



# Estándares de Calidad del Aire

## Legislación Comparada

### Autor

Rafael Torres Muñoz  
Email: [rtorres@bcn.cl](mailto:rtorres@bcn.cl)  
Tel.: (56) 32 226 9112

Nº SUP: 131729

Documentos disponibles en:  
<https://atp.bcn.cl>

### Resumen

La legislación chilena sobre Normativas de Calidad del Aire aborda entre otras materias, las emisiones de material particulado y emisiones de gases y rocíos. En el concierto latinoamericano es una de las más avanzadas y -en general- comparable a las de países como Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.) y la Unión Europea, sin embargo, en ámbitos como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) figura como uno de los países que van a la zaga en relación a sus normativas sobre material particulado. La última edición de las directrices de Calidad del Aire recientemente publicadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), sin duda estimularán una actualización de las normativas nacionales.

## I. Introducción

El presente informe se enfoca en la legislación nacional y extranjera que norma los parámetros de calidad del aire, en términos de concentración de contaminantes específicos. Para su elaboración se consultaron fuentes nacionales, las normativas de la Unión Europea, un comparativo de países latinoamericanos, Estados Unidos de Norteamérica y la Organización Mundial de la Salud. Las traducciones son del autor.

## II. Información contextual

### A. Del origen de los conflictos

La salud humana es el aspecto central del quehacer de la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>1</sup>, y uno de los factores más conspicuos de la industrialización del planeta son las emisiones a la atmósfera de diversos productos químicos, en forma de partículas y gases y rocíos (sprays) que los contienen<sup>2</sup>. Frecuentemente estos subproductos de los procesos industriales tienen efectos negativos para la salud humana. Por esta razón la OMS, en cumplimiento de sus principios, publica directrices para la limitación de emisiones a la atmósfera que guían las políticas públicas medioambientales de los países, pero no posee las facultades para imponer fechas de cumplimiento. En agosto de 2021, fueron publicadas las más recientes directrices.

<sup>1</sup> "What we do". Disponible en: <http://bcn.cl/2s1ly>. Octubre 2021.

<sup>2</sup> "Air Pollutants". Disponible en: <http://bcn.cl/2s1ly>. Octubre 2021.

Por otra parte, dada la vocación minera de nuestro país, una fracción sustancial del PIB proviene de dicha actividad; de hecho, según la publicación *Minería 2020: Competitividad y Desarrollo del Consejo Minero*<sup>3</sup> “Cerca del 15% del PIB, el 60% de las exportaciones y el 20% de los ingresos fiscales provienen de esta industria”. por tanto es natural que se produzcan conflictos entre las comunidades aledañas a las faenas mineras, particularmente aquellas que sean afectadas por las emisiones de éstas, o del procesamiento del material extraído. Así como las obvias aprensiones de aquellas comunidades que estén ubicadas en la trayectoria natural de un torrente de material de relaves en el eventual colapso de uno de éstos.

## B. De los efectos de las emisiones de material particulado

Se denomina **material particulado (MP)** a una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. El material particulado forma parte de la contaminación del aire. Su composición es muy variada y podemos encontrar, entre sus principales componentes, sulfatos, nitratos, amoníaco, cloruro de sodio, carbón, polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. Dichas partículas todas que producen reacciones químicas en el aire. Se clasifican en función de su tamaño, y se habla de material particulado PM10, cuyo diámetro aerodinámico teórico es menor que 10 µm (micrómetros. 1µm = millonésima parte del metro) y PM 2,5 como cuyo diámetro sería menor que 2,5 µm.

El efecto sobre la salud de los seres vivos se relaciona con los niveles de exposición normal de la mayoría de la población urbana y rural. La exposición crónica aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer de pulmón.

En años recientes ha cobrado importancia la investigación de los efectos de las PM 2,5. Aunque estas partículas contribuyen muy poco a la masa total del material particulado, están presentes en gran cantidad. Algunos investigadores han propuesto que las partículas ultrafinas pueden ser especialmente tóxicas ya que pueden permear las serosas de las vías respiratorias, interactuar con células pulmonares y desplazarse fácilmente a otros tejidos; en tanto que las PM10 quedarían retenidas en las vías respiratorias, produciendo efectos locales a nivel de sistema respiratorio, las partículas menores<sup>4</sup>.

