



Ministerio del  
Medio  
Ambiente

Gobierno de Chile

# Anteproyecto Norma Primaria de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

24 de noviembre de 2015

Cristian Ibarra - Carmen Gloria Contreras - Priscilla Ulloa  
Departamento de Normas y Políticas  
División de Calidad del Aire y Cambio Climático



# Contexto: Preocupación de la ciudadanía por episodios de contaminación de SO<sub>2</sub>



Revisión de la norma de calidad primaria  
**Aspectos administrativos**



## Actos administrativos del proceso

- Inició revisión de la norma primaria de calidad de aire marzo 2010  
Resolución Exenta N° 35 del 18 enero de 2010<sup>2</sup>
- 5 veces se amplió plazo para elaborar anteproyecto 2010 - 2014  
Resolución Exenta N° 16 del 19 octubre de 2010  
Resolución Exenta N° 1.696 del 30 diciembre de 2011  
Resolución Exenta N° 1.090 del 27 diciembre de 2012  
Resolución Exenta N° 1.109 del 27 diciembre de 2013  
Resolución Exenta N° 1.366 del 29 diciembre de 2014
- **Se reactivó** el proceso en **marzo de 2014**
- **Junio 2015** se aprobó anteproyecto norma SO<sub>2</sub>  
Resolución Exenta N° 485 del 17 junio de 2015<sup>3</sup>
- Se realizó Consulta Pública  
30 junio al 23 septiembre de 2015
- Hoy en elaboración de Proyecto Definitivo

## Comité Operativo

Aprobado por el Consejo Directivo de la CONAMA, el 26 de enero de 2010<sup>1</sup>,  
constituido por:

- Ministerio de Salud
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
- Ministerio de Minería
- Ministerio de Agricultura
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
- Ministerio de Obras Públicas
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- Ministerio de Energía

<sup>1</sup> Acuerdo N° 416/2010, sesión ordinaria del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

<sup>2</sup> Se publica en el Diario Oficial el día 19 de Marzo y en un periódico de circulación nacional el 21 de Marzo de 2010 (La Nación).

<sup>3</sup> Se publica en el Diario Oficial el día 26 de Junio y en un periódico de circulación nacional el 28 de Junio de 2015 (La Tercera).

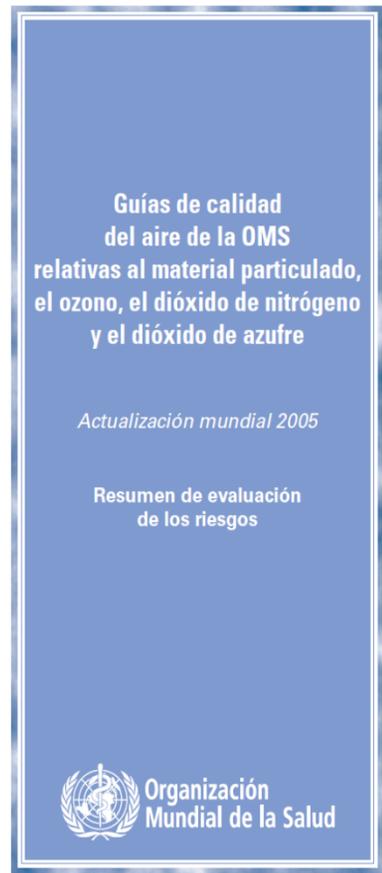
Revisión de la norma de calidad primaria  
**Aspectos técnicos y de nuevas evidencias**

# Según la OMS: Las normas primarias de calidad del aire

Fuente: Resumen de evaluación de riesgos, Guías de la Calidad del Aire de la OMS, 2005, pág. 7

*“Cada país establece normas de calidad del aire para proteger la salud pública de sus ciudadanos...*

*...Las normas nacionales **varían en función del enfoque adoptado** con el fin de **equilibrar los riesgos** para la salud, la viabilidad tecnológica, los aspectos económicos y otros factores políticos y sociales de diversa índole, que a su vez dependerán, entre otras cosas, del nivel de desarrollo y la capacidad nacional en relación con la gestión de la calidad del aire”*



