



Análisis General de Impacto Económico y Social del Anteproyecto de Revisión de la Norma de Calidad Primaria de MP10

Documento Preparado Por:
División de Estudios
Departamento de Economía Ambiental
Ministerio del Medio Ambiente

Santiago, Marzo 2012

Índice de Contenidos

ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. ANTECEDENTES.....	5
3. IMPACTOS DE LAS DIFERENTES FRACCIONES DEL MATERIAL PARTICULADO EN LA SALUD	7
4. REVISIÓN DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL CON RESPECTO A NORMAS DE CALIDAD DE MATERIAL PARTICULADO.....	7
5. SITUACION ACTUAL DEL MATERIAL PARTICULADO EN CHILE	8
6. INDICADORES ECONÓMICOS SEGÚN ESCENARIOS DE CUMPLIMIENTO DE NORMA.....	11
7. CASOS DE MORTALIDAD A LARGO PLAZO SEGÚN ESCENARIOS DE CUMPLIMIENTO DE NORMA	15
8. CONCLUSIONES.....	16
9. REFERENCIAS.....	17
10. ANEXOS.....	18

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Concentraciones de MP2,5 que resultarían al cumplir con la norma actual de MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).10 ¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 2: VP del Beneficio Neto (MMUSD) según escenarios de implementación de norma de MP10 para el periodo de implementación 2012-2021	12
Gráfico 3: Evolución de las fracciones fina, gruesa y MP10 en la Red MACAM.....	13
Gráfico 4: Costo y Beneficio total de cumplimiento de la norma de MP10 y MP2,5, versus la concentración promedio nacional de MP2,5, para el año 2012. (Millones de US\$).....	14
Gráfico 5: Casos por persona de mortalidad a largo plazo por año y concentración de promedio MP2,5 ponderada por población a nivel país para el periodo 2012-2021	15

Índice de Tablas

Tabla 1: Estudios epidemiológicos disponibles para mortalidad de largo y corto plazo	7
Tabla 2: Valor Presente de Costos y Beneficios según zona del país, Beneficio Neto y Razón Beneficio Costo para el periodo 2012-2021 (Millones de US\$). Valor Norma MP2,5 = $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	11

1. Introducción

El presente documento se elabora como requisito del proceso de revisión de la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado (MP10), siguiendo lo establecido en la Ley de Bases Generales para el Medio Ambiente (Ley N°19.300) y en el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (Decreto N° 93 de 1995) el cual establece en su Artículo 15, que una vez “Elaborado el anteproyecto de norma, el Director encargará un análisis general del impacto económico y social (AGIES) de la o las normas contenidas en dicho anteproyecto.”

El proceso de revisión de la presente norma se inició el día 13 de enero de 2010, bajo resolución Exenta N° 21 de la Directora Ejecutiva de CONAMA actual Ministerio de Medio Ambiente. La presentación del anteproyecto se realizó el día 2 de noviembre de 2011 a través de Res. Exenta N°1309, publicándose en el Diario Oficial el día 15 de noviembre de 2011 y con fecha 20 de noviembre, en el diario de circulación nacional dándose inicio al proceso de consulta pública comprendido entre los días 21 de noviembre y 13 de febrero de 2012.

Dado que las normativas para el Material Particulado fino 2,5 (MP2,5) y Material Particulado 10 (MP10) se encuentran íntimamente ligadas, debido a que el segundo contaminante contiene al primero, el presente proceso de revisión ha tomado en consideración todos los antecedentes recopilados durante la elaboración de la norma de calidad primaria de MP2,5. Siendo el principal insumo para la elaboración del presente AGIES el Estudio “Relación de la norma de calidad primaria MP2,5 con la norma de calidad primaria de MP10” realizado el año 2010 por el Dr. Luis Cifuentes a solicitud de la ex CONAMA.

En el Capítulo 2 del presente informe se presentan los antecedentes de la revisión de norma, junto con un resumen de los principales cambios efectuados en el anteproyecto de norma, los que originan la realización del presente análisis.

En el Capítulo 3 y 4 se presentan los antecedentes de los impactos de las diferentes fracciones del material particulado en la salud y una revisión bibliográfica con respecto a la normativa internacional existente para regular el material particulado.

El Capítulo 5 presenta la situación del país con respecto a los niveles que presenta de material particulado y los efectos de la norma anual de MP10 sobre las concentraciones de MP2.5.

El Capítulo 6 expone sobre los indicadores económicos según escenarios de cumplimiento de la norma, para finalizar con el Capítulo 7 relacionado con los casos de mortalidad a largo plazo según escenarios de cumplimiento de la norma.

2. Antecedentes

Internacionalmente, son reconocidas dos medidas de diámetro del material particulado objeto de regulación: el MP10 y MP2,5. En el MP10, se puede distinguir una fracción gruesa, entre 2,5 y 10 micrones y una fracción fina, que considera las partículas menores a 2,5 micrones (conocido como MP2,5). La fracción fina, está compuesta por partículas suficientemente pequeñas, para penetrar en las vías respiratorias hasta llegar a los pulmones y los alvéolos¹. La evidencia científica ha mostrado que la exposición al material particulado suspendido en el aire tiene efectos perjudiciales para la salud de las personas, tanto en los países desarrollados como en desarrollo, existiendo una creciente evidencia de que las partículas más finas del material particulado (MP2,5) tienen un impacto mayor en la salud (DICTUC 2009).

La fracción gruesa y la fracción fina del MP10 presentan diferencias en su origen, mecanismos de formación, en las fuentes emisoras, en la composición química y en su comportamiento en la atmósfera. En ese contexto, las principales fuentes del MP2,5 son las fuentes móviles, procesos industriales, la combustión de biomasa, tal como la calefacción residencial a leña, quemas agrícolas, forestales y emisiones de amonio de las operaciones agrícolas. Las fuentes más comunes de la fracción gruesa del MP10 son el polvo resuspendido en la agricultura, minería, carreteras sin pavimentar y las actividades de construcción, también proviene de fuentes biológicas, el polen, fracciones de bacterias y a partir de la evaporación de gotas de agua de mar.

