<sup>3</sup>N)
- Concentración con abatimiento (mg/m<sup>3</sup>N)
- Emisiones con norma (ton/año)
- Emisiones línea base (ton/año)



4

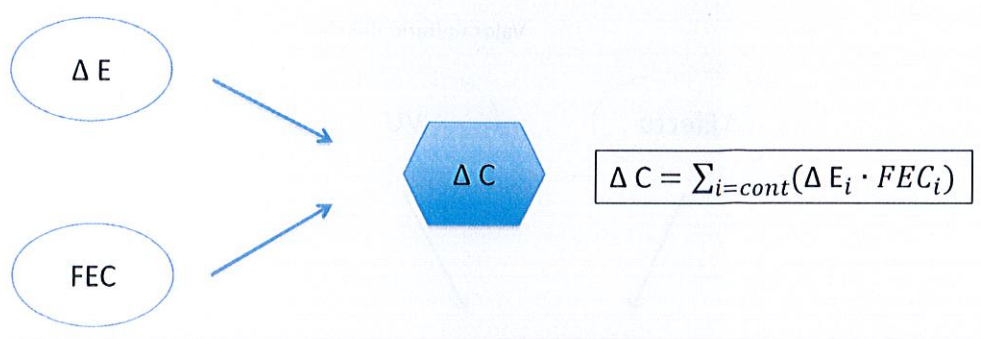


## Metodología

### Cambio en Concentraciones (MP, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>)



000406



$$FEC_{cont} \left( \frac{\mu g_{MP_{2,5}}/m^3}{ton_{cont}} \right) *$$

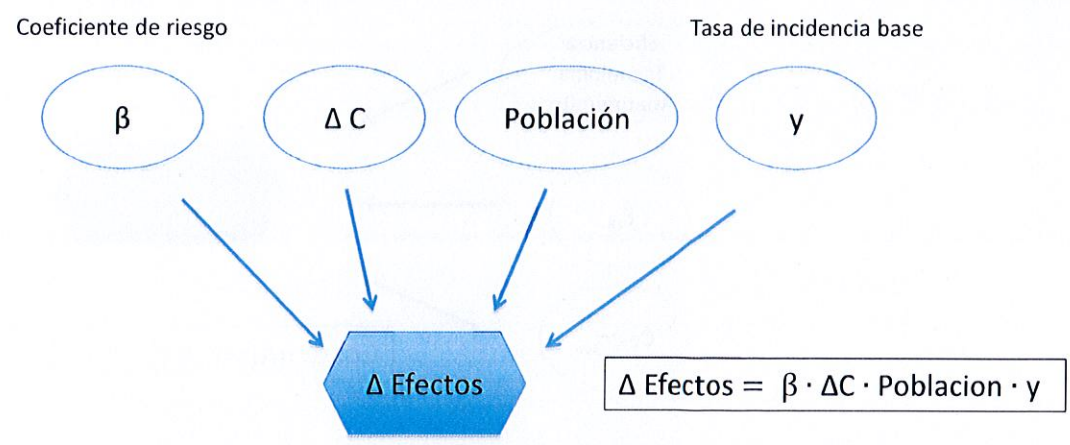
cont = MP<sub>2,5</sub> - SO<sub>2</sub> - NO<sub>x</sub>

\* Cifuentes, 2010. "Relación de la norma de calidad primaria MP 2,5 con la norma de calidad primaria de MP10"



## Metodología

### Cambio en Efectos



Evento	Efecto (MP <sub>2,5</sub> )
Mortalidad	Cardiopulmonar largo plazo
Admisiones hospitalarias	Asma (crónica)
	Cardiovascular
	Respiratorias crónicas
	Neumonía
Visitas Salas de Emergencia	Asma
Productividad perdida	Días laborales
	Días de actividad restringida
	Días de actividad restringida menor

