



**FORMULARIO REGISTRO DE OBSERVACIONES
PROCESO DE CONSULTA CIUDADANA**

IMPORTANTE

- Una vez completo este formulario deberá ser entregado en la Oficina de Partes del Ministerio del Medio Ambiente o de la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente (Seremi), dentro del plazo establecido para la consulta ciudadana:
 - Directamente en la Oficina de Partes, en día y horario hábil.
 - Vía Correo postal dirigido al Ministro/a o Seremi que corresponda, enviada a la dirección de sus oficinas y dentro del plazo fijado para la consulta, el cual será verificado, a través del timbre postal.
- Usted podrá acompañar este formulario, cualquier antecedente que sustente sus observaciones, sean estos de naturaleza técnica, científica, social, económica o jurídica.
- Si usted quisiera realizar sus observaciones de forma digital y mantenerse informado respecto del proceso de elaboración del plan o norma de su interés, se le sugiere **NO UTILIZAR** este formulario y realizar sus observaciones a través de la plataforma electrónica <http://www.mma.gob.cl> o <http://www.epac.mma.gob.cl>

La observación la realiza como (Marque con una X):

Persona Natural	<input type="checkbox"/>
Organización con Personalidad Jurídica (PJ)	<input checked="" type="checkbox"/>
Organización sin Personalidad Jurídica (PJ)	<input type="checkbox"/>

Fecha **22/09/2015**

Nombre completo de la persona natural o jurídica

Colegio Médico de Chile A.G.

Domicilio

Calle, Nº, sector, comuna, región **Esmeralda 678 Santiago Centro, RM**

RUT (Persona Natural o Jurídica)

82 621 700 - 6

Teléfono(s)

Código ciudad + número y/o Nº celular **22 429 4150**

Nombre del instrumento en consulta (Plan, norma, reglamento, otro)

Norma dióxido de azufre (SO₂) en aire

¿Desea recibir las respuestas del proceso de Consulta Pública por correo electrónico? (Marque con una X)

NO SI Correo Electrónico **atcherni@gmail.com**

Sexo (Marque con una X)

Hombre Mujer

¿Se considera perteneciente a algún pueblo indígena (originario)?

Mapuche, Aymara, Rapa Nui, Likan Antai, Quechua, Colla, Diaguita, Kawésqar, Yagán o Yámana, Otro. Especifique cuál:

Adjunta hojas adicionales al Formulario (Marque con una X)

NO SI ¿Cuántas? **6**

Registro de Observaciones Ciudadanas

Nombre del instrumento en consulta (Plan, norma, reglamento, otro)

Fecha

Norma dióxido de azufre (SO₂) en aire **22/09/2015**

IMPORTANTE

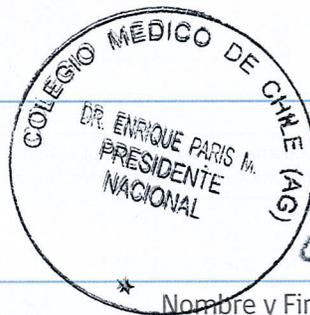
- Favor indicar para cada observación a qué parte de la propuesta de documento hace referencia (título, capítulo, otro).
- Si su observación es general y no está referida a una parte específica, sólo señale su observación.
- Si sus observaciones son más extensas, puede utilizar otra hoja, siguiendo este formato propuesto.



Nº Título, capítulo u otra parte del documento	Observación(es) / Fundamento(s)
	Ver hojas anexas

Alcarr

Dr. Andres Tchernitchin
Presidente Depto de Medio Ambiente



[Handwritten signature]

* Nombre y Firma Persona
Natural o Representante legal





INTRODUCCIÓN

El SO₂ es un reconocido contaminante ambiental, clasificado como primario, dado que se depositan en atmósfera directamente de la fuente de emisión, por tanto tiene efectos directos e inmediatos en la salud (principalmente los respiratorio), y además efectos diferidos. Al mismo tiempo, constituye un contaminante secundario mediante la formación de lluvia ácida (H₂SO₄), por cual tienen efectos a largo plazo a través del ciclo del agua y su paso por las plantaciones, y en la formación de material particulado respirable que se forma en la atmósfera, por ejemplo, cristales de sulfato de amonio.

