

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

6.1. Introducción

Una de las causas de contaminación más importante en Chile, que aún se mantiene, es la contaminación por SO_2 . Esto se debe a la presencia de megafuentes que emiten este contaminante, principalmente las fundiciones de cobre, que si bien han hecho un esfuerzo sostenido a través de los planes de descontaminación iniciados en la década de los noventa, aún impactan el aire, y las termoeléctricas, que en una cantidad apreciable, han incrementado sus emisiones durante la presente década.

CONAMA estableció en el año 2003 el Decreto Supremo 113 fijando la Norma Primaria de Calidad del Aire para Dióxido de Azufre (SO_2). El Ministerio del Medio Ambiente cumpliendo con lo establecido por la Ley 19300 ha iniciado su proceso de revisión y el presente estudio tiene por finalidad apoyar con información científica y técnica dicho proceso.

Un aspecto relevante revisado en este estudio, fue analizar la conveniencia de incluir una nueva resolución temporal a la norma de SO_2 actualmente vigente, que solamente contemplaba una exposición a escala temporal anual y diaria. De modo de ajustar la normativa a su objetivo primordial, que es proteger la salud de las personas, se plantea incluir una norma horaria.

El Centro Nacional del Medio Ambiente, enmarcado en su política de estudio frente a las grandes problemáticas ambientales del país, participó con otras instituciones, en la investigación de la contaminación por SO_2 del área de Puchuncaví y Ventanas durante el año 2012. Condujo un estudio específico⁶⁸ en el cual se propusieron niveles horarios de regulación (197, 350 y 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) que dieron como resultado niveles de calidad del aire gestionables para esa realidad, y son los que fueron utilizados en acuerdo con el MMA como escenarios para esta revisión normativa.

Los niveles antes mencionados fueron evaluados en el presente estudio, con datos provenientes de mediciones reales de 10 zonas priorizadas por el MMA, de modo de estimar el nivel de cumplimiento y los riesgos a la salud que ellos conllevan.

A continuación se presenta los fundamentos de la Propuesta:

⁶⁸⁶⁸ “Evaluación de Exposición Ambiental a Sustancias Potencialmente Contaminantes Presentes en el Aire, Comunas de ConCón, Quintero y Puchuncaví” (Licitación 608897-124-LP11) Subsecretaría del Medioambiente, Abril 2013.

6.2. Gobernanza y política pública

6.2.1. Gobernanza

La buena Gobernanza se puede entender como la mejor forma de gobernar, a diferentes escalas. Aspectos de Gobernanza que se consideran en el análisis de la política pública son (1) orientación al consenso, es necesario en las democracia y busca aunar opiniones en torno a soluciones consensuadas, (2) da cuenta de todas las acciones realizadas y decisiones tomadas, y en base a qué criterios fueron realizadas, (3) transparencia, necesaria para una gestión exitosa en toda democracia, (4) da respuesta, enfrenta los problemas con ciertos criterios que permiten encontrar soluciones a problemas de política pública, (5) equitativa e inclusiva, ya que busca como meta la inclusión de actores vulnerables e impactados por el problema a resolver, (6) efectiva y eficiente, al incluir algunos criterios de las ciencias económicas basadas en óptimos de Pareto, (7) participativa, al buscar incluir actores que generalmente están impedido de participar en decisiones de política pública, y (8) orientado al consenso, busca de forma inclusiva, como se dijo antes llegar a acuerdos consensuados entre los diferentes actores relevantes a la política pública en la sociedad. Esto se muestra en la Figura 226.



Figura 226. Figura en que se observan los ocho aspectos fundamentales de la buena gobernanza según Crabbe & Leroy, 2008 (UNESCAP, 2008).

6.2.2. Evaluación de política pública

Con el advenimiento del neoliberalismo y el nuevo manejo público durante la década de los ochenta y noventa, la economía (negocios) llega a ser la perspectiva más importante desde donde se evalúan las políticas públicas. El resultado llega a ser visto cada vez más como el criterio clave. Se enfatiza el resultado, sin importar demasiado los criterios y metodologías usadas para llegar a ese resultado.

En los hechos no es el caso solamente de la evaluación de política pública, sino también el desarrollo de la política pública: la actuación del gobierno, o la clase de cuerpo administrativo autónomo que fueron envolviéndose cada vez más, en la implementación de la política pública, es llevado a cabo con el uso de indicadores. El resultado es realización de contratos; el subsidio es hecho en la base a esos resultados. En el mundo académico se refieren a este tipo de evaluación como “administrativa” aludiendo a sus primeros estados, o “económica” o aún “gestión” aludiendo a sus últimos estados y al actual (Crabbe & Leroy, 2008⁶⁹).

Durante los años ochenta, se adicionaron a la efectividad, otros aspectos como la legitimidad de la intervención del gobierno. En consecuencia la evaluación de la política pública llega gradualmente la aplicación de criterios como legitimidad, participación, aceptación y capacidad de dar respuesta (Crabbe & Leroy, 2008).

Desde la perspectiva de la ciencia política se ha señalado que las políticas públicas se basan en más de un motivo racional o básico (Crabbe & Leroy, 2008). De modo general se distinguen tres aproximaciones racionales subyacentes en las políticas públicas:

- i) una jurídica o racional judicial;
- ii) una racional económica (a veces descrita como una racional de negocios);
- iii) una racional política.

Sin suponer una relación *uno a uno*, son los tres tipos que emergen de la historia de evaluación de políticas ambientales. La racional jurídica está relacionada a las reglas de la ley y a los principios de buena gobernanza. Los criterios tradicionales de evaluación de políticas, por una oficina auditora están en la línea de ese criterio. Se debe respetar los derechos, mantener el orden y la ley etc.

En contraste racional económica o de negocios está centrada en la meta de la política pública, efectividad y eficiencia. Muchas de las herramientas de gestión están en la línea de este criterio.

