

# Programa para el control de las emisiones al aire del sector industrial 2010 – 2014

Versión Final Enero, 2011.

**Documento Preparado por:**

Carmen Gloria Contreras Fierro  
 Priscilla Ulloa Menares  
 Cristián Ibarra Fernández

**Documento Revisado por:**

Patricia Matus, Jefe División Política y Regulación Ambiental  
 Marcelo Fernández, Jefe Departamento de Asuntos Atmosféricos

## 1. Antecedentes

A lo largo del país se identifican zonas industriales donde se constatan problemas de calidad del aire. Las principales actividades económicas que se desarrollan en estas áreas comprenden: Minería extractiva, fundiciones de cobre, generación de energía, siderurgia, plantas cementeras, plantas de celulosa, industrias químicas y forestales, entre otras. La Tabla 1 muestra el tipo de actividad industrial en distintas zonas del país y se indica si es una zona latente, saturada o sin problemas.

Tabla 1: Actividad industrial y calidad del aire, 2010 Zona Norte

REGION	LOCALIDAD	ACTIVIDAD INDUSTRIAL	CALIDAD DEL AIRE
Región Arica y Parinacota	Arica y Parinacota	Actividades Mineras	No registra problemas
Región Tarapacá	Parca y Mamiña	Actividades Mineras Cerro Colorado, HMC y extracciones de áridos.	Con niveles sobre norma anual de MP10 anual. No declarada saturada.
Región de Antofagasta	La Negra	Actividades Mineras Fundición Altonorte Planta Cementera Inacesa	Con niveles sobre norma de MP10 anual y diaria. Metales pesados. No declarada saturada
	Calama	Actividades Mineras Fundición Chuquicamata Fundición de Plomo Planta de Elaboración de explosivos (ENAEX)	Saturada por MP10 anual.
	Chuquicamata	Actividades Mineras Fundición Chuquicamata	Saturado por MP10 anual Latente por SO <sub>2</sub> Con Plan por ambos contaminantes.
	Ma. Elena y Pedro de Valdivia	Actividades Mineras no metálica	Saturada por MP10 Con Plan
	Tocopilla	Termoeléctricas	Saturada por MP10 diario y anual (1) Con Plan
Región de Atacama	Huasco	Termoeléctricas Fundición de hierro CMP (planta de pellets CAP)	Niveles sobre 80% de la norma de particulado sedimentable y MP10 anual.
	Diego de Almagro	Fundición	Saturada por SO <sub>2</sub> con Plan (Estación sin EMRP)
	Copiapó y Tierra Amarilla	Actividades Mineras y Fundición	Zona urbana Copiapó-Tierra Amarilla Niveles sobre la norma de MP10 anual Sector fundición Paipote Saturada por SO <sub>2</sub> con Plan Saturada por MP10 sin Plan
Región de Coquimbo	Andacollo	Actividades mineras extractivas Contaminación de suelos	Saturado por MP10 anual Plan en elaboración

Tabla 1: Actividad industrial y calidad del aire, 2010, Zona Centro Sur

REGION	LOCALIDAD	ACTIVIDAD INDUSTRIAL	CALIDAD DEL AIRE
Región de Valparaíso	Puchuncaví y Quintero	Termoeléctricas Fundición de cobre Calderas Canchas de carbón Actividades portuarias	Saturado por MP10 y SO <sub>2</sub> Con Plan
	Catemu	Fundición de cobre	Saturado por MP10 anual, latente MP10 diaria. Latente por SO <sub>2</sub> Sin Plan
Región Metropolitana	Toda la cuenca	Calderas y procesos de combustión Transporte Uso de leña a nivel residencial	Saturada: O <sub>3</sub> , MP10 y CO Latente: NO <sub>2</sub> Con Plan desde 1998.
Región de O'Higgins	Valle Central VI región (17 comunas)	Calderas	Saturada por MP10 Plan en elaboración
	Caletones	Fundición Actividades Mineras	Saturada por MP10 y SO <sub>2</sub> Con Plan
Región del Maule	Talca	Combustión residencial de leña. Calderas	Saturada por MP10 Sin Plan
Región del Bío-Bío	Los Ángeles	Combustión residencial de leña. Calderas.	Con niveles de saturación por MP10 No declarada
	Chillán	Combustión residencial de leña. Calderas.	Con niveles de saturación MP10 No declarada
	Concepción Metropolitan (10 comunas)	Termoeléctricas. Siderúrgica. Calderas de distintos procesos (pesquero, forestal, agro químicos). Hornos. Cemento. Refinamiento y almacenamiento de combustibles (ENAP)	Latencia por MP10 Plan en elaboración
Región de La Araucanía	Temuco y Padre Las Casas	Combustión residencial de leña.	Saturada por MP10 Con Plan
Región de Los Ríos	Valdivia	Combustión residencial de leña. Procesos de combustión: calderas y hornos.	Niveles sobre la norma diaria de MP10 No declarada
Región de Los Lagos	Osorno	Combustión residencial de leña. Procesos de combustión: calderas y hornos.	Niveles sobre la norma diaria de MP10 No declarada
Región de Aysén	Coyhaique	Combustión residencial de leña.	Niveles sobre la norma diaria y anual de MP10 No declarada

Fuente: Elaboración con aportes de profesionales de regiones.

(1) Tocopilla a pesar de contar con decreto de zona saturada por norma diaria, actualmente sólo se mantiene por la norma anual.

No obstante lo anterior, la estrategia general para abordar la gestión de la calidad del aire en el periodo 2011-2014 considera priorizar el control del MP2.5, lo cual requiere actuar sobre las emisiones directas de material particulado pero también sobre sus precursores, principalmente SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.

La situación actual de las zonas mencionadas respecto del MP2.5 es incierta por la falta de monitoreo en la mayor parte de ellas, sin embargo en la Región Metropolitana, Gran Concepción y la mayor parte de las ciudades que se localizan en la depresión intermedia desde Santiago al sur, se han observado concentraciones que superan la norma aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad en diciembre de 2010.