Respecto a las fuentes de emisión, se debe reconocer que las principales fuentes de emisión de SO₂, son la combustión de productos energéticos, los procesos industriales y las fundiciones, que representan alrededor del **95,5%**, y en forma minoritaria el transporte que corresponde al **2,4%** (Corzo Lucioni A, Química y Toxicología Ambiental, Principios Básicos y Fundamentos Generales, Edición 2014, Editorial Verlag/Publicia, Saarbrücken, Alemania).

Considerando los conocidos efectos en salud, en especial los inmediatos o tempranos (principalmente respiratorios) y también los efectos diferidos de la exposición crónica (cáncer pulmonar, aumento de mortalidad por otras causas) y los efectos diferidos por exposición neonatal o infantil), y aquellos que afectan a personas sensibles, es imprescindible introducir cambios en las normas sobre SO₂ con el fin de proteger la salud de la población.

Tomando lo anterior en consideración, entregamos las siguientes consultas, objeciones y/o recomendaciones que contribuyan a mejorar dicha norma.

CONSULTAS, OBJECIONES Y/O RECOMENDACIONES PARA MEJORAR NORMA SO₂ EN AIRE

1. ¿Por qué se propone 150 µg/m³ para 24 horas en la nueva norma?, Considerando que en los países de la Unión Europea, cuando se normó por 125 µg/m³ (con 3 excedencias como máximo en un año), ese valor fue aceptado aplicando el factor de incertidumbre "2" y considerando que es la mitad de 250 µg/m³ – nivel inferior en el que se han detectado efectos adversos en salud en personas sensibles especialmente asmáticos. Este valor fue originado en los lineamientos de la OMS en 1987, sin embargo, ya en 2005, la OMS recomendó un valor inferior para 24 horas (ver más abajo, punto "3").
2. Al escuchar la presentación realizada por el MMA el día 3 de septiembre de 2015, se entendió que primero se dictaron algunas normas de emisión sin que hubiera claridad en los criterios utilizados, y más tarde se estudia la norma primaria que se supone se va cumplir con las emisiones normadas previamente. En otras palabras, con norma o sin norma se puede llegar a los valores propuestos. Lo que corresponde que en Chile, país miembro de la OCDE, primero se

dicten las normas primarias, que son para proteger la salud, y luego se dicten las normas de emisión necesarias para poder cumplir la norma primaria, y no al revés como al parecer está ocurriendo actualmente.

3. Chile, como miembro de la OCDE, debe ajustarse a las recomendaciones de la OMS (http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf). En este contexto, dicho organismo en 2005 **recomendó para 24 horas como enfoque precautorio prudente un valor promedio de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . El valor de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ fue propuesto para un promedio de 10 minutos. Nosotros proponemos que se debe llegar a un promedio de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de 24 horas, aún cuando nos demos un plazo para alcanzarlo y debamos hacerlo en forma escalonada, pero debe estar explicitado en la norma el compromiso de alcanzar finalmente ese valor de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para que las empresas puedan planificar en el largo plazo y no puedan aducir que no se les avisó con tiempo.
4. Nos parece extremadamente difícil comprender que la norma, que está diseñada para proteger la salud humana, es de un valor superior a los niveles de alerta, preemergencia o incluso emergencia ambiental. Es decir, que la norma considera niveles adecuados para la salud (que no presentan riesgo para la salud), pero que a la vez los cataloga de muy peligrosos. Por ejemplo, la norma primaria propuesta por el MMA para concentraciones de 1 hora (que por definición, debe proteger la salud de la población) es de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (= 191ppbv), es decir aire de buenas condiciones para la salud, corresponde (desde el 2020) al límite inferior que define nivel de emergencia – 191ppbv (= $500 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), que, por definición, es altamente peligroso para la salud. Ver Figura 1.

Las medidas de contingencia pueden y deben decretarse cuando se sobrepasa la norma, entonces niveles de alerta pueden ser idénticos a la norma, o superiores. Mientras más altos sean los niveles de excedencia para decretar medidas de contingencia, sólo esas serán tomadas en consideración por las empresas a las cuales sólo les preocupa que no tengan que paralizar su actividad por las medidas de contingencia, y no realizarán esfuerzos por cumplir las normas. En la normativa chilena, la frecuencia de las excedencias de los niveles de alerta, preemergencia y emergencia sólo sirven para declarar un territorio como zona saturada y que esto permita el establecimiento de un plan de descontaminación, a bastantes años plazo.