Evento	Efecto (MP <sub>10</sub> )
Mortalidad	Todas las causas largo plazo
Admisiones hospitalarias	Bronquitis
	Bronquitis crónica

\* 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"

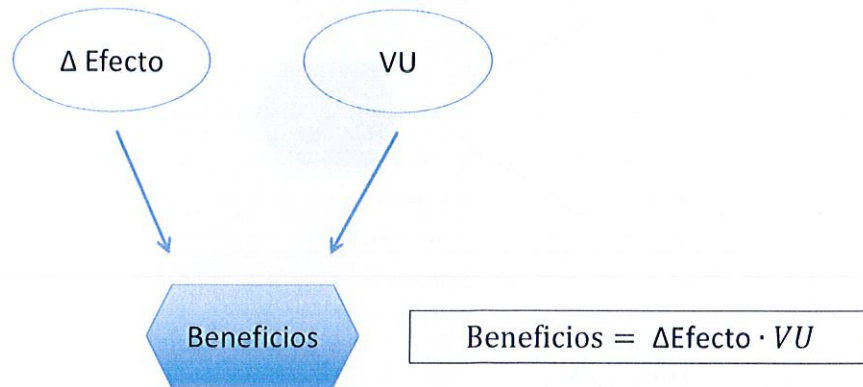


# Metodología

## Valoración de beneficios

000406 VTA

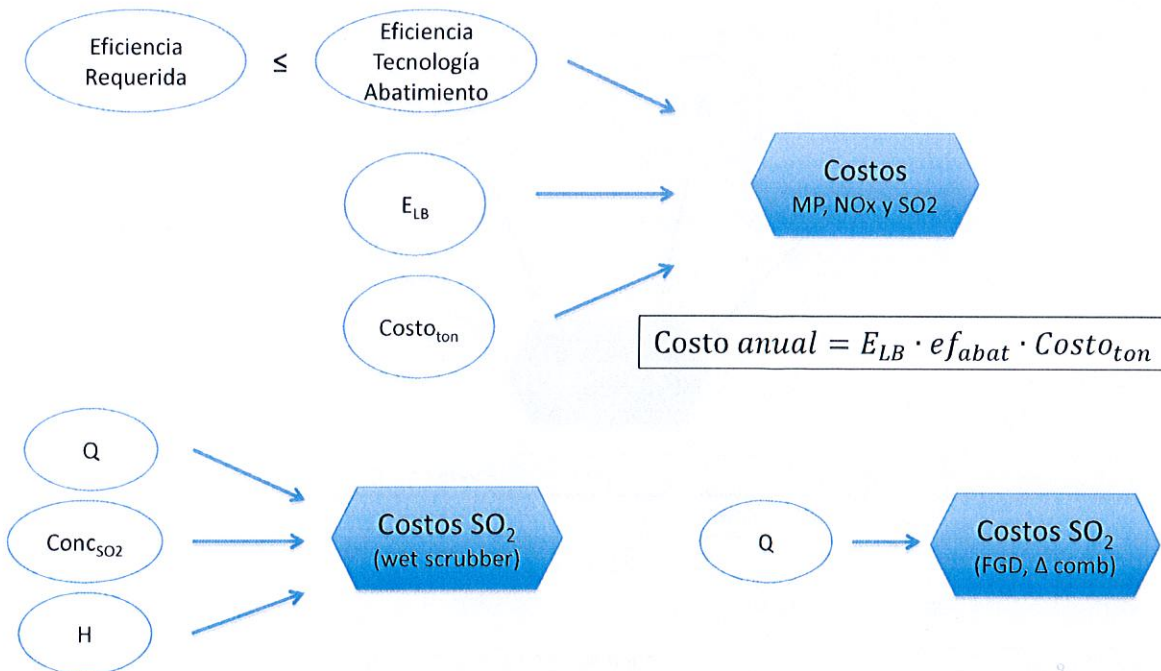
Valor unitario del Efecto



\* 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.