La racional política, se refiere a los principios, al centro de la democracia, representación; mandato y rendición de cuentas; accesibilidad, apertura; transparencia y participación, etc. Esta racional encuentra expresión en los derechos políticos y libertades, en la separación de los poderes, en las limitaciones del poder del gobierno,

⁶⁹ The handbook of environmental policy evaluation. A. Crabbé, P. Leroy - 2008

en la legitimidad de las formuladores de políticas. Las tres racionales se encuentran invariablemente en el debate político (Crabbe & Leroy, 2008).

El modelo se representa en la Figura 227.

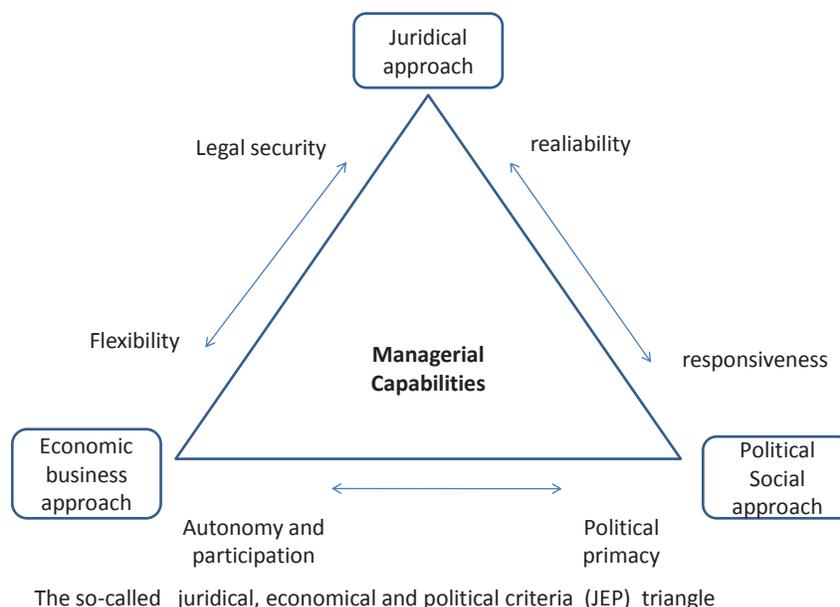


Figura 227. Triángulo de criterios jurídicos económicos y políticos para políticas públicas.

6.2.3. Discusión de Aproximaciones Económicas para los proyectos públicos

Las ciencias económicas pueden entenderse como divididas en economía tradicional o neoclásica, economía política y economía ecológica⁷⁰. Cada una de estas aproximaciones son complementarias, y en general se aplican a preguntas diferentes en temáticas distintas. Para la evaluación de proyectos el enfoque de la economía tradicional es el análisis costo-beneficio (basado únicamente en la eficiencia de Pareto), mientras que para la economía política, el enfoque básico es el análisis institucional, finalmente para la economía ecológica el enfoque más extendido es el análisis multicriterio.

⁷⁰ Economía Ecológica. Joan Martinez-Alier.

De acuerdo a los lineamientos del programa de gobierno, que favorecen la inclusión social, la equidad, la justicia ambiental, la igualdad de género, y la democracia, la aproximación de la política económica y de la economía ecológica son las más útiles para la toma de decisiones porque permiten incluir conceptos y criterios de análisis más amplios que la economía neoclásica, basada solamente en el análisis costo beneficio, que en casos de toma de decisión complejos no recoge todas las aristas del problema en cuestión y tiende a sobre simplificar el análisis.

De acuerdo a lo anterior para desarrollar la gestión de gobierno es mucho más conveniente, basarse en criterios amplios que recojan una parte importante de la complejidad ambiental y social de la evaluación de una norma de SO₂ a nivel nacional. Es por ello que recomendamos la aproximación de la economía política y la economía ecológica como base de la toma de decisiones al respecto.

6.2.4. Limitaciones del Análisis Costo Beneficio

Existen dos grandes limitaciones en el enfoque usando el método de análisis costo beneficio (ACB): las metodológicas o técnicas, y las conceptuales.

Las limitaciones conceptuales están dadas por los supuestos que existen detrás del ACB que muchas veces no están explícitos. Estos supuestos, son los propiamente microeconómicos (ver más adelante las imperfecciones del mercado), y el importante supuesto relacionado a la prioridad que se da al criterio económico por sobre criterios, como los criterios técnicos (ambientales, sanitarios, etc.), los criterios judiciales, y los criterios políticos, -los que fueron sintetizados en la sección anterior. En el ACB adicionalmente, se busca dar un indicador único que resume todos los beneficios y costos, esto elimina la capacidad de visualizar las complejidades de los sistemas sociales, con lo que se pierde valiosa información para la toma de decisiones.

Las limitaciones técnicas que presenta el ACB, algunas de las cuales ya se señalaron en el capítulo de análisis socioeconómico. En primer lugar están relacionadas a la amplia necesidad de datos para el cálculo de los valores de costos y beneficios, que en la mayoría de los casos son escasos, y no son suficientes para desarrollar un ACB como lo dicta la metodología.

Además está el problema de elección en la tasa de descuento, ya que se ha demostrado que a altas tasas de descuento, es casi imposible encontrar beneficios sociales en los proyectos, al descontar los flujos futuros. A mayores tasas de descuento (5% - 8%) mayor es el descuento del futuro, y por lo tanto los beneficios y costos sociales con un perfil temporal de más de 50 años desaparecen del proyecto, lo que conlleva la falsa idea de que el proyecto social no debe ser realizado.

La gran mayoría de los proyectos sociales, y en particular los ambientales, los efectos de la política pública ocurrirán en el mediano y largo plazo, y muchos no serán evidenciados en el corto plazo. Es por ello que el enfoque de ACB, no es una buena herramienta para la evaluación de este tipo de proyectos.