Norma de Calidad Primaria para Dióxido de Azufre

Métrica	Valor	Percentil de cumplimiento
Concentración de 1 hora	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ 191 ppbv	Promedio aritmético de tres años del percentil 99
Concentración de 24 horas	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ 57 ppbv	Promedio aritmético de tres años del percentil 99
Concentración anual	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ 23 ppbv	Promedio aritmético de tres años

Niveles de Emergencia Ambiental de Dióxido de Azufre

Se definen los niveles que originarán situaciones de emergencia ambiental, expresados como concentración de 1 hora de dióxido de azufre y sus plazos de implementación de acuerdo a la siguiente tabla:

Nivel de emergencia ambiental	Desde la entrada en vigencia del decreto hasta el 31 de diciembre del 2017	Desde el 1° enero del 2018 hasta el 31 de diciembre del 2019	Desde el 1° enero del 2020 en adelante
1. Alerta	382 - 477 ppbv	306 - 381 ppbv	76 - 133 ppbv
2. Preemergencia	478 - 572 ppbv	382 - 477 ppbv	134 - 190 ppbv
3. Emergencia	573 ppbv o superior	478 ppbv o superior	191 ppbv o superior

Metodología de medición: Las metodologías de medición para el control de la presente norma de calidad serán establecidas por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante resolución que se publicará en el Diario Oficial.

Figura 1. Norma de calidad primaria para dióxido de azufre y niveles de emergencia ambiental expresados como concentraciones de 1 hora de dióxido de azufre, propuestos según publicación del Diario Oficial del 26 de junio de 2015, cuerpo I Págs. 19-20.

- La norma primaria propuesta para concentración promedio de SO_2 durante 1 h = 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ es excesiva; ese valor fue propuesto en 2005 por la OMS como promedio de 10 minutos. En las normas propuestas hay varias inconsistencias. Por ejemplo, si nosotros consideramos que desde el 1º de enero de 2020 el promedio de la concentración de SO_2 en una hora es de 76 ppbv (198,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como límite inferior del nivel de alerta, ese valor debe ser al menos el valor máximo de la norma si se considera que cualquier excedencia de la norma significa decretar alerta ambiental para dicho contaminante. Si consideramos, al igual que para PM10 en Chile la alerta se decreta con un 30% de excedencia, entonces el nivel de la norma debe ser 153 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, lo que se puede redondear a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ promedio de una hora.

Para justificar la aseveración que la norma propuesta de SO_2 durante 1 h = 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ es excesiva, es preciso mencionar que lugares como Tocopilla y La Negra de la Región de Antofagasta superan la norma en forma constante y solo, en 24 horas con el promedio logran "manejarse" un poco dentro de la normativa actual. Como en esos lugares también se emiten dioxinas y una serie de contaminantes asociados que no están considerados en esta normativa, al lograr reducir la norma de emisiones de SO_2 por hora, tales emisiones terminarían

reduciéndose en forma considerable. La tasa de mortalidad por cáncer (excluidos piel no melanoma) en la Comuna de Tocopilla, 2003-2007, en comparación con las demás comunas de la Región de Antofagasta, es superior al resto de la Región de Antofagasta. En consecuencia, además de los carcinógenos responsables de la alta mortalidad por cáncer en esa región (arsénico), existen factores adicionales que la aumentan en Tocopilla (Registro Poblacional de Cáncer, Región de Antofagasta, 2011, J. Moya Cortés y J.C. Galaz, Gobierno de Chile).