En cuanto a la regulación para el material particulado, mediante el DS N°59/98 se dictó la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10 en especial de los valores que definen situaciones de emergencia. Tres años más tarde se promulgó el DS N°45/01 el cual establece que a contar del 1° de enero del año 2012, la norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10, será de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como concentración de 24 horas, salvo que a dicha fecha haya entrado en vigencia una norma de calidad ambiental para Material Particulado Fino MP2,5, en cuyo caso se mantendrá el valor de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Mediante DS N°12, de fecha 18 de enero de 2011 se cuenta a nivel país con una Norma de Calidad Primaria para MP2.5 cuyos límites establecidos entraron en vigencia a contar del 1° de enero de 2012 estableciéndose una norma diaria de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una norma anual de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ante este escenario regulatorio para el Material Particulado fino y debido a que el Reglamento² que fija el procedimiento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, menciona que éstas deben ser revisadas a lo menos cada 5 años, se ha llevado a cabo el proceso de revisión de la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP10. Las principales modificaciones dentro del anteproyecto son; Derogación de la norma anual MP10 (se mantiene sin modificación la norma diaria en 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); se establece un plazo de 3 años para la entrada en vigencia de esta modificación, de forma tal de hacerse cargo de la transición en zonas con planes por MP10 anual; Adecuación de la

¹ Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA): www.epa.gov/oar/particlepollution/basic.html
Cifuentes, L. (2010). Relación de la norma de calidad primaria MP 2,5 con la norma de calidad primaria de MP 10

² D.S. N° 93 de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, artículo 36°

norma a la nueva institucionalidad y homologación del contenido de la norma a la recientemente publicada norma MP2.5.

3. Impactos de las diferentes fracciones del material particulado en la Salud.

Los estudios de los impactos del material particulado en la salud han estado determinados, en gran medida, por los datos de concentraciones ambientales disponibles. Hasta hace un tiempo se medía normalmente sólo el MP10 y, únicamente en algunos casos (generalmente de investigación) se medían otras fracciones más pequeñas o componentes elementales de las partículas. Esto ha ido cambiando, y crecientemente se mide en forma rutinaria el MP2.5 y MP10-2.5. Por esto, los estudios que han investigado el impacto diferencial de las fracciones del MP tienden a ser recientes, aunque su número va en aumento.

Debido a lo limitado de los antecedentes nacionales, se prefirió tomar como referencia los antecedentes internacionales que cuentan con un nivel más alto. En particular la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (USEPA) ha encargado desde hace años numerosas investigaciones, que han permitido determinar los diferentes tipos de impactos, de las distintas fracciones de MP y considerando una exposición tanto a corto como a largo plazo. (DICTUC 2010)

La siguiente tabla, extraída del informe de DICTUC (2010), resume las conclusiones de la USEPA respecto a la información disponible sobre impacto del material particulado en mortalidad de corto y largo plazo.

Tabla 1: Estudios epidemiológicos disponibles para mortalidad de largo y corto plazo

Exposición	MP10	MP2,5	MP10-2,5	Ultra fina
Corto Plazo	Suficiente	Suficiente	Sugerente	Inadecuada
Largo Plazo	Sugerente	Suficiente	Inadecuada	Inadecuada

Fuente: USEPA (2008)

En la Tabla 1 se observa que los estudios epidemiológicos disponibles en la actualidad revelan que la evidencia actual es inadecuada para determinar si existe una relación causal entre la exposición de largo plazo y la mortalidad, para la fracción gruesa MP10-2,5. Por su parte, en el caso de corto plazo la información es sólo sugerente, ya que algunos estudios sugieren asociación entre MP10-2,5 y eventos de mortalidad aguda y otros no, por lo que se requiere mayor investigación para dilucidar una posible relación causal.

En cuanto a la exposición de largo plazo a la fracción gruesa, la evidencia sobre los efectos perjudiciales a la salud es reciente, y dado que resulta inadecuada para sugerir una asociación entre ésta y los efectos sobre la salud de las personas, el año 2006 la USEPA revocó la norma anual de MP10, manteniendo su norma diaria.

Es importante mencionar que la evidencia para la exposición a MP2,5 tanto de corto como largo plazo es suficiente para concluir que existe una relación causal.

4. Revisión de la Experiencia Internacional con respecto a normas de calidad de material particulado

A partir de la revisión bibliográfica se puede observar que la normativa para el control del material particulado evoluciona desde la regulación de Partículas Totales Suspendidas (PTS) a MP10 y posteriormente a la fracción fina del material particulado cuando a comienzos de los años 90 la USEPA decide estudiar una norma para MP2,5. Este hecho marca una pauta en la materia ya que otros estados y organizaciones de diversas partes del mundo comenzaron a seguir sus pasos. Una revisión de la literatura muestra que, después de Estados Unidos, Australia, Canadá, México y Ecuador han dictado estándares para MP2,5. Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) actualizó sus guías para este contaminante el año 2005 (DICTUC 2010).

Excepcionalmente algunos países como Estados Unidos, Canadá y Perú han decidido dejar fuera niveles de norma anuales de MP10. En el caso de Estados Unidos, el año 2006 se derogó la norma anual de MP10 por considerar que no existe evidencia científica suficiente con respecto a los efectos negativos de la exposición a largo plazo de este contaminante³ (DICTUC 2010)

En Estados Unidos, los primeros esfuerzos de control del material particulado se centraron en la reducción de las partículas de mayor tamaño. Como resultado, en el año 1971 este país estableció su primera normativa de calidad del aire, la que fijó estándares para las PTS. En el año 1987 esta normativa fue modificada estableciendo un estándar para regular las partículas inhalables menores o iguales a 10 micrómetros. Posteriormente, a finales de la década de los 90, el foco de la normativa se trasladó a la fracción fina del material particulado de acuerdo a la evidencia científica disponible que muestra una correlación significativa entre el aumento de la mortalidad y los niveles de concentración del MP2.5⁴. Ver anexo N°3 Información gráfica sobre evolución de la normativa para Material Particulado en Estados Unidos.

El motivo de la derogación de la norma anual de MP10 por parte de Estados Unidos se debió a la incorporación de la norma para MP2,5 tanto diaria como anual, la que permitía proteger a la población de la exposición al material particulado fino, y a que las normas para el MP10 debían estar basadas en la evidencia de daño a la salud provocada por el material particulado grueso (MP10-2.5).

En el caso de la Unión Europea, la preocupación por controlar el material particulado comenzó con la implementación de estándares para el smog u hollín (black smoke), dictándose en el año 80 la primera normativa que establecía límites y guías de calidad ambiental para dióxido de azufre y PTS.

