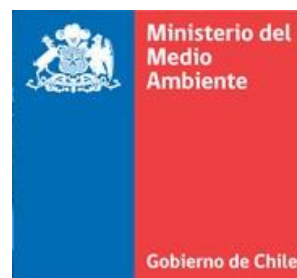

Evaluación de soluciones tecnológicas térmicas y eléctricas, marco regulatorio e instrumentos

Calefacción distrital con biomasa en Chile Marco normativo vigente y propuestas de perfeccionamiento

Desarrollado por:



Para:



Noviembre de 2013

Prefacio

Este informe pertenece a una serie de documentos generados como resultado del estudio “Evaluación de soluciones tecnológicas térmicas y eléctricas, marco regulatorio e instrumentos”, en el marco de un Convenio de Cooperación y Transferencia de Recursos entre la Subsecretaría de Energía, la Subsecretaría del Medio Ambiente y la Universidad de Concepción.

El objetivo general del Convenio fue generar antecedentes que apoyaran una estrategia para el uso de energías limpias, mediante la introducción de modelos, sistemas eléctricos y térmicos eficientes y amigables con el medio ambiente, a objeto de colaborar con el mejoramiento de la calidad ambiental de zonas saturadas de nuestro país.

En específico, se buscó evaluar la prefactibilidad de implementar sistemas de calefacción distrital y/o cogeneración con biomasa en zonas saturadas del país, como medida para reducir los niveles de contaminación atmosférica generados por la combustión residencial de leña en condiciones inadecuadas, sin dejar de fomentar el uso de biomasa como un energético local y renovable.

Para ello, el estudio consideró la evaluación de los aspectos técnicos relacionados a la instalación de plantas de generación y distribución centralizada de calor, inversiones y costos asociados, factores de mercado y modelos de negocio, aspectos normativos atinentes a la instalación y operación de estos sistemas, revisión y propuesta de instrumentos de fomento para rentabilizar los proyectos, análisis de la tarifa de venta del servicio, evaluación de la rentabilidad privada y social, y evaluación del potencial de reducción de emisiones en las zonas afectadas.

El estudio se materializó en 7 documentos. Los dos primeros contienen los análisis de prefactibilidad técnica, económica y social para las ciudades de Rancagua y Osorno, respectivamente. Se incluyó en estos documentos, el estudio de la oferta de biomasa de las Regiones de O’Higgins y Los Lagos, el análisis de modelos de negocio para los proyectos piloto seleccionados, el proceso de selección de proyectos piloto en ambas ciudades, las

evaluaciones de requerimientos térmicos en viviendas y edificios, el diseño conceptual de los proyectos seleccionados, y la evaluación económica y social. El tercer documento corresponde al análisis del marco normativo vigente y propuestas de perfeccionamiento, mientras que el cuarto corresponde a la revisión de los mecanismos de fomento y propuesta de nuevos instrumentos. El quinto documento entrega una revisión de las tecnologías comercialmente disponibles para la combustión de biomasa y abatimiento de gases. Finalmente, el sexto y séptimo documento arrojan una evaluación de la reducción de emisiones de material particulado y otros contaminantes gaseosos, por la implementación de proyectos de calefacción distrital con biomasa en toda la expansión urbana de las ciudades de Rancagua y Osorno, respectivamente, en comparación a la situación actual proyectada a 12 años.

En resumen, los documentos que componen la serie “Calefacción distrital con biomasa en Chile” son:

1. Evaluación de prefactibilidad técnica, económica y social de proyectos piloto en Rancagua
2. Evaluación de prefactibilidad técnica, económica y social de proyectos piloto en Osorno
3. Marco normativo vigente y propuestas de perfeccionamiento
4. Barreras de mercado e instrumentos de fomento
5. Tecnologías para la combustión de biomasa, cogeneración y abatimiento de gases
6. Evaluación del potencial de reducción de emisiones en Rancagua
7. Evaluación del potencial de reducción de emisiones en Osorno

Equipo de trabajo

Equipo ejecutor

Director de proyecto: Alex Berg, Unidad de Desarrollo Tecnológico

Jefe de proyecto: Javier Soubelet, Unidad de Desarrollo Tecnológico

Ejecución general:

Marcela Zacarías, Unidad de Desarrollo Tecnológico

Álvaro Ulloa, Unidad de Desarrollo Tecnológico

Jaime Hernández, Unidad de Desarrollo Tecnológico

Contraparte técnica

Viviana Ávalos, División de Energías Renovables, Ministerio de Energía

Ximena Ubilla, División de Energías Renovables, Ministerio de Energía

Viviana Ubilla, Departamento de Normas, Ministerio del Medio Ambiente

Tabla de Contenidos

Resumen.....	1
1 Revisión del estado del arte a nivel nacional e Internacional.....	5
1.1 Análisis de la Tendencia de la Regulación Internacional para Calefacción Distrital	5
1.1.1 Análisis Regulación Internacional	5
1.1.2 Otras Normas Internacionales relacionada con Calefacción Distrital.....	17
1.1.3 Otros Aspectos Regulados para Calefacción Distrital	21
1.1.3.1 Requerimientos técnicos para la implementación de calefacción distrital.	21
1.2 Análisis de la Normativa Nacional Vigente que Regula o se Vincula a las Calderas y Procesos de Combustión.....	36
1.2.1 Legislación Nacional Relacionada con Calderas y Procesos de Combustión.....	36
1.2.2 Consistencia de la Normativa Nacional Relativo a Calderas y Procesos de Combustión.....	42
1.2.3 Análisis Comparativo de la Normativa Nacional e Internacional.....	42
1.3 Sistema de Evaluación Ambiental	46
1.3.1 Análisis por Regiones	48
1.4 Consumo de Combustibles a Nivel Nacional y Regional	49
1.4.1 Consumo de Combustibles por Sectores	53
1.5 Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).....	55
1.5.1 Análisis de rubros con mayores emisiones por región.	55
1.6 Estudio para elaborar una futura norma de emisión para calderas y procesos de combustión.	61

2	Revisión de Planes de Descontaminación, normas ambientales, procesos de evaluación ambiental y contenido de Ordenanzas Municipales	64
2.1	Revisión de los contenidos de los Vigentes en Chile respecto de medidas asociadas a la reducción de material particulado respirable.....	64
2.2	Evaluación de normas ambientales territoriales de los instrumentos de planificación territorial.....	75
2.3	Revisión de la norma primaria de calidad ambiental para Material Particulado Fino Respirable (PM 2,5) y su aplicabilidad.	82
2.4	Análisis del Marco Normativo para procesos de evaluación ambiental de proyectos de calefacción distrital y cogeneración	94
2.5	Estudio, evaluación de los contenidos de las ordenanzas municipales de las zonas seleccionadas para los proyectos de calefacción distrital y cogeneración	97
3	Barreras normativas a la calefacción distrital y cogeneración.....	99
3.1	Proyectos de cogeneración en Chile	99
3.2	Planes de descontaminación y calefacción distrital.....	101
3.3	Análisis de la regulación en países pertenecientes a la OCDE	109
3.4	Análisis de la normativa nacional para proyectos de calefacción distrital	111
3.5	Normativa de Eficiencia Energética en construcciones de la Unión Europea	116

4	Propuesta de perfeccionamiento normativo y regulatorio	120
4.1	Regulación de precios y calidad de servicio	120
4.2	Incentivos al cambio de combustible y propuestas	123
4.3	Análisis de la planificación territorial en las zonas de interés	127
4.4	Propuesta de perfeccionamiento normativo	131
	Referencias bibliográficas.....	138

Resumen

A continuación se presenta un resumen de las actividades realizadas en el marco de la evaluación del marco normativo y regulatorio vigente. El informe se divide en cuatro capítulos:

- Capítulo 1: Revisión del estado del arte a nivel nacional e internacional.
- Capítulo 2: Revisión de planes de descontaminación, normas ambientales, procesos de evaluación ambiental y contenido de ordenanzas municipales.
- Capítulo 3: Barreras normativas a la calefacción distrital y cogeneración.
- Capítulo 4: Propuesta de perfeccionamiento normativo y regulatorio.

Capítulo 1: Revisión del estado del arte a nivel nacional e internacional.

La primera parte consistió en analizar la tendencia de la normativa internacional aplicable a sistemas de calefacción distrital en particular. De análisis se concluye que se deben considerar a lo menos guías de instalaciones térmicas en las viviendas asumidas en ordenanzas de la construcción, las regulaciones a las generadoras de calor en este caso las calderas a biomasa de bajas emisiones atmosféricas, altas eficiencia y de control integrado de operación resultando una óptima transferencia de calor La Tabla 1.1 resume la normativa internacional analizada indicando país, sector al que aplica, tipo de fuente emisora, capacidad térmica, combustible utilizado, contaminante normado y límite de emisión establecido.

La sección 1.1.2 describe otras regulaciones donde se menciona la calefacción distrital. Tal es el caso de la regulación en **Kosovo**, donde los sistemas de calefacción distrital deben ser instalados en zonas densamente pobladas, donde se genere y distribuya calor a los usuarios. La regulación aplica a centrales generadoras de calor con capacidad térmica igual o superior a 1 MWt. Se describen las restricciones a las empresas que estén integradas verticalmente, las exigencias a los distribuidores, entre otras materias. El resto de la ley aborda temas tales como regulación de precios, condiciones de mercado, entre otros temas que no ayudan a clarificar aspectos operativos de la implementación de calefacción distrital. También se describe la regulación en **Dinamarca**, donde la ley tiene como objetivo principal promover el aprovechamiento más ecológico y socio-económico de la energía para la calefacción de edificios, el suministro con agua caliente y reducir la dependencia del petróleo en el sistema energético. Se describen además las atribuciones del denominado "consejo distrital".

La sección 1.1.3 describe requisitos técnicos para sistemas de calefacción distrital, entre los cuales destacan:

- Uso mínimo anual de plantas de cogeneración de 4.000 horas (13 a 14 hrs por día),
- densidad mínima de construcciones,
- parámetros de operación de sistemas de alta, media y baja temperatura,
- calidad del fluido de trabajo (agua) a fin de evitar caídas en la eficiencia del sistema,
- temperaturas de diseño (agua de suministro y de retorno),
- requisitos de temperatura para agua caliente sanitaria,
- requisitos para equipos y accesorios mecánicos (bombas, válvulas y actuadores),

La sección 1.2 describe la normativa nacional analizada, la que se resume en la Tabla 1.10, donde se indica el nombre del cuerpo legal, sector al que aplica, tipo de fuente emisora, capacidad térmica, combustible utilizado, contaminante normado y límite de emisión establecido. Luego se analiza la consistencia de la normativa nacional y se compara con las regulaciones internacionales en función de los principales contaminantes normados.

La sección 1.3 analiza el Sistema de Evaluación Ambiental, destacando que de lo revisado la gran mayoría de los proyectos inmobiliarios e institucionales omite declarar las características esenciales de sus sistemas de combustión y las emisiones asociadas.

La sección 1.4 muestra los consumos de combustibles a nivel nacional, tales combustibles son: Petróleos pesados (N°5 y N°6), Petróleo Diesel (N°2), Gas Licuado de Petróleo (GLP), Gas Natural, Carbón y Leña.

La sección 1.5 analiza la información proveniente del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), lo que permitió determinar los rubros industriales más contaminantes y la distribución a nivel nacional de las emisiones de Material Particulado, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno, Compuestos Orgánicos Volátiles, Óxidos de Azufre y Mercurio.

Finalmente, la sección 1.6 describe la propuesta de normativa para calderas y procesos de combustión, indicando los valores límites de emisión según sea el caso de un enfoque neutro o un enfoque diferenciado en función del combustible quemado. Cabe destacar que tales límites de emisión se fundamentan en el uso de la mejor tecnología disponible para abatir las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos.

Capítulo 2: Revisión de planes de descontaminación, normas ambientales, procesos de evaluación ambiental y contenido de ordenanzas municipales.

En la sección 2.1 se revisaron los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) vigentes a la fecha, los cuales son: Las ventanas, Fundición Hernán Videla Lira, Caletones, María Elena, Potrerillos, Fundición Chuquicamata, Revisión PPDA Región Metropolitana, Temuco y Padre las Casas y Tocopilla.

Además se analizó el estado de avance del proceso de dictación de los PDA de Concepción Metropolitano, Valle Central de la Región de O'Higgins, Calama y su área circundante y Andacollo y sectores aledaños.

En la sección 2.2 se analizaron las normas ambientales territoriales de los instrumentos de planificación territorial a nivel nacional.

En la sección 2.3 se revisó la norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable (MP2,5) y su aplicabilidad. A partir de la información obtenida del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA) se pudo determinar el estado de cumplimiento de la norma en las comunas con datos disponibles, lo que arrojó que de un total de 19 comunas, 18 de ellas corren el riesgo de ser declaradas zonas saturadas por MP2,5 y una de ser declarada zona latente.

En la sección 2.4 se analizó el marco normativo para procesos de evaluación ambiental de proyectos de calefacción distrital y cogeneración, identificando las tipologías de proyecto susceptibles de causar impacto ambiental y que tengan alguna relación con tales sistemas. Finalmente se revisó el contenido de las ordenanzas municipales en las ciudades seleccionadas para el presente estudio (Rancagua y Osorno) a fin de determinar limitaciones a proyectos de calefacción distrital y cogeneración.

Capítulo 3: Barreras normativas a la calefacción distrital y cogeneración.

En la sección 3.1 se revisaron los últimos proyectos de cogeneración ingresados a tramitación ambiental bajo la tipología c (centrales de generación de energías mayores a 3 MW). La Tabla 3.1 resume las principales características de los proyectos, en cuanto a ubicación, monto de inversión, combustible utilizado, tecnología de quemado, etc. Además se indican las emisiones declaradas para los principales contaminantes atmosféricos.

La sección 3.2 describe los planes de descontaminación en cuanto a límites de emisión, requisitos de registro de emisiones y compensaciones.

La sección 3.3 describe las regulaciones para sistemas de calefacción distrital en los países pertenecientes a la OCDE.

En la sección 3.4 se analiza la normativa nacional en función de proyectos de calefacción distrital, tal es el caso de la Ley 20.257 que modifica la Ley General de Servicios Eléctricos respecto de sistemas de generación a partir de Energías Renovables no convencionales y la Ley 20.571 que regula el pago de tarifas eléctricas de las generadoras residenciales. También se analizó la Ley 20.365 que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos.

En la sección 3.5 se analizó la normativa Europea de Eficiencia Energética en construcciones (Directiva 2010/31/UE), indicando que es un buen ejemplo a seguir a nivel nacional, incentivando la compra de viviendas que incorporen tal concepto.

Capítulo 4: Propuesta de perfeccionamiento normativo y regulatorio

En la sección 4.1 se analizó la normativa que regulan las tarifas que cobran las empresas sanitarias y de distribución eléctrica, y calidad de servicio que ofrecen.

En la sección 4.2 se analizó la normativa Europea relativa al fomento de uso de energía procedente de fuentes renovables (DIRECTIVA 2009/28/CE), esta Directiva incentiva el uso de energías renovables que incluye la biomasa.

Además se describen de forma breve las iniciativas que se estiman pertinentes de considerar para una propuesta normativa, de subvención, de financiación, de información/formación y de planificación.

En la sección 4.3 se realizó un análisis de la planificación territorial en las zonas de interés: Rancagua y Osorno.

En la sección 4.4 se presenta una propuesta de perfeccionamiento normativo para la instalación de sistemas de calefacción distrital.

1 Revisión del estado del arte a nivel nacional e Internacional

1.1 Análisis de la Tendencia de la Regulación Internacional para Calefacción Distrital

De la información revisada hasta la edición del presente informe, no se ha detectado regulaciones ambientales específicas para la calefacción distrital, sólo la rigen las normativas relacionadas con calderas individuales y dependerá del tamaño de la potencia de entrada al equipo.

La normativa internacional asociada a calderas y procesos de combustión se agrupa en función del tamaño del equipo medido como potencia térmica o potencia de entrada, generalmente en MWt (Mega Watts Térmicos).

1.1.1 Análisis Regulación Internacional

En el anexo 1 se presentan las normativas analizadas, correspondientes a la Unión Europea, países desarrollados tales como Alemania y Estados Unidos, países pertenecientes a la OCDE que poseen un PIB similar al nacional, tales como México y República Checa, y países de la región como Argentina, Brasil, Perú y Uruguay.

A continuación en la tabla 1.1 se presenta un resumen de las normativas internacionales analizadas.

Tabla 1.1. Resumen de las normativas internacionales analizadas.

País o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWT	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Correción de O ₂ %	Contaminante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
Alemania	1BImSchV		Comercial y Residencial	Calderas desde 4 kW de capacidad térmica quemando combustible sólido y de hasta 20 MW quemando combustibles líquidos y gaseosos	>0,004	Carbón, Briquetas de carbón, Coke, Lignito, Briquetas de lignito, Turbas, pellets de turba, biomasa, pellets de madera no tratados			MP	20	
Alemania	1BImSchV				>0,004	Idem			CO	400	
Alemania	1BImSchV				0,004-0,1	Desechos agrícolas, aceites combustibles líquidos, gas natural, gas licuado, biogás, gas de coque, gas de alto horno, gas de refinaria			MP	100	
Alemania	1BImSchV				0,004-0,1	Idem			CO	1000	
Alemania	TA Luft	1984	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	0 - 10	Carbón mineral		7	MP	20-100	
Alemania	TA Luft	1984	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	0 - 10	Carbón mineral		7	CO	120	
Alemania	TA Luft	1984	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	0 - 10	Carbón mineral		7	NOx	400 500	
Alemania	TA Luft	1984	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	0 - 10	Carbón mineral		7	SOx	1.000	
Alemania	TA Luft	1984	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	0 - 10	Madera no tratados		11	MP	20 - 100	

País o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Conexión de O ₂ %	Contaminante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	0 - 10	Madera no tratada		11	CO	150	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	0 - 10	Madera no tratada		11	NOx	250	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	0 - 10	Madera no tratada		11	SOx	1.000	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	0 - 10	Madera no tratada		11	COV	10	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 - 50	Paja u otros productos vegetales		11	MP	20 - 50	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 - 50	Paja u otros productos vegetales		11	CO	250	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 - 50	Paja u otros productos vegetales		11	NOx	400 - 500	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 - 50	Petróleo		3	MP (cifra de hollín)	1	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 - 50	Petróleo		3	CO	80	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 - 50	Petróleo		3	NOx	180 - 150	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 - 50	Petróleo		3	SOx	850	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 - 50	Metanol		3	MP (cifra)	1	

País o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Correción de O ₂ %	Contaminante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
				quemando todo tipo de combustible		etanol, aceite vegetal			de hollín)		
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Metanol, etanol, aceite vegetal		3	CO	80	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Metanol, etanol, aceite vegetal		3	NOx	350	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Metanol, etanol, aceite vegetal		3	SOx	850	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas natural de red pública		3	MP	5	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas natural de red pública		3	CO	50	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas natural de red pública		3	NOx	100 150	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas natural de red pública		3	SOx	10.000	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas licuado		3	MP	5	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas licuado		3	CO	50	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas licuado		3	NOx	100 150	

País o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Correción de O ₂ %	Contaminante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas licuado		3	SO _x	10.000	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas de refinaria de Petróleo		3	MP	5	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas de refinaria de Petróleo		3	NO _x	200	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Gas de refinaria de Petróleo		3	SO _x	50.000	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Biogás		3	MP	5	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Biogás		3	CO	80	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Biogás		3	NO _x	200	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Biogás		3	SO _x	350	
Alemania	TA Luft	1964	Todos	Calderas quemando todo tipo de combustible	1 – 50	Biogás		3	SO _x	350	
Unión Europea	EN-303-5		Comercial y Residencial	Calderas de Calefacción para combustibles sólidos	< 0,05	Biocombustible	Manual	10	CO	5.000–25.000*	
Unión Europea	EN-303-5				< 0,05	Biocombustible	Manual	10	COT	150 – 2.000	
Unión Europea	EN-303-5				< 0,05	Biocombustible	Manual	10	MP	150 – 200	
Unión Europea	EN-303-5				< 0,05	Fósil	Manual	10	CO	5.000–25.000*	
Unión Europea	EN-303-5				< 0,05	Fósil	Manual	10	COT	150 –	

País o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Correción de O ₂ %	Contaminante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
Europa	EN-303-5				< 0,05	Fósil	Manual	10	MP	2.000	
Unión	EN-303-5				< 0,05	Biocombustible	Automática	10	CO	150 - 200	
Europa	EN-303-5				< 0,05	Biocombustible	Automática	10	CO	3.000- 15.000*	
Unión	EN-303-5				< 0,05	Biocombustible	Automática	10	COT	100 - 1.750	
Europa	EN-303-5				< 0,05	Biocombustible	Automática	10	MP	150 - 200	
Unión	EN-303-5				< 0,05	Fósil	Automática	10	CO	3.000- 15.000*	
Europa	EN-303-5				< 0,05	Fósil	Automática	10	COT	100 - 1.750	
Unión	EN-303-5				< 0,05	Fósil	Automática	10	MP	125 - 180	
Europa	EN-303-5				< 0,05	Fósil	Automática	10	CO	6500	Monitoreo periódico
Brazil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	< 0,05	Derivados de la madera		8	CO		
Unión	EN-303-5				0,05 - 0,15	Biocombustible	Manual	10	CO	2.500 - 12.500	
Unión	EN-303-5				0,05 - 0,15	Biocombustible	Manual	10	COT	100 - 1.500	
Europa	EN-303-5				0,05 - 0,15	Biocombustible	Manual	10	MP	150 - 200	
Unión	EN-303-5				0,05 - 0,15	Fósil	Manual	10	CO	2.500 - 12.500	
Europa	EN-303-5				0,05 - 0,15	Fósil	Manual	10	COT	100 - 1.500	
Unión	EN-303-5				0,05 - 0,15	Fósil	Manual	10	MP	125 - 180	
Europa	EN-303-5		Comercial y Residencial	Calderas de Calefacción para combustibles sólidos	0,05 - 0,15	Biocombustible	Automática	10	CO	2.500 - 12.500	
Unión	EN-303-5				0,05 - 0,15	Biocombustible	Automática	10	COT	80 - 1.250	
Europa	EN-303-5				0,05 - 0,15	Biocombustible	Automática	10	MP	150 - 200	
Unión	EN-303-5				0,05 - 0,15	Fósil	Automática	10	CO	2.500 - 12.500	
Europa	EN-303-5				0,05 - 0,15	Fósil	Automática	10	COT	80 - 1.250	
Unión	EN-303-5				0,05 - 0,15	Fósil	Automática	10	MP	125 - 180	
Europa	EN-303-5				0,05 - 0,15	Fósil	Automática	10	CO	3250	Monitoreo periódico
Brazil	RESOLUÇÃO CONAMA nº	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de	0,05 - 0,15	Derivados de la madera		8	CO		

Pais o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica Mwt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Correción de O ₂ %	Contami-nante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
Unión Europea	382 de 2006 EN-303-5		Comercial y Residencial	producción Calderas de Calefacción para combustibles sólidos	0,15-0,3	Biocombustible	Manual	10	CO	1.200 - 12-500	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Biocombustible	Manual	10	COT	100 - 1.500	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Biocombustible	Manual	10	MP	150 - 200	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Fósil	Manual	10	CO	1.200 - 12-500	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Fósil	Manual	10	COT	100 - 1.500	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Fósil	Manual	10	MP	125 - 180	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Biocombustible	Automática	10	CO	1.200 - 12-500	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Biocombustible	Automática	10	COT	80 - 1.250	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Biocombustible	Automática	10	MP	150 - 200	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Fósil	Automática	10	CO	1.200 - 12-500	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Fósil	Automática	10	COT	80 - 1.250	
Unión Europea	EN-303-5				0,15-0,3	Fósil	Automática	10	MP	125 - 180	
Alemania	1BlmSchV		Comercial y Residencial	Calderas desde 4 kW de capacidad térmica quemando combustible sólido y de hasta 20 MW quemando combustibles líquidos y gaseosos	0,03 - 0,5	Biomasa tratada, residuos de tableros sin conservantes			MP	20	
Alemania	1BlmSchV				0,03 - 0,5	idem			CO	400	
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301.2009	21-02-2009	Industrial	calderas tipos paquete de tubos de humo (pirotubular) y de tubos de agua (acuotubular)	0,22 para Comb. líquido 0,6 para Comb. sólido	Gas		3% para líquidos y gas y 6% para comb. sólidos	SO ₂	300	

Pais o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Conexión de O ₂ %	Contaminante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301.2009			sin equipo de recuperación de calor que utilizan combustibles sólidos, gaseosos y líquidos derivados del petróleo	0,22 para Comb. líquido	Gas		3% para líquidos y Gas y 6% para comb, sólidos	NO _x	320	
					0,6 para Comb. sólido						
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301.2009				0,22 para Comb. líquido	Gas		3% para líquidos y Gas y 6% para comb, sólidos	CO	100	
					0,6 para Comb. sólido						
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301.2009				0,22 para Comb. líquido	Líquido		3% para líquidos y Gas y 6% para comb, sólidos	PTS	150	
					0,6 para Comb. sólido						
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301.2009				0,22 para Comb. líquido	Líquido		3% para líquidos y Gas y 6% para comb, sólidos	SO _x	1500	
					0,6 para Comb. sólido						
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301.2009				0,22 para Comb. líquido	Líquido		3% para líquidos y Gas y 6% para comb, sólidos	NO _x	600	
					0,6 para Comb. sólido						
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301.2009				0,22 para Comb. líquido	Líquido		3% para líquidos y Gas y 6% para comb, sólidos	CO	350	
					0,6 para Comb. sólido						

Pais o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Conexión de O ₂ %	Contaminante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301:2009				sólido			para comb. sólidos			
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301:2009				0,22 para Comb. líquido 0,6 para Comb. sólido	Sólido		3% para líquidos y gas y 6% para comb. sólidos	PTS	150	
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301:2009				0,22 para Comb. líquido 0,6 para Comb. sólido	Sólido, carbón		3% para líquidos y gas y 6% para comb. sólidos	SO _x	1500	
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301:2009				0,22 para Comb. líquido 0,6 para Comb. sólido	Sólido, bagazo		3% para líquidos y gas y 6% para comb. sólidos	SO _x	100	
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301:2009				0,22 para Comb. líquido 0,6 para Comb. sólido	Sólido, bagazo/petróleo		3% para líquidos y gas y 6% para comb. sólidos	SO _x	500	
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 350.301:2009				0,22 para Comb. líquido 0,6 para Comb. sólido	Sólido		3% para líquidos y gas y 6% para comb. sólidos	NO _x	750	
Perú	Norma Técnica				0,22 para Comb.	Sólido		3% para	CO	500	

País o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Correción de O ₂ %	Contaminante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
	Peruana NTP 350.301.2009				líquido 0,6 para Comb. sólido			líquidos y gas y 6% para comb, sólidos			
Alemania	1BImSchV			Calderas desde 4 kW de capacidad térmica quemando combustible sólido y de hasta 20 MW quemando combustibles líquidos y gaseosos	>0.5	Idem			MP	20	
Alemania	1BImSchV		Comercial y Residencial		>0.5	Idem			CO	300	
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	0.15-1	Derivados de la madera		8	CO	1700	Monitoreo periódico
México	NOM-085-ECOL-1994				<1.46	Fuel Oil o Diesel		5	PTS	NA	1 vez al año
México	NOM-085-ECOL-1994			Fuentes Fijas: Equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los equipos de generación eléctrica que utilizan la tecnología de ciclo combinado	<1.46	Fuel Oil o Diesel		5	SO ₂	1440-5760**	1 vez cada 3 meses
México	NOM-085-ECOL-1994				<1.46	Fuel Oil o Diesel		5	NO _x	NA	1 vez cada 3 meses
México	NOM-085-ECOL-1994				<1.46	Otros líquidos		5	PTS	NA	1 vez cada 3 meses
México	NOM-085-ECOL-1994	02-12-1994	Industrial		<1.46	Otros líquidos		5	SO ₂	1440-5760**	1 vez cada 3 meses
México	NOM-085-ECOL-1994				<1.46	Otros líquidos		5	NO _x	NA	1 vez cada 3 meses
México	NOM-085-ECOL-1994				<1.46	Gaseosos		5	PTS	NA	1 vez cada 3 meses
México	NOM-085-ECOL-1994				<1.46	Gaseosos		5	SO ₂	NA	1 vez cada 3 meses
México	NOM-085-ECOL-1994				<1.46	Gaseosos		5	NO _x	NA	1 vez cada 3 meses
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	1-10	Derivados de la madera		8	CO	1300	Monitoreo periódico
México	NOM-085-ECOL-1994	02-12-1994	Industrial	Fuentes Fijas: Equipos de calentamiento	1.46-12	líquidos		5	PTS	75-450**	1 vez por año
México	NOM-085-				1.46-12	líquidos		5	SO ₂	1440-	1 vez por

País o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Correción de O ₂ %	Contaminante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
México	ECOL-1994			Indirecto por combustión, así como los equipos de generación eléctrica que utilizan la tecnología de ciclo combinado	1,46-12	líquidos		5	NO _x	5760**	1 vez por año
México	NOM-085-ECOL-1994				1,46-12	Gaseosos		5	PTS	660-1200**	1 vez por año
México	ECOL-1994				1,46-12	Gaseosos		5	SO ₂	NA	1 vez por año
México	NOM-085-ECOL-1994				1,46-12	Gaseosos		5	NO _x	660-1200**	1 vez por año
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	<10	Derivados de la madera		8	MP	730	Monitoreo periódico
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	<10	Fuel oil		3	MP	300	Monitoreo periódico
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	<10	Fuel oil		3	NO ₂	1600	Monitoreo periódico
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	<10	Fuel oil		3	SO ₂	2700	Monitoreo periódico
México	NOM-085-ECOL-1994			Fuentes Fijas: Equipos de calentamiento	12-30,5	Líquidos		5	PTS	60-400**	1 vez cada 6 meses
México	NOM-085-ECOL-1994			Indirecto por combustión, así como los equipos de generación eléctrica que utilizan la tecnología de ciclo combinado	12-30,5	Líquidos		5	SO ₂	1440-3140**	1 vez por año
México	NOM-085-ECOL-1994	02-12-1994	Industrial		12-30,5	Líquidos		5	NO _x	351-1200**	1 vez cada 6 meses
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	10-30	Derivados de la madera		8	MP	520	Monitoreo periódico
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	10-30	Derivados de la madera		8	NO ₂	650	Monitoreo periódico
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	10-70	Fuel Oil		3	MP	250	Monitoreo periódico
Brasil	RESOLUÇÃO	02-02-	Industrial	Fuentes fijas	10-70	Fuel Oil		3	NO ₂	1000	Monitoreo

Pais o Unión de países	Norma	Fecha Entrada en Vigencia	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Capacidad Térmica MWt	Combustible utilizado	Aliment. de combust.	Correc- ción de O ₂ %	Contami- nante normado	Límite de Emisión mg/Nm ³	Periodicidad de Medición de Emisiones
	CONAMA nº 382 de 2006	2007		por tipo de producción							periódico
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	10-70	Fuel Oil		3	SO ₂	2700	Monitoreo periódico
México	NOM-085-ECOL-1994				>30,5	Sólidos		5	PTS	60-350	No indica
México	NOM-085-ECOL-1994			Fuentes Fijas: Equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los equipos de generación eléctrica que utilizan la tecnología de ciclo combinado	>30,5	Sólidos		5	SO ₂	1440-5760**	Permanente
México	NOM-085-ECOL-1994				>30,5	sólidos		5	NO _x	351-1200**	Permanente
México	NOM-085-ECOL-1994				>30,5	Líquidos			PTS	60-350	No indica
México	NOM-085-ECOL-1994	02-12-1994	Industrial		>30,5	Líquidos			SO ₂	1440-5760**	Permanente
México	NOM-085-ECOL-1994				>30,5	Líquidos			NO _x	351-1200**	Permanente
México	NOM-085-ECOL-1994				>30,5	Gaseosos			PTS	NA	No indica
México	NOM-085-ECOL-1994				>30,5	Gaseosos			SO ₂	NA	No indica
México	NOM-085-ECOL-1994				>30,5	Gaseosos			NO _x	351-1200**	Permanente
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	30-70	Derivados de la madera		8	MP	260	Monitoreo periódico
Brasil	RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006	02-02-2007	Industrial	Fuentes fijas por tipo de producción	30-70	Derivados de la madera		8	NO ₂	650	Monitoreo periódico

*El rango depende del nivel de eficiencia del equipo

**Depende de la zona geográfica, Capital, zonas críticas y resto del país

En esta tabla no se consideró la normativa de Estados Unidos, ya que no se puede comparar, porque los niveles de emisión dependen de la potencia térmica del equipo que se utilice.

8% madera Brasil.

1.1.2 Otras Normas Internacionales relacionada con Calefacción Distrital

Kosovo

En Kosovo la ley indica que los sistemas de calefacción distrital se instalan en zonas urbanas densamente pobladas, donde se genera y distribuye calefacción a los consumidores. Además se indica que un sistema de calefacción distrital está compuesto por la unidad generadora de calor, la red de distribución, e incluso el punto de conexión. También se señala que los productores, incluyendo plantas de generación eléctricas operadas como unidades de cogeneración, pueden suministrar calor a la red de suministro.

Las actividades que caen dentro del marco regulatorio son la generación de calor mediante plantas de calefacción con una capacidad superior a 1 MWt, la distribución y el suministro de calor.

Las empresas de calefacción con una estructura vertical llevarán a cabo la generación, suministro y distribución en forma de una sola entidad. Queda prohibido el traspaso de información entre dichas actividades separadas, salvo en los casos en que la información sea necesaria para realizar las tareas del proveedor público.

Adicionalmente para evitar discriminaciones, subvenciones cruzadas y una distorsión de la competencia, las empresas de calefacción con una estructura vertical deberán mantener separada su contabilidad interna para las actividades de generación, distribución y suministro, tal como si las actividades fueran desarrolladas por empresas independientes. Se indica que los productores que cuenten con unidades de producción de calor superiores a 1 MWt, estarán obligados a vender el calor producido a un proveedor público a un precio regulado, siempre que el proveedor público tenga la necesidad de ese calor.

En lo que respecta a las redes de distribución, éstas deben ser realizadas por un distribuidor que tenga la licencia para realizar dichas actividades.

A continuación se indican los servicios que debe cumplir el distribuidor para el territorio cubierto bajo la red de distribución:

1. La gestión de la red de distribución.
2. El mantenimiento de la red, los sitios e instalaciones, de conformidad con los requisitos técnicos.
3. La armonización de sus proyectos con proyectos de desarrollo económico.
4. Prever las demandas en el territorio cubierto.

5. El transporte continuo y seguro de calor a través de la red de distribución.
6. Proporcionar a los usuarios de la red la información que necesiten para acceder eficientemente a la red.

Adicionalmente el distribuidor también deberá:

1. Estudiar el desarrollo económico en el sector y el plan para los proyectos de expansión de la red de distribución, de acuerdo con los parámetros de desarrollo económico.
2. Preparar los planes anuales de corto y largo plazo para el desarrollo de la red de distribución y coordinar esos planes a corto y largo plazo con el Ministerio de Energía y Minas y otros municipios.
3. Colaborar con el Ministerio de Energía y Minas y los municipios en la elaboración de sus planes, programas y estrategias de desarrollo.
4. Que el contenido de sus estudios, los planes estén disponibles para las empresas generadoras de calor.

La ley de Kosovo indica que el proveedor público será responsable del suministro de calor al punto de entrega en la cantidad y en el nivel de calidad establecido por la Oficina Reguladora de Energía, que el proveedor público deberá celebrar contratos de compra a largo plazo con los productores, en la medida necesaria para garantizar el suministro suficiente, dónde un contrato de compra a largo plazo se concluye por un período de un 1 año hasta cinco 5 años, con posibilidad de renovación.

Finalmente el suministro de calor se convertirá en una actividad competitiva y cualquier empresa puede solicitar una licencia de suministro para atender a los clientes elegibles.

El Ministerio de Energía y Minas fijará las condiciones para la determinación de los clientes cualificados.

Respecto al acceso a las redes de calefacción distrital se indica que:

1. El distribuidor deberá permitir a los productores, proveedores y clientes cualificados, el acceso al sistema de calefacción en virtud de las normas de la oficina Reguladora de Energía y los reglamentos pertinentes.
2. El distribuidor una vez al año ajustará los precios y tarifas por la utilización de las redes basadas en los precios medios de los doce meses.
3. El precio y la lista de tarifas con arreglo deberán ser aprobados por la Oficina de Regulación de la Energía.

4. El distribuidor deberá publicar los precios y las tarifas aprobadas

Dinamarca

La ley danesa tiene como objetivo principal promover el aprovechamiento más ecológico y socio-económico de la energía para la calefacción de edificios, el suministro con agua caliente y reducir la dependencia del petróleo en el sistema energético.

Se considera que una planta distribuidora de calor es toda empresa que opera las plantas indicadas a continuación, con el objetivo de proveer energía para calefacción y suministro de agua caliente:

1. Plantas de producción y transmisión de otros gases inflamables además del gas natural.
2. Plantas de transmisión de agua caliente o vapor de centrales de ciclo combinado electricidad-vapor, plantas de incineración de residuos, empresas industriales, instalaciones geotérmicas, etc.
3. Plantas de suministro de calefacción distrital, plantas de calefacción solar, plantas incineradoras de residuos, etc., incluyendo plantas de cogeneración de electricidad-vapor con una potencia no superior a 25 MW.
4. Estaciones de calefacción con una capacidad de generación de calor superior a 0,25 MWt, incluyendo la cogeneración de calor y las centrales eléctricas con una generación eléctrica no superior a 25 MW.

Se señala además que cada consejo distrital, una especie de grupo planificador de la calefacción distrital, se asegurará de que cualquier proyecto térmico colectivo para cada planta examina las siguientes posibilidades:

1. Que suministra con energía para calefacción a un área específica en una medida especificada.
2. Que está diseñado a fin de asegurar la utilización más económica de la energía.
3. Que sus operaciones se coordinan con las de otras plantas.
4. Que cualquier planta de más de 1 MW se transforma en una de ciclo combinado de producción de energía y calor.

El resto de la ley aborda temas tales como regulación de precios, multas, expropiaciones, entre otros temas que no ayudan a clarificar aspectos operativos de la implementación de calefacción distrital.

Suecia

District Heating Act (2008:263)

La ley sueca define:

«empresa de calefacción urbana»: una entidad jurídica que realiza una operación de calefacción urbana,

"cliente de calefacción urbana»: una parte que ha celebrado un contrato para la calefacción urbana con una empresa de calefacción urbana,

«consumidor»: el cliente de calefacción del distrito que es una persona física y que utiliza la calefacción urbana principalmente fuera de las operaciones de negocio,

"contrato de calefacción urbana»: un contrato para la distribución en tuberías de un portador de calor para calefacción y para la venta de calor distribuido.

Respecto a los precios se indica que las empresas de calefacción distrital se asegurarán de que la información sobre los precios de la calefacción, las conexiones con la operadora de calefacción y también se estructura un precios esté fácilmente disponible para los clientes de calefacción urbana y el público en general.

El Gobierno o la autoridad designada por el Gobierno podrán dictar normas relativas a la obligación de proporcionar información sobre los precios para el público en general.

Respecto al contrato de calefacción distrital, se indica que éste debe contener:

1. las obligaciones de la empresa de calefacción urbana en relación con el cliente de calefacción urbana,
2. el precio de la calefacción urbana y la forma en que está estructurado.
3. Dónde el cliente la calefacción urbana puede encontrar información sobre los precios de la empresa de calefacción para la calefacción urbana,
4. el período en que el contrato se ejecutará,
5. para los contratos que se ejecutan durante un período determinado, las disposiciones aplicables en relación con la extensión del contrato,
6. si el contrato permite a una empresa de calefacción urbana hacer una modificación unilateral de los términos del contrato y de las condiciones previas para la empresa de calefacción urbana que se les permita realizar dicha modificación,
7. las condiciones de rescisión del contrato,

8. compromiso de la empresa de calefacción urbana a pagar una indemnización si no cumple con el contrato,
9. quién correrá con los gastos de reposición siguientes
 - a) conexión con la operación de calefacción de distrito,
 - b) trabajos de mantenimiento a las tuberías o
 - c) eliminación de una conexión.

Respecto al aseguramiento del suministro y supervisión de los sistemas de calefacción distrital se establece que:

- La autoridad de control ejercerá la supervisión para garantizar que la empresa de calefacción urbana conforme a las disposiciones de precios, contratos, suspensión de suministro, etc.
- La autoridad de control podrá dictar las órdenes necesarias para asegurar el cumplimiento de estas disposiciones. Dicha orden podrá estar sujeta a una multa por omisión.
- La autoridad de control tiene derecho a recibir la información que se solicite y tener acceso a los documentos que sean necesarios para la supervisión. Dicha orden podrá estar sujeta a una multa por omisión.

1.1.3 Otros Aspectos Regulados para Calefacción Distrital

1.1.3.1 Requerimientos técnicos para la implementación de calefacción distrital.

Adicionalmente a los requerimientos legales existentes para la construcción y/o utilización de sistemas de calefacción distrital, existen diversos requerimientos técnicos con los que deben cumplir las instalaciones y los materiales de construcción. Para determinar dichos requerimientos se han consultado los siguientes documentos:

- “The applicability of district heating for new dwellings.” Elaborado por Energy Saving Trust, Londres, 2008.
- “District heating substations design and installation. Technical requirements.” y “Valves in district heating and cooling systems. Technical requirements.” Elaborado por Svensk Fjärrvärme, Estocolmo.

- “Advanced and traditional Pipe systems. Optimum Design of Distribution and service Pipes”. Documento técnico elaborado por Halldor Kristjansson, Danfoss A/S y Benny Bøhm, Technical University of Denmark. Año 2006.

Con el fin de establecer las características básicas de construcción de sistemas de calefacción distrital, a continuación se describen las principales características mencionadas en los documentos analizados.

Se debe tener en cuenta que la distribución normalmente se hace a través de tubos de acero pre-aislados o mediante tuberías de plástico pre-aisladas, a pesar de que estas últimas normalmente se utilizan para sistemas más pequeños.



Imagen 1.1. Tubería de calefacción distrital.

Fuente: The applicability of district heating for new dwellings.

Primero que todo se debe tener en cuenta que la conductividad térmica del suelo juega un papel de menor importancia frente a los modernos sistemas de tuberías preaisladas, por lo general se utiliza un valor de 1,5 (W/m*K) para la conductividad del suelo.

En lo que respecta la estructura y aislación de las tuberías la conductividad térmica del aislamiento (poliuretano), por otra parte, tiene una influencia casi proporcional en la pérdida de calor. La conductividad térmica depende de la temperatura y contenido de humedad, así como en el envejecimiento de la espuma, ver figura 1.2. La misma figura también muestra que el uso de una barrera de difusión impide eficazmente el proceso de envejecimiento. Por lo general, la conductividad térmica a 50 °C es asegurada por los fabricantes.

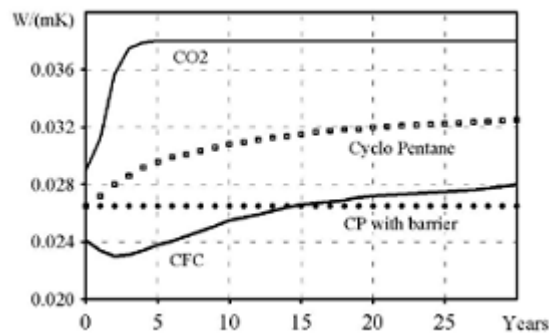


Figura 1.2. Cálculo del cambio de la conductividad térmica con el tiempo para diferentes tipos de espuma de poliuretano: CO₂, Ciclo pentano, Ciclo pentano con barrera de difusión, CFC (difluorodichlorometano).

Existen diversos tipos de tuberías para calefacción distrital, en la siguiente figura se muestran los tipos más utilizados.

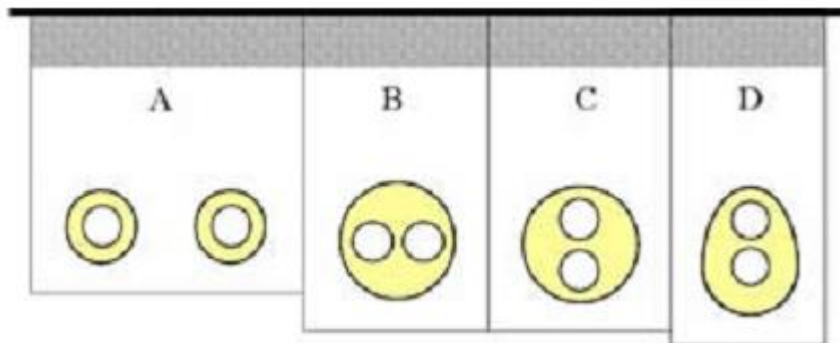


Figura 1.3. Tipos de tuberías para sistemas de calefacción distrital: a) Par de tuberías simples. b) Tuberías gemelas horizontales. c) Tuberías gemelas verticales. d) Tuberías gemelas con forma de huevo.

Para tuberías de tamaño mediano (ϕ 89mm) al realizar la comparación entre una tubería doble circular y una doble en forma de huevo, esta última reduce la pérdida de calor en un 37% y el índice de inversión es un 12% en comparación con tubos individuales.

Un sistema de calefacción distrital incluye intercambiadores de calor para transferir el calor al ambiente de la casa y en muchos casos además se provee de agua caliente sanitaria, eliminando la necesidad de contar con calentadores de agua como calefones o termos eléctricos.

Se establece como regla general y con el fin de lograr atractivos rendimientos económicos, que las plantas de cogeneración deberán funcionar por lo menos entre 4.000 a 5.000

horas al año, lo que equivale al funcionamiento de la planta de 13-14 horas todos los días del año.

Adicionalmente, para la aplicación exitosa de un esquema de calefacción distrital hace referencia principalmente a la densidad de la construcción de un sitio y más específicamente, a su densidad de calor (cantidad de calor requerida por m² de tierra o por la longitud del tubo). Esto es debido al alto costo de capital e instalación de la red de distribución de calor. Cuanto mayor sea la distancia entre las viviendas, mayor será el recorrido de la tubería y los costos serán mayores, aunque el precio del calor vendido permanecerá fijo.

En lo que respecta a las subestaciones de calefacción distrital, existen básicamente tres tipos que se describen en la siguiente tabla.

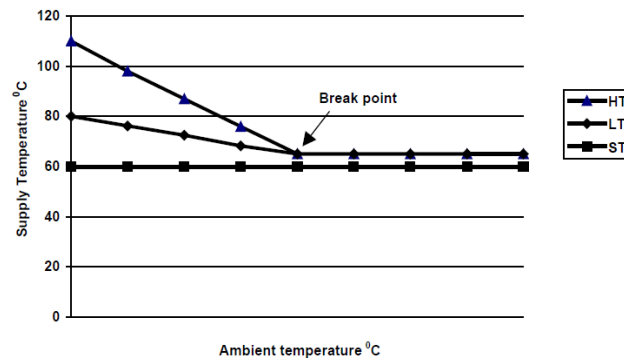
Tabla 1.2. Sistemas de calefacción distrital.

Sistema de calefacción distrital	Datos de operación	Datos de diseño
Sistema de alta temperatura (HT)	100 °C, 1,6 MPa Diferencial de presión 0,6 – 0,15 MPa	120 °C, 1,6 MPa
Sistema de baja temperatura (LT)	80 °C, 0,6 MPa Diferencial de presión 0,2 – 0,05 MPa	80 °C, 0,6 MPa
Sistema secundario de temperatura (ST)	< 60 °C, 0,6 MPa Diferencial de presión 0,2 – 0,05 MPa	80 °C, 0,6 MPa

En el caso particular de Suecia los sistemas de calefacción distrital son diseñados para operar como sistemas de alta temperatura con los datos de diseño de 120 °C y 1,6 MPa.

Se debe tener en cuenta que un sistema de calefacción distrital debe proporcionar una buena refrigeración del agua de retorno de calefacción. El enfriamiento depende de qué tan bien trabaja el sistema de calefacción del edificio y la subestación. En el caso que sea necesario, el proveedor de calefacción puede instalar (por ejemplo) válvulas controladas termostáticamente en las tuberías de distribución, de modo que la temperatura de suministro no caiga por debajo del valor que se muestra en la Figura 1.2. Este equipo tendría que funcionar sólo durante los periodos cuando no hay demanda de calor. La calidad del agua circulante que lleva el calor puede afectar al rendimiento, es por esto que son importantes el tratamiento del agua, y el control y vigilancia de agua de relleno para el sistema.

Figura 1.4. Gráfico temperatura de suministro vs temperatura ambiente.



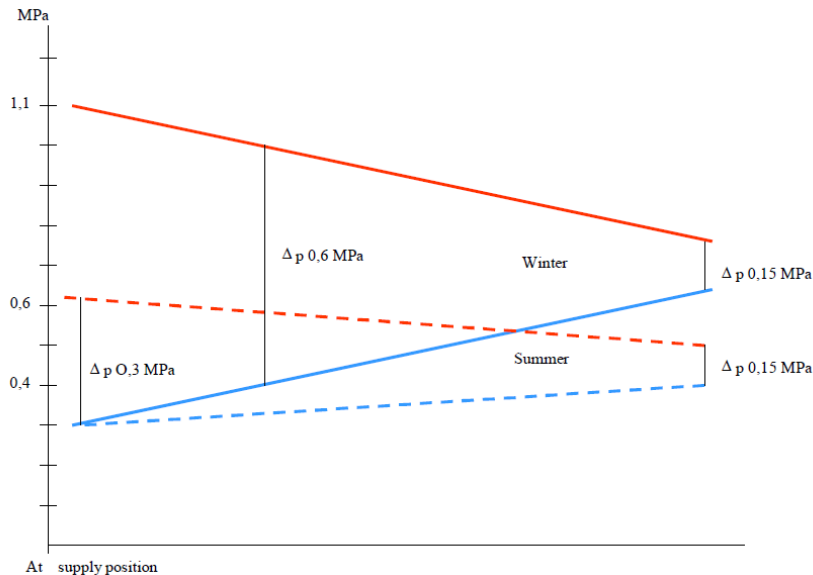
En la figura 1.4 se muestran las curvas de temperatura de suministro a las subestaciones. Es importante que el proveedor calefacción especifique claramente qué característica de temperatura de operación se emplea.