Dado que las PM 2,5 pueden pasar al torrente sanguíneo, pueden potencialmente, dañar cualquier órgano o sistema. Se ha demostrado, por ejemplo, que el pireno, hidrocarburo policíclico aromático, afecta al sistema inmune ya que puede inducir la producción de proteínas inmunorreguladoras IL-4 e IL-8. Estas proteínas están relacionadas con el desarrollo de alergias y de respuestas inflamatorias inducidas por estrés celular<sup>5</sup>.

Un adulto respira entre 5 y 6 litros de aire por minuto, en 24 horas serían entre 7.200 y 8.600 litros, basándose en los objetivos de calidad del aire de la OMS -para PM10 es de 20 µg/m<sup>3</sup> (microgramos por metro cúbico), y para las PM 2,5 es de 10 µg/m<sup>3</sup>- un ser humano por tanto, inhala diariamente entre 144 y 172 microgramos de PM10 y entre 72 y 86 microgramos de PM 2,5. Valores que, multiplicados por los

<sup>3</sup> “Minería 2020: Competitividad y Desarrollo.” <http://bcn.cl/2s1m3>. Octubre 2021.

<sup>4</sup> Disponible en: New WHO Global Air Quality Guidelines aim to save millions of lives from air pollution <http://bcn.cl/2s1mf>. Octubre 2021.

<sup>5</sup> “Instituto para la Salud Geoambiental. Material Particulado”. Disponible en: <http://bcn.cl/2s1mg>. Octubre 2021.

días del año, dan preocupantes valores para la cantidad de sustancias tóxicas que la población respira y los peligros presentes en la vida cotidiana<sup>6</sup>.

El 17 de octubre de 2013, el IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer), órgano consultivo de la OMS, clasificó el aire contaminado de las ciudades como cancerígeno humano, dentro del Grupo 1<sup>7</sup>.

### III. Estándares de Calidad del Aire

#### A. Organización Mundial de la Salud (OMS). Nuevos estándares<sup>8</sup>

Publicada el recién pasado 22 de septiembre, en esta actualización de los estándares, se formulan recomendaciones sobre los niveles de las Directrices para la Calidad del Aire (Air Quality Guidelines - AQG), junto con objetivos provisionales, para los siguientes contaminantes: PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Dado su carácter referencial, se expone en la tabla 1 para facilitar las comparaciones que el lector desee realizar.

**Tabla 1. Niveles recomendados para las directrices y objetivos provisionales**

Contaminante	Tiempo de Promediación	Objetivos Provisionales				Directriz
		1	2	3	4	
MP <sub>2,5</sub> mg/m <sup>3</sup>	A anual	35	25	15	10	5
	24-hra	75	50	37.5	25	15
PM <sub>10</sub> , µg/m <sup>3</sup>	A anual	70	50	30	20	15
	24-hra	150	100	75	50	45
O <sub>3</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Máximo Estación	100	70	–	–	60
	8-hra	160	120	–	–	100
NO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	A anual	40	30	20	–	10
	24-hra	120	50	–	–	25
SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>
CO, mg/m <sup>3</sup>	24-hour <sup>a</sup>	7	–	–	–	4

<sup>a</sup> Percentil 99 (es decir, 3-4 días de superación por año).

<sup>b</sup> Promedio de la concentración máxima diaria del promedio de 8 horas de O<sub>3</sub> en los seis meses consecutivos con la concentración promedio de O<sub>3</sub> más alta del semestre móvil.

Es evidente que, dado el carácter fuertemente restrictivo de las normas propuestas y el carácter voluntario de su adopción, el proceso se facilita a través de la propuesta de cuatro “Objetivos Provisionales”, a modo de hitos a satisfacer, que los miembros de la OMS podrán adoptar según sus realidades nacionales y que podrán utilizar para facilitar las comparaciones.

<sup>6</sup> *Ibidem*.

<sup>7</sup> “IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths”. Disponible en: <http://bcn.cl/2s1mi>. Octubre 2021

<sup>8</sup> “WHO New Air Quality Guidelines”. Disponible en: <http://bcn.cl/2s1mj>. Octubre 2021.