# Guía de calidad del aire para SO<sub>2</sub> y objetivos intermedios OMS, 2005

	Promedio de 24 horas (µg/m <sup>3</sup> )	Promedio de 10 minutos (µg/m <sup>3</sup> )	Fundamento del nivel elegido
<b>Objetivo intermedio-1 (OI-1)<sup>a</sup></b>	125	---	Mantiene el mismo objetivo intermedio de la Guía de calidad del aire de la OMS (OMS, 2000)
<b>Objetivo intermedio-2 (OI-2)</b>	50	---	Objetivo intermedio basado en el <b>control de las emisiones de los vehículos de motor, las emisiones industriales y/o las emisiones de la producción de energía</b> . Éste sería para algunos países en desarrollo un objetivo razonable y viable (se podría alcanzar en pocos años), que conduciría a mejoras significativas de la salud, las cuales, a su vez, justificarían la introducción de las nuevas mejoras (por ejemplo, tratar de conseguir el valor de la GCA).
<b>Guía de calidad del aire (GCA)</b>	20	500	

# Última evidencia disponible de efectos en salud del SO<sub>2</sub>

Autor	Publicación	Descripción de la investigación
Hedley <i>et al.</i> , 2002	Cardiorespiratory and all-cause mortality after restrictions on sulfur content of fuel in Hong Kong: an intervention study. <i>Lancet</i> , 360:1646–1652.	Estudio realizado en Hong Kong, se vinculó una reducción sustancial de los efectos en salud (por ejemplo, <b>enfermedades respiratorias en la infancia y mortalidad en todas las edades</b> ) con una reducción importante del contenido de azufre de los combustibles durante un período muy breve de tiempo.
Wong <i>et al.</i> , 2002	A tale of two cities: effects of air pollution on hospital admissions in Hong Kong and London compared. <i>Environmental Health Perspectives</i> , 110:67–77.	Estudios de series cronológicas sobre <b>hospitalizaciones por enfermedades cardíacas</b> en Hong Kong y Londres, en los cuales <b>no se obtuvo un umbral de los efectos</b> con concentraciones de SO <sub>2</sub> del orden de 5-40 µg/m <sup>3</sup> durante 24 horas.
Pope <i>et al.</i> , 2002	Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. <i>Journal of the American Medical Association</i> , 287:1132–1141.	En el estudio de la Sociedad Americana del Cáncer (ACS), se observó una <b>asociación significativa entre el SO<sub>2</sub> y la mortalidad</b> para la década de 1980 en <b>126 zonas metropolitanas de los Estados Unidos</b> en las que la concentración media registrada de SO <sub>2</sub> era de 18 µg/m <sup>3</sup> o una media más alta de 85 µg/m <sup>3</sup> .
Hajat <i>et al.</i> , 2007	Outdoor air pollution and infant mortality: an analysis of time-series data in 10 English cities. <i>Journal of Environmental and Community Health</i> 2007; 33:719-22	Estudio que realiza un análisis de serie de datos, donde se relaciona la contaminación atmosférica y la <b>mortalidad infantil en 10 ciudades inglesas</b> .
Orazio <i>et al.</i> , 2009	Air pollution, allergens, and emergency room visits for acute respiratory disease and gastroenteric disorders among young children in Italian cities. <i>Environmental health perspectives</i> . 2009;117(11):1780-5	Estudio que relaciona la contaminación atmosférica y las <b>visitas a urgencias por enfermedades respiratorias agudas y trastornos gastrointestinales de niños pequeños en seis ciudades italianas</b> .
Pope <i>et al.</i> , 2010	Air pollution and children's respiratory symptoms in six cities of Northern China. <i>Respiratory medicine</i> . 2010;104(12):1903-11.	Estudio que relaciona la contaminación atmosférica y los <b>síntomas respiratorios de niños en seis ciudades del norte de China</b> .
Carey <i>et al.</i> , 2013	Mortality associations with long-term exposure to outdoor air pollution in a national English cohort. <i>American journal of respiratory and critical care medicine</i> . 2013;187(11):1226- 33.	Estudio de cohorte que realiza <b>asociaciones de mortalidad con la contaminación atmosférica de SO<sub>2</sub> en período de exposición de largo plazo</b> .