Con el fin de asegurar que las subestaciones reciban un suministro de temperatura no inferior a 65 °C a baja carga, la temperatura de salida del agua de las plantas de producción debe ser de aproximadamente 10 °C más alta que la anteriormente mencionada.

Respecto al diferencial de presión el proveedor de calefacción distrital deberá proporcionar información sobre la presión mínima real y la máxima presión diferencial, medidas en la conexión de servicio de las válvulas de aislamiento. Estos datos deben ser utilizados para determinar las dimensiones necesarias y las capacidades de las válvulas de control e intercambiadores de calor. Se debe tener en cuenta que el proveedor de calor debe incluir la caída de presión a través del contador de energía térmica en la información proporcionada.

La siguiente figura muestra los rangos sobre los que puede variar la presión diferencial en un sistema de calefacción distrital.

Figura 1.5: Diferenciales de presión de un sistema de calefacción distrital.



En Suecia las subestaciones para sistemas HT normalmente operan con una presión diferencial en el intervalo de 0,15 a 0,8 MPa, siendo el rango más común rango de 0,15 - 0,6 MPa.

La calidad del agua juega también un papel importante dentro del sistema de calefacción distrital, en la siguiente tabla se indican los valores límites recomendados de la calidad del agua para calefacción.

Tabla 1.3. Valores límites recomendados de calidad del agua para calefacción.

	Unidad	Valor recomendado
Alcalinidad a 25 °C	pH	9,5 – 10
Contenido de oxígeno	mg/kg agua	< 0,02
Conductividad a 25 °C	mS/m	>35
Dureza	°dH	< 0,1*
Hierro	mg/kg agua	< 0,1
Cloruro	mg/kg agua	< 50
Cobre	mg/kg agua	< 0,02
Fluor	ppm	0 – 1

* Si hay un intercambiador de calor entre el circuito de la caldera en la planta de producción y la red de distribución, puede ser aceptado un valor <1,0.

Adicionalmente es necesario que el sistema se encuentre equipado de válvulas de retención con el fin de evitar las corrientes inversas entre los sistemas de agua diferentes.

En este punto es responsabilidad del propietario del equipo cerciorarse que las válvulas funcionan correctamente.

Para el caso de los intercambiadores de calor, en las tablas 1.4 y 1.5 se muestran las temperaturas para intercambiadores de calor limpios. Si la diferencia de temperatura entre las temperaturas de retorno primario y secundario de los intercambiadores de calor mostrado en la Tabla 1.4 se incrementa de 3 °C a 5 °C, los intercambiadores de calor ya no son eficientes.

Tabla 1.4. Temperaturas de diseño para intercambiadores de calor de agua caliente doméstica.

	Temperatura del agua de suministro para calefacción	Temperatura del agua de retorno	Agua fría	Agua caliente doméstica	Temperatura en las llaves
Edificio de departamentos/locales comerciales	65 °C*	< 22 °C	10 °C	55 °C	50 °C
Casas independientes/Departamentos individuales	65 °C*	< 25 °C	10 °C	50 °C	50 °C
Si el suministro es por acumuladores de calor	65 °C	< 25 °C	10 °C	60 °C	50 °C

*60 °C para sistemas ST.

Los intercambiadores de calor para agua caliente doméstica son particularmente sensibles a la obstrucción si hay presencia de cal en el agua. Fallas en otros equipos, tales como una válvula de control de fugas o mala regulación, pueden provocar que el intercambiador de calor se sobrecaliente y por lo tanto se acumulen depósitos de cal.

En Suecia la temperatura mínima requerida para abastecer de agua caliente sanitaria es de 50 °C en las llaves. Con el fin de garantizar el cumplimiento de este requisito, se recomienda que, si el agua se suministra a la demanda de un intercambiador de calor, la temperatura del agua caliente a la salida de la subestación no debe ser inferior a 55 °C. Algunas instalaciones utilizan un tanque de almacenamiento de agua caliente, y en tales casos, la temperatura del agua caliente no debe ser inferior a 60 °C.

Desde el punto de ambiental se deben establecer requisitos para el agua caliente sanitaria, poniendo especial énfasis en la Legioneliosis, enfermedad producida por la bacteria *Legionella*. Los puntos de riesgo son los secadores de toallas y las bobinas de calefacción por suelo radiante conectados a sistemas de agua caliente. La bacteria *Legionella* puede crecer en caso de que se apague, y luego infectar a todo el sistema cuando se enciende nuevamente. Por esta razón, los secadores de toallas y bobinas de calefacción de suelo deben ser aislados del sistema de agua caliente.

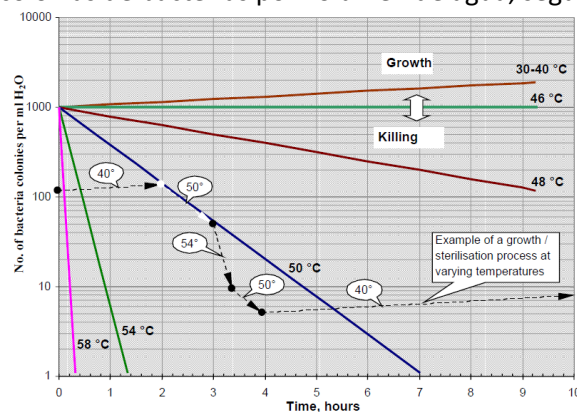
La Asociación de calefacción distrital de Suecia recomienda evitar el almacenamiento de agua caliente sanitaria. Afirmando que de esta forma se asegura un nivel de higiene lo mejor posible para el agua caliente sanitaria.

Si el sistema de calefacción distrital abastecerá tanto de calor cómo de agua caliente domiciliaria a sus clientes, se debe normar la temperatura de suministro para evitar focos de legionella.

No se estima conveniente normar la dureza del agua, que es uno de los principales factores que puede afectar el funcionamiento de la caldera, este punto puede ser regulado indirectamente durante la evaluación ambiental del proyecto en la RCA, estableciendo la obligación de utilizar ablandadores de agua para asegurar la viabilidad del proyecto si las características del agua del lugar de emplazamiento lo ameritan.

Adicionalmente se indica, que se debe mantener una temperatura del agua de 60 °C y se debe mantener en tanques calentadores y tanques de almacenamiento durante un tiempo suficientemente largo para eliminar la *Legionella* antes de que el agua sea ingresada a la red de suministro. Las bacterias no se eliminan por elevar la temperatura del agua caliente que se ha almacenado en, 40 °C, a 55 °C en un intercambiador de calor. Tal calentamiento se produce muy rápidamente, y no da tiempo suficiente para matar las bacterias.

Figura 1.6: Número de colonias de bacterias por volumen de agua, según temperatura y tiempo.



De la figura anterior se observa que es muy peligroso reducir temporalmente la temperatura interna en un circuito de circulación de agua caliente.

Por otro lado, se indica que para las duchas fijas que son comunes en piscinas, instalaciones deportivas y hospitales, deben ser alimentadas con agua a 38 °C. Pero la mezcla para producir esta temperatura debe ocurrir en las duchas con el fin de evitar el crecimiento de la *Legionella*.

Es importante que el sistema interno de circulación de agua caliente mantenga la temperatura prescrita en las tuberías de distribución y en las tuberías de circulación. Esto puede lograrse por medios tales como una de bomba capacidad de caudal variable, válvulas termostáticas y válvulas de equilibrado.

Ahora bien, para determinar las capacidades de los sistemas de radiadores en los edificios que ya están conectados a un sistema de calefacción se puede seguir lo indicado en la Tabla 1.5. Nótese, sin embargo, que la temperatura del lado de retorno primario no debe ser superior a 3 °C más alta que la temperatura del lado de retorno secundario.

Tabla 1.5. Determinación de las Capacidades de los Sistemas de Radiadores en Edificios Conectados a un Sistema de Calefacción

Sistema HT/LT	Sistema de calefacción distrital, suministro de temperatura	Sistema de calefacción distrital, temperatura de retorno	Sistema de radiadores, suministro de temperatura	Sistema de radiadores, temperatura de retorno
Sistema de calefacción en edificios nuevos	100/80 °C	< 48 °C < 43 °C < 33 °C	60 °C 60 °C 70 °C	45 °C 40 °C 30 °C
Sistemas de ventilación en edificios nuevos	100/80 °C	< 33 °C	60 °C*	30 °C
Sistemas de calefacción en edificios antiguos (hasta 1967) Después de las mejoras	100/80 °C 100/80 °C	< 63 °C < 53 °C	80 °C 70 °C	60 °C 50 °C

* 55°C para secadores y calentadores de bobina.

Nota: Valores para sistemas emplazados en edificios.

En la tabla anterior se muestran las temperaturas de retorno primario, y se aplican a la temperatura ambiente de diseño para la localización en cuestión. Cuando el requerimiento de calor es menor, las temperaturas del sistema de calefacción distrital también son menores.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra cómo diferentes rangos de temperaturas de diseño afectan a las áreas requeridas para la superficie del radiador, caudales, etc., en relación con un caso de referencia de 60/45.

Tabla 1.6. Diferencias de Rangos de Temperaturas de Diseño

Conexión principal de la subestación	Temperatura a sistema de radiadores	Eficiencia térmica del sistema de radiadores *	Eficiencia térmica de la subestación completa	Temperatura promedio anual del sistema de calefacción distrital	% grados por día**	Área superficial del radiador	Flujo circulante del sistema de radiadores
		%	%	%	%	%	%
Paralelo	80/60	79	84,1	119,2	107	59	84
Paralelo	60/45	100	100	100	100	100	100
Paralelo	55/45	100,5	100,4	99,6	99,8	107	165
Paralelo	60/40	104,8	103,2	96,1	98,5	115	87
Paralelo	70/30	111,7	107,4	91,2	96,6	149	46
2 etapas	80/60	78,6	85,5	118,8	106,8	59	84
2 etapas	60/45	100	100	100	100	100	100
2 etapas	55/45	100,2	100,2	99,7	99,9	107	165
2 etapas	60/40	104,5	102,9	96,5	98,7	115	87
2 etapas	70/30	111,3	106,7	92	96,8	149	46

*La eficiencia térmica es una medida de lo bien que la subestación enfría el agua de retorno.

**El porcentaje de grados por día es un valor ponderado para el año del nivel de temperatura en el agua de calefacción distrital que pasa a través de la subestación. En este caso, se refleja únicamente las temperaturas de retorno.

Al tener que decidir entre un sistema 60-40 °C o 70-30 °C, los factores que sobre todo deben tenerse en cuenta son las grandes áreas necesarias de la superficie del radiador y los caudales más bajos, así como la eficiencia térmica mejorada. La selección de sistemas 60-40 °C o 70-30 °C mejora la eficiencia del sistema de calefacción y reduce las temperaturas de retorno, pero al precio de una superficie de radiador algo mayor.

Puede haber ventajas en la elección de un sistema de flujo bajo para un sistema de calefacción del edificio. Una característica de estos sistemas suministro es una temperatura de diseño relativamente alta y una baja temperatura de retorno, que ayuda al rendimiento global del sistema de calefacción distrital y reduce los costos si los cargos se basan en las tasas de flujo.

Respecto a las válvulas de control se indica que se deben seleccionar de manera que utilicen la diferencia de presión disponible, que debe ser al menos 150 kPa a través de la

conexión de servicio a las válvulas de aislamiento. Además se deben seleccionar las válvulas de control de modo que tengan una caída de al menos 100 kPa a través de la válvula cuando está totalmente abierta y bajo condiciones de diseño, es decir, a la menor presión diferencial. Ver la Tabla 1.7.

Tabla 1.7: Rangos de operación para válvulas de control.

Radiador	R1	R2	R3	R4
Temperatura de diseño	100-63 / 60-80	100-63 / 60-80	100-63 / 60-80	100-63 / 60-80
Rango de intercambio de calor (kW)	80	125	230	365
Flujo aproximado (L/s)	0,53 / 0,98	0,8 / 1,48	1,46 / 2,71	2,26 / 4,18
Máxima Caída de presión (kPa)	<25 / < 15	<25 / < 15	<25 / < 15	<25 / < 15
Válvula de control primaria (k_{vs})*	1,6	2,5	2,5 - 4	6,3 – 10

*El valor k_{vs} es la capacidad de la válvula totalmente abierta, con una caída de presión de 0,1 MPa.

El actuador de la válvula debe ser capaz de variar el valor k_{vs} de la válvula.

Las válvulas de control pueden ser controladas por medios electrónicos y/o termomecánicos. Las condiciones de control más difíciles ocurren principalmente a la máxima temperatura de suministro y presión diferencial, por lo tanto bajo estas condiciones se requiere el rendimiento de un buen control. También debe ser posible hacer funcionar el equipo de control con la mano.

Análogamente a lo ocurrido con los circuitos de agua caliente doméstica se puede utilizar un sistema de módulos para el circuito de radiadores en la subestación. En la tabla anterior se sugieren cuatro módulos, en los cuales las válvulas de control utilizadas en los sistemas modulares deben ser fácilmente intercambiables.

Los requerimientos básicos para la selección de válvulas de en sistemas de calefacción distrital son una temperatura de diseño de 10 – 120 °C y una presión de 16 bar (1,6 MPa). Adicionalmente se debe tener en cuenta que los sistemas de calefacción distrital se deben someter a una prueba de presión con agua a 1,43 veces la presión de diseño. Las válvulas deben soportar esta presión cuando son piezas conectadas al final de la tubería. Sin embargo no se requiere que estén operables durante la prueba.

En el caso de utilizarse válvulas enterradas un requisito muy importante es que los materiales de fabricación sean maniobrables y libres de mantenimiento.

Las válvulas de cierre en los sistemas de calefacción distrital deberán ser a prueba de fugas cuando se cierran. La presión de prueba se aplicará a cada lado del dispositivo de sellado (uno de los lados a la vez).

El SS¹ ISO 5208 exige que el cuerpo de válvula deben ser sometido a una prueba de presión a 1,5 veces la presión de diseño y con agua a una temperatura de 20 °C, y el actual dispositivo de cierre de la válvula debe ser probado a 1,1 veces la presión de diseño.

Tabla 1.8. Fugas admisibles de los sellos de válvula.

Tipo	Tipo de sello	Máximo admisible
A	Junta elástica, de caucho o material plástico	No se admiten fugas
B	Sello metálico cuando se ensaya con el líquido	0,01 mm ³ /s x DN

Las válvulas para ser utilizadas en sistemas anclados de fricción enterados deberán estar diseñadas para soportar una tensión axial de 300 N/mm² en los tubos a los cuales están conectadas. Ver la columna F en la tabla 1.9.

Los torques de apertura y cierre para el funcionamiento de la válvula deben ser declarados por el fabricante. Se deberán realizar los reajustes necesarios para los casos en que la válvula ha permanecido cerrada por un largo período de tiempo. El torque se mide en el vástago de la válvula, o en el eje de una válvula de mariposa. El torque se indicará para las siguientes condiciones:

- Sin presión diferencial a lo largo la válvula, llena de agua.
- Con una presión diferencial de 1,1 veces la presión de diseño a través de la válvula, llena de agua.
- A la máxima presión diferencial permisible que las superficies de sellado pueden estar expuestas durante la operación.

Las válvulas utilizadas generalmente son de tipo globo, bola o de mariposa, de conformidad con los requisitos técnicos básicos y condiciones de entrega del SS 1241.

A menos que se especifique lo contrario, las válvulas deberán estar provistas de extremos para soldadura.

La longitud del cuerpo de válvulas debe ser suficiente para asegurar que el material de sellado de la válvula y dispositivo de cierre no sean dañados por el calor o la contaminación cuando la válvula está siendo soldada a un tubo. Las válvulas, incluyendo la DN² 125, deben ser capaces de resistir los efectos de gas de la soldadura, y el proveedor deberá dar todos los detalles de cualquier restricción.

¹Swedish Standard.

² Diámetro Nominal, en milímetros.

Los sellos del vástago deberán ser libres de mantenimiento, o deben ser adecuados para el resellado en caso necesario. Las válvulas para uso enterrado deberán tener sellos de libre mantenimiento. Los cuellos de los vástagos, con o sin actuadores, deberán ser lo suficientemente largos como para asegurar que el extremo superior de los cuellos está por encima del aislamiento.

Para conocer más el detalle del cuello del vástago de la válvula para válvulas de cierre enterradas, véanse la norma EN 488.

Respecto a los sellos, en el caso de válvulas de mariposa con sellos de la aleta reemplazables, se deberán proporcionar las instrucciones de recambio y la válvula deberá ser marcada para mostrar de qué lado debe ser reemplazado el sello.

Las válvulas que utilizan lubricante como un sello adicional deben ser diseñadas de manera tal que el lubricante no se traspase al sistema de tuberías.

Para las válvulas que utilicen actuadores para su apertura y cierre, los engranajes de los actuadores destinados para el funcionamiento de las válvulas de tapón, bola o mariposa de DN 200 o más grande deberán estar diseñados de modo que la válvula también pueda ser operada desde el suelo por medio de una extensión del vástago. Adicionalmente los actuadores deberán proporcionar una indicación de posición y tener un tope de final carrera.

Las válvulas de hasta DN150 deberán ser posibles de operar por medio de una llave T o una palanca de mano.

Los actuadores deben indicar las posiciones abierta y cerrada, se indica que no será posible poner los actuadores de modo tal que encajen en una posición incorrecta. Deberá ser posible encajar el conector entre el vástago de la válvula y el actuador de una sola manera, asegurada por medio de codificación mecánica o marcado. Además, en el vástago de la válvula también se deben indicar las posiciones abiertas y cerradas.

Es requisito que todos los engranajes deben ser autoblocantes.

Los materiales en las partes sometidas a presión de la válvula pueden ser de acero forjado o laminado, mientras que las aletas de mariposa pueden ser de fundición de acero al carbono esferoidal (hierro dúctil). Se deberán cumplir los requisitos establecidos en la Directiva 97/23/CE de equipos a presión el módulo H.

Los extremos de soldadura de las válvulas deben ser adecuados para su uso con las dimensiones de tuberías de acero indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 1.9. Dimensiones de tuberías.

DN	D (mm)	t (mm)	F (kN)
15	21,3	2	36
20	26,9	2	47
25	33,7	2,3	68
32	42,4	2,6	98
40	48,3	2,6	112
50	60,3	2,9	157
65	76,1	2,9	200
80	88,9	3,2	258
100	114,3	3,6	375
125	139,7	3,6	462
150	168,3	4	620
200	219,1	4,5	910
250	273	5	1263
300	323,9	5,6	1680
400	406,4	6,3	2376
500	508	6,3	2980
600	610	7,1	4034
700	711,2	8	5300
800	812,8	8,8	6670
900	914,4	10	8525
1000	1016	11	10420
1200	1220	12,5	14225

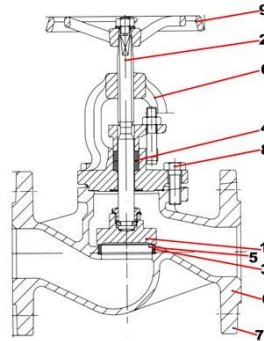
Donde:

- DN: Diámetro nominal.
- D: Diámetro externo.
- t: Espesor mínimo del material.
- F: Carga axial de las tuberías al nivel de estrés 300 N/mm² (límite elástico). Esto se aplica para válvulas enterradas, véase el Anexo B en la norma EN 488.

A continuación se presentan algunas partes de una válvula³, teniendo en cuenta que las válvulas independientemente de su tipo cuentan con algunas partes comunes necesarias para poder cumplir su función.

³ Información obtenida de http://www.comeval.es/formacion_glosario_2007.htm

Figura 1.7: Válvula típica, válvula tipo globo.



1. Obturador: es la pieza que realiza la interrupción física del fluido.
2. Eje: es la parte que conduce y fija el obturador.
3. Asiento: parte de la válvula donde se realiza el cierre por medio del contacto con el obturador.
4. Empaquetadura del eje: es la parte que montada alrededor del eje metálico asegura la estanqueidad a la atmósfera del fluido.
5. Juntas de cierre: es la parte que montada alrededor del órgano de cierre (en algunos casos) asegura una estanqueidad más perfecta del obturador.
6. Cuerpo y Tapa: partes retenedoras de presión, son el envolvente de las partes internas de las Válvulas.
7. Extremos: parte de la válvula que permite la conexión a la tubería, pueden ser bridados, soldados, roscados, ranurados o incluso no disponer de ellos, es decir, permitir que la válvula se acople a la tubería tan solo por las uniones externas (Wafer).
8. Pernos de unión: son los elementos que unen el cuerpo y tapa de la válvula entre sí. Para asegurar la estanqueidad atmosférica hay que colocar juntas entre estas dos superficies metálicas.
9. Volante: es el mecanismo que acciona la válvula.

1.2 Análisis de la Normativa Nacional Vigente que Regula o se Vincula a las Calderas y Procesos de Combustión

Para el análisis de los cuerpos legales vigentes relacionados con calderas y procesos de combustión, se consideraron a lo menos los siguientes aspectos:

- Tipo de fuente a regular
- Inicio Vigencia
- Ámbito territorial de aplicación
- Contaminantes a regular
- Valores límites de emisión

Cabe hacer notar que el año 2008 se finalizó un estudio asociado a “Generación de antecedentes técnicos y económicos necesarios para elaborar una norma de emisión atmosférica para calderas industriales”, el que se utilizó como base para la fase de revisión.

Desde el año 2008 a la fecha, se han incorporado a nuestra legislación nuevos textos normativos que regula o se vincula a las calderas y procesos de combustión.

1.2.1 Legislación Nacional Relacionada con Calderas y Procesos de Combustión.

La legislación nacional relacionada con calderas y procesos de combustión se presenta de forma resumida en la tabla 1.10 presentada a continuación. Para tener más detalle de cada una de las normativas allí mencionadas, ver anexo 2.

Tabla 1.10. Resumen Normativa Nacional.

Norma	Organismo	Fecha de Publicación	Fecha de Entrada en Vigencia	Ámbito de Aplicación	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Potencia de entrada MW	Combustible utilizado	Contaminante normado	Límite de Emisión (mg/Nm ³)	Periodicidad de Medición de Emisiones
D.S. Nº 144/1961	Ministerio de Salud		18-05-1961	Todo el Territorio Nacional	Industrial, Comercial y Residencial	Todo tipo de fuente	No establece	Combustible sólido o líquidos	Emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza	No establece	No establece
Resolución Nº 7.077/1976	Servicio Nacional de Salud		28-09-1978	Región Metropolitana	Industrial, Comercial y Residencial	Calderas de todo tipo	No establece	No establece	Prohíbe la incineración como método de eliminación de residuos sólidos de origen doméstico o industrial	No establece	No establece
D.S. Nº 48/1984	Ministerio de Salud		12-05-1984	Todo el Territorio Nacional	Industrial, Residencial y Comercial	Calderas y generadores de vapor y autoclaves	No establece	No establece	No establece	No establece	No establece
D.S. Nº 32/1990, modificado por D.S. Nº 322/91 (D.O. 20.07.91) y D.S. Nº 356/97 (D.O. 20.02.98)	Ministerio de Salud		24-05-1990	Región Metropolitana	Industrial y Comercial	Fuentes puntuales o grupales	No establece	No establece	MIP	32 (Episodio de Preemergencia) Anual 28 (Episodio de Emergencia)	Anual
D.S. Nº 321/1991	Ministerio de Salud		07-05-1991	Región Metropolitana	Industrial, Comercial y Residencial	Fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos, tales como procesos industriales, calderas de calefacción y/o agua caliente, hornos industriales, hornos de panadería	No establece	No establece	MIP	112	No establece

Norma	Organismo	Fecha de Publicación	Fecha de Entrada en Vigencia	Ámbito de Aplicación	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Potencia de entrada MW	Combustible utilizado	Contaminante normado	Límite de Emisión (mg/Num ³)	Periodicidad de Medición de Emisiones
D.S. N°4/1992, modificado por D.S. N° 20/2001 (D.O. 12.04.2001) y D.S. N° 66/2010 (16.04.2010)	Ministerio de Salud		02-03-1992	Región Metropolitana	Industrial	Fuentes estacionarias puntuales y grupales que emiten menos de 1 ton diaria de MP	No establece	No establece	MP	112 (Fuentes puntuales) 56 (Fuentes grupales)	Fuentes puntuales: 1 año Fuentes grupales: 3 años
D.S. N° 1.583/1992	Ministerio de Salud		26-04-1993	Región Metropolitana		Fuentes estacionarias puntuales que emiten más de 1 ton diaria de MP	No establece	No establece	MP	56	No establece
D.S. N° 2.467/1993	Ministerio de Salud		18-02-1994	Todo el Territorio Nacional		Reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias	No establece	No establece	MP Gases	No establece	No establece
Resolución N° 15.027/1994	Ministerio de Salud		06-12-1994	Región Metropolitana	Industrial	Procedimiento de declaración de emisiones para fuentes estacionarias puntuales y grupales	No establece	No establece	MP	No establece	Anual
D.S. N° 812/1995, modificado por D.S. N° 58/2003 (D.O.: 29.01.04)	Ministerio de Salud		08-05-1995	Región Metropolitana	Industrial	Fuentes estacionarias puntuales	No establece	No establece	Procedimiento de compensación de emisiones de MP	No establece	Anual
Resolución N° 5.155/1999	Servicio de Salud del Ambiente		17-03-1999	Región Metropolitana	Industrial	Establece la forma de declarar emisiones gaseosas para las fuentes estacionarias	No establece	No establece	CO NOx COVs	No establece	No establece
D.S. N° 138/2005, modificado por el D.S. N° 90/2010	Ministerio de Salud		17-11-2005	Todo el Territorio Nacional	Industrial	Calderas generadoras de vapor y/o agua caliente; Producción de celulosa;	No establece	No establece	Contaminantes atmosféricos	No establece	Anual

Norma	Organismo	Fecha de Publicación	Fecha de Entrada en Vigencia	Ámbito de Aplicación	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Potencia de entrada MW	Combustible utilizado	Contaminante normado	Límite de Emisión (mg/Nm ³)	Periodicidad de Medición de Emisiones
						Fundiciones primarias y secundarias; Centrales termoeléctricas; Producción de cemento, cal o yeso; Producción de vidrio; Producción de cerámica; Siderúrgica; Petroquímica, Asfalto y Equipos electrogénicos					
Circular N° B32/23 del 2006	Ministerio de Salud		02-06-2006	Todo el Territorio Nacional	Industrial	Entrega las directrices para la implementación del D.S. N° 138/2005, que establece la obligación de declarar emisiones contaminantes atmosféricas	No establece	No establece	PTS, PM10, CO, NOx, SOx, COV, NH3, PCDD, PCDF, CO2, Pb, As, Benceno, Tolueno, CH4, TRS	No establece	No establece
Resolución N° 2.063/2005	Ministerio de Salud	02-02-2005	02-02-2005	Región Metropolitana	Industrial	Calderas de calefacción e industriales con consumos mayores a 200.000 KJ/hr, y aquellas que operen con quemadores atmosféricos con consumos mayores a 500.000 KJ/hr, medidos a plena carga	No establece	No establece	CO	100 ppm	Anual
Resolución N° 42.549/2006	Ministerio de Salud	14-10-2006	14-10-2006	Región Metropolitana	Industrial	Calderas de calefacción e industriales con consumos mayores a 200.000 KJ/hr	No establece	No establece	SO2	30 ng/l	Anual
						Fuentes fijas	No establece	No establece	Cumplimiento de metas	No establece	Anual

Norma	Organismo	Fecha de Publicación	Fecha de Entrada en Vigencia	Ámbito de Aplicación	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Potencia de entrada MW	Combustible utilizado	Contaminante normado	Límite de Emisión (mg/Nm ³)	Periodicidad de Medición de Emisiones	
D.S. N° 45/2007	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	05-10-2007	05-10-2007	Todo el Territorio Nacional	Industrial	Instalaciones de incineración	No establece	No establece	individuales de emisión y compensación de NOx	MP		
									SO2	30		
									NOx	50		
									CO	300		
						Hg y sus compuestos	50	0,1				
D.S. N° 66/2009	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	16-04-2010	16-04-2010	Región Metropolitana	Industrial	Calderas de calefacción e industriales con consumos mayores a 200.000 KJ/hr, y aquellas que operen con quemadores atmosféricos con consumos mayores a 500.000 KJ/hr, medidos a plena carga	No establece	No establece	SO2	50		
									NOx	300		
									CO	50		
									Hg y sus compuestos	0,1		
						Calderas de biomasa forestal	No establece	No establece	MP	50		
							No establece	No establece	Hg y sus compuestos	0,1		
D.S. N° 78/2009	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	03-06-2010	03-06-2010	Comunas de Temuco y Padre Las Casas	Industrial	Calderas de calefacción e industriales con consumos mayores a 200.000 KJ/hr	No establece	No establece	SO2	30 ng/J	Anual	
									Fuentes Puntuales	MP		112
									Fuentes Grupales	MP		112
									Calderas de calefacción grupal	MP		112
D.S. N° 13/2011	Ministerio del	23-06-2011	23-06-2011	Todo el	Industrial	Unidades de	50	Sólido	MP	50	Anual o Cada 2 años	

Norma	Organismo	Fecha de Publicación	Fecha de Entrada en Vigencia	Ámbito de Aplicación	Sector al que Aplica	Tipo de Fuente Emisora	Potencia de entrada MW	Combustible utilizado	Contaminante normado	Límite de Emisión (mg/Nm ³)	Periodicidad de Medición de Emisiones
	Medio Ambiente			Territorio Nacional		generación eléctrica, conformada por caldera o turbinas existentes		Sólido	SO ₂	400	
								Sólido	NOx	500	
								Líquido	MP	30	
								Líquido	SO ₂	30	
								Líquido	NOx	200	
								Gas	MP	No aplica	
								Gas	SO ₂	No aplica	
								Gas	NOx	50	
								Carbón y/o petcoke	Hg	0,1	
								Sólido	MP	30	
								Sólido	SO ₂	200	
								Sólido	NOx	200	
								Líquido	MP	30	
							50	Líquido	SO ₂	10	
						Unidades de generación eléctrica, conformada por caldera o turbinas nuevas		Líquido	NOx	120	
								Gas	MP	No aplica	
								Gas	SO ₂	No aplica	
								Gas	NOx	50	
								Carbón y/o petcoke	Hg	0,1	

Cabe señalar que el DS4/92 establece concentraciones máximas permisibles para fuentes estacionarias diferenciando entre fuentes puntuales y grupales. Las fuentes puntuales se definen como las fuentes estacionarias cuyo caudal descargado es igual o superior a 1.000 m³/h bajo condiciones estándar (1 atm, 25°C), en tanto que las fuentes estacionarias grupales son aquellas que descargan menos de 1.000 m³/h.

1.2.2 Consistencia de la Normativa Nacional Relativo a Calderas y Procesos de Combustión

En Chile una de las metas ambientales más importantes de la última década ha estado enfocada a mejorar la calidad del aire y para ello el marco legal considera distintos instrumentos de gestión ambiental entre los que se encuentran: las normas de calidad y de emisión, y planes.

De acuerdo a la información recopilada, se puede deducir que las calderas y procesos de combustión se encuentran regulados en términos generales y superficiales faltando la consistencia necesaria que garantice un adecuado control y gestión ambiental.

Cabe destacar que el Decreto Supremo N° 48/1984, sobre “Reglamento de calderas y generadores de vapor”, es una norma esencialmente de seguridad, ya que establece las condiciones generales de construcción, instalación, mantención, operación y seguridad que deben reunir las calderas, resguardando la vida y salud de las personas, pero excluye de ella todo valor cuantitativo que enmarque el correcto funcionamiento o condiciones ideales de operación.

Si bien la normativa vigente establece límites de emisión a la cantidad de contaminantes emitidos al aire que pueden producir las instalaciones industriales o fuentes emisoras en general, no hace la diferencia por tipo de combustible utilizado ni diferenciado para fuentes emisoras existentes y nuevas como por ejemplo el Decreto Supremo N° 78/2009 “Establece Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre las Casas” y el Decreto Supremo N° 13/2011 “Establece Norma de emisión para Centrales Termoeléctricas”.

1.2.3 Análisis Comparativo de la Normativa Nacional e Internacional

El análisis comparativo se realiza en base a los límites de emisión recopilados en función de los diferentes rubros económicos, combustibles, tipo de equipos de combustión y capacidades térmicas.

Material Particulado (MP).

La normativa nacional hace especial hincapié en las emisiones de Material Particulado en zonas de latencia o saturadas, como por ejemplo la Región Metropolitana. En la actualidad las instalaciones de combustión ubicadas en la Región Metropolitana deben cumplir con un nivel de emisión de 56 mg/Nm³. En episodios de preemergencia y emergencia

ambiental sólo pueden operar las fuentes que emitan menos de 32 mg/Nm³ en preemergencia y 28 mg/Nm³ en episodios de emergencia ambiental.

En el resto del territorio nacional no existe normativa vigente que regule la emisión de MP producto de combustión en calderas de uso industrial, comercial o residencial. Sólo se han regulado las emisiones producto de calderas de centrales termoeléctricas (Capacidad Térmica mayor a 50 MWt), estableciendo un límite de emisión para MP para fuentes existentes de 50 mg/Nm³ si se quema combustible sólido y de 30 mg/Nm³ si se quema combustible líquido. No se establece límite si se quema combustible gaseoso.

Por otro lado se ha normado las instalaciones de incineración y coincineración (DS 45/2007 MINSAL), tales como hornos de cemento, hornos rotatorios de cal e instalaciones forestales que queman biomasa forestal tratada⁴ estableciendo un límite de 30 mg/Nm³ en instalaciones de incineración, 50 mg/Nm³ en hornos de cemento y rotatorios de cal y 50 mg/Nm³ para instalaciones que coincinen biomasa forestal tratada. Cabe señalar que las calderas de poder de las plantas productoras de celulosa Kraft no están afectas a esta normativa ya que queman biomasa no tratada.

En general a nivel nacional sólo se regula a grandes instalaciones de combustión en actividades industriales específicas, dejando de lado a las pequeñas instalaciones de combustión.

La normativa internacional analizada regula un amplio rango de rubros industriales y capacidades térmicas de los equipos de combustión. En cuanto a grandes instalaciones de combustión la Unión Europea cuenta con la directiva **2010/75/CE**, la que regula instalaciones de capacidad térmica superior a 50 MWt, estableciendo límites de emisión para MP de hasta 30 mg/Nm³ en instalaciones de hasta 100 MWt quemando combustibles sólidos. Cabe destacar que se diferencia entre variados tipos de combustible incluyendo combustibles generados en actividades siderúrgicas y forestales. Cabe destacar que esta directiva tiene como eje el concepto de Prevención y Control Integrados de la Contaminación, lo que resulta en propender al uso de las mejores tecnologías disponibles para el control de las emisiones al aire, agua y suelo.

Respecto de pequeñas instalaciones de combustión (hasta 50 MWt) la Unión Europea cuenta con el estándar EN 303-5, el que regula instalaciones de hasta 300 kWt que quemem combustible sólido (Biomasa y fósil) estableciendo límites de emisión de hasta

⁴ Biomasa a la que se le agregó algún producto químico que contenga o pueda generar un compuesto regulado por el DS 45/2007 MINSAL.

200 mg/Nm³, incorporando además de la capacidad térmica de los equipos sus niveles de eficiencia térmica.

En Alemania se cuenta con la regulación “Primer reglamento del acto federal del control de la contaminación atmosférica”, el que regula instalaciones de combustión desde 4kW de capacidad térmica para variados tipos de combustible como, carbón, coke, biomasa (tratada o no), desechos agrícolas, gas natural, gas licuado, biogás, gas de alto horno, gas de coque y gas de refinería. Los límites de emisión para MP son de hasta 100 mg/Nm³.

Dióxido de Azufre (SO₂).

Respecto del dióxido de azufre la normativa nacional considera las instalaciones de incineración, estableciendo como límite 50 mg/Nm³. La normativa para centrales termoeléctricas establece como límite de emisión de 200 mg/Nm³ quemando combustibles sólidos.

La Unión Europea establece límites de emisión de hasta 400 mg/Nm³ en instalaciones que quemen combustibles sólidos y tengan una capacidad térmica de hasta 100 MWt. En todo caso cabe señalar que se permite rebasar los límites establecidos cuando se queman combustibles sólidos en tanto las instalaciones logren cumplir con los llamados índices de desulfurización⁵. Lo anterior en atención a la calidad de los combustibles sólidos disponibles. Por otro lado se toma en consideración también la tecnología utilizada para quemar el combustible, estableciendo variaciones a los límites de emisión. En todo caso la directiva 2001/80/CE estableció para instalaciones existentes límites de emisión que decrecen linealmente a medida que la capacidad térmica de las instalaciones crece, lo anterior para la quema de combustibles sólidos y líquidos en el rango de capacidades térmicas entre 100 y 500 MWt.

En Europa las pequeñas instalaciones de combustión no son reguladas en cuanto al SO₂.

Dióxido de Nitrógeno (NO₂).

La normativa nacional regula la emisión de NO₂ en centrales termoeléctricas e instalaciones de incineración. Para las primeras el límite de emisión es de 400 mg/Nm³ para instalaciones existentes y de 200 mg/Nm³ para instalaciones nuevas quemando combustibles sólidos. Para instalaciones de incineración el límite es de 300 mg/Nm³.

⁵ Razón entre la cantidad de azufre emitido y la cantidad de azufre contenido en el combustible.

La Unión Europea establece límites de emisión de hasta 300 mg/Nm³ en el caso de quemar combustible sólido y hace una excepción de quemarse carbón pulverizado. En todo caso las emisiones asociadas a instalaciones existentes distintas de turbinas a gas que quemen combustibles gaseosos están sujetas a límites de emisión de hasta 200 mg/Nm³, como es el caso de instalaciones que quemen gas de alto horno, gas de coque o gas de refinería.

En Europa las pequeñas instalaciones de combustión no son reguladas en cuanto al NO₂.

Otros contaminantes.

A nivel nacional para las instalaciones de incineración se establecen límites de emisión para Plomo y Mercurio (0,1 mg/Nm³ y 1 mg/Nm³ respectivamente), en tanto que las centrales termoeléctricas deben cumplir con 0,1 mg/Nm³ de mercurio cuando se queman carbón y petcoke.

La directiva europea 2010/75/CE establece límites de emisión en instalaciones de incineración de residuos, entre los cuales se cuentan: carbono orgánico total (COT), Cloruro de Hidrógeno (HCl), Fluoruro de Hidrógeno (HF), metales pesados (Cd, Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V), estos último en periodos de muestreo de entre 30 minutos y 8 horas. Además se establece límite de emisión para Dioxinas y Furanos y monóxido de carbono (CO).

1.3 Sistema de Evaluación Ambiental

Para conocer el estado del arte nacional respecto a los proyectos evaluados en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEA), se procedió a revisar proyectos aprobados en distintas regiones del país y de diversos rubros.

De los proyectos revisados en el SEA respecto a procesos que pudieran tener calderas o procesos de combustión, se puede destacar un alto grado de desorden respecto a las unidades de medida de las emisiones generadas por las calderas, ya que no se aprecia un estándar, yendo desde $\text{mg/m}^3\text{N}$ pasando por mg/h , kg/día hasta ton/año . Para la implementación de una futura norma de emisión para calderas se hace necesario establecer un estándar de presentación de las unidades de medida de las emisiones, para agilizar y facilitar la labor evaluadora y fiscalizadora de las autoridades pertinentes.

Cabe destacar que respecto a las características de las calderas informadas en los proyectos, la mayoría de ellas indica la capacidad de generación de vapor, temperatura, presión y combustible, sin embargo son pocos los proyectos en los que se indica la potencia térmica de las mismas y los consumos de combustible.

Uno de los grandes vacíos de información encontrados es que los proyectos inmobiliarios tales como edificios, Hospitales o Clínicas, que utilizarán calderas durante su operación no declaran en sus EIA o DIA qué tipos de caldera utilizan, su potencia, combustible y emisiones de estas. Por lo tanto se hace necesario que las autoridades encargadas de evaluar los proyectos exijan este tipo de información para tener un registro de las emisiones generadas, ya que este tipo de proyectos cada año son más en nuestro país como consecuencia del crecimiento poblacional y el desarrollo.

En el artículo 3 del Decreto Supremo 95, se definen los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Los proyectos analizados en el presente informe corresponden las siguientes tipologías:

- h1: Proyectos inmobiliarios que contemplen obras de edificación y/o urbanización cuyo destino sea habitacional y/o de equipamiento, y que presenten alguna de las siguientes características:
 - Que se emplacen en áreas urbanizables, de acuerdo al instrumento de planificación correspondiente, y requieran de sistemas propios de producción y distribución de agua potable y/o de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas.

- Que den lugar a la incorporación al dominio nacional de uso público de vías expresas, troncales, colectoras o de servicio.
 - Que se emplacen en una superficie igual o superior a 7 hectáreas o consulten la construcción de 300 o más viviendas.
 - Que consulten la construcción de edificios de uso público con una capacidad para cinco mil o más personas o con 1000 o más estacionamientos.
- h2: Urbanizaciones y/o loteos con destino industrial de una superficie igual o mayor a doscientos mil metros cuadrados (200.000 m²); o aquellas instalaciones fabriles que presenten alguna de las siguientes características:
- Potencia instalada igual o superior a 1.000 KVA, determinada por la suma de las capacidades de los transformadores de un establecimiento industrial;
 - Tratándose de instalaciones fabriles en que se utilice más de un tipo de energía y/o combustible, potencia instalada igual o superior a 1.000 KVA, considerando la suma equivalente de los distintos tipos de energía y/o combustibles utilizados.
 - Emisión o descarga diaria esperada de algún contaminante causante de la saturación o latencia de la zona, producido o generado por alguna(s) fuente(s) del proyecto o actividad, igual o superior al 5% de la emisión o descarga diaria total estimada de ese contaminante en la zona declarada latente o saturada, para ese tipo de fuente(s).

Adicionalmente el Plan de protección atmosférica de las comunas del Concepción metropolitano (PPACM) incorpora en su cuerpo un apartado que relaciona el ingreso de proyectos al SEIA con la compensación de emisiones, dónde se indica que “Todos aquellos proyectos o actividades nuevas y la modificación de aquellos existentes que se sometan al SEIA, deberán cumplir las siguientes condiciones:”

- Según la naturaleza del proyecto, calcular e informar las emisiones de los siguientes contaminantes: MP, CO, NO_x, SO₂, COV y NH₃. Estas emisiones corresponderán a emisiones totales, es decir, directas e indirectas.
- Aquellos proyectos o actividades nuevas y sus modificaciones, en cualquiera de sus etapas, que tengan asociadas una emisión total anual que implique el aumento sobre la situación base superior a 1 ton/año de material particulado, deberán compensarlas en un 100%.

Por último se indica que los hornos y calderas con potencias térmicas menores a 3 MWt, sólo podrán participar en medidas de compensación de terceros, si han medido sus emisiones previamente en al menos 3 ocasiones en 2 años.

1.3.1 Análisis por Regiones

VI Región, del Libertador General Bernardo O'Higgins.

De la información revisada en el SEIA, se ha registrado un proyecto con calderas sólo en el sector fabril relacionado con la fabricación de cartón, de la tipología k1.

X Región, de los Lagos.

De la información revisada en el SEIA, se han registrado proyectos con calderas en los sectores fabril y forestal, de las tipologías k1 y m3 respectivamente.

Figura 1.6: Universo de Calderas por Sector de la Región de los Lagos



Fuente: Elaboración Propia en base a la información obtenida del SEA

Respecto de los proyectos inmobiliarios analizados se observa que en ninguno de ellos se declara estimación de emisiones producto de la operación de los sistemas de calefacción, solo se declaran las emisiones en la etapa de construcción.

1.4 Consumo de Combustibles a Nivel Nacional y Regional

Los combustibles utilizados en calderas corresponden principalmente a Carbón, Biomasa, Petróleo Pesado (N°5 y N°6), Petróleo Liviano (Diesel) y Gas (natural y licuado de petróleo).

La información que se presenta se obtuvo de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) del INE y del Informe estadístico de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC). El informe estadístico de la SEC solo entrega los consumos de combustibles derivados del petróleo, tanto líquidos como gaseosos. A diferencia de la ENIA que contempla además otros combustibles, como la leña, el carbón, etc.

Es importante señalar que, a la fecha de publicación del presente informe la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) no se encuentra actualizada, en consecuencia los datos que se presentan corresponden al año 2008.

A continuación, se presenta el consumo del sector industrial en las regiones de O'Higgins y de Aysén de los principales combustibles utilizados en el país.

a. Consumo de Petróleo Combustible N° 5 y N° 6.

La Tabla 1.11 presenta el consumo de petróleo combustible N° 5 y N° 6 para las regiones de O'Higgins y los Lagos durante el año 2008. Además se muestra el porcentaje de participación en el consumo a nivel país.

Tabla 1.11. Consumo de Petróleo Combustible N° 5 y N° 6 por Región, Año 2008.

REGION	Petróleo Combustible N° 5 y N° 6			
	ENIA ^(a)		SEC ^(b)	
	m ³	%	m ³	%
Región de O'Higgins	45.910	3,35	100.769	7,62
Región de los Lagos	11.795	0,86	24.896	1,88
TOTAL PAIS	1.370.933	100	1.322.354	100

Notas: (a) Información obtenida de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) Año 2008.

(b) Información obtenida del Informe Estadístico de la SEC Año 2008.

Al realizar la comparación entre la información de la ENIA y del informe estadístico de la SEC, se puede apreciar que existe diferencia en el consumo de petróleo combustible de un 3,5% a nivel nacional. También destaca el bajo consumo de petróleos pesados en la región de Los Lagos, el que apenas corresponde a un 0,86% del total nacional según la ENIA.

A continuación, se presenta el consumo del petróleo combustible N° 5 y N° 6 de los años 2009 y 2010 a partir del Informe Estadístico de la SEC.

Tabla 1.12: Consumo de Petróleo Combustible N° 5 y N° 6 en m³ por Región, Año 2009 y 2010.

REGION	Año 2009		Año 2010	
	m ³	% del país	m ³	% del país
Región de O'Higgins	86.003	7,09	72.586	6,96
Región de los Lagos	19.748	1,63	21.794	2,09
TOTAL PAIS	1.212.372	100	1.042.788	100

Fuente: Información obtenida del Informe Estadístico Año 2009 y 2010 de la SEC.

A partir de la Tabla 1.12 se observa que en la región de O'Higgins hubo un leve descenso en el consumo de petróleos pesados, pasando de 86.003 m³ a 72.586 m³ el año 2009. Por su parte en la región de los Lagos se observa un leve aumento desde 19.748 a 21.794 m³ entre 2009 y 2010, lo que representa un aumento del 10,36%.

b. Consumo de Petróleo Diesel (N°2).

El Diesel es utilizado en máquinas de combustión interna de alto aprovechamiento de energía y con elevado rendimiento de eficiencia mecánica, así como en el parque vehicular equipado con motores diseñados para este combustible: camiones, automóviles y camionetas diesel, minibuses, autobuses, maquinaria pesada para la construcción, locomotoras, maquinaria agrícola e industrial y turbinas para generación eléctrica, entre otros. Por lo anterior, es importante señalar que existe una cantidad no determinada de consumo de diesel por parte de pequeñas empresas.

Es importante señalar, que la información que entrega la ENIA acerca del consumo de diesel corresponde al utilizado en motores y maquinaria de combustión.

El consumo de Petróleo Diesel para las regiones de O'Higgins y Los Lagos durante el año 2008, se presenta en la Tabla 1.13.

Tabla 1.13: Consumo de Petróleo Diesel por Región, Año 2008.

REGIÓN	Consumo (m ³)	% del país
Región de O'Higgins	36.098	6,74
Región de Los Lagos	12.917	2,41
TOTAL PAIS	535.317	100

Fuente: INE, Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA), 2008.

c. Consumo de Gas Licuado de Petróleo (GLP)

El consumo del gas licuado de petróleo por región durante el año 2008, se presenta a continuación:

Tabla 1.14: Consumo de GLP por Región, Año 2008.

REGION	ENIA ^(a)		SEC ^{(b), (c)}	
	Ton	% del país	Ton	% del país
Región de O'Higgins	2.741	2,01	31.278	6,38
Región de los Lagos	1.782	1,31	23.992	4,89
TOTAL PAIS	136.389	100	490.064	100

Nota: (a) Información obtenida de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) Año 2008.
 (b) Información obtenida de Informe Estadístico Año 2008 de la SEC.
 (c) Se consideró solo el consumo GLP a granel.

Al realizar la comparación entre la información de la ENIA y del informe estadístico de la SEC, se puede apreciar que existe diferencia en el consumo de GLP a nivel nacional de un 72,2%.

A continuación, se presenta el consumo de GLP de los años 2009 y 2010 del Informe Estadístico de la SEC

Tabla 1.15: Consumo de GLP en ton por Región, Año 2009 y 2010.

REGION	Año 2009	% del país	Año 2010	% del país
Región de O'Higgins	33.939	6,62	35.514	8,08
Región de los Lagos	18.712	3,65	23.404	5,32
TOTAL PAIS	512.407	100	439.336	100

Fuente: Información obtenida del Informe Estadístico Año 2009 y 2010 de la SEC

A partir de la Tabla 1.15 se observa que en la región de O'Higgins hubo un leve aumento en el consumo de GLP, pasando de 33.939 Ton en 2009 a 35.514 Ton en 2010, lo que representa un 4,6% de aumento. Por su parte en la región de los Lagos se observa un significativo aumento desde 18.712 ton en 2009 a 23.404 ton en 2010, lo que representa un aumento del 25,07%.

d. Consumo de Gas Natural

La tabla 1.16 presenta el consumo de gas natural (GN) por región durante el año 2008.