#### IV. Chile

La Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300, modificada por la Ley N° 20.417/2010, ambas del Ministerio Secretaría Regional de la Presidencia), establece en su artículo 32, la existencia de dos tipos de normas de calidad ambiental: primarias y secundarias. Las normas de calidad primaria son aquellas normas de calidad ambiental que tienen como objetivo proteger la salud de la población humana dentro del territorio nacional; las normas de calidad secundaria, tienen por objetivo proteger o conservar el medio ambiente o la naturaleza y son de carácter local y no necesariamente nacional.<sup>9</sup>

**Tabla 2. Norma Primaria de Calidad del Aire**

Contaminante	Período	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Criterio de Excedencia	Criterios de Emergencia
MP <sub>2,5</sub> <sup>10</sup>	Concentración de 24 horas	20	Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad del aire para material particulado fino respirable MP <sub>2,5</sub> , en los siguientes casos:  Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea mayor a 20 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), en cualquier estación monitorea calificada como EMRP. Si el período de medición en una estación monitorea no comenzare el 1° de Enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones, hasta disponer de tres años calendario sucesivos de mediciones.	Son aquellos en que la <b>concentración de 24 horas</b> se encuentre dentro de los siguientes rangos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a. Alerta .....80 - 109 b. Preemergencia.....110 - 169 c. Emergencia.....170 o superior  Las concentraciones serán obtenidas a partir de un pronóstico de calidad del aire, o bien, en el caso que no se cuente con este pronóstico, de la constatación de las concentraciones de Material Particulado Respirable MP <sub>2,5</sub> a partir de las mediciones provenientes de alguna de las estaciones de monitoreo de calidad del aire calificadas como EMRP
	Concentración anual	50	Cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), en cualquier estación monitorea calificada como EMRP <sup>11</sup>	N/A
MP <sub>10</sub> <sup>12</sup>	Concentración de 24 horas	150	Se considerará sobrepasada la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP <sub>10</sub> , cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	N/A

<sup>9</sup> "SINCA. Sistema Nacional de Calidad del Aire". Disponible en: <http://bcn.cl/2s1mn>. Octubre 2021.

<sup>10</sup> DS N° 12/2010 del Ministerio del Medio Ambiente. Disponible en: <http://bcn.cl/2av6y>. Noviembre 2018.

<sup>11</sup> EMRP: Estación de monitoreo de material particulado respirable MP<sub>2,5</sub> (o MP<sub>10</sub>) con representatividad poblacional.

<sup>12</sup> Decreto 59 establece norma de calidad primaria para material particulado respirable mp<sub>10</sub>, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia. Disponible en: <http://bcn.cl/2av6z>. Noviembre 2018

Contaminante	Período	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Criterio de Excedencia	Criterios de Emergencia
Dióxido de Nitrógeno <sup>13</sup> ( $\text{NO}_2$ )	1 hora	400	Se considerará sobrepasada cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG <sup>14</sup> , fuere mayor o igual al nivel indicado.	Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para dióxido de nitrógeno <b>en concentración de una hora</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel 1: 1130 - 2259</li> <li>Nivel 2: 2260 – 2999</li> <li>3000 o superior</li> </ul>
	Anual	100	Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado.	N/A
Ozono ( $\text{O}_3$ ) <sup>15</sup>	8 horas	120	Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para ozono como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado	Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para ozono, en concentración de una hora. <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel 1: 400 - 799</li> <li>Nivel 2: 800 - 999</li> <li>Nivel 3: 1000 o superior</li> </ul>
Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) <sup>16</sup>	24 horas	250	Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado	Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para dióxido de azufre, en concentración de una hora: <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel 1: 1.962 - 2.615</li> <li>Nivel 2: 2.616 - 3.923</li> <li>Nivel 3: 3.924 o superior</li> </ul>

<sup>13</sup> D.S. Nº 112/02 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Norma de Calidad Primaria de Aire para Ozono ( $\text{O}_3$ ). Disponible en: <http://bcn.cl/2av72>. Noviembre 2018

<sup>14</sup> EMRPG: Estación de monitoreo con representación poblacional por gases.

<sup>15</sup> Op.Cit. D.S. Nº 112/02 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Norma de Calidad Primaria de Aire para Ozono ( $\text{O}_3$ ). Disponible en: <http://bcn.cl/2av72>. Noviembre 2018

<sup>16</sup> D.S. Nº 113/02 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Norma de Calidad Primaria de Aire para Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ). Disponible en: <http://bcn.cl/2av75>. Noviembre 2017.

Contaminante	Período	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Criterio de Excedencia	Criterios de Emergencia
	Añual	80	Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado.	N/A
Monóxido de Carbono (CO) <sup>17</sup>	1 hora	30	Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado	
	8 horas	10	Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG fuere mayor o igual al nivel indicado.	Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para monóxido de carbono en concentración de ocho horas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel 1: 17 - 33</li> <li>• Nivel 2: 34 - 39</li> <li>• Nivel 3: 40 o superior</li> </ul>
Plomo (Pb) <sup>18</sup>	Añual	0,5	Se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación EMPB <sup>19</sup>	

Fuente: Normativas oficiales indicadas a pie de página. Elaboración propia.