# Metodología

## Costos



→ Se asigna, mediante modelo de optimización, la tecnología de abatimiento menos costosa para cada fuente.

# Metodología

## Costos

Equipo control	Contaminante	Reducción [%]	Sólido	Líquido	Gas	Fuente estimación costos	Principal variable
LNB (Low-Nox Burner)	NOx	47,5	✓	✓	✓	CoST (US-EPA, 2016)	Toneladas reducidas
SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction)	NOx	45	✓	✓	✓		Toneladas reducidas
SCR (Selective Catalytic Reduction)	NOx	80	✓	✓	✓		Toneladas reducidas
LNB+SCR	NOx	91	✓	✓	✓		Toneladas reducidas
LNB+SNCR	NOx	69,5	✓	✓	✓		Toneladas reducidas
ESP (Electrostatic Precipitator)	MP	98	✓	✓	✓		Toneladas reducidas
Filtro de Mangas	MP	99	✓				Toneladas reducidas
Venturi	MP	87	✓	✓			Toneladas reducidas
Wet Scrubber	SO2	95	✓	✓	✓		Caudal de salida, Concentración, Horas de uso
FGD Seco	SO2	90	✓	✓			Caudal de salida
FGD Húmedo	SO2	90	✓	✓			Caudal de salida
Combustible bajo en S	SO2	75	✓	✓			Caudal de salida

000407

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

# Resultados

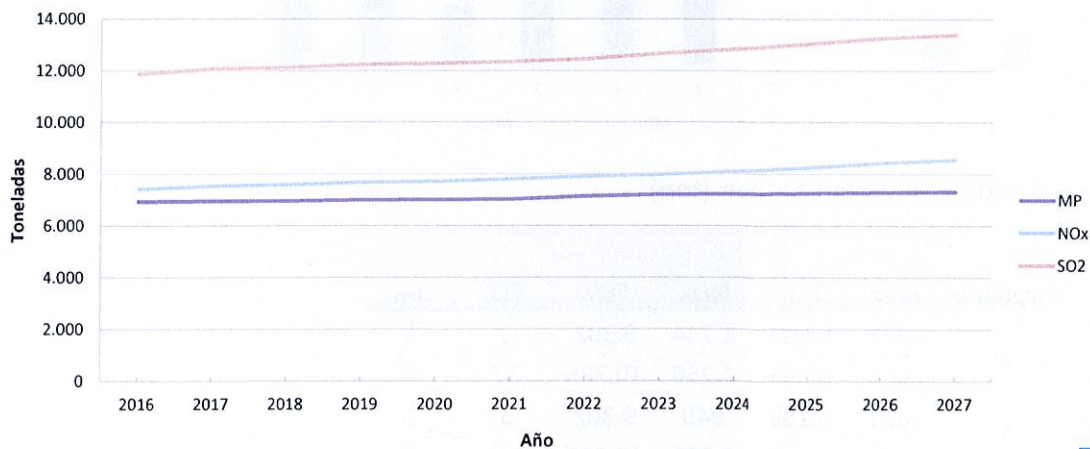
## Línea base de emisiones

Emisiones de calderas existentes al 2014, con y sin PPDA

PPDA	N° Fuentes	Potencia [MWt]	Emisiones (ton)				
			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
<b>Total</b>	<b>10.047</b>	<b>16.138</b>	<b>11.525</b>	<b>13.279</b>	<b>20.045</b>	<b>30.301</b>	<b>0,11</b>

\*PPDAs: Chillán-Chillán viejo, Coyhaique, Curicó, Gran Concepción, Los Angeles, Osorno, Puchuncaví-Quintero, RM, Talca-Maule, Temuco-PLC, Valdivia, Valle Central de la Sexta región.