Tabla 1.16: Consumo de GN por Región, Año 2008.

REGION	ENIA ^(a)		SEC ^(b)	
	m ³	% del país	m ³	% del país
Región de O'Higgins	7.621.779	4,38	6.871.133	1,11
Región de los Lagos	1.175.751	0,67	sin consumo	-
TOTAL PAIS	174.157.107	100	616.228.892	100

Nota: (a) Información obtenida de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) Año 2008
(b) Información obtenida de Informe Estadístico Año 2008 de la SEC

Al realizar la comparación entre la información de la ENIA y de la SEC, se puede apreciar que existe diferencia en el consumo de GN de un 28,3% debido a que la SEC considera el consumo de los sectores industrial, comercial, residencial y fiscal a diferencia de la ENIA que solo entrega información del sector industrial (establecimientos manufactureros con una ocupación de 10 y más personas).

Además se observa que según la ENIA el consumo de Gas Natural en la región de O'Higgins es de 7.621.779 m³, en tanto que según la SEC es de 6.871.133 m³, lo que representa una diferencia del 9,85%.

A continuación, se presenta el consumo de gas natural de los años 2009 y 2010 del Informe Estadístico de la SEC.

Tabla 1.17: Consumo de GN en m³ por Región, Año 2009 y 2010.

REGION	Año 2009	% del país	Año 2010	% del país
Región de O'Higgins	16.296.074	2,10	39.836.205	3,45
Región de los Lagos	sin consumo	-	sin consumo	-
TOTAL PAIS	776.993.154	100	1.154.513.981	100

Fuente: Información obtenida del Informe Estadístico Año 2009 y 2010 de la SEC

A partir de la Tabla 1.17 se observa que en la región de O'Higgins hubo un importante aumento en el consumo de Gas Natural, pasando de 16.296.074 m³ en 2009 a 39.836.205 m³ en 2010, lo que representa un 59,1% de aumento.

e. Consumo de Carbón y Carboncillo

El informe estadístico de la SEC solo entrega los consumos de combustibles derivados del petróleo, por lo tanto se presentará la información de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) 2008.

Tabla 1.18: Consumo de Carbón y Carboncillo por Región, Año 2008.

REGIÓN	Consumo (ton)	% del país
Región de O'Higgins	15.578	3,24
Región de Los Lagos	29.770	6,20
TOTAL PAIS	480.168	100

Fuente: INE, Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA), 2008.

f. Consumo de Leña

Se presentará la información de la Encuesta Nacional Industrial Anual 2008 (ENIA 2008), a raíz de que la SEC solo entrega los consumos de combustibles derivados del petróleo.

Tabla 1.19: Consumo de Leña por Región, Año 2008.

REGIÓN	Consumo (ton)	% del país
Región de O'Higgins	6.508	2,41
Región de Los Lagos	82.044	30,44
TOTAL PAIS	269.552	100

Fuente: INE, Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA), 2008.

De la Tabla 1.19 destaca el consumo de leña de la Región de Los Lagos, que representa casi un tercio (30,44%) del total consumido a nivel nacional.

1.4.1 Consumo de Combustibles por Sectores

La información que se presentará se obtuvo del Balance Nacional de Energía (BNE) correspondiente al año 2010.

La información entregada a continuación se desagrega según tipo de consumidor (principalmente el sector industrial y minero, comercial y público o residencial) y tipo de combustible (principalmente el diesel, petróleo combustibles, carbón, leña, GLP y gas natural).

En la columna "sector energético" se contabiliza los consumos propios de los Centros de Transformación y en la columna "Consumo Cent. De Transf." corresponde sólo a lo utilizado para generar nuevas energías.

Tabla 1.20: Consumo Sectorial Año 2010 (Unidades Físicas)

Energético	Sector Ind. Y Min.	Sector Comercial, Público y Residencial	Sector Energético	Consumo Final	Consumo Cent. De Transf.	Consumo Total
Petróleo Combustible ⁶ (Miles Ton)	668	49	44	761	248	1.009
Diesel ⁷ (Miles m3)	2.506	313	0	2.819	1.408	4.227
Gas Licuado (Miles Ton)	286	895	70	1.251	66	1.317
Carbón (Miles Ton)	357	0	0	357	6.111	6.468
Gas Natural (Millones m3)	1.300	609	1	1.910	3.355	5.265
Leña (Miles Ton)	3.111	8.515	0	11.626	1.055	12.681

Fuente: Informe de la Comisión Nacional de Energía "Balance Nacional de Energía, Año 2010"

De la Tabla 1.20 destaca la gran cantidad de leña utilizada en el sector industrial y minero, principalmente por la industria del papel y celulosa, y por el sector comercial, público y residencial, principalmente por el sector residencial esto se debe a que este combustible se utiliza para la calefacción domiciliaria.

Además, se destaca el consumo de diesel en el sector industrial y minero, principalmente consumido por la industria del cobre. Las Centrales de Transformación son los mayores consumidores de carbón.

⁶ Petróleo Combustible o fuel oil es un compuesto oscuro y viscoso que se destina a la industria en general como combustible para hornos y calderas, y en la generación de electricidad. En Chile se comercializa el fuel oil No. 6 y en una pequeña cantidad el fuel oil No.5.

⁷ Diesel sigue a continuación del kerosene en la destilación atmosférica del petróleo crudo y es utilizado en máquinas de combustión interna de alto aprovechamiento de energía y con elevado rendimiento de eficiencia mecánica, así como en el parque vehicular equipado con motores diseñados para este combustible: camiones, automóviles y camionetas diesel, minibuses, autobuses, maquinaria pesada para la construcción, locomotoras, maquinaria agrícola e industrial y turbinas para generación eléctrica, entre otros.

1.5 Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)

Para conocer la situación actual del país, se analizó otra fuente de información, el RETC. Lo que se analizó fueron los principales emisores de contaminantes por región.

1.5.1 Análisis de rubros con mayores emisiones por región.

Debido a la dispersa geografía de nuestro país, se desarrollan un sin número de actividades productivas que generan diversos impactos sobre el medio ambiente, a continuación se realizará un análisis a nivel regional de los mayores emisores de contaminantes atmosféricos.

El análisis se realiza en base a la información obtenida del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) del año 2008, donde se procedió a separar los datos por región y por contaminante. Los contaminantes que ha sido considerados en el presente análisis son: partículas suspendidas totales (PTS), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de azufre (SO_x) y mercurio (Hg). Luego de ordenar los datos en orden descendente se procedió a calcular el 80% de los mismos, para posteriormente utilizar estos datos para clasificar los rubros productivos y elaborar los gráficos.

A continuación se presenta una tabla resumen de los rubros que generan el 80% de las emisiones de cada región. Los rubros han sido ordenados de derecha a izquierda de acuerdo a su porcentaje de emisiones, cabe destacar que en algunos casos los rubros indicados no completan el 80% de las emisiones debido a que el resto lo generan procesos productivos sin combustión, grupos electrógeno u otros procesos industriales que quedan fuera del alcance del presente trabajo. Los rubros indicados en la tabla son los siguientes:

- GE: generación eléctrica (termoeléctricas).
- CAL: calderas.
- MIN: minería.
- CyC: producción de cemento y cal.
- REF: refinación de petróleo.
- EA: extracción de áridos.
- F.QCOS: fabricación de químicos.
- F.PLAS: fabricación de plásticos.

- P.ALIM: producción de alimentos.
- SID: industria siderúrgica.
- CyL: fabricación de cerámicas y ladrillos.
- PY: producción de yeso.
- F.VID: fabricación de vidrio.
- CyP: producción de celulosa y papel.
- I. Graf: industria gráfica.
- AS: aserraderos.

Tabla 1.21: Distribución de fuentes por región y por contaminante.

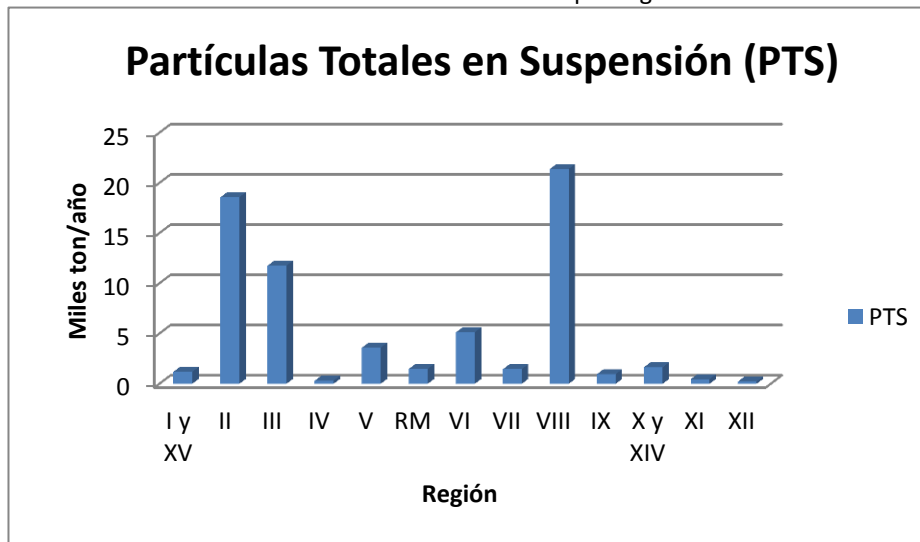
REGIÓN	CONTAMINANTE											
	PTS	% Emisión	CO	% Emisión	NO _x	% Emisión	COV	% Emisión	SO _x	% Emisión	Hg	% Emisión
I y XV	GE	69	CAL GE	7 19	GE	55	GE	17	GE	100	GE	100
II	MIN GE CyC	87 9 4	GE CAL CyC	69 10 6	GE	100	GE CAL	96 2	MIN GE	79 21	GE	100
III	MIN CyC GE	43 32 4	-		GE	52	GE MIN	93 2	GE MIN	60 40	GE MIN	76 24
IV	GE CAL CyC	69 21 1	GE CAL	60 33	GE	85	GE CAL	50 4	CAL	83	CAL	100
V	GE MIN REF CyC CAL EA	42 20 17 16 3 2	CA GE CyC	47 43 8	GE CyC CAL	61 21 14	REF F.QCOS F.PLAS GE	35 22 21 20	MIN GE	48 45	GE	100
RM	CAL CyC P.ALIM SID GE CyL PY F.VID EA	18 15 10 9 6 6 4 2 2	CAL CyC CyL	55 36 4	CAL CyC GE	57 21 18	CAL CyC CyL SID	82 7 3 2	CyC CAL GE	85 8 7	CyC CAL GE	68 17 15
VI	MIN GE EA	45 31 21	GE CAL	72 23	GE CAL P.ALIM	40 40 9	CAL GE	58 30	MIN	100	CAL	100

REGIÓN	CONTAMINANTE											
	PTS	% Emisión	CO	% Emisión	NO _x	% Emisión	COV	% Emisión	SO _x	% Emisión	Hg	% Emisión
	CAL	4										
VII	CAL	59	CAL	73	CyC	60	CAL	20	CAL	88	CyC	61
	CyC	18	CyC	16	CyP	19	CyC	16	CyC	10	CAL	39
	CyP	17	GE	11	CAL	18	GE	4	CyP	3		
	GE	8			GE	2						
VIII	GE	77	CAL	91	GE	26	CAL	77	CAL	46	GE	84
	CAL	17			CAL	17	GE	8	GE	43	CAL	16
	CyC	4			CyC	4	CyC	4	REF	7		
					CyP	1			CyP	2		
IX	CAL	79	CAL	100	CAL	69	CAL	34	CAL	100	CAL	97
	GE	13			P.ALIM	4	F.PLAS	25			P.ALIM	2
	EA	4			GE	3	I.GRAF	8			GE	1
	MIN	4					GE	3				
X y XIV	CAL	43	GE	64	GE	51	CyP	52	CAL	87	CAL	50
	GE	33	CAL	8	CAL	5	GE	30	GE	11	GE	10
	AS	11	CyP	6			CAL	3				
XI	GE	55	GE	55	GE	38	GE	38	CAL	47	CAL	62
	CAL	7	CAL	7	CAL	2			GE	31	GE	36
XII	CAL	59	REF	71	REF	59	REF	88	REF	71	CAL	83
	REF	41	CAL	19	GE	41	CAL	6	CAL	26		
			GE	10			GE	6				

Fuente: Elaboración propia en base a RETC año 2008.

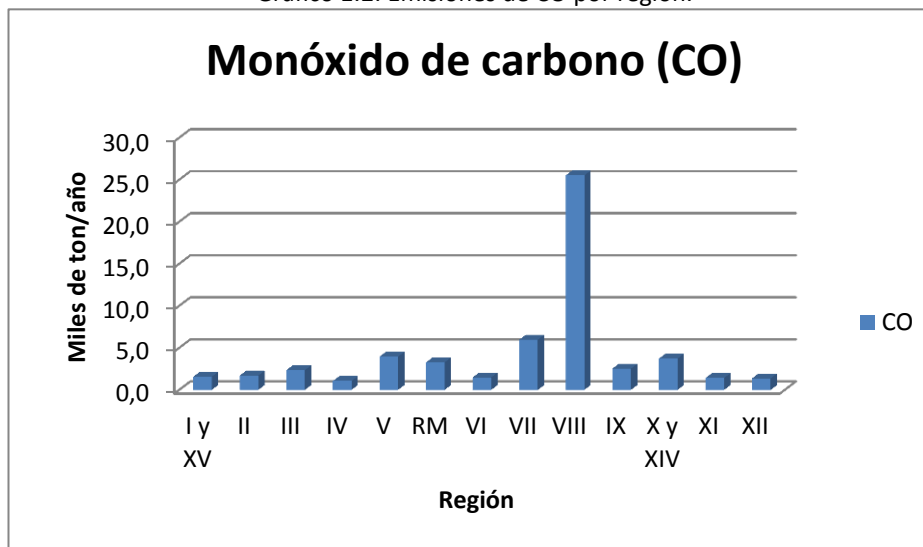
En los siguientes gráficos se representan el 80% de las emisiones generadas en cada región.

Gráfico 1.1: Emisiones de PTS por región.



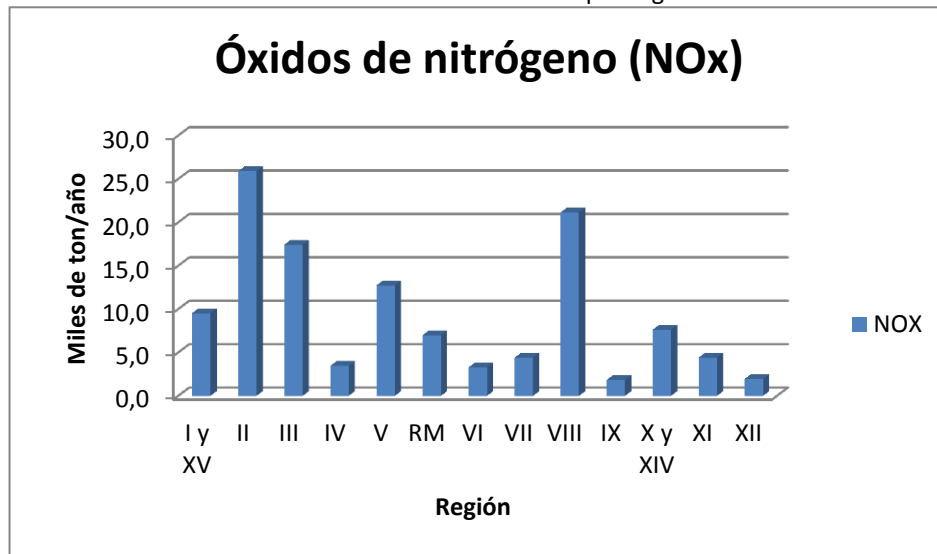
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1.2: Emisiones de CO por región.



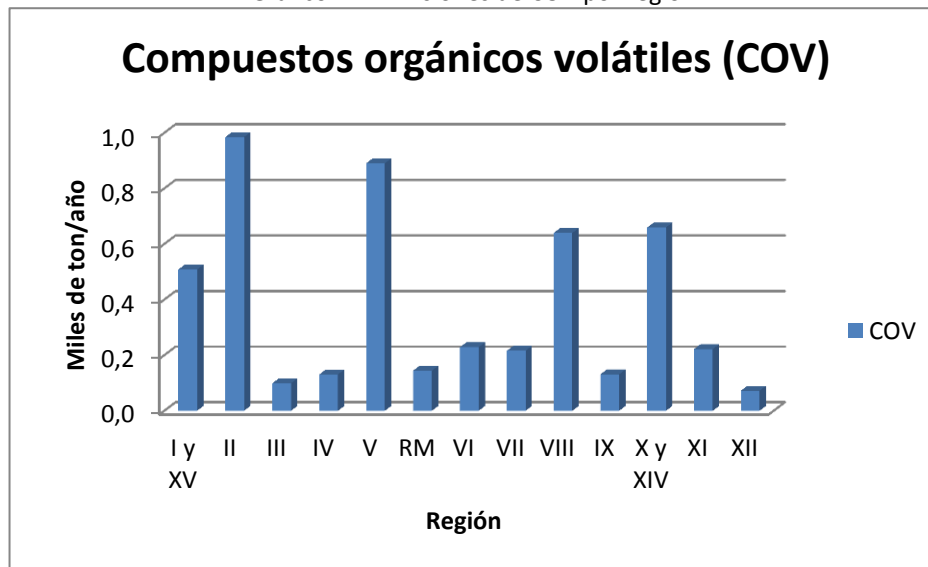
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1.3: Emisiones de NOx por región.



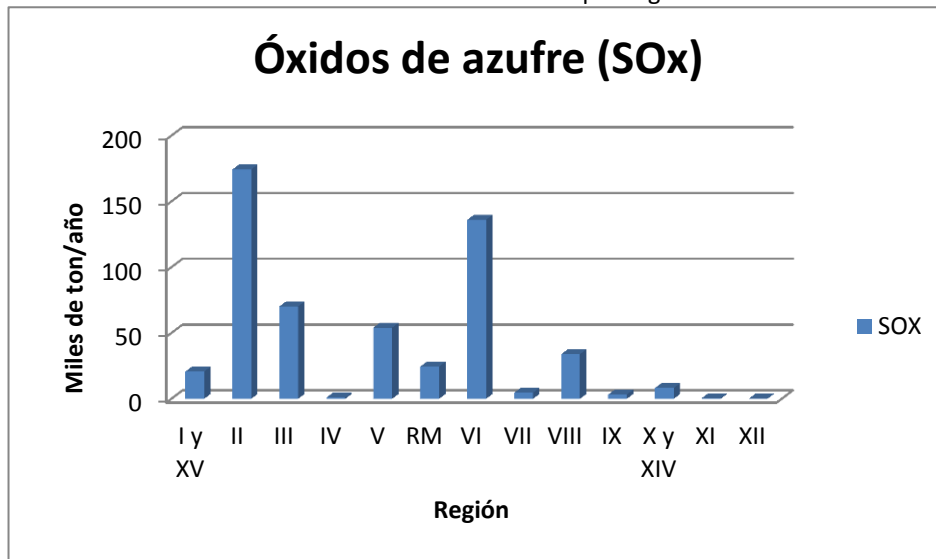
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1.4: Emisiones de COV por región.



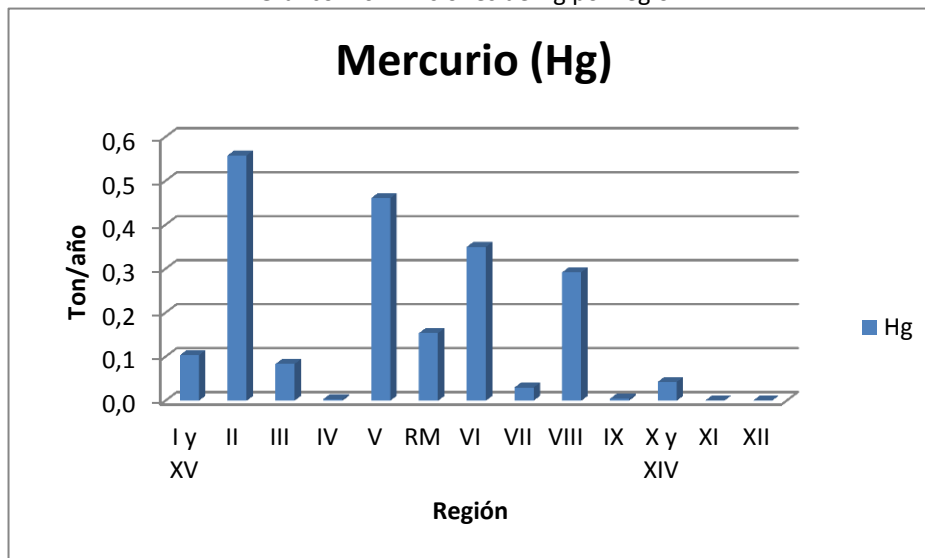
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1.5: Emisiones de SOx por región.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1.6: Emisiones de Hg por región.



Fuente: Elaboración propia.

1.6 Estudio para elaborar una futura norma de emisión para calderas y procesos de combustión.

En Septiembre de 2011 se dio inicio para el desarrollo del proyecto “Antecedentes para Elaborar una Norma de Emisión para Calderas y Procesos de Combustión en el Sector Industrial, Comercial y Residencial”, iniciativa impulsada por el Ministerio del Medio Ambiente y que fue desarrollada por la Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción. Dicho estudio finalizó en marzo de 2012. El objetivo principal del proyecto es contar con un análisis y recomendaciones que permitan apoyar la formulación de una norma de emisión para calderas y procesos de combustión del sector industrial, comercial y residencial.

Las actividades que se desarrollaron para lograr el objetivo general fueron:

- Análisis de la tendencia de la regulación internacional de las emisiones al aire, de calderas y procesos de combustión del sector industrial, comercial y residencial. Las regulaciones analizadas fueron de los siguientes países: EEUU, Unión Europea, Alemania, Republica Checa, México, Brasil, Uruguay, Argentina y Perú.
- Análisis de la normativa nacional vigente que regula o se vincula a las calderas y procesos de combustión del sector industrial, comercial y residencial.
- Análisis y descripción de los principales rubros y actividades económicas que caracterizan a cada región y del universo de calderas y procesos de combustión que se conocen en el sector industrial, comercial y residencial.
- Análisis sobre que otro tipo de proceso de combustión, como por ejemplo hornos, se justificaría integrar en la regulación.
- Análisis y descripción de las disponibilidades y tipos de combustibles que se consumen a nivel regional.
- Análisis sobre el tipo y nivel de emisiones a partir del uso de distintos combustibles y la factibilidad técnica, económica e institucional de introducir mejoras a los combustibles más sucios.
- Documentar posibilidades de reducción de emisiones y sus costos, a partir de: mejoras en el combustible, mejoras tecnológicas, mejoras operacionales, medidas de eficiencia energética, otras.
- Contar con una discusión y recomendaciones para el diseño de la regulación, que comprenda a lo menos: tamaño de fuente a regular, contaminantes, límite de emisión, gradualidad, unidad de los límites de emisión, enfoque, otros.

Del estudio desarrollado se destacan los principales resultados y conclusiones:

- Los criterios que se consideraron para la propuesta normativa fueron: tipo de fuente, contaminantes, tamaño de fuente, tipos de combustibles, gradualidad y enfoque.
- Las fuentes a regular que se consideraron fueron las calderas y generadores de vapor, dejando de lado otros procesos de combustión, dado que cada proceso en particular difiere del resto en cuanto a los combustibles que utilizan y la forma de quemarlos.
- La propuesta normativa incluye estándares de emisión para el material particulado, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, dado que existen normas primarias para estos compuestos a nivel nacional y se observa que han sido regulados a nivel internacional. Sugiere no considerar el monóxido de carbono, ya que su contribución a las emisiones totales es solo de un 2 a 4% del total según los inventarios de emisiones.
- Propone la regulación de las fuentes con capacidades térmicas desde 5MWt, ya que estas fuentes son responsables de la emisión del 74, 6% del MP10, el 76,3% de NO_x y el 80,7% de SO_x. Estos valores no consideran las termoeléctricas declaradas en el registro de calderas del MINSAL.
- Para la definición de los contaminantes a considerar en la futura norma, fue necesario revisar los inventarios de emisiones para poder conocer el porcentaje de contribución de cada uno de ellos. Los inventarios de emisión revisados corresponden al año 2005.
- Se diseñaron 2 escenarios regulatorios que fueron propuestos a partir del desarrollo y análisis de varias actividades, entre las que destacan: análisis de la tendencia de la regulación internacional, tipos de combustibles, tamaño de fuentes, etc. A continuación, se definen los 3 escenarios regulatorios propuestos:
 - El escenario 1 considera un **enfoque neutro**, es decir, el límite de emisión es uno solo independiente del combustible que se queme. Los valores que se proponen corresponden a los niveles de emisión que se logran quemando el combustible más sucio con la mejor tecnología disponible.

Tabla 1.22. Límite de Emisión para Material Particulado, NO_x y SO_x
 Propuesto con Enfoque Neutro

Capacidad Térmica MWt	Límite de emisión MP Mg/Nm ³	Límite de emisión NO _x Mg/Nm ³	Límite de emisión SO _x Mg/Nm ³
5-10	10	250	50
10-15	10	300	75
15-20	10	500	100

Fuente: Estudio “Antecedentes para Elaborar una Norma de Emisión para Calderas y Procesos de Combustión en el Sector Industrial, Comercial y Residencial”. UDT – UdeC. Año 2011.

- El escenario 2 considera el principio de diferenciación en base al uso de la mejor tecnología disponible. En la siguiente tabla se muestran los valores propuestos para las emisiones de material particulado, NO_x y SO_x, para el escenario 2:

Tabla 1.23. Límite de Emisión para Material Particulado, NO_x, SO_x
Propuesto con Enfoque Diferenciado.

Combustible	Capacidad Térmica MWt	Límite de Emisión MP mg/Nm ³	Límite de Emisión NO _x mg/Nm ³	Límite de Emisión SO _x mg/Nm ³
Gas	5-10	5	30	5
	10-15		60	
	15-50		100	
Petróleo Diesel	5-10	5	100	50
	10-15		150	60
	15-50		200	100
Petróleo N°6	5-10	5	250	50
	10-15		300	60
	15-50		500	100
Biomasa	5-10	5	150	10
	10-15		200	
	15-50		200	
Carbón	5-10	5	150	10
	10-15		200	30
	15-50		200	30

Fuente: Estudio “Antecedentes para Elaborar una Norma de Emisión para Calderas y Procesos de Combustión en el Sector Industrial, Comercial y Residencial”. UDT – UdeC. Año 2011.

- El beneficio que trae preparar una regulación diferenciada por combustible es que permite orientar gradualmente las políticas ambientales al uso de combustibles menos contaminantes, por la vía de definir un estándar más exigente o más laxo a cada contaminante.

Se considera clave el criterio de gradualidad, no solo para aplicar la norma de emisión que se defina, sino que para aplicar con coherencia una política regulatoria para calderas y hornos, respecto de políticas de desarrollo social y económico. De otra forma se considera de difícil la aplicación de una norma, por exigente que sea, si no se adopta según las capacidades reales de adaptación que tengan las fuentes afectadas a esta nueva exigencia.

2 Revisión de Planes de Descontaminación, normas ambientales, procesos de evaluación ambiental y contenido de Ordenanzas Municipales

2.1 Revisión de los contenidos de los Vigentes en Chile respecto de medidas asociadas a la reducción de material particulado respirable

Plan de Descontaminación: instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona saturada.

Plan de Prevención: instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente.

Planes de descontaminación vigentes a la fecha⁸:

1. D.S. Nº 252, de 1992, del Ministerio de Minería. Aprueba plan de descontaminación del complejo industrial Las Ventanas propuesto conjuntamente por la Empresa Nacional de Minería, Fundición y Refinería Las Ventanas y la Planta Termoeléctrica de Chilgener S.A., en los términos que se indican.
2. D.S. Nº 180, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Aprueba plan de descontaminación de la Fundición Hernán Videla Lira de Enami, en términos que indica.
3. D.S. Nº 81, de 1998, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Establece plan de descontaminación para el área circundante a la Fundición de Caletones de la División El Teniente de Codelco Chile.

⁸ Ministerio del Medio Ambiente, "Normas de Calidad Ambiental, Normas de emisión y Planes de Prevención y Descontaminación", 2011.

4. D.S. Nº 164, de 1999, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Establece plan de descontaminación para las localidades de María Elena y Pedro de Valdivia.
5. D.S. Nº 179, de 1999, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Establece plan de descontaminación para la zona circundante a la Fundición de Potrerillos de la División Salvador de Codelco Chile.
6. D.S. Nº 206, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Establece nuevo plan de descontaminación para la zona circundante a la Fundición Chuquicamata de la División Chuquicamata de Codelco Chile.
7. D.S. Nº 66, de 2009, Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República. Revisa, reformula y actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA).
8. D.S. Nº 78, de 2009, Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República. Establece plan de descontaminación atmosférica de Temuco y Padre las Casas.
9. D.S. Nº 70, de 2010, Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República. Establece plan de descontaminación atmosférico de Tocopilla y su zona circundante.
10. D.S. Nº 15, de 2013, Ministerio del Medio Ambiente. Establece plan de descontaminación atmosférica para el Valle Central de la Región del Libertador general Bernardo O´Higgins.

De los 10 planes mencionados, no se considera analizar aquellos que guardan relación con las emisiones asociadas a fundiciones.

Análisis de medidas respecto de reducción de emisiones de Material Particulado respirable:

- 1) **Revisión PPDA Región Metropolitana:** Establece metas de reducción de los promedios anuales de concentración de Material Particulado Respirable (MP10) según se muestra en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6: Metas de reducción de concentración de MP10, Región Metropolitana.

Norma de Material Particulado MP10	Año 1997 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año 2007 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norma $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Meta	
				Realizada al 2007	Faltante
MP10 Anual	97	70	50	57%	43%
MP10 24 horas P98	317	233	150	50%	50%

Fuente: Seremi de Salud RM -Conama (2008)

Se revisa, reformula, actualiza y sustituye el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (fijado en el Decreto Supremo N° 58 de 2003 del MINSEGPRES)

Aplica para fuentes estacionarias puntuales y grupales existentes o nuevas.

Se establece los requisitos que deben cumplir los petróleos combustibles grado N° 5 y N° 6, que se emplean como combustible para calderas y hornos de procesos industriales, que se distribuyan o expendan en la Región Metropolitana:

Tabla 2.7: Requisitos para petróleos usados en calderas y procesos de combustión en la Región Metropolitana.

	Propiedades	Grado N° 5		Grado N° 6		Método de Ensayo ASTM
		Min	Máx	Min	Máx	
1	Densidad a 15°C, kg/m^3	-	999,4	-	999,4	D 1298, D 4052
2	Punto de inflamación, °C	55	-	60	-	D 93, D 3828
3	Punto de escurrimiento, °C	-	13	-	32	D 97
4	Agua por destilación y sedimento por extracción, % (v/v)	-	1,0	-	2,0 (i)	D 95 y D 473
5	Sedimento por extracción, % (m/m)	-	-	-	0,50	D 473
6	Cenizas, % (m/m)	-	0,05	-	0,05	D 482
7	Residuo carbonoso, % (m/m)	-	Informar	-	Informar	D 524
8	Viscosidad cinemática, cSt, a 100 °C	9,0	14,9	15	50	D 445
9	Azufre, % (m/m)	-	1,0	-	1,0	D 2622, D 4294
10	Vanadio, ppm	-	-	-	500	D 5863, IP 288, ISO 14597
11	Asfaltenos, % (m/m)	-	Informar	-	Informar	D 3279

i. El exceso sobre 1% de agua y sedimento debe deducirse de la cantidad total entregada por el proveedor.

En el Capítulo IV, relativo al sector industrial, se establece las exigencias de reducción de emisiones de material particulado, NO_x, CO y SO₂.

Monóxido de Carbono (CO)

Establece el valor de 100 ppm en volumen base seca, como concentración máxima permitida de CO, para fuentes estacionarias cuya emisión dependa exclusivamente del combustible utilizado, es decir, en la cual los gases de combustión no contengan materias producto del proceso. El valor indicado de 100 ppm de CO está referido a un 3% de oxígeno para combustibles gaseosos y líquidos, y 11% de oxígeno para combustibles sólidos.

Aplica a las siguientes fuentes estacionarias:

- a) Calderas industriales.
- b) Calderas de calefacción.
- c) Hornos panificadores.
- d) Procesos con combustión de intercambio indirecto de calor.
- e) Procesos con combustión de intercambio directo de calor, en el cual los gases de combustión no contengan materias producto del proceso.
- f) Antorchas de quema de biogás.

Exceptúense de la acreditación del cumplimiento de la norma de emisión de monóxido de carbono, las fuentes estacionarias que pertenezcan a los tipos de fuentes indicados en el párrafo anterior y que cumplan con alguna de las siguientes condiciones:

- a) Que su consumo energético de combustible sea igual o menor a 200.000 Kilojoule por hora (kJ/h), a plena carga.
- b) Que cuente con una fuente calórica o quemador del tipo "flujo de aire de combustión no controlado o atmosférico", cuyo consumo energético de combustible sea igual o menor a 500.000 Kilojoule por hora (kJ/h), a plena carga.

Se excluyen del cumplimiento de la norma de 100 ppm de CO, aquellas fuentes estacionarias correspondientes a grupos electrógenos y turbinas de gas.

El valor límite de emisión de monóxido de carbono es de 100 ppm.

Dióxido de Azufre (SO₂)

Norma de emisión de dióxido de azufre (SO₂) para fuentes estacionarias de 30 nanogramos por joule (ng/J).

Los tipos de fuentes estacionarias afectas al cumplimiento de la norma de SO₂, son las siguientes:

- a) Calderas industriales.
- b) Calderas de calefacción.
- c) Hornos panificadores.
- d) Procesos con combustión de intercambio indirecto de calor.
- e) Procesos con combustión de intercambio directo de calor, en la cual los gases de combustión no contengan materias producto del proceso.
- f) Grupos electrógenos.
- g) Turbinas de gas.
- h) Antorchas de biogás.

Exceptúense de la acreditación del cumplimiento de la norma de emisión de dióxido de azufre (SO₂), a las siguientes fuentes estacionarias que pertenezcan a los tipos de fuentes indicados en el párrafo anterior:

- a) cuyo consumo energético de combustible sea igual o menor a 200.000 Kilojoule por hora (kJ/h), a plena carga.
- b) que utilicen diesel Grado A1, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), gas de ciudad o biogás como combustible u otros de similares características de emisión. Para estos efectos, el contenido de azufre total de los combustibles gas de ciudad y biogás deberá ser menor o igual que el contenido de azufre correspondiente al diesel Grado A 1.

Además, para todos aquellos proyectos o actividades nuevas y modificación de aquellos existentes que se someten al SEIA, deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- Aquellos proyectos o actividades nuevas y sus modificaciones, en cualquiera de sus etapas, que tengan asociadas una emisión total anual que implique un aumento sobre la situación base, superior a los valores que se presentan en la siguiente tabla, deberán compensar sus emisiones en un 150%. (Artículo 98 PPDA RM)

Tabla 2.8: Situación base de emisiones anuales.

Contaminante	Emisión Máxima (t/año)
MP10	2,5
NOx	8
SOx	50

La recomendación de emisiones será de un 150% del monto total anual de emisiones de la actividad o proyecto para el o los contaminantes para los cuales se sobrepase el valor referido en la tabla precedente. Estas emisiones corresponderán a emisiones directas, es decir, las que se emitirán dentro del predio o terreno donde se desarrolle la actividad, y las emisiones indirectas, tales como, las asociadas al aumento del transporte producto de la nueva actividad.

En situaciones de Preemergencia y Emergencia Ambiental las fuentes puntuales y grupales que no acrediten mediante mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de material particulado, son inferiores a 32 mg/Nm³ y 28 mg/Nm³, deberán paralizar en episodios de Preemergencia y Emergencia Ambiental, respectivamente.

Respecto a las **restricciones de operación de las calderas de calefacción** durante la ocurrencia de episodios críticos, a continuación se presenta una tabla con el resumen de las medidas las afectan.

Alerta	Preemergencia	Emergencia
Prohibición de funcionamiento de todo tipo de artefactos de calefacción residencial que utilicen leña y otros dendroenergéticos.	Paralización de fuentes estacionarias. La Seremi de Salud RM dispondrá la paralización de todas las fuentes puntuales y grupales, que no acrediten a través de mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de MP son inferiores a 32 mg/Nm ³ .	Paralización de fuentes estacionarias. La Seremi de Salud RM dispondrá la paralización de todas las fuentes puntuales y grupales, que no acrediten a través de mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de MP son inferiores a 28 mg/Nm ³ .

2) PPDA Temuco y Padre Las Casas: El Plan de Descontaminación Atmosférica, registrá en las comunas de Temuco y Padre Las Casas y tiene por objetivo lograr que, en un plazo de 10 años, en la zona saturada que abarca dichas comunas, se dé cumplimiento a la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP10, contenida en el DS. N° 59, de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, en adelante DS. N° 59/98. Dado que la **fuerza principal de MP10** en la zona saturada es la **combustión residencial de leña**, usada para cocción de alimentos y calefacción, el PDA pone especial énfasis en la reducción de emisiones provenientes de la combustión residencial de leña, complementado también con medidas de control de las fuentes industriales, transporte y agrícolas.

El Capítulo III contiene las medidas para reducir las emisiones de MP10 del sector industrial:

- Aplica a fuentes puntuales, grupales y calderas de calefacción grupales existentes y nuevas
- La norma de emisión de MP para fuentes existentes es:

Tabla 2.9: Límites de emisión de MP para fuentes existentes.

Categorías de Fuentes Existentes ⁹		
Fuentes Puntuales	Fuentes Grupales	Calderas de Calefacción Grupal
Concentración máxima permitida MP (mg/m ³ N)		
112	112	112

- La norma de emisión de MP para fuentes nuevas es:

Tabla 2.10: límites de emisión de MP para fuentes nuevas.

Categorías de Fuentes Nuevas ¹⁰		
Fuentes Puntuales	Fuentes Grupales	Calderas de Calefacción Grupal
Concentración máxima permitida MP (mg/m ³ N)		
56	56	56

- Transcurridos doce meses, contados de la publicación en el Diario Oficial del presente decreto, las fuentes estacionarias puntuales y grupales, y calderas de calefacción grupales nuevas y existentes deberán medir sus emisiones de MP, mediante un muestreo isocinético realizado a plena carga, de acuerdo al Método CH - 5 (Resolución N° 1.349, del 6 de octubre de 1997 del Ministerio de Salud, "Determinación de las Emisiones de Partículas desde Fuentes Estacionarias"), en cada una de las chimeneas de descarga a la atmósfera.
- La periodicidad de los muestreos isocinéticos de emisiones de las fuentes puntuales y grupales, y calderas de calefacción grupales, quedará definida de manera diferenciada por tipo de combustible, como se muestra en la Tabla 2.11.

⁹ **Fuente Existente:** aquella fuente estacionaria puntual o grupal que se encuentra instalada con anterioridad a la fecha de publicación del presente decreto en el Diario Oficial, siempre que cumpla la obligación de declarar sus emisiones dentro del primer año de vigencia del presente decreto

¹⁰ **Fuente Nueva:** aquella fuente estacionaria o caldera de calefacción instalada con posterioridad a la fecha de publicación del presente decreto en el Diario Oficial, o que estando instalada con anterioridad a dicha fecha, no haya declarado sus emisiones dentro del primer año de vigencia del presente decreto.

Tabla 2.11: Frecuencia de muestreos.

Tipo de Fuente	Tipo de Combustible	Periodicidad
Fuentes Puntuales	Cualquier tipo	Cada 12 meses
Fuentes Grupales y Calderas de Calefacción Grupal	diesel o kerosene	Cada 36 meses
	Gas natural, Gas licuado, Gas de ciudad u otros similares ⁽¹⁾	Exenta de acreditarse ⁽²⁾
	Biomasa (leña, aserrín, viruta, briquetas, etc.)	Cada 12 meses

(1) De acuerdo a lo establecido por la SEREMI de Salud.

(2) Salvo que la SEREMI de Salud lo requiera, fundado en que se haya observado una condición de operación en la fuente que implique la generación de emisiones de material particulado por sobre los estándares característicos para este tipo de combustible.

Respecto de los proyectos industriales y residenciales que se ejecuten en las comunas de Temuco y Padre Las Casas, se deberán someter al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en los siguientes casos:

1) Para estos efectos, se entenderá por proyectos inmobiliarios aquellos conjuntos que contemplen obras de edificación y/o urbanización cuyo destino sea habitacional y/o de equipamiento, y que presenten alguna de las siguientes características:

1.a) que contemplen el uso de calderas de calefacción que, en su etapa de operación, puedan emitir al menos 0,5 ton/año de MP10;

1.b) que la superficie construida -de la totalidad de las viviendas- supere los 11.400 m²;

2) Por su parte, se entenderá por proyectos industriales aquellas urbanizaciones y/o loteos con destino industrial de una superficie igual o mayor a doscientos mil metros cuadrados (200.000 m²); o aquellas instalaciones fabriles que presenten las siguientes características:

2.a) que en su etapa de operación, atendida la sumatoria de sus procesos, generen una emisión igual o superior a 1 ton/año de MP10.

Respecto de compensación de emisiones, el plan establece que después de doce meses contados desde la publicación en el Diario Oficial del decreto, todos aquellos proyectos o actividades, incluidas sus modificaciones, que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, y que, directa o indirectamente generen emisiones respecto de su situación base, iguales o superiores a 1 ton/año de MP10, o de 0,5

ton/año de MP10 tratándose de edificios que consulten calderas de calefacción grupal, deberán compensar sus nuevas emisiones en un 120%.

Se entiende por emisiones directas las que se emitirán dentro del predio o terreno donde se desarrolle la actividad, asociadas a la fase de construcción y a la fase de operación. Se entenderá por emisiones indirectas las que se generen de manera anexa a la nueva actividad, como por ejemplo las asociadas al aumento del transporte; en el caso de proyectos inmobiliarios, también se considerarán emisiones indirectas las asociadas al uso de calefacción domiciliaria.

En el caso de modificaciones de proyectos o actividades existentes, que deben someterse a evaluación de impacto ambiental, se entenderá que constituyen la situación base del proyecto o actividad, aquellas emisiones que se generen en forma previa a la vigencia del plan.

Para efectos de lo dispuesto en tal artículo, los proyectos o actividades, y sus modificaciones, que deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y que deban compensar sus emisiones, deberán presentar un programa de compensación de emisiones, cuyo contenido será, al menos, el siguiente:

- 1) Una estimación de sus emisiones por año, señalando el año y etapa (construcción u operación) en que se prevé se superará el umbral de 1 ton/año de MP10, o de 0,5 ton/año de MP10 según corresponda.
- 2) Una propuesta de programa de seguimiento que contemple un mecanismo de verificación.
- 3) Las medidas de compensación que se proponen, y el cronograma que grafique el periodo de tiempo o plazo en que se harán efectivas.

Por su parte, las medidas de compensación deberán ser ambientalmente íntegras, esto es, que reúnan las siguientes características:

- a) Efectiva, de manera que la medida de compensación permita cuantificar la reducción de las emisiones que se produzca a consecuencia de ella.
- b) Adicional, entendiéndose por tal que la medida propuesta no responda a otras obligaciones a que esté sujeto quien genera la rebaja, o bien, que no corresponda a una acción que conocidamente será llevada a efecto por la autoridad pública o particulares.
- c) Permanente, entendiéndose por tal que la rebaja permanezca por el período en que el proyecto está obligado a reducir emisiones.

Las condiciones mencionadas en relación con la compensación de emisiones no sustituirán las exigencias impuestas en otras normativas vigentes en las comunas de Temuco y Padre Las Casas.

3) PDA Valle Central de la Región de O'Higgins.

Plan publicado en el diario oficial el lunes 5 de agosto de 2013. El PDA Valle Central rige para las comunas de Graneros, Rancagua, Doñihue, Olivar, Coltauco, Coinco, Quinta de Tilcoco, San Vicente, Placilla, y parcialmente en las comunas de Mostazal, Codegua, Machalí, Malloa, Rengo, Requínoa, San Fernando y Chimbarongo.

El objetivo del Plan de Descontaminación es reducir las concentraciones de PM10 a nivel diario y a nivel anual para salir de la condición de saturación en la que se encuentra el Valle Central de la Región de O'Higgins respecto de ambas normas (diaria/anual).

Las medidas que se incorporan en el plan apuntan a 5 ejes, los cuales son:

- **Control de emisiones asociadas a la combustión residencial de leña,**
- Control de emisiones asociadas a quemas agrícolas,
- Control de emisiones industriales, y
- Control de emisiones asociadas a transporte.

En relación al control de emisiones asociadas a la combustión residencial de leña, la propuesta de regulación apunta hacia:

- **Regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de la leña y derivados de la madera.**
- **Regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de los artefactos.**
- Aislamiento térmico de las viviendas.

Para la regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de los artefactos destinados a calefacción o cocción de alimentos, el anteproyecto señala como una propuesta de regulación ***“el diseño e implementación de un programa de recambio de artefactos a leña por otras tecnologías energéticas”***. Se espera que el número de artefactos renovados ascienda a los 12.000, estableciendo como requisito para los artefactos nuevos cumplir con lo indicado en el DS 39/2011 (Norma de Emisión de Material Particulado para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y derivados de la madera).

Además se establece que luego de un año de la publicación del plan algunos edificios públicos (municipalidades, establecimientos educacionales municipales, sales de espera de consultorios, etc.) deberán sus actuales equipos de calefacción a leña por otros emnos contaminates.

Con respecto a las emisiones del sector industrial, las principales fuentes emisoras de este sector corresponden a las calderas, grupos electrógenos, hornos de panaderías, procesamiento de granos y la fabricación de productos de hierro y acero y la Fundición de Caletones. La propuesta de regulación para este sector está orientada a:

- reducir las emisiones en instalaciones de combustión entre 3 y 50 MWt: se establecen límites de emisión en chimeneas para MP, SO₂ y NO_x, que aplican a calderas y turbinas nuevas y existentes.
- Se establecen límites de emisión para MP para secadores que procesan granos y semillas
- Se establecen límites de emisión para MP para fundiciones de hierro y acero
- Se establecen métodos de control de emisiones fugitivas en la industria
- Se establece un Programa de mejoramiento tecnológico y límite de emisión para las panaderías, que operan en condiciones muy rudimentarias con hornos a leña

Los límites de emisión para calderas del sector industrial se establecen para combiustibles sólidos y líquidos y son de 50 mg/Nm³ para equipos existentes y de 30 mg/Nm³ para equipos nuevos.

Todas estas exigencias aplicarán a fuentes nuevas y existentes. El plazo de cumplimiento para las fuentes existentes es de 24 meses desde la publicación del plan.

Por último respecto a los mecanismos de “compensación de emisiones” para las nuevas actividades o proyectos que ingresen al SEIA, estos deberán compensar sus emisiones en un 120% del monto total anual de emisiones de la actividad o proyecto para el o los contaminantes para los cuales se sobrepasa el valor indicado en la siguiente tabla:

Contaminante	Emisión máxima Ton/año
MP10	5
SO _x	30
NO _x	15

Para aquellos proyectos habitacionales incluidas sus modificaciones, que ingresen al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y que contemplen sistemas de calefacción

alternativo a leña o biomasa que aseguren menores emisiones de contaminantes a la atmósfera, no deberán compensar sus emisiones de Material Particulado. Además los proyectos habitacionales que en base a diseño y materialidad demuestren no requerir de calefacción no deberán compensar emisiones de MP10.

2.2 Evaluación de normas ambientales territoriales de los instrumentos de planificación territorial

Para el análisis de los cuerpos legales vigentes que pueden llegar a tener alguna relación con la implementación de sistemas de calefacción distrital, se han considerado aquellas normativas relacionadas con calderas y procesos de combustión, dónde se tomaron en cuenta a lo menos los siguientes aspectos:

- Tipo de fuente a regular.
- Inicio Vigencia.
- Ámbito territorial de aplicación.
- Contaminantes a regular.
- Valores límites de emisión.

Cabe destacar que desde el año 2008 a la fecha, se han incorporado a nuestra legislación nuevos textos normativos que regulan o se vinculan a calderas y procesos de combustión. La legislación nacional que tiene relación con calderas y procesos de combustión que puede tener relación con sistemas de calefacción distrital en las regiones en cuestión (O'Higgins y Los Lagos), se presenta a continuación:

◆ **DECRETO SUPREMO N° 144/1961 del Ministerio de Salud: "Normas para evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza".**

Aplica a todo tipo de fuente incluyendo los equipos de combustión de los servicios de calefacción o agua caliente de cualquier tipo de edificio, que utilicen combustibles sólidos o líquidos.

No establecen límites de emisión.

◆ **RESOLUCION N° 7.077/1976 del Servicio Nacional de Salud.**

Prohíbe la incineración de residuos sólidos de origen industrial o doméstico, en la Región Metropolitana. Exceptúese de la prohibición, la eliminación de restos o residuos

biológicos, provenientes de hospitales, clínicas, laboratorios de investigación, etc., que podrán ser incinerados ajustándose a los requisitos mínimos que señala esta Resolución¹¹.