Finalmente, una fuerte crítica de la economía ecológica hacia el ACB es que al intentar transformar todos los beneficios y costos en un solo indicador monetario, se pierde información y significado de todos los impactos que no son posibles de monetarizar (en muchos casos, la gran mayoría de ellos), y además se pierde profundidad en la complejidad del problema de política pública en cuestión.

Las imperfecciones del mercado

En nuestra sociedad se argumenta que el mecanismo preferido para guiar las actividades sociales y económicas es el mercado, y para realizar decisiones sociales y económicas es el mercado privado. Una red descentralizada de transacciones privadas a través de las cuales la información de las preferencias individuales se imparte. Teóricamente un buen funcionamiento del mercado tiene dos características importantes; i) un mercado perfecto es económicamente eficiente, ii) es consistente con los valores libertarios, las transacciones en un mercado perfecto son completamente voluntarias. Este mercado debe cumplir con 4 aspectos básicos: i) no debe generar externalidades; ii) los participantes en el mercado tienen información perfecta; iii) el mercado debe ser perfectamente competitivo; iv) requiere de una definición de parámetros distribucionales y éticos para que sea socialmente aceptable.

En la práctica, estos supuestos no se cumplen en la sociedad actual, ya que los consumidores están lejos de tener información perfecta acerca de los productos, así como muchos productores no tienen buena información de los insumos. Esta lógica se expande para casi todos los supuestos básicos de la teoría microeconómica en el ACB.

Dificultades de aplicación del ACB en la política ambiental

En un estudio de los documentos de análisis de regulaciones ambientales en la EPA (Hahn, 2007) se encontró que la información económica fundamental no está reportada en la mayoría de los casos, incluyendo información de política pública relevante e información sobre los beneficios netos. Los análisis de la EPA frecuentemente no entregan información adecuada a las regulaciones propuestas para justificar las decisiones para proceder con esas regulaciones. La ausencia de información sobre los beneficios netos es especialmente desafortunada, porque está estrechamente ligada a las metas de la orden ejecutiva. (Hahn, 2007⁷¹).

⁷¹ How Well Does the U.S. Government Do Benefit-Cost Analysis? Robert W. Hahn and Patrick M. Dudley *Review of Environmental Economics and Policy, volume 1, issue 2, summer 2007, pp. 192–211

6.2.5. Análisis Institucional: Coherencia Normativa

Debido a que la nueva norma primaria de SO₂ involucra el desarrollo conjunto a otros instrumentos normativos, es necesario desarrollar un breve análisis de coherencia normativa entre cada uno de los instrumentos relacionados.

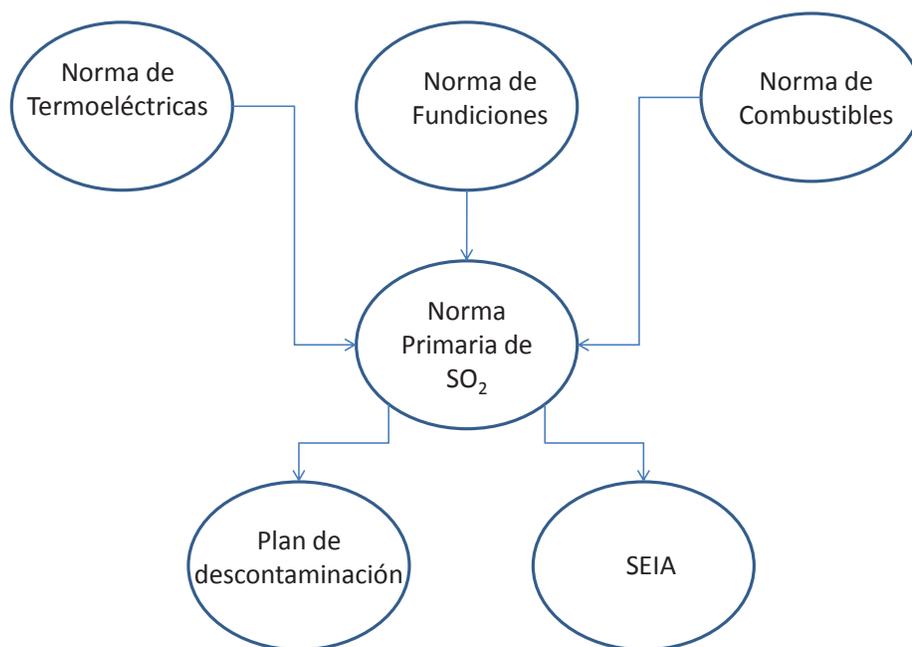


Figura 228. Muestra la relación de la norma primaria de SO₂ respecto a las otras normas que reducen concentraciones de SO₂.

La norma de calidad primaria de SO₂ se relaciona con las normas de termoeléctricas y fundiciones porque estas últimas fijan estándares para la emisión de SO₂. Así, son estas normas las que se llevarán el peso de la inversión económica que signifique para las empresas de ambas industrias implementar los niveles de emisión que estas normativas imponen. Debido a lo anterior, se puede decir que estas normas tributan (Figura 2) hacia la norma primaria ya que ayudan a controlar los niveles de SO₂ en forma previa o conjunta a la implementación de la norma primaria.

Asimismo, como se muestra en la Figura 228, existen dos instrumentos regulatorios que son tributados desde la norma de calidad primaria de SO₂, los planes de descontaminación y las evaluaciones de impacto ambiental. Estos instrumentos utilizan

los estándares impuestos por la norma primaria para su ejecución. Es por ello que en este caso es la norma primaria la que tributa hacia estos instrumentos.

6.2.6. Justicia Ambiental

La justicia ambiental se define como el tratamiento equitativo y un involucramiento significativo, de todas las personas sin importar raza, color, nacionalidad, o ingreso, con respecto con respecto al desarrollo, implementación y ejecución de leyes, normativas y políticas ambientales⁷².