De acuerdo a lo declarado por el propio sector industrial a través del Registro de Emisión de Transferencia de Contaminantes (RETC, 2007), la participación en las emisiones de MP corresponden principalmente a termoeléctricas, fundiciones y calderas; de SO<sub>2</sub> a las fundiciones, termoeléctricas y calderas; de NO<sub>x</sub> termoeléctricas y calderas y de Hg a las termoeléctricas.

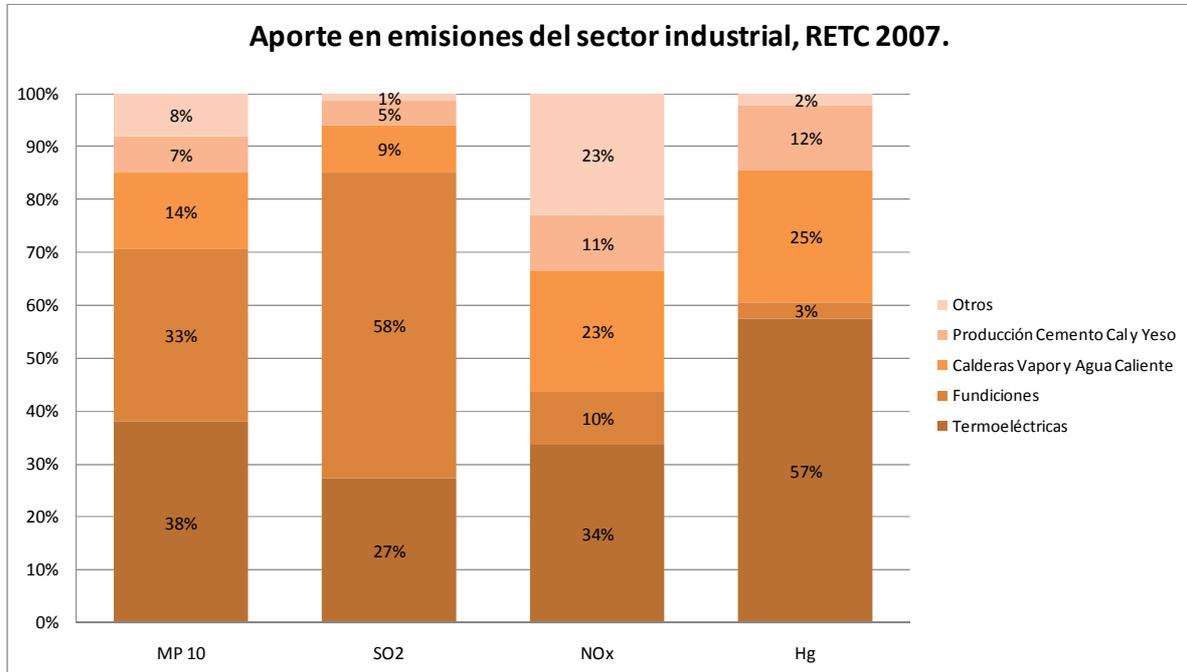


Figura 1: Participación en las emisiones de MP, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y Hg declaradas a través del RETC. Sector Industrial 2007.

### Normas de emisión vigentes para el sector industrial

En Chile las etapas y procedimientos para formular normas ambientales están contenidos en el Reglamento D.S. N° 93/95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. A la fecha, se encuentran vigentes las siguientes normas de emisión al aire para el sector industrial:

#### a) Normas de emisión aplicables sólo en la Región Metropolitana:

- D.S.N° 4/1992. MINSAL. Establece norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales y grupales (aplica sólo en la RM).
- D.S.N° 1.583/1993. MINSAL. Establece norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales que indica.

## b) Normas de emisión aplicables a nivel nacional:

- D.S. Nº 185/1992<sup>1</sup>. Ministerio de Minería. Reglamenta el funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico en todo el territorio de la República (nacional).
- D.S. Nº 2467/1994 MINSAL. Aprueba reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias.
- D.S. Nº 165/1999. MINSEGPRES. Establece norma de emisión para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire.
- D.S. Nº 167/2000. MINSEGPRES. Establece norma de emisión para olores molestos (compuestos sulfuro de hidrogeno y mercaptanos: gases TRS) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada.
- D.S. Nº 138/2005 del MINSAL. Establece obligación de declarar emisiones a fuentes que indica.
- D.S. Nº 45/2007. MINSEGPRES. Establece norma de emisión para incineración y coincineración.
- En proceso de oficialización se encuentra la norma de emisión para termoeléctricas, aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad en diciembre de 2010.

Además, el sector industrial ha sido regulado con normas de emisión contenidas en los Planes de Descontaminación, tales como:

- El PPDA R.M., que destaca a nivel industrial por tres razones: (1) una regulación con enfoque neutro, es decir, exige el mismo límite de emisión a todo el sector independiente del combustible, (2) establece un límite de emisión de 28 mg de MP/Nm<sup>3</sup> (episodios críticos de Emergencia Ambiental) durante el plan operacional respecto al resto del periodo que es hasta 4 veces más dicho valor. Esto demuestra la factibilidad técnica y el beneficio social de lograr emisiones de tal orden; y (3) con las reducciones del contenido de azufre en los combustibles líquidos, petróleos pesados y diesel<sup>2</sup>, se logró en forma escalonada importantes reducciones en las concentraciones de SO<sub>2</sub> y de MP2.5.
- El Plan de Temuco y Padre Las Casas, toma como modelo el PPDA R.M.
- El Plan de Tocopilla, controla las emisiones de las termoeléctricas, regulando las emisiones de MP de calderas que usan carbón.
- Se cuenta con cinco planes para fundiciones de cobre, algunos de ellos vigentes desde antes de la Ley de Bases 19.300. Estos planes han sido un avance en la gestión ambiental. No obstante, se puede demostrar que han perdido efectividad y eficiencia por varias razones, entre las que se mencionan: (a) regulan fuentes existentes con límites expresados en flujo másico<sup>3</sup> anual (Ton/año), que reflejan las condiciones de operación que tenían las fuentes emisoras en la