Esta Resolución aplica a calderas de todo tipo y no establece límites de emisión.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 48/1984 del Ministerio de Salud modificado por el DECRETO SUPREMO N° 30/1986 del Ministerio de Salud (D.O. 10.03.86): “Aprueba Reglamento de Calderas y Generadores de Vapor”.**

Establece las condiciones generales de construcción, instalación, mantención, operación y seguridad que deben reunir las calderas en que se generen fluidos a temperaturas y presiones superiores a la atmósfera, ya sean móviles o estacionarias. Exceptúese de la aplicación de este decreto a:

- Las Calderas de las locomotoras,
- Las Calderas instaladas en embarcaciones,
- Las Calderas de cualquier tamaño, cuya presión de trabajo no exceda de 0.5 kg/cm²,
- Las Calderas empleadas en la calefacción central de edificios, por agua caliente o por vapor cuya presión no exceda de 0.5 kg/cm².

No establece límites de emisión.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 2.467/1993 del Ministerio de Salud: “Aprueba Reglamento de Laboratorios de Medición y Análisis de Emisiones Atmosféricas Provenientes de Fuentes Estacionarias”**

Este Reglamento establece los servicios que podrán prestar los laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de Fuentes Estacionarias; las obligaciones que deben cumplir durante su funcionamiento.

La solicitud para obtener la autorización de funcionamiento como laboratorio de medición y análisis, deberá ser presentada en el Servicio de Salud respectivo, acompañada de la documentación establecida en este decreto.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 138/2005 del Ministerio de salud modificado por el DECRETO SUPREMO N° 90/2010 del Ministerio de Salud: “Establece Obligación de Declarar Emisiones Que Indica”**

¹¹ Uno de los requisitos mínimos que señala esta Resolución es que los gases no quemados o gases tóxicos no excedan los límites de las normas que determine el Servicio Nacional de Salud en cada caso

Establece la obligación de entregar los antecedentes necesarios para estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos de los siguientes rubros, actividades o tipos de fuentes: Calderas generadoras de vapor y/o agua caliente, Producción de celulosa, Fundiciones primarias y secundarias, Centrales termoeléctricas, Producción de cemento, cal o yeso, Producción de vidrio, Producción de cerámica, Siderurgia, Petroquímica, Asfaltos y Equipos electrógenos.

Establece que para la estimación de las emisiones se considere factores de emisión existentes ya sean nacionales o internacionales según corresponda. Esta información debe ser entregada anualmente al SEREMI correspondiente.

No establece límites de emisión.

- ◆ **CIRCULAR N° B32/23 del 2006 del Ministerio de Salud: “Imparte Instrucciones sobre Aplicación del Decreto Supremo N° 138/2005, sobre Declaración de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos”.**

Esta circular tiene por objeto entregar a las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud del país las directrices para la implementación del Decreto Supremo N° 138/2005 del Ministerio de Salud, que establece la obligación de declarar emisiones de contaminantes atmosféricos. Para ello se definen una serie de antecedentes para la estimación de las emisiones provenientes de cada una de sus fuentes y plazo para la entrega de estos.

Las emisiones de los siguientes contaminantes atmosféricos deben declararse: PTS, PM10, CO, NO_x, SO_x, COV, NH₃, PCDD, PCDF, CO₂, Pb, As, Benceno, Tolueno, CH₄, TRS

No establece límites de emisión.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 45/2007 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: “Norma de Emisión para Incineración y Coincineración”.**

Establece, para todo el territorio nacional, la norma de emisión para las instalaciones de incineración y las de coincineración que correspondan a hornos de cemento, hornos rotatorios de cal e instalaciones forestales que utilicen biomasa forestal tratada.

Los límites máximos permitidos para las instalaciones de incineración, para los hornos de cemento, hornos rotatorios de cal y para instalaciones forestales que coincineren biomasa forestal, se indican en las siguientes tablas:

Tabla 2.12 Límites de emisión para incineración.

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado (MP)	30
Dióxido de azufre (SO ₂)	50
Oxidos de Nitrógeno (NO _x)	300
Carbono Orgánico Total (COT)	20
Monóxido de Carbono (CO)	50
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo (Pb) + Zinc (Zn) y sus compuestos, indicado como metal, suma total.	1
Arsénico (As) + Cobalto (Co)+ Níquel (Ni) +Selenio (Se) +Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total	1
Antimonio (Sb)+ Cromo (Cr)+ Manganeso (Mn)+Vanadio (V)	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	20
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	2
Benceno (C ₆ H ₆)	5
Dioxinas y furanos TEQ ¹	0,2 ng/Nm ³

¹TEQ: Factor tóxico equivalente para mamíferos de la Organización Mundial de Salud de 1998

Tabla 2.13: Límites de emisión para coincineración.

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado(MP)	50
Carbono Orgánico Total (COT) ¹	20
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo y sus compuestos, indicado como metal (Pb)	1
Arsénico (As)+Cobalto (Co)+ Níquel (Ni)+Selenio (Se)+Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total	1
Antimonio (Sb)+ Cromo (Cr)+ Manganeso (Mn)+ Vanadio (V)	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	20
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	2
Benceno (C ₆ H ₆)	5
Dioxinas y furanos TEQ ²	0,2 ng/Nm ³

¹ La autoridad competente autorizará exenciones a este límite en los casos en que el COT no provenga de las sustancias o materiales utilizadas como combustible. Para ello los titulares deberán presentar antecedentes fundados.

² TEQ: Factor tóxico equivalente para mamíferos de la Organización Mundial de Salud de 1998

Tabla 2.14: Límites de emisión para coincineración de biomasa forestal.

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado(MP)	50
Carbono Orgánico Total (COT)	20
Monóxido de Carbono (CO)	50
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo y sus compuestos, indicado como metal (Pb)	1
Arsénico (As)+Cobalto (Co)+ Níquel (Ni)+Selenio (Se)+Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total	1
Antimonio (Sb)+ Cromo (Cr)+ Manganeso (Mn)+ Vanadio (V)	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	30
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	5
Benceno (C ₆ H ₆)	5
Dioxinas y furanos TEQ ¹	0,2 ng/Nm ³

¹ TEQ: Factor tóxico equivalente para mamíferos de la Organización Mundial de Salud de 1998.

El 04 de diciembre de 2009 se da inicio a la revisión de la norma de emisión para incineración y co-incineración, D.S. N° 45/2007 del MINSEGPRES. El proyecto definitivo se encuentra en elaboración y las actividades pendientes son: (1) Opinión ante el Consejo Consultivo del Medio Ambiente y (2) la presentación del proyecto ante el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (Fuente: estado de avance de los procedimientos de dictación y revisión de normas de calidad ambiental y de emisión correspondiente a los programas priorizados de normas del 23 de septiembre de 2011. SINIA).

D.S. N° 45/2007 ha sido recientemente reemplazado por el D.S. N° 29/2013 del MMA, del que destaca lo siguiente:

Se entiende que dicho decreto no aplica a las calderas de calefacción que utilicen biomasa no tratada como combustible basándose en las siguientes afirmaciones expresadas en el decreto:

- Artículo 2°, letra b, se define como combustible tradicional a la biomasa no tratada.
- Artículo 2°, letra h, se define instalación de incineración como toda construcción donde se realiza un tratamiento de destrucción térmica de sustancias o materiales distintos a los combustibles tradicionales.

- Artículo 3°, se establecen límites de emisión para: instalaciones de incineración, hornos de cemento y hornos rotatorios que utilicen combustibles distintos a combustibles tradicionales y para instalaciones forestales que coincideren biomasa forestal tratada.

Sin embargo se debe hacer el siguiente alcance: si la caldera de calefacción utiliza pellets o briquetas estas deben ser elaboradas únicamente por prensado mecánico sin agregar ningún tipo de aglutinante, ya que si se utilizara algún aglutinante el combustible pasa inmediatamente a ser biomasa tratada que no es un combustible tradicional y por lo tanto se debe dar cumplimiento a las exigencias establecidas en el D.S. 29/2013 del MMA.

◆ **DECRETO SUPREMO N° 13/2011 del Ministerio del Medio Ambiente: “Establece Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas”**

Este decreto tiene por objetivo controlar las emisiones al aire de material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂) y mercurio (Hg).

Aplica a las unidades de generación eléctrica, conformadas por calderas o turbinas, con una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos, considerando el límite superior del valor energético del combustible). Se exceptúan de esta regulación calderas y turbinas que forman parte de procesos de cogeneración.

Se establecen límites de emisión para MP, SO₂, NOx y Hg, por tipo de combustible utilizado y diferenciados para fuentes emisoras existentes¹² y nuevas¹³, los que se indican a continuación:

¹² Fuente Emisora Existente: unidad de generación de eléctrica que se encuentra operando o declarada en construcción, de conformidad a lo dispuesto por el Art. 272, del Reglamento de la Ley Eléctrica, DS N° 327, de 1997, del Ministerio de Minería, con anterioridad al 30 de noviembre de 2010, inclusive, siempre y cuando sea puesta en servicio a más tardar un año después de la fecha establecida en el cuadro N°4 “Programa de obras del SIC (Construcción)”, respecto de las obras de generación en construcción, y cuadro N°2 “Proyectos de generación en construcción y recomendados”, respecto de los proyectos en construcción, contenidos en los Informes Técnicos Definitivos de la Fijación de Precios de Nudo del mes de octubre de 2010, del Sistema Interconectado del Norte Grande, respectivamente. Este plazo podrá ampliarse por una sola vez para cada fuente y por el plazo máximo de un año, previo informe fundado del Ministerio de Energía, mediante decreto dictado por orden del Presidente de la República y expedido por el Ministerio del Medio Ambiente.

¹³ Fuente Emisora Nueva: unidad de generación eléctrica que no cumple con los requisitos para ser considerada fuente emisora existente

Tabla 2.15: Límite de emisión para fuentes emisoras existentes (mg/Nm³)

Combustible	MP	SO ₂	NOx
Sólido	50	400	500
Líquido	30	30	200
Gas	n.a.	n.a.	50

n.a.: no aplica

Tabla 2.16: Límite de emisión para fuentes emisoras nuevas (mg/Nm³).

Combustible	MP	SO ₂	NOx
Sólido	30	200	200
Líquido	30	10	120
Gas	n.a.	n.a.	50

n.a.: no aplica.

Tabla 2.17: Límite de emisión para Mercurio (Hg) para fuentes emisoras existentes y nuevas que utilicen carbón y/o petcoke (mg/Nm³).

Combustible	Hg
Carbón y/o petcoke	0,1

Conclusiones:

Sin duda uno de los principales factores ambientales que se ven involucrados con la implementación de sistemas de calefacción distrital es la calidad del aire. En Chile durante la última década una de las metas ambientales más importantes ha estado enfocada a mejorar la calidad del aire, para ello el marco legal ha establecido diferentes instrumentos de gestión ambiental entre los que destacan: las normas de calidad, de emisión, y los planes de prevención y descontaminación.

De la normativa nacional analizada se observa que las calderas se encuentran reguladas en términos generales y superficiales faltando la consistencia necesaria que garantice un adecuado control y gestión ambiental de estas, aspecto fundamental a la hora de incluir nuevos sistemas de calefacción los que en algunos casos podrían implicar la instalación de calderas y/o la sustitución de estufas.

Dado que en Chile actualmente no se utilizan sistemas de calefacción distrital para conjuntos de viviendas y sólo se utilizan sistemas de calefacción central para edificios residenciales, comerciales y/o de servicios, se observa que a estos últimos, si bien se les considera en la normativa vigente, no se les impone ningún tipo de límite de emisión de contaminantes a la atmósfera.

Solo se imponen límites de emisión a partir de los planes de prevención y descontaminación (por ejemplo RM y Temuco y Padre Las Casas). En el caos de la región Metropolitana se debe acreditar un nivel de emisión de MP de 28 o 32 mg/Nm³ (según sea emergencia o preemergencia) a través de mediciones isocinéticas, independientemente del tamaño de las fuentes emisoras, en tanto que el PDA de Temuco introduce límite de emisión de MP para fuentes nuevas de 56 mg/Nm³ y además impone niveles de exceso de aire en la combustión según el combustible quemado.

El PPDA de Santiago indica que el uso de artefactos calefactores a leño u otro dendroenergético queda prohibido en episodios críticos de alerta ambiental, por lo que en episodios de preemergencia y emergencia este tipo de equipos ya tiene prohibición de funcionar.

2.3 Revisión de la norma primaria de calidad ambiental para Material Particulado Fino Respirable (PM 2,5)¹⁴ y su aplicabilidad.

El 9 de mayo de 2011 se publicó en el diario oficial de la República de Chile el DS 12 del Ministerio del Medio Ambiente que establece norma primaria de calidad ambiental para MP2,5, cuyo objetivo es proteger la salud de las personas de los efectos agudos y crónicos de dicho contaminante.

A nivel nacional el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA) cuenta con un total de 202 estaciones de monitoreo de la calidad del aire, de las cuales 40 de ellas registran mediciones de Material Particulado Fino Respirable (MP2,5). Del total de estaciones con registros de MP2.5, debido a la calidad de los datos presentados en el SINCA se pudo evaluar si se cumplió con la norma solo en 19 comunas a nivel nacional.

Cabe destacar que de las 40 estaciones de monitoreo solamente se pudieron analizar los datos de 21 de ellas, ya que las estaciones restantes no contaban con la cantidad de datos suficientes para realizar los cálculos para evaluar el cumplimiento de la norma. Algunas estaciones presentaban vacíos de información durante algunos periodos del año y otras simplemente operaron por periodos cortos de tiempo. Es importante mencionar que la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP2.5 indica que:

¹⁴ DS 12/2011 MMA: " Establece Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP 2,5".

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad del aire para material particulado fino respirable MP2.5, en los siguientes casos:

- a) Cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitora calificada como EMRP¹⁵; o
- b) Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea mayor a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitora calificada como EMRP.

Para el análisis se optó por calcular los promedios tri-anales de concentraciones como primera opción, ya que se tiene un mayor espectro de tiempo de análisis, y en los casos en que no fue posible contar con los registros de los últimos tres años se calculó el percentil 98 de la concentración del año 2011.

A continuación en la tabla 2.18 se presentan los resultados de la evaluación del cumplimiento de la norma primaria de calidad ambiental para MP2,5.

Tabla 2.18: Estado de cumplimiento de la norma según comunas con datos disponibles.

Comuna	Cumplimiento de la norma
Tocopilla	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Cerro Navia	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Cerrillos	Excede el promedio tri-anual, norma anual
El Bosque	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Independencia	Excede el promedio tri-anual, norma anual
La Florida	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Las Condes	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Pudahuel	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Quilicura	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Santiago	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Puente Alto	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Talagante	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Chillán	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Talca (est. Talca)	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Talca (est. La Florida)	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Temuco (est. Las Encinas)	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Temuco (est. Museo ferroviario)	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Valdivia	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Osorno	Excede el promedio tri-anual, norma anual
Concón	Aprueba percentil 98%, norma diaria
Rancagua	Excede el percentil 98%, norma diaria

¹⁵ Estación de monitoreo de Material Particulado MP2,5 con representatividad poblacional, es decir estación ubicada en un área urbana y que cumple con los requisitos técnicos para ser calificada como tal por la autoridad competente. Los promedios diarios se calculan como el promedio del valor de concentración durante las 24 horas del día en cuestión.

A continuación en las siguientes figuras se presentan los registros de cada una de las comunas mencionadas en la Tabla 2.18.

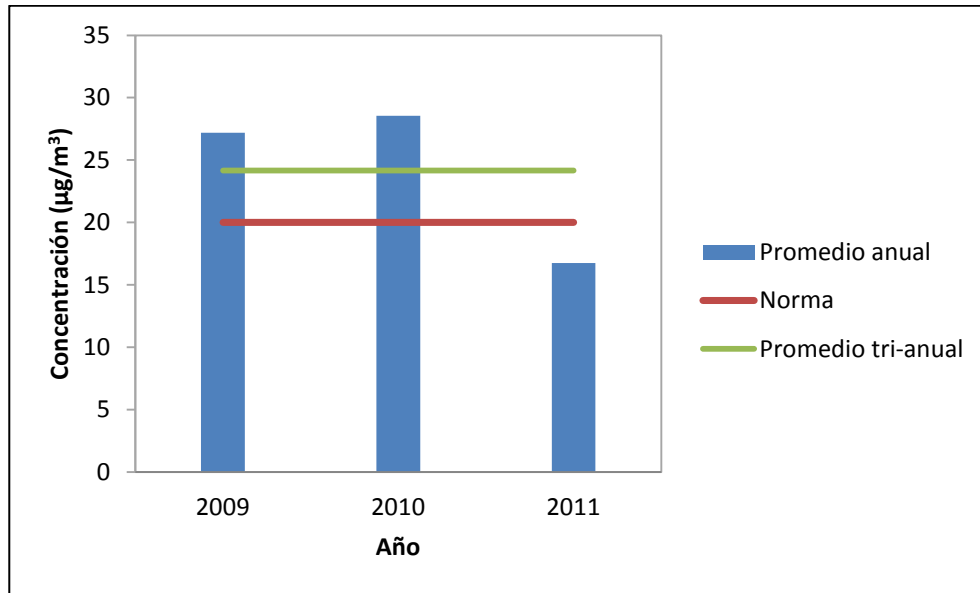


Figura 2.1: Concentraciones comuna de Tocopilla.

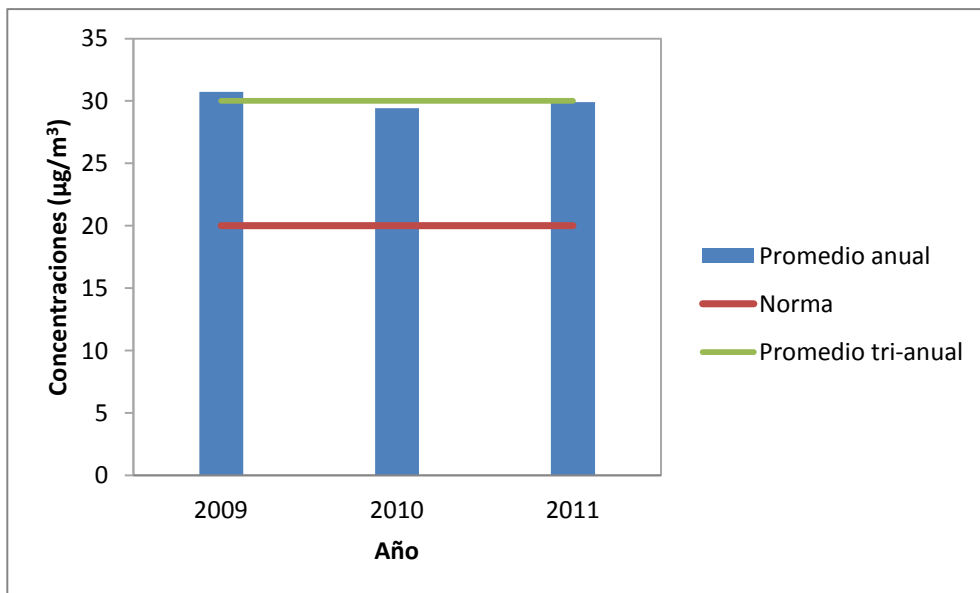


Figura 2.2: Concentraciones comuna de Cerro Navia.

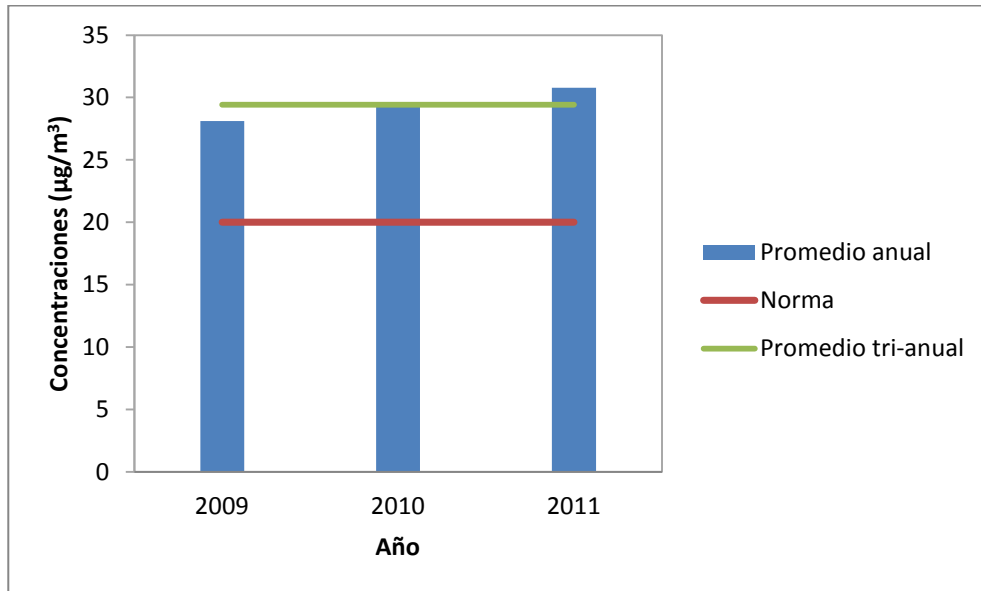


Figura 2.3: Concentraciones comuna de Cerrillos.

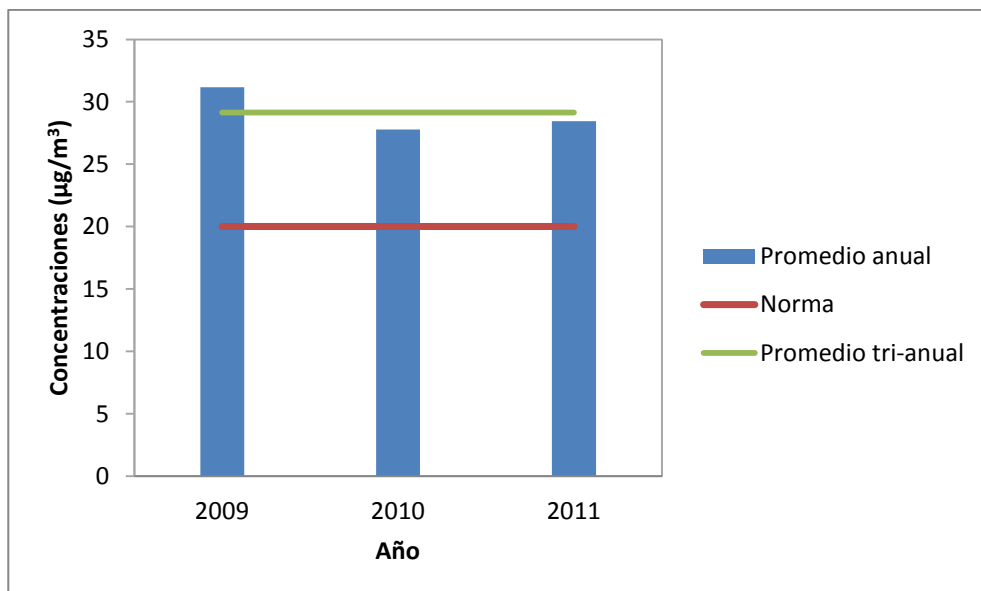


Figura 2.4: Concentraciones comuna de El Bosque.

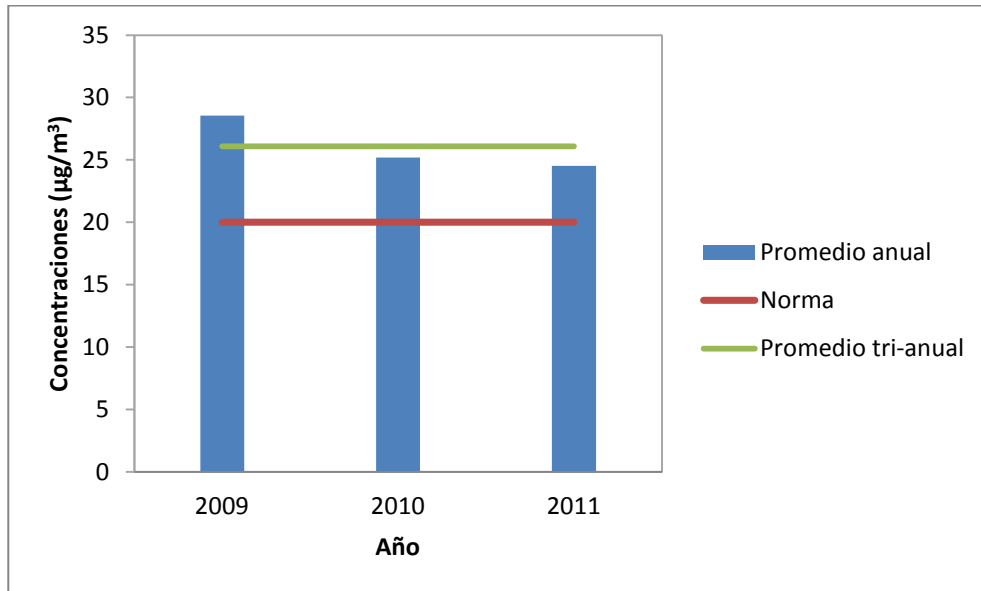


Figura 2.5: Concentraciones comuna de Independencia.

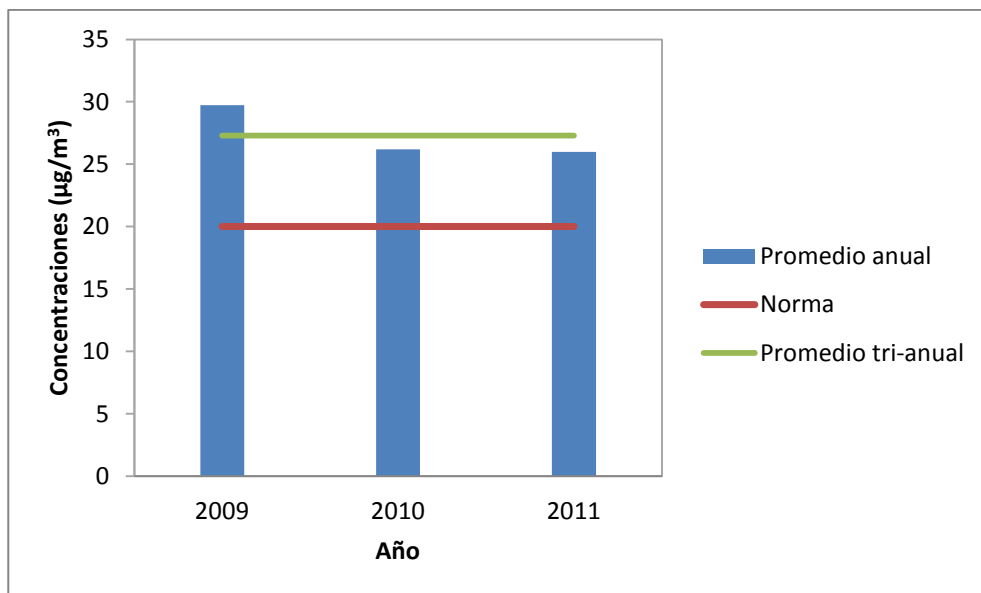


Figura 2.6: Concentraciones comuna de La Florida.

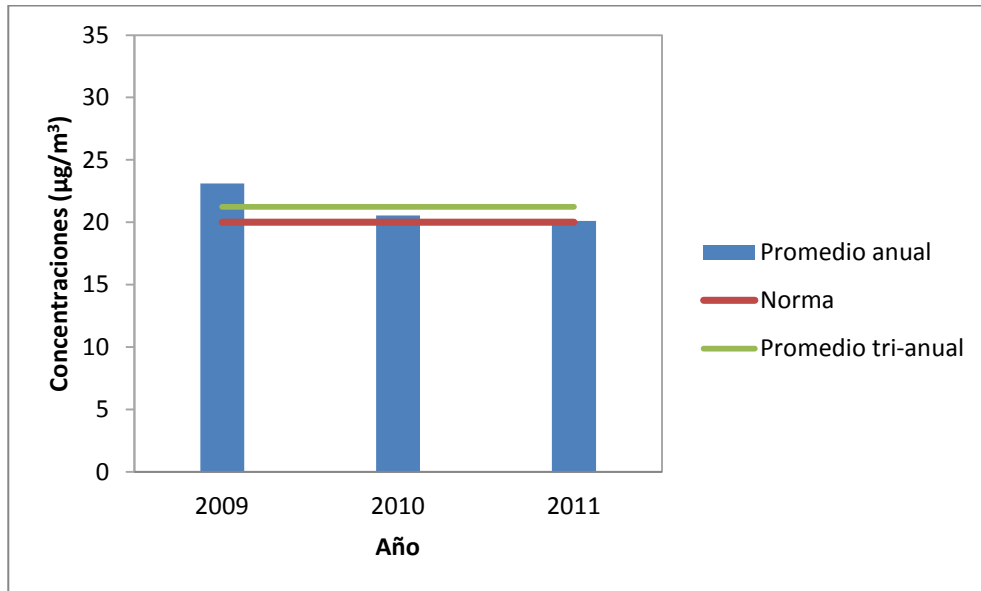


Figura 2.7: Concentraciones comuna de Las Condes.

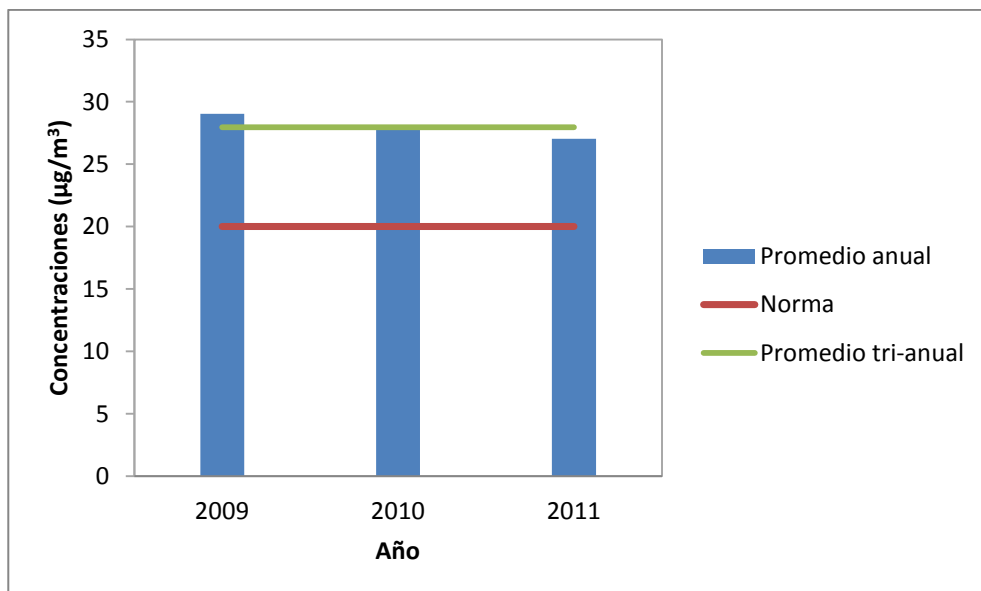


Figura 2.8: Concentraciones comuna de Pudahuel.

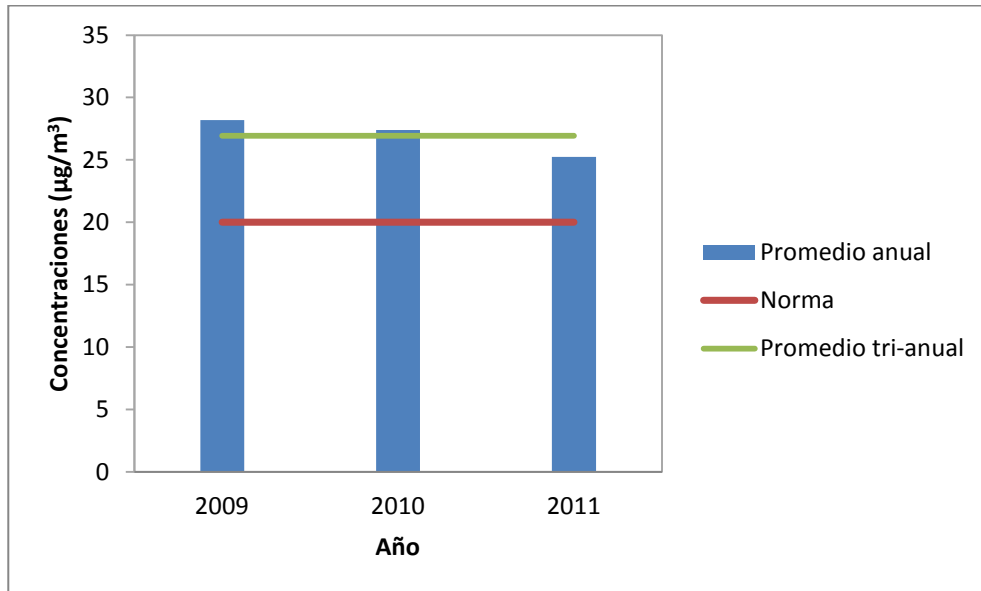


Figura 2.9: Concentraciones comuna de Quilicura.

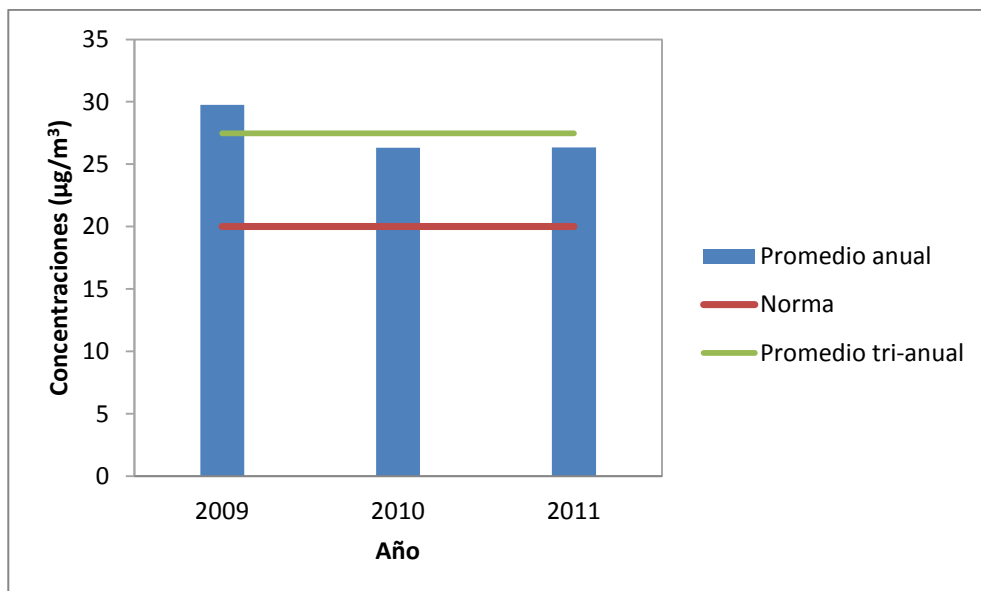


Figura 2.10: Concentraciones comuna de Santiago.

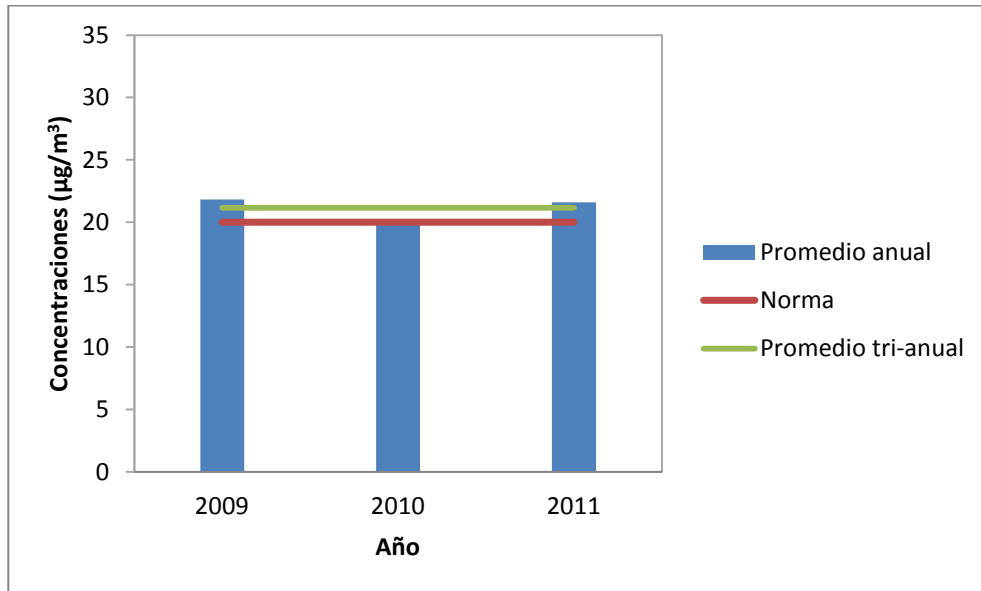


Figura 2.11: Concentraciones comuna de Talagante.

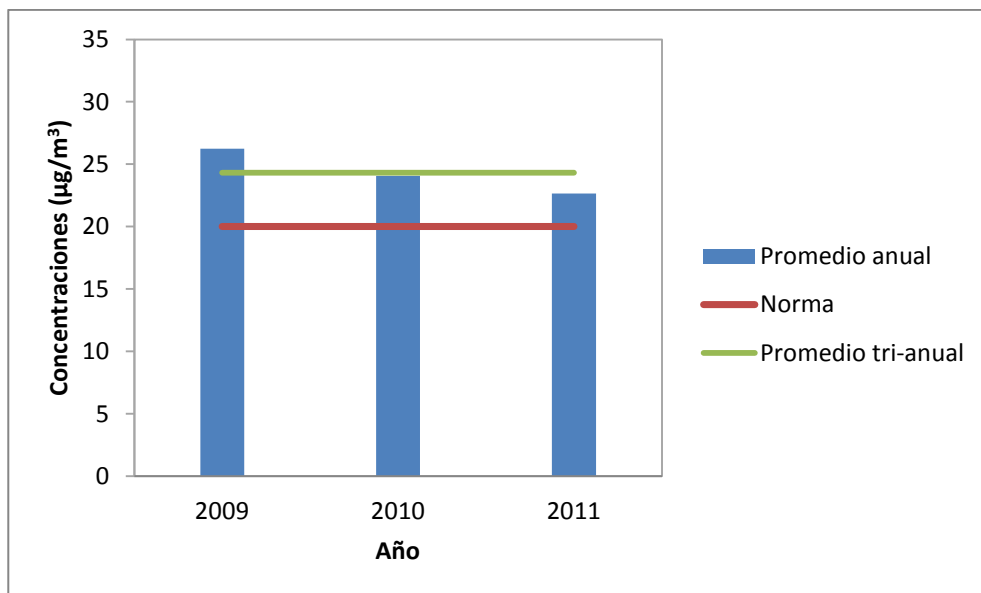


Figura 2.12: Concentraciones comuna de Puente Alto.

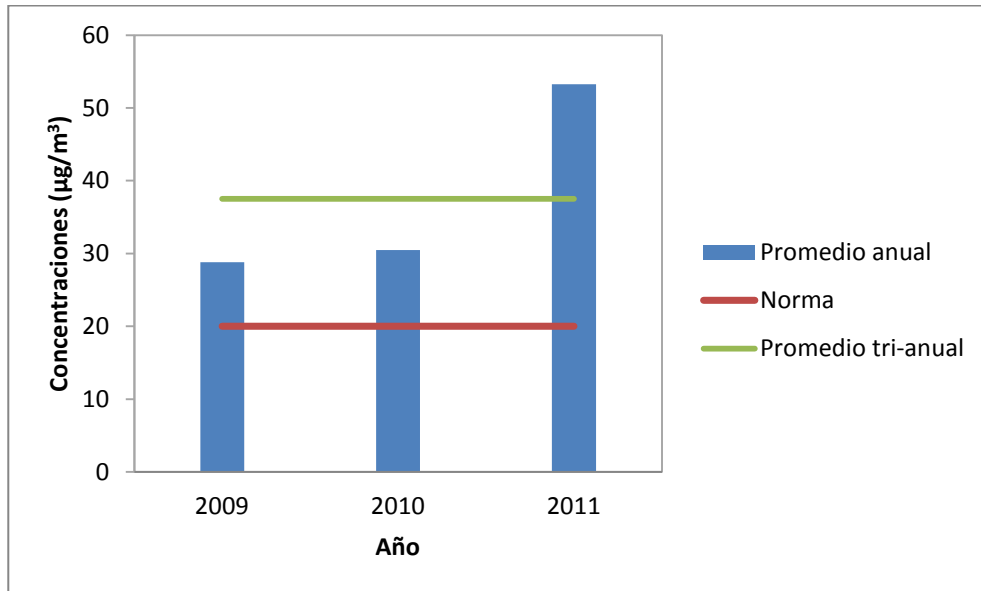


Figura 2.13: Concentraciones comuna de Chillán.

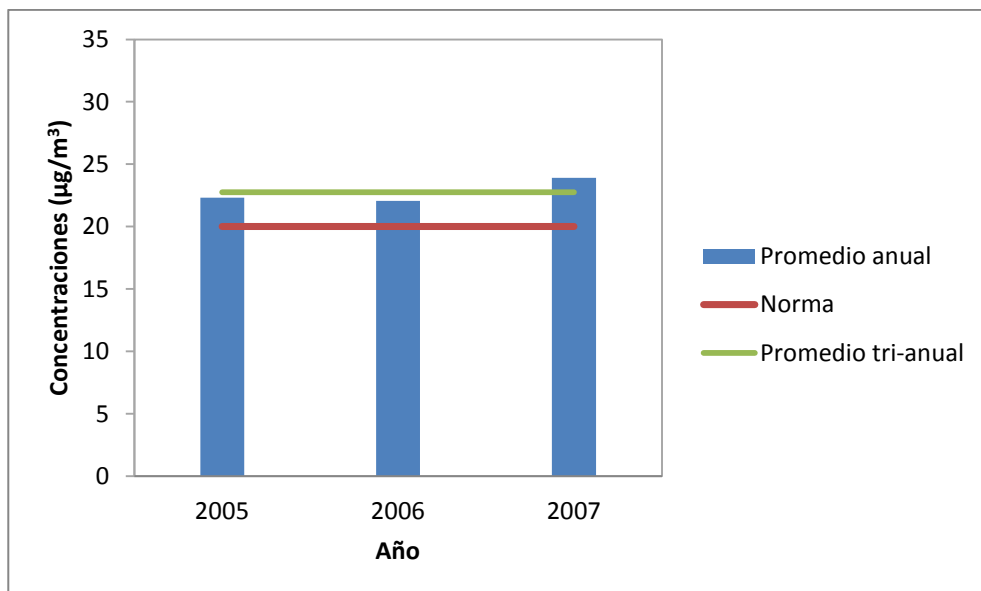


Figura 2.14: Concentraciones comuna de Talca (estación UTAL).

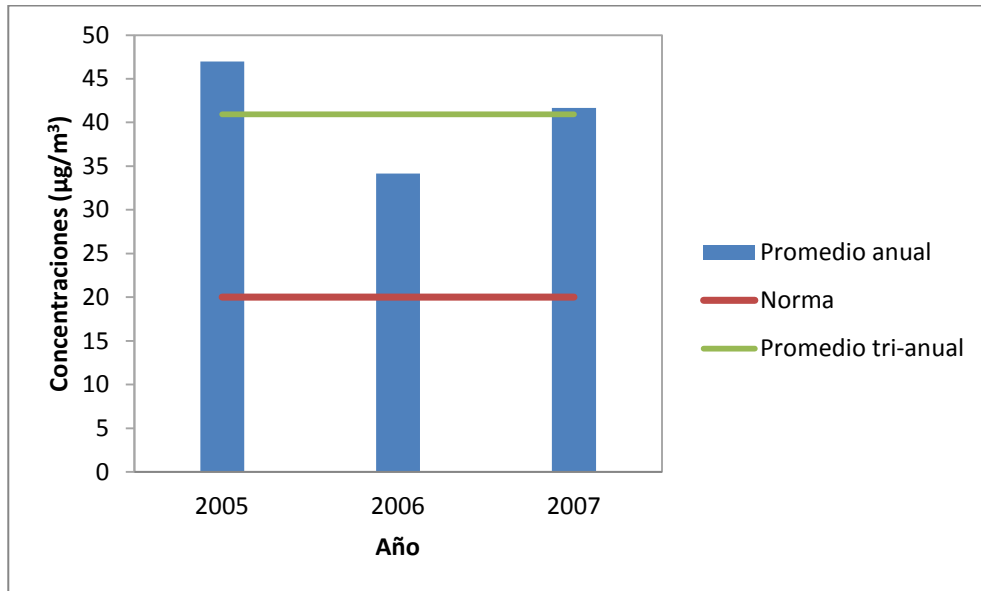


Figura 2.15: Concentraciones comuna de Talca (estación La Florida).

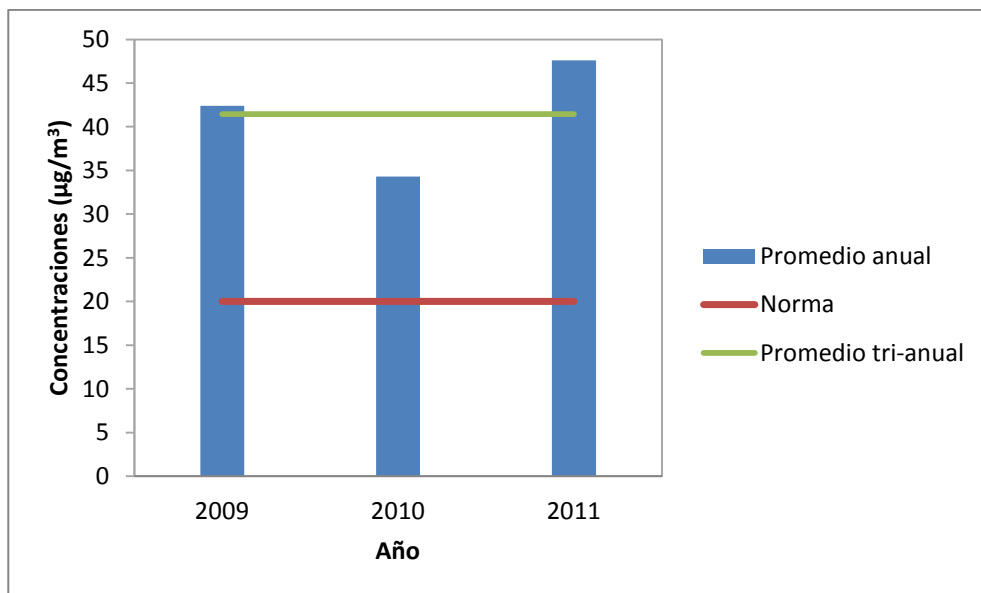


Figura 2.16: Concentraciones comuna de Temuco (estación Las Encinas).

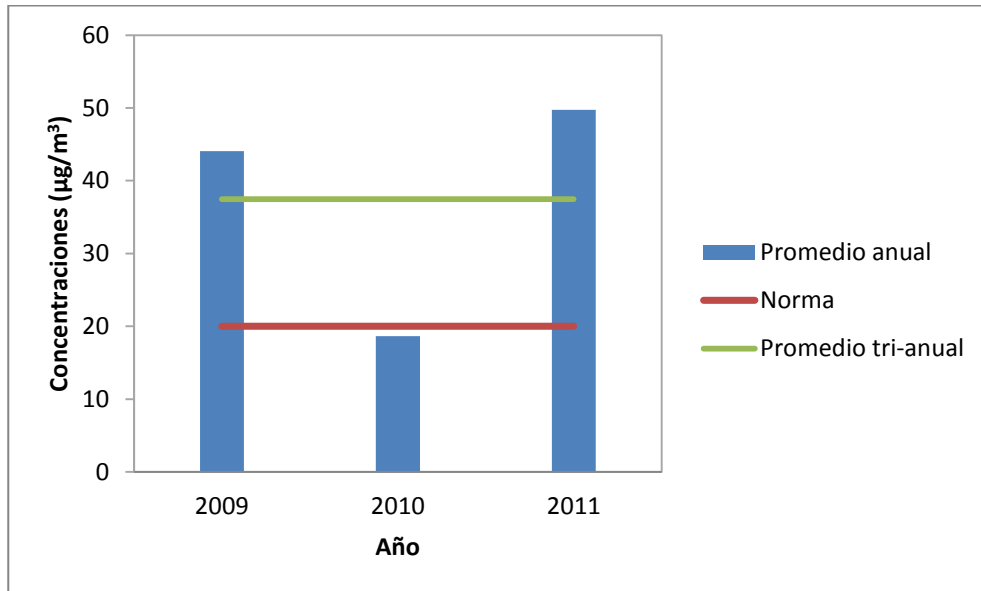


Figura 2.17: Concentraciones comuna de Temuco (estación Museo Ferroviario).

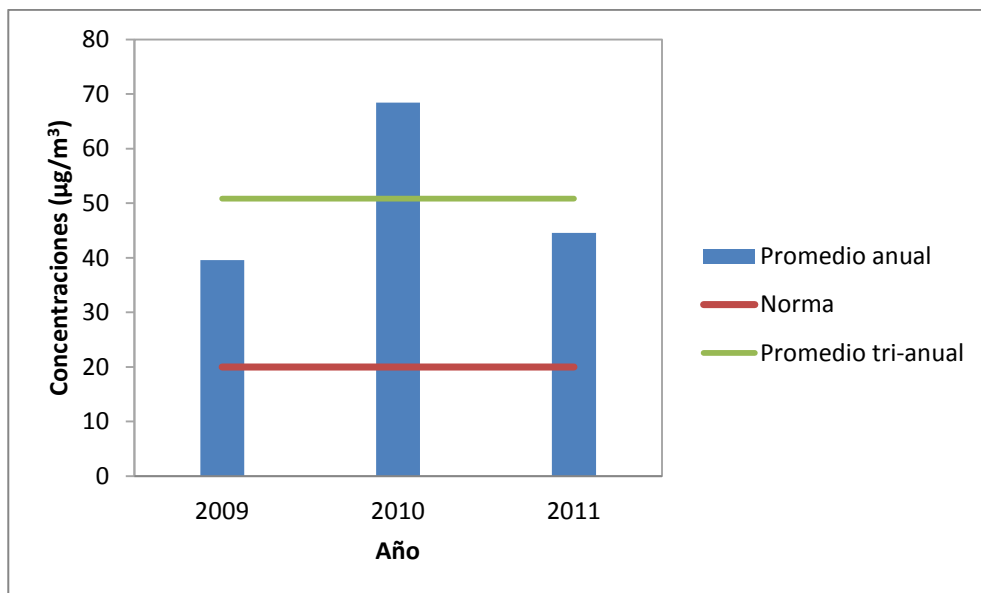


Figura 2.18: Concentraciones comuna de Valdivia.