6. En ninguna parte de la resolución se menciona si las normas en cuestión se refieren a zonas pobladas (urbanas o rurales) o se refieren a sitios no poblados del territorio nacional, donde existan actividades industriales que emitan SO_2 . Por ejemplo, en Chuquicamata, sus implementos residenciales tuvieron que trasladarse a Calama porque evidentemente Chuquicamata no era un campamento y debía cumplir con la norma de SO_2 para sitios urbanos. Debe definirse a que lugares del territorio nacional aplica la norma.
7. Los niveles de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual no se condicen con la protección de la salud, como ha sido demostrado en diversos estudios y en informes emanados de la OMS, e incluso no se condicen incluso con la proposición de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diarios, norma que si se cumpliera debe llevar a la norma anual a niveles muy inferiores a los propuestos.
8. No se indica en qué lugares se deberán monitorear los niveles de SO_2 . En la Resolución se menciona que la Superintendencia de Medio Ambiente comunicará dentro de los primeros tres meses de cada año los resultados de las mediciones. Este procedimiento no sirve para tomar decisiones y ejecutar acciones de corto plazo. Por lo tanto, el monitoreo deberá estar en línea, no solo con dependencias del Ministerio de Medio Ambiente, sino que también lo debe estar con el Ministerio de Salud.
9. La forma de determinar si se infringe la concentración de SO_2 en 1 hora, 24 hrs y anual, con el promedio aritmético del percentil 99, en 3 años, no tiene sentido práctico, por ser un plazo excesivo. Además, deben definirse las sanciones para los infractores.
10. Excesivo plazo para que entre en vigencia los nuevos límites para concentraciones de SO_2 de 24 horas y de 1 hora, definidos para el 1 de Enero de 2020.



DR. ANDRES TCHERNITCHIN V.
Presidente Departamento Medio Ambiente



DR. ENRIQUE PARIS MANCILLA
Presidente Colegio Médico de Chile A.G.

INFORMACIÓN ADICIONAL RELEVANTE

-Los aerosoles de ácido sulfúrico tienen una acción mucho más irritante de las vías aéreas que el dióxido de azufre

-algunos contaminantes (por ejemplo, sales o óxidos de manganeso), pueden catalizar la reacción del SO₂

-varios aerosoles metálicos catalizan la oxidación de dióxido de azufre, incluyendo sales solubles de hierro ferroso (Fe⁺⁺), manganeso y vanadio

-167 µg/m³ (0,06 ppm) de SO₂ durante un mes causan cambios intersticiales en el tracto respiratorio.

-Exposición a partículas de carbón + dióxido de azufre por 192 días causaron una inmunosupresión significativa. La combinación de dióxido de azufre y manganeso causó efectos más intensos, que consistían en cambios histológicos más intensos y un aumento de células pulmonares libres en el pulmón de ratas con enfermedad respiratoria latente.

-Exposiciones controladas breves en sujetos asmáticos. En asmáticos que realizaban ejercicios algunos presentaban cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras exposición a SO₂ por 10 minutos; esto motivó que la OMS concluyera que no se podía sobrepasar el nivel de 500 µg/m³ durante 10 minutos (OMS, 2005). Niveles más altos de SO₂ desencadenan con mayor frecuencia crisis asmáticas. Por ejemplo, en un grupo de asmáticos el número de crisis incrementaba desde 1 hasta 4 por semana cuando la concentración de SO₂ incrementaba a 140-230 µg/m³ y aumentaba a 12 por semana cuando los niveles de dióxido de azufre llegaban a 740 µg/m³.

-Entre las pruebas más recientes para fundamentar las recomendaciones 2005 de la OMS, se ha vinculado una reducción sustancial de enfermedades respiratorias en la infancia y de mortalidad en todas las edades a la reducción de azufre en combustibles, y no se obtuvo ninguna prueba de un umbral para los efectos en la salud con concentraciones de SO₂ durante 24 horas del orden de 5-40 µg/m³. **Los niveles de SO₂ durante 24 horas estaban significativamente asociados con las tasas de mortalidad diaria en 12 ciudades canadienses en las que la concentración media era de sólo 5 µg/m³ (el nivel medio más alto de SO₂ fue inferior a 10 µg/m³).**

-En el estudio de la Sociedad Americana del Cáncer (ACS) se observó una asociación significativa entre el SO₂ y la mortalidad para la cohorte de 1982-1988 en 126 zonas metropolitanas de los Estados Unidos en las que la concentración media registrada de SO₂ era de 18 µg/m³ y la media más alta de 85 µg/m³. En caso de que hubiera un umbral para los efectos en cualquiera de estos estudios, tendría que ser muy bajo, **según la OMS (2005), que recomendó para 24 horas como enfoque precautorio prudente un valor de 20 µg/m³**. Si se respeta el nivel de 24 horas, se garantizan unos niveles medios anuales bajos. Estos valores guía de la OMS (2005) para el SO₂ no están vinculados a los del material particulado.