Algunos de los criterios⁷³ más importantes para realizar un análisis de justicia ambiental son: identificación de población de minorías y comunidades vulnerables, identificación de población de bajos recursos, e identificación de comunidad con una carga ambiental desproporcionadamente alta. Para desarrollar un análisis completo de justicia ambiental, además es necesario recolectar información demográfica, información del impacto, de la exposición al contaminante, y de datos de salud, para posteriormente desarrollar un análisis que involucra las siguientes etapas: (1) Delinear los límites de la comunidad bajo estudio y conducir un estudio preliminar de análisis de carga ambiental. (2) Comparar la demografía de la comunidad a una referencia estadística apropiada. (3) Determinar si la comunidad está compuesta de minorías o población de bajos recursos. (4) Desarrollar un perfil comprensivo de carga ambiental para cualquier comunidad que es minoría o población de escasos recursos. (5) Analizar si la carga es desproporcionalmente alta o adversa. (6) Reportar los resultados.

Espacialización de los impactos sobre los actores en el territorio

Investigaciones recientes muestran la importancia y las oportunidades sustantivas para el uso de la información espacial en aspectos como la salud pública y ambiental. El uso de los sistemas de información geográfica, permite una acción más efectiva y localizada del gobierno en el desarrollo de las políticas públicas tanto de salud como ambientales, permitiendo una mejor equidad y justicia ambiental para los grupos más vulnerables de la población. La adecuada espacialización de los impactos, de las emisiones de SO₂, para la norma en estudio proveen de información valiosa para la autoridad sanitaria, como para la administración del territorio, basado en las comunas, mejorando los aspectos de participación, consenso, transparencia, equidad e inclusión que importan en la gobernanza local⁷⁴.

6.2.7. Ganancias Ambientales

⁷² Guidelines for Preparing Economic Analyses. Chapter 10. EPA, Mayo, 2014.

⁷³ Guidelines for Conducting Environmental Justice Analyses. EPA (<http://www.epa.gov/region2/ej/guidelines.htm>).

⁷⁴ Use of Spatial Analysis to Support Environmental Health Research and Practice Marie Lynn Miranda, Sharon E. Edwards. N C Med J. 2011;72(2):132-135.

Las ganancias ambientales son externalidades positivas producidas en un proyecto, más allá de las ganancias económicas que el proyecto en cuestión involucra. Las ganancias ambientales no están internalizadas en el conteo de costos y beneficios involucrados típicamente en los análisis costo-beneficio, por lo que suelen pasarse por alto con este tipo de aproximación. Sin embargo, en algunos tipos de proyectos, especialmente aquellos con gran impacto social y medio ambiental, las ganancias ambientales pueden ser un factor detonante en la toma de decisión de política pública. Un caso interesante que tomo esta aproximación fue el Análisis de Beneficios del Plan de Saneamiento de Aguas Servidas⁷⁵ de la RM realizada en Aguas Andinas, en donde fueron contabilizados, todos los beneficios no incluidos en el proyecto original, que tenía un objetivo exclusivamente sanitario. Estos beneficios no son producidos directamente a través de los objetivos del proyecto sino que son externalidades positivas, ejemplos de estos beneficios son: recuperación de la cuenca hidrográfica, disponibilidad de agua para riego, reducción de olores, recuperación de la biodiversidad, entre otros.

En particular, al normar el SO₂ involucra el despliegue de estas ganancias ambientales en muchas partes del territorio nacional, ya que se está regulando a niveles que (i) permiten la protección de la población, (ii) permite manejar y gestionar los niveles de concentraciones de SO₂ cuando lleguen a niveles que puedan representar un peligro para la población, (iii) evita zonas de sacrificio, y (iv) produce coherencia normativa con otras regulaciones ambientales como las normas de emisión y combustibles, los planes de descontaminación y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Esto ocurriría debido a que existe una línea base de niveles de SO₂ dictados por las normas de emisión. Son estas normativas de emisión, como se mencionó anteriormente, son las que se llevarán gran parte de los costos de implementación de bajar los niveles de SO₂, así como los proyectos particulares que entren al SEIA.

Es importante resaltar que una gran cantidad de las ganancias ambientales se darán especialmente en la mayoría del territorio nacional que está libre de contaminación por SO₂, ya que la norma de calidad en aquellos lugares se cumplirá automáticamente, y por lo tanto, al evitarse daños e impactos mayores. En aquellos casos, existirán solo ganancias con la implementación de la normativa de SO₂.

6.2.8. Aproximación Multicriterio para la decisión de escenarios de calidad del Aire

Este análisis cualitativo está basado bajo un importante supuesto: todos los criterios presentan el mismo valor para la autoridad y la población, los criterios no tienen pesos relativos, o en otras palabras todos los criterios pesa lo mismo.

Es relevante destacar que son estos criterios los que representan una propuesta a la autoridad, y que estos criterios son justamente los que pueden ser discutidos por la autoridad, así como su peso relativo, para tomar una decisión de política pública respecto de los escenarios normativos.

⁷⁵ Tesis. Bióloga Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile 2003.

Tabla 83. Resumen de la análisis cualitativo de los criterios identificados para la recomendación de un escenario normativo.