**Evidencia de efectos agudos respiratorios en el corto plazo en la infancia y muerte prematura en todas las edades**

## Actividades que aportan emisiones de SO<sub>2</sub> en el país



### Fundiciones de cobre

**7** Fundiciones de cobre

**S** Minerales alto contenido de azufre  $\geq 30\%$



### Termoeléctricas

**76** Unidades de termoeléctricas

 Carbón con azufre  $< 1\%$

 Petróleo N°5 y N°6 con azufre  $< 3\%$



### Otras Industrias

Diversos y numerosos rubros

 Carbón con azufre  $< 1\%$

 Petróleo N°5 y N°6 con azufre  $< 3\%$

 Combustible Diésel industria  $< 50\text{ppm}$



### Transporte

Aumento significativo cada año del parque vehicular

 Combustible Diésel  $< 15\text{ppm}$



# **Anteproyecto: norma anual, de 24 horas y de 1 hora de SO<sub>2</sub>**



**Estudio: Análisis de Antecedentes y Evaluación Técnica-Económica para Revisar la Norma Primaria de SO<sub>2</sub>". CENMA , 2014 para el MMA**

Se evaluó tres escenarios de **norma horaria**:

E1: 197  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

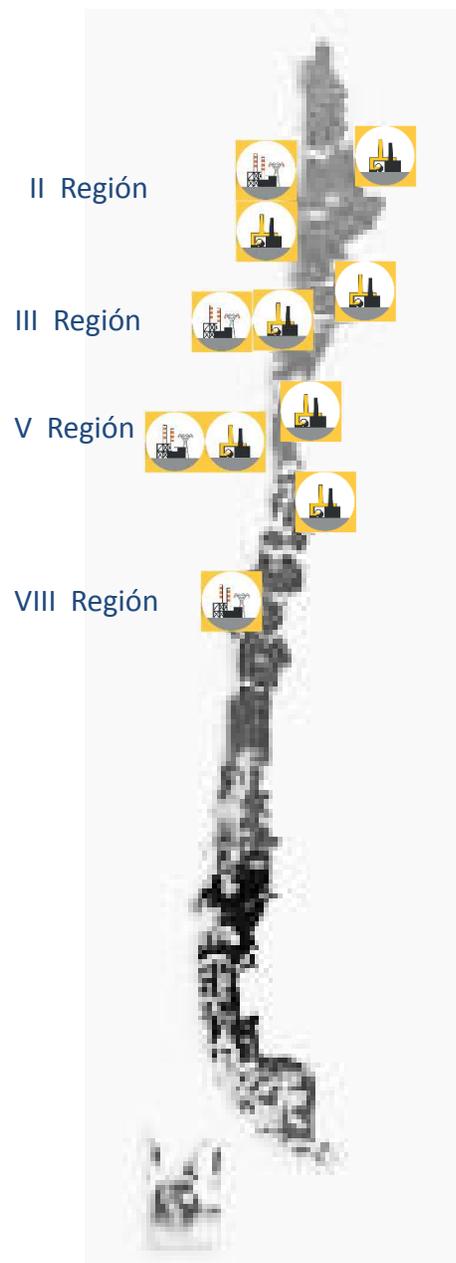
E2: 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

E3: 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

Se aplicó un **análisis multicriterio** que consideró los siguientes criterios: Territorio, Gestión, Salud, Coherencia Normativa, Justicia Ambiental y Cohesión Social.