-**Mortalidad – efecto de exposiciones prolongadas.** Se describió una mejor correlación con mortalidad cuando se correlacionaba las muertes con los niveles de contaminación ocurridos con 10 años de anterioridad. Estos hallazgos ilustran que **los factores más relevantes no eran la contaminación reciente, sino aquella ocurrida más tempranamente en la vida.** Esto demuestra que exposiciones previas sensibilizan a los expuestos a que los afecte con más intensidad exposiciones futuras.

-**Morbilidad infantil.** Se ha demostrado una **correlación entre frecuencias de infecciones respiratorias bajas y niveles de contaminación con SO₂**. En un posterior seguimiento de estos niños, a la edad de 20 años (Colley et al., 1973), los síntomas respiratorios estaban principalmente relacionados a los hábitos tabáquicos, no obstante,

también había una **relación entre la prevalencia de los síntomas y las historias previas de infecciones respiratorias bajas las que, a su vez, estaban relacionadas con la contaminación estimada durante la infancia. Eso evidencia que la exposición infantil a SO₂ condiciona la frecuencia de enfermedades respiratorias más tarde en la vida.** Además se ha descrito que **en niños la exposición crónica a SO₂ deja secuelas negativas en diversos parámetros respiratorios.**

- **Cáncer pulmonar.** Numerosos estudios determinaron una **relación entre contaminación con material particulado y dióxido de azufre con el cáncer pulmonar.** Los primeros estudios atribuyeron el aumento del cáncer pulmonar al material particulado y a la presencia de benzo(a)pireno en éste. Más tarde se determinó que el papel del SO₂ en la patogénesis del cáncer pulmonar se basa en resultados experimentales en donde la **exposición a SO₂ aumenta el poder carcinógeno del benzopireno** y que la exposición a material particulado fino constituido por **sulfatos (estos últimos provenientes del SO₂) favorece el desarrollo de cáncer pulmonar.**

- **Imprinting.**

- (1) Se ha demostrado en ratones que **la exposición prenatal a dióxido de azufre induce cambios neuroconductuales que se manifiestan durante la edad adulta** y que limitan aquellas conductas que significan defensa en situaciones de peligro.
- (2) En otro estudio se demostró que **la exposición prenatal a aire contaminado causó una deficiencia en la capacidad de defensa antioxidante en los eritrocitos que ha persistido hasta la edad adulta**, con menores actividades de catalasa, superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa. Además se redujo el peso corporal de los animales.
- (3) **Imprinting - hallazgos en humanos:** Hay evidencia epidemiológica que **la exposición materna a contaminación ambiental, en especial material particulado (que en parte importante contiene sulfatos)** afecta el desarrollo fetal, **causando bajo peso al nacer.** Se demostró una asociación estadísticamente significativa entre bajo peso al nacer y exposición prenatal (durante el tercer trimestre del embarazo) a SO₂, y que el efecto variaba de acuerdo al grupo étnico. Existe también evidencia de una asociación entre las exposiciones prenatal o durante el primer año de vida a SO₂ (y también a otros contaminantes del aire en forma independiente al dióxido de azufre) y el **desarrollo de asma bronquial más tarde en la vida.** También se ha demostrado que la **residencia en lugares cercanos a fuentes puntuales de emisión industrial estaban asociados a desarrollo de asma bronquial más tarde en la vida.**

Condiciones que modifican en forma irreversible los efectos de exposiciones posteriores a SO₂ solo o asociado a otros contaminantes están:

- (1) **Exposiciones previa (infantil) a SO₂:** Existe una correlación entre mortalidad precoz y exposición previa a SO₂ (hace 10 años). No existen hasta este momento estudios que demuestren que el aumento de mortalidad por SO₂ debido a exposiciones perinatales o infantiles eran por el mecanismo del imprinting o por otro mecanismo.
- (2) **Desnutrición proteica prenatal:** En el animal de experimentación la desnutrición proteica prenatal aumenta la susceptibilidad para el daño tisular causado por exposición a SO₂ más tarde en la vida.
- (3) **Contaminación del aire durante la edad infantil:** Hay una relación entre la prevalencia de síntomas respiratorios durante la edad juvenil o adulta y las historias previas de infecciones respiratorias bajas las que, a su vez, estaban relacionadas con la contaminación estimada durante la infancia.


DR. ANDRES TCHERNITCHIN V.
Presidente Departamento Medio Ambiente


DR. ENRIQUE PARIS MANCILLA
Presidente Colegio Médico de Chile A.G.