Criterios	Análisis Socioeconómico		
	Escenario 1 (197 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Escenario 2 (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Escenario 3 (500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Territorial	+1	+1	+1
Gestión	-1	+1	-1
Salud	+1	+1	0
Coherencia Normativa	-1	+1	-1
Justicia Ambiental	+1	+1	+1
Cohesión Social	+1	0	-1
Total	2	5	-1

El análisis cualitativo de la Tabla 83 fue designado en función de si cada criterio representa un beneficio (+1) o no (0) o representa un perjuicio (-1) respecto de cada escenario normativo. En el caso del criterio territorial, todos los escenarios normativos representan un beneficio, y por lo tanto no es un criterio útil para discernir. En el caso del criterio Gestión, para el escenario 1 es negativa porque es muy difícil de fiscalizar y monitorear un nivel tan restrictivo, en el caso del escenario 3, pero desde el punto de vista de los planes de descontaminación y su cercanía al AEGL-1 representa un perjuicio respecto de los otros escenarios. Para Salud, solo el escenario 3 (500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) no representa beneficio, ya que está muy cerca del límite en que se presentan efectos en salud (520 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). Coherencia Normativa, los dos escenarios más restrictivos representan beneficios, para el escenario 3, hace difícil la gestión con los planes de descontaminación. Justicia Ambiental, este también es un criterio pobre, ya que a través de este criterio no es posible discernir si el escenario es mejor o peor que la segunda mejor alternativa. Todos los escenarios representan beneficios. Cohesión Social, un escenario 1 aumenta la cohesión social porque la gente informada va a preferir una normativa más restrictiva. Mientras que el escenario dos al ser un nivel intermedio, no presentaría efectos sobre la cohesión social, para finalmente el escenario 3 disminuir la cohesión social porque la gente al saber que se seleccionó la norma más laxa se siente defraudada por las autoridades.

El breve análisis anterior, sugiere que el escenario 2, parece el más recomendable porque, en un formato en el que todos los criterios usados tienen igual peso, es el que genera mayor beneficios sociales y ambientales. Siendo al mismo tiempo, el escenario 3 el peor evaluado ya que de los seis criterios, se obtienen beneficios totales negativos.

6.3. Enfoques normativos para la propuesta de escenarios

Un objetivo del presente estudio fue avanzar en la protección de la salud de la población mediante la incorporación del conocimiento científicamente probado, y manteniendo la característica de la regulación ambiental en Chile, que se ha caracterizado por

establecer regulación ambiental acorde con la capacidad económica y tecnológica del país, lo que se mantiene en esta revisión.

Respecto de la revisión de los antecedentes internacionales, epidemiológicos, toxicológicos y de análisis comparativo de regulaciones en distintos países, se concluye que los valores de la norma actual no logran el objetivo de protección a la salud pública buscado, por lo que resultó imperativo evaluar escenarios de reducción tanto para los valores diarios y anuales en uso, como incluir los niveles horarios antes mencionados.

Es así como, desde un punto de vista de la calidad del aire en las localidades priorizadas, se analizó sistemáticamente el número de superaciones (horarias, diarias y anuales) para los siguientes niveles:

Norma anual: se evaluó su derogación, su mantención en el nivel actual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y su reducción a $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁷⁶.

Norma diaria: Se analizaron los niveles de 125 , 50 y $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir, solo escenarios de reducción, acorde con el análisis comparativo de norma a nivel internacional, pues la norma actual contempla $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de promedio diario.

Norma horaria: Se seleccionaron los niveles de 500 , 350 y $197 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Los resultados del análisis del comportamiento de estos niveles en las localidades priorizadas, permite establecer que:

- Respecto al escenario más estricto para la norma anual ($66 \mu\text{g}/\text{m}^3$), se sobrepasaría en Quintero, Santa Margarita, Sur y Tocopilla (4 localidades de 10). No existe consistencia entre la evidencia epidemiológica y la toxicológica que sustenten los efectos crónicos sobre la salud de la población, por lo que una reducción de esa magnitud no aportaría beneficios en salud.
- El escenario más restrictivo de todos es el $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (norma diaria) ya que por ejemplo, las localidades de Catemu y Antofagasta, este nivel se sobrepasaría sobre un 80% de los días, sin tener beneficios claros para la salud de las personas, por tratarse de valores extremadamente bajos de inmisión y no considerar la ventana de exposición que provoca los efectos deletéreos en la salud, que es la horaria.
- Con respecto a la norma horaria para el nivel horario más estricto ($197 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en Antofagasta (La Negra) y en Puchuncaví se sobrepasarían 1300 horas en forma independiente, lo que equivale a 50 días acumulados al año. Desde un punto de vista de la salud no incrementa los beneficios de niveles menos estrictos como es el de $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

⁷⁶ Norma Mexicana.

6.3.1. Resumen de propuestas norma primaria SO₂ considerando criterios y niveles

A continuación se presenta un resumen del análisis de las propuestas de niveles considerando la calidad del aire, la salud de las personas y el impacto socioeconómico. Este análisis cualitativo consideró la respuesta de cada una de las alternativas para la peor situación existente.

Tabla 84 Niveles de concentración horaria analizados según criterios

Criterios	Niveles de concentración horaria SO ₂		
	197 µg/m ³ N	350 µg/m ³ N	500 µg/m ³ N
Criterios de Calidad del Aire	En el peor de los casos, el número de superaciones independientes de este nivel, se encuentra en torno al 15% del total de horas de un año.	En el peor de los casos, el número de superaciones independientes de este nivel, no supera el 10% de las horas totales de un año.	En el peor de los casos, el número de superaciones independientes de este nivel, no supera el 8% de las horas totales de un año.
Criterios de Salud	Nivel sin significado toxicológico, se encuentra bajo el Nivel de Efecto Observado.	Nivel que protege ampliamente a la población general y pacientes asmáticos. Validado por estudios toxicológicos.	Nivel que protege a población general, pero no evita la aparición de efectos adversos en personas susceptibles, validado por estudios toxicológicos.
Criterios Socioeconómicos	Nivel extremadamente bajo, no produce efecto biológico en humanos, por lo que no presenta mayor beneficios en la salud que el nivel siguiente evaluado.	Este nivel reporta los mayores beneficios a la población.	Este nivel no es recomendable, ya que aporta niveles muy bajos de beneficios a la población y es una cifra que se encuentra muy cercana al AEGL-1, por lo que sería una opción poco costo-eficiente.