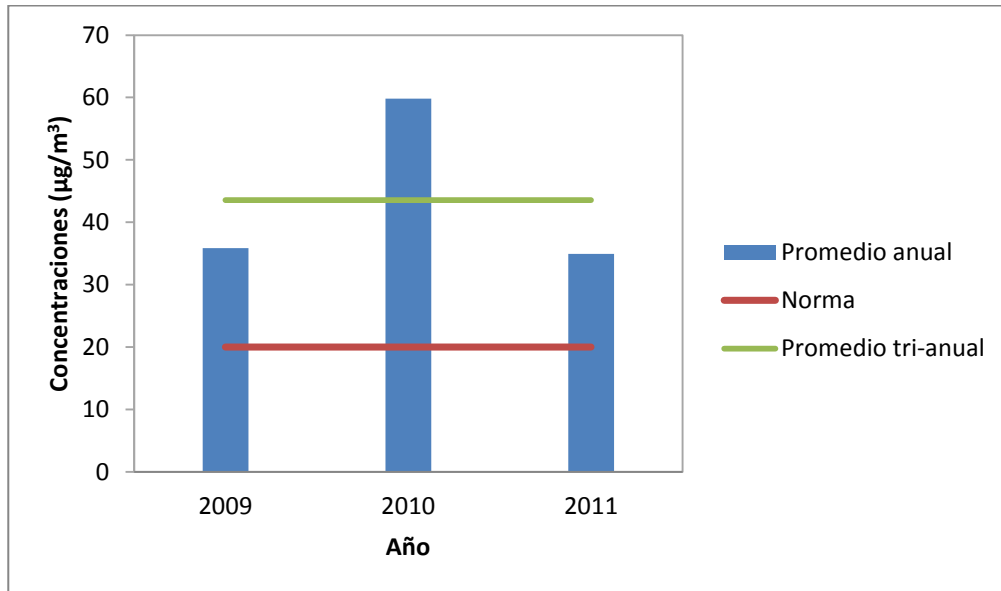


Figura 2.19: Concentraciones comuna de Osorno.

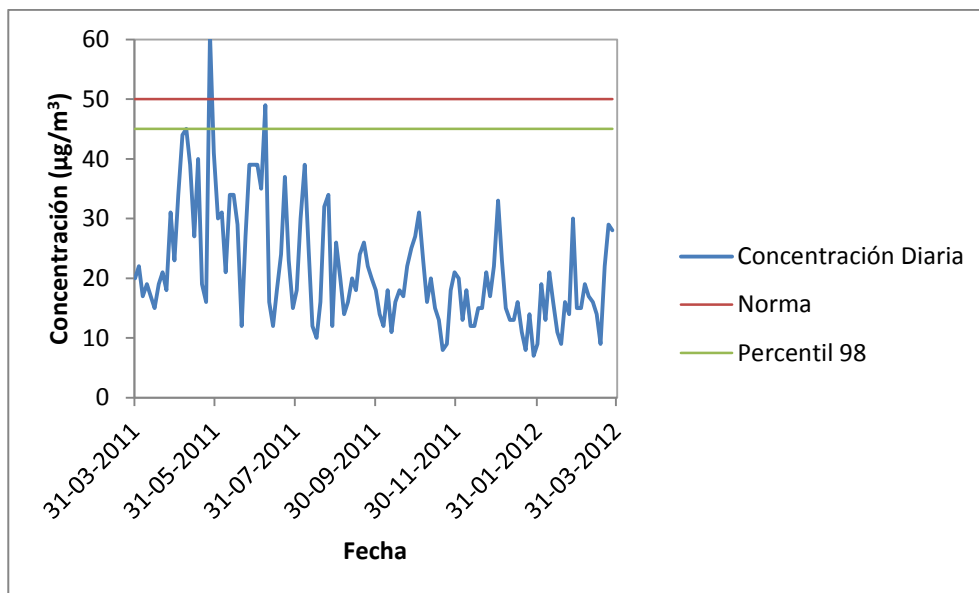


Figura 2.20: Concentración diaria comuna de Concón.

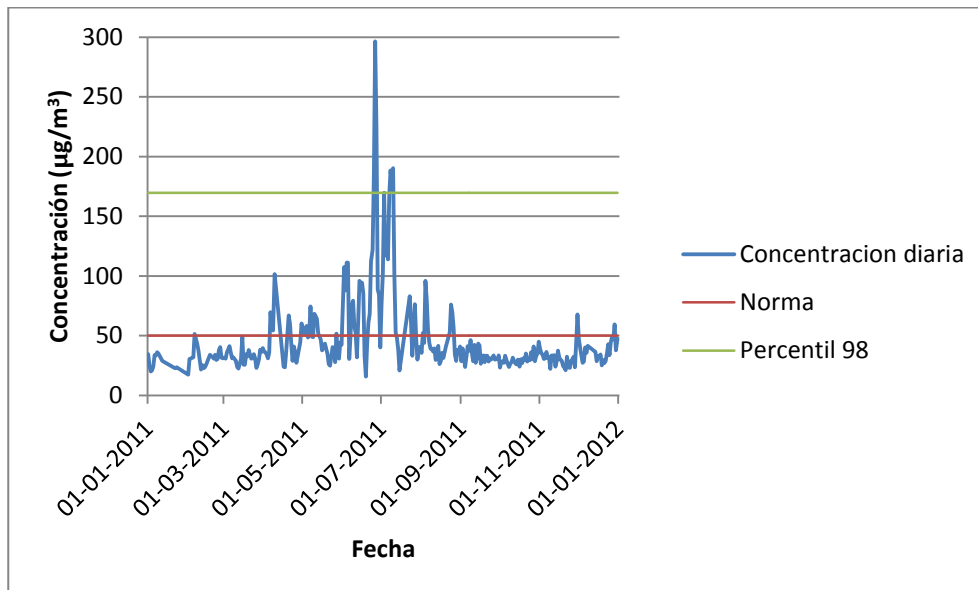


Figura 2.21: Concentración diaria comuna de Rancagua.

Cabe destacar que para la comuna de Talca se analizó el periodo 2005 – 2007, ya que las estaciones cuentan con datos de mediciones de MP2.5 para el periodo 2004 – 2008.

Por lo tanto, a nivel nacional se tiene que un total de 18 comunas corren el riesgo de ser declaradas zonas saturadas por MP2,5 y una comuna por ser declarada zona latente por MP2,5 por no dar cumplimiento a lo indicado en la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Fino Respirable. Sólo una de las comunas analizadas (Concón) cumple con la normativa, quedando el 94,7% restante incumpliendo la norma primaria de calidad ambiental.

2.4 Análisis del Marco Normativo para procesos de evaluación ambiental de proyectos de calefacción distrital y cogeneración

Para el análisis del marco normativo de los procesos de evaluación de impacto ambiental, se consultó el Acuerdo N°8/2012 del Ministerio del Medio Ambiente titulado “Se pronuncia sobre el nuevo reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental”, el que indica el texto completo incluyendo las modificaciones al D.S. 95/2001 del

MINSEGPRES “Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental”. De esta manera se logró conocer los aspectos a considerar durante el ingreso al Sistema De Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos de calefacción distrital y cogeneración.

Primero que todo se identificó que de los proyectos susceptibles de causar impacto ambiental, indicados en el artículo 3, los que tienen relación alguna con los sistemas de calefacción distrital y cogeneración son los siguientes:

- g.1.1. Conjuntos habitacionales con una cantidad igual o superior a ochenta viviendas o, tratándose de vivienda social, vivienda progresiva o infraestructura sanitaria, a sienta sesenta viviendas.
- g.1.2. Proyectos de equipamiento que correspondan a predios y/o edificios destinados en forma permanente a salud, educación, seguridad, culto, deporte, esparcimiento, cultura, transporte, comercio o servicios, y que contemplen al menos una de las siguientes características:
 - a) Superficie construida igual o mayor a cinco mil metros cuadrados (5.000 m²).
 - b) Superficie predial igual o mayor a veinte mil metros cuadrados (20.000 m²).
 - c) Capacidad de atención, afluencia o permanencia simultánea igual o mayor a ochocientas (800) personas.
 - d) Doscientos (200) o más sitios para el estacionamiento de vehículos.
- h. Proyectos industriales o inmobiliarios que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas.
- k.1. Instalaciones fabriles cuya potencia instalada sea igual o superior a dos mil kilovoltios--ampere (2.000 KVA), determinada por la suma de las capacidades de los transformadores de un establecimiento industrial.
Tratándose de instalaciones fabriles en que se utilice más de un tipo de energía y/o combustibles, el límite de dos mil kilovoltios-ampere (2.000 KVA) considerará la suma equivalente de los distintos tipos de energía y/o combustibles utilizados.
- m.4. Toda industria de celulosa, pasta de papel y papel.

En el título II del reglamento, que trata sobre la generación de efectos , características o circunstancias que dan origen a la necesidad de presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), se identificó que los artículos N°5, N°6 y N°9 tienen relación con la presentación de proyectos de sistemas de calefacción distrital y cogeneración. Los artículos se titulan:

- Artículo N°5. Riesgo para la salud de la población.
- Artículo N°6. Efecto adverso significativo sobre recursos naturales renovables.
- Artículo N°9. Valor paisajístico y turístico.

Cabe destacar que la vinculación de estos artículos a los proyectos de sistemas de calefacción distrital y cogeneración, no indican necesariamente que dichos proyectos deban presentar una EIA a la hora de ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Estos artículos se consideran de especial interés, ya que el proponente del proyecto deberá poner especial énfasis en indicar las razones por las que su proyecto amerita o no presentar una EIA, debido a que los principales impactos de este tipo de proyectos se relacionan a temas tales como la salud de la población, los recursos naturales y el entorno de las comunidades.

Los artículos N°98 “Medidas de mitigación ambiental” y N°100 “Medidas de compensación ambiental”, contenidos en el título VI que tiene relación con los planes de medidas, seguimiento, y fiscalización ambientales, tienen directa relación con proyectos de calefacción distrital y cogeneración. La relación radica en que dichos proyectos pueden llegar a generar algún grado de impacto ambiental negativo que amerite alguna solución por parte del proponente, de manera tal que la calidad de vida de la población y de los ecosistemas insertos en el área de influencia del proyecto no se vean afectadas negativamente.

Por último, el título VII que trata sobre los permisos y pronunciamientos ambientales sectoriales, en los artículos N°133 y N°160 se relaciona con proyectos de calefacción distrital y cogeneración. El artículo N°133 “Permisos para hacer construcciones nuevas en una zona declarada como típica o pintoresca, o para ejecutar obras de reconstrucción o de mera conservación”, tiene directa relación con este tipo de proyectos y las regiones en cuestión en el presente informe, ya que tanto la Región de O’Higgins como la de Los Lagos poseen cada una un total de 5 zonas típicas¹⁶¹⁷. Si bien, las zonas típicas no son muchas en ambas regiones, se debe tener en mente que proyectos de calefacción distrital y cogeneración no pongan en riesgo la integridad de estas zonas. Por otro lado el artículo N°160 “Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcciones fuera de los límites urbanos”, se relaciona directamente con los proyectos en cuestión, siempre y cuando éstos contemplen instalarse en terrenos fuera de los límites urbanos.

¹⁶ http://www.minvu.cl/opensite_20110110141004.aspx

¹⁷ http://www.zonastipicas.cl/index.php?option=com_content&view=category&id=47:region-x-de-los-lagos&Itemid=61&layout=default

2.5 Estudio, evaluación de los contenidos de las ordenanzas municipales de las zonas seleccionadas para los proyectos de calefacción distrital y cogeneración

Las ordenanzas son resoluciones de carácter general y obligatorio que adoptan las municipalidades para administrar los bienes nacionales de uso público dentro de la comunidad.

Para lo anterior, cada municipio dicta ordenanzas municipales según sus propios intereses, con el propósito de regular y satisfacer las necesidades de la comunidad local y contribuir al progreso económico, social y cultural de la respectiva comuna en diversos ámbitos, entre ellos, la gestión ambiental.

A continuación, se presenta un análisis del contenido de las ordenanzas municipales respecto al control de la contaminación atmosférica para las comunas de Rancagua y Osorno.

La información analizada se obtuvo de la página WEB de las municipalidades en cuestión. Es importante mencionar que solo algunos sitios web de las municipalidades contaban con la información disponible.

Rancagua

- *Ordenanza Municipal de Gestión Ambiental de la Ilustre Municipalidad de Rancagua.*

El artículo 111 de la ordenanza, establece que será obligatorio que toda combustión realizada en casas particulares destinadas a la calefacción cumpla con las disposiciones especificadas en el Decreto Supremo N° 1.905¹⁸ del Ministerio de Salud. Además se deberá dar cabal cumplimiento a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, en especial al Artículo 4.3.15¹⁹.

Osorno

¹⁸ DS 1905/1993, Ministerio de Salud, "Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Calderas de Calefacción que indica." Limita emisiones para calderas de calefacción de edificios en la Región Metropolitana de Santiago.

¹⁹ UGUC: "Ordenanza General de Urbanismo y Construcción", el punto 4.3.15 establece distancias mínimas para los ductos de descarga de humos.

- *Ordenanza N°83: "Sistema de Gestión Ambiental de la Ilustre Municipalidad de Osorno", 24 de julio de 2007.*

Artículo 97°: "En caso de producirse una declaración de la comuna o parte de ella de Zona Saturada o Latente, por Contaminación Atmosférica, según lo establecido en la Ley N° 19.300, estableciéndose el respectivo Plan de Descontaminación o Prevención, el Municipio adoptará las medidas pertinentes en el marco de su competencia para darle máxima publicidad en forma inmediata."

Artículo 98°: Las empresas industriales deberán comunicar al Municipio, con prontitud (un máximo de 48 horas), las anomalías o averías de sus instalaciones o sistema de depuración de los efluentes gaseosos que puedan repercutir en la calidad del aire de la zona, de manera que la autoridad municipal adopte las medidas de emergencia oportunas y comunique de inmediato a las autoridades sectoriales competentes o a la autoridad ambiental CONAMA Regional o Corema Región de Los Lagos, a fin se constituya de inmediato el Comité de Contingencia Ambiental".

3 Barreras normativas a la calefacción distrital y cogeneración

3.1 Proyectos de cogeneración en Chile

Se entiende por cogeneración la generación simultánea de electricidad y calor a partir de un mismo combustible. La idea es aprovechar el potencial energético de los gases producto de la combustión utilizado para generar electricidad para generar calor útil a algún proceso.

La principal ventaja de las instalaciones de cogeneración es su elevada eficiencia térmica, la que puede llegar hasta un 85%, en comparación a instalaciones que solo generan electricidad, las que logran eficiencias de entre 30 y 40%.

Se distinguen tres tipos básicos de sistemas de cogeneración²⁰:

- Cogeneración con turbina a vapor,
- Cogeneración con turbina a gas,
- Cogeneración con motores de combustión interna.

En Chile las instalaciones de cogeneración se encuentran concentradas en grandes establecimientos industriales, principalmente en el sector de celulosa y papel, donde la biomasa forestal residual del proceso es utilizada para alimentar una caldera (caldera de poder), la que alimenta de vapor saturado a una turbina generadora de energía eléctrica, en tanto que parte del vapor generado en la caldera se extrae para ser utilizado en diferentes procesos de intercambio de calor.

Las últimas instalaciones de cogeneración ingresadas a tramitación ambiental y sus principales características se listan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Últimos proyectos de cogeneración ingresados a tramitación ambiental.

²⁰Thermal Engineering, Artículo Técnico: Cogeneración.

Región	Inversión (MMU\$)	Nombre	Combustible	Equipo	Quegador	Flujo combustible	Flujo de Vapor t/h	Capacidad de Generación MWe	Emisiones Declaradas				
									MP** mg/Nm ³	MP10 Kg/d	CO Kg/d	SO2 Kg/d	NO2 Kg/d
VIII	15	Energía León-Coelemu	Biomasa Forestal	Caldera de Poder	Parrilla móvil	110.148 t/a	32	7	-	458,3	859,3	315,1	35,8
VIII	60	NORSKE SKOG	Biomasa Forestal	Caldera de Poder	Parrilla reciprocante	167 m3st/h	120	27	30	-	-	-	-
VIII	105	Arauco Aserraderos-VIÑALES	Biomasa Forestal-FO6	Caldera de Poder	Lecho Fluidizado	44 t/h-27 t/h	210	41	-	423,4	2.151,4	6.177,6	2.923,0
I	117	Collahuasi-Ujina	FO6-Diesel*	Motor Generador	Combustión interna	-	No aplica	44	-	164,2	87,3	1.589,8	2.627,4
VIII	73	CELCO-CFI Horcones	Biomasa Forestal-FO6	Caldera de Poder	Lecho Fluidizado	43 t/h-27 t/h	250	31	-	914,4	2.309,0	4.806,3	3.014,3
VI	27	San Francisco de Mostazal	Biomasa Forestal	Caldera de Poder	Lecho Fluidizado	170 m3st/h	45	15	300	-	-	-	-
VIII	17	MASISA-Cabrero	Biomasa Forestal	Caldera de Poder	Parrilla móvil	35 t/h	65	9,6	100	336	-	-	-
VIII	12	Forestal y Papelera Concepción S.A.	Biomasa forestal	Caldera de Poder	Parrilla reciprocante	27,6 t/h	20	10	300	657,7	1233,1	51,4	452,1
VIII	10	CBB Forestal-Lomas Coloradas	Biomasa Forestal	Caldera de Poder	Parrilla móvil	11 t/h	35	6	300	399	748,4	31,2	274,4

*: Solo en las partidas.

** : Indicada en la DIA como garantía del fabricante del equipo de control de emisiones de MP asociado (300 para multiciclones y 30 para filtro de mangas).

- : sin dato a partir de la DIA.

Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (e-Seia). Proyectos tipología c (centrales de generación de energía mayores a 3 MW).

De la Tabla 3.1 se observa que los últimos proyectos de cogeneración ingresados a tramitación ambiental se concentran en el sector forestal utilizando biomasa como combustible y sistemas con turbina a vapor para generación eléctrica y calor a procesos (principalmente secado de madera). Además se observa que los valores de potencia eléctrica nominal van desde 6 a 44 MWt, resultando en instalaciones de gran tamaño inversiones asociadas.

Respecto de las emisiones a la atmósfera varios proyectos indican valores máximos de emisión de material particulado sustentados en la garantía entregada por el fabricante de los equipos de control de emisiones, en tanto que otros indican emisiones de MP10, SOx, NOx y CO a partir de estimaciones utilizando factores de emisión (USEPA-AP42).

3.2 Planes de descontaminación y calefacción distrital

Los planes de descontaminación vigentes en Chile consideran principalmente cronogramas de reducción de emisiones de los contaminantes que han sobrepasado los valores de latencia o saturación, además de exigir que las fuentes existentes al interior de la zona de aplicación del plan deban reducir sus emisiones de los contaminantes de acuerdo al cronograma establecido. Por último, los nuevos proyectos que se instalen al interior del área de aplicación del plan deberán realizar compensación de sus emisiones.

Región Metropolitana.

En el caso particular del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) de la Región Metropolitana se establecen metas de reducción de emisiones de MP10, se establecen requisitos de calidad para petróleos pesados y , para el sector industrial, se establecen límites de emisión para MP, NOx, SOx y CO.

Para las fuentes estacionarias se establece el límite de emisión en 100 partes por millón (ppm) en volumen base seca, como concentración máxima permitida de CO, para aquellas fuentes cuya emisión dependa exclusivamente del combustible utilizado. Dicho límite de emisión está referido a un 3% de oxígeno para combustibles líquidos y gaseosos, y 11% de oxígeno para combustibles sólidos.

La concentración máxima permitida de CO debe ser cumplida en todas las condiciones de operación de la fuente, ya sea que opere de modo fijo o modulante.

Dentro de las diversas fuentes que deben cumplir con el límite de emisión de CO se incluyen las calderas de calefacción, donde se exceptúan las que cumplan con alguna de las siguientes condiciones:

- Que su consumo energético de combustible sea igual o menor a 200.000 kilo Joule por hora (kJ/h), a plena carga.
- Que cuente con una fuente calórica o quemador del tipo “flujo de aire de combustión no controlado o atmosférico”, cuyo consumo energético de combustible sea igual o menor a 500.000 kilo Joule por hora (kJ/h), a plena carga.

También se establece un límite de emisión de Dióxido de Azufre (SO₂) para fuentes estacionarias, fijando el límite en 30 nanógramos por Joule (ng/J) referido al poder calorífico inferior del combustible, para aquellas fuentes cuya emisión dependa exclusivamente del combustible utilizado. Dicho límite debe ser cumplido en todas las condiciones de operación de la fuente, ya sea que opere de modo fijo o modulante.

Dentro de las diversas fuentes que deben cumplir con el límite de emisión de SO₂ se incluyen las calderas de calefacción, dónde se exceptúan las que cumplan con alguna de las siguientes condiciones:

- Que su consumo energético de combustible sea igual o menor a 200.000 kilo Joule por hora (kJ/h), a plena carga.
- Las que utilicen petróleo diésel Grado A1, gas natural, gas licuado de petróleo, gas de ciudad o biogás como combustible u otros de similares características de emisión.

En lo que respecta a las emisiones de material particulado (MP), si bien se hace mención al control de emisiones para fuentes categorizadas como procesos en el sector industrial, se incluyen las calderas de calefacción dentro de las fuentes que deben compensar las emisiones en un 150% si igualan o superan las 2,5 (ton/año) de MP.

Se establece además que aquellos proyectos o actividades nuevas y la modificación de aquellos existentes que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, deberán compensar un 150% del monto total anual de sus emisiones si sobrepasa los valores indicados en la siguiente tabla.

Contaminante	Emisión Máxima (ton/año)
MP10	2,5
NO _x	8
SO _x	50

Respecto a las restricciones de operación de las calderas de calefacción durante la ocurrencia de episodios críticos, a continuación se presenta una tabla con el resumen de las medidas las afectan.

Alerta	Preemergencia	Emergencia
Prohibición de funcionamiento de todo tipo de artefactos de calefacción residencial que utilicen leña y otros dendroenergéticos.	Paralización de fuentes estacionarias. La Seremi de Salud RM dispondrá la paralización de todas las fuentes puntuales y grupales, que no acrediten a través de mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de MP son inferiores a 32 mg/Nm ³ .	Paralización de fuentes estacionarias. La Seremi de Salud RM dispondrá la paralización de todas las fuentes puntuales y grupales, que no acrediten a través de mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de MP son inferiores a 28 mg/Nm ³ .
	Prohibición de funcionamiento de todo tipo de artefactos de calefacción residencial que utilicen leña y otros dendroenergéticos.	Prohibición de funcionamiento de todo tipo de artefactos de calefacción residencial que utilicen leña y otros dendroenergéticos.

Temuco y Padre Las Casas.

En primer término se menciona que el PDA pone especial énfasis en la reducción de las emisiones provenientes de la combustión residencial de leña, complementando también con algunas medidas de control de las fuentes industriales, de transporte y agrícolas.

Se define caldera de calefacción grupal como toda fuente estacionaria grupal destinada a la calefacción central de edificios, por agua caliente o vapor.

En lo que respecta al control de emisiones asociadas a la combustión residencial de leña, toda nueva instalación de artefactos en las zonas urbanas de Temuco y Padre las Casas, debe ser declarada por el usuario a la SEREMI de Salud.

Para el control de emisiones asociadas a fuentes industriales, comerciales y calderas de calefacción grupales, para las fuentes puntuales y grupales existentes, y calderas de calefacción grupales existentes se establecen los siguientes límites de emisión de Material Particulado (MP).

Tabla 3.2. Límite de Emisión de Material Particulado para Fuentes Puntuales, Grupales y Calderas de Calefacción Grupal Existentes.

Categorías de fuentes existentes		
Fuentes Puntuales	Fuentes Grupales	Calderas de Calefacción Grupal
Concentración máxima permitida de(mg/Nm ³)		
112	112	112

Por otro lado las fuentes puntuales, grupales y calderas de calefacción grupales nuevas deben cumplir con los siguientes límites de emisión de MP.

Tabla 3.3. Límite de Emisión de Material Particulado para Fuentes Puntuales, Grupales y Calderas de Calefacción Grupal Nuevas

Categorías de fuentes nuevas.		
Fuentes Puntuales	Fuentes Grupales	Calderas de Calefacción Grupal
Concentración máxima permitida (mg/Nm ³)		
56	56	56

Las fuentes estacionarias puntuales y grupales, y calderas de calefacción grupal nuevas o existentes deben medir sus emisiones de MP, mediante un muestreo isocinético realizado a plena carga, de acuerdo al Método CH – 5, en cada una de las chimeneas de descarga a la atmósfera.

Respecto al exceso máximo de aire (EA) para los combustibles utilizados, se establecen los siguientes límites.

Tabla 3.4. Límite para el Exceso Máximo de Aire para Combustibles Utilizados

Combustible	EA (%)
Fuel oil 2 (Diésel)	20
Fuel oil 5	40
Fuel oil 6	50
Carbón sobre parrilla	100
Carbón pulverizado	50
Leña trozos y astillas	100
Gas licuado	10
Kerosene	20
Aserrín	100
Gas natural	10
Biogás	10
Gas de ciudad	10

Respecto a la periodicidad de los muestreos isocinéticos de emisiones de las fuentes puntuales y grupales, y calderas de calefacción grupal, se define de manera diferenciada por tipo de combustible, como se muestra a continuación.

Tabla 3.5. Periodicidad de Muestras Isocinéticas de Emisiones para Fuentes Puntuales y Grupales, y Calderas de Calefacción Grupal

Tipo de fuente	Tipo de combustible	Periodicidad
Fuentes puntuales	Cualquier tipo	Cada 12 meses
Fuentes grupales y calderas de calefacción grupal.	Petróleo diésel o kerosene	Cada 36 meses
	Gas natural, gas licuado u otros similares.	Exentas de acreditarse
	Biomasa (leña, aserrín, viruta, briquetas, etc.)	Cada 12 meses

Para cualquiera sea el caso, en ocasión de haber dualidad de uso de combustible, se considerarán los requerimientos de acreditación para el combustible más contaminante según los criterios que deberá establecer el SEREMI de Salud.

En cuanto a los Instrumentos de Gestión Ambiental, en relación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), los se indica que deberán ingresar al SEIA los siguientes proyectos que generen emisiones atmosféricas:

- Proyectos inmobiliarios, aquellos conjuntos que contemplen obras de edificación y/o urbanización cuyo destino sea habitacional y/o de equipamiento, que contemplen el uso de calderas de calefacción que, en su etapa de operación, puedan emitir al menos 0,5 ton/año de MP10.
- Proyectos industriales, aquellas urbanizaciones y/o loteos con destino industrial de una superficie igual o mayor a doscientos mil metros cuadrados (200.000 m²); o aquellas instalaciones fabriles que en su etapa de operación, atendida a la sumatoria de sus procesos, generen una emisión igual o superior a 1 ton/año de MP10.

Por último respecto a los mecanismos de compensación de emisiones, todos aquellos proyectos o actividades, incluidas sus modificaciones, que se sometan al SEIA, y que directa o indirectamente generen emisiones respecto de su situación base, iguales o superiores a 1 ton/año de MP10, o de 0,5 ton/año de MP10 tratándose de edificios que consulten calderas de calefacción grupal, deberán compensar sus nuevas emisiones en un 120%.

Concepción Metropolitano.

El Plan de Prevención de contaminación Atmosférica para Concepción Metropolitano (PPACM) tiene como objetivo reducir las concentraciones diarias de MP10 a fin de evitar alcanzar la condición de saturación en la zona de Concepción Metropolitano. El PPACM se encuentra en etapa de anteproyecto de acuerdo a la Resolución Exenta N°1612 del 22 de diciembre de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente.

El anteproyecto establece que la quema de biomasa representa una fuente significativa de emisiones, por lo que resulta prioritario establecer un enfoque de profundo recambio tecnológico.

Se establecen una serie alternativas para compensar las de emisiones de MP de nuevas fuentes industriales y sus modificaciones, las que son definidas como aquellas que generan emisiones superiores a 1 ton/año de MP. Las medidas propuestas por el plan son las siguientes:

- Reducción de emisiones de fuentes fijas existentes,
- Reemplazo de calefactores domiciliarios a leña,
- **Implementación de sistemas de calefacción distrital, comunitario o distribuido,**
- Reemplazo de sistemas de calefacción tradicionales por otros de baja emisión,

Los límites de emisión de Material Particulado para calderas y hornos se muestran en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6: Límites de emisión de MP para calderas y hornos según PPACM.

Potencia Térmica MWt	Hornos y calderas existentes mg/Nm ^{3*}	Hornos y calderas nuevas mg/Nm ³
3 a <25	300	100
25 a <50	100	50
>50	50	30

*: Condiciones normales: 25°C y 1 atm gas seco, corrección de oxígeno del 3% para combustibles líquidos y gaseosos, 6% para combustibles sólidos y 11% para biomasa.

Respecto de las emisiones a nivel residencial se proponen medidas correctivas y preventivas para el uso de leña y biomasa. Para calefactores a leña residenciales (potencia térmica igual o menor a 25 KW) deberán cumplir la norma de emisión de MP actualmente en elaboración. Además a partir del mes 12 de la publicación del PPDA no se podrán operar chimeneas de hogar abierto para calefacción de viviendas al interior de la zona declarada de latencia.

Respecto de las alternativas para que algún proyecto industrial nuevo o existente pueda compensar emisiones de MP surge la calefacción distrital, teniendo potencial de uso tanto en sectores residenciales nuevos como existentes.

El PPDA modifica las condiciones de ingreso de proyectos industriales e inmobiliarios al SEIA en las comunas donde aplica el plan, definiéndose como proyecto inmobiliario aquel que:

- Consulte la construcción de 100 o más viviendas, o un total de 5.000 m² o más,
- Consulte emisiones directas o indirectas de más de 1 ton/año de MP.

En cualquier caso quedarán exceptuados de someterse al SEIA aquellos proyectos que acrediten sistemas de calefacción distrital de baja emisión y distintos a edificaciones en altura.

PDA Valle Central

Plan publicado en el diario oficial el lunes 5 de agosto de 2013.

El PDA Valle Central rige para las comunas de Graneros, Rancagua, Doñihue, Olivar, Coltauco, Coinco, Quinta de Tilcoco, San Vicente, Placilla, y, parcialmente, en las comunas de Mostazal, Codegua, Machalí, Malloa, Rengo, Requínoa, San Fernando y Chimbarongo.

El objetivo del Plan de Descontaminación es reducir las concentraciones de PM10 a nivel diario y a nivel anual para salir de la condición de saturación en la que se encuentra el Valle Central de la Región de O'Higgins respecto de ambas normas (diaria/anual).

Las medidas que se incorporan en el plan apuntan a 5 ejes, los cuales son:

- Control de emisiones asociadas a la combustión residencial de leña
- Control de emisiones asociadas a quemas agrícolas
- Control de emisiones industriales
- Control de emisiones asociadas a transporte

En relación al control de emisiones asociadas a la combustión residencial de leña, la propuesta de regulación apunta hacia:

- Regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de la leña y derivados de la madera.
- Regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de los artefactos.

- Aislamiento térmico de las viviendas.

Para la regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de los artefactos destinados a calefacción o cocción de alimentos, el anteproyecto señala como una propuesta de regulación **“el diseño e implementación de un programa de recambio de artefactos a leña por otras tecnologías energéticas”**. Se espera que el número de artefactos renovados ascienda a los 12.000, estableciendo como requisito para los artefactos nuevos cumplir con lo indicado en el DS 39/2011 (Norma de Emisión de Material Particulado para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y derivados de la madera).

Además se establece que luego de un año de la publicación del plan algunos edificios públicos (municipalidades, establecimientos educacionales municipales, salas de espera de consultorios, etc.) deberán cambiar sus actuales equipos de calefacción a leña por otros menos contaminantes.

Con respecto a las emisiones del sector industrial, las principales fuentes emisoras de este sector corresponden a las calderas, grupos electrógenos, hornos de panaderías, procesamiento de granos y la fabricación de productos de hierro y acero y la Fundición de Caletones. La propuesta de regulación para este sector, está orientado a:

- reducir las emisiones en instalaciones de combustión entre 3 y 50 MWt: se establecen límites de emisión en chimeneas para MP, SO₂ y NO_x, que aplican a calderas y turbinas nuevas y existentes.
- Se establecen límites de emisión para MP para secadores que procesan granos y semillas
- Se establecen límites de emisión para MP para fundiciones de hierro y acero
- Se establecen métodos de control de emisiones fugitivas en la industria
- Se establece un Programa de mejoramiento tecnológico y límite de emisión para las panaderías, que operan en condiciones muy rudimentarias con hornos a leña

Los límites de emisión para calderas del sector industrial se establecen para combustibles sólidos y líquidos y son de 50 mg/Nm³ para equipos existentes y de 30 mg/Nm³ para equipos nuevos.

Todas estas exigencias aplicarán a fuentes nuevas y existentes. El plazo para las fuentes existentes es de 24 meses desde la publicación del plan.

Por último respecto a los mecanismos de “compensación de emisiones” para las nuevas actividades o proyectos que ingresen al SEIA, estos deberán compensar sus emisiones en un 120% del monto total anual de emisiones de la actividad o proyecto para el o los contaminantes para los cuales se sobrepasa el valor indicado en la siguiente tabla:

Tabla 3.7. Límites para la compensación de emisiones

Contaminante	Emisión máxima Ton/año
MP10	5
SO _x	30
NO _x	15

Para aquellos proyectos habitacionales incluidas sus modificaciones, que ingresen al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y que contemplen sistemas de calefacción alternativo a leña o biomasa que aseguren menores emisiones de contaminantes a la atmósfera, no deberán compensar sus emisiones de Material Particulado. Además los proyectos habitacionales que en base a diseño y materialidad demuestren no requerir de calefacción no deberán compensar emisiones de MP10.

3.3 Análisis de la regulación en países pertenecientes a la OCDE21

Organismos reguladores.

Todas las economías en transición han establecido los organismos reguladores para supervisar a las empresas que proveen calefacción distrital y sus tarifas de energía. Esto se puede lograr a nivel el regional, y / o municipal. En muchos países, como Letonia y Rumania, los municipios actúan como reguladores de la calefacción distrital producida in situ, mientras que la energía producida es regulada a nivel nacional. Esta "doble" regulación hace que dirigir empresas de calefacción distrital sea más complicado y pueda causar problemas. Cuando los municipios son al mismo tiempo el regulador y propietario de empresas de calefacción distrital, pueden tener conflicto de intereses: como reguladores, su interés es mantener los aranceles bajos a fin de evitar problemas sociales y políticos. Como propietarios, su interés es, o debería ser, establecer las tarifas a un nivel suficiente para recuperar los costos e invertir en la modernización de los activos. Cuando

²¹ COMING INFROM THE COLD Improving District Heating Policyin Transition Economies, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2004

existen entidades separadas para regular las tarifas de energía de diferentes fuentes, esto puede llevar a precios distorsionados.

Los reguladores suelen tener varias misiones que incluyen fomentar la eficiencia, la protección de los consumidores y asegurar la capacidad adecuada para evitar las interrupciones del suministro. Otras misiones pueden incluir asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental, de seguridad y las regulaciones territoriales. Los reguladores suelen tener varias herramientas para ayudar a implementar estas misiones. Además de su trabajo en la regulación arancelaria, extienden los permisos, definen los estándares de desempeño y fiscalizan el cumplimiento de estas normas. Al igual que con la regulación de tarifas, tanto los reguladores nacionales, como los locales pueden ser responsables de extender los permisos. En Hungría, por ejemplo, el regulador nacional, la Oficina de Energía de Hungría, se encarga de regular la construcción y los permisos de generación para las plantas de cogeneración superiores a 50 MW, así como los certificados de suministro para cogeneradores que operan redes de calefacción distrital. Los municipios ven otros tipos de documentos, licencias de construcción, producción y suministro para la calefacción distrital.

Independencia.

Los reguladores independientes son una parte importante, si no esencial, un elemento demarco normativo eficaz y de políticas para la gestión de la calefacción distrital. Para los aranceles (y otros) se tiene que cumplir que la regulación sea imparcial y justa tanto para proveedores, como para consumidores, el regulador debe ser independiente de dos maneras: de los intereses de las partes interesadas y de presiones políticas. Lo primero es importante asegurarse de que las partes reguladas tienen una influencia limitada en las decisiones regulatorias, lo cual es necesario para evitar que la regulación favorezca a un grupo de partes interesadas por sobre el resto de los involucrados. Algunas medidas de apoyo a la independencia de las partes interesadas, pueden incluir la prohibición de cualquier interés financiero por parte del regulador o de su familia en la empresa y restricciones en el trabajo para esa empresa durante varios años después de su mandato como regulador.

Independencia Política.

La independencia política tiene tres objetivos. En primer lugar, se reduce la influencia a corto plazo de las presiones políticas en materia de regulación. Las políticas de reglamentación deben por lo general no depender de las circunstancias políticas. Por ejemplo, los precios de calefacción no deben utilizarse como una herramienta para influir en las elecciones. En segundo lugar, la independencia política puede reforzar la

independencia del regulador de los grupos de intereses (Stakeholders). Y en tercer lugar, cuando las empresas de calefacción distrital son de propiedad estatal, la independencia política es esencial para evitar conflictos de intereses entre el Estado como propietario y como regulador. Se señala además, que una total independencia política es difícil de lograr, tanto en teoría como en la práctica. Sin embargo, el grado de dependencia política puede y debe ser reducido. En la práctica, la independencia del regulador (y la calidad de sus conocimientos) esa menudo debilitada por restricciones presupuestarias.

Recomendación.

La separación de la propiedad/gestión y las funciones de regulación al nivel municipal (así como a nivel nacional si es pertinente) es otro objetivo estructural importante para el establecimiento de reguladores eficaces, aunque puede ser difícil en la práctica. Las soluciones a este conflicto son la privatización o la participación de los operadores privados a través de contratos de arrendamiento o concesión. Si la utilidad permanece bajo gestión municipal, debe ser establecido como una empresa comercial independiente del consejo municipal y sujetos a las mismas normas que otras empresas comerciales. Las funciones de propiedad/gestión y regulación deben ser claramente separadas.

3.4 Análisis de la normativa nacional para proyectos de calefacción distrital

Ley 20.257/2008 Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

“Introduce modificaciones a la Ley General de servicios eléctricos respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de energías renovables no convencionales”

Cogeneración con biomasa forestal.

En el artículo 150° bis de la ley se menciona que cada empresa que efectúe retiros de energía desde los sistemas eléctricos con capacidad instalada superior a 200 Megawatt para comercializarla con distribuidoras o con clientes formales deberán acreditar ante la dirección de peajes del CDEC respectivo, que una cantidad de energía equivalente al 10% de sus retiros cada año calendario haya sido inyectado a cualquiera de dichos sistemas, por medios de generación renovables no convencionales propios o contratados. Adicionalmente se indica que podrán utilizar inyecciones mediante energías renovables no convencionales del año anterior, siempre y cuándo que estos no hayan sido declarados.

Por otro lado, se menciona que los excedentes procedentes de energías renovables no convencionales se pueden “convenir” de traspasar a otras empresas.

Las multas son establecidas de la siguiente manera:

- 0,4 UTM por cada Megawatt/hora no declarado.
- 0,6 UTM por cada Megawatt/hora no declarado si dentro de los tres años siguientes se vuelve a incurrir en la no declaración.

Por otro lado, agrega en el artículo 225°, la letra aa), la definición de medios de generación renovables no convencionales donde se indica, entre otras características lo indicado en el punto 1): “serán medios de generación renovables no convencionales aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable, la que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Se entenderá incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.”

Se agregan además al artículo 225°, las letras ab) y ac) dónde se define energía renovable no convencional e instalación de cogeneración eficiente. A continuación se indican las definiciones:

- Energía renovable no convencional: aquella energía eléctrica generada por medios de generación renovables no convencionales.
- Instalación de cogeneración eficiente: instalación en la que se genera energía eléctrica y calor en un solo proceso de elevado rendimiento energético cuya potencia máxima suministrada al sistema sea inferior a 20.000 kilowatts y que cumpla con los requisitos establecidos en el reglamento.

Por último, se indica que la obligación de generar un 10% de la energía total en base a medios de generación renovables no convencionales, se deberá cumplir de la siguiente manera:

- 5% desde el año 2010 al 2014.
- Incremento de 0,5% anual desde el año 2015 hasta llegar al 10% en el año 2024.

Comentarios:

Las modificaciones que esta Ley introduce a la Ley General de servicios eléctricos favorecen la instalación de proyectos de cogeneración, lo que a su vez dependiendo de la locación de estos proyectos, y de las capacidades técnicas y económicas tanto de las empresas cogeneradoras como de las constructoras pueden favorecer la implementación de sistemas de calefacción distrital en Chile.

La utilización de calderas a biomasa en sistemas de calefacción distrital surge como una alternativa viable para las empresas de generación eléctrica para dar cumplimiento a lo indicado en la Ley.

Ley 20.571/2012 Ministerio de Energía.

“Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales”.

La ley incorpora una serie de artículos a la “Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de energía eléctrica” (D.F.L. N°1, Ministerio de Minería, 1982), entre los que destacan los mencionados en los párrafos siguientes.

El artículo 149 bis a priori define qué tipos de usuarios podrá inyectar sus excedentes de energía eléctrica a la red. Indica que aquellos usuarios que posean equipamiento de generación eléctrica por medios no convencionales o instalaciones de cogeneración eficiente podrán inyectar sus excedentes a la red. Adicionalmente se indica que la capacidad instalada no podrá superar los 100 kW por cliente o usuario final y que las inyecciones de energía deberán ser descontadas de la facturación correspondiente al mes de las inyecciones, y de quedar un excedente este se descontará en las facturas posteriores.

El artículo 149 ter se centra principalmente en definir que aquellos remanentes que no hayan podido ser descontados, deben ser pagados al usuario que los inyectó a la red.

El artículo 149 quater indica que la energía inyectada proveniente de medios no convencionales puede ser utilizada por las empresas de generación eléctrica, con capacidad superior a 200 megawatt, para cumplir con lo indicado en el artículo 150 bis del D.F.L. N°1, Ministerio de Minería, 1982. Además se indica que anualmente y cada vez que sea solicitado, la concesionaria de distribución remitirá al cliente un certificado que acredite las inyecciones de energía eléctrica realizadas.

Comentarios:

Esta Ley principalmente define los pagos por inyectar energía eléctrica a la red, generando de esta forma un incentivo para la implementación de sistemas de calefacción distrital que utilicen calderas a biomasa, ya que si se utiliza la caldera para generar energía eléctrica e inyectarla al sistema y luego el calor restante es utilizado para el sistema de calefacción, los pagos por la energía inyectada al sistema ayudan a reducir los costos del sistema de calefacción. Sin embargo, para estimar las reducciones de costos para una comunidad que cuente con un sistema de calefacción de estas características se debe realizar un estudio técnico-económico para poder conocer con certeza la cantidad de costos a reducir.

Por otro lado de forma similar a lo indicado en el párrafo anterior, se incentiva el desarrollo de proyectos de cogeneración.

La utilización de calderas a biomasa e instalaciones de cogeneración en sistemas de calefacción distrital surgen como una alternativa viable para las empresas de generación eléctrica para dar cumplimiento a lo indicado en la Ley.

Ley 20.365/2009 Ministerio de Hacienda

“Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos”.

En el artículo primero se indica que las empresas constructoras tendrán derecho a deducir, del monto de sus pagos provisionales de la ley de impuesto a la renta, un crédito equivalente a todo o parte del valor de los sistemas solares térmicos y de su instalación que monten en bienes muebles destinados a la habitación.

Por otro lado, en el artículo 3° se indica que solo tendrán derecho al crédito aquellos sistemas solares térmicos que aporten al menos el 30% del promedio anual de demanda de agua caliente sanitaria estimada para la respectiva vivienda. Además se señala que sólo se podrán utilizar equipos nuevos.

En el artículos 4° se definen los montos del crédito, los que se asignan a viviendas con valores menores a las 4500 UF, con montos de crédito que van desde el 100% hasta el 20% para las viviendas de mayor valor. En el mismo artículo además se indican los valores máximos de los créditos entre los años 2009 y 2013 inclusive, yendo desde las 32,5 UF y 29,5 UF para viviendas independientes y sistemas solares térmicos para más de una vivienda respectivamente, hasta las 30 UF y 23,5 UF en el mismo orden.

En el artículo 9° se definen las atribuciones de la superintendencia de electricidad y combustibles.

Por último, en el artículo 15° se indica que para efectos de tasación de las viviendas no se incluirá el valor de los sistemas solares térmicos a los que se refiere la presente Ley.

Comentarios:

A modo de favorecer la implementación de sistemas de calefacción distrital en conjuntos de viviendas, sería factible implementar una Ley que imite lo indicado para sistemas solares térmicos en la presente Ley pero esta vez aplicado a viviendas que tengan incorporado un sistema de calefacción distrital mediante calderas a biomasa o cogeneración. De este modo se crearía un incentivo económico para la implementación de sistemas de calefacción distrital, tanto para las constructoras como para los futuros compradores de las viviendas. Estas condiciones también favorecerían otras fuentes de calor distintas a la biomasa.

Otras regulaciones a nivel nacional.

DS 48/1984 MINSAL:

Establece las condiciones generales de construcción, instalación, mantención, operación y seguridad que deben reunir las calderas en que se generen fluidos a temperaturas y presiones superiores a la atmósfera, ya sean móviles o estacionarias. Exceptúase de la aplicación de este decreto a:

- Las Calderas de las locomotoras,
- Las Calderas instaladas en embarcaciones,
- Las Calderas de cualquier tamaño, cuya presión de trabajo no exceda de 0.5 kg/cm²,
- Las Calderas empleadas en la calefacción central de edificios, por agua caliente o por vapor cuya presión no exceda de 0.5 kg/cm².

El decreto no establece límites de emisión.

DS 138/2005 MINSAL:

Establece la obligación de entregar los antecedentes necesarios para estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos de los siguientes rubros, actividades o tipos de fuentes: Calderas generadoras de vapor y/o agua caliente, Producción de celulosa, Fundiciones primarias y secundarias, Centrales termoeléctricas, Producción de cemento, cal o yeso, Producción de vidrio, Producción de cerámica, Siderurgia, Petroquímica, Asfaltos y Equipos electrógenos.

Establece que para la estimación de las emisiones se considere factores de emisión existentes, ya sean nacionales o internacionales según corresponda. Esta información debe ser entregada anualmente al SEREMI correspondiente.

No establece límites de emisión. En todo caso los contaminantes a declarar son los siguientes²²:

- Ácido sulfhídrico/Sulfuro de hidrógeno (o TRS)
- Arsénico
- Benceno
- Compuestos Orgánicos Volátiles
- Dibenzofuranos policlorados (PCDF)
- Dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD)
- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Monóxido de carbono
- MP10
- Nitrito más Nitrato (y NO_x)
- Nitrógeno amoniacal (o NH₃)
- Partículas Totales Suspendidas (PTS)
- Plomo
- SO_x
- Tolueno / metil benceno / Toluol / Fenilmetano
- Mercurio

3.5 Normativa de Eficiencia Energética en construcciones de la Unión Europea

DIRECTIVA 2010/31/UE

“Relativa a la eficiencia energética de los edificios”

Esta directiva europea entrega las definiciones relativas a la eficiencia energética en edificios y además indica que la eficiencia energética en edificios incluye la energía consumida en:

- Calefacción.
- Refrigeración.
- Ventilación.
- Calentamiento de agua.

²² CONAMA, "Guía metodológica para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas y móviles en el registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC)", 2009.

- Iluminación.

Se menciona la creación de un “Certificado de Eficiencia Energética”, que es el certificado en el que se indica la eficiencia energética de un edificio o unidad del mismo. Adicionalmente se menciona la metodología necesaria para estimar la eficiencia energética del edificio, la que deberá establecerse teniendo en cuenta al menos los siguientes aspectos:

- a) las siguientes características térmicas reales del edificio, incluidas sus divisiones internas:
- b) capacidad térmica,
 - ii) aislamiento,
 - iii) calefacción pasiva,
 - iv) elementos de refrigeración, y
 - v) puentes térmicos;
- c) instalación de calefacción y de agua caliente, y sus características de aislamiento;
- d) instalaciones de aire acondicionado;
- e) ventilación natural y mecánica, lo que podrá incluir la estanqueidad del aire;
- f) instalación de iluminación incorporada (especialmente en la parte no residencial);
- g) diseño, emplazamiento y orientación del edificio, incluidas las condiciones climáticas exteriores;
- h) instalaciones solares pasivas y protección solar;
- i) condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas;
- j) cargas internas.
- k) Adicionalmente en la metodología se menciona que en el cálculo se tendrá en cuenta la incidencia positiva de los siguientes aspectos, cuando resulten pertinentes:
 - condiciones locales de exposición al sol, sistemas solares activos u otros sistemas de calefacción o producción de electricidad basados en energía procedente de fuentes renovables;
 - electricidad producida por cogeneración;
 - sistemas urbanos o centrales de calefacción y refrigeración;
 - iluminación natural.