Emisiones de línea base proyectadas (sin PPDA)



# Escenarios Evaluados

## Límites máximos de emisión

000407 VTA

### Calderas Existentes

Escenario	Potencia (MWt)	MP (mg/m <sup>3</sup> N)		SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> N)			NO <sub>x</sub> (mg/m <sup>3</sup> N)		
		Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido
1	≥ 1 - < 3	20	20	100	350	350	100	200	300
	≥ 3 - < 20	20	20	50	350	350	30	200	300
	≥ 20	20	20	50	350	350	30	200	300
2	≥ 1 - < 3	50	50	100	500	600	N.A.	N.A.	N.A.
	≥ 3 - < 20	50	50	100	500	600	30	460	650
	≥ 20	30	30	100	500	400	30	200	500

### Calderas Nuevas

Potencia (MWt)	MP (mg/m <sup>3</sup> N)		SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> N)			NO <sub>x</sub> (mg/m <sup>3</sup> N)		
	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido
≥ 1 - < 3	20	20	100	350	350	100	200	300
≥ 3 - < 20	20	20	100	350	350	30	200	300
≥ 20	20	20	50	350	350	30	200	300

### Calderas Nuevas menores a 1MWt

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

### Plazos

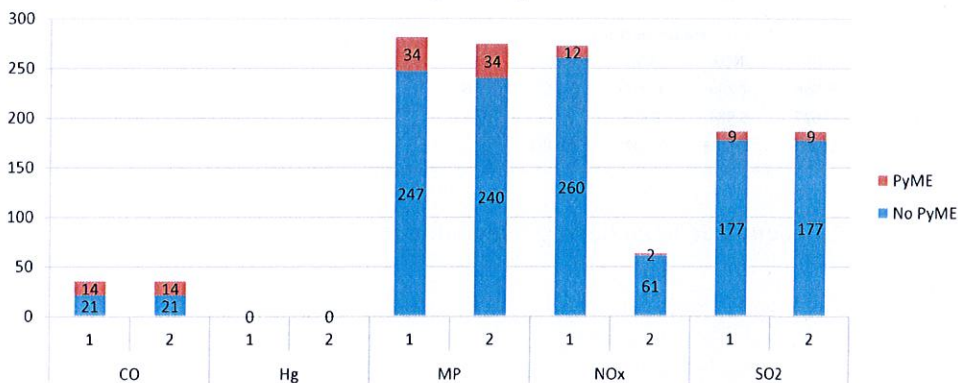
Potencia caldera existente	Plazo (años)
≥ 300 kWt - < 1 MWt	7
≥ 1 MWt - < 3 MWt	5
≥ 3 MWt	4

Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente

## Resultados

### Cambio en emisiones

#### Nº Fuentes que requerirían abatimiento



#### Reducción de emisiones (ton)

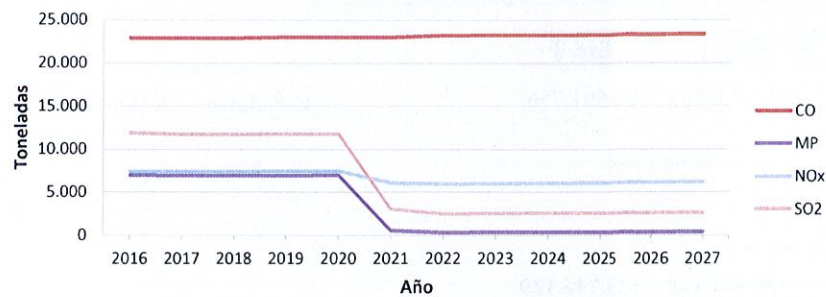
Escenario	Año	MP	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	Hg
1	2021	6.502	1.744	9.302	3	0
	2027	6.963	2.350	10.785	57	0
2	2021	6.188	949	9.302	3	0
	2027	6.650	1.385	10.785	57	0

Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente

# Resultados

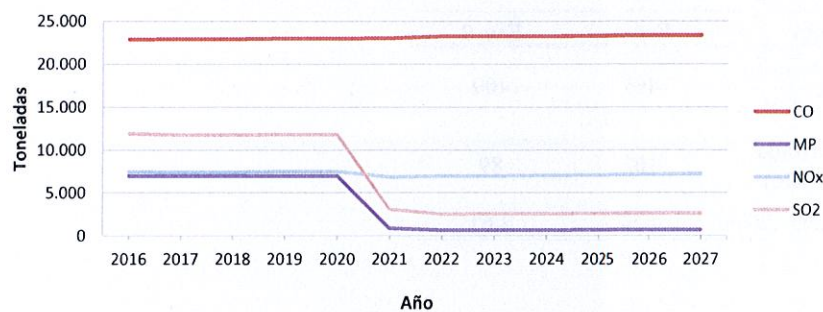
## Cambio en emisiones

Emisiones proyectadas - Esc. 1



000408

Emisiones proyectadas - Esc. 2



# Resultados

## Cambio en efectos

### Casos evitados por escenario

Escenario	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	[ 1711 - 4306 ]	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 - 1226 ]
	Admisiones hospitalarias	279	[ 166 - 381 ]	1.786	[ 1.065 - 2.438 ]
	Visitas Salas de Emergencia	2.355	[ 1496 - 3765 ]	16.108	[ 10.245 - 25.648 ]
	Productividad perdida (días)	286.478	[ 264.131 - 300.534 ]	1.959.384	[ 1.808.854 - 2.056.997 ]

# Resultados

## Costos y beneficios

000408 VTA

### Costos desagregados y distribución según categoría EMT

Tipo Costo	Esc. 1	Esc. 2
Costo Abatimiento	102.376.795	88.591.756
Costo Monitoreo	36.997.226	
Costo Fiscalización	157.147	
<b>Costo Total</b>	<b>139.531.168</b>	<b>125.746.129</b>

Escenario	EMT	Distribución costos
1	No	90,2%
	Si	9,8%
2	No	90,5%
	Si	9,5%

### Indicadores costo beneficio

Indicador	Esc. 1	Esc. 2
Beneficio valorizado (MMUSD/año)	465	409
Costo valorizado (MMUSD/año)	102	89
Razón Beneficio-Costo	4,54	4,61

# GRACIAS



Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

## Fuentes de información



- 0040900409
- SISTAM Ingeniería, 2014. "Generación de antecedentes técnicos y económicos para la elaboración de una norma de emisión para calderas y procesos con combustión en el sector industrial, comercial y residencial" (año base 2012).
  - ATS Energía, 2015. "Antecedentes para la elaboración de la norma de calderas, dentro del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférico para la región Metropolitana" (año base 2014, en base a base de datos de SEREMI de Salud RM).



## Tasa crecimiento anual y calderas nuevas por región.



Región	Tasa crecimiento anual	Calderas nuevas período
1	2.13%	14
2	2.35%	31
3 (1)	2.48%	5
4	3.93%	30
5	3.33%	82
6	3.03%	40
7	2.45%	55
8	4.07%	301
9	2.50%	160
10	2.30%	66
11	4.41%	170
12	3.42%	38
13	4.66%	5292
14	4.50%	345
15	7.72%	47

- (1) La tasa de crecimiento anual de la región de Atacama fue estimada como el promedio de las tasas de crecimiento entre las regiones de Antofagasta y Coquimbo