Tabla 85 Niveles de concentración diaria analizados según criterios

Criterios	Niveles de concentración diaria SO ₂		
	20 µg/m ³	50 µg/m ³	125 µg/m ³
Criterios de Calidad del Aire	En el peor de los casos, más de 340 días, del total de días de un año, se encontrarían sobre	En el peor de los casos, más de 250 días, del total de días de un año, se	En el peor de los casos, cerca de 100 días, del total de días de un año, se encontrarían sobre

Criterios	Niveles de concentración diaria SO ₂		
	20 µg/m ³	50 µg/m ³	125 µg/m ³
	este nivel.	encontrarían sobre este nivel.	este nivel.
Criterios de Salud	Nivel extremadamente bajo, que no muestra evidencia epidemiológica ni toxicológica de beneficio a la salud.	Nivel bajo, que no muestra evidencia epidemiológica ni toxicológica de beneficio a la salud.	Existe evidencia epidemiológica de reducción de la mortalidad, valor establecido por OMS en el año 2000.
Criterios Socioeconómicos	NC	NC	NC

NC: No Cuantificado. La evaluación económica y social se realizó sobre la base de efectos agudos en consultas de emergencia y hospitalizaciones por bronquitis obstructiva y asma.

Tabla 86 Niveles de concentración anual analizados según criterios

Criterios	Niveles de concentración anual SO ₂		
	66 µg/m ³	80 µg/m ³	Dejar sin efecto la norma
Criterios de Calidad del Aire	En el peor de los casos, solo 4 de 10 zonas (localidades) en el país, estarían superando este nivel.	En el peor de los casos, solo 3 de 10 zonas (localidades) en el país, estarían superando este nivel.	De las 10 zonas (localidades) estudiadas, 4 presentarían promedios anuales mayores a 64 µg/m ³ , y el resto bajo este nivel.
Criterios de Salud	No existen antecedentes que indiquen ganancia en salud a estos niveles.	Tomando en cuenta antecedentes epidemiológicos, este nivel estaría disminuyendo dichos riesgos.	Nuevos estudios epidemiológicos estarían indicando posibles efectos crónicos, por lo que derogar implica aumentar el riesgo de ellos.
Criterios Socioeconómicos	NC	NC	NC

NC: No Cuantificado. La evaluación económica y social se realizó sobre la base de efectos agudos en consultas de emergencia y hospitalizaciones por bronquitis obstructiva y asma.

El análisis de la implicancia de las distintas alternativas de valores para la norma diaria y la anual y la inclusión de valores horarios, considerando su comportamiento en la calidad del aire históricamente medida, en la salud de la población y su implicancia económica y social permite concluir y o recomendar que:

- Para dar cuenta adecuadamente del objetivo de la norma primaria, que es proteger la salud de la población, se debe incorporar un valor horario.
- El nivel actual de la norma diaria resulta ser excesivamente laxo, pues no permite proteger de efectos señalados internacionalmente de muertes prematuras asociadas al contaminante.
- Si bien los efectos crónicos del SO₂ son debatibles por la falta de consistencia entre los hallazgos epidemiológicos y los toxicológicos, se puede recomendar aplicar principio precautorio y no derogar la norma anual actualmente vigente.

Estos tres grandes criterios desglosados en escenarios normativos, permiten en síntesis proponer lo siguiente:

- Norma Horaria: Incorporación de una norma horaria en un nivel de 350 µg/m³
- Norma Diaria: Reducción de nivel de la norma diaria desde 250 a 125 µg/m³
- Norma Anual: Mantención de la norma anual en 80 µg/m³

6.4. Niveles de emergencia

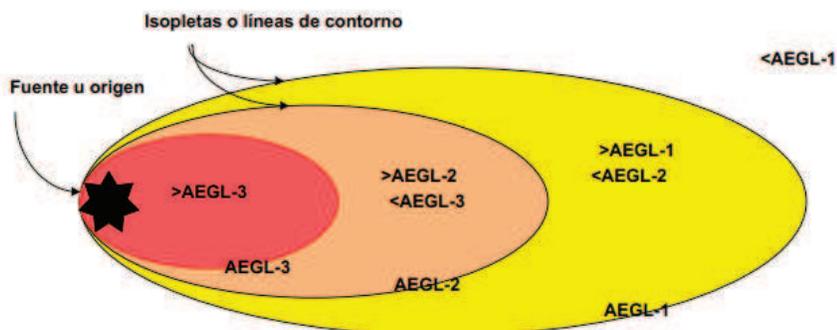
La norma primaria de calidad del aire puede establecer niveles que originan situaciones de emergencias. Estos niveles permiten realizar una gestión del riesgo, frente a situaciones de alta contaminación, causadas por accidentes químicos e influenciados por situaciones meteorológicas específicas.

La norma actual considera niveles de emergencia que no facilitan la gestión de las situaciones de alta contaminación, dado que el primer nivel de 1962 µg/m³ rara vez ocurre como inmisión en las áreas pobladas.

Para la fijación de estos estándares, hemos considerado pertinente el uso de los AEGLs propuestos por la National Research Council (NRC Estados Unidos), ya que es una metodología relevante, sólida y aplicable para su uso en casos de emisiones aéreas en la población chilena.