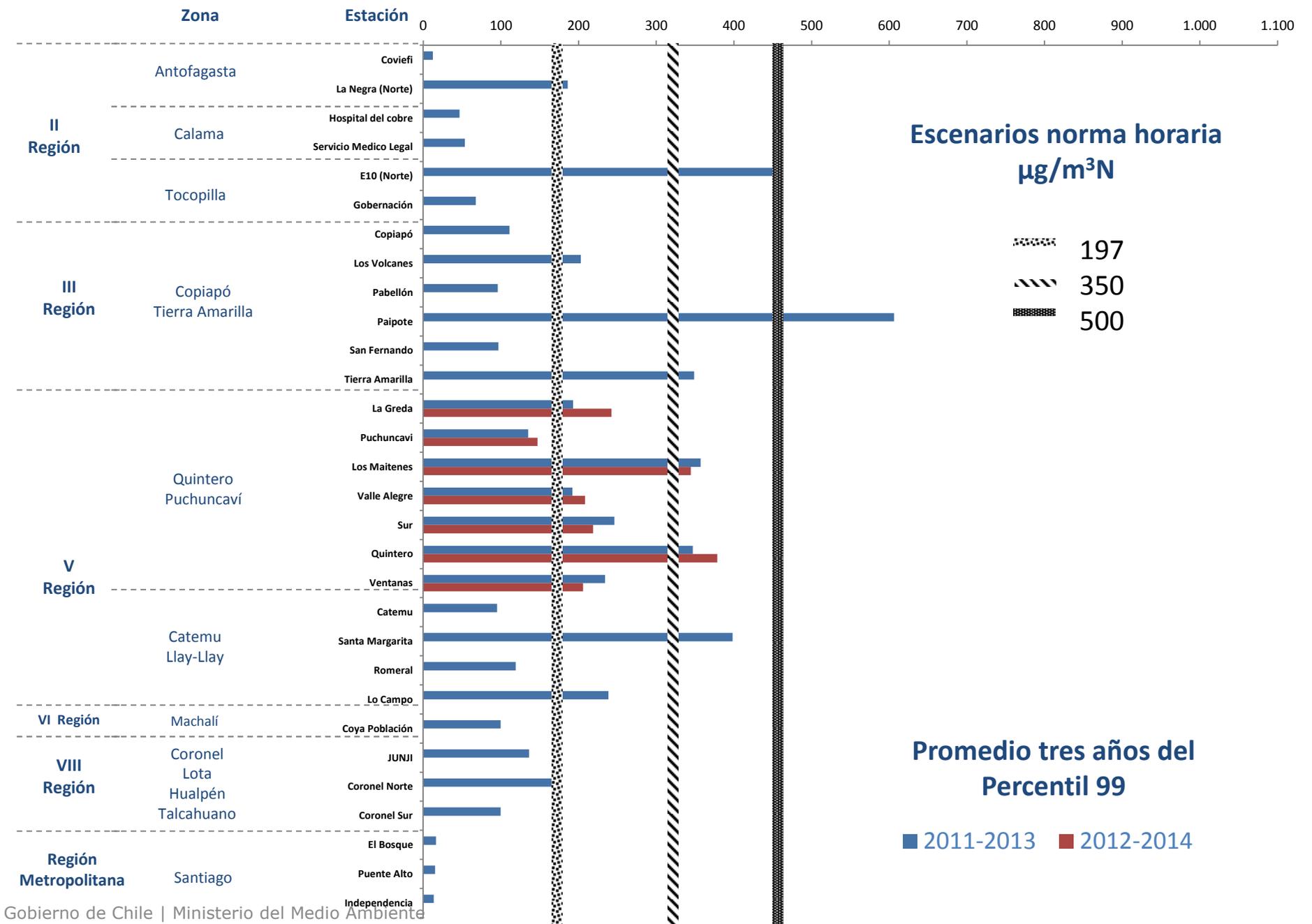
Se concluyó que el escenario de 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  **genera para todos los criterios los mayores benéficos sociales y ambientales.**

## Zonas de interés para evaluar el efecto de la norma de calidad del aire por SO<sub>2</sub>



Zona Vulnerable Priorizada	Principales fuentes emisoras de SO <sub>2</sub>
Tocopilla	Termoeléctricas
Calama	Fundición Chuquicamata- Ministro Hales
Mejillones	Termoeléctricas - Planta de ácidos –Otras
Antofagasta – La Negra	Fundición Alto Norte
Copiapó – Paipote – Tierra Amarilla	Fundición Hernán Videla Lira (HVL)
Huasco	Termoeléctricas - CAP pellets de Fe
Catemu – Llay Llay	Fundición Chagres
Quintero – Puchuncaví	Termoeléctrica AES Gener Fundición Codelco Ventanas
Machalí – Coya	Fundición Caletones
Coronel – Lota – Hualpén – Talcahuano	Termoeléctricas Procesos calderas Siderurgia