Respecto a los requisitos mínimos de eficiencia energética, se indica que:

- No se exigirá a los Estados miembros que establezcan unos requisitos mínimos de eficiencia energética que no resulten rentables a lo largo del ciclo de vida útil estimada.

- Los Estados miembros podrán decidir no establecer o no aplicar los requisitos mínimos de eficiencia energética a edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50m².
- Se indica también que para los edificios nuevos, los Estados miembros velarán por que, antes de que se inicie la construcción, se consideren y tengan en cuenta la viabilidad técnica, medioambiental y económica de instalaciones alternativas de alta eficiencia como las que se detallan a continuación, siempre que estén disponibles:
 - Instalaciones descentralizadas de abastecimiento de energía basadas en energía procedente de fuentes renovables;
 - Cogeneración;
 - Calefacción urbana o central, en particular si se basa total o parcialmente en energía procedente de fuentes renovables;

Respecto a los certificados de eficiencia energética se indica que éstos deben incluir la eficiencia energética de un edificio y valores de referencia tales como requisitos mínimos de eficiencia energética con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o de una unidad de este puedan comparar y evaluar su eficiencia energética. Además se indica que la validez del certificado de eficiencia energética no excederá de diez años y que el certificado debe exponerse en un lugar destacado y visible por el público.

Se menciona también que cada estado miembro creará los incentivos económicos que estime pertinentes para la implementación de sistemas de eficiencia energética en edificios.

Se señala además que se debe realizar una inspección periódica a los edificios para velar por el cumplimiento de lo indicado en el certificado de eficiencia energética, indicando que las instalaciones que esté dotadas con calderas con potencia nominal útil mayor a 100 kilowatt se inspeccionarán al menos cada dos años. Además se menciona que las inspecciones deben ser realizadas por expertos independientes debidamente acreditados.

Comentarios:

La presente directiva es un ejemplo digno de reproducir y adaptar en nuestro país, ya que se abarca de manera íntegra la eficiencia energética en edificios (viviendas independientes y edificios residenciales, públicos, de servicios y sociales) y aporta con ideas nuevas que orientan al cliente final (comprador) a la hora de adquirir una vivienda, tal como lo es el certificado de eficiencia energética.

A nivel nacional se debería estudiar la factibilidad de implementar incentivos financieros para la implementación de sistemas de eficiencia energética en edificios, ya que de esta

forma se contribuiría además a solucionar problemas de índole nacional tales como el aumento del consumo de energía proyectado para los años venideros y el mejoramiento de la calidad del aire en las comunas de nuestro país.

4 Propuesta de perfeccionamiento normativo y regulatorio

4.1 Regulación de precios y calidad de servicio

Dado que en Chile actualmente no existe un mercado de calefacción distrital, se ha revisado la regulación que tiene relación con los servicios sanitarios y la electricidad, mercados que a simple vista funcionan de manera similar a como lo haría uno de calefacción distrital.

Para conocer de qué manera se regulan las tarifas que cobran las empresas sanitarias y de distribución eléctrica se consultaron los siguientes cuerpos normativos:

- **Decreto N°340/2006 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, “Fija precios de nudo para suministros de electricidad”.**
- **Decreto N°70/1988 del Ministerio de Obras Públicas, “Ley de tarifas de los servicios sanitarios”.**

Respecto a la fijación de tarifas en el mercado eléctrico a la hora de fijar las tarifas se consideran, entre otros, la indisponibilidad de generación y transmisión, los precios básicos de nudo, los costos de conexión, si el contrato es acordado por demanda máxima leída o por potencia contratada. Por otro lado en el sector sanitario en relación a la fijación de tarifas destaca el que las variaciones de las tarifas deben ser publicadas en un diario de circulación regional, que las tarifas tienen una vigencia de 5 años y que se establecen los aportes de financiamiento reembolsables. Los aportes de financiamiento reembolsables tienen relación con los costos de inversión en los que debe incurrir la empresa de servicios sanitarios por la ampliación del servicio o la conexión de un nuevo usuario, esto quiere decir que ese costo o parte de él es financiado por el cliente y una vez que comienza a operar la conexión dicho costo se reembolsa al cliente en las futuras facturaciones.

En el ámbito de asegurar la calidad del servicio se consultaron los siguientes cuerpos normativos:

- **Decreto N°119/1989 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, “Aprueba reglamento de sanciones en materia de electricidad y combustibles”.**
- **Ley N°18.902/1989 del Ministerio de Economía, “Crea la superintendencia de Servicios Sanitarios”.**

En el sector sanitario las sanciones establecidas a los proveedores de servicios sanitarios que incurran en alguna infracción a las leyes, reglamentos y demás normas relacionadas con los servicios sanitarios, o en incumplimiento de las instrucciones, órdenes y resoluciones que dicte la Superintendencia, podrán ser objeto de la aplicación por ésta de algunas de las siguientes multas a beneficio fiscal en los siguientes casos:

- De una a cincuenta unidades tributarias anuales, tratándose de infracciones que importen deficiencias en la calidad, continuidad u obligatoriedad de los servicios, cobros indebidos, trato económico discriminatorio a los usuarios, deficiencias en la atención de los reclamos de los usuarios, daño a las redes u obras generales de los servicios, o incumplimiento de la obligación de entregar información requerida por la Superintendencia en conformidad a la ley.
- De cincuenta y una a mil unidades tributarias anuales, cuando se trate de infracciones que pongan en peligro o afecten gravemente la salud de la población, o que afecten a la generalidad de los usuarios de los servicios.
- De una a cien unidades tributarias anuales, cuando se trate de infracciones cometidas por los prestadores de servicios sanitarios, que importen el no acatamiento de las obligaciones y plazos establecidos por la ley respecto de las concesiones a que se refiere el decreto con fuerza de ley N° 382, de 1988, del Ministerio de Obras Públicas, así como de las órdenes escritas y requerimientos, debidamente notificados, y plazos fijados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, en ejercicio de las atribuciones que la ley le encomiende, en relación con materias de su competencia.
- De cincuenta y una a quinientas unidades tributarias anuales cuando se trate de infracciones relativas a la entrega de información falsa o manifiestamente errónea; y al no cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 63º, 64º, 65º, 66º, 67º y 70º del decreto con fuerza de ley N° 382, de 1988, del Ministerio de Obras Públicas.
- De cincuenta y una a diez mil unidades tributarias anuales cuando se trate del incumplimiento del programa de desarrollo a que se refiere el artículo 14º del decreto con fuerza de ley N° 382, de 1988, del Ministerio de Obras Públicas.
- De cincuenta y una a mil unidades tributarias anuales cuando se trate de la entrega o uso indebido de información privilegiada.

En el sector eléctrico en cambio no se establecen directamente los montos por el incumplimiento o las infracciones, sino que se indican las conductas y la sanción a que serán sometidos por las infracciones e incumplimientos a las disposiciones legales, reglamentarias y normativas en materia de electricidad, gas y combustibles líquidos, como asimismo a las instrucciones y órdenes que imparta SEC. Las sanciones aplicables son las siguientes:

- Censura
- Multa
- Suspensión temporal o definitiva de autorizaciones o licencias
- Comiso
- Clausura
- Caducidad de la concesión provisional
- Desconexión de instalaciones.

Por otro lado las conductas sancionadas son las siguientes:

- No comunicar dentro de los plazos establecidos en la ley, los reglamentos, las órdenes e instrucciones impartidas por SEC, la puesta en servicio de instalaciones eléctricas o de combustibles.
- Las instalaciones eléctricas o de combustibles, de cualquier naturaleza, incluso las de uso privado, que no cumplan con las normas de seguridad que se encontraban vigentes en el momento de entrar en servicio, o bien no cumplan las disposiciones legales o reglamentarias en materia de seguridad.
- La puesta en servicio de instalaciones eléctricas o de combustibles cuyos planos o ejecución no hubieren sido realizados por instaladores en posesión de la respectiva licencia o por profesionales debidamente autorizados, o se hayan utilizado productos eléctricos o de combustibles que usen indebidamente el distintivo de certificado de aprobación o bien no cuenten con dicho certificado.
- Los productos eléctricos o de combustibles que se comercialicen sin contar con el respectivo certificado de aprobación, o se use indebidamente el distintivo o certificado de aprobación o placa de características.
- No cumplir los estándares de calidad, de servicio, establecidos por disposiciones legales, reglamentarias y normativas para cada área.
- Cobrar tarifas mayores a las máximas fijadas o que se determinen por la ley.
- Mantener en servicio instrumentos y equipos de medidas cuyas indicaciones y/o registros alteren las mediciones en porcentajes que excedan lo reglamentariamente establecido.
- No entregar información requerida por SEC o proporcionar información maliciosamente falseada.

- No cumplir dentro del plazo fijado por la SEC con la extensión de servicio en las zonas de concesión.

En base a lo establecido en legislaciones internacionales analizadas en sus realidades ha resultado conveniente que los proveedores del servicio de calefacción sean públicos, pero para el caso chileno, de una dinámica privada, es recomendable comenzar por establecer condiciones y exigencias aplicando los reglamentos de copropiedad da cada proyecto, donde se definan los temas de continuidad y calidad de los servicios. Tales exigencias deberán quedar establecidas en específico en los respectivos contratos entre la comunidad y el proveedor.

Luego de analizar los cuerpos legales mencionados anteriormente se tiene que hay varias alternativas para poder asegurar la calidad del servicio y las tarifas que se debería cobrar por la implementación de sistemas de calefacción distrital, sin embargo, se hace necesario un estudio más acabado para definir de manera íntegra el modelo legal a seguir para regular este “nuevo” sector productivo ya que no basta con establecer el marco legal, sino también los entes reguladores y fiscalizadores de este tipo de instalaciones.

4.2 Incentivos al cambio de combustible y propuestas

Un desafío importante a la hora de idear la implementación de sistemas de calefacción distrital es el incentivo del uso de energías renovables no convencionales para este fin, específicamente en el caso nacional, el incentivo del uso de la biomasa por sobre los combustibles fósiles.

La Comunidad Europea (CE) mediante la **DIRECTIVA 2009/28/CE “Relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE”** incentiva el uso de energías renovables donde se incluye la biomasa. Dentro del mismo marco normativo, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía del Ministerio de Industria Energía y Turismo de España elaboró el documento titulado **“Plan de Energías Renovables 2011 – 20”** texto en cual se mencionan iniciativas dignas de estudiar para futuras aplicaciones en nuestro país. A continuación se describen de forma breve las iniciativas que se estiman pertinentes de considerar:

Propuestas normativas.

- Impulso a la regulación y normalización de los combustibles de biomasa. A través de la elaboración de los reglamentos y normas necesarios para la normalización de los distintos tipos de biomasa para usos domésticos. Esto permitirá la mejora de la calidad de la biomasa y desarrollo de procedimientos para su control.
- Modificación de la normativa sobre límites de emisión de gases adaptándolo para las instalaciones de biomasa. Las características de la biomasa como combustible y de los sistemas específicos para su valorización energética implican que, en términos generales, las emisiones de los mismos no sean comparables a las provocadas por el uso de combustibles fósiles. Por ello, deberían establecerse unos valores específicos para el caso de biomasa, regulados de forma independiente a los combustibles fósiles y que no la penalice respecto a estos. Todo ello, garantizando que el desarrollo de la biomasa para usos térmicos no contribuirá a un empeoramiento de la calidad del aire en zonas urbanas.
- Acceso y conexión a la red eléctrica en régimen especial para generadoras con una potencia inferior a 1 MW. El desarrollo de proyectos de pequeña potencia con biomasa es clave para lograr un impulso decidido en la generación eléctrica con esta fuente renovable. La complejidad para la conexión a la red de estos proyectos es equivalente a la derivada de grandes proyectos pero su incidencia en la viabilidad y desarrollo del proyecto es mucho mayor. Por ello, teniendo en cuenta las regulaciones equivalentes para otras aplicaciones, se cree necesario el desarrollo de un Decreto de conexión a la red eléctrica en régimen especial para generadoras con una potencia inferior a 1 MW. En este aspecto se actuará principalmente en los sistemas de cogeneración, considerando no sólo los usos térmicos industriales sino también otros como el abastecimiento de las demandas térmicas de los edificios.
- Simplificación de trámites normativos para obtención de permisos y acceso a redes de las energías renovables. Dado que actualmente la demora en los trámites pone en riesgo el desarrollo final de los proyectos, se hace necesaria una urgente simplificación de trámites.
- Establecimiento y publicación del sistema de certificación de biomasa para control de las instalaciones de biomasa y elaboración de estadísticas.
- Desarrollo de un marco normativo y regulatorio adaptado a la introducción de las instalaciones de biomasa en el sector edificios, donde se tengan en cuenta las ventajas que supone su implantación. Para ello, se deberán realizar las

correspondientes modificaciones y ampliaciones a los documentos legales y técnicos de construcción que ameriten modificación.

- Establecimiento de un sistema de certificación y cualificación de instaladores, que asegure la correcta ejecución de las instalaciones de biomasa.

Propuestas de subvención.

- Sistema de ayudas e incentivos a los usos térmicos. A fin de optimizar los sistemas de apoyo a las instalaciones térmicas se pretenden combinarlos programas de ayudas a la inversión con un sistema de incentivos, a través de empresas de servicios energéticos, que impulse los proyectos de biomasa tanto en el sector doméstico y edificios como en el sector industrial.

Propuestas de financiación.

- Fomento de las empresas de producción y logística de biomasa a través de líneas de apoyo y financiación, con la finalidad de incorporar a entidades financieras. A fin de desarrollar un mercado maduro de la biomasa, se estudiará la adecuada canalización de los actuales incentivos regionales para el desarrollo de una estructura productiva en el sector de la biomasa mejoraría el desarrollo de la economía rural. Para generar un sistema estable a nivel empresarial se plantea respaldar una línea de financiación gestionada por entidades financieras privadas mediante acciones tales como la reducción de las garantías exigidas (por ejemplo, mediante líneas de avales o sociedades de garantía recíproca), la cobertura de parte del tipo de interés, etc. Considerando la fragmentación de la propiedad agroforestal en España, así como el déficit estructural de este sector, se desarrollarán estímulos a la creación de agrupaciones de propietarios forestales y agrícolas que permitan una planificación adecuada de los aprovechamientos y por consiguiente una mayor eficacia en el suministro.
- Desarrollo de un programa para la investigación y desarrollo tecnológico de nuevos prototipos, por ejemplo, equipos térmicos.
- Desarrollo de un programa de medidas para la incorporación del sistema financiero a la financiación de proyectos de biomasa. La experiencia adquirida ha permitido establecer que en el caso de los proyectos de biomasa las acciones dedicadas a favorecer la financiación de proyectos ha logrado resultados muy positivos en un corto periodo de tiempo, aún en tiempos de crisis financiera. Por ello, se considera una opción especialmente deseable replicar programas piloto de financiación pública

que posteriormente se pretende tengan su continuación a través de entidades financieras, convirtiéndose en un producto más del mercado financiero.

- Promoción de las sociedades de servicios energéticos dentro del ámbito de biomasa. Las Empresas de Servicios Energéticos (ESEs) son uno de los medios para la introducción de la biomasa en el ámbito de los usos térmicos ya que eliminan todas las incertidumbres sobre seguridad de suministro y mantenimiento que tienen los usuarios finales. Por ello, su promoción puede ser uno de los pilares para el despegue de las aplicaciones de la biomasa en el sector residencial y edificios. La promoción de estas ESEs se realizará tanto por la vía de programas de financiación e incentivos como por la vía de normativas adecuadas que favorezcan y regulen su introducción en el mercado.

Propuestas de información/formación.

- Promocionar la biomasa y los sistemas de calefacción centralizada a través de ordenanzas municipales. Ante el éxito obtenido con las ordenanzas solares (en España) se plantea como medio para impulsar las aplicaciones en edificios de la biomasa el uso de ordenanzas municipales.
- Propuestas de difusión para aplicaciones térmicas de la biomasa doméstica e industrial, dando a conocer sus particularidades técnicas, económicas, etc. a la amplia variedad de agentes que es necesario que tomen decisiones y actúen para que la biomasa se desarrolle en todas sus vertientes.

Propuestas de planificación.

- Integración de la biomasa dentro de los edificios públicos. Dado el carácter ejemplarizante de las administraciones públicas se considera que los edificios vinculados a las mismas deben ser un punto de partida para la expansión de las aplicaciones térmicas de la biomasa.

Comentarios.

Respecto las propuestas normativas queda de manifiesto que es necesario tratar a la biomasa con una cierta holgura respecto a los combustibles, siempre y cuando se asegure que la calidad del aire no se vea empeorada. Otro aspecto a destacar es la regulación de la conexión a la red eléctrica de pequeñas generadoras, acción que sin duda favorece e incentiva la implementación de sistemas de cogeneración en sectores residenciales.

En el ámbito de las propuestas de financiamiento se destaca el planteamiento de respaldar una línea de financiación gestionada por entidades financieras privadas mediante acciones tales como la reducción de las garantías exigidas, de modo tal que los inversionistas que deseen invertir en sistemas de calefacción distrital y/o cogeneración no se vean entrapados financieramente a la hora de querer implementar un proyecto de este tipo. Sin duda el aspecto más relevante de la perspectiva de las propuestas de financiación es la promoción de las sociedades de servicios energéticos dentro del ámbito de biomasa, lo que incentivaría a la creación de empresas similares a las de servicios sanitarios que funcionan actualmente en nuestro país pero enfocadas a la generación de energía a partir de la biomasa, especialmente del tipo cogeneración.

Dentro de las propuestas de información destaca la promoción de biomasa y sistemas de calefacción central mediante las ordenanzas municipales, lo que podría llevarse a cabo por ejemplo rebajando las contribuciones a los conjuntos habitacionales que implementen este tipo de calefacción.

Por último, respecto a la propuesta de planificación se cree que es una buena medida comenzar a integrar sistemas a biomasa en edificios e instalaciones públicas, de esta forma se concientiza y motiva a la población a la utilización de este tipo de energía en desmedro de los combustibles fósiles.

4.3 Análisis de la planificación territorial en las zonas de interés

Rancagua.

A continuación, en la Figura 4.1, se muestra el Plano Regulador Comunal de Rancagua.

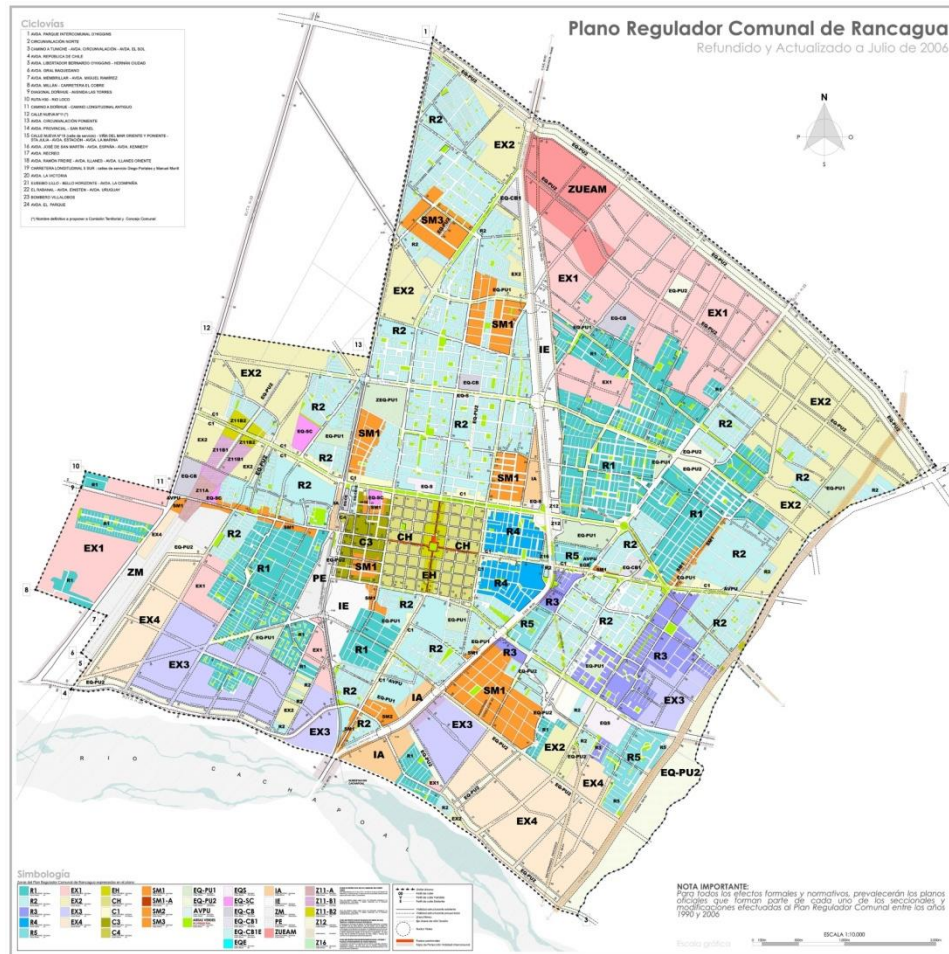


Figura 4.1: Plano Regulador Comunal de Rancagua.

De acuerdo a lo expuesto en la “Ordenanza Plan Regulador Comunal de Rancagua” (Texto refundido al 1er semestre de 2006), se entiende que es posible instalar sistemas de calefacción distrital en la gran parte de la comuna a excepción de las zonas destinadas a áreas verdes y parques (EQ-PU1, EQ-PU2, AVPU), zonas de restricción y actividades molestas (Z11-A, Z11-B1, Z11-B2, 12, 16 Y ZUEAM) y la zona militar (ZM). La factibilidad de instalación radica en que los sistemas de calefacción distrital son operables tanto para construcciones residenciales, como de servicios y/o equipamiento (comercio, locales comerciales, etc.), lo que implica que este tipo de iniciativas pueda ser incluida en proyectos habitacionales, comerciales y/o de servicios.

Ahora bien, si se considera el escenario de implementar sistemas de calefacción distrital en proyectos inmobiliarios nuevos, el plano regulador comunal no restringe la utilización de este tipo de iniciativas en las zonas de extensión urbana. La figura 4.2 muestra el

escenario sin las zonas de extensión urbana (izquierda) y el escenario con las zonas de extensión urbana (derecha).



Figura 4.2. Plano Regulador Comunal, escenarios con y sin áreas de extensión urbana.

De la figura anterior se observa que de acuerdo a las áreas destinadas a extensión urbana hay un gran potencial de terrenos en los que a futuro podría implementarse un sistema de calefacción distrital, haciendo la salvedad de que estos sean destinados a uso habitacional, ya que son los proyectos que en su mayoría utilizan estufas a leña para calefacción y por ende generan emisiones a la atmósfera que degradan la calidad del aire.

Para más detalle de las zonas indicadas en el Plano Regulador Comunal de Rancagua, consultar el anexo electrónico que contiene el plano y la ordenanza respectiva.

Osorno.

La Figura 4.3 muestra el plano regulador de la ciudad de Osorno indicando las superficies disponibles dentro del radio urbano y aquellas incluidas en la ampliación del mismo.



Figura 4.3: Plano regulador zona urbana de la ciudad de Osorno.

De la figura anterior se observa que existen 1.770 Hás disponibles, tanto dentro del radio urbano como en su ampliación.

De la revisión del Plan Regulador Comunal actualizado al 2007, se observa que no se presentan restricciones a la instalación de sistemas de calefacción distrital en las diferentes zonas de la ciudad destinadas a uso residencial, tal y como sucede en el caso de Rancagua.

Comentarios.

Los planos reguladores no indican explícitamente como posibles actividades autorizadas centrales de generación de calor en las zonas de ampliación urbana, por lo lo que queda la duda de si es posible ejecutar un proyecto inmobiliario con calefacción distrital. Lo mismo

sucede con las obras anexas a tales proyectos, principalmente las instalaciones de almacenamiento de combustible (en el caso de quemar biomasa).

Lo anterior podría ser resuelto si los planes de descontaminación (en las zonas donde existen), puedan forzar a que se puedan hacer excepciones respecto del plan regulador comunal permitiendo la ejecución de proyectos de calefacción distrital, los que naturalmente deben considerar, no solo la central térmica, sino que también los sistemas de transporte, acopio y alimentación de combustible, las líneas de distribución de calor y retorno de agua, entre otros aspectos relevantes.

Lo anterior debe armonizar con las exigencias establecidas en cuerpos normativos como la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) y la Ley de Copropiedad Inmobiliaria.

4.4 Propuesta de perfeccionamiento normativo

Barreras a la instalación de sistemas de calefacción distrital.

1.- **Mercado de Biomasa Informal:** Dado que en la actualidad se evidencia que hay una buena cantidad de oferentes de biomasa, pero que el mercado es informal, no existen elementos suficientes para determinar precios de referencia de la biomasa y posibilidades de un suministro continuo de combustible para proyectos de calefacción distrital.

Propuesta: Proceder de acuerdo a lo expuesto en el punto 4.2 del presente informe, es decir, comenzar por definir los distintos tipos de combustibles derivados de la biomasa para uso en calefacción, lo que establecería un nivel mínimo de calidad (poder calorífico y humedad) aceptable para su uso. A partir de lo anterior se establecerían los requisitos que deberán cumplir los oferentes de combustible, tales requisitos se relacionan con formalizar su operación, demostrar el origen del combustible ofrecido y su poder calorífico nominal (fuertemente influenciado por la humedad de la biomasa, la que además afecta las emisiones de material particulado principalmente). Al cumplirse esta etapa los potenciales clientes de los proveedores de biomasa podrán evaluar sus proyectos considerando los niveles de consumo de combustible proyectados y los precios de referencia, aspectos que deberán ser establecidos en los correspondientes contratos entre proveedores y operadores de los sistemas.

2.- **Ausencia de Regulación de Tarifas entre operador y proveedor:** En el caso de no haber suficiente oferta de combustible, los precios quedarían definidos por un contrato entre

privados, por lo que se debe contar con herramientas institucionales que resuelvan los potenciales conflictos entre las partes.

Propuesta: Establecer mecanismos de resolución de controversias entre proveedores de combustible y operadores. Tales mecanismos deberán ser definidos en los respectivos contratos y deberán contemplar los requisitos mínimos de volúmenes y calidad del combustible y las obligaciones del operador en cuanto a condiciones de almacenamiento del combustible y al pago. Se espera que una vez que el mercado de biomasa para uso en calefacción distrital opere el suficiente tiempo como para que exista suficiente cantidad de oferentes de combustible los precios quedarán regulados por el mercado, aún cuando se deberán tomar las medidas necesarias para evitar una potencial concentración del mercado en grandes establecimientos industriales con excedentes de biomasa (plantas forestales), quienes podrían dominar el mercado en base a volúmenes y precios que no resistan competencia. En este sentido resulta deseable que estos potenciales oferentes tengan el incentivo como para continuar usando sus excedentes de biomasa en sistemas de cogeneración, tal y como sucede en la actualidad, dejándolo el mercado de la biomasa para calefacción distrital en manos de actores de menor tamaño.

3.- Ausencia de mecanismos de regulación entre operador y usuario final: Otro punto a considerar es como se relacionan los usuarios finales de los sistemas de calefacción con el operador de los sistemas, ya que no hay experiencia a nivel nacional con este tipo de sistemas.

Propuesta: Dado que el calor para calefacción y agua caliente sanitaria resulta ser un servicio similar a los servicios básicos de agua y electricidad, es lógico que se lo pueda tratar de forma similar cuando se trata de comunidades del tipo condominio. En este tipo de comunidades es posible aplicar la Ley 19.537 (Coproiedad inmobiliaria), la que define una serie de aspectos tales como forma de cálculo de la tarifa, resolución de controversias entre operador y usuario final, definiciones de espacios comunes y de la propiedad de ciertos elementos. En base a esta ley se podrían resolver principalmente aspectos asociados a calidad del servicio y forma de cobro de la tarifa, dando además claridad respecto del cómo se resolverían quejas.

4.- Ausencia de incentivos y facilidades de financiamiento: De lo revisado de los aspectos normativos se observa que no hay incentivos explícitos a los sistemas de calefacción distrital ni tampoco facilidades de financiamiento.

Propuesta: En base a la revisión de la Ley de Copropiedad Inmobiliaria surgen posibilidades interesantes para sistemas que se proyecten para las denominadas "viviendas sociales". Este aspecto se hace presente en el título IV de la ley 19.537, dando

la posibilidad de que tanto los municipios, gobiernos regionales y el SERVIU puedan acceder a recursos destinados a mejorar la calidad de vida de los habitantes del condominio interviniendo en los bienes de dominio común y en instalaciones de redes de servicios básicos que no sean bienes comunes (artículo 41). Asimismo, señala que los condominios podrán postular a los programas financiados con recursos fiscales en las mismas condiciones que las juntas de vecinos, organizaciones comunitarias, organizaciones deportivas y otras entidades de similar naturaleza. Lo descrito tiene el potencial de generar oportunidades para que los desarrolladores de proyectos de calefacción distrital cuenten con fuentes de financiamiento que mejoren sustancialmente la evaluación económica de proyectos asociados a viviendas sociales, sobre todo si es posible financiar las inversiones asociadas a la red de tuberías de distribución de calor, permitiendo de esa manera que las tarifas resulten ser plenamente competitivas en base a los costos actuales de otras formas de calefacción. En el caso de poder financiar también la caldera para el sistema las posibilidades resultan aún más interesante.

5.- Ausencia de Normas de Emisión: Dado que en la actualidad se está en fase de estudio para normar las emisiones de fuentes de combustión, no se cuenta con regulación aplicable a proyectos de calefacción distrital a nivel país y sólo se cuenta con límites de emisión en zonas que han implementado planes de prevención y/o descontaminación. En todo caso es preciso mencionar que en zonas afectadas por planes de prevención y descontaminación se cuenta con límites de emisión de ciertos compuestos (principalmente material particulado)

Propuesta: Considerar en la futura normativa de emisión para procesos de combustión los diferentes tipos de biomasa como combustible y asociar límites de emisión que resulten viables de lograr con el actual nivel tecnológico. Para lo anterior necesariamente se debe tener un enfoque que diferencie entre combustibles e incentive el uso de la biomasa en vez de combustibles fósiles. En relación a las emisiones de las unidades generadoras de calor quemando biomasa, se deberán establecer requisitos de emisión que contemplen el uso de la mejor tecnología disponible en cuanto control de emisiones, exigiendo a los desarrolladores de los proyectos indicar los niveles de emisión en cuanto a concentración y carga contaminante en la etapa de operación de los sistemas. Cabe destacar que respecto de sistemas de calefacción distrital en el PPDA de Concepción Metropolitano se indica explícitamente como alternativa de compensación de emisiones para nuevas fuentes industriales la implementación de sistemas de calefacción distrital (punto 3.2 del presente informe). Además el PPACM establece límites de emisión para calderas y hornos diferenciando en base a potencia térmica y si las fuentes son nuevas o existentes (Tabla 3.6 del presente informe). En términos prácticos el límite de emisión para material particulado es de 100 mg/Nm^3 para fuentes nuevas de capacidad térmica menor a 25 MWt.

6.- Sistema de Evaluación Ambiental: Actualmente los sistemas de calefacción distrital no tienen barreras en el SEIA, ya que a los proyectos inmobiliarios no se les exige declarar sus emisiones de los sistemas de calefacción asociados. Los sistemas de calefacción distrital son considerados como excepción en el PDA de Concepción Metropolitano, dado que son considerados una medida de compensación producto de sus supuestas bajas emisiones contaminantes.

Propuesta: Incentivar el uso de sistemas de calefacción distrital como reemplazo de sistemas individuales de calefacción, estableciendo facilidades en la obtención de autorizaciones y facilitando la tramitación a proyectos que consideren cogeneración en pequeña escala. Acá es factible establecer exigencias en cuanto a emisiones para cada proyecto inmobiliario en particular en base a las exigencias establecidas en los diferentes planes de descontaminación. Por otro lado es factible que las autorizaciones ambientales establezcan exigencias técnicas y de seguridad de las instalaciones. En este ámbito resulta de gran utilidad la evaluación ambiental de los proyectos para zanjar algún vacío normativo respecto de los proyectos de calefacción distrital y además disponer de una instancia de fiscalización de temas como seguridad, continuidad y calidad de los servicios. Incluso es factible establecer los requisitos para el cobro de tarifas.

7.- Propiedad de los elementos del sistema: Dado que no existe regulación respecto de la propiedad de los elementos del sistema (generador de calor, red de distribución e intercambiadores de calor) se deben prever las alternativas a este respecto: una alternativa es que el operador del sistema de calefacción sea dueño tanto del generador de calor como de la red de distribución, ya que los artefactos al interior de los hogares (radiadores) deberán ser parte del equipamiento de cada vivienda. Otra alternativa es que la red de distribución del calor (red de tuberías) sea de propiedad común de los usuarios del sistema, figura que generaría dificultades a la hora de definir quién se hace cargo de la mantención del sistema, separando responsabilidades entre operador y los usuarios.

Otras consideraciones.

Aparte de los puntos anteriores también se hace necesario presentar otros potenciales problemas, tales como la factibilidad de instalar sistemas de calefacción en las zonas de expansión urbana definidas en los planes reguladores comunales y las exigencias aplicables a los lugares de almacenamiento de combustible.

El primer punto se define en base a lo establecido en los planes reguladores comunales y se observa que en tanto no se prohíba una determinada actividad en un tipo de zona, tal actividad se puede ejecutar. El caso de una central para calefacción distrital resulta ser

equipamiento para un conjunto habitacional, lo que debe ser evaluado y contar con todas las autorizaciones por parte de la respectiva Dirección de Obras Municipal.

Las exigencias en cuanto a la forma de almacenar el combustible también deben ser consideradas. El almacenamiento del combustible también debe ser evaluado como parte del equipamiento que deberá tener el conjunto habitacional y surge la posibilidad de que acumular biomasa implique implementar medidas de seguridad no contempladas en el proyecto original. Estas exigencias dicen relación con las condiciones de ventilación, temperatura y humedad al interior de las instalaciones de almacenamiento. En todo caso en base al DS78/2009 y su modificación por medio del DS60/2012 que regula el almacenamiento de sustancias peligrosas, la biomasa no entra en tal categoría, ya que no es inflamable, ni corrosiva, ni reactiva, ni es tóxica (toxicidad aguda, grave y extrínseca).

Aspectos clave.

Requerimientos técnicos.

Un primer aspecto guarda relación con los requisitos técnicos para instalaciones de calefacción distrital. Dado que el Reglamento de Calderas (DS48/1984 MINSAL) exceptúa de su aplicación las calderas para calefacción central de edificios se deberá evaluar la pertinencia de que un organismo fiscalizador, como la SEC, establezca las exigencias de seguridad de instalación y operación para los equipos de generación de calor que quemen biomasa. Respecto de emisiones, estas deberán ser estimadas y declaradas en las respectivas autorizaciones de operación (RCA), dando de esta forma facultades de fiscalización a la Superintendencia del Medio Ambiente.

Para equipos de pequeño tamaño (menor a 300 KW) es factible recurrir a estándares de entrada de equipos, tal como el estándar EN 303-5 de la Unión Europea, donde se establecen los límites de emisión de equipos en base a potencia térmica y combustible quemado (establece niveles de humedad del combustible). A modo de ejemplo se establece como límite de emisión de MP 200 mg/Nm³ para equipos de menos de 50 KWt quemando biocombustibles. Para equipos de mayor tamaño, en tanto no exista norma de emisión dictada para calderas, se deberá establecer el límite de emisión en base al uso de la mejor tecnología disponible, es decir, imponer que los equipos de combustión cuenten con equipos de control de emisiones tales como multiciclones que permiten niveles de emisión de 100 mg/Nm³ para MP.

Por otro lado la instalación de líneas de distribución de calor deberá ser fiscalizada en cuanto a materialidad, principalmente resistencia y aislación térmica. Estos aspectos

deberán ser establecidos como exigencias en las respectivas RCA, imponiendo un estándar de aislación térmica que garantice mínimas pérdidas de calor en la línea de distribución. Para lo anterior es posible recurrir a estándares técnicos tales como los descritos en la sección 1.1.2.1 del presente informe. En la misma sección se muestran también exigencias técnicas de presión y temperatura de suministro del agua caliente para calefacción y sanitaria. En base a todo lo anterior se hace necesario elaborar un estándar técnico específico para sistemas de calefacción distrital que tome en cuenta al menos los aspectos ya mencionados. Tal estándar deberá ser elaborado por el Instituto Nacional de Normalización (INN).

Planes de Descontaminación.

En caso de que los sistemas de calefacción distrital se proyecten en zonas que tengan un Plan de Descontaminación vigente se deberá cumplir con los límites de emisión establecidos en el plan, aún cuando podrán acogerse a las excenciones establecidas para sistemas que aseguren baja emisión (caso del Plan de Prevención y Descontaminación de Concepción Metropolitano, PPACM).

Respecto de los PDA vigentes y en elaboración resulta conveniente que se incentive de forma explícita la calefacción distrital como herramienta de reducción de emisiones de MP, como es el caso del PPACM, donde se propone como medida de compensación de emisiones industriales. Además se modifican las condiciones de entrada a evaluación ambiental de proyectos industriales e inmobiliarios, dando la posibilidad de que proyectos de calefacción distrital que acrediten baja emisión no requieran ser evaluados en el SEIA.

Respecto de los proyectos inmobiliarios que se sometan a evaluación ambiental, aquellos que declaren que los sistemas de calefacción serán a gas, electricidad u otro deberán quedar obligados a mantener este tipo de calefacción y no cambiar a calefactores individuales a leña u otro combustible de mayor emisión de MP que los originalmente declarados, lo que deberá quedar establecido explícitamente en la correspondiente RCA. En el mismo sentido aquellos proyectos que declaren utilizar sistemas de calefacción distrital deberán mantener tal sistema de forma permanente, esta condición del proyecto inmobiliario debe ser informada a los potenciales compradores de las viviendas durante el proceso de venta de las casas.

Ley de Copropiedad Inmobiliaria.

Un aspecto interesante es el potencial de la Ley de Copropiedad Inmobiliaria como instrumento de regulación para la relación entre consumidores y distribuidores de calor para calefacción y agua caliente sanitaria, ya que la calefacción y agua caliente resultan ser

servicios básicos cuya forma de cobro puede ser definido en el Reglamento de cada comunidad. La Ley de Copropiedad establece además posibilidades interesantes de financiamiento para nuevos conjuntos habitacionales de viviendas sociales (Título IV), ya que existe la posibilidad de acceder a recursos públicos para mejoras en equipamiento de los conjuntos, por lo que es posible mejorar sustancialmente la evaluación económica de los proyectos al poder financiar con recursos públicos, por ejemplo, la red de distribución de calor.

Referencias bibliográficas

Agencia Internacional de Energía (2004). COMING IN FROM THE COLD Improving District Heating Policy in Transition Economies.

Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental (1994). NORMA Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994. 2 de Diciembre de 1994. Ciudad de México.

CONAMA (2006). RESOLUCAO CONAMA n° 382. Estabelece os limites máximos de emissao de poluentes atmosféricos para fontes fixas. 26 de Diciembre de 2006. Rio de Janeiro: Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Consejo Federal de Alemania (2010). Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV). *Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil I Nr. 4*, pags. 38-56. 1 de Febrero de 2010.

Consolidated Act No. 772 of 24 July 2000, THE HEAT SUPPLY ACT. Dinamarca

District Heating Act (2008:263). Publicado el 15 de mayo de 2008. Suecia

Law No. 03/L-116, 20 November 2008, ON CENTRAL HEATING. República de Kosovo

Energy Saving Trust (2008). *The Applicability of District Heating for New Dwellings.* Londres.

Ilustre Municipalidad de Rancagua. *Ordenanza Municipal de Gestión Ambiental.* Rancagua.

Ilustre Municipalidad de Osorno. *Ordenanza Municipal del Sistema de Gestión Ambiental, 2007.*

Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (2011), "Plan de Energías Renovables 2011-20", 2011.

Ministerio de Minería (1993). *Decreto Supremo N° 252. Aprueba Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Las Ventanas Propuesto Conjuntamente por la*

Empresa Nacional de Minería, Fundición y Refinería Las Ventanas y la Planta Termoeléctrica de Chilgener S.A., en los Términos que Indica. Santiago.

Ministerio de Salud (2006). Circular N° B32/23 Imparte instrucciones sobre aplicación del D.S. N° 138/2005. Santiago.

Ministerio de Salud (2005). D.S. N° 138/2005 Establece obligación de declarar emisiones que indica. Santiago.

Ministerio de Salud (1961). D.S. N° 144/1962 Normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza. Santiago.

Ministerio de Salud (1993). D.S. N° 1583/1993 Establece norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales que indica. Santiago.

Ministerio de Salud (1994). D.S. N° 2467/1994 Aprueba reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias. Santiago.

Ministerio de Salud (1990). D.S. N° 32/1990 Reglamento de funcionamiento de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos que indica, en situaciones de emergencia de contaminación atmosférica. Santiago.

Ministerio de Salud (1991). D.S. N° 321/1991 Establece norma de emisión de contaminantes que indica. Santiago.

Ministerio de Salud (1992). D.S. N° 4/1992 Establece norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales y grupales. Santiago.

Ministerio de Salud (1984). D.S. N° 48/1984 Aprueba reglamento de calderas y generadores de vapor. Santiago.

Ministerio de Salud (1995). D.S. N°812/1995 Complementa procedimiento de compensación de emisiones para fuentes estacionarias puntuales que indica. Santiago.

Ministerio de Salud (2006). Establece procedimiento de acreditación del cumplimiento de metas individuales de emisión y compensación de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx). Santiago.

Ministerio de Salud (2005). *Res. N° 2063/2005 Establece fuentes estacionarias a las que les son aplicables las normas de emisión de monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂).* Santiago.

Ministerio de Salud (1994). *Res. N°15027/1994 Establece procedimiento de declaración de emisiones para fuentes estacionarias que indica.* Santiago.

Ministerio de Salud (1976). *Resolución N° 7.077/1976.* Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente (2011). *D.S. N° 13/2011 Establece Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas.* Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente (2012). *Acuerdo N°8/2012. Se pronuncia sobre el nuevo reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.* Santiago.

Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Ley 20.257/2008 *“Introduce modificaciones a la Ley General de servicios eléctricos respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de energías renovables no convencionales”*

Ministerio de Energía. Ley 20.571/2012 *“Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales”.*

Ministerio de Hacienda. Ley 20.365/2009 *“Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos”.*

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2009). *D.S. N° 78/2009 Establece plan de descontaminación atmosférica de Temuco y Padre las casas.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2007). *D.S. N° 45/2007 Establece norma de emisión para incineración y coincineración.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2009). *D.S. N° 66/2009 Revisa, reformula y actualiza el plan de prevención y descontaminación atmosférica para la región Metropolitana.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (1994). *Ley 19.300 Sobre bases generales del medio ambiente.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (1995). *Decreto Supremo N° 180. Aprueba Plan de Descontaminación de la Fundición Hernán Videla Lira de Enami, en Términos que Indica.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (1998). *Decreto Supremo N° 81. Establece Plan de Descontaminación para el Área Circundante a la Fundición de Caletones de la División El Teniente de Codelco Chile.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (1999). *Decreto Supremo N° 164. Establece Plan de Descontaminación para las Localidades de María Elena y Pedro de Valdivia.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (1999). *Decreto Supremo N° 179. Establece Plan de Descontaminación para la Zona Circundante a la Fundición de Potrerillos de la División Salvador de Codelco Chile.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2001). *Decreto Supremo N° 206. Establece Nuevo Plan de Descontaminación para la Zona Circundante a la Fundición Chuquicamata de la División Chuquicamata de Codelco Chile.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2009). *Decreto Supremo N° 66. Revisa, Reformula y Actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA).* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2009). *Decreto Supremo N° 78. Establece Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas.* Santiago.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2010). *Decreto Supremo N° 70. Establece Plan de Descontaminación Atmosférica de Tocopilla y su Zona Circundante.* Santiago.

Parlamento de la República Checa (2007). 146 Government Order. Praga. Parlamento y Consejo Europeo. (23 de Octubre de 2001). DIRECTIVA 2001/80/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Luxemburgo. 30 de Mayo de 2007

Parlamento y Consejo Europeo (2001). DIRECTIVA 2001/81/EC. Luxemburgo. 23 de Octubre de 2001

Parlamento y Consejo Europeo (2010). DIRECTIVA 2010/75/UE. Estrasburgo. 24 de Noviembre de 2010

Parlamento y Consejo Europeo (2010). DIRECTIVA 2010/31/EC. Estrasburgo. 19 de mayo de 2010

Secretaría de Energía y Minería (2001). Resolución 108/2001.
Boletín Oficial de la República Argentina, pags. 3-4. 1 de Febrero de 2001

Secretaría de Medio Ambiente Ciudad de México (2004). *Programa de reducción de emisiones a la atmósfera en la industria.* Ciudad de México: Dirección General de Gestión Ambiental del Aire. Dirección de inventario de emisiones y fuentes estacionarias.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-040-SEMARNAT-2002 protección ambiental -Fabricación de cemento hidráulico - Niveles máximos de emisión a la atmosfera. *Diario Oficial*, págs. 9-19. 18 de Diciembre de 2002.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1996). Norma Oficial Mexicana NOM-105-SEMARNAT-1996. Ciudad de México. 15 de Noviembre de 1996

Servicio de Salud Metropolitano (1999). *Res. N° 5155/1999 Establece forma de declarar emisiones gaseosas para las fuentes estacionarias.* Santiago.

SvenskFjärrvärme (2004). *Valves in District Heating and Cooling Systems – Technical Requirements.* Suecia.

SvenskFjärrvärme (2004). *District Heating Substations – Desing and Installation.* Suecia.

UDT y Ministerio del Medio Ambiente (2012). *Antecedentes para Elaborar una Norma de Emisión para Calderas y Procesos de Combustión en el Sector Industrial, Comercial y Residencial.* Concepción: Unidad de Desarrollo Tecnológico.

USEPA (2003). *Hoja de Datos- Tecnología de Control de la Contaminación del Aire EPA-452/F-03-062.* USEPA.

USEPA (2003). *Hoja de Datos- Tecnología de Control de la Contaminación del Aire EPA-452/F-03-063.* USEPA.

USEPA (2011). National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Area Sources: Industrial, Commercial, and Institutional Boilers; Final Rule. En USEPA, *Federal Register*. Vol. 76.N° 54.Part IV (pags. 15554-15606). Washington: Agencia de protección ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2011). National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Major Sources: Industrial, Commercial, and Institutional Boilers and Process Heaters; Final Rule. En USEPA, *Federal Register. Vol. 76.N° 54.Part V* (pags. 15608-15702). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2004). Subpart AAAAA—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Lime Manufacturing Plants. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 63 - National emission standards for hazardous air pollutants for source categories* (pags. 38-61). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2003). Subpart CCCCC—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Coke Ovens: Pushing, Quenching, and Battery Stacks. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 63 - National emission standards for hazardous air pollutants for source categories* (pags. 71-97). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (1995). Subpart CC—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants From Petroleum Refineries. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 63 - National emission standards for hazardous air pollutants for source categories* (pags. 31-93). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2007). Subpart Db—Standards of Performance for Industrial-Commercial-Institutional Steam Generating Units. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 60 - Standards of performance for new stationary sources* (pags. 160-189). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2007). Subpart Dc—Standards of Performance for Small Industrial-Commercial-Institutional Steam Generating Units. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 60 - Standards of performance for new stationary sources* (pags. 189-204). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2004). Subpart DDDDD—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Industrial, Commercial, and Institutional Boilers and Process Heaters. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 63 - National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories* (pags. 97 - 149). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2007). Subpart D—Standards of Performance for Fossil-Fuel-Fired Steam Generators for Which Construction Is Commenced After August 17, 1971. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 60 - Standards of performance for new stationary sources* (pags. 117-126). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2007). Subpart EEEEE—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Primary Copper Smelting Area Sources. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 63 - National emission standards for hazardous air pollutants for source categories* (pags. 148-161). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (1999). Subpart LLL—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants From the Portland Cement Manufacturing Industry. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 63 - National emission standards for hazardous air pollutants for source categories* (pags. 401-423). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (1998). Subpart S—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from the Pulp and Paper Industry. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 63 - National emission standards for hazardous air pollutants for source categories* (pags. 500-532). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2002). Subpart UUU—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Petroleum Refineries: Catalytic Cracking Units, Catalytic Reforming Units, and Sulfur Recovery Units. En USEPA, *Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment. Part 63 - National emission standards for hazardous air pollutants for source categories* (pags. 103-179). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

USEPA (2008). Subpart ZZZZ—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Iron and Steel Foundries Area Sources; Final Rule. En USEPA, *Federal Register. Vol. 73. N° 1. Part II* (pags. 225-265). Washington: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA).

Anexo A. Legislación Internacional Analizada

A1. Calderas de Mayor Tamaño (Sector Industrial)

En los siguientes apartados se describen los escenarios normativos, teniendo en cuenta el cuerpo normativo, fecha de publicación y entrada en vigencia, tipo de fuente emisora, tamaño de fuente, contaminantes que regula, periodicidad de mediciones y plazos de cumplimiento.

Unión Europea.

Directiva 2001/80/CE: Limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.

Rige las grandes instalaciones de combustión, es conocida como “LCP Directive” y establece límites de emisión para SO_x, NO_x y MP en instalaciones que generen energía y que tengan una potencia térmica igual o superior a 50 MWt.

Los límites de emisión se diferencian entre instalaciones nuevas²³ y existentes, por lo que se establecen dos escenarios normativos, los que se exponen en la Tabla 1.1.1. Para las instalaciones existentes que quemen combustible sólido los límites de emisión de SO₂ pueden ser superados siempre y cuando se puedan alcanzar índices de desulfurización de entre 60% (instalaciones hasta 100 MWt) hasta 94% (instalaciones desde 500 MWt).

²³Instalaciones nuevas son aquellas con autorización a operar posterior al 27 de noviembre de 2002.