³ Información que puede ser revisada a través del siguiente documento 40 CFR Part 50 National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter; Final Rule October 17, 2006

⁴ Para mayor información visitar <http://www.epa.gov/oar/particlepollution/basic.html>

En el año 1996, se dicta la Air Quality Framework Directive, que definió los principios básicos de cómo debería ser evaluada y gestionada la calidad del aire en los países miembros, incluyendo los contaminantes cuyos estándares serían desarrollados. Posteriormente se promulgan una serie de normativas enmarcadas bajo esta Directiva Marco, que establece los límites para los contaminantes criterios. La primera de ellas, Directiva 99/30/CE, establece límites para las concentraciones de MP10 anual y diario (24 horas), la cual ha sido actualizada en varias oportunidades siendo su última actualización el año 2008 (Directiva 2008/50/CE). Con respecto al enfoque adoptado por esta normativa es importante destacar que la Unión Europea ha regulado los distintos contaminantes criterio bajo una única normativa con el objetivo de facilitar la implementación de la legislación de calidad del aire por parte de los países miembros (DICTUC 2010).

En el anexo N°1 se pueden revisar los valores otorgados para el Material Particulado en cada uno de los países mencionados en el presente capítulo.

5. Situación Actual del Material Particulado en Chile.

Chile se caracteriza por una situación diversa con respecto a los niveles de material particulado que varía de acuerdo a la zona del País. En la zona Norte de Chile, la fracción gruesa es el componente predominante del material particulado, la razón entre la fracción fina y la fracción gruesa para esta zona presenta valores entre 0.06 y 0.36, en cambio la razón entre estas fracciones en la zona Central es cercana a 0.5. En la zona Sur, la situación es inversa a lo que ocurre en el Norte del País: la fracción fina es la que predomina en la composición del material particulado con una razón cercana a 0.7, para la ciudad de Talca esta relación puede llegar a ser 0.9 en el percentil 98 de las concentraciones diarias. Por lo tanto la razón obtenida para la zona Sur, de acuerdo a los datos disponibles, presenta valores entre 0.52 y 0.9. Es importante destacar que este valor resulta mayor en período de invierno en que la fracción fina aumenta por el uso de leña en la región.

El análisis para el MP2,5 refleja que la totalidad de las áreas para las que se tienen mediciones, presentan concentraciones anuales superiores al nivel propuesto por la Organización Mundial de la Salud -OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

5.1 Efecto de la norma anual de MP10 en las concentraciones de MP2,5

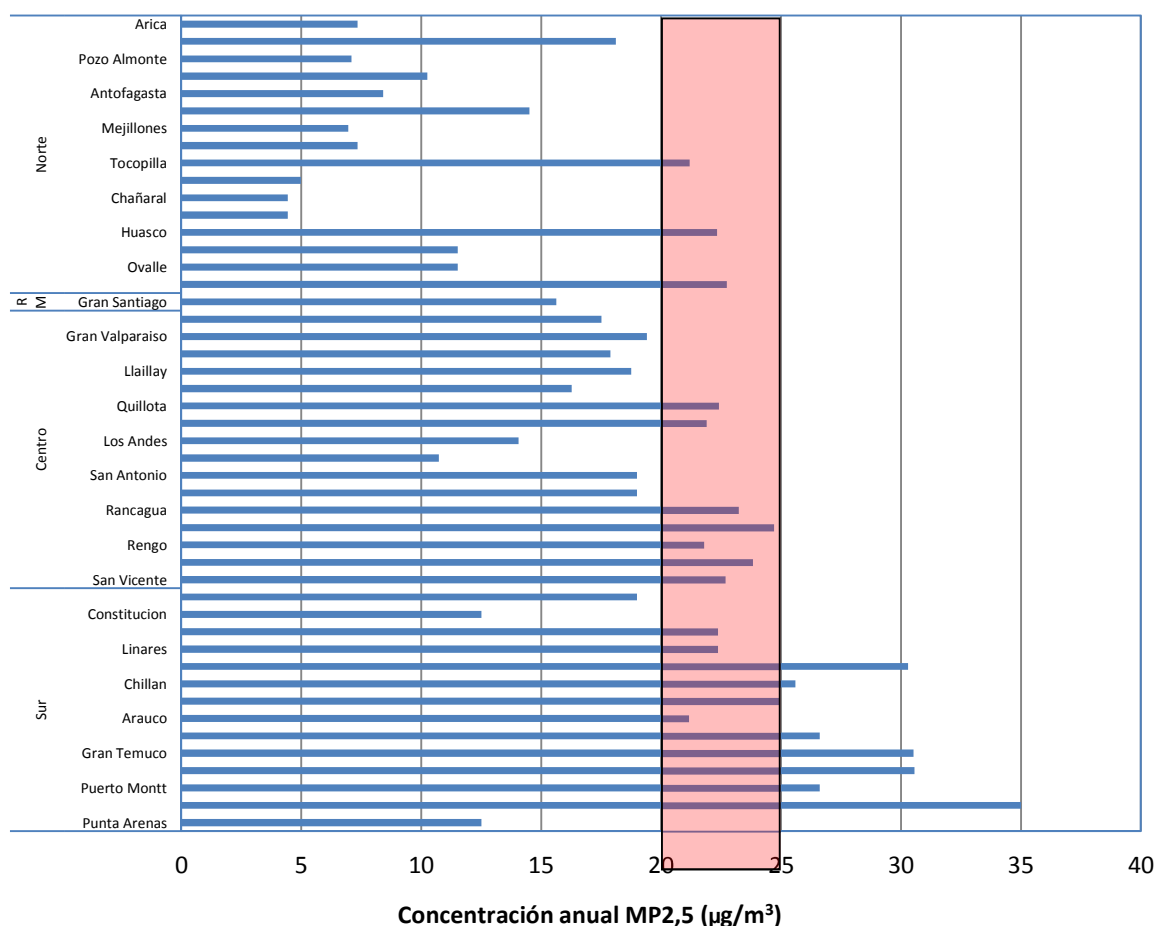
Al cumplir la norma de MP10 se reducen también las concentraciones de MP2,5. La magnitud de estas reducciones depende de las particularidades de la localidad, de la relación entre la fracción fina y gruesa del MP, y también, de los costos de reducción de las fuentes emisoras.

