

Minuta

Niveles de emergencia: revisión de la norma primaria de calidad del aire para dióxido de azufre (SO₂)

1. Antecedentes

Antecedentes Nacionales:

En el artículo 19¹ del D.S. N°185/1991 del Ministerio de Minería, se establece para los establecimientos regulados un Plan de Acción Operacional en caso de episodios críticos. Además, se establecen niveles de concentración horaria de dióxido de azufre (SO₂) para activar medidas de precaución a la población.

Tabla 1: Medidas de precaución contenidas en el D.S. N°185/1991 del Ministerio de Minería

Concentración horaria ppm (µg/m ³)	Situación	Medidas de precaución
0,75 (1.962)	Aviso de alerta	Ancianos y personas con enfermedades cardíacas y respiratorias deberán permanecer en sus casas. En ellas se deberán cerrar puertas y ventanas.
1,00 (2.616)	Aviso de advertencia	Adicionalmente a lo anterior los escolares deberán suspender las clases de gimnasia y las actividades en el exterior.
1,50 (3.924)	Aviso de emergencia	Adicionalmente a lo anterior, todas las personas deben permanecer en sus casas minimizando las actividades físicas, desplazándose sólo para concurrir a su trabajo o por razones de fuerza mayor.

Luego, en la norma primaria de SO₂, artículo 5 del D.S. N°113/2003, se establecen niveles en concentración de una hora, que originan situaciones de emergencia ambiental. Los valores de los niveles vigentes mantienen los valores contenidos en el D.S. N°185/1991, definiéndose de la siguiente forma:

Tabla 2: Niveles de emergencia ambiental de la norma primaria de SO₂ actualmente en revisión

Nivel	Concentración horaria ppbv (µg/m ³)
Nivel 1	750 - 999 (1.962 - 2.615)
Nivel 2	1.000 - 1.499 (2.616 - 3.923)
Nivel 3	1.500 o superior (3.924 o superior)

Los niveles de emergencia para dióxido de azufre pueden ser obtenidos mediante aplicación de una metodología de pronóstico de calidad de aire aprobada en el marco del Plan de Prevención o de Descontaminación que corresponda, o por medio de la constatación de las concentraciones del contaminante a partir de alguna de las estaciones monitoras EMRPG.

Por otra parte, el año 2014, la Ilustre Municipalidad de Quintero de la región de Valparaíso, a través de un Decreto Alcaldicio (N°3437, de agosto 2014), define cuatro estados de calidad del aire para dióxido de azufre (bueno, moderado, alto y muy alto), con la finalidad de establecer protocolos preventivos de protección de salud de la población vulnerable de la comuna.

Los niveles son definidos a partir de concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) de 15 minutos y sus rangos corresponden a:

¹ Este artículo se encuentra vigente.

Tabla 3: Niveles de emergencia establecidos en el decreto alcaldicio de la Municipalidad de Quintero

Nivel	Rango de concentraciones en períodos de 15 minutos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Recomendación
Bueno	0 - 265	No existen restricciones de actividad física para ningún grupo de la población.
Moderado	266 - 531	Cuidado para grupos vulnerables como embarazadas, niños, adultos mayores y enfermos crónicos. Se recomienda reducir la actividad física extenuante al aire libre.
Alto	532 - 1.063	Crítico para grupos vulnerables como embarazadas, niños, adultos mayores y enfermos crónicos. Se debe reducir esfuerzo físico y la actividad física aire libre. La población no vulnerable que experimente molestias asociadas a ardor ocular, tos o dolor de garganta, debe considerar la reducción de esfuerzo físico y asistir al centro asistencial.
Muy Alto	1.064 o más	Muy crítico para grupos vulnerables como embarazadas, niños, adultos mayores y enfermos crónicos. Toda la población debe evitar realizar actividad física al aire libre, en especial si presenta molestias como ardor ocular, tos o dolor de garganta y asistir al centro asistencial

Otra situación se presenta en la región de Atacama, donde la SEREMI de Salud utiliza el siguiente criterio (figura 1) para determinar los niveles que activan el aviso de riesgo en la salud a la población, debido al aumento de las concentraciones de dióxido de azufre (SO_2).