Obsérvese que los tiempos de colección datos para su promedio son, en general, extensos, siendo éste un aspecto que afecta las mediciones en todos los países, en particular para la recolección de muestras de material particulado. Esto se debe a que las tecnologías disponibles -en general- no han alcanzado

<sup>17</sup> D.S. N° 115/02 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Norma de Calidad Primaria de Aire para Monóxido de Carbono (CO). Disponible en: <http://bcn.cl/2av77>. Noviembre 2018

<sup>18</sup> Decreto 136. Establece Norma de Calidad Primaria para Plomo en el Aire". Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Disponible en: <http://bcn.cl/2av7a>. Noviembre 2018.

<sup>19</sup> EMPB: Estación de Monitoreo con Representatividad Poblacional para Plomo.

el grado de sensibilidad suficiente para medir masas del orden de nanogramos (mil millonésimas de gramos), lo que tiene consecuencias para la discusión pública de la problemática relacionada con la contaminación de comunidades. Este aspecto es abordado en un siguiente informe en elaboración.

#### v. Unión Europea<sup>20</sup>

Los estándares de calidad del aire de la Unión Europea (UE) se resumen en la Tabla N° 3 a continuación. Se aplican considerando diferentes períodos de tiempo porque los impactos sobre la salud humana observados, asociados con la exposición a distintos contaminantes ocurren sobre diferentes tiempos de exposición.

Las unidades de medida para las normas son partes por millón (ppm) por volumen, partes por billón (ppb) por volumen y microgramos por metro cúbico de aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Tabla 3. Normas de Calidad del Aire. Unión Europea**

Contaminante	Concentración	Período promediado	Requerimientos legales	Excedencias anuales permitidas
Particulado fino (PM <sub>2,5</sub> )	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 año	Valor límite a ser alcanzado al 01/01/2015	N/A
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	Valor límite a ser alcanzado al 1/1/2005	24
	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 horas	Valor límite a ser alcanzado al 1/1/2005	3
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	Valor límite a ser alcanzado al 1/1/2010	18
	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 año	Valor límite a ser alcanzado al 1/1/2010 *	N/A
PM <sub>10</sub>	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 horas	Valor límite a ser alcanzado al 1/1/2005 **	35
	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 año	Valor límite a ser alcanzado al 1/1/2005 **	N/A
Plomo (Pb)	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 año	Valor límite a ser alcanzado al 01/01/2005 (o 01/01/2010 en la vecindad inmediata de fuentes industriales específicas notificadas; y un valor límite de 1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aplicado desde 01/01/2005 al 31/12/2009)	N/A
Monóxido de Carbono (CO)	10 mg/ m <sup>3</sup>	La media máxima de 8 horas diarias	Valor límite a ser alcanzado al 01/01/2005	N/A
Benceno	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 año	Valor límite a ser alcanzado al 1/1/2010**	N/A
Ozono	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	La media máxima de 8 horas diarias	Valor límite a ser alcanzado al 1/1/2010	Promedio de 25 días durante
Arsenico (As)	6 ng/ m <sup>3</sup>	1 año	Valor límite a ser alcanzado al 31/12/2012	N/A
Cadmio (Cd)	5 ng/ m <sup>3</sup>	1 año	Valor límite a ser alcanzado al 31/12/2012	N/A
Níquel (Ni)	20 ng/ m <sup>3</sup>	1 año	Valor límite a ser alcanzado al 31/12/2012	N/A

<sup>20</sup> Air Quality Standards. Disponible en: <http://bcn.cl/2s1my>. Septiembre 2021.

Contaminante	Concentración	Período promediado	Requerimientos legales	Excedencias anuales permitidas
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH)	1 ng/ m <sup>3</sup> (expresado como concentración de Benzo(a)pireno)	1 año	Valor límite a ser alcanzado al 31/12/2012	N/A

\* Bajo la Directiva 2008/50/EU, el Estado Miembro podría solicitar una extensión de hasta 5 años (es decir, máximo hasta 2015) en una zona específica. La solicitud está sujeta a una evaluación de la Comisión. En tales casos, dentro del período de prórroga, el valor límite se aplicará al nivel del valor límite + margen máximo de tolerancia (48 µg/m<sup>3</sup> para el valor límite anual de NO<sub>2</sub>).