El gráfico 1 muestra las concentraciones de MP2,5 que resultarían en la situación con norma anual de MP10 = $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y norma diaria MP10 = $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al año 2012. Se destacan aquellas ciudades con valores en el rango de 20 a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP2,5. Los resultados varían según la zona del país. En la zona norte, donde predomina la fracción

gruesa del MP, sólo tres ciudades superarían los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y del resto sólo una superaría $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP2,5. En este caso es claro que la norma de MP2,5 no tiene un efecto relevante.

En la zona sur la situación es opuesta. Se observa que la mayoría de las ciudades del sur superarían los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y cerca de la mitad los $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Lo anterior resalta la predominancia de la fracción fina del material particulado frente a la fracción gruesa en esta zona del país. La norma de MP2,5 tiene un efecto importante en este caso. En la zona central casi todas las ciudades se encuentran sobre los $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y muchas de ellas se sitúan entre los 20 y $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP2,5. En este caso también la norma de MP2,5 tendría un efecto importante.

Gráfico 1: Concentraciones de MP2,5 que resultarían al cumplir con la norma actual⁵ de MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Fuente: Cifuentes (2010)

⁵ Corresponde a la norma actual tanto diaria como anual, considerando como norma diaria MP10 = $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, este valor se aplicaría si no entrará en vigencia la normativa para MP2,5.

6. Indicadores económicos según escenarios de cumplimiento de norma

La siguiente tabla muestra los principales indicadores económicos por zona del país para el periodo 2012 – 2021 según escenario de vigencia de la norma anual actual de MP10 y asumiendo el cumplimiento de la norma anual de MP2,5 de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 2: Valor Presente de Costos y Beneficios, Beneficio Neto y Razón Beneficio Costo según zona del país para el periodo 2012-2021 (Millones de US\$). Valor Norma MP2,5 = 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zona	Valor Norma MP10	VP Beneficios (MMUSD)	VP Costos (MMUSD)	Ben Neto (MMUSD)	Razón B/C
Norte	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98	44	54	2,2
	Sin Norma	63	32	32	2,0
Centro	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	551	3.940	-3.380	0,1
	Sin Norma	550	2.880	-2.330	0,2
Gran Santiago	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20.600	4.780	15.800	4,3
	Sin Norma	15.100	1.120	14.000	13,4
Sur	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.450	539	3.910	8,3
	Sin Norma	4.450	538	3.910	8,3
Total	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25.700	9.300	16.400	2,8
	Sin Norma	20.100	4.580	15.600	4,4

Fuente: Elaboración propia a partir de Cifuentes (2010). Tasa de descuento 6%. 1US\$=517 CLP\$

Nota: Concentración MP2,5 calculada como un promedio ponderado por población de las ciudades analizadas. Tasa de descuento 6%. 1US\$=517 CLP\$. Valor de norma diaria de MP10 = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (situación base) y 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (con alternativas de norma de MP_{2,5}). Valores con 3 cifras significativas. Los valores corresponden al percentil 50.

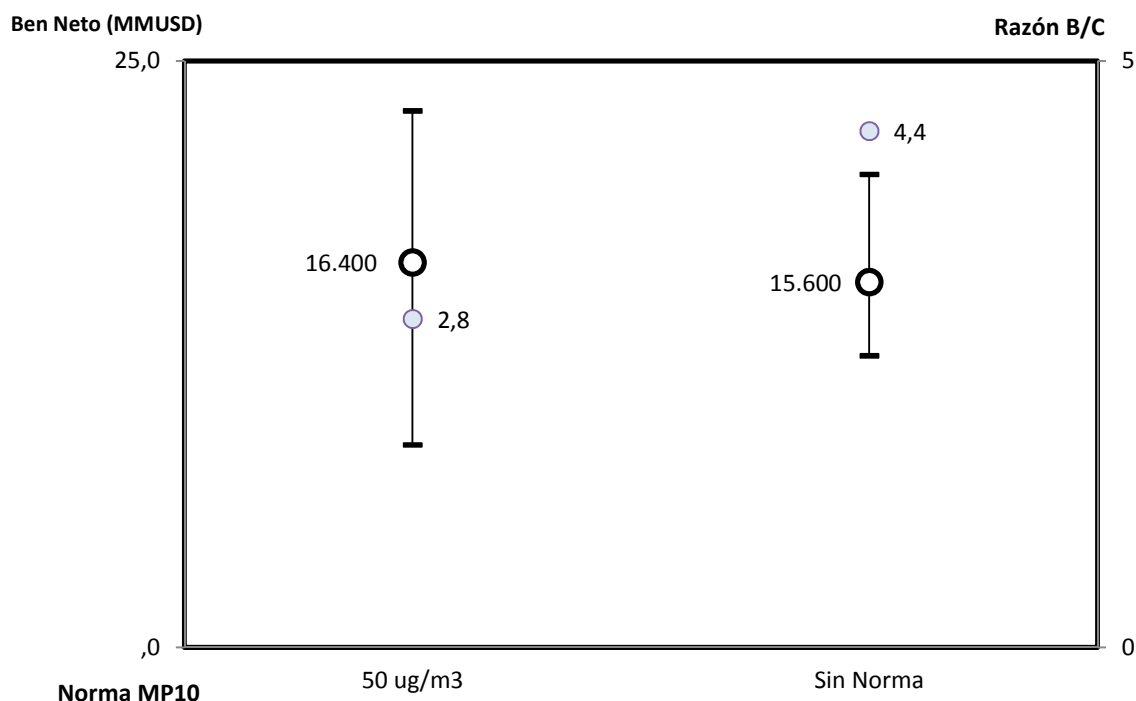
Para la zona norte la derogación de la norma anual de MP10 implica una disminución del beneficio neto en 22 MMUSD y una leve disminución de la razón beneficio costo en 0,2. Para la zona centro la derogación resulta en una disminución de costos mayor a la disminución de beneficios, lo que redundaría en una mejora en la razón beneficio costo.

A su vez, para el Gran Santiago existiría una disminución de beneficios y simultáneamente una disminución de costos, lo que resulta en una baja del beneficio neto pero en un alza importante de la razón beneficio costo. Esto se puede explicar por una leve disminución de las exigencias en reducción de MP2,5 debido a la alta exigencia implícita de la norma anual de MP10 en las concentraciones de MP2,5.

Para la zona sur los valores se mantienen prácticamente constantes, debido a que la mayor proporción del MP10 corresponde a fracción fina, por lo que la norma activa correspondería a la norma de MP2,5.