---

<sup>1</sup> Cabe destacar que la esencia del D.S. 185, es posteriormente recogida en parte de la Ley de Bases 19.300 y en los reglamentos para la elaboración de normas de calidad y de emisión y de planes. El D.S. Nº 185 es lectura obligatoria para el regulador, es inspirador en términos de los principios económicos y sociales que conjuga. A este decreto se vinculan varios Planes industriales vigentes, se define las compensaciones, se establecen normas de calidad ambiental primaria y secundaria, planes operacionales, entre otros. No obstante, la recomendación es evaluar la derogación del D.S. 185, en el cual se han constatado que la mayor parte de su cuerpo esta modificado y actualizado por otras normas; y aquello que no, se presta a confusiones en cuanto a aplicabilidad, especialmente en el tema de las compensaciones.

<sup>2</sup> Desde el 2010 se comercializa diesel con contenido menor que 50 ppm de S en todo el país y se ha reducido el contenido de metales pesados en otros combustibles.

<sup>3</sup> ¿Cuál es la ineficiencia de esto? En términos simples, no permite hacer un seguimiento en chimenea de las emisiones en mg/m<sup>3</sup>. Este criterio es necesario pero no suficiente debido a que además hay emisiones fugitivas que controlar. En particular el plan de Ventanas establece que las reducciones de emisiones eran hasta el año 1999; y posteriormente debe cumplir con la calidad del aire.

década de los 90's, (b) no regula el ingreso de nuevas fuentes o ampliaciones de las fuentes existentes, las cuales ingresan a través del sistema de evaluación de impacto ambiental compensando emisiones, (c) no se establecen exigencias de monitoreo continuo a megafuentes, y (d) la dinámica y evolución de crecimiento de las actividades productivas tal como se regula en Planes no refleja las nuevas exigencias ambientales, tales como: la huella de carbono, los avances tecnológicos, la mejoras de combustibles, entre otras.

Sobre la base de todos los antecedentes presentados, se considera que el control preventivo de las emisiones atmosféricas permitirá, no sólo resolver problemas de calidad del aire, sino que viabilizará el crecimiento de la actividad productiva en ciudades que actualmente se encuentran saturadas o latentes por material particulado o dióxido de azufre.

La necesidad de abordar una regulación a nivel país, que permita equilibrar adecuadamente las exigencias de reducción en relación con la magnitud de los problemas a resolver, nos lleva a la elaboración de un Programa de Control de Emisiones del Sector Industrial.

## 2. Finalidad del Programa

La primera prioridad es reducir las emisiones al aire de MP, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> para controlar las concentraciones de MP2.5 en la atmósfera. La segunda prioridad es reducir las emisiones al aire de metales pesados. Se definen estas prioridades con el fin de reducir el riesgo de efectos adversos sobre la salud de las personas y los ecosistemas.

### Sectores industriales priorizados

#### a) Termoeléctricas:

En el año 1999 en el 4° programa priorizado de normas, el Consejo de Ministros priorizó la necesidad de contar con una norma que regule las emisiones de las termoeléctricas en Chile. Sin embargo, no fue hasta junio de 2006 que se dio inicio formal a la elaboración del proyecto norma. El 2010, se cuenta con un proyecto definitivo de norma el cual se oficializará durante el primer semestre del 2011. Las termoeléctricas corresponden a fuentes emisoras importantes en cantidad y calidad de contaminantes a escala local y global. Los principales contaminantes emitidos en el proceso de combustión de las termoeléctricas corresponden a: material particulado (MP), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metales pesados como el mercurio (Hg). Adicionalmente, las emisiones de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> son precursores en la atmósfera de ácidos nítrico y sulfúrico – ambos componentes de la lluvia ácida - y del material particulado fino (MP2.5), principalmente en la forma de sulfatos y nitratos. Específicamente, las fuentes emisoras en las termoeléctricas corresponden a los procesos de combustión que se dan en calderas y turbinas.

Destaca del proceso de formulación del proyecto de norma de emisión la metodología utilizada, que servirá de referencia para los próximos procesos regulatorios que se inicien:

- En primer lugar se diseñaron tres escenarios regulatorios que fueron propuestos a partir del desarrollo y análisis de varias actividades, entre las que destacan: diagnóstico del sector a regular, visitas técnicas a la mayoría de las centrales, análisis de la disponibilidad y calidad de los combustibles (carbón y diesel), revisión de las tecnologías primarias y secundarias de control de emisiones al aire disponibles en el mercado y de sus costos, entrevista a distribuidores de tecnología, análisis de la tendencia de la regulación internacional, contacto con agencias ambientales internacionales, revisión de proyectos termoeléctricos presentados al sistema de evaluación de impacto ambiental y al Plan de Obras de la Comisión Nacional de Energía (CNE), entre otras actividades (ver siguiente figura).

- A continuación, los tres escenarios regulatorios fueron evaluados socialmente. Para la evaluación se consideraron las recomendaciones de la metodología de Análisis de Impacto Regulatorio (AIR), la que propone identificar los potenciales efectos positivos y negativos, cuantificar y valorar los beneficios sociales y costos sociales, incluyendo aquellos que no pueden valorarse monetariamente.
- Se seleccionó y usó herramientas de modelación de largo plazo y que tuvieran una mejor aproximación al problema, tanto para el mercado eléctrico y la calidad del aire.
- Se realizó un análisis de costos y finalmente se recomendó el escenario de regulación más costo efectivo y el de mayor beneficio social neto. Las actividades y etapas para la elaboración del proyecto norma se muestran en la siguiente figura:

La norma de emisión para termoeléctricas ha sido un hito a nivel regulatorio nacional, su modelo será replicado en otros rubros de interés.