Esta referencia considera un AEGL-1 de 520 µg/m³, un AEGL-2 de 1950 µg/m³ y un AEGL-3 de 78000 µg/m³. La Figura siguiente expone estos niveles:

NIVELES GUÍA DE EXPOSICIÓN AGUDA Y SIGNIFICADO



	<p>>AEGL3 : Posible fatalidades y/o efectos severos en la salud ACCIONES: Minimizar extensión de la exposición/impacto posible – buscar refugio inmediato y asistencia médica para todas las personas afectadas</p>
	<p>>AEGL2 → <AEGL3: Aumento de probabilidad de efectos severos en la salud. Deterioro de la habilidad para escapar. ACCIONES: Evacuación y/o buscar refugio inmediato; posible atención médica para personas susceptibles</p>
	<p>>AEGL1 → <AEGL2: Aumento de probabilidad de efectos no permanentes, molestias e irritación moderadas. ACCIONES: Acciones de protección que comienzan en AEGL2</p>
	<p>>AEGL1 : No hay impacto adverso en la salud (posible olor e incomodidad). ACCIONES: Notificación general a AEGL1, evitar movimiento hacia el peligro.</p>

Figura 229. Niveles de Exposición aguda y significado (AEGL-1, AEGL-2, AEGL-3)

6.4.1. Resumen de propuestas niveles de emergencia SO₂

Se observó que en las zonas estudiadas no se superó en ninguna ocasión el AEGL-3. Mientras que el AEGL-2 se superó en 5 localidades (Antofagasta estación Sur, Copiapó estación Paipote y Tierra Amarilla, Catemu estación Santa Margarita, Puchuncaví estación Los Maitenes y GNL Quintero y Coya estación Coya Club). El AEGL-1 se supera en forma frecuente en la gran mayoría de las localidades, a excepción de Mejillones (solo en 1 oportunidad) y Huasco estación SM3 (solo en 3 oportunidades).

Para cada uno de estos niveles la gestión del riesgo, tal como lo recomienda el NRC, su implementación es de responsabilidad de la autoridad a cargo de la Gestión de Episodios Críticos del respectivo Plan de Descontaminación.

La figura siguiente muestra los niveles de emergencia en USA, UE, China, México y Chile, y una propuesta de nuevos niveles para Chile.

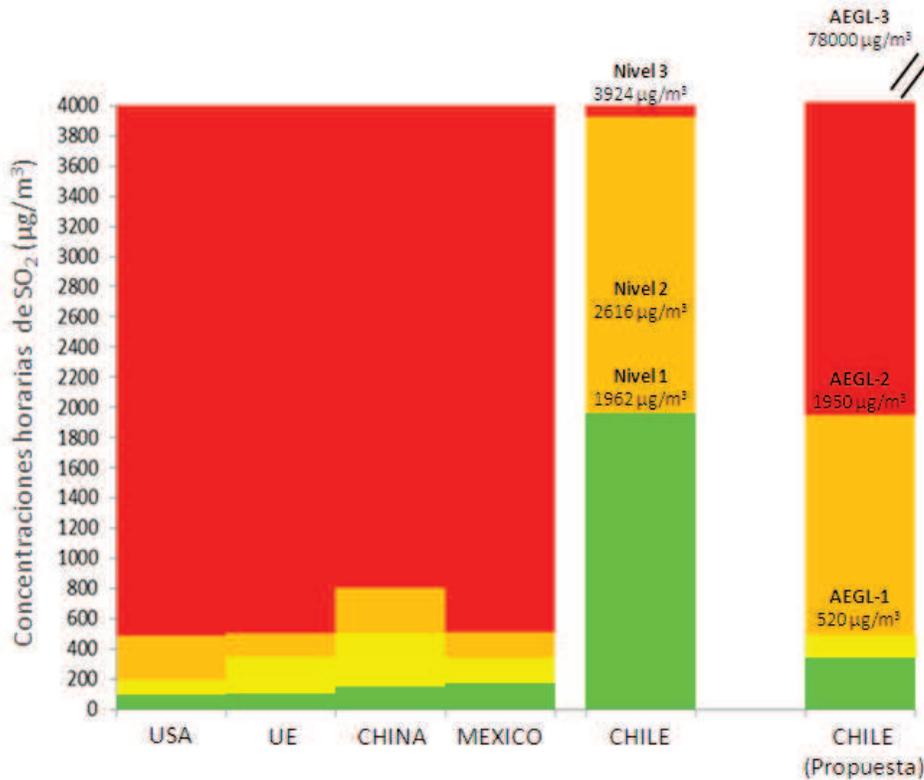


Figura 230. Niveles de Emergencia

Fuente: MMA. Al diagrama original se agregó propuesta para Chile

Como se ha planteado, los niveles de emergencia corresponden a niveles de alerta que permiten graduar la intensidad de la respuesta frente a ella. Se propone ajustar los niveles actualmente vigente, básicamente porque el nivel 1 actual, tomando en cuenta los efectos tóxicos del contaminante, resulta ser muy permisivo (a esos niveles se puede constatar daño).

Se propone por lo tanto, rebajarlo a un nivel de prevención de dichos efectos, que pudiera implicar por ejemplo avisar a la población para que no se exponga. El nivel uno actual pasaría a ser nivel 2, que implica según se den condiciones reales de exposición, solicitar a la población permanecer dentro de ambientes cerrados. El nivel 3, es más bien teórico, y no requeriría de mayores actuaciones pues la curva toxicológica estaría mostrando que a esos niveles no existe mayor incremento de los efectos que en el nivel inmediatamente inferior.

6.5. Recomendaciones

El estudio está limitado al conocimiento presente de los valores recogidos de calidad de aire en las zonas seleccionadas en Chile y no contempla proyecciones de crecimiento de las emisiones que pudieran darse en un futuro.