A nivel país la derogación de la norma anual de MP10 resulta en una disminución del beneficio neto en 800 MMUSD y en un aumento de la razón beneficio costo de 2,8 a 4,4. El siguiente gráfico representa el valor presente del beneficio neto con sus respectivos intervalos de confianza y la razón beneficio costo a nivel país de las diferentes alternativas en evaluación.

Gráfico 2: VP del Beneficio Neto (MMUSD) según escenarios de implementación de norma de MP10 para el periodo de implementación 2012-2021 con su respectivos percentiles 5 y 95. Valor Norma MP2,5 = 20 µg/m³.



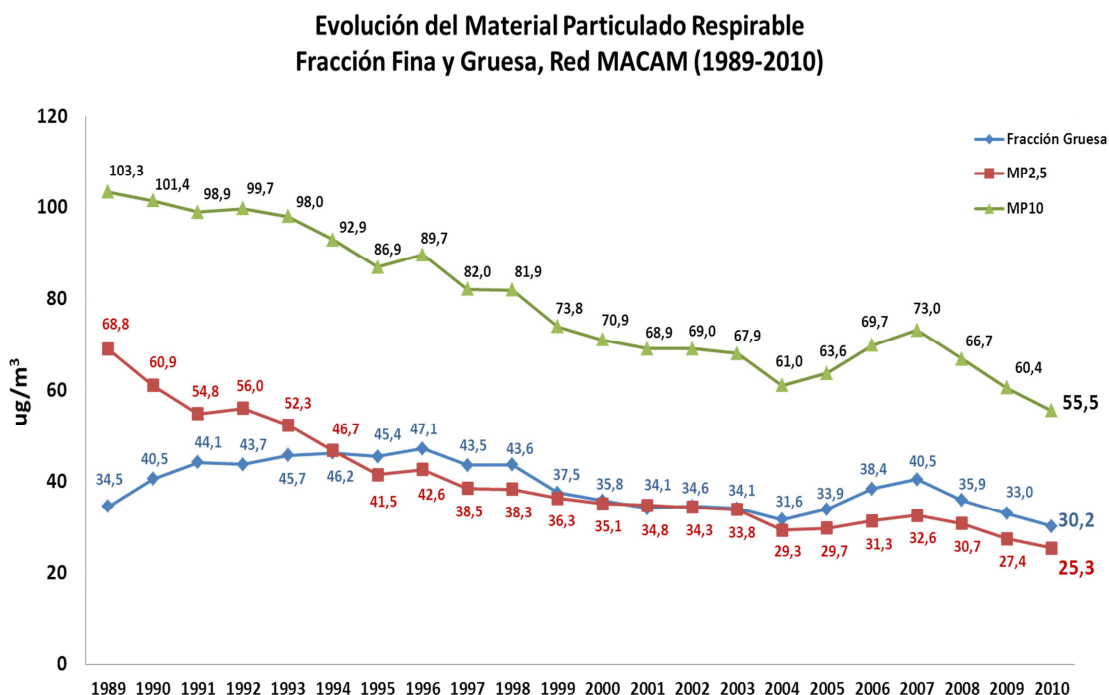
Fuente: Elaboración propia a partir de Cifuentes (2010)

Aun cuando no se grafican los intervalos de confianza para la razón beneficio costo, los resultados sugieren una diferencia significativa entre ambas situaciones. Esta diferencia en eficiencia del gasto es esperable debido a que los recursos se focalizarían en aquellas medidas que apuntan a reducir el MP2,5, contaminante al que se ha identificado como causante de la mayor parte de los daños a la salud de la población.

Respecto al beneficio neto, aunque el percentil 50 disminuye en aproximadamente 800 millones de dólares, el traslape de los intervalos de confianza sugiere que la diferencia entre ambas situaciones no es significativa, pues como se estableció anteriormente, esta pérdida social sólo se materializaría si fuera posible alcanzar los niveles exigidos por la norma de MP10, situación que no sucede en la realidad, lo anterior se observa en el siguiente gráfico,

donde se presenta la evolución de las fracciones fina, gruesa y MP10 total para las tres estaciones que actualmente cuentan con información histórica de la Red MACAM-1 (Las Condes, La Paz y Parque O'Higgins).

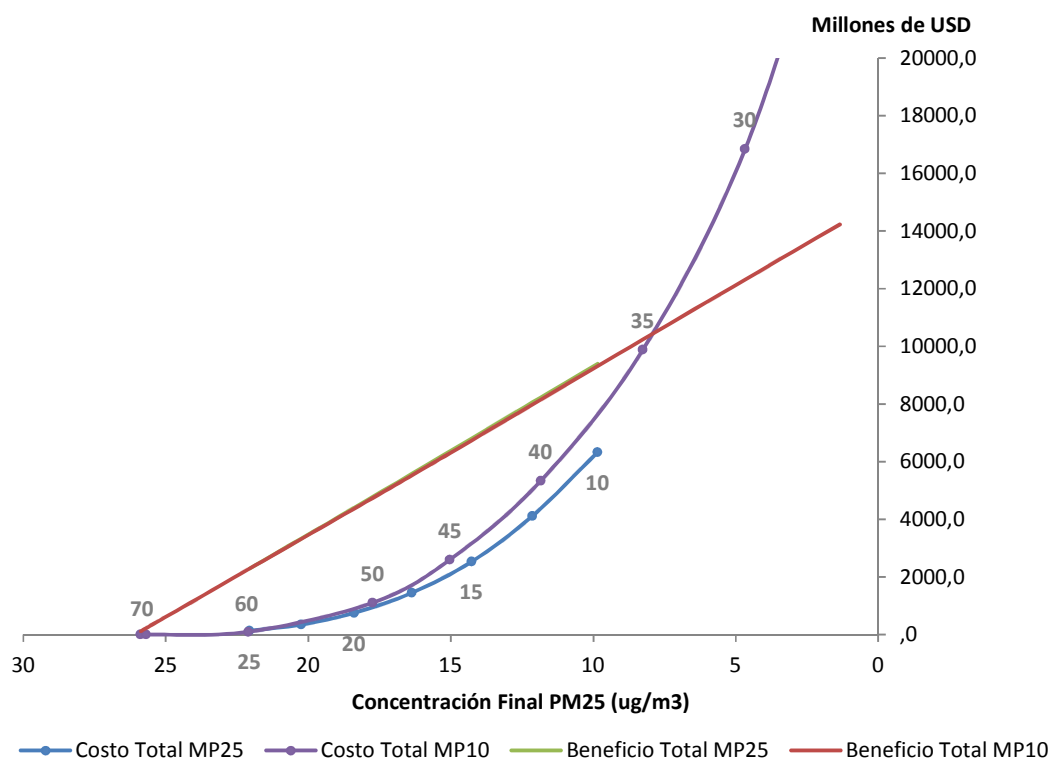
Gráfico 3: Evolución del Material Particulado Respirable Fracción Fina y Gruesa, Red MACAM (1989 – 2010)



Fuente: Oficina de Asuntos Atmosféricos. Ministerio de Medio Ambiente.