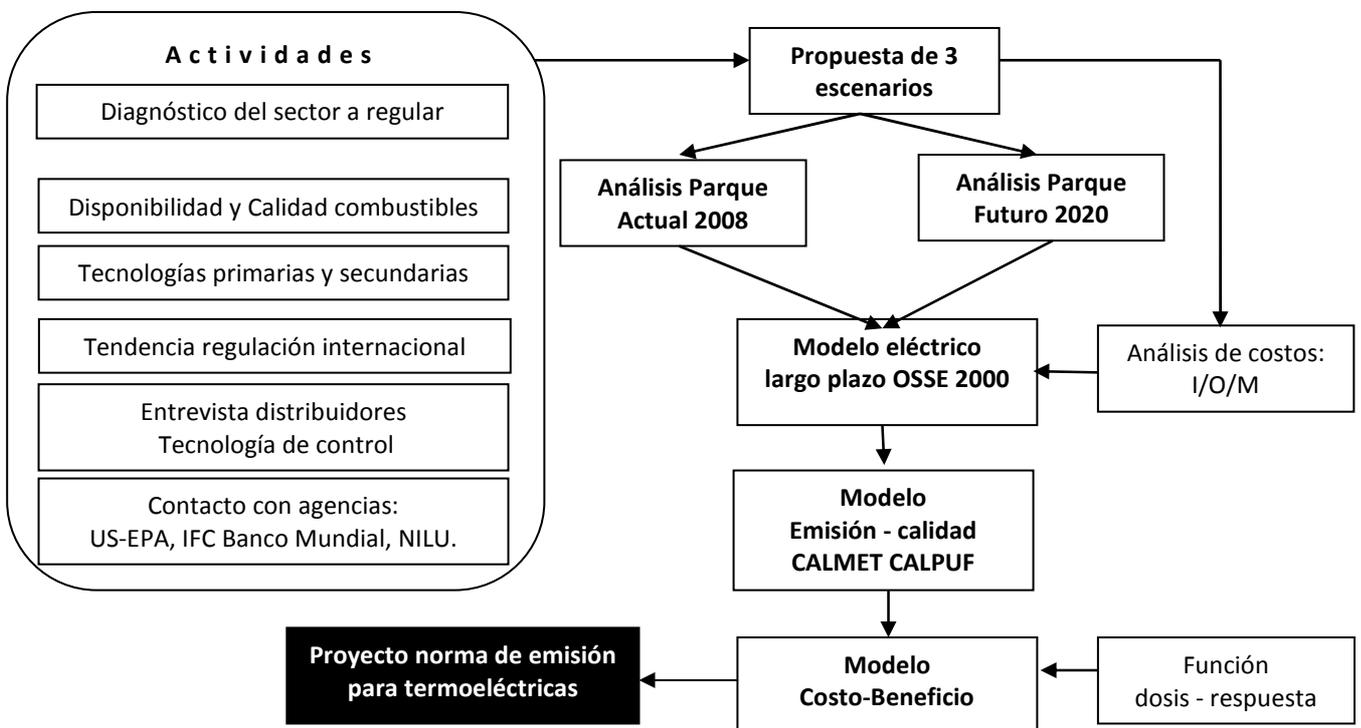


Figura 2: Metodología para formular el proyecto de norma de emisión al aire para termoeléctricas

Fuente: Enfoque y criterios para evaluar el impacto en salud y en los ecosistemas de la regulación de las emisiones al aire de las termoeléctricas. Contreras et al, 2010.

### b) Fundiciones de cobre:

En Chile hay siete fundiciones de cobre (Cu), de las cuales cuatro pertenecen a CODELCO, una a ENAMI y dos son propiedad privada, de las empresas AngloAmerican y XSTRATA. El nivel de captura de SO<sub>2</sub> de las fundiciones está en el orden de 87 a un 98%.

La siguiente figura 1, muestra durante el periodo 1990 al 2009, la producción de cobre, de ácido sulfúrico y las emisiones de SO<sub>2</sub>. Se observa que desde 1999 en adelante se registran reducciones significativas de SO<sub>2</sub> en un factor de 5 (de 2.000 a 400 kton/año). Reducciones que se materializan a través de mejores prácticas operacionales y cambios de algunos hornos, debido a exigencias de los Planes de Descontaminación.