\*\* En virtud de la Directiva 2008/50/UE, el Estado miembro pudo solicitar una prórroga hasta tres años después de la fecha de entrada en vigor de la nueva Directiva (es decir, mayo de 2011) en una zona específica. La solicitud fue objeto de evaluación por parte de la Comisión. En tales casos, dentro del período de prórroga, el valor límite se aplicará al nivel del valor límite + margen máximo de tolerancia (35 días a 75µg/m<sup>3</sup> para el valor límite diario de PM<sub>10</sub>, 48 µg/m<sup>3</sup> para el valor límite anual de Pm<sub>10</sub>).

Según el Derecho de la UE, un valor límite es jurídicamente vinculante a partir de la fecha de su entrada en vigor, con sujeción a las excedencias permitidas por la legislación<sup>21</sup>. Para un valor objetivo, la obligación es tomar todas las medidas necesarias que no impliquen costes desproporcionados para garantizar que se alcance, por lo que es menos estricto que un valor límite.

La "Directive 2008/50/EC"<sup>22</sup> introdujo objetivos adicionales de PM<sub>2,5</sub> dirigidos a la exposición de la población a partículas finas. Estos objetivos se fijan a nivel nacional y se basan en el indicador de exposición media (IEM). Esto se determina como una concentración media anual de PM<sub>2,5</sub> de 3 años consecutivos promediada en las estaciones de monitoreo seleccionadas en aglomeraciones y áreas urbanas más grandes, establecida en ubicaciones urbanas para evaluar mejor la exposición a PM<sub>2,5</sub> de la población general.

**Tabla 4. Normas Adicionales para PM<sub>2,5</sub>. Unión Europea**

Parámetro	Métrica	Período promediado	Naturaleza legal	Excedencias permitidas cada año.
Concentración (máxima) de exposición a PM <sub>2,5</sub> obligatoria	20 µg/m <sup>3</sup> (IEM)	Basado en promedio de 3 años	Legalmente vinculante en año 2015 (años 2013, 2014, 2015)	N/A
Valor de exposición a PM <sub>2,5</sub> a alcanzar	Porcentaje de reducción* más las medidas para alcanzar una concentración de 18 µg/m <sup>3</sup> (AEI)	Basado en un promedio de tres años	Reducción que deberá alcanzarse, cuando sea posible, en 2020, determinada sobre la base del valor del indicador de exposición en 2010	N/A

\* Dependiendo del valor del IEM en 2010, la Directiva establece un porcentaje reducción (0; 10; 15; o 20%). Si el IEM en 2010 es estimado en un valor sobre 22 µg/m<sup>3</sup>, se deben adoptar todas las medidas necesarias para alcanzar un valor de 18 µg/m<sup>3</sup> al año 2020.

**Nota:** N/A = no disponible.

<sup>21</sup> "Aplicar la legislación de la UE". Disponible en: <http://bcn.cl/2s1n1>. Octubre 2021.

<sup>22</sup> Directive 2008/50/EC. En: <http://bcn.cl/2s1p2>. Octubre 2021.

## VI. Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU)

La Ley de Aire Limpio (Clean Air Act) -que fue enmendada por última vez en 1990- requiere que la EPA (Agencia de Protección del Medioambiente) establezca Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiental<sup>23</sup> -National Ambient Air Quality Standards, NAAQS- (40 CFR parte 50) para seis contaminantes principales (contaminantes atmosféricos "criterio")<sup>24</sup> que pueden ser perjudiciales para la salud pública y el medio ambiente. La Ley de Aire Limpio identifica dos tipos de normas nacionales de calidad del aire ambiental:

- **Las normas primarias** -que proporcionan protección de la salud pública- incluida la protección de la salud de las poblaciones "sensibles", como los asmáticos, los niños y los ancianos, y
- **Las normas secundarias**, que proporcionan protección del bienestar público, incluida la protección contra la disminución de la visibilidad y el daño a los animales, los cultivos, la vegetación y los edificios.

Periódicamente, los estándares se revisan y a veces pueden ser modificados, estableciendo nuevos estándares. A continuación se enumeran las normas establecidas más recientemente. En algunas áreas de los Estados Unidos, ciertos requisitos regulatorios también pueden permanecer para la implementación de estándares previamente establecidos.