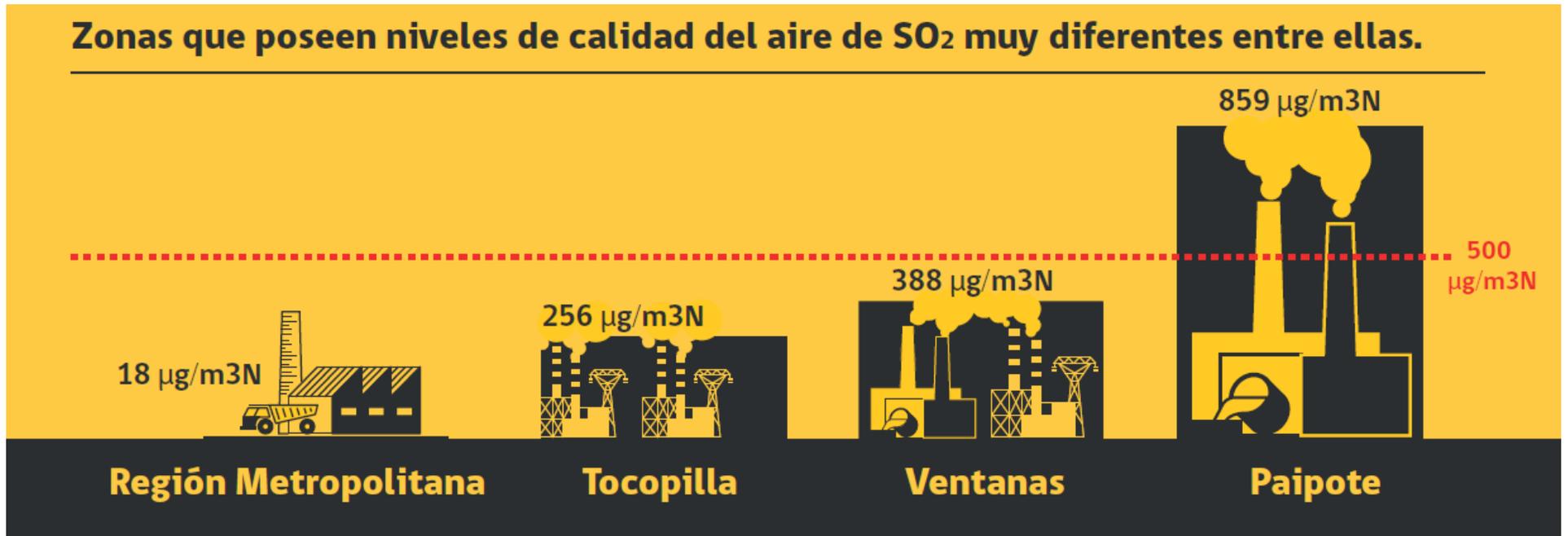
# Concentración horaria de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>N)





El anteproyecto establece una **norma horaria de 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-N}$**  con un criterio de excedencia de un percentil 99 de 3 años