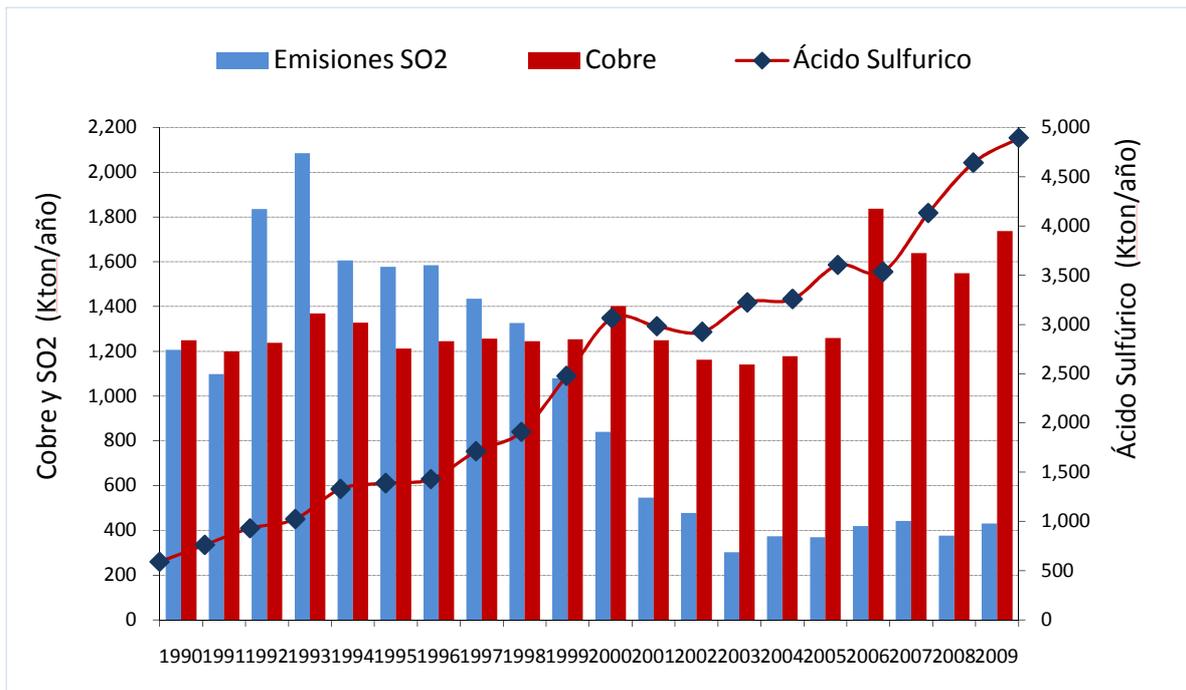


Figura 3: Producción de cobre y ácido sulfúrico, emisiones de SO<sub>2</sub>. 1990-2009.

Fuente: Elaborado y actualizado por Cristian Ibarra, a partir de:

- Datos del 1993 al 2004 tomados de presentación de Principles and Actions: Copper in Chile, Codelco & Sustainable Development . Isabel Marshall. Vice President for Quality, Marketing and Sustainability Codelco. April 2004.
- Datos de 2004 al 2009 elaboración propia a partir de:
- COCHILCO, 2010. Información entregada por Sara Pimentel.
- Fundición Chagres, 2010. Información entregada por Carlos Salvo, Asuntos Ambientales & Regulatorios, Anglo American Chile.
- Fundición Altonorte, 2010. Información entregada por Carmen Orge, Superintendente Medioambiente, DS y Riesgos.
- Fundición HVL (Paipote), 2010. Información entregada por Alejandro Díez.

Sin duda que los Planes de Descontaminación han logrado importantes reducciones del sector en las emisiones al aire de SO<sub>2</sub>, ¿pero es suficiente?<sup>4</sup>. En términos de Cu fino producido, la siguiente tabla muestra el aporte de las fundiciones ordenadas de mayor a menor en las emisiones al aire de SO<sub>2</sub>.

Tabla 2: Fundiciones en Chile ordenadas de mayor a menor en términos de la emisión de SO<sub>2</sub> por tonelada de cobre fino producido (Elaboración propia)

Puesta en Marcha	Fundición	Empresa	Localización	Región	Concentrado (miles de ton)	Emisiones SO <sub>2</sub> (kg/ton Cu fino)
1927	Potrerrillos	CODELCO	Chañaral	III	680	454
1922	Caletones	CODELCO	Cachapoal	VI	1.600	413
1952	Hernán Videla Lira	ENAMI	Copiapó	III	357	244
1965	Ventanas	CODELCO	Puchuncaví	V	450	232
1952	Chuquicamata	CODELCO	El Loa	II	1.650	171
1993	Altonorte	XSTRATA	La Negra	II	950	103 <sup>(1)</sup>
1960	Chagres	ANGLO AMERICAN	San Felipe	V	610	84

Fuente: Elaboración propia

(1) Valor estimado a partir de datos del año 2010, presentados en la visita a la fundición Altonorte.

<sup>4</sup> En Chile el valor estándar de calidad primario<sup>4</sup> de SO<sub>2</sub> de 24 horas es de 250 µg/m<sup>3</sup>, valor 12 veces más alto que el recomendado por la Organización Mundial de la Salud (20 µg/m<sup>3</sup>); y el doble que el de la Unión Europea (125 µg/m<sup>3</sup>). A parte, la OMS recomienda un valor para exposiciones de 10 minutos de 500 µg/m<sup>3</sup> y la Agencia ambiental de los Estados Unidos (US-EPA), establece un valor de 196 µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> en una hora. Para estos periodos Chile no cuenta con estándares.

Se puede concluir que:

- Las primeras cinco fundiciones del Estado presentan el mayor nivel de emisión de SO<sub>2</sub> por tonelada de cobre producido y están localizadas en zonas con Planes de Descontaminación.
- Las plantas más antiguas presentan mayor tasa de emisión de SO<sub>2</sub>.
- No hay evidencia que relacione las emisiones con el nivel de producción o con la cantidad de concentrado procesado por la fundición.

Algunos aspectos que se presentan como ventajas en términos de apertura a una posible regulación del sector: las empresas del Estado realizan investigación y desarrollo en materias que también incluyen el control ambiental, todas las fundiciones cuentan con gerencias de sustentabilidad ambiental y lineamientos estratégicos de producción a largo plazo, a nivel internacional el mercado exige garantías ambientales, se han firmado acuerdos que atienden a programas como la huella de carbono, la huella del agua, consumo y eficiencia energética, entre otros.

Una estimación al 2008 que compara las emisiones al aire de SO<sub>2</sub> de las fundiciones con el parque de generadoras de electricidad, indica que las fundiciones aportan 3 veces más de SO<sub>2</sub> que todo el parque actual de termoeléctricas. Y que solo la fundición de Caletones aporta la misma cantidad de SO<sub>2</sub> que todo el parque de termoeléctricas. Esta diferencia se explica por los contenidos de azufre (S) en el combustible y en el mineral. En el caso del carbón el contenido de S es menor al 1%, en cambio en el concentrado de cobre el S está en el orden de un 30%.

El siguiente gráfico compara las emisiones de SO<sub>2</sub> estimadas para el año 2008, de todo el parque de termoeléctricas con y sin norma y con cada uno de los aportes de las fundiciones.