Las unidades de medida para las normas son partes por millón (ppm) por volumen, partes por billón (ppb) por volumen y microgramos por metro cúbico de aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Tabla 5. Normas de Calidad del Aire. Estados Unidos de Norteamérica**

Contaminante [Vínculos, en azul, a tablas históricas de revisiones de la NAAQS]		Primaria/ Secundaria	Tiempo de promedio	Nivel	Forma
Monóxido de Carbono <sup>25</sup>		primaria	8 horas	9 ppm	Sólo una excedencia por año
			1 hora	35 ppm	
Plomo <sup>26</sup>		primaria y secundaria	Promedio trimestre móvil	0.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>(1)</sup>	Excedencia no permitida
Dióxido de Nitrógeno <sup>27</sup>		primaria	1 hora	100 ppb	Percentil 98 de concentraciones máximas diarias de 1 hora, promediadas durante 3 años
		primaria y secundaria	1 año	53 ppb <sup>(2)</sup>	Media anual
Ozono <sup>28</sup>		primaria y secundaria	8 horas	0.070 ppm <sup>(3)</sup>	Cuarta concentración diaria máxima anual más alta de 8 horas, promediada durante 3 años
Material Particulado <sup>29</sup>	PM <sub>2,5</sub>	primaria	1 año	12.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media anual, promediada a lo largo de 3 años
		secundaria	1 año	15.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media anual, promediada a lo largo de 3 años

<sup>23</sup> National Ambient Air Quality Standards. En: <http://bcn.cl/2s1n9>. Octubre 2021.

<sup>24</sup> "Criteria Air Pollutants". Disponible en: <http://bcn.cl/2s1na>. Octubre 2021.

<sup>25</sup> Monóxido de Carbono. En: <http://bcn.cl/2s1nh>. Octubre 2021.

<sup>26</sup> Plomo. En: <http://bcn.cl/2s1nj>. Octubre 2021.

<sup>27</sup> Dióxido de Nitrógeno. En: <http://bcn.cl/2s1nk>. Octubre 2021.

<sup>28</sup> Ozono. En: <http://bcn.cl/2s1nr>. Octubre 2021.

<sup>29</sup> Material Particulado. En: <http://bcn.cl/2s1nw>. Octubre 2021.

Contaminante [Vínculos, en azul, a tablas históricas de revisiones de la NAAQS]	Primaria/ Secundaria	Tiempo de promedio	Nivel	Forma
	primaria y secundaria	24 horas	35 µg/m <sup>3</sup>	Percentil 98, promediado durante 3 años
	PM <sub>10</sub>	24 horas	150 µg/m <sup>3</sup>	No excederse más de una vez al año en promedio durante 3 años
Dióxido de Azufre <sup>30</sup>	primaria	1 hora	75 ppb <sup>(4)</sup>	Percentil 99 de concentraciones máximas diarias de 1 hora, promediadas durante 3 años
	secundaria	3 horas	0.5 ppm	No excederse más de una vez al año

(1) En las zonas designadas como no alcanzadas para las normas para el Plomo antes de la promulgación de las normas actuales (2008), y para las que no se han presentado y aprobado planes de aplicación para alcanzar o mantener las normas actuales (2008), las normas anteriores (1,5 µg/m<sup>3</sup> como promedio del trimestre civil) también siguen en vigor.

(2) El nivel de la norma anual NO<sub>2</sub> es de 0,053 ppm. Se muestra aquí en términos de ppb a los efectos de una comparación más clara con el nivel estándar de 1 hora.

(3) Norma final firmada el 1 de octubre de 2015 y efectiva el 28 de diciembre de 2015. Las normas anteriores (2008) O<sub>3</sub> no se revocan y siguen vigentes para las áreas designadas. Además, algunas áreas pueden tener ciertas obligaciones de implementación continua bajo las normas O<sub>3</sub> de 1 hora (1979) y 8 horas (1997) revocadas anteriormente.

(4) Las normas SO<sub>2</sub> anteriores (0,14 ppm 24 horas y 0,03 ppm anuales) permanecerán además en vigor en determinadas zonas: (1) cualquier área para la que aún no haya transcurrido 1 año desde la fecha efectiva de designación con arreglo a las normas actuales (2010) y (2) cualquier área para la que no se haya presentado y aprobado un plan de aplicación que prevea el logro de la norma actual (2010) y que esté designada como no logro en virtud de la anterior Estándares SO<sub>2</sub> o no cumple con los requisitos de una llamada SIP bajo los estándares SO<sub>2</sub> anteriores (40 CFR 50.4 (3)). Una llamada SIP es una acción de la EPA que requiere que un estado vuelva a presentar todo o parte de su Plan de Implementación Estatal para demostrar el logro del NAAQS requerido.