## Sectores a los que afecta la norma – Esc. 1

PyME - Categoría CIU	CO	Hg	MP	NOx	SO2
AGRICULTURA, GANADERIA CAZA Y SILVICULTURA	1	-	5	1	-
COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR; REPARACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS, EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMÉSTICOS	1	-	5	15	5
EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	4	-	3	31	3
HOTELES Y RESTAURANTES	1	-	4	6	2
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	9	-	196	162	134
PESCA	-	-	22	23	21
Sin Información	-	-	2	4	4
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	5	-	-	8	-
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	-	-	10	9	8
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	-	-	-	1	-
<b>Total No PyME</b>	<b>21</b>	<b>-</b>	<b>247</b>	<b>260</b>	<b>177</b>
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y DEFENSA; PLANES DE SEGURIDAD SOCIAL DE AFILIACIÓN OBLIGATORIA	-	-	-	1	-
AGRICULTURA, GANADERIA CAZA Y SILVICULTURA	-	-	4	1	1
COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR; REPARACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS, EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMÉSTICOS	1	-	-	-	-
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	4	-	22	4	4
OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIOS, SOCIALES Y PERSONALES	1	-	1	2	1
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	8	-	6	3	2
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	-	-	1	1	1
<b>Total PyME</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>9</b>

003409 VTA

## Sectores a los que afecta la norma – Esc. 2

PyME - Categoría CIU	CO	Hg	MP	NOx	SO2
AGRICULTURA, GANADERIA CAZA Y SILVICULTURA	1	-	5	-	-
COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR; REPARACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS, EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMÉSTICOS	1	-	5	3	5
EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	4	-	3	2	3
HOTELES Y RESTAURANTES	1	-	4	2	2
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	9	-	189	39	134
PESCA	-	-	22	12	21
Sin Información	-	-	2	-	4
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	5	-	-	2	-
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	-	-	10	-	8
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	-	-	-	1	-
<b>Total No PyME</b>	<b>21</b>	<b>-</b>	<b>240</b>	<b>61</b>	<b>177</b>
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y DEFENSA; PLANES DE SEGURIDAD SOCIAL DE AFILIACIÓN OBLIGATORIA	-	-	-	1	-
AGRICULTURA, GANADERIA CAZA Y SILVICULTURA	-	-	4	-	1
COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR; REPARACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS, EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMÉSTICOS	1	-	-	-	-
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	4	-	22	-	4
OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIOS, SOCIALES Y PERSONALES	1	-	1	1	1
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	8	-	6	-	2
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	-	-	1	-	1
<b>Total PyME</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>9</b>



## Fuentes potencialmente afectadas por norma (con y sin PPDA), según rango de potencia.

Rango de Potencia	CO	Hg	MP	NOx	SO2
>20 MWt	0	0	92	73	44
3 - 20 MWt	0	0	277	478	216
1-3 MWt	0	0	123	524	84
0.3 - 1 MWt	1,294	0	0	0	0
<b>Total Esc. 1</b>	<b>1,294</b>	<b>0</b>	<b>492</b>	<b>1,075</b>	<b>344</b>
>20 MWt	0	0	81	63	44
3 - 20 MWt	0	0	203	246	215
1-3 MWt	0	0	96	0	84
0.3 - 1 MWt	1,294	0	0	0	0
<b>Total Esc. 2</b>	<b>1,294</b>	<b>0</b>	<b>380</b>	<b>309</b>	<b>343</b>

000410

## Distribución de costos de abatimiento según CIIU, calderas PyME sin PPDA.

Escenario Normativo	Categoría CIIU	Distribución
<b>Esc 1</b>	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	0.3%
	Agricultura, ganadería caza y silvicultura	0.1%
	Industrias manufactureras	3.4%
	Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	0.1%
	Servicios sociales y de salud	0.5%
	Suministro de electricidad, gas y agua	0.0%
<b>Total Escenario 1</b>		<b>4.4%</b>
<b>Esc 2</b>	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	0.4%
	Agricultura, ganadería caza y silvicultura	0.1%
	Industrias manufactureras	2.9%
	Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	0.2%
	Servicios sociales y de salud	0.4%
	Suministro de electricidad, gas y agua	0.0%
<b>Total Escenario 2</b>		<b>4.1%</b>

# Costos promedio de abatimiento (USD/ton) para calderas (comunas sin PPDA)



000410V7A

12030

Escenario	MP	MP10	MP2.5	NOx	SO2
Esc. 1	134	147	208	3688	1462
Esc. 2	130	143	207	3859	1462