Tabla 1: Límites de emisión según Directiva 2001/80/CE.

Large Combustion Plants (>50 MWt)				
Contaminante Unidad Combustible	PARTE A***			
	Cap. Térmica MWt	Límite		
		SO2 mg/Nm3	NOx (NO2) mg/Nm3	MP mg/Nm3
Sólido**	50-100 100-500 >500	2000 2000-400* 400	600 600 500 (200)	100 100 50
Líquido	50-300 300-500 >500	1700 1700-400* 400	450 450 400	50 50 50
Gas General Gas Licuado Gases de bajo PC***** Gas procedente de la gasificación del carbón	Todas @	35 5 800	300(200)	5 10 50

Contaminante Unidad Combustible	PARTE B****			
	Cap. Térmica MWt	Límite		
		SO2 mg/Nm3	NOx (NO2) mg/Nm3	MP mg/Nm3
Sólido general	50-100 100-300 >300	850 200 200	400 200 200	50 30 30
Biomasa	50-100 100-300 >300	200 200 200	400 300 200	
Líquido	50-100 100-300 >300	850 400-200* 200	400 200 200	50 30 30
Gas general Gas Licuado Gas de Hornos de coque Gas de Alto Horno	Todas	35 5 400		5 30
Gas natural	50-300 >300		150 100	
Otros	50-300 >300		200 200	

TURBINA A GAS (15% DE O2)		
Gas natural		50
Combustibles líquidos	>50 MWt	120
Combustibles gaseosos		120

NOTAS:

Nm3: a 1 atm y 0°C

Corrección por O2: 3% para combustibles líquidos y gaseosos

6% para combustibles sólidos

15% para turbinas a gas

* reducción lineal en el tramo de capacidad térmica definido

** de no poder alcanzar los límites establecidos se podrá operar con índices de desulfurización de:

60% para capacidades hasta 100 MWt

75% para capacidades entre 100 y 300 MWt

90% para capacidades sobre 300 MWt

94% para instalaciones de mas de 500 MWt

*** instalaciones con autorización hasta el 27 de noviembre de 2002 o bien que comiencen a operar hasta el 27 de noviembre de 2003

**** instalaciones con autorización posterior al 27 de noviembre de 2002, a excepción de turbinas a gas

***** Procedentes de gasificación de residuos de refinería, Gas de Coke y Gas de Alto Horno.

@ límite por fijar según lo que se recomiende por parte de la CE

La directiva establece además límites de emisión para NO_x en turbinas a gas basándose en un porcentaje base de oxígeno del 15%.

La **Directiva 2001/80/CE** actualiza lo definido en la **Directiva 88/609/CEE** relativa a grandes instalaciones de combustión. Además toma en consideración la **Directiva 96/61/CE** relativa a la prevención y control integrados de la contaminación (IPPC), donde se definen los rubros industriales a controlar y se definen límites no sólo para emisiones gaseosas, sino también emisión de residuos sólidos y líquidos. Tal normativa establece un marco general para la prevención y el control integrado de la contaminación, entendiendo que un enfoque integrado permite alcanzar altos niveles de protección del medio ambiente.

Directiva 2001/81/EC: Límites de emisión de ciertos contaminantes atmosféricos.

Se establecen límites de emisión para SO₂, NO₂, COVs y NH₃ para cada estado miembro de la comunidad. El objetivo de la directiva es establecer límites de emisión para compuestos acidificantes, eutrofizantes y precursores de ozono. Se definen los límites de emisión de SO₂, NO_x, VOC y NH₃ que se deben cumplir para cada uno de los países listados al año 2010, estos límites se expresan en miles de toneladas al año.

Directiva 2000/76/CE: Relativa a la incineración de residuos.

Establece las condiciones de operación y límites de emisión teniendo en cuenta un enfoque integrado para la prevención y control de la contaminación. La directiva se aplica a instalaciones de incineración y coincineración, exceptuando aquellas que quemen residuos vegetales y en particular aquellas instalaciones que quemen residuos forestales que sean coincinerados en el lugar de producción y que el calor producido sea recuperado.

Directiva 2010/75/EU: Emisiones industriales. Prevención y Control Integrado de la Contaminación (IPPC).

Texto que refunde variadas directivas respecto de los desechos de la industria del dióxido de titanio, limitación de emisiones de COVs en ciertas actividades, incineración de residuos, limitación de emisiones al aire de ciertos contaminantes en grandes instalaciones de combustión y la prevención y control integrado de la contaminación.

Se pretende tener un marco regulatorio acorde con el principio “el que contamina paga” y el principio de la prevención de la contaminación para las principales actividades industriales. Es necesario contar con un enfoque integrado de prevención y control de las emisiones al aire, agua y suelo, manejo de residuos y eficiencia energética. Los límites de emisión deben ser tales que sea posibles cumplirlos al utilizar las mejores tecnologías disponibles (BAT) en condiciones de operación normales. En caso de que los límites de emisión lleven a inversiones desproporcionadas respecto de los beneficios ambientales asociados la autoridad podrá modificar tales límites. En el caso de que algún operador tenga la intención de probar nuevas tecnologías de control de emisiones la autoridad podrá excluirlo del cumplimiento de la normativa en tanto se esté en periodo de prueba.

Para las grandes instalaciones de combustión la directiva diferencia entre instalaciones con permiso de operación otorgado antes del 7 de enero de 2013, o bien que estén en proceso de autorización y que vayan a entrar en operación antes del 7 de enero de 2014, los que deberán cumplir con los límites de emisión establecidos en la Parte 1 del Anexo V. Las instalaciones nuevas deberán cumplir con los límites establecidos en la Parte 2 del Anexo V.

Los límites de emisión se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2: Límites de emisión según Directiva 2010/75/CE.

		LÍMITES DE EMISIÓN en mg/Nm ³								
		PARTE 1								
		SO ₂			NO _x			MP		
		50-100	100-300	>300	50-100	100-300	>300	50-100	100-300	>300
combustible	Potencia Térmica (MW)									
	% O ₂									
Hulla Lignito y otros sólidos	6	400	250	200	300 (450*)	200	200	30	25	20
Biomasa	6	200	200	150	300	250	200	30	20	20
Turba	6	300	300	200	300	250	200	30	20	20
Líquidos	3	350	250	200	450	200	150	30	25	20
Gas General	3		35			200			5	
Gas licuado	3		5			200				
Gas de bajo PC de Hornos de coque	3		400			200				
Gas de bajo PC de Altos Hornos	3		200			200			10	
Gas Natural	3					100				
Gases producidos por la industria del acero que pueden tener otros usos	3								30	
		PARTE 2								
		SO ₂			NO _x			MP		
		50-100	100-300	>300	50-100	100-300	>300	50-100	100-300	>300
combustible	Potencia Térmica (MW)									
	% O ₂									
Hulla Lignito y otros sólidos	6	400	200	150(200**)	300(400*)	200	150(200*)	20	20	10
Biomasa	6	200	200	150	250	200	150	20	20	20
Turba	6	300	300(250***)	150(200****)	250	200	150	20	20	20
Líquidos	3	350	200	150	300	150	100	20	20	10
Gas General	3		35			100			5	
Gas licuado	3		5			100				
Gas de bajo PC de Hornos de coque	3		400			100				
Gas de bajo PC de Altos Hornos	3		200			100			10	
Gas Natural	3									
Gases producidos por la industria del	3								30	

*: para lignito pulverizado.

** : combustión en lecho fluidizado circulante a presión.

*** : combustión en lecho fluidizado.

Para instalaciones que quemen gas los límites de emisión asociados a NO_x y CO se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3: Límites de emisión para NOx y CO en instalaciones que quemen gas.

	PARTE 1		PARTE 2	
	NOx mg/Nm3	CO mg/Nm3	NOx mg/Nm3	CO mg/Nm3
Instalaciones de combustión alimentadas con gas natural, con excepción de las turbinas de gas y los motores de gas	100	100	100	100
Instalaciones de combustión alimentadas con gas de altos hornos, gas de hornos de coque o gases de bajo poder calorífico procedentes de la gasificación de residuos de refinería con excepción de las turbinas de gas y los motores de gas	200	-	-	-
Instalaciones de combustión alimentadas con otros gases, con excepción de las turbinas de gas y los motores de gas	200	-	100	100
Turbinas de gas (incluidas las TGCC), que utilizan gas natural como combustible	50	100	50	100
Turbinas de gas (incluidas las TGCC*), que utilizan otros gases como combustible	120	-	50	100
Motores de gas	100	100	75	100

(*): Turbina a Gas en Ciclo Combinado gas – vapor.

Propuesta de directiva IPPC (2007).

Persigue refundir variadas normativas actualmente en vigencia y simplificar los requisitos para el control efectivo de las instalaciones que regula. La propuesta regula las actividades descritas en el Anexo I de la **Directiva 96/61/CE**, además de instalaciones de combustión, de incineración y coincineración de residuos y a las que produzcan dióxido de titanio. Se incluyen también las instalaciones de combustión de entre 20 y 50 MWt, producción de madera y productos de madera y la producción de tableros de madera.

La propuesta de directiva establece definiciones más precisas de lo que se entiende por Mejor Técnica Disponible (MTD) como uno de los principios básicos a la hora de autorizar una instalación de combustión. Las MTD surgen de los correspondientes documentos de referencia respecto del tema que la Unión Europea emite en función de los distintos rubros industriales. Se considera la posibilidad de establecer exenciones del cumplimiento de los límites de emisión, teniendo en consideración las particularidades que cada caso

presenta y además la posibilidad de que algún operador pruebe tecnologías emergentes con potencial de ser utilizadas en forma permanente.

La propuesta establece que los operadores deben mantenerse al día del estado del arte en cuanto a tecnologías de control de emisiones, debiendo mantenerse informado de las nuevas MTD que resulten de las mejoras, avances y actualizaciones de los documentos de referencia.

Dado que se verifica que en Europa las grandes instalaciones de combustión son las responsables de gran parte de las emisiones de los principales contaminantes atmosféricos es que se hace necesario endurecer la normativa (límites de emisión) teniendo en cuenta que es factible utilizar las mejores técnicas disponibles en cierto tipo de instalaciones.

Los valores límites de emisión son fijados en función de las emisiones asociadas al uso de las mejores técnicas disponibles descritas en los documentos de referencia. En todo caso se establece que cada estado miembro deberá impulsar el desarrollo y aplicación de tecnologías emergentes que conlleven un mayor nivel de protección al medio ambiente. Las instalaciones de combustión consideradas son aquellas de una potencia térmica nominal igual o superior a 20 MWt.

Además se consideran instalaciones para refinación de petróleo y gas, producción de coque, gasificación y licuefacción de gas, producción y transformación de metales, industrias minerales (fabricación de cemento, obtención de amianto, fabricación de vidrio, fundición de materiales minerales, fabricación de productos cerámicos) e industria química.

La propuesta define las sustancias contaminantes en función del medio al que se emiten, así las sustancias contaminantes a la atmósfera son:

1. Óxidos de azufre y otros compuestos de azufre
2. Óxidos de nitrógeno y otros compuestos de nitrógeno
3. Monóxido de carbono
4. Compuestos orgánicos volátiles
5. Metales y sus compuestos
6. Polvos, incluidas las partículas finas
7. Amianto (partículas en suspensión, fibras)
8. Cloro y sus compuestos
9. Flúor y sus compuestos
10. Arsénico y sus compuestos

11. Cianuros

12. Sustancias y preparados respecto de los cuales se haya demostrado que poseen propiedades cancerígenas, mutagénicas o puedan afectar a la reproducción a través del aire

13. Policlorodibenzodioxina y policlorodibenzofuranos

Los límites de emisión se establecen para SO₂, NO_x y MP.

Estados Unidos.

Para la situación general, se tiene en el título 40, parte 63, subparte DDDDD, donde se establecen límites de emisión para calderas y calefactores de proceso de pequeño y gran tamaño (fuentes de área o equipos no principales), que utilizan combustible sólido, combustibles líquidos y combustibles gaseosos. Los contaminantes que se regulan son material particulado, mercurio, HCl y CO²⁴. Por otro lado, está el título 40, parte 63, subparte JJJJJ, que trata de una Norma Nacional de Contaminantes Atmosféricos Peligrosos (HAP) para fuentes principales.

Una fuente principal es una instalación que emite o tiene el potencial de emitir 10 toneladas por año o más de cualquier HAP o 25 toneladas por año o más de cualquier combinación de HAPs. Una fuente de área es cualquier fuente fija que no es una fuente principal de contaminantes peligroso al aire.

Los contaminantes peligrosos son aquellos que producen efectos sobre la salud humana o que dañan el ecosistema. Existe una lista de los 188 HAPs regulados por el Clean Air Act (CAA) de 1990 en la Sección 112, los cuales se puede encontrar en: <http://www.epa.gov/ttnatw01/orig189.html>. Ejemplos de HAPs incluyen dioxinas, benceno, arsénico, ácido cianhídrico, berilio, cromo, mercurio, plomo, cloruro de vinilo, el asbesto, y los bifenilospoliclorados (PCB). Estas sustancias pueden afectar la salud pública a través de la respiración directa, a través de la piel y la ingestión de alimentos contaminados por toxinas depositadas en el suelo o en cursos de agua.

²⁴ Title 40: Protection of Environment, PART 63, Subpart DDDDD—National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Industrial, Commercial, and Institutional Boilers and Process Heaters, 2011

²⁵ Industrial, Commercial, and Institutional Boilers and Process Heaters for Major Sources and Commercial and Industrial Solid Waste Incineration Units: Final rules; Delay of effective dates, USEPA, 2011

Introducción a Calderas Industriales, Comerciales e Institucionales (ICI)²⁶

A continuación se especifica las características de las calderas ICI:

- Las calderas son dispositivos de combustión utiliza para producir vapor o calentar el agua.
- El vapor se utiliza para la operación de los procesos o para producir calor o electricidad.
- Hay literalmente miles de calderas se utilizan actualmente en los Estados Unidos a través de una amplia variedad de industrias.
- Un sistema de caldera incluye la propia caldera, tuberías y válvulas, de operación y los controles de seguridad, sistema de tratamiento de agua, y equipos periféricos tales como dispositivos de control de la contaminación, economizadores, recalentadores.
- Los combustibles primarios utilizados por calderas de carbón, petróleo y gas natural, pero algunos usan electricidad, gases de escape, biomasa.
- Las calderas se utilizan en todos los sectores industriales más importantes, pero principalmente para los productos de papel, química, alimentaria, y la industria del petróleo.
- La EPA estima que la capacidad de potencia de entrada para estas calderas es normalmente es entre 10 y 250 MMBtu/hr (entre 2,93 MW y 73,25 MW). Sin embargo, existen calderas industriales de mayor tamaño.
- Calderas Comerciales / Institucionales son generalmente más pequeñas que las unidades industriales con una capacidad de potencia de entrada en general por debajo de 10 MMBtu / hr. Estas unidades normalmente utilizan el suministro de vapor y agua caliente para la calefacción en una amplia gama de sitios, entre ellos el comercio mayorista y minorista, edificios de oficinas, hoteles, restaurantes, hospitales, escuelas, museos, edificios gubernamentales y aeropuertos.

²⁶ "Outdoor Air - Industry, Business, and Home: Industrial, Commercial, and Institutional (ICI) Boilers, USEPA, 2011 (http://www.epa.gov/air/community/details/boilers_addl_info.html#activity2)

Normas de funcionamiento para las calderas ICI en función de la capacidad nominal de la caldera²⁷:

- Normas para calderas pequeñas, que se definen con una capacidad de potencia de entrada entre 10 a 100 MMBtu / hr (entre 2,9 y 29 MW) que fueron construidas, modificadas o reconstruidas después de 09 de junio 1989
- Normas para calderas grandes, que se definen por tener una capacidad de potencia de entrada de más de 100 MMBtu / hora (más de 29 MW) que se construyeron, modificaron o reconstruyeron después de 19 de junio 1984
- Dependiendo del tamaño de la unidad y el tipo de combustible quemado, existen regulaciones de emisiones de dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas (MP).

SubparteDc - Normas de Desempeño para las pequeñas calderas industriales-comerciales-institucionales²⁸.

Esta sección se aplica a las calderas generadoras de vapor que fueron construidas, modificadas o reconstruidas después del 09 de junio de 1989 y tiene una capacidad de potencia de entrada de diseño entre 10 a 100 MMBtu / hr (2,9 a 29 MW). Esta norma establece los límites de emisiones de SO₂ y PM, y se encuentra en 40 CFR 60.40 (c).

Dióxido de azufre (SO₂).

Los límites de emisión para este contaminante son:

340 ng / J (0,80 lb / MMBtu derivados de combustibles fósiles líquidos o combustibles fósiles líquidos y residuos de madera.

520 ng / J (1,2 lb / MMBtu derivados de combustibles fósiles sólidos o de combustibles fósiles sólidos y residuos de madera.

El cumplimiento se basará en la potencia de entrada total de todos los combustibles fósiles que se queman, incluidos los combustibles gaseosos.

²⁷ "Environmental Compliance for Combustion Processes, USEPA, 2011 (<http://www.combustionportal.org/boilerregulations.cfm>)

²⁸ "Electronic Code of Federal Regulations", USEPA, 2011 (<http://ecfr.gpoaccess.gov>)

Material Particulado (MP).

Esta sección se aplica a instalaciones que fueron construidas, reconstruidas o modificadas antes del 28 febrero de, 2005, que utilizan como combustible carbón o mezclas de carbón con otros combustibles, y tiene una capacidad de entrada de calor de 8,7 MW (30 MMBtu / hr) o más.

Los límites de emisión para este contaminante son:

22 ng / J (0,051 lb / MMBtu), si la instalación tiene como combustible sólo carbón o carbón con otros combustibles, y tiene un factor de capacidad anual para los demás combustibles del 10% o menos.

43 ng / J (0,10 lb / MMBtu) si la instalación tiene como combustible carbón con otros combustibles, tiene un factor de capacidad anual de otros combustibles más del 10%.

Esta sección se aplica a instalaciones que fueron construidas, reconstruidas o modificadas antes del 28 febrero de, 2005, que utilizan como combustible madera o mezclas de madera en combustión con otros combustibles (excepto carbón) y tiene una capacidad de potencia de entrada de 8,7 MW (30 MMBtu / hr) o más.

Los límites de emisión para este contaminante son:

43 ng / J (0,10 lb / MMBtu) si la instalación tiene un factor de capacidad anual de madera de más de 30%

130 ng / J (0.30 lb / MMBtu) si la instalación tiene un factor de capacidad anual de madera de 30% o menos.

Una instalación que puede quemar carbón, madera o petróleo y que tiene una capacidad calorífica de entrada de 8,7 MW (30 MMBtu / hr) o más, se acepta un valor mayor a 20% de opacidad en un período de 6 minutos por hora e inferior al 27%. Los propietarios de estas instalaciones que opten por instalar, calibrar, mantener y operar un sistema de monitoreo continuo de emisiones (CEMS) para la medición de las emisiones de MP, y estarán sujetos a un límite de MP de 0,030 lb / MMBtu y estarán exentos de la norma de opacidad especificada en este párrafo.

Las normas de MP y opacidad se aplican en todo momento, excepto durante los periodos de puesta en marcha, detención o mal funcionamiento.

Una instalación que inicie la construcción, reconstrucción o modificación después de febrero 28 de 2005, y que utiliza como combustible carbón, petróleo, madera, o una mezcla de estos combustibles y tiene una capacidad de potencia de entrada de 8,7 MW

(30 MMBtu / hr) o más, tendrá un límite de emisión de MP de 13 ng / J (0.030 lb / MMBtu).

Las Instalaciones que caen dentro de la modificación que se inició a partir 28 de febrero de 2005, pueden optar por cumplir con los requisitos de emisiones a la atmósfera de MP como sigue:

- 22 ng / J (0,051 lb / MMBtu) derivado de la combustión de carbón, petróleo, madera, o una mezcla de estos combustibles, y
- Un 0,2% de la concentración de la combustión (99,8 % de reducción) cuando se quema carbón, petróleo, madera, o una mezcla de estos combustibles con los otros combustibles.

Si una instalación comienza su modificación después del 28 de febrero de 2005, y que combustiona más de 30 por ciento de madera sobre una base anual y que tenga una capacidad de 8,7 MW (30 MMBtu / hr) o más, podrá emitir a la atmósfera 43 ng / J (0,10 lb / MMBtu).

Una instalación que inicie la construcción, reconstrucción o modificación después de 28 de febrero de 2005, y que utilizaba como combustible único petróleo, o una mezcla de petróleo que contiene no más del 0,50 por ciento de azufre de peso, no están sujetos a una norma de MP, siempre y cuando no posean una tecnología de abatimiento (excepto un lavador de gases).

SubparteDb - Normas de funcionamiento para las grandes calderas industriales-comerciales-institucionales²⁹

Esta sección se aplica a las calderas que fueron construidas, modificadas o reconstruidas después del 19 de junio de 1984 y tendrán una capacidad nominal de potencia de entrada en más de 100 millones de unidades térmicas británicas por hora (100MMBtu / hora) (29 MW). Esta norma establece los límites de emisiones de SO₂, partículas y NO_x, y se encuentra en 40 CFR 60.40 (b).

Cualquier instalación afecta al cumplimiento de los requisitos de aplicación en virtud del párrafo anterior, cuya construcción, modificación o reconstrucción haya sido después del 19 de junio de 1984, pero antes del 19 de junio de 1986, está sujeta a las siguientes normas:

²⁹ "Electronic Code of Federal Regulations", USEPA, 2011 (<http://ecfr.gpoaccess.gov>)

Calderas a carbón, con una capacidad de potencia de entrada entre 29 y 73 MW (100 y 250 millones de Btu / h), ambos inclusive, están sujetos a las normas de partículas y de los óxidos de nitrógeno bajo esta sección.

Calderas a carbón, con una capacidad de entrada superior a 73 MW (250 millones de Btu / h), deberán cumplir con los requisitos de aplicación conforme a la subparte D (estándares de desempeño para los generadores de vapor de combustibles fósiles como combustible, en § 60.40).

Calderas a petróleo, con una capacidad de entrada entre 29 y 73 MW (100 y 250 millones de Btu / h), ambos inclusive, están sujetos a las normas de los óxidos de nitrógeno bajo esta sección.

Calderas a petróleo con una capacidad de entrada superior a 73 MW (250 millones de Btu / h), se debe cumplir con los requisitos de la subparte D (estándares de desempeño para los generadores de vapor de combustibles fósiles como combustible, en § 60.40), pero también está sujeto a las normas de los óxidos de nitrógeno bajo esta subparte y las normas de partículas y de dióxido de azufre conforme a la subparte D (§ 60.42 y 60.43 §).

Se tiene en USEPA la subparte J (Los estándares de desempeño de las refinerías de petróleo; § 60.104), estas instalaciones están sujetas a normas de partículas y de los óxidos de nitrógeno bajo esta subparte y las normas de dióxido de azufre de la subparte J (§ 60.104).

Las instalaciones que deben cumplir con los requisitos de aplicación conforme a la subparte E (Normas de funcionamiento de los incineradores; § 60.50) están sujetos a las normas de óxidos de nitrógeno y partículas en suspensión conforme a esta subparte. Esta subparte se seguirá aplicando a todos los generadores de vapor por recuperación de calor, que tienen una capacidad de combustión de más de 29 MW (100 MMBtu / h) de entrada con combustibles fósiles.

Cualquier otra instalación que comenzó su construcción, modificación o reconstrucción después de 19 de junio 1986 no está sujeta a la Subparte D (Normas de Funcionamiento de los Generadores de Vapor en combustibles fósiles, § 60.40).

Estándar de dióxido de azufre (SO₂).

Las instalaciones que iniciaron su construcción, reconstrucción o modificación a más tardar el 28 de febrero 2005, que utilizan como combustible carbón o petróleo, podrá emitir a la atmósfera un máximo de SO₂ de 87 ng / J (0,20 lb / MMBtu), o 10 por ciento

(0,10) de la tasa potencial de emisión de SO₂ (90 por ciento de reducción) y el límite de emisión determinados de acuerdo con la siguiente fórmula:

Dónde:

$$E_s = \frac{(K_a H_a + K_b H_b)}{(H_a + H_b)}$$

Es = límite de emisión de SO₂, en ng / J o lb / MMBtu de entrada;

Ka = 520 ng / J (o 1,2 lb / MMBtu);

Kb = 340 ng / J (o 0,80 lb / MMBtu);

Ha = Calor de entrada de combustión de carbón, en J (MMBtu), y

Hb = Calor de entrada de combustión de petróleo, en J (MMBtu).

Una instalación que haya iniciado su construcción, reconstrucción o modificación a más tardar el 28 de febrero de 2005, que utiliza como combustible carbón en lecho fluidizado deberá emitir a la atmósfera un máximo de 87 ng / J (0,20 lb / MMBtu) de SO₂, o 20 por ciento (0,20) de la potencial tasa de emisión de SO₂ (80 por ciento de reducción) y 520 ng / J (1,2 lb / MMBtu).. Para las instalaciones que cumplan la norma del porcentaje de reducción, sólo cuenta la potencia de entrada.

Un caldera que utiliza como combustible carbón o petróleo, ya sea solos o en combinación con cualquier otros combustibles, y que utiliza una tecnología de abatimiento para el control de emisiones de SO₂, tendrá que emitir a la atmósfera el 50 por ciento es esta tasa (50 por ciento de reducción determinado de acuerdo a la siguiente fórmula:

Dónde:

$$E_s = \frac{(K_c H_c + K_d H_d)}{(H_c + H_d)}$$

Es = límite de emisión de SO₂, en ng / J o lb / MM Btu de entrada;

Kc = 260 ng / J (o 0,60 lb / MMBtu);

Kd = 170 ng / J (o 0,40 lb / MMBtu);

Hc = Calor de entrada de combustión de carbón, en J (MMBtu), y

Hd = Calor de entrada de combustión de petróleo, en J (MMBtu).

Para las instalaciones que cumplan la norma del porcentaje de reducción, sólo influye la potencia de entrada por la combustión de carbón y petróleo.

Una caldera que inició la construcción, reconstrucción o modificación a más tardar el 28 de febrero de 2005 y que figuran a continuación, tendrán que emitir a la atmósfera 520 ng / J (1,2 lb / MMBtu) de SO₂, en el caso de la combustión de carbón y 215 ng / J (0,5 lb / MMBtu) de SO₂, si el combustible es petróleo sin restricción del contenido de azufre.

- Calderas a carbón y petróleo que tienen un factor de capacidad anual de un 30 por ciento (0,30) o menos;
- Calderas en una zona no continental, o
- Calderas a combustión de carbón o petróleo, solos o en combinación con cualquier otro combustible, que conformen un sistema de ciclo combinado donde el 30 por ciento (0,30) o menos de la potencia de entrada, es la combustión de carbón y el petróleo en el quemador y del 70 por ciento (0,70) o más de la potencia de entrada se quema en la unidad de producción de vapor, o
- La instalación que quema el gas del horno de coque solo o en combinación con gas natural o petróleo con bajo contenido de azufre.

Los límites y requisitos para la emisión de SO₂ con porcentaje de reducción en esta sección se aplican en todo momento, incluidos los periodos de puesta en marcha, detención, y el mal funcionamiento.

Los requisitos de porcentaje de reducción no son aplicables a las calderas de combustión que utilizan petróleo de bajo contenido azufre.

Una caldera que comience su construcción, reconstrucción o modificación después de febrero 28 de 2005, y que utilizaba como combustible carbón, petróleo, gas natural, o una mezcla de estos combustibles, podrá emitir 87 ng / J (0,20 lb / MMBtu) de SO₂, o un 8% (0,08) de la tasa potencial de emisión de SO₂ (reducción del 92 por ciento) y 520 ng / J (1,2 lb / MMBtu) de SO₂.

Calderas que combustionan petróleo con muy bajo contenido de azufre, combustible gaseoso, o una mezcla de estos combustibles con una tasa potencial de emisión de SO₂ de 140 ng / J (0,32 lb / MMBtu) o menos, están exentos del límite de emisiones de este contaminante.

La calderas que se encuentran en un área no continental y que combustionan carbón, petróleo, o gas natural, no podrá emitir más de 520 ng / J (1,2 lb / MMBtu) de SO₂ para cuando utiliza carbón, o 215 ng / J (0,50 lb / MMBtu) de SO₂, si se combustiona petróleo o gas natural.

En resumen, la normativa de emisión para SO₂ se presenta a continuación:

Tabla 4: Límites de emisión de SO₂ para calderas.

Potencia de entrada	Combustible	SO ₂ (ng/J)
2,9 - 29 MW	Derivados de combustibles fósiles líquidos o combustibles fósiles líquidos y residuos de madera.	340*
	Derivados de combustibles fósiles sólidos o de combustibles fósiles sólidos y residuos de madera.	540*
29 MW o más	Carbón, petróleo, gas natural, o una mezcla de estos combustibles	87**
	Carbón ***	520**
	Petróleo o gas natural ***	215**

*: Para calderas generadoras de vapor que fueron construidas, modificadas o reconstruidas después del 09 de junio de 1989.

** : Para calderas que comenzaron su construcción, reconstrucción o modificación después de febrero 28 de 2005.

***: Para calderas ubicadas en área no continental.

Estándar para Material Particulado (MP).

Las calderas que iniciaron su construcción, reconstrucción o modificación antes del 28 de febrero del 2005, que utiliza como combustible carbón o mezclas de carbón con otros combustibles, podrá emitir MP a la atmósfera en las siguientes proporciones:

- 22 ng / J (0,051 lb / MMBtu) de potencia de entrada, si la caldera combustiona sólo carbón o carbón en combinación con otros y tiene un factor de capacidad anual para los demás combustibles del 10 por ciento (0,10) o menos.
- 43 ng / J (0,10 lb / MMBtu) de potencia de entrada, si se combustiona carbón y otros combustibles y tiene un factor de capacidad anual de otros combustibles de más del 10 por ciento (0,10).
- 86 ng / J (0,20 lb / MMBtu) de potencia de entrada si se combustiona carbón y otros combustibles y tiene un factor de capacidad anual de otros combustibles de más de un 30 por ciento (0,30) o menos y tiene una capacidad calorífica de entrada máxima de 73 MW (250 MMBtu / hr) o menos.
- La instalación que quema el gas del horno de coque solo o en combinación con otros combustibles, no se rigen por esta normativa de emisión.

Una Caldera que inició su construcción, reconstrucción o modificación a más tardar el 28 de febrero de 2005, y que utiliza petróleo en la combustión (o mezclas de petróleo con otros combustibles) y utiliza una tecnología convencional o emergentes para reducir emisiones de SO₂ podrá descargar a la atmósfera MP con un máximo de 43 ng / J (0,10 lb / MMBtu).

Una caldera que inició su construcción, reconstrucción o modificación de antes del 28 de febrero de 2005, y que utiliza madera en la combustión, o madera con otros combustibles, a excepción del carbón, podrá emitir MP como sigue:

- 43 ng / J (0,10 lb / MMBtu), si la caldera tiene un factor de capacidad anual superior al 30 por ciento (0,30) para la madera.
- 86 ng / J (0,20 lb / MMBtu) si la instalación tiene un factor de capacidad anual de 30 por ciento (0,30) o menos de la madera; y tiene una capacidad calorífica de entrada máxima de 73 MW (250 MMBtu / hr) o menos.

Una caldera que quema carbón, petróleo, madera, o mezclas de estos combustibles, podrá emitir a la atmósfera gases con un valor mayor a 20% de opacidad en un período de 6 minutos por hora e inferior al 27%. Los propietarios de estas instalaciones que opten por instalar, calibrar, mantener y operar un sistema de monitoreo continuo de emisiones (CEMS) para la medición de las emisiones de MP, están sujetos a un límite de MP de 0,030 lb / MMBtu y estarán exentos de la norma de opacidad especificada en esta sección

Las normas de la opacidad se aplican en todo momento, excepto durante los periodos de puesta en marcha, detención o mal funcionamiento.

Una caldera que se inició su construcción, reconstrucción o modificación después del 28 de febrero 28 de 2005, y que combustiona carbón, petróleo, madera, o una mezcla de estos combustibles, podrá emitir hasta 13 ng / J (0,030 libras / MMBtu) de MP.

Como una alternativa para el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta sección una caldera que inició sus funciones a partir del 28 de febrero de 2005, puede optar por cumplir con los requisitos que se exponen a continuación:

- (i) 22 ng / J (0,051 lb / MMBtu) de potencia de entrada si se combustiona carbón, petróleo, madera, o una mezcla de estos combustibles con los otros combustibles, y
- (ii) un 0,2 por ciento de la concentración de la combustión (99,8 por ciento de reducción) cuando se quema carbón, petróleo, madera, o una mezcla de estos combustibles.

Una caldera que comienza su modificación a partir del 28 de febrero de 2005, y que combustiona más de 30 por ciento de madera (potencia de entrada) sobre una base anual y tiene una capacidad calorífica máxima de 73 MW (250 MMBtu / h) o menos, podrá descargar a la atmósfera hasta 43 ng / J (0,10 lb / MMBtu) de MP.

Una caldera que comienza su modificación a partir del 28 de febrero de 2005, y que combustiona más de 30 por ciento de madera (potencia de entrada) sobre una base anual y tiene una capacidad calorífica superior a 73 MW (250 MMBtu / h), podrá descargar a la atmósfera hasta 37 ng / J (0,085 lb / MMBtu) de MP.

Las calderas que se encuentren en una zona no continental, no están sujetas a un estándar de PM.

En resumen, la normativa de Estados Unidos para emisiones de SO₂ se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5: Límites de emisión de MP para calderas que comenzaron su construcción, reconstrucción o modificación después de febrero 28 de 2005.

Potencia de entrada	de Combustible	MP (ng/J)
8,7 - 73 MW	Carbón, petróleo, madera, o una mezcla de estos combustibles	13
8,7 - 73 MW	Más de 30% de madera sobre una base anual	43
Mayores a 73MW	Más de 30% de madera sobre una base anual	37

Estándar para los óxidos de nitrógeno (NO_x).

Una caldera que está sujeta a las disposiciones de esta sección y quema carbón sólo, petróleo o gas natural deberá respetar los siguientes límites de emisión (NO_x expresado como NO₂):

Tabla 6: Límites de emisión para NO_x.

Tipo de combustible	Límites de emisión de óxidos de nitrógeno (expresado como NO ₂) Potencia de entrada	
	ng/J	lb/MMBTU
(1) Gas natural y petróleo:		
(i) Baja tasa de liberación	43	0.10
(ii) Alta tasa de liberación	86	0.20
(2) Petróleo crudo, petróleo # 4, 5 y 6:		
(i) Baja tasa de liberación	130	0.30

Tipo de combustible	Límites de emisión de óxidos de nitrógeno (expresado como NO ₂) Potencia de entrada	
	ng/J	Ib/MMBTU
(ii) Alta tasa de liberación	170	0.40
(3) Carbón:		
(i) Alimentado al fogón	210	0.50
(ii) Esparcido al fogón y con lecho fluidizado	260	0.60
(iii) Carbón pulverizado	300	0.70
(iv) Lignito	260	0.60
(v) Lignito quemado en un horno de escoria	340	0.80
(vi) Carbón derivado de combustibles sintéticos	210	0.50
(4) Quemador con sistema de ciclo combinado		
(i) Gas natural y petróleo	86	0.20
(ii) Petróleo crudo, petróleo # 4, 5 y 6	170	0.40

Subparte D-Normas de Funcionamiento de los Generadores de Vapor que utilizan combustibles fósiles y que hayan iniciado sus actividades después de 17 de agosto 1971³⁰

Las instalaciones a las que aplica esta normativa son las siguientes:

Calderas que consuman combustibles fósiles y que tengan una potencia de entrada mayor a 73 megavatios (MW) (250 millones de unidades térmicas británicas por hora (MMBtu / hr)). Calderas que consuman combustibles fósiles con madera y que tengan una potencia de entrada mayor a 73 megavatios (MW) (250 MMBtu / hr).

Cualquier instalación que inició la construcción o modificación después de agosto 17, 1971, está sujeta a los requisitos de esta subparte. El 21 de marzo de 2011, los EE.UU. Agencia de Protección Ambiental (USEPA) finalizó la nueva Norma Federal de calderas,

³⁰ Federal Register, Electronic Code of Federal Regulations, USEPA, 72 FR 32717, 13 de junio de 2007

que tiene por motivo reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos peligrosos (HAPs) en calderas industriales, comerciales e institucionales existentes y nuevas, enfatizando los equipos secundarios, (no principales o fuentes de área). La Norma se titula “Normas Nacionales de Emisión de contaminantes atmosféricos peligrosos para fuentes de calderas industriales, comerciales e Institucionales” [40 CFR Parte 63, Norma Nacional de Contaminantes Atmosféricos Peligrosos (NESHAP), Subpartejjjjjj]. Al mismo tiempo USEPA finalizó una norma similar para las fuentes principales y en los mismos términos que para las fuentes secundaria, pero diferenciando los límites de emisión y los contaminantes normados, [40 CFR Parte 63, Norma Nacional de Contaminantes Atmosféricos Peligrosos (NESHAP), Subpartesubparte DDDDDD.

Los contaminantes peligrosos son aquellos que producen efectos sobre la salud humana o que dañan el ecosistema. Existe una lista de los 188 HAPs regulados por el Clean Air Act (CAA) de 1990 en la Sección 112, los cuales se puede encontrar en: <http://www.epa.gov/ttnatw01/orig189.html>. Ejemplos de HAPs incluyen dioxinas, benceno, arsénico, ácido cianhídrico, berilio, cromo, mercurio, plomo, cloruro de vinilo, el asbesto, y los bifenilospoliclorados (PCB). Estas sustancias pueden afectar la salud pública a través de la respiración directa, a través de la piel y la ingestión de alimentos contaminados por toxinas depositadas en el suelo o en cursos de agua.

El mercurio y el plomo son perjudiciales para el cerebro de los niños ya que la exposición puede conducir a problemas de desarrollo y dificultades de aprendizaje. El arsénico y el cromo causan cáncer. El benceno es tóxico para el sistema inmunológico, causa problemas circulatorios y reproductivos, además de causar parálisis respiratoria, y hasta la muerte. El ácido cianhídrico causa daños en los pulmones, el corazón y el sistema nervioso central. Las partículas finas penetran los pulmones profundamente y causan derrames cerebrales, ataques cardíacos y muertes prematuras.

Una fuente principal es una instalación que emite o tiene el potencial de emitir 10 toneladas por año o más de cualquier HAP o 25 toneladas por año o más de cualquier combinación de HAPs. Una fuente de área es cualquier fuente fija que no es una fuente principal de contaminantes peligroso del aire.

Las calderas que se ven afectadas por la Norma son aquellas que tienen combustibles como el carbón y otras sustancias como el petróleo o biomasa (no se consideran

³¹ Industrial, Commercial, and Institutional Boilers and Process Heaters for Major Sources and Commercial and Industrial Solid Waste Incineration Units: Final rules; Delay of effective dates, USEPA, 2011

³²Title 40: protection of environment, part 63—national emission standards for hazardous air pollutants for source categorieselectronic Code of Federal Regulations, USEPA, 2011

combustibles que sean desechos) para producir vapor o agua caliente, que luego se utiliza para obtener energía o calor. Esta Norma afecta a las calderas en el área comercial (por ejemplo, lavanderías, apartamentos, hoteles), institucional (por ejemplo, escuelas, iglesias, centros médicos, edificios municipales) o instalaciones industriales (por ejemplo, manufactura, imprenta).

Las calderas que no se ven afectadas por la Norma son cualquier caldera de gas, incluye cualquier caldera alimentada por combustibles gaseosos que no se combina con combustibles sólidos. Combustibles gaseosos incluyen, pero no se limitan a: gas natural, gas de proceso, gases de vertedero, gas derivado del carbón, gas de refinería, el hidrógeno y el biogás.

Los requisitos de la norma varían en función del tipo de combustible de la caldera, la fecha de construcción, y el tamaño. La siguiente tabla resume los requisitos para cada tipo de caldera.

A continuación se presenta una tabla resumen de la Norma Nacional de Contaminantes Atmosféricos Peligrosos (NESHAP), Subpartejjjjjj:

Tabla 7: Resumen de límites de emisión para calderas no principales.

Tamaño de la caldera	Tipo de Combustible ³³	Resumen de requerimientos
Todas las calderas a gas	Gas (cualquier tipo)	Ninguna (no está regulada en esta norma)
Calderas nuevas y existentes < 3 MW	Carbón petróleo biomasa	Se revisa cada dos años
Calderas existentes o reconstruidas antes del 4 de junio de 2010		
Calderas existentes > 3 MW	Carbón	Límites de emisión para Hg y CO
	Biomasa y petróleo	Se revisa cada dos años
Calderas nuevas o reconstruidas o modificadas para usar gas natural, combustible fósil sólidos, biomasa o combustible líquidos después del 4 de junio de 2010		
Calderas nuevas > 3MW	Carbón	Límite de emisión para Hg, CO y MP
	Biomasa, petróleo	Límite de emisión para MP, se revisa cada dos años

Las fechas de cumplimiento son:

Fuentes Existentes: 21 de marzo 2012

Límites de emisión y Evaluación de Recursos Energéticos de 21 de marzo 2014

³³ Para las calderas que queman combustibles múltiples, el tipo de combustible se determina sobre la base de la contribución de la entrada de calor de cada combustible que se quema durante los 12 meses anteriores a la prueba de cumplimiento.

Fuentes nuevas: 20 de mayo de 2011 o en la puesta en marcha.

Argentina.

Título:	Establece las condiciones y requerimientos que deberán cumplir las empresas u organismos responsables del diseño, construcción y/u operación de centrales térmicas de generación de energía eléctrica, sea cual fuere su naturaleza jurídica. Cumplimiento de la legislación ambiental. Límites a la emisión de contaminantes gaseosos. Medición de los niveles de contaminación." Resolución Secretaría de Energía y Minería 0108/2001. (1)
Año de publicación:	2001
Entrada en vigencia:	1 de febrero del 2001
Tipo de fuente emisora:	Plantas térmicas de generación eléctrica
Excepciones:	No hay

Brasil.

Título:	Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. RESOLUÇÃO CONAMA nº 382 de 2006. (Establece los límites máximos de emisión de contaminantes atmosféricos para fuentes fijas). (2)
Año de publicación:	2006
Entrada en vigencia:	2 de febrero del 2007
Tipo de fuente emisora:	Fuentes fijas por tipo de producción.
Excepciones:	No hay

México.

Título:	NORMA Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994, Contaminación atmosférica – Fuentes fijas - Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión. (3)
Año de publicación:	1994
Entrada en vigencia:	2 diciembre 1994
Tipo de fuente emisora:	Fuentes fijas: equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los equipos de generación eléctrica que utilizan la tecnología de ciclo combinado. Obligatoria sólo en emisiones de SO ₂ , para los equipos de calentamiento directo por combustión.
Excepciones:	Equipos domésticos de calentamiento de agua, de calefacción y las estufas utilizados en casas habitación, escuelas, hospitales y centros recreativos, en las industrias cuando estos equipos sean utilizados en las áreas de servicios al personal, personal, sin embargo, aplicará para el caso de industrias, comercios y servicios, cuando los equipos y sistemas de combustión en lo individual o la suma de varios rebasen los 10 cv de capacidad nominal en cada instalación. Quemadores industriales de campo, el sistema de regeneración de las plantas de desintegración catalítica, las plantas recuperadoras de azufre y los

	procesos de calentamiento directo que producen bióxido de azufre adicional al proveniente del combustible.
--	--

Las dos tablas siguientes muestran los límites de emisión para fuentes existentes y nuevas³⁴ en función del consumo energético y el tipo de combustible utilizado para partículas, SO₂ y NO_x.

Tabla 8: Límites de emisión para fuentes existentes según Norma Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994.

Capacidad del equipo de combustión (MJ/h)	Tipo de combustible	Densidad del humo	Partículas (PST) mg/m ³ (kg/10 ⁶ Kcal) (1)			SO ₂ ppm V (kg/10 ⁶ Kcal) (1)			NO _x ppm V (kg/10 ⁶ Kcal) (1)			Exceso de aire de combustión % vol
		N° de mancha u opacidad	Z. metrop. C. de México	Zonas críticas	Resto del país	Z. metrop. C. de México	Zonas críticas	Resto del país	Z. metrop. C. de México	Zonas críticas	Resto del país	
Hasta 1,46	Fuel Oil o Diesel	4	NA	NA	NA	1100 (4.08)	2100 (7.80)	2600 (9.81)	NA	NA	NA	60
	Otros líquidos	3	NA	NA	NA	1100 (4.08)	2100 (7.80)	2600 (9.81)	NA	NA	NA	
	Gaseosos	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
De 1,46 a 12	Líquidos	NA	100 (0.142)	425 (0.604)	600 (0.852)	1100 (4.08)	2100 (7.80)	2600 (9.81)	220 (0.588)	300 (0.801)	400 (1.243)	50
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	220 (0.563)	300 (0.767)	400 (1.023)	
De 12 a 30	Líquidos	NA	100 (0.142)	425 (0.604)	550 (0.781)	1100 (4.08)	2100 (7.81)	2600 (9.81)	180 (0.481)	300 (0.801)	400 (1.069)	40
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	180 (0.460)	300 (0.767)	400 (1.023)	
Mayor a 30	Sólidos	NA	70 (0.105)	325 (0.496)	435 (0.664)	1100 (4.32)	2100 (8.24)	2600 (9.81)	160 (0.449)	280 (0.785)	400 (1.122)	30
	Líquidos	NA	70 (0.099)	325 (0.462)	500 (0.710)	1100 (4.32)	2100 (7.81)	2600 (9.81)	160 (0.427)	280 (0.748)	400 (1.069)	
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	160 (0.409)	280 (0.716)	400 (1.023)	

(1) Concentraciones referidas a 25 °C, 760 mm Hg, 5% de oxígeno en volumen y base seca.

NA: No aplica

³⁴ Fuentes existentes al 31 de diciembre de 1997.

Tabla 9: Límites de emisión para fuentes nuevas según Norma Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994.

Capacidad del equipo de combustión (MW)	Tipo de combustible	Densidad del humo	Partículas (PST) mg/m3 (kg/106 Kcal) (1)			SO2 ppm V (kg/106 Kcal) (1)			NOX ppm V (kg/106 Kcal) (1)			Exceso de aire de combustión % vol
		N° de mancha u opacidad	Z. metrop. C. de México	Zonas críticas	Resto del país	Z. metrop. C. de México	Zonas críticas	Resto del país	Z. metrop. C. de México	Zonas críticas	Resto del país	
Hasta 1,46	Fuel Oil o Diesel	4	NA	NA	NA	550 (2.04)	1100 (4.08)	2200 (8.16)	NA	NA	NA	50
	Otros líquidos	3	NA	NA	NA	550 (2.04)	1100 (4.08)	2200 (8.16)	NA	NA	NA	
	Gaseosos	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
De 1,46 a 12	Líquidos	NA	75 (0.106)	350 (0.426)	450 (0.568)	550 (2.04)	1100 (4.08)	2200 (8.16)	190 (0.507)	190 (0.507)	375 (1.0)	40
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	190 (0.486)	190 (0.486)	375 (0.959)	
De 12 a 30	Líquidos	NA	60 (0.805)	300 (0.426)	400 (0.568)	550 (2.04)	1100 (4.08)	1200 (8.16)	110 (0.294)	110 (0.294)	375 (1.0)	30
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110 (0.281)	110 (0.281)	375 (0.959)	
Mayor a 30	Sólidos	NA	60 (0.090)	250 (0.375)	350 (0.525)	550 (2.16)	1100 (4.31)	2200 (8.16)	110 (0.309)	110 (0.309)	375 (1.052)	25
	Líquidos	NA	60 (0.085)	250 (0.355)	350 (0.497)	550 (2.04)	1100 (4.08)	2200 (8.16)	110 (0.294)	110 (0.294)	375 (1.0)	
	Gaseosos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110 (0.281)	110 (0.281)	375 (0.959)	

(1) Concentraciones referidas a 25 °C, 760 mm Hg, 5% de oxígeno en volumen y base seca.

NA: No aplica

República Checa.

Título:	Nařízení vlády z dne 30. května 2007 o emisích limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší (146/2007 Sb) ("Decreto de Gobierno, 30 de Mayo 2007. Sobre límites de emisión y otras condiciones para la operación de fuentes de combustión fijas de contaminación atmosférica") (7)
Año de publicación:	2007
Entrada en vigencia:	1 de Enero de 2008
Tipo de fuente emisora:	Fuentes fijas
Excepciones:	<p>Fuentes de combustión:</p> <ul style="list-style-type: none"> En que los gases de combustión se utilizan para el calentamiento directo, el secado, cocción, u otros tratamientos térmicos de objetos o materiales, es decir, el calentamiento estufas o cocinas para el procesamiento de calor. Para su posterior incineración, diseñadas para la purificación de los gases de residuos mediante incineración, a menos que funcionen como fuentes de combustión autónoma.

	<ul style="list-style-type: none"> • Para la regeneración de un catalizador. • Para el procesamiento de sulfuro de hidrógeno en azufre. • De los reactores utilizados en la industria química. • Para el calentamiento del horno de las baterías de coque. • Diseñadas exclusivamente para la incineración de residuos. • De altos hornos, calentadores de aire a chorro. • De las turbinas de gas colocados en las plataformas de extracción.
--	---

Uruguay.

Título:	“Propuesta de estándares emisiones gaseosas de fuentes fijas” (Septiembre del 2011). (8)
Año de presentación:	2011
Entrada en vigencia:	En evaluación
Tipo de fuente emisora:	Fuentes fijas por tipo de producción.
Excepciones:	No hay

Perú.