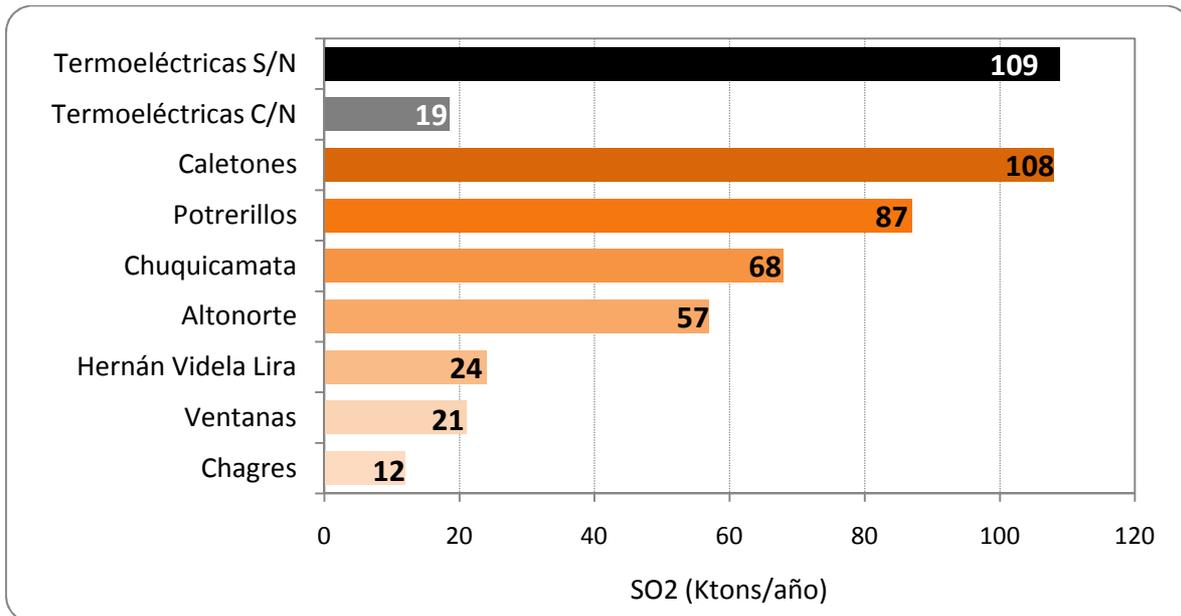


Figura 4: Comparación del aporte de emisiones de SO<sub>2</sub> entre todo el parque de termoeléctricas respecto a cada fundición, estimación 2008. Chile.

Fuente: Elaborado por Cristian Ibarra, Priscilla Ulloa y Carmen Contreras, a partir de:

- KAS. "Estudio Norma de emisión para termoeléctricas", 2009.
- COCHILCO, 2010. Información entregada por Sara Pimentel.
- Fundición Chagres, 2010. Información entregada por Carlos Salvo, Asuntos Ambientales & Regulatorios, Anglo American Chile.
- Fundición Altonorte, 2010. Información entregada por Carmen Orge, Superintendente Medioambiente, DS y Riesgos.
- Fundición HVL (Paipote), 2010. Información entregada por Alejandro Diez.

### **c) Calderas y procesos de combustión**

Las calderas y procesos de combustión, están presentes en distintos rubros industriales, son de distintos tamaños en cuanto a potencia, usan distintos combustibles con distintas calidades, en el parque existente hay tecnología de combustión convencional muy antigua y en contraste a otra muy avanzada, son de diversa vida útil y años de antigüedad.

A pesar de estar disponibles medidas de control de emisiones primarias y secundarias, se puede decir que las características antes enunciadas complejizan aún más la decisión de cómo abordar reducciones efectivas y eficientes, de cómo diseñar un instrumento regulatorio con beneficios sociales netos, oportuno y que de plazos realistas y suficientes para que el sector privado se adapte a la regulación.

Los aspectos relevantes a analizar en una regulación para calderas y principales procesos de combustión, son:

- Universo de calderas y aporte relativo en las emisiones
- Tipos de calderas y tamaños
- Identificación de otros procesos de combustión emisores (hornos)
- Prácticas de operación y mantenimiento O/M
- Medidas de eficiencia energética
- Medidas de control primarias y secundarias
- Tendencia de la regulación internacional
- Acciones o programas de reducción de emisiones que permiten optimizar la situación actual sin recurrir a una norma de emisión
- Estimación de los costos sociales y beneficios sociales

Las calderas y procesos de combustión están regulados a través de los siguientes instrumentos: PPDA-RM, Plan de Temuco y Padre Las Casas, Plan de Tocopilla, Norma de emisión para incineración y co-incineración y la futura norma de emisión para termoeléctricas (>50MW).

Una de las discusiones que se dará en la regulación del sector, es qué instrumento es más adecuado para lograr mejoras y reducciones en las emisiones en el caso de calderas y procesos de menor tamaño y que pertenecen a PYME's.

### **d) Grupos Electrónicos:**

El parque de grupos electrógenos (GE) ha aumentado progresivamente para abastecer la demanda de energía eléctrica principalmente en horarios de punta, a raíz de la vulnerabilidad de la matriz energética que se ha experimentado desde el 2004 en adelante. El parque de GE se ha estimado en 20.000 unidades en base a diesel y fuel oil, con potencial impacto en la calidad del aire principalmente en MP y NOx.

## Sector industrial y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

El SEIA ha sido una herramienta útil. No obstante, ha sido discrecional al evaluar caso a caso un proyecto. Al respecto se puede decir que:

- a) Como no existe normativa de emisiones, los megaproyectos se evalúan de acuerdo al cumplimiento de las normas de calidad vigente, en algunos casos, copando la cuenca o de acuerdo a la cantidad de emisiones que permite la norma de calidad.
- b) La evaluación de cumplimiento se realiza utilizando modelos de calidad del aire considerados obsoletos por agencias ambientales internacionales como US EPA, debido a que no se aproximan a la realidad del fenómeno que se quiere interpretar (ejemplo: Los Robles usó ISC).
- c) Permite en caso de no existir una norma de emisión nacional considerar algunas normas de referencia extranjera (si lo pide la autoridad).
- d) Queda al arbitrio del titular o de las COREMA's establecer las exigencias contenidas en las RCA's, constatándose diversidad de criterios.
- e) Se constatan inconsistencias en la aplicación del sistema de compensaciones, producto entre otras razones, por la no existencia de un límite de emisión para megafuentes o por no existir monitoreo continuo de emisiones.
- f) Los valores relacionados con las emisiones en chimenea contenidos en la RCA no están estandarizados, en algunos casos, se informa en flujo másico en otros casos en concentración.
- g) Los modelos de calidad del aire que se usan en la evaluación ambiental de los proyectos difieren tanto en aspectos metodológicos como de criterios técnicos por parte de los consultores que los utilizan, por lo tanto, hay incertidumbre en la evaluación de la relación emisión-concentración.
- h) Se ha comparado mediciones discretas isocinéticas con una alta variabilidad en sus resultados hasta 100%(caso central termoeléctrica de AesGener enTocopilla, )
- i) Se constata requerimientos inconsistentes en el monitoreo de calidad del aire (caso uso de pet coke en Tocopilla).
- j) A la mayoría de las megafuentes se les exige monitoreo continuo de emisiones.

### 3. Control de las emisiones al aire del sector industrial

Las reducciones graduales de los contaminantes emitidos por el sector industrial se logran a través de políticas ambientales que integren: la reducción del nivel de azufre en los combustibles, la aplicación de estándares de calidad primario y secundario; y de normas de emisión que limitan los contaminantes directamente en la actividad emisora.

Hay varias preguntas que debemos formularnos para evaluar la conveniencia de implementar un programa de control de emisiones industriales con un enfoque país. Por ejemplo: ¿Por qué controlar las emisiones del sector industrial? ¿Qué tipo de instrumento de gestión ambiental utilizar para controlar las emisiones del sector industrial: i) norma de calidad, ii) norma de emisión o iii) plan de descontaminación? ¿Podría utilizarse un instrumento económico: i) impuesto a las emisiones o ii) compensación entre las actividades económicas?

Existe consenso entre distintas disciplinas, ingenieros, economistas y políticos en señalar que en caso de externalidades negativas producto de la contaminación del aire el Estado debe intervenir regulando, si y sólo si, se demuestra que la solución tiene beneficios netos sociales.

De acuerdo a esto, si ya se cuenta con cierto marco normativo, es válido preguntarse si deben aumentar las regulaciones de las emisiones al aire para el sector industrial y de qué debe depender la condicionalidad de las regulaciones.

¿Qué sector económico debería ser regulado? ¿Se requiere regular por sector? ¿Por la localización del sector a regular? ¿Cuánto cuesta prevenir o controlar la contaminación para el Estado, para el privado y para la sociedad en su conjunto? Y si se regula, ¿cuál debería ser el estándar de la regulación ambiental de Chile? ¿Cómo la regulación de países latinoamericanos, como la regulación de los países de la OECD? ¿Depende de índices tecnológicas y económicas? ¿La regulación ambiental debería estar en sintonía con los acuerdos comerciales firmados por nuestro país?.

Desde el año 2000 a la fecha el Ministerio del Medio Ambiente (ex CONAMA) cuenta con antecedentes que han permitido priorizar los sectores industriales más relevantes a regular en términos de sus emisiones. Esta priorización se ha basado en una serie de criterios, tales como:

- i) niveles de emisión
- ii) toxicidad de contaminantes
- iii) nivel de información disponible
- iv) costos y beneficios
- v) población y recursos afectados.

Los resultados indican que los principales sectores a regular en orden de prioridad corresponden a:

- 1) Termoeléctricas
- 2) Fundiciones de cobre
- 3) Procesos de combustión (incluye calderas y hornos)

#### **4. Objetivos del Programa**

- Formular e implementar un marco normativo para el control de las emisiones del sector industrial priorizado.
- Definir los criterios para el monitoreo continuo de emisiones al aire.
- Elaborar criterios para la compensación de emisiones al aire.
- Apoyar el diseño de medidas de control para el sector industrial en Planes de descontaminación.
- Proponer mejoras en la calidad de los combustibles utilizados en el sector industrial.

#### **5. Componentes del Programa**

Las componentes del Programa corresponden a:

**Componente 1:** Normas de emisión para el sector industrial

**Componente 2:** Criterios para el monitoreo continuo de las emisiones

**Componente 3:** Criterios para la compensación de emisiones

**Componente 4:** Apoyo Planes de descontaminación

**Componente 5:** Mejoras en la calidad de los combustibles utilizados en el sector industrial

A continuación se describe cada componente:

### Componente 1: Normas de emisión para el sector industrial

Comprende la priorización de normas de emisión que se elaborarán para el sector industrial, partiendo por la necesidad de contar con un documento base que fundamente aspectos tales como: el enfoque regulatorio de mejor tecnología disponible (BACT en inglés), potencial de reducción de emisiones, unidades para expresar los límites de emisión, entre otros.

Las normas a elaborar durante el periodo 2011 al 2014 corresponden a:

- Norma de emisión para fundiciones
- Norma de emisión para calderas y procesos de combustión
- Norma de emisión para grupo electrógenos

Esta componente comprende además monitorear técnicamente el avance y buen término de la gestión asociada a otros procesos normativos que actualmente se encuentran en curso, tales como:

- Metodologías de la norma de emisión de arsénico (y vínculo con fundiciones)
- Publicación en D.O. de la norma de emisión para termoeléctricas.
- Revisión de la norma de emisión de incineración y co-incineración.
- Revisión de la norma de emisión de TRS.

El desarrollo de esta componente se vincula con la coordinación de los siguientes sectores:

- Ministerio de Minería
- Ministerio de Economía
- Ministerio de Salud
- Ministerio de Energía (Agencia de Eficiencia Energética)
- COCHILCO
- Consejo de Producción Limpia
- CODELCO
- ENAMI

### Componente 2: Criterios para el monitoreo continuo de las emisiones

La componente comprende la identificación, desarrollo y estandarización de las condiciones que facilitan contar con un monitoreo continuo de las emisiones en chimenea en megafuentes, incluyendo aspectos sobre: definición del tamaño de la fuente a la que se le va exigir el monitoreo continuo de emisiones, protocolos de monitoreo, seguimiento, reporte y difusión de la información.