En cuanto a los costos y beneficios asociados a la aplicación de cada norma. El siguiente gráfico muestra el costo y beneficio total para los diferentes niveles de aplicación de una norma de MP10 o de MP2,5 en forma independiente, versus la concentración promedio de MP2,5 lograda en el país (ponderada por población expuesta). Como es posible observar, el costo marginal de reducción aumenta a medida que se requiere alcanzar una meta de calidad del aire más exigente. Adicionalmente, el costo de lograr una cierta concentración de MP2,5 es mayor cuando se aplican medidas diseñadas para cumplir la norma de MP10.

Gráfico 4: Costo y Beneficio total de cumplimiento de la norma de MP10 y MP2,5, versus la concentración promedio nacional de MP2,5, para el año 2012. (Millones de US\$).



Fuente: Cifuentes (2010)

Nota: Los números en gris corresponden al nivel de norma anual del contaminante respectivo.

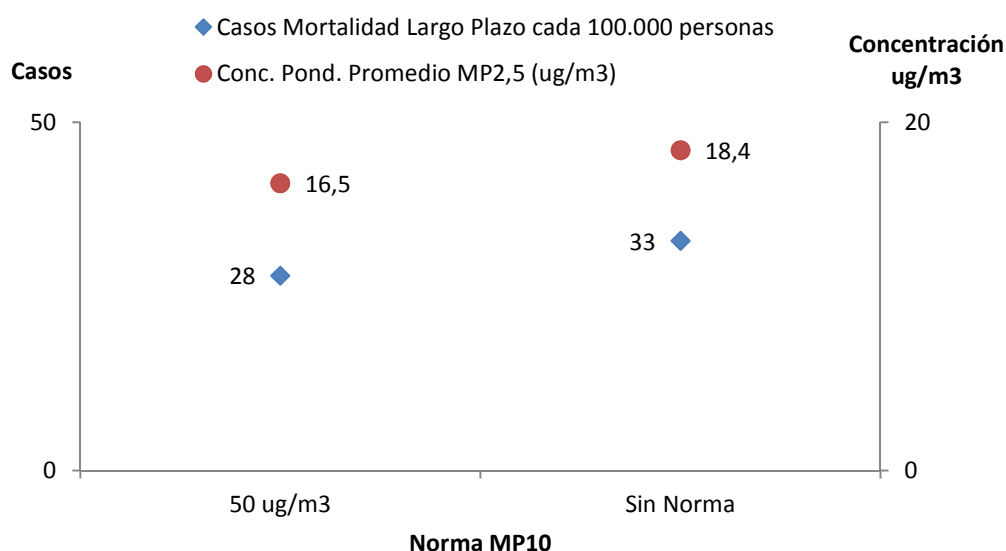
Del gráfico se desprende que lograr la norma anual para MP10 de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (únicamente normando MP10), tiene un costo anual (en 2012) de 1.108 MMUSD, y resulta en una concentración promedio (ponderada por población) de MP2,5 igual $17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otra parte, cumplir con la norma anual de MP2,5 de forma aislada (sin la norma de MP10 anual), resulta en un costo de 757 MMUSD, y en una concentración promedio de MP2,5 igual $18,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Lo anterior muestra que aplicar en forma independiente la norma anual de MP2,5 resulta en una concentración promedio de MP2,5 que es mayor en $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que la concentración de MP2,5 resultante de aplicar en forma independiente la norma anual para MP10. Por su parte, los costos de implementar sólo la norma anual de MP2,5 son menores en 351 MMUSD que aplicar sólo la norma anual de MP10 (Cifuentes 2010).

7. Casos de mortalidad a largo plazo según escenarios de cumplimiento de norma

Los efectos en casos de mortalidad a largo plazo varían según escenario de cumplimiento de norma. A continuación se presentan gráficamente dos escenarios que ayudan a visualizar este hecho, el primero considera la aplicación de la norma anual de MP10 = 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras el segundo no contempla la aplicación de esta norma. Ambos casos se plantean sobre la base de la aplicación de la norma anual de MP2,5 = 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En el gráfico se muestra el número de casos de mortalidad a largo plazo por año cada 100.000 personas y la concentración promedio de MP2,5 ponderada por población a nivel país en el periodo 2012-2021 para las alternativas en evaluación⁶:

Gráfico 5: Casos de mortalidad a largo plazo y concentración de promedio MP2,5 a nivel país para el periodo 2012-2021



Fuente: Elaboración propia en base a Cifuentes (2010)

El Gráfico 5 muestra que, en la situación que sólo contempla norma anual MP2,5 = 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se registra una mayor concentración promedio ponderada de MP2,5, que supera en 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a la concentración del caso en que se aplican tanto la norma anual de MP2,5 como la norma anual de MP10. En cuanto al riesgo de mortalidad a largo plazo, los casos cada 100.000 personas estimados aumentan de 28 a 33 al pasar de aplicar ambas normas anuales a aplicar sólo la norma anual de MP2,5.

⁶ En este caso se considera como base la Norma anual de MP2,5 = 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y sobre ella se realiza el ejercicio con y sin Norma anual de MP10 = 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Los valores presentados resultan de suponer que las normas se cumplen en un 100%, sin embargo, la experiencia indica que cada vez es más complejo y costoso reducir concentraciones con medidas que apuntan a MP10, por lo que se hace menos probable obtener los beneficios de la alternativa con ambas normas en vigencia.

8. Conclusiones

La ventaja de regirse prioritariamente por la norma de MP2,5 es que centra los esfuerzos de control en la fracción del material particulado más agresiva para la salud de las personas. Esto se traduce en un aumento de la razón beneficio costo a nivel nacional. En el caso de la zona sur, las medidas de reducción para el MP10 ya apuntan al MP2,5. Por lo anterior, el ahorro de costos al enfocar las medidas al MP2,5 en esta zona del país es menor al esperado, en contraste a nivel nacional el ahorro de costos supera el 50%.