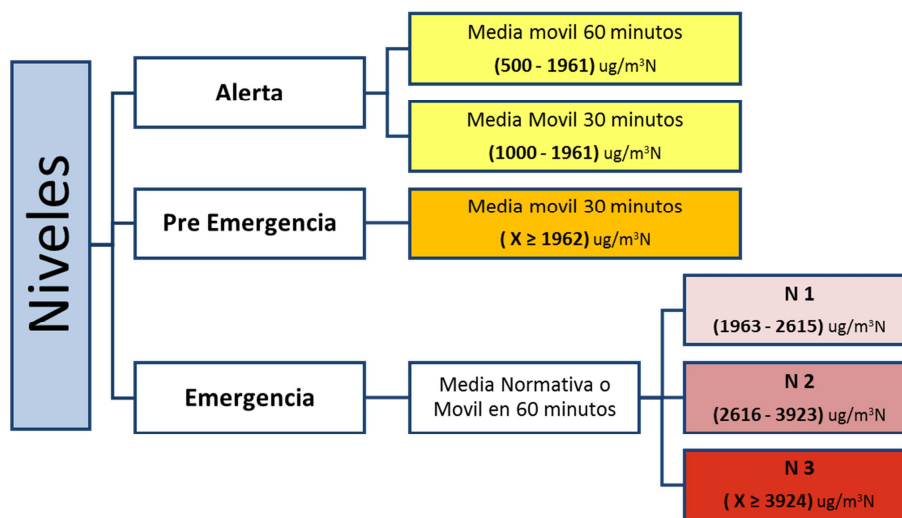


Figura 1: Niveles de dióxido de azufre (SO_2) para episodios de corta duración usados por SEREMI de Salud Atacama

Fuente: Entregado por el Sr. Omar Maldonado al Sr. Cristián Ibarra del Ministerio en reunión sostenida con la SEREMI de Salud de la región de Atacama, el 21 de octubre del 2014, en dependencias de la SEREMI de Salud de Atacama, Copiapó.

Antecedentes Internacionales:

- a. **Estados Unidos:** a través de su Agencia de Protección Ambiental (USEPA, United States Environmental Protection Agency) ha desarrollado un índice de calidad del aire (AQI, Air Quality Index). Este índice se basa en un algoritmo y esta categorizado en 6 niveles, hasta el nivel insalubre se calcula a partir de concentraciones horarias, en los niveles siguientes se calcula a partir de concentraciones diarias.

(<http://www.airnow.gov/>)

Tabla 4: Niveles del índice de calidad del aire para dióxido de azufre (SO₂) en Estados Unidos

Nivel	AQI	Rango de concentraciones ppb (µg/m ³)	Algoritmo
Bueno	0 - 50	0 - 35 (0 - 92) ^(1h)	$AQI = ((I_{high} - I_{low}) / (C_{high} - C_{low})) * (C - C_{low}) + I_{low}$ <p>C : concentración del contaminante C_{low} : valor de concentración donde cambia de estado y es menor a C C_{high} : valor de concentración donde cambia de estado y es mayor a C I_{low} : valor del índice correspondiente a C_{low} I_{high} : valor del índice correspondiente a C_{high}</p>
Moderado	51 - 100	36 - 75 (93 - 197) ^(1h)	
Insalubre para grupos sensibles	101 - 150	76 - 185 (198 - 484) ^(1h)	
Insalubre	151 - 200	186 - 304 (485 - 795) ^(1h)	
Muy insalubre	201 - 200	305 - 604 (796 - 1580) ^(24h)	
Peligroso	301 - 500	605 - 1004 (1581 - 2626) ^(24h)	

(1h): el algoritmo se calcula a partir de concentraciones horarias

(24h): el algoritmo se calcula a partir de concentraciones diarias

- b. **China:** utiliza un algoritmo semejante al utilizado por Estados Unidos (documento HJ633, 2012), pero sus niveles son algo diferentes como se muestra en la tabla 5.