Una vez que se cuente con el documento de criterios acordado con los actores competentes, los protocolos para el monitoreo se traspasaran a la Superintendencia del Medio Ambiente.

El desarrollo de esta componente se vincula con la coordinación de los siguientes sectores:

- Superintendencia del Medio Ambiente
- SEREMI Ministerio del Medio Ambiente RM
- Ministerio de Salud
- SEREMI Ministerio de Salud RM

### Componente 3: Criterios para la compensación de emisiones

Elaborar un protocolo de compensación de emisiones en SEIA y Planes, el cual contemple criterios técnicos, entre otros:

- Que las RCA sólo establezca el monto a compensar
- Que el titular presente un plan de compensaciones antes de iniciar la construcción del proyecto.
- Que se establezcan claramente los criterios técnicos, qué contaminante se compensará y cómo se realizará esta compensación.
- Que exista un procedimiento estándar para estos planes de compensación.

El desarrollo de esta componente se vincula con la coordinación de los siguientes sectores: Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental y Ministerio de Salud.

### Componente 4: Apoyo Planes de descontaminación

Con el fin de asegurar consistencia y coherencia entre los distintos instrumentos de regulación, la asesoría se focalizará en los siguientes Planes: 1) en etapa de formulación: Plan VI Región y Plan para el Gran Concepción, 2) en implementación Plan de la RM, y 3) en actualización Plan de la V Región.

El desarrollo de esta componente se vincula con la coordinación de los siguientes sectores: SEREMI Ministerio del Medio Ambiente RM, SEREMI Ministerio del Medio Ambiente VIII, SEREMI Ministerio del Medio Ambiente V y SEREMI Ministerio del Medio Ambiente VI.

### Componente 5: Mejoras en la calidad de los combustibles utilizados en el sector industrial

La idea es avanzar con el mejoramiento del contenido de azufre en los combustibles pesados. El desarrollo de esta componente se vincula con la coordinación de los siguientes sectores: SEREMI Ministerio del Medio Ambiente RM y Comisión Nacional de Energía (CNE).

#### 6. Presupuesto para el año 2011

El presupuesto inicial para el año 2011 es de \$85.000.000 (ochenta y cinco millones). El cual se focaliza en el desarrollo de tres estudios. Dos estudios para apoyar la formulación del proyecto de la norma para fundiciones; y un tercer estudio para la norma para calderas y procesos de combustión.

#### 7. Componentes y actividades programas para el periodo 2011-2014

Tabla 3: Componentes y actividades programas para el periodo 2011-2014

Componente	2011	2012	2013	2014
<p>1. Formular normativa de emisiones para sectores priorizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termoeléctricas</li> <li>• Fundiciones de cobre</li> <li>• Calderas y procesos de combustión</li> <li>• Grupos electrógenos</li> </ul> <p>Finiquitar procesos normativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incineración y co incineración</li> <li>• Olores molestos (TRS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Entrada en vigencia norma termoeléctricas (publicación Diario Oficial)</li> <li>○ Elaboración de anteproyectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ fundiciones de cobre</li> <li>○ calderas - procesos de combustión</li> <li>○ grupos electrógenos</li> </ul> </li> <li>○ Desarrollo de estudios técnicos</li> <li>○ Consulta Pública: norma fundiciones, grupos electrógenos, TRS.</li> <li>○ Consejo consultivo nacional: norma fundiciones, TRS, grupos electrógenos.</li> <li>○ Elaboración proyecto definitivo TRS, incineración</li> <li>○ Presentación al consejo de ministros norma TRS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contraloría TRS, incineración</li> <li>○ Continuación consulta pública norma fundiciones, grupos electrógenos</li> <li>○ Presentación Consejo Consultivo Nacional</li> <li>○ Análisis y respuesta a Consulta Pública</li> <li>○ Presentación al consejo de Ministros: norma fundiciones, grupos electrógenos</li> <li>○ Entrada en vigencia a través de la publicación en el D.O: TRS, incineración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Presentación al consejo de Ministros: procesos de combustión</li> <li>○ Contraloría fundiciones, procesos de combustión, grupo electrógenos</li> <li>○ Entrada en vigencia a través de la publicación en el D.O: fundiciones, grupo electrógenos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Entrada en vigencia a través de la publicación en el D.O: procesos de combustión</li> </ul>
2. Criterios para el monitoreo continuo de las emisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Identificación, desarrollo y estandarización de las condiciones que facilitan contar con un monitoreo continuo de las emisiones en chimenea en megafuentes.</li> <li>○ Formación de mesa de trabajo con actores relevantes.</li> <li>○ Protocolos de monitoreo acordado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Traspaso oficial a la Superintendencia del Medio Ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementación</li> <li>○ Análisis de resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementación</li> <li>○ Análisis de resultados</li> </ul>
3. Criterios para la compensación de emisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollo de criterios.</li> <li>○ Formación de mesa de trabajo con: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ministerio de Salud</li> <li>○ Servicio de Evaluación Ambiental</li> </ul> </li> <li>○ Documento de acuerdos sobre criterios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementación</li> </ul>
4. Asesorar el diseño de medidas de control para el sector industrial en Planes de descontaminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apoyo al Plan de Concepción</li> <li>○ Apoyo al Plan de Rancagua-Valle Central</li> <li>○ Apoyo a modificaciones en la regulación de la Región Metropolitana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apoyo a nuevos planes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apoyo a nuevo planes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Apoyo a nuevo planes.</li> </ul>
5. Proponer mejoras en la calidad de los combustibles utilizados en el sector industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Colaborar en mesa de trabajo</li> <li>○ Evaluar implicancias del mejoramiento de combustibles</li> <li>○ Proponer mejoramiento gradual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementación</li> </ul>