## VII. América Latina y el Caribe

Tabla 6. Resumen de Normas Nacionales de Calidad del Aire en América Latina y el Caribe<sup>31</sup>

Contaminante	PM2,5 (µg/m <sup>3</sup> )		PM10 (µg/m <sup>3</sup> )		Ozone <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )				NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			CO (µg/m <sup>3</sup> )	
	24-hr	Annual	24-hr	Annual	1-hr	8-hr	Annual	1-hr	3-hr	24-hr	Annual	1-hr	24-hr	Annual	1-hr	8-hr
Argentina <sup>1</sup>	-	-	-	-	196	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	12
Buenos Aires <sup>2</sup>	65	15	150	50	235	157	-	-	1300	365	80	-	-	100	40	10
Bolivia	-	-	150	50	236	-	-	-	-	365	80	400	150	-	40	10
La Paz <sup>3</sup>	25	10	50	20	-	100	60	-	-	20	-	200	-	100	003	001
Brasil	-	-	150	50	160	-	-	-	-	365	80	320	-	100	40	10
Colombia	50	25	100	50	120	80	-	-	750	250	80	200	150	100	40	10
Chile <sup>4</sup>	50	20	150	50	-	120	-	-	-	250	80	400	-	100	30	10
Costa Rica	-	-	150	50	160	-	-	-	1500	365	80	400	-	100	40	10
Ecuador	65	15	150	50	160	120	-	-	-	350	80	-	150	100	40	10
El Salvador	65	15	150	50	235	120	60	-	-	365	80	-	150	100	40	10
Jamaica	-	-	150	50	235	-	-	700	-	365	80	100	-	-	40	10
México	65	15	120	50	216	157	-	524	-	288	66	395	-	100	-	13

<sup>30</sup> Dióxido de Azufre. En: <http://bcn.cl/2s1o8>. Octubre 2021.

<sup>31</sup> "International comparison: air pollutant emissions in selected countries". Disponible en: <http://bcn.cl/2s1nc>. Septiembre 2021

Contaminante	PM2,5 (µg/m3)		PM10 (µg/m3)		Ozone2 (µg/m3)			SO2 (µg/m3)		NO2 (µg/m3)			CO (µg/m3)			
Nicaragua	-	-	150	50	235	160	-	-	-	365	80	400	-	100	40	10
Panamá5	-	-	150	50	235	157	-	-	-	365	80	-	150	100	30	10
Perú	506	-	150	50	-	120	-	-	-	806	-	200	-	100	30	10
Puerto Rico	35	15	150	-	235	147	-	-	-	367	79	188	-	100	40	10
Rep. Dominicana	65	15	150	50	250	160	-	450	-	150	100	400	300	100	40	10
Venezuela	-	-	150	50	200	160	-	-	1300	365	80	367	300	100	35	10
Honduras	Sin estándares															
Belize	Sin estándares															
Haití	No hay información disponible															
Cuba	No hay información disponible															
Paraguay	Sin estándares															
Guatemala	Sin estándares															
Uruguay	Sin estándares															

(1) Las provincias en Argentina establecen su regulación, incluyendo sus propios estándares. En consecuencia, Buenos Aires está incluida en la tabla para demostrar el estado más avanzado de los estándares a nivel provincial.

(2) Se adoptan varios períodos de promediación y/o número de excedencias permitidas.

(3) La Paz también tiene un límite de 10 minutos para SO de 500 mg/m<sup>3</sup>.

(4) Para Chile, todos los promedios anuales de contaminantes son el promedio de tres años previos consecutivos; el estándar diario para partículas es el percentil 98 anual y el estándar horario para gases es el percentil 99 anual.

(5) Proyecto de Ley únicamente – disponibles en sitio web (República de Panamá (2006).

(6) Los estándares diarios vigentes para PM y SO<sub>2</sub> en Perú disminuyeron a 25 mg/m<sup>3</sup> y 20 mg/m<sup>3</sup> respectivamente en 2014.

En la Tabla se observa que, en relación con las emisiones de material particulado fino -sin considerar aquellas correspondientes a las ciudades de Buenos Aires en Argentina y La Paz en **Bolivia- Chile y Colombia ostentan las normas de emisión diarias más restrictivas para MP2,5 sólo** superadas por Puerto Rico. La norma anual de Chile, sin embargo, es la segunda menos restrictiva de los 12 países considerados.