(<http://kjs.mep.gov.cn/hjbhbz/bzwb/dqhbh/icgffbz/201203/W020120410332725219541.pdf>)

Tabla 5: Niveles del índice de calidad del aire para dióxido de azufre (SO₂) en China

Nivel	IAQI	Rango de concentraciones (µg/m ³)
Excelente	0 - 50	(0 - 150) ^(1h)
Bueno	51 - 100	(151 - 500) ^(1h)
Ligeramente contaminado	101 - 150	(501 - 650) ^(1h)
Moderadamente contaminado	151 - 200	(651 - 800) ^(1h)
Altamente contaminado	201 - 300	(801 - 1600) ^(24h)
Severamente contaminado	> 300	> 1600 ^(24h)

(1h): el algoritmo se calcula a partir de concentraciones horarias

(24h): el algoritmo se calcula a partir de concentraciones diarias

- c. **Unión Europea (UE):** utiliza el Common Air Quality Index (CAQI), este índice se basa en concentraciones horarias de dióxido de azufre y tiene 5 niveles (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto).
(<http://www.airqualitynow.eu>)

Tabla 6: Niveles del índice Common Air Quality Index para dióxido de azufre (SO₂) en Unión Europea (UE)

Nivel	CAQI	Rango de concentraciones (µg/m ³)
Muy Bajo (Very Low)	0 - 25	0 - 50
Bajo (Low)	25 - 50	51 - 100
Medio (Medium)	50 - 75	101 - 350
Alto (High)	75 - 100	351 - 500
Muy Alto (Very high)	> 100	> 500

- d. **Reino Unido (UK):** utiliza el Daily Air Quality Index recomendado por Committee on Medical Effects of Air Pollutants (COMEAP). El cual contiene 10 puntos (breakpoints) agrupados en 4 niveles. Este índice se basa en concentraciones de dióxido de azufre de **15 minutos**. (<http://uk-air.defra.gov.uk/air-pollution/daq1>)

Tabla 7: Niveles del índice Daily Air Quality Index para dióxido de azufre (SO₂) en el Reino Unido (UK)

Nivel	Rango de concentraciones (µg/m ³)
Bajo (Low)	0 - 266
Moderado (Moderate)	267 - 532
Alto (High)	533 - 1064
Muy Alto (Very high)	> 1065

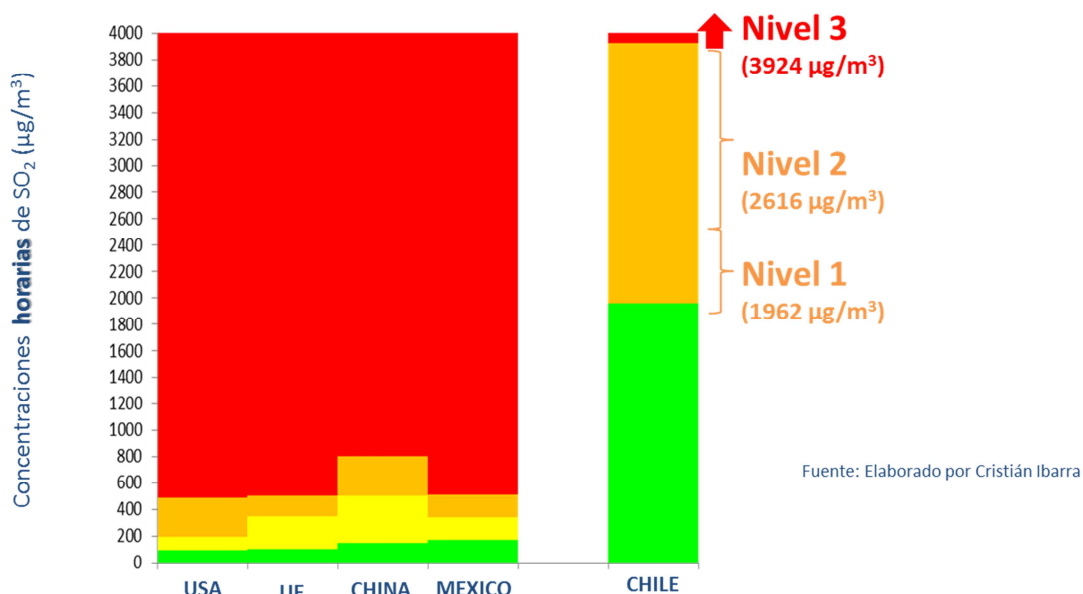
- e. **México:** utiliza el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), este índice se emplea para comunicar el grado de contaminación y el nivel de riesgo en la salud de la población, así como las recomendaciones o acciones que pueden realizar para su protección. El IMECA se calcula a partir de los **promedios horarios** de la medición de contaminantes como: ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO) y material particulado. Para el caso de dióxido de azufre (SO₂) se tiene:

Tabla 8: Niveles del índice IMECA para dióxido de azufre (SO₂), usado en México

Nivel	IMECA	Rango de concentraciones horarias ppm (µg/m ³)	Algoritmo
Bueno	0 - 50	0 - 0,065 (0 - 170)	$\text{IMECA} = [\text{SO}_2] * 100 / 0,13$ <p>[SO₂]: concentración horaria de dióxido de azufre en ppm</p>
Regular	51 - 100	0,066 - 0,130 (171 - 340)	
Malo	101 - 150	0,131 - 0,195 (341 - 510)	
Muy malo	151 - 200	0,196 - 0,260 (511 - 680)	
Extremadamente malo	> 200	> 0,260 (> 680)	

2. Comparación entre los niveles de emergencia utilizados a nivel internacional y los nacionales

La figura 2 compara los niveles de emergencia en concentraciones horarias de dióxido de azufre (SO₂) de Estados Unidos (USA), Unión Europea (UE, consta de 28 países), China, México con los niveles establecidos en la norma primaria de SO₂ de Chile.



Bueno	Nivel en que no se aprecian impactos en salud.
Moderado	Nivel aceptable, de cuidado para grupos vulnerables.
Insalubre población sensible	Nivel crítico para grupos vulnerables, produce irritaciones y efectos de salud en los grupos sensibles.
Insalubre	Nivel muy crítico para grupos vulnerables, repercusiones nocivas en miembros de grupos de riesgo (niños, de edad avanzada o personas débiles), también causa molestias desagradables en el público en general.
Muy Insalubre	Nivel que puede tener un grave impacto en miembros de grupos de riesgo en caso de exposición aguda.
Peligroso	Nivel que puede tener efectos nocivos sobre la población en general.

Figura 2: Comparación de niveles de emergencia en concentraciones horarias de dióxido de azufre (SO₂)

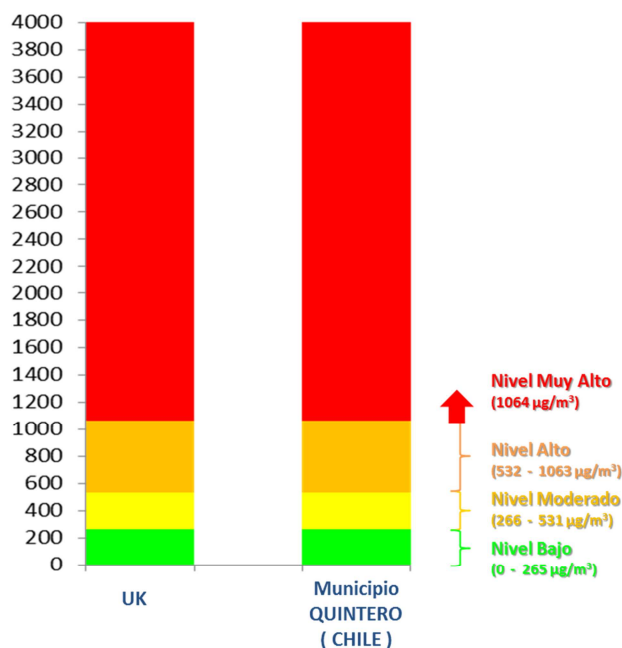
Fuente: Elaborado por el Sr. Cristián Ibarra, profesional del Departamento de Normas, de la División de Calidad del Aire, del Ministerio del Medio Ambiente a partir de:

1. Estados Unidos: Air Quality Index (AQI) desarrollado por United States Environmental Protection Agency (USEPA) (<http://www.airnow.gov/>) EPA, 2013, Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI)
2. Unión Europea: Common Air Quality Index (CAQI) (http://www.airqualitynow.eu/about_indices_definition.php) CiteAir, 2007, Comparing Urban Air Quality Across Borders, a review of existing air quality índices and the proposal of a common alternative
3. China: Ministry of Environmental Protection of China, documento HJ633-2012, Technical Regulation on Ambient Air Quality Index (<http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzb/bzwb/dqjhbh/jcgfffbz/201203/W020120410332725219541.pdf>)
4. México: Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA). NADF-009-AIRE-2006. Norma ambiental para el distrito federal, que establece los requisitos para elaborar el índice metropolitano de la calidad del aire
5. Chile: Artículo 5, Decreto Supremo N° 113 del MINSEGPRES, del 2003

En la figura 2, se aprecia que Chile tiene una gran tolerancia en los niveles considerados de emergencia por concentraciones horarias de dióxido de azufre (SO₂) (1962 µg/m³ es 10 veces superior, si se compara con el nivel insalubre para población sensible de los Estados Unidos de 197 µg/m³ y 5 veces más que nivel malo de México de 340 µg/m³).

El nivel de emergencia actualmente vigente en Chile, no cumple con la protección de la población frente a episodios de alta contaminación y de corta duración.

En particular, para el caso de los niveles de emergencia que se indican en el decreto alcaldicio del Municipio de Quintero, se puede deducir que estos se construyeron de acuerdo a lo establecido en el modelo de reino Unido (UK), considerando concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) promedio de 15 minutos (figura 3).



Fuente: Elaborado por Cristián Ibarra..

Figura 3: Comparación del modelo adoptado por el Municipio de Quintero

Fuente: Elaborado por el Sr. Cristián Ibarra, profesional del Departamento de Normas, de la División de Calidad del Aire, del Ministerio del Medio Ambiente a partir de:

1. Reino Unido: Daily Air Quality Index, Department for Environment Food and Rural Affairs, United Kingdom, 2013 (<http://uk-air.defra.gov.uk/air-pollution/daq1>)
2. Decreto Alcaldicio N°3437, de la Ilustre Municipalidad de Quintero de la Región de Valparaíso, 26 de agosto del 2014

En resumen, hay evidencia de que la Municipalidad de Quintero y la Autoridad Sanitaria de Copiapó, aplican **niveles de emergencia** más restrictivos respecto a los que establece el D.S. 113, generando conflictos de coordinación y de carácter jurídico (no se cumple principio de legalidad) y de las competencias de los organismos del Estado. Estos antecedentes se suman a la pérdida de credibilidad y desconfianza por parte de la ciudadanía al rol regulador del Estado.

Uno de los principales desafíos del presente proceso de revisión corresponde a **establecer un nivel de emergencia que al activarse a través de planes operacionales, reduzca efectivamente la exposición de la población en las zonas afectadas**. Cabe señalar, que se registran episodios en las zonas donde se localizan la fundición de Ventanas (Puchuncaví–Quintero) y la fundición Hernán Videla Lira (Paipote-Tierra Amarilla). En estas dos zonas ya existen planes de descontaminación que están en proceso de revisión. El nivel de emergencia activará los planes operacionales contenidos en los planes de descontaminación.

Pero ¿qué sucedería en aquellas zonas donde no hay plan y se registrase un episodio por SO₂? En este caso, la autoridad sanitaria puede reaccionar a través de alertas sanitarias, esto es, se actúa para reducir la exposición de la población, sin la necesidad que exista un plan de descontaminación. De aquí la importancia de definir niveles de emergencia efectivos y eficientes que permitan proteger a la población.

Minuta elaborada por:

- Cristián Ibarra, coordinador del proceso de revisión de la norma primaria de calidad SO₂, del Departamento de Normas.
- Priscilla Ulloa, profesional del Departamento de Normas.
- Carmen Gloria Contreras, Jefa del Departamento de Normas.