Respecto de la exposición aguda al dióxido de azufre, se formulan las siguientes recomendaciones:

a) Sobre la Red de estaciones de medición de calidad del aire

El estudio fue llevado a cabo gracias a la existencia de la red de monitoreo de calidad de aire existentes a lo largo del país. Se sugieren las siguientes mejoras:

- Instalar nuevas estaciones adicionales a las existentes, deseablemente operadas por entidades públicas y de alta tecnología. La cantidad y ubicación de dichas estaciones deberá estudiarse en función de la factibilidad técnica y logística de su instalación, pero como recomendación inicial, se propone al menos instalar nuevas estaciones en aquellos sectores geográficos donde se ha detectado altas concentraciones y frecuencia en *peaks* de SO₂.
- Realizar auditorías externas documentadas a las estaciones de monitoreo verificando sus calibraciones y operación, con el objetivo fundamental de asegurar lecturas completas, correctas y oportunas.
- Homologar la forma de medir, formatos de entrega de información y unidades de medición a nivel nacional.
- Incorporar variables georreferenciadas en la red de estaciones.

b) Respecto de las emisiones de SO₂ de altas concentraciones, corta duración, y enjambre

En las 14 zonas seleccionadas para el estudio se han producido históricamente eventos de altas concentraciones, de corta duración, y en enjambre, provenientes de la actividad industrial y con fuerte asociación con las condiciones meteorológicas, las que típicamente cambian bruscamente en cada zona. En estas condiciones, se recomienda mejorar la calidad y cantidad de la información meteorológica, y avanzar en la modelación de estos eventos para utilizar esta herramienta con carácter predictivo y anticipativo. Esto permite mejorar la gestión de estos eventos, con relación a la operación de las empresas industriales coordinada por las condiciones meteorológicas y con la supervisión de la autoridad competente. Este sistema supone una cooperación público-privada, con avance tecnológico que conduzca al mejoramiento de la calidad promedio del aire en los alrededores de los puntos de emisión.

c) Respeto de la Normativa

La existencia de normativa de calidad primaria y secundaria para SO₂, ha permitido generar una cantidad importante de mediciones. Sin embargo, al presente se recomienda avanzar en la implementación de la normativa existente, especialmente en los aspectos relacionados con la frecuencia de obtención de los valores y su evaluación estadística, para detectar tempranamente la presencia de altas concentraciones de este contaminante.

d) Respeto de la capacitación ambiental del personal

Considerando las condiciones de la heterogeneidad de las zonas respecto de los niveles de SO₂, es posible recomendar la capacitación especializada en este tema, para residentes en la zona, autoridades locales, profesores, dirigentes vecinales, operarios industriales y otros.

e) Respeto del aislamiento de los receptores de la influencia del SO₂

Es innegable que existen concentraciones de SO₂ que afectan a las comunidades en las cercanías y particularmente bajo viento de los puntos de emisiones seleccionadas, y de otras comunidades no mencionadas en este estudio. Por consiguiente, se propone avanzar en la formulación de alternativas tecnológicas que mejoren la identificación de las viviendas e instalaciones públicas susceptibles tales como colegios, jardines infantiles e instituciones de salud y permitir la instalación de sistemas de aislamiento o “sellado” del interior de dichas instalaciones y que puedan servir como refugios para situaciones de emergencias. Esta solución puede constituir un desafío tecnológico importante considerando los costos involucrados. Por lo que se sugiere contemplar que el Fondo de Innovación contemple el desarrollo de alternativas de construcción equivalentes a lo que se denomina “*the bubble concept*”.

f) Respeto de la exposición ocupacional

La exposición laboral está considerada en forma implícita en el presente estudio. Considerando la alta toxicidad del SO₂, la protección de la salud del personal que trabaja en las fundiciones, refinerías y operaciones industriales debe ser el primer paso en la prevención de los efectos del SO₂. Para ello, es recomendable que se revisen, mejoren y/o implementen protocolos dirigidos a proteger a los trabajadores de los efectos del SO₂.

7. SEMINARIO

De acuerdo a las Bases de esta Licitación, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) convocará a un Seminario, a fin de presentar y difundir el presente Estudio.

Se contempla la colaboración como relatores, a Autoridades y Funcionarios del MMA, junto a Autoridades y Equipo Técnico de CENMA que participó en este Estudio.

La Tabla 87 sugiere los términos generales en que se llevaría a cabo esta actividad, cuyo diseño final será acordado en conjunto con la Contraparte Técnica.

Tabla 87: Propuesta de Formato Seminario

Nombre de la Actividad	Difusión del Estudio: Análisis de Antecedentes y Evaluación Técnica-Económica para Revisar la Norma Primaria de Calidad del Aire de Dióxido de Azufre SO ₂ (MMA y CENMA, 2014)
Audiencia	Orientado a Autoridades, Funcionarios del MMA, Académicos y otros participantes que defina el Mandante
Duración	4 horas
Fecha y Hora	Marzo de 2015 (fecha y horario a convenir con el Mandante)
Lugar de Realización	Centro Nacional del Medio Ambiente (a convenir con el Mandante)
Número de Participantes	A convenir con el Mandante
Objetivo	Dar a conocer los antecedentes, metodología, resultados y conclusiones del Estudio
Contenido	<ol style="list-style-type: none"> I. Introducción II. Objetivos III. Antecedentes Generales IV. Evaluación de la Calidad del Aire y Meteorología asociada a SO₂ <ul style="list-style-type: none"> • Metodología y Resultados de los análisis V. Efectos del SO₂ en la salud de las personas <ul style="list-style-type: none"> • Epidemiología

	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicología <p>VI. Estimación de los Riesgos en la Salud por SO₂</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de Niveles de Referencia para el SO₂ <p>VII. Evaluación de Escenarios Regulatorios</p> <p>Metodología y Resultados de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de Escenarios Normativos • Evaluación de los Riesgos a la Salud por la Exposición al SO₂ • Evaluación Económica y Social <p>VIII. Discusión y Conclusiones del Estudio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integración de Resultados • Propuesta Norma Primaria SO₂ y Niveles de Emergencia <p>IX. Panel y Discusión de Resultados</p>
Metodología	Ponencias y Discusión
Material de Apoyo	CD y carpeta con apuntes para cada asistente
Apoyo Logístico	<ul style="list-style-type: none"> • Coffe break • Cierre de actividad con un Cóctel