Actualmente, ya se cuenta con una norma vigente de MP2.5⁷ con un valor de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para cumplimiento de norma anual, lo que complementado con los demás antecedentes del estudio⁸ que sirvió como base para el presente análisis, permite determinar que los beneficios asociados al escenario con derogación de la norma anual de MP10 son del orden de los 20.100 millones de dólares, con un costo de 4.580 millones de dólares, resultando en un beneficio neto de 15.600 millones de dólares. Mientras los beneficios asociados al escenario sin derogación de la norma anual de MP10 son del orden de los 25.700 millones de dólares, con un costo de 9.300 millones de dólares, alcanzando un beneficio neto de 16.400 millones de dólares.

Según los resultados expuestos en el presente informe, la derogación de la norma anual de MP10 mejora el indicador de eficiencia en el uso de los recursos debido a una mayor razón beneficio costo que pasó de 2,8 a 4,4, asociada a una baja no significativa del beneficio neto total a nivel país.

Cabe señalar además, que el Programa de Aire Limpio del Ministerio de Medio Ambiente, que contiene las acciones de control de la contaminación atmosférica a nivel nacional, plantea focalizar la regulación sobre la fracción más dañina del Material Particulado, el MP2,5, respecto del cual existen antecedentes suficientes sobre sus efectos en la salud, tanto a la exposición de corto como largo plazo.

⁷ DS N°12/11 del Ministerio de Medio Ambiente Norma Primaria de Calidad del Aire para Material Particulado Fino Respirable MP2.5

⁸ Cifuentes, L. (2010). Relación de la norma de calidad primaria MP 2,5 con la norma de calidad primaria de MP 10.

9. Referencias

1. Cifuentes, L. (2010). Relación de la norma de calidad primaria MP 2,5 con la norma de calidad primaria de MP 10.
2. DICTUC (2009a) Análisis costo beneficio del plan de descontaminación de la región metropolitana. Santiago, Chile, CONAMA RM.
3. DICTUC (2009b) Antecedentes para el Análisis General de Impacto Económico y Social del Anteproyecto de la Norma de Calidad Primaria para PM2.5 (AGIES)
4. DICTUC (2010). Elementos para definir una Estrategia Nacional en la Gestión y Regulación de los Contaminantes Material Particulado Respirable (MP10) y Material Particulado Fino (MP2,5).
5. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Organización Mundial de la Salud (OMS) año 2005
6. 40 CFR Part 50 National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter Final Rule Environmental Protection Agency October 2006
7. Sitio Web de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA): <http://www.epa.gov/oar/particlepollution/basic.html>
8. Provisional Assessment of Recent Studies on Health Effects of Particulate Matter Exposure National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency July 2006

9. Anexo

Anexo N°1: Resumen Normativa Internacional Material Particulado

País	PM10				PM2.5			
	Anual (ug/m3)	Diaria (ug/m3)	Año Dictación	Entrada en Vigencia	Anual (ug/m3)	Diaria (ug/m3)	Año Dictación	Entrada en Vigencia
EE.UU.	50	150	1997		15	65		1997
	Revocada	150	2006		15 ¹	35		2006
California, EE.UU.	20	50	2002	2003	12	35 ²	2002	2003
Canadá ³						30	2000	2010
Newfoundl y Labrador, Canadá	No hay	50	2004		No hay	25	2004	2004
Australia	No hay	50	1998	2008	8 ⁴	25 ⁴	2003	2004
Ecuador	50	150		2003	15	65 ⁵	2003	2003
México	50	120	2005	2005	15	65	2005	2005
Perú	50	150	2001	2001	15 ⁶	65 ⁶	2001	2001
						50	2008 ⁷	2010
						25	2008	2014
Suiza	20 ⁸	50	1998		No hay	No hay		
OMS	20	50		2005	10	25		2005
	OI - 1	70	150		35	75		
	OI - 2	50	100		25	50		
	OI - 3	30	75		15	38		
Unión Europea	40	50	1999	2005	25		2008	2010 - 2015
					20		2008	2020
					Reducción de la Exposición: 0%-20% ⁹		2008	2020

1 Propuesta USEPA

2 No existe una norma diaria para PM2.5 en California, sin embargo la USEPA promulgó una norma diaria de 35 ug/m3 para el PM2.5

3 Los NAAQS establecen una norma anual y diaria para PTS de (70 y 120 ug/m3), dictada en 1997

4 Advisory Reporting Standards

5 Valor no podrá ser superado más de 2 veces en un año

6 Norma anual de PM2.5 a partir de 2010 será igual a la diaria

7 Adicionalmente Suiza tiene norma anual para el plomo (500 ng/m3) y Cadmio en el MP10 (1.5 ng/m3). Media Aritmética

8 Adicionalmente tiene norma anual para el plomo (500 ng/m3) y Cadmio (1,5 ng/m3) en el PM10. Media Aritmética.

9 La norma de la UE adicionalmente establece un objetivo de reducción de la exposición de la población al PM2.5 al año 2020 de acuerdo al indicador de la exposición media (IEM)

IEM: Evaluado como concentración media móvil trienal, promedio en todos los puntos de muestreo establecidos.

Fuente: Estudio DICTUC 2010

Anexo N°2: Criterio Excedencia Normativa para el Material Particulado

País	PM10		PM2.5	
	Norma Anual	Norma Diaria	Norma Anual	Norma Diaria *
EE.UU.		No exceder más de una vez en un año ¹	Promedio Trianual ²	P98 ³
California, EE.UU.	Promedio Anual	Promedio Diario	Promedio Anual ⁴	P98 ⁵
Canadá				P98 ⁶
Newfoundl y Labrador, Canadá⁷				
Australia		No exceder más de 5 veces al año	Durante un año (Sin Límite)	Durante un día (Sin Límite)
Ecuador	Promedio Anual	No exceder más de 2 veces en un año	Promedio Anual	No exceder más de 2 veces en un año
México	Promedio Anual	P98	Promedio Anual	P98
Perú	Promedio Anual	No exceder más de 3 veces en un año		Promedio Diario
Suiza	Promedio Anual	No exceder más de una vez en un año ⁸		
OMS	Promedio Anual	No exceder más de 3 veces en un año ⁹	Promedio Anual	No exceder más de 3 veces en un año ⁹
Unión Europea¹⁰	Promedio Anual	No exceder más de 35 veces al año		