La norma para emisiones diarias de MP10, por otra parte, encuentra a 12 de los 14 países considerados, con un índice de 150 µg/m<sup>3</sup>. Los dos restantes -México y Colombia- establecen un valor de 120 y 100 µg/m<sup>3</sup> respectivamente. La norma de emisiones anuales es la misma para todos los países considerados (no se consideran ciudades), con un valor de 50 µg/m<sup>3</sup>.

### VIII. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)

A pesar de su buena posición en comparación con los países de América Latina y el Caribe, Chile -en comparación con los países de la OCDE- se encuentra en una posición más bien desmedrada, ya que está entre los diez países con mayores emisiones de dicha organización, como se observa en la Tabla siguiente.

**Tabla 6. Emisión de partículas finas e intensidad de emisiones de los 10 principales países miembros emisores de la OCDE 2007 y 2017**

País	Emisión de material particulado fino 2007 (kilotoneladas)	Emisión de material particulado fino 2017 (kilotoneladas)	Intensidad de emisión de partículas finas 2007 (toneladas por millón de dólares del producto interno bruto de los Estados Unidos)	Intensidad de emisión de partículas finas 2017 (toneladas por millón de dólares del producto interno bruto de los Estados Unidos)
Estados Unidos	4 725	4043	0.32	0.23
Canadá	1 550	1674	1.15	1.05
Turquía	360	388	0.30	0.20
Italia	203	165	0.09	0.08
Francia	222	165	0.10	0.07
Polonia	158	147	0.22	0.15
Chile	358	132	1.25	0.34
Reino Unido	118	107	0.05	0.04
España	128	105	0.08	0.07
Alemania	129	99	0.04	0.03

Fuente: "International comparison: air pollutant emissions in selected countries. Canadian environmental sustainability indicators<sup>32</sup>."

**Nota:** Las definiciones de las fuentes de contaminación y los métodos de estimación pueden diferir de un país a otro. Canadá y los Estados Unidos incluyen fuentes abiertas como el polvo de las carreteras, la quema de bosques prescrita y la agricultura en sus emisiones de PM<sub>2,5</sub>. Estas fuentes no siempre son reportadas por otros países miembros de la OCDE. Las comparaciones deben hacerse con precaución. Los valores del producto interno bruto están en millones de dólares constantes de los Estados Unidos, paridad de poder adquisitivo constante, para el año base 2010. El uso de la paridad de poder adquisitivo facilita la comparación internacional del producto interno bruto al crear una base de poder adquisitivo equivalente para cada país comparado. Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2019) OCDE. Estadística.

Canadá y Turquía experimentaron un aumento en las emisiones de PM<sub>2,5</sub> en 2017 desde los niveles de 2007, en 123 y 28 kilotoneladas respectivamente. A pesar de estos aumentos en las emisiones, todos los 10 principales países miembros experimentaron disminuciones en su intensidad de emisiones, que varió entre el 8% y el 73%, de 2007 a 2017.

Canadá y los Estados Unidos incluyen fuentes abiertas como el polvo de las carreteras, la quema de bosques prescrita y la agricultura en sus emisiones de PM<sub>2,5</sub>. Estas fuentes no siempre son reportadas por otros países miembros de la OCDE.

Es pertinente señalar que un examen de los datos revela que Chile, según los índices de intensidad de emisiones de MP<sub>2,5</sub> -que eliminan los factores tamaño y población de los países, y que se elaboran para justipreciar las emisiones en función de una variable común a todos- es el segundo país más contaminante de la OCDE, siendo superado sólo por Canadá. Es destacable, sin embargo, que Chile redujo sus emisiones de material particulado fino en un 73% en la década 2007-2017, una reducción mayor que la lograda por el resto de los países comparados.

## IX. Observaciones finales

De los datos entregados, se observa que nuestro país se ha propuesto objetivos que no difieren significativamente de aquellos propuestos por la Unión Europea y EE.UU. Los objetivos, sin embargo, aún no son alcanzados y -aunque comparado con el concierto latinoamericano se encuentra bien

<sup>32</sup> "International comparison: air pollutant emissions in selected countries. Canadian environmental sustainability indicators". En: <http://bcn.cl/2s1nc>. Octubre 2021.

posicionado- en la comparación con los llamados “países desarrollados”, particularmente aquellos pertenecientes a la OCDE, está en el penúltimo lugar entre los 10 países más contaminantes.



Creative Commons Atribución 3.0  
(CC BY 3.0 CL)