Norma Técnica Peruana NTP 350.301:2009. “Calderas Industriales. Estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) y etiquetado”

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las calderas tipos paquete de tubos de humo (pirotubular) y de tubos de agua (acuotubular) sin equipo de recuperación de calor que utilizan combustibles sólidos, gaseosos y líquidos derivados del petróleo, con las características mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 10: Características de las calderas a las cuales se aplica este NTP.

Potencia	De 98 – 11772 kW (10 a 1200 BHP)
Presión manométrica	<ul style="list-style-type: none"> - Hasta 2069 kPa (300 psig) para las calderas de tubos de humo - Hasta 3103 kPa (450 psig) para las calderas de tubos de agua
Temperatura	De saturación

No aplica a calderas para generación de potencia.

Se establece límite de emisión para partículas sólidas, SO₂, NO_x, CO.

Tabla 11: Límites Máximos Permisibles para Calderas de Vapor de Uso Industrial ⁽⁴⁾

Parámetro	Límite de Emisión (mg/Nm ³) ⁽¹⁾		
	Combustible		
	Gas	Líquido	Sólido
Partículas Sólidas ⁽²⁾	---	150	150

SO ₂	300	1500	1500 (carbón) 100 (bagazo) 500 (Bag/petro)
NO _x	320	600	750
CO	100	350	500
Opacidad (Índice Bacharach) ⁽³⁾	0	4	---

- (1) Concentración referida a condiciones normales 0°C, 1 atmósfera, 3% de O₂ para gas y líquidos y 6% de O₂ para sólidos
- (2) Para calderas de potencia mayor o igual a 800 BHP (líquido) y 300 BHP (sólido)
- (3) Para calderas menores a 800 BHP
- (4) Estos límites son aplicables a las calderas de vapor pirotubulares y acuotubulares; Asimismo, se aplican a calderas de calentamiento de agua o aceite térmico que queman Diesel, Residual o Gas o en general que queman combustibles fósiles y que pertenecen a las empresas industriales manufactureras pudiendo ser de aplicación por otros sectores.

NOTA: El monitoreo de las emisiones atmosféricas se realizará conforme al Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado por Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI/DM.

Los límites máximos permisibles para emisiones de calderas por tipo de combustible para el sub-sector electricidad son:

Tabla 12: Límites de emisión para calderas del sector eléctrico.

Tipo de Combustible	Contaminantes mg/m ³ (miligramos/metro cúbico a 11% de oxígeno) Concentración en cualquier momento		
	Partículas	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	Dióxido de Azufre (SO ₂)
Líquido	100	275	Diesel: 700 ó < 0,5% de S en masa Residual: 1500 ó < 1,5 de S en masa
Sólido	100	458	1500

A2. Calderas de Menor Tamaño

Unión Europea.

Para pequeñas instalaciones de combustión se cuenta con la revisión hecha el año 2000 por el centro de investigación finlandés VTT Energy: “**Métodos de prueba y requisitos de emisión para pequeñas calderas (<300 kW) en Europa**” el que describe los métodos de

prueba, las condiciones de eficiencia térmica y valores límite de emisión para países considerados como mercado objetivo de calderas de fabricación finlandesa.

Las calderas que queman madera son testeadas de acuerdo a la norma Europea **EN 303-5**, la cual fue originalmente elaborada por expertos austriacos. En todo caso cada país ha establecido valores límite de eficiencia y emisión de contaminantes de acuerdo a sus correspondientes realidades.

El estándar **EN 303-5: “Calderas de calefacción. Parte 5: Calderas especiales para combustibles sólidos, de carga manual y automática y potencial útil nominal hasta 300 kW. Terminologías, requisitos, ensayos y marcado”** fue aprobado por el Comité Europeo de Normalización en noviembre de 1998, considera requisitos para el testeo y límites de emisión. El estándar considera biomasa y algunos combustibles fósiles.

La tabla 13 lista los combustibles cubiertos por el estándar:

Tabla 13: Combustibles cubiertos por el estándar EN 303-5.

Biocombustible Sólido	Humedad (% en b.h.)
Trozos de madera	<25
Astillas B1	15-35
Astillas B2	>35
Pellets y briquetas de madera*	
Aserrín	20-50
Combustibles fósiles	
Carbón bituminoso	
Lignito	
Coke	
Antracita	

*: Sólo se acepta el uso de aglutinantes naturales.

El estándar clasifica a las calderas en tres categorías las que están en función de la Potencia Nominal de salida. Los contaminantes normados son el monóxido de carbono, carbono orgánico total y material particulado. Los límites de emisión se muestran en la Tabla 14:

Tabla 14: Límites de emisión según EN 303-5.

Alimentación	Combustible	Potencia Nominal kW	Límites de Emisión mg/Nm ³ al 10% de O ₂								
			CO			COT*			MP		
			clase 1	clase 2	clase 3	clase 1	clase 2	clase 3	clase 1	clase 2	clase 3
Manual	Biocombustible	<50	25000	8000	5000	2000	300	150	200	180	150
		50-150	12500	5000	2500	1500	200	100	200	180	150
		150-300	12500	2000	1200	1500	200	100	200	180	150
	Fósil	<50	25000	8000	5000	2000	300	150	180	150	125
		50-150	12500	5000	2500	1500	200	100	180	150	125
		150-300	12500	2000	1200	1500	200	100	180	150	125
Automática	Biocombustible	<50	15000	5000	3000	1750	200	100	200	180	150
		50-150	12500	4500	2500	1250	150	80	200	180	150
		150-300	12500	2000	1200	1250	150	80	200	180	150
	Fósil	<50	15000	5000	3000	1750	200	100	180	150	125
		50-150	12500	4500	2500	1250	150	80	180	150	125
		150-300	12500	2000	1200	1250	150	80	180	150	125

*: Carbono Orgánico Total.

Las clases corresponden a rangos de eficiencia, los que se obtiene como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Clase 1:} & \quad \eta = 47 + 6 \log Q_n \\ \text{Clase 2:} & \quad \eta = 57 + 6 \log Q_n \\ \text{Clase 3:} & \quad \eta = 67 + 6 \log Q_n \end{aligned}$$

Donde η es la eficiencia térmica del equipo en porcentaje y Q_n es la potencia nominal de salida en kW. Lo anterior determina un valor mínimo de eficiencia para las calderas de hasta 300 kW, el que teóricamente es del 47%. La eficiencia de los equipos se determina por el llamado método directo, es decir se mide la diferencia de temperatura del caudal de agua entre la salida y la entrada al equipo y se mide el consumo en peso de combustible en el mismo tiempo. La razón entre el calor entregado al agua y el aportado por el combustible determinan la eficiencia del equipo.

Normativa en Alemania.

La normativa alemana en cuanto a pequeñas instalaciones de combustión se establece en el **“Primer reglamento del acto federal del control de la contaminación atmosférica” (1.Verordnung BImSchG)**. Se establecen límites de emisión para calderas desde 4 kW de capacidad térmica quemando combustible sólido y de hasta 20 MW quemando combustibles líquidos y gaseosos. La Tabla 15 muestra los límites de emisión para combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

Tabla 15: Límites de Emisión de calderas para combustibles sólidos.

	Combustible	Cap. Térmica kW	Límite de Emisión en mg/Nm ³	
			MP	CO
Instalaciones existentes al 22 de marzo de 2010	Carbón, Briquetas de carbón, Coke, Lignito, Briquetas de lignito, Turba	4-500	90	1000
		>500	90	500
	Biomasa	4-500	100	1000
		>500	100	500
	Pellets de madera no tratada	4-500	60	800
		>500	60	500
Biomasa tratada, residuos de tableros sin conservantes	30-100	100	800	
	100-500	100	500	
	>500	100	300	
Desechos agrícolas, aceites combustibles livianos, gas natural, gas licuado, biogás, gas de coque, gas de alto horno, gas de refinería	4-100	100	1000	
Instalaciones con autorización de construcción hasta el 31 de diciembre de 2014	Carbón, Briquetas de carbón, Coke, Lignito, Briquetas de lignito, Turba, pellets de turba, biomasa, pellets de madera no tratada	>4	20	400
		Biomasa tratada, residuos de tableros sin conservantes	30-500	20
	>500		20	300
	Desechos agrícolas, aceites combustibles livianos, gas natural, gas licuado, biogás, gas de coque, gas de alto horno, gas de refinería	4-100	20	400

Para equipos de mediana capacidad térmica en Alemania existe la “Instrucción Técnica de la conservación de calidad de aire (TA Luft)”, donde se establecen límites de emisión en función de la capacidad térmica de los equipos (1 a 50 MWt) y el combustible quemado (sólido, líquido y gaseoso).

La Tabla 16 establece los límites de emisión:

Tabla 16: Límites de Emisión de calderas medianas.

Combustible	Tipo de Combustible	Capacidad Térmica [MW]	O ₂ %	MP [mg/Nm ³]	CO [mg/Nm ³]	NO _x [mg/Nm ³]	SO _x [m/Nm ³]	COV [mg/Nm ³]
Sólidos	Lecho fluidizado	0 - 2,5	7	100	150 ¹⁾	300 ²⁾	350	-
		2,5 - 5	7	50	150	300 ²⁾	350	-
		5 - 10	7	20	150	300 ²⁾	350	-
		< 10	7	20	150	300 ²⁾	350	-
	Carbón mineral	< 2,5	7	100	150 ¹⁾	500	1000 ³⁾	-
		2,5 - 5	7	50	150	500	1000 ³⁾	-
		5 - 10	7	20	150	500	1000 ³⁾	-
		< 10	7	20	150	400	1000 ³⁾	-
	Madera no tratada	< 2,5	11	100	150 ¹⁾	250	1000	10
		2,5 - 5	11	50	150	250	1000	10
		5 - 10	11	20	150	250	1000	10
		< 10	11	20	150	250	1000	10
	Paja u otros productos vegetal	< 1	11	50	250 ¹⁾	500	-	-
		> 1	11	20	250 ¹⁾	400	-	-
Líquidos y Gaseosos	Fuel-oil	< 50	3	1 ⁴⁾	80	180 – 250 ⁵⁾	850	-
	Metanol, Etanol, Aceite vegetal	< 50	3	1 ⁴⁾	80	350	850	-
	Otros	< 50	3	50	80	350	850	-
	Gas natural de red pública	< 50	3	5	50	100 – 150	10000	-
	Gas licuado	< 50	3	5	80	200	500	-
	Gas de refinería de petróleo	< 50	3	5		200	50000	-
	Biogás	< 50	3	5	80	200	350	-
	Hidrógeno ⁶⁾			5	80	200	350	-
	Otros	< 50	3	10	80	200	350	-

¹⁾ Sólo válido en funcionamiento a carga nominal, menos de 2,5 MWt.

²⁾ Emisiones de NO₂ no deben superar 150 mg/Nm³ para carbón mineral.

³⁾ Emisiones de SO₂ no deben superar 130 mg/Nm³ para hulla

⁴⁾ Cifra de hollín

⁵⁾ Depende de la temperatura de la combustión – TA Luft 5.4.1.2.2, Stickstoffoxide a)

⁶⁾ La caldera es provista de un tanque con hidrógeno. Dentro de la caldera el hidrógeno y el aire son mezclados y encendidos, con que la caldera produce calor y vapor de agua.

Para equipos de combustión de mayor potencia, Alemania adopta la directiva 2010/75/CE.

Anexo 2. Normativa Nacional Analizada

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 144/1961 del Ministerio de Salud: “Normas para evitar Emanaciones o Contaminantes Atmosféricos de Cualquier Naturaleza”.**
(Inicio Vigencia: 18.05.1961)

Aplica a todo tipo de fuente incluyendo los equipos de combustión de los servicios de calefacción o agua caliente de cualquier tipo de edificio, que utilicen combustibles sólidos o líquidos.

No establecen límites de emisión.

- ◆ **RESOLUCION N° 7.077/1976 del Servicio Nacional de Salud.**
(Inicio Vigencia: 28.09.1978)

Prohíbe la incineración de residuos sólidos de origen industrial o doméstico, en la Región Metropolitana. Exceptúese de la prohibición, la eliminación de restos o residuos biológicos, provenientes de hospitales, clínicas, laboratorios de investigación, etc., que podrán ser incinerados ajustándose a los requisitos mínimos que señala esta Resolución³⁵.

Esta Resolución aplica a calderas de todo tipo y no establece límites de emisión.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 48/1984 del Ministerio de Salud modificado por el DECRETO SUPREMO N° 30/1986 del Ministerio de Salud (D.O. 10.03.86): “Aprueba Reglamento de Calderas y Generadores de Vapor”.**
(Inicio Vigencia: 12.05.1984)

Establece las condiciones generales de construcción, instalación, mantención, operación y seguridad que deben reunir las calderas en que se generen fluidos a temperaturas y presiones superiores a la atmósfera, ya sean móviles o estacionarias. Exceptúase de la aplicación de este decreto a:

- Las Calderas de las locomotoras,
- Las Calderas instaladas en embarcaciones,
- Las Calderas de cualquier tamaño, cuya presión de trabajo no exceda de 0.5 kg/cm²,
- Las Calderas empleadas en la calefacción central de edificios, por agua caliente o por vapor cuya presión no exceda de 0.5 kg/cm².

³⁵ Uno de los requisitos mínimos que señala esta Resolución es que los gases no quemados o gases tóxicos no excedan los límites de las normas que determine el Servicio Nacional de Salud en cada caso

No establece límites de emisión.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 32/1990 del Ministerio de Salud, modificado por DECRETO SUPREMO N° 322/91 (D.O. 20.07.91) y DECRETO SUPREMO N° 356/97 (D.O. 20.02.98) ambos del Ministerio de Salud y por DECRETO SUPREMO N° 58/2004 (D.O. 29.01.94) y DECRETO SUPREMO N° 20/2001 (D.O. 12.04.01) ambos del Ministerio Secretaria General de la Presidencia: “Reglamento de Funcionamiento de Fuentes Emisoras de Contaminantes Atmosféricos que Indica, en Situaciones de Emergencia de Contaminación Atmosférica”**
(Inicio Vigencia: 24.05.1990)

Establece la paralización de las fuentes puntuales o grupales en episodios de preemergencia y emergencia ambiental, que figuren en el Listado de Paralización elaborado por SESMA, cuando superan las concentraciones de material particulado (32 mg/Nm^3 y 28 mg/Nm^3 respectivamente).

Aplica a fuentes emisoras de contaminantes atmosféricas (fuentes puntuales o grupales).

Las fuentes puntuales o grupales deben acreditar mediante mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de material particulado, medidas según método CH-5 y corregidas por el factor de exceso de aire establecido o según el método alternativo autorizado expresamente para este efecto por el SESMA, son inferiores a 32 mg/Nm^3 y 28 mg/Nm^3 , deberán paralizar en episodios de preemergencia y emergencia, respectivamente.

Además señala que durante todas las situaciones de emergencia ambiental, se fiscalizarán especialmente:

- I. las fuentes emisoras de material particulado originado en industrias e instituciones, que emitan sobre la norma de concentración establecidas en los DS N° 4 de 1992, y DS N° 1905, de 1993, ambos del Ministerio de Salud. ($112 \text{ mg/m}^3\text{N}$)
- II. las fuentes estacionarias puntuales y grupales y las calderas de calefacción grupal que no cumplan las mantenciones y acreditaciones señaladas en los DS N° 4/92 y N° 1905/93, ambos del Ministerio de Salud, respectivamente; y
- III. las fuentes emisoras de material particulado cuya acreditación de la concentración de dicho contaminante, mediante un procedimiento autorizado para ello, no se encuentre vigente.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 321/1991 del Ministerio de Salud: “Establece Norma de Emisión de Contaminantes Que Indica”**
(Inicio Vigencia: 07.05.1991)

Aplica para Las fuentes emisoras de contaminantes atmosféricas, tales como procesos industriales, calderas de calefacción y/o agua caliente, hornos industriales, hornos de panadería, etc. ubicadas en la Región Metropolitana.

Se establece límite de emisión para Material Particulado de 112 mg/m³N.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 4/1992 del Ministerio de Salud, modificado por DECRETO SUPREMO N° 20/2001 (D.O. 12.04.2001) y DECRETO SUPREMO N° 66/2010 (16.04.2010) ambos del Ministerio Secretaria General de la Presidencia: “Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Fuentes Estacionarias Puntuales y Grupales”**
(Inicio Vigencia: 02.03.1992)

Este decreto aplica a las fuentes estacionarias puntuales y grupales que se encuentran en la Región Metropolitana, exceptuando las fuentes estacionarias puntuales que emitan más de 1 tonelada diaria de material particulado.

Establece límite de emisión para material particulado de 112 mg/m³N a fuentes estacionarias puntuales³⁶ y 56 mg/m³N a fuentes estacionarias grupales³⁷.

Se define las compensaciones que deben cumplir las fuentes estacionarias puntuales nuevas. Además, señala que las calderas y hornos panificadores que no compensen emisiones y que utilicen diesel, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), gas de ciudad o biogás como combustible u otros de similares características de emisión, conforme lo determine el Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana, podrán exceptuarse de la obligación de medición de MP.

Para los efectos que sean procedentes, se estimará que estas fuentes emiten material particulado en las siguientes concentraciones, de acuerdo al combustible utilizado:

Tabla 17: Emisión estimada de MP según el combustible utilizado.

³⁶ Fuente Estacionaria Puntual: Es toda fuente estacionaria cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es superior o igual a mil metros cúbicos por hora (1.000 m³/hr) bajo condiciones estándar, medido a plena carga.

³⁷ Fuente Estacionaria Grupal: Es toda fuente estacionaria cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es inferior a mil metros cúbicos por hora (1.000 m³/hr) bajo condiciones estándar, medido a plena carga.

Tipo de Combustible	Concentración (mg/Nm ³)
diesel	30
gas licuado	15
gas de ciudad	15
biogás	15
gas natural	15

Las fuentes estacionarias deberán acreditar sus emisiones de MP, mediante el método CH-5. Tratándose de una fuente estacionaria puntual la medición deberá realizarse cada doce meses. En el caso de una fuente estacionaria grupal la medición deberá realizarse cada tres años.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 1.583/1992 del Ministerio de Salud: “Establece Norma de Emisión de Material Particulado a Fuentes Estacionarias Puntuales Que Indica”.**
(Inicio Vigencia: 26.04.1993)

Aplica a las fuentes estacionarias puntuales que emitan más de una tonelada diaria de material particulado que se encuentren ubicadas dentro de la Región Metropolitana.

Establece límite emisión para material particulado de 56mg/m³N para fuentes existentes y nuevas.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 2.467/1993 del Ministerio de Salud: “Aprueba Reglamento de Laboratorios de Medición y Análisis de Emisiones Atmosféricas Provenientes de Fuentes Estacionarias”**
(Inicio Vigencia: 18.02.1994)

Este Reglamento establece los servicios que podrán prestar los laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de Fuentes Estacionarias; las obligaciones que deben cumplir durante su funcionamiento.

La solicitud para obtener la autorización de funcionamiento como laboratorio de medición y análisis, deberá ser presentada en el Servicio de Salud respectivo, acompañada de la documentación establecida en este decreto.

- ◆ **RESOLUCIÓN N° 15.027/1994 del Ministerio de Salud: “Establece Procedimiento de Declaración de Emisiones para Fuentes Estacionarias Que Indica”**
(Inicio de Vigencia: 06.12.1994)

Aplica a las fuentes estacionarias puntuales y grupales, ubicadas dentro de la Región Metropolitana.

Establece que los titulares de las fuentes estacionarias puntuales y grupales deberán declarar ante el Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana, a lo menos una vez al año las emisiones de material particulado de cada una de sus fuentes.

No establece límites de emisión.

- ◆ **DECRETO SUPREMO N° 812/1995 del Ministerio de Salud, modificado por DECRETO SUPREMO N° 58/2003 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (D.O. 29.01.04): “Complementa Procedimiento de Compensación de Emisiones Para Fuentes Estacionarias Puntuales Que Indica”**
(Inicio de Vigencia: 08.05.1995)

Aplica a las fuentes estacionarias puntuales que se encuentren ubicadas dentro de la Región Metropolitana

Complementa el mecanismo de compensación de emisiones de material particulado para fuentes estacionarias puntuales establecido en los Decretos Supremos N° 4 y N° 1.583, ambos de 1992, del Ministerio de Salud. Indica que la Autoridad Sanitaria es el organismo que fiscalizará y sancionará, de acuerdo a las disposiciones del Código Sanitario, toda infracción a las obligaciones impuestas por este decreto.

No establece límites de emisión.

- ◆ **RESOLUCIÓN N° 5.155/1999 del Servicio de Salud del Ambiente, Región Metropolitana**
(Inicio de Vigencia: 17.03.1999)

Establece forma de declarar emisiones gaseosas para las fuentes estacionarias

La presente resolución se aplicará a las fuentes estacionarias puntuales, del tipo procesos industriales, calderas industriales y calderas destinadas a la calefacción, que se encuentren ubicadas en la Región Metropolitana y que generen emisiones de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) o compuestos orgánicos volátiles (COVs).

No establece límites de emisión.

◆ **DECRETO SUPREMO N° 138/2005 del Ministerio de salud modificado por el DECRETO SUPREMO N° 90/2010 del Ministerio de Salud: “Establece Obligación de Declarar Emisiones Que Indica”**

(Inicio de Vigencia: 17.11.2005)

Establece la obligación de entregar los antecedentes necesarios para estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos de los siguientes rubros, actividades o tipos de fuentes: Calderas generadoras de vapor y/o agua caliente, Producción de celulosa, Fundiciones primarias y secundarias, Centrales termoeléctricas, Producción de cemento, cal o yeso, Producción de vidrio, Producción de cerámica, Siderurgia, Petroquímica, Asfaltos y Equipos electrógenos.

Establece que para la estimación de las emisiones se considere factores de emisión existentes ya sean nacionales o internacionales según corresponda. Esta información debe ser entregada anualmente al SEREMI correspondiente.

No establece límites de emisión.

◆ **CIRCULAR N° B32/23 del 2006 del Ministerio de Salud: “Imparte Instrucciones sobre Aplicación del Decreto Supremo N° 138/2005, sobre Declaración de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos”.**

Esta circular tiene por objeto entregar a las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud del país las directrices para la implementación del Decreto Supremo N° 138/2005 del Ministerio de Salud, que establece la obligación de declarar emisiones de contaminantes atmosféricos. Para ello se definen una serie de antecedentes para la estimación de las emisiones provenientes de cada una de sus fuentes y plazo para la entrega de estos.

Las emisiones de los siguientes contaminantes atmosféricos deben declararse: PTS, PM10, CO, NO_x, SO_x, COV, NH₃, PCDD, PCDF, CO₂, Pb, As, Benceno, Tolueno, CH₄, TRS

No establece límites de emisión.

◆ **RESOLUCIÓN N° 2.063/2005, Ministerio de Salud, Secretaria Regional Ministerial Región Metropolitana: “Establece fuentes estacionarias a las que les son aplicables las normas de emisión de monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂)”**

(Inicio de Vigencia: 02.02.2005)

Aplica a todas las fuentes estacionarias puntuales y grupales ubicadas en la Región Metropolitana.

De las fuentes que están afectas a cumplimiento de la norma de emisión de monóxido de carbono (CO):

Aplica a las siguientes fuentes estacionarias:

- Calderas industriales (generador de vapor cuya presión de trabajo > a 0,5 kgf/cm²)
- Calderas de calefacción
- Hornos panificadores
- Procesos con combustión de intercambio indirecto de calor
- Procesos con combustión de intercambio directo de calor, en el cual los gases de combustión no contengan materias producto del proceso

Exceptúense de la acreditación del cumplimiento de la norma de emisión de monóxido de carbono, las fuentes estacionarias que pertenezcan a los tipos de fuentes indicados en el párrafo anterior y que cumplan con alguna de las siguientes condiciones:

- a) Que su consumo energético de combustible sea igual o menor a 200.000 kilojoule por hora (kJ/h), a plena carga.
- b) Que cuente con una fuente calórica o quemador del tipo "flujo de aire de combustión no controlado o atmosférico", cuyo consumo energético de combustible sea igual o menor a 500.000 kilo joule por hora (kJ/h), a plena carga.

Se excluyen del cumplimiento de la norma de 100 ppm de CO, aquellas fuentes estacionarias correspondientes a grupos electrógenos y turbinas de gas

El valor límite de emisión de monóxido de carbono es de 100 ppm.

La concentración de CO se determinará mediante el método de medición CH-3A.

De las fuentes que están afectas a cumplimiento de la norma de emisión de dióxido de azufre (SO₂):

- Calderas industriales (generador de vapor cuya presión de trabajo > a 0,5 kgf/cm²)
- Calderas de calefacción
- Hornos panificadores
- Procesos con combustión de intercambio indirecto de calor
- Procesos con combustión de intercambio directo de calor, en la cual los gases de combustión no contengan materias producto del proceso
- Grupos electrógenos
- Turbinas de gas

Exceptúense de la acreditación del cumplimiento de la norma de emisión de dióxido de azufre (SO₂), a las siguientes fuentes estacionarias que pertenezcan a los tipos de fuentes indicados en el párrafo anterior:

- a) cuyo consumo energético de combustible sea igual o menor a 200.000 kilojoule por hora (kJ/h), a plena carga.
- b) que utilicen diesel Grado A1, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), gas de ciudad o biogás como combustible u otros de similares características de emisión.
- c) Las fuentes estacionarias incluidas en un Programa de Reducción de Emisiones de SO₂, establecido según el artículo 40 del D.S. N° 58/2003, el que aprobó la actualización y reformulación del PPDA-RM.

El valor límite de emisión de dióxido de azufre es de 30 ng/J.

La concentración de SO₂ se determinará mediante el método de medición CH-6C

◆ **RESOLUCIÓN N° 42.549/2006 del Ministerio de Salud.**

(Inicio Vigencia: 14.10.2006)

Establece procedimiento de acreditación del cumplimiento de metas individuales de emisión y compensación de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x).

Aplica a las fuentes estacionarias existentes denominadas Mayores Emisores de NO_x³⁸ y a las fuentes estacionarias nuevas, cuya emisión sea igual o mayor a la de la última fuente incluida en los Mayores Emisores, que se encuentren ubicadas en la Región Metropolitana

Las mediciones de NO_x deberán ser efectuadas utilizando el método CH-7E para determinar la concentración y los métodos CH-2 ó CH-2A, según corresponda, para el caudal de gases.

No establece límites de emisión.

◆ **DECRETO SUPREMO N° 45/2007 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: "Norma de Emisión para Incineración y Coincineración".**

(Inicio Vigencia: 05.10.2007)

Establece, para todo el territorio nacional, la norma de emisión para las instalaciones de incineración y las de coincineración que correspondan a hornos de cemento, hornos rotatorios de cal e instalaciones forestales que utilicen biomasa forestal tratada.

³⁸ Los mayores emisores de NO_x son aquellas fuentes estacionarias existentes en la Región Metropolitana que concentraban el 80% de las emisiones de este tipo de fuentes al año 1997

Los límites máximos permitidos para las instalaciones de incineración, para los hornos de cemento, hornos rotatorios de cal y para instalaciones forestales que coincineren biomasa forestal, se indican en las siguientes tablas:

Tabla 18: Límites de emisión para incineración.

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado (MP)	30
Dióxido de azufre (SO ₂)	50
Oxidos de Nitrógeno (NO _x)	300
Carbono Orgánico Total (COT)	20
Monóxido de Carbono (CO)	50
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo (Pb) + Zinc (Zn) y sus compuestos, indicado como metal, suma total.	1
Arsénico (As) + Cobalto (Co)+ Níquel (Ni) +Selenio (Se) +Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total	1
Antimonio (Sb)+ Cromo (Cr)+ Manganeso (Mn)+Vanadio (V)	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	20
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	2
Benceno (C ₆ H ₆)	5
Dioxinas y furanos TEQ ¹	0,2 ng/Nm ³

¹TEQ: Factor tóxico equivalente para mamíferos de la Organización Mundial de Salud de 1998

Tabla 19: Límites de emisión para coincineración.

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado(MP)	50
Carbono Orgánico Total (COT) ¹	20
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo y sus compuestos, indicado como metal (Pb)	1
Arsénico (As)+Cobalto (Co)+ Níquel (Ni)+Selenio (Se)+Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total	1
Antimonio (Sb)+ Cromo (Cr)+ Manganeso (Mn)+ Vanadio (V)	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	20
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	2
Benceno (C ₆ H ₆)	5
Dioxinas y furanos TEQ ²	0,2 ng/Nm ³

¹ La autoridad competente autorizará exenciones a este límite en los casos en que el COT no provenga de las sustancias o materiales utilizadas como combustible. Para ello los titulares deberán presentar antecedentes fundados.

² TEQ: Factor tóxico equivalente para mamíferos de la Organización Mundial de Salud de 1998

Tabla 20: Límites de emisión para coincineración de biomasa forestal.

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado(MP)	50
Carbono Orgánico Total (COT)	20
Monóxido de Carbono (CO)	50
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo y sus compuestos, indicado como metal (Pb)	1
Arsénico (As)+Cobalto (Co)+ Níquel (Ni)+Selenio (Se)+Telurio (Te) y sus compuestos, indicado como elemento, suma total	1
Antimonio (Sb)+ Cromo (Cr)+ Manganeso (Mn)+ Vanadio (V)	5
Compuestos inorgánicos clorados gaseosos indicados como ácido clorhídrico (HCl)	30
Compuestos inorgánicos fluorados gaseosos indicados como ácido fluorhídrico (HF)	5
Benceno (C ₆ H ₆)	5
Dioxinas y furanos TEQ ¹	0,2 ng/Nm ³

¹ TEQ: Factor tóxico equivalente para mamíferos de la Organización Mundial de Salud de 1998.

El 04 de diciembre de 2009 se da inicio a la revisión de la norma de emisión para incineración y coincineración, D.S. N° 45/2007 del MINSEGPRES. El proyecto definitivo se encuentra en elaboración y las actividades pendientes son: (1) Opinión ante el Consejo Consultivo del Medio Ambiente y (2) la presentación del proyecto ante el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (Fuente: estado de avance de los procedimientos de dictación y revisión de normas de calidad ambiental y de emisión correspondiente a los programas priorizados de normas del 23 de septiembre de 2011. SINIA)

- ♦ **DECRETO SUPREMO N° 66/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: “Revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA)”**
(Inicio Vigencia: 16.04.2010)

El presente Decreto, revisa, reformula, actualiza y sustituye el actual Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (fijado en el Decreto Supremo N° 58 de 2003 del MINSEGPRES)

Aplica para fuentes estacionarias puntuales y grupales existentes o nuevas.

Se establece los requisitos que deben cumplir los petróleos combustibles grado N° 5 y N° 6, que se emplean como combustible para calderas y hornos de procesos industriales, que se distribuyan o expendan en la Región Metropolitana:

Tabla 21: Requisitos para petróleos usados en calderas y procesos de combustión.

	Propiedades	Grado N° 5		Grado N° 6		Método de Ensayo ASTM
		Min	Máx	Min	Máx	
1	Densidad a 15°C, kg/m ³	-	999,4	-	999,4	D 1298, D 4052
2	Punto de inflamación, °C	55	-	60	-	D 93, D 3828
3	Punto de escurrimiento, °C	-	13	-	32	D 97
4	Agua por destilación y sedimento por extracción, %(v/v)	-	1,0	-	2,0 (i)	D 95 y D 473
5	Sedimento por extracción, % (m/m)	-	-	-	0,50	D 473
6	Cenizas, % (m/m)	-	0,05	-	0,05	D 482
7	Residuo carbonoso, % (m/m)	-	Informar	-	Informar	D 524
8	Viscosidad cinemática, cSt, a 100 °C	9,0	14,9	15	50	D 445
9	Azufre, % (m/m)	-	1,0	-	1,0	D 2622, D 4294
10	Vanadio, ppm	-	-	-	500	D 5863, IP 288, ISO 14597
11	Asfaltenos, % (m/m)	-	Informar	-	Informar	D 3279

i. El exceso sobre 1% de agua y sedimento debe deducirse de la cantidad total entregada por el proveedor.

En el Capítulo IV, relativo al sector industrial, se establece las exigencias de reducción de emisiones de material particulado, NO_x, CO y SO₂.

Monóxido de Carbono (CO)

- Establece el valor de 100 ppm en volumen base seca, como concentración máxima permitida de CO, para fuentes estacionarias cuya emisión dependa exclusivamente del combustible utilizado, es decir, en la cual los gases de combustión no contengan materias producto del proceso. El valor indicado de 100 ppm de CO está referido a un 3% de oxígeno para combustibles gaseosos y líquidos, y 11% de oxígeno para combustibles sólidos.
- Aplica a las siguientes fuentes estacionarias:
 - a) Calderas industriales.
 - b) Calderas de calefacción.
 - c) Hornos panificadores.
 - d) Procesos con combustión de intercambio indirecto de calor.
 - e) Procesos con combustión de intercambio directo de calor, en el cual los gases de combustión no contengan materias producto del proceso.
 - f) Antorchas de quema de biogás.

Exceptúense de la acreditación del cumplimiento de la norma de emisión de monóxido de carbono, las fuentes estacionarias que pertenezcan a los tipos de fuentes indicados en el párrafo anterior y que cumplan con alguna de las siguientes condiciones:

- c) Que su consumo energético de combustible sea igual o menor a 200.000 kilojoule por hora (kJ/h), a plena carga.
- d) Que cuente con una fuente calórica o quemador del tipo "flujo de aire de combustión no controlado o atmosférico", cuyo consumo energético de combustible sea igual o menor a 500.000 kilojoule por hora (kJ/h), a plena carga.

Se excluyen del cumplimiento de la norma de 100 ppm de CO, aquellas fuentes estacionarias correspondientes a grupos electrógenos y turbinas de gas

El valor límite de emisión de monóxido de carbono es de 100 ppm.

Dióxido de Azufre (SO₂)

Norma de emisión de dióxido de azufre (SO₂) para fuentes estacionarias de 30 nanogramos por joule (ng/J).

Los tipos de fuentes estacionarias afectas al cumplimiento de la norma de SO₂, son las siguientes:

- a) Calderas industriales.
- b) Calderas de calefacción.
- c) Hornos panificadores.
- d) Procesos con combustión de intercambio indirecto de calor.
- e) Procesos con combustión de intercambio directo de calor, en la cual los gases de combustión no contengan materias producto del proceso.
- f) Grupos electrógenos.
- g) Turbinas de gas.
- h) Antorchas de biogás.

Exceptúense de la acreditación del cumplimiento de la norma de emisión de dióxido de azufre (SO₂), a las siguientes fuentes estacionarias que pertenezcan a los tipos de fuentes indicados en el párrafo anterior:

- d) cuyo consumo energético de combustible sea igual o menor a 200.000 kilojoule por hora (kJ/h), a plena carga.
- e) que utilicen diesel Grado A1, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), gas de ciudad o biogás como combustible u otros de similares características de emisión. Para estos efectos, el contenido de azufre total de los combustibles gas de ciudad y biogás deberá ser menor o igual que el contenido de azufre correspondiente al diesel Grado A 1.

Además, para todos aquellos proyectos o actividades nuevas y modificación de aquellos existentes que se someten al SEIA, deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- Aquellos proyectos o actividades nuevas y sus modificaciones, en cualquiera de sus etapas, que tengan asociadas una emisión total anual que implique un aumento sobre la situación base, superior a los valores que se presentan en la siguiente tabla, deberán compensar sus emisiones en un 150%. (Artículo 98PPDA RM)

Tabla 22: Situación base de emisiones anuales.

Contaminante	Emisión Máxima (t/año)
MP10	2,5
NOx	8
SOx	50

La recomendación de emisiones será de un 150% del monto total anual de emisiones de la actividad o proyecto para el o los contaminantes para los cuales se sobrepase el valor referido en la tabla precedente. Estas emisiones corresponderán a emisiones directas, es decir, las que se emitirán dentro del predio o terreno donde se desarrolle la actividad, y las emisiones indirectas, tales como, las asociadas al aumento del transporte producto de la nueva actividad.

En situaciones de Preemergencia y Emergencia Ambiental las fuentes puntuales y grupales que no acrediten mediante mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de material particulado, son inferiores a 32 mg/Nm^3 y 28 mg/Nm^3 , deberán paralizar en episodios de Preemergencia y Emergencia Ambiental, respectivamente.

- ♦ **DECRETO SUPREMO N° 78/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: “Establece Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas”**
(Inicio Vigencia: 03.06.2010)

El presente Plan de Descontaminación Atmosférica, regirá en las comunas de Temuco y Padre Las Casas y tiene por objetivo lograr que, en un plazo de 10 años, en la zona saturada que abarca dichas comunas, se dé cumplimiento a la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP10, contenida en el DS. N° 59, de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, en adelante DS. N° 59/98.

Dado que la fuente principal de MP10 en la zona saturada es la combustión residencial de leña, usada para cocción de alimentos y calefacción, el PDA pone especial énfasis en la reducción de emisiones provenientes de la combustión residencial de leña,

complementado también con medidas de control de las fuentes industriales, transporte y agrícolas.

El Capítulo III contiene las medidas para reducir las emisiones de MP10 del sector industrial:

- Aplica a fuentes puntuales, grupales y calderas de calefacción grupales existentes y nuevas
- La norma de emisión de MP para fuentes existentes es:

Tabla 23: Límites de emisión de MP para fuentes existentes.

Categorías de Fuentes Existentes ³⁹		
Fuentes Puntuales	Fuentes Grupales	Calderas de Calefacción Grupal
Concentración máxima permitida MP (mg/m ³ N)		
112	112	112

- La norma de emisión de MP para fuentes nuevas es:

Tabla 24: límites de emisión de MP para fuentes nuevas.

Categorías de Fuentes Nuevas ⁴⁰		
Fuentes Puntuales	Fuentes Grupales	Calderas de Calefacción Grupal
Concentración máxima permitida MP (mg/m ³ N)		
112	112	112

- Transcurridos doce meses, contados de la publicación en el Diario Oficial del presente decreto, las fuentes estacionarias puntuales y grupales, y calderas de calefacción grupales nuevas y existentes deberán medir sus emisiones de MP, mediante un muestreo isocinético realizado a plena carga, de acuerdo al Método CH - 5 (Resolución Nº 1.349, del 6 de octubre de 1997 del Ministerio de Salud, "Determinación de las Emisiones de Partículas desde Fuentes Estacionarias"), en cada una de las chimeneas de descarga a la atmósfera.
- La periodicidad de los muestreos isocinéticos de emisiones de las fuentes puntuales y grupales, y calderas de calefacción grupales, quedará definida de manera diferenciada por tipo de combustible, como se muestra a continuación:

³⁹ **Fuente Existente:** aquella fuente estacionaria puntual o grupal que se encuentra instalada con anterioridad a la fecha de publicación del presente decreto en el Diario Oficial, siempre que cumpla la obligación de declarar sus emisiones dentro del primer año de vigencia del presente decreto

⁴⁰ **Fuente Nueva:** aquella fuente estacionaria o caldera de calefacción instalada con posterioridad a la fecha de publicación del presente decreto en el Diario Oficial, o que estando instalada con anterioridad a dicha fecha, no haya declarado sus emisiones dentro del primer año de vigencia del presente decreto.

Tabla 25: Frecuencia de muestreos.

Tipo de Fuente	Tipo de Combustible	Periodicidad
Fuentes Puntuales	Cualquier tipo	Cada 12 meses
Fuentes Grupales y Calderas de Calefacción Grupal	diesel o kerosene	Cada 36 meses
	Gas natural, Gas licuado, Gas de ciudad u otros similares ⁽¹⁾	Exenta de acreditarse ⁽²⁾
	Biomasa (leña, aserrín, viruta, briquetas, etc.)	Cada 12 meses

(1) De acuerdo a lo establecido por la SEREMI de Salud

(2) Salvo que la SEREMI de Salud lo requiera, fundado en que se haya observado una condición de operación en la fuente que implique la generación de emisiones de material particulado por sobre los estándares característicos para este tipo de combustible.

- ◆ **RESOLUCION 15 exenta/2010 del Ministerio del Medio Ambiente: “Anteproyecto de Revisión de Norma de Emisión para la Incineración y Coincineración”.**
(Inicio Vigencia: 02.11.2010)

A partir de la aplicación de la norma de emisión se ha detectado la existencia de elementos y sustancias cuyo uso como combustible está afecto a la norma de emisión de incineración y coincineración, los cuales, sin embargo, tienen como característica la de ser menos contaminantes que algunos combustibles tradicionales que no están afectos a la norma mencionada. Lo anterior hace necesario evaluar la modificación de la Norma de Emisión para la Incineración y Coincineración, a fin de ampliar el listado de los combustibles tradicionales, de manera que la norma no se aplique a aquellos materiales o sustancias que, utilizados como combustible, no generan emisiones riesgosas para la salud de la población o el medio ambiente.

Es necesario, asimismo, incorporar nuevas definiciones en el cuerpo de la norma o modificar las definiciones existentes, a fin de permitir una mejor aplicación de este instrumento.

Se hace necesario, también, actualizar los métodos de medición de los contaminantes que regula la norma mencionada.

Las modificaciones que contempla la norma de emisión para incineración y coincineración, son las siguientes:

- Se amplía la aplicación de la norma: instalaciones de incineración y las de coincineración que correspondan a hornos de cemento, hornos rotatorios de cal que

utilicen combustibles no tradicionales, e instalaciones forestales que utilicen biomasa forestal tratada como combustible.

- Se amplía el listado de combustibles tradicionales, se agregan: Biomasa no tratada, biocombustibles, hidrógeno y biógas.
- Se define Instalación Forestal como un equipo o unidad que combustionan biomasa forestal tratada
- Se define Biomasa Tratada como aquella conformada por sustancias o materiales orgánicos, que no hayan sido sometidos a tratamiento con productos químicos que contengan o puedan generar al menos uno de los elementos o compuestos químicos regulados por este decreto
- Se cambian los métodos de medición establecidos en la norma con protocolo EPA, por métodos CH
- Se solicita un plan de monitoreo cada vez que exista alguna modificación de la instalación

Se mantiene los límites máximos permitidos para las instalaciones de incineración, para los hornos de cemento, hornos rotatorios de cal y para instalaciones forestales que coincieren biomasa forestal.

◆ **DECRETO SUPREMO N° 13/2011 del Ministerio del Medio Ambiente: “Establece Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas”**
(Inicio Vigencia: 23.06.2011)

Este decreto tiene por objetivo controlar las emisiones al aire de material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂) y mercurio (Hg).

Aplica a las unidades de generación eléctrica, conformadas por calderas o turbinas, con una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos, considerando el límite superior del valor energético del combustible). Se exceptúan de esta regulación calderas y turbinas que forman parte de procesos de cogeneración.

Se establecen límites de emisión para MP, SO₂, NOx y Hg, por tipo de combustible utilizado y diferenciados para fuentes emisoras existentes⁴¹ y nuevas⁴², los que se indican a continuación:

⁴¹ Fuente Emisora Existente: unidad de generación de eléctrica que se encuentra operando o declarada en construcción, de conformidad a lo dispuesto por el Art. 272, del Reglamento de la Ley Eléctrica, DS N° 327, de 1997, del Ministerio de Minería, con anterioridad al 30 de noviembre de 2010, inclusive, siempre y cuando sea puesta en servicio a más tardar un año después de la fecha establecida en el cuadro N°4 “Programa de obras del SIC (Construcción)”, respecto de las obras de generación en construcción, y cuadro N°2 “Proyectos de generación en construcción y recomendados”, respecto de los proyectos en construcción, contenidos en los Informes Técnicos Definitivos de la Fijación de Precios de Nudo del mes de octubre de 2010, del Sistema Interconectado del Norte Grande, respectivamente. Este plazo podrá ampliarse por una sola vez para cada fuente y por el plazo máximo de un año, previo informe fundado del Ministerio de Energía, mediante decreto dictado por orden del Presidente de la República y expedido por el Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla 26: Límite de emisión para fuentes emisoras existentes (mg/Nm³)

Combustible	MP	SO ₂	NOx
Sólido	50	400	500
Líquido	30	30	200
Gas	n.a.	n.a.	50

n.a.: no aplica

Tabla 27: Límite de emisión para fuentes emisoras nuevas (mg/Nm³).

Combustible	MP	SO ₂	NOx
Sólido	30	200	200
Líquido	30	10	120
Gas	n.a.	n.a.	50

n.a.: no aplica.

Tabla 28: Límite de emisión para Mercurio (Hg) para fuentes emisoras existentes y nuevas que utilicen carbón y/o petcoke (mg/Nm³).

Combustible	Hg
Carbón y/o petcoke	0,1

Comentarios:

- El Decreto Supremo N° 48/1984, sobre “Reglamento de calderas y generadores de vapor”, es una norma esencialmente de seguridad, ya que establece las condiciones generales de construcción, instalación, mantención, operación y seguridad que deben reunir las calderas, resguardando la vida y salud de las personas, pero excluye de ella todo valor cuantitativo que enmarque el correcto funcionamiento o condiciones ideales de operación.
- Los excesos de aire establecidos en el Decreto Supremo N° 322/1991 del MINSAL, para fuentes que utilizan carbón y biomasa (leña, astillas y aserrín), permiten una gran dilución de la concentración medida, lo que implica que se permite la operación con tecnologías de combustión ineficientes y antiguas. Además, este decreto es aplicable a la Región Metropolitana.
- Según lo estipulado en el artículo 9 bis del D.S. N° 4/92 las calderas y hornos panificadores que no compensen emisiones y que utilicen diesel, podrán exceptuarse de la obligación de medición de MP. Por lo anterior, la norma estima límites de emisión mayor para el diesel (30 mg/m³) en comparación a los otros combustibles señalados en el mismo artículo. El límite de emisión para material particulado en

⁴² Fuente Emisora Nueva: unidad de generación eléctrica que no cumple con los requisitos para ser considerada fuente emisora existente

unidades de generación eléctrica que utilizan combustible líquido es también de 30 mg/m³.

- Falta más consistencia de la normativa vigente relacionada a las calderas, en el sentido especificar el tamaño, tipo de combustible de la misma forma como lo regula la normativa internacional. Nuestra legislación debiera contemplar a nivel nacional una sola normativa para este tipo de fuente, calderas y procesos de combustión, con el objeto de controlar las emisiones de MP, NO_x, SO₂.

Anexo 3. Estado de avance de los procesos de dictación y revisión de planes de prevención y planes de descontaminación, correspondiente al medio atmosférico.

TABLA PÚBLICA
ESTADO DE AVANCE DE LOS PROCESOS DE DICTACIÓN Y REVISIÓN DE PLANES DE PREVENCIÓN Y PLANES DE DESCONTAMINACIÓN, CORRESPONDIENTES AL MEDIO ATMOSFÉRICO

Fecha de elaboración de la Tabla: **14 de Agosto de 2012**

PLAN	FECHA DE INICIO DEL PROCESO DE DICTACIÓN O REVISIÓN DEL PLAN	ESTADO ACTUAL DEL PROCESO	GESTIONES PENDIENTES
1. Revisión del Plan de Descontaminación (MP10) para la Fundición Chuquicamata de Codelco Chile, División Codelco Norte	22/03/06	Anteproyecto en elaboración.	<ul style="list-style-type: none"> • Anteproyecto de Plan.
2. Elaboración del Plan de Prevención (SO2) para la Fundición Chuquicamata de Codelco Chile, División Codelco Norte	22/03/06	Proyecto Definitivo en elaboración.	<ul style="list-style-type: none"> • Opinión Consejo Consultivo del Medio Ambiente. • Presentación proyecto definitivo al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.
3. Elaboración del Plan de Prevención Atmosférico (PPA) para las comunas del Concepción Metropolitano	15/04/07	Anteproyecto sometido a consideración del Consejo Consultivo del Medio Ambiente el 5 de abril de 2012.	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación proyecto definitivo al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.
4. Elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica (MP10) para el Valle Central de la Región de O'Higgins	29/05/09	Anteproyecto aprobado mediante Resolución Exenta N° 450 del 28 de mayo de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente. En Consulta Pública desde el 4 de junio hasta el 29 de agosto de 2012.	<ul style="list-style-type: none"> • Opinión Consejo Consultivo del Medio Ambiente. • Presentación proyecto definitivo al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.



Maria Ignacia Benitez
MARÍA IGNACIA BENÍTEZ
Ministra del Medio Ambiente



TABLA PÚBLICA
ESTADO DE AVANCE DE LOS PROCESOS DE DICTACIÓN Y REVISIÓN DE
PLANES DE PREVENCIÓN Y PLANES DE DESCONTAMINACIÓN,
CORRESPONDIENTES AL MEDIO ATMOSFÉRICO

Fecha de elaboración de la Tabla: **14 de Agosto de 2012**

PLAN	FECHA DE INICIO DEL PROCESO DE DICTACIÓN O REVISIÓN DEL PLAN	ESTADO ACTUAL DEL PROCESO	GESTIONES PENDIENTES
5. Elaboración del Plan de Descontaminación (MP10) para la ciudad de Calama y su área circundante.	10/07/09	Mediante Resolución N° 552, del 29 de junio de 2012, del Ministerio de Medio Ambiente, se amplía el plazo para la elaboración del anteproyecto del plan hasta el 30 de junio de 2013.	• Anteproyecto de Plan.
6. Elaboración del Plan de Descontaminación (MP10) para la localidad de Andacollo y Sectores Aledaños.	30/11/09	Mediante Resolución N° 553, del 29 de junio de 2012, del Ministerio de Medio Ambiente, se amplía el plazo para la elaboración del anteproyecto del plan hasta el 31 de diciembre de 2012.	• Anteproyecto de Plan.
7. Revisión, reformulación y actualización del Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Ventanas.	10/08/11	Mediante Resolución N° 97, del 8 de febrero de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, se amplía el plazo para la preparación del Anteproyecto del Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Ventanas hasta el día 1° de marzo de 2013.	• Anteproyecto de Plan

[Handwritten signature]
 RBUI/CRPI/HCM/PS/DF/VO


[Handwritten signature]
MARÍA IGNACIA BENÍTEZ
Ministra del Medio Ambiente