* El criterio de excedencia indica que el valor del estadígrafo indicado en la celda no puede exceder el nivel de norma establecido

1 En un promedio de 3 años

2 Media de 3 años de los promedios ponderados anuales de las concentraciones de uno o múltiples monitores no deben exceder el nivel

3 Media de 3 años del P98 de las concentraciones de 24 horas

4 Promedio anual no podrá superar el nivel de norma

5 No existe una norma diaria para PM2.5 en California, sin embargo la USEPA promulgó una norma diaria para este contaminante y por tanto debe cumplir el criterio de excedencia exigido por la USEPA

6 Promediado para 3 años consecutivos

7 La norma 39/04 no especifica criterio de excedencia

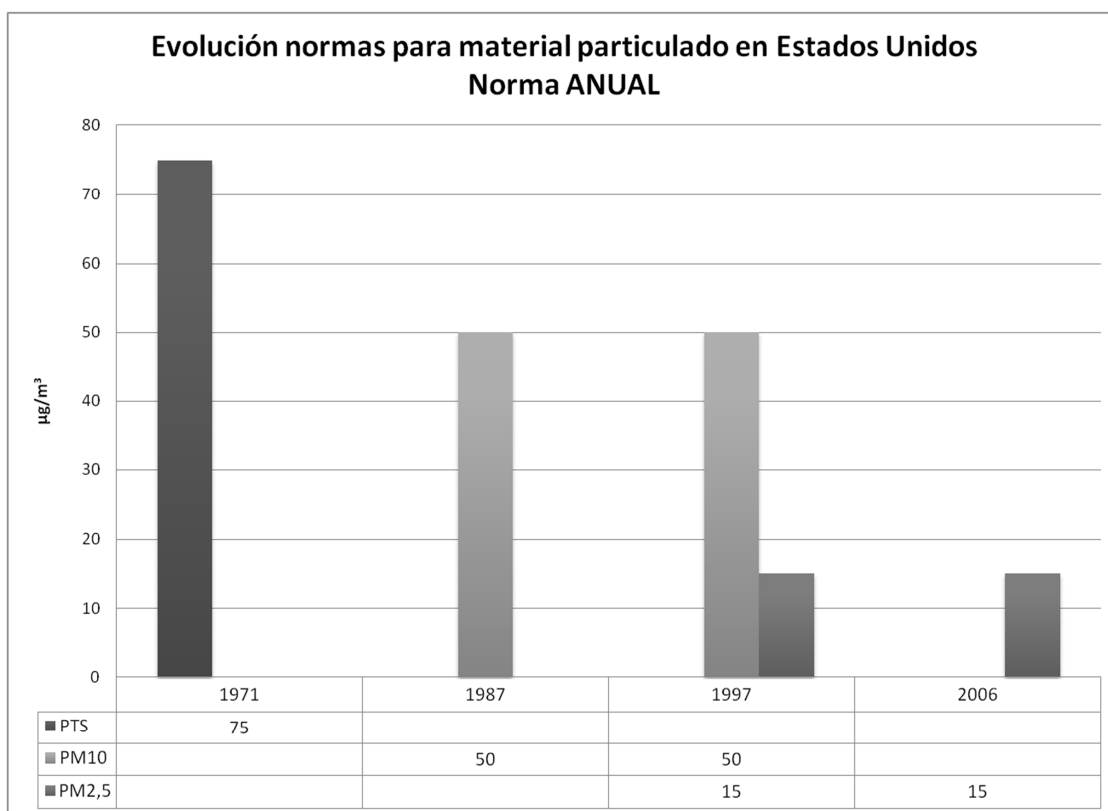
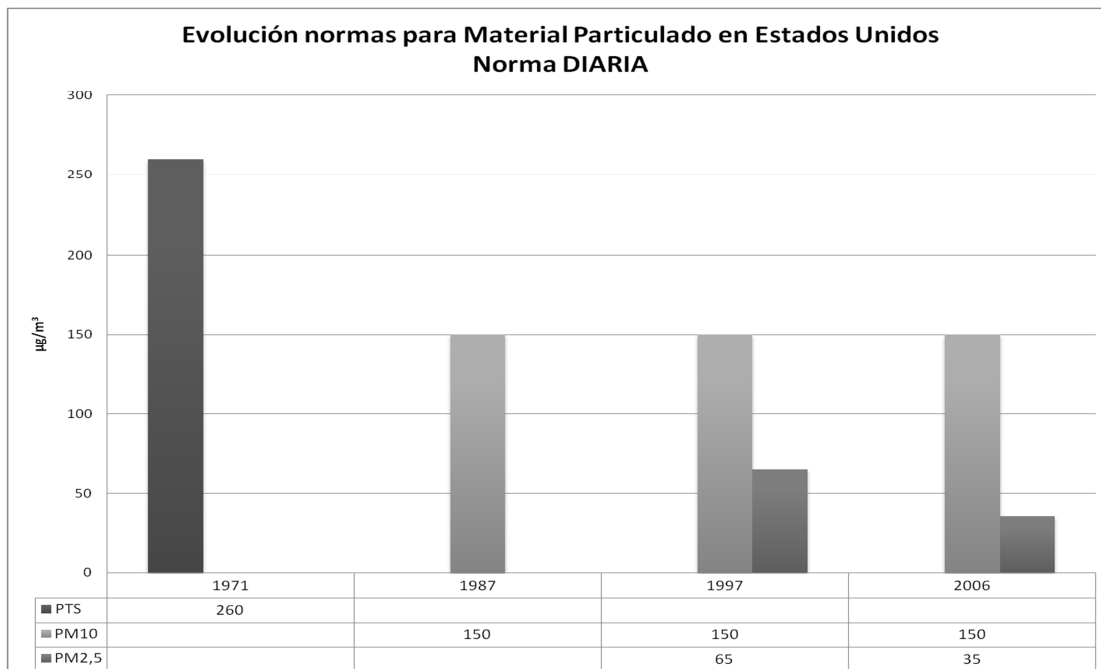
8 Promedio 24-hr

9 P99

10 No se especifica en la Directiva 2008/50/CE criterios de excedencia para el PM2.5

Fuente: Estudio DICTUC 2010

Anexo 3: Información gráfica sobre evolución de la normativa para Material Particulado en Estados Unidos.



Fuente: Oficina de Asuntos Atmosférica a partir de información recopilada en sitio web de USEPA