### Zonas que poseen niveles de calidad del aire de $\text{SO}_2$ muy diferentes entre ellas.

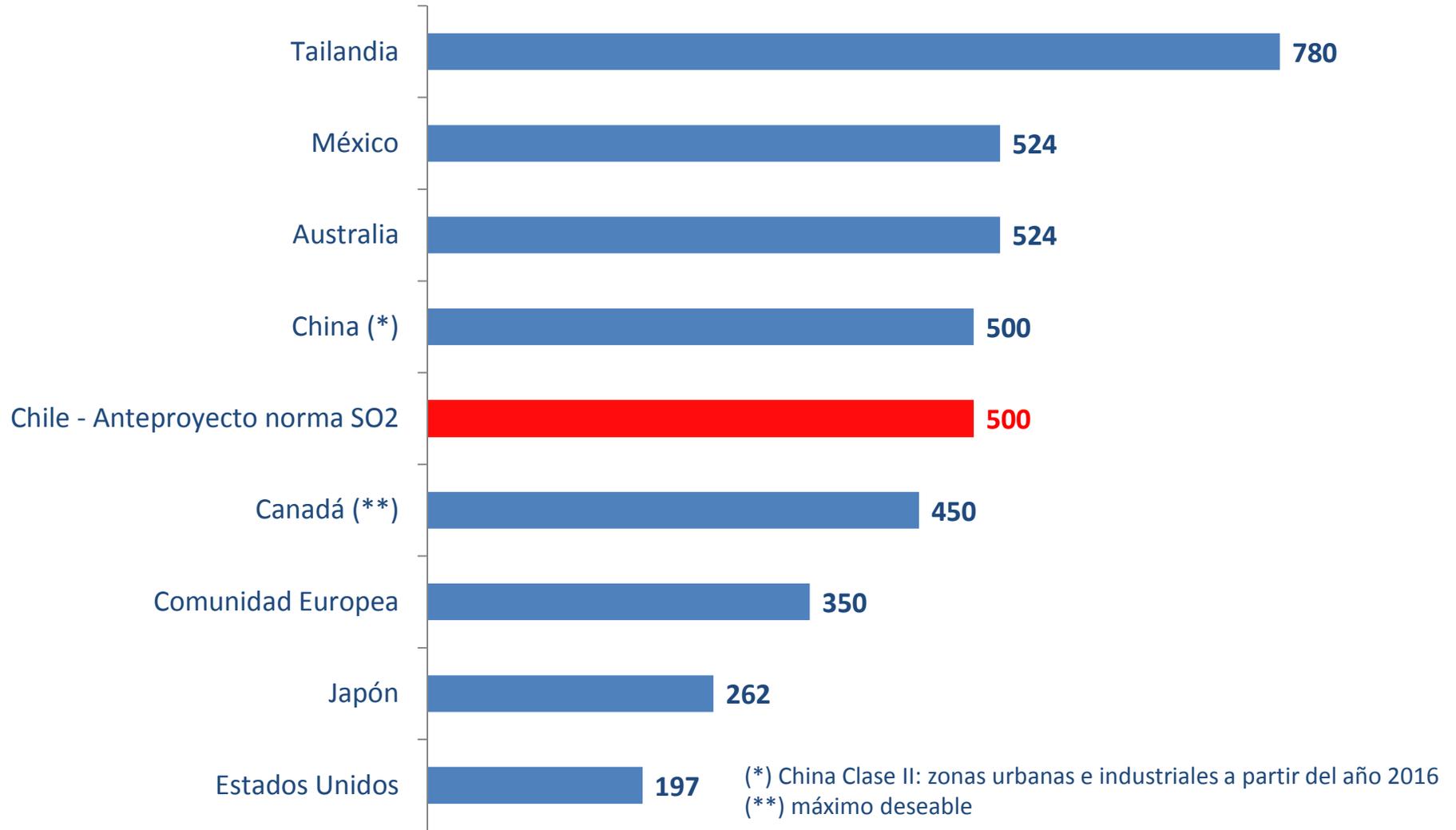


Nota: esquema simplificado



## Comparación anteproyecto y normativa internacional

### Norma de 1 hora ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )



## Comparación criterios de excedencia: norma de 1 hora

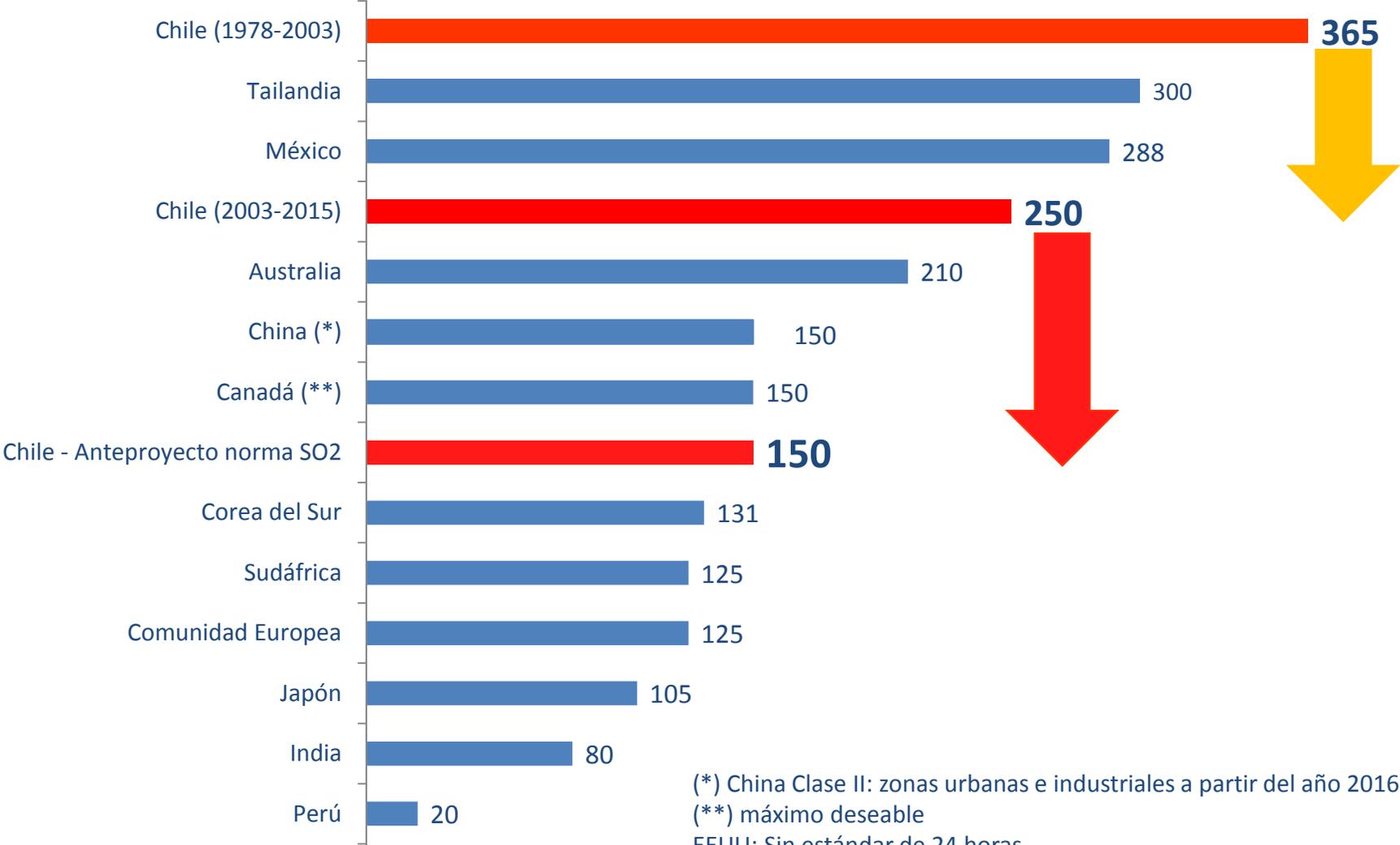
Organismo/País	Norma Horaria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Horas sobre la norma
Estados Unidos (primaria)	197	12 horas en tres años
Comunidad Europea (primaria)	350	24 horas en un año
China	500	No permite superación
México	524	2 horas en un año
Chile norma primaria vigente	<b>Actualmente no hay norma horaria</b>	
Chile norma secundaria vigente	Sur 700/ Norte 1000	71 horas en tres años

<b>Anteproyecto Norma de 1 hora</b>	<b>500</b>	<b>264 horas en tres años</b>
---	------------	-------------------------------



# Comparación anteproyecto y normativa internacional

## Norma de SO2 de 24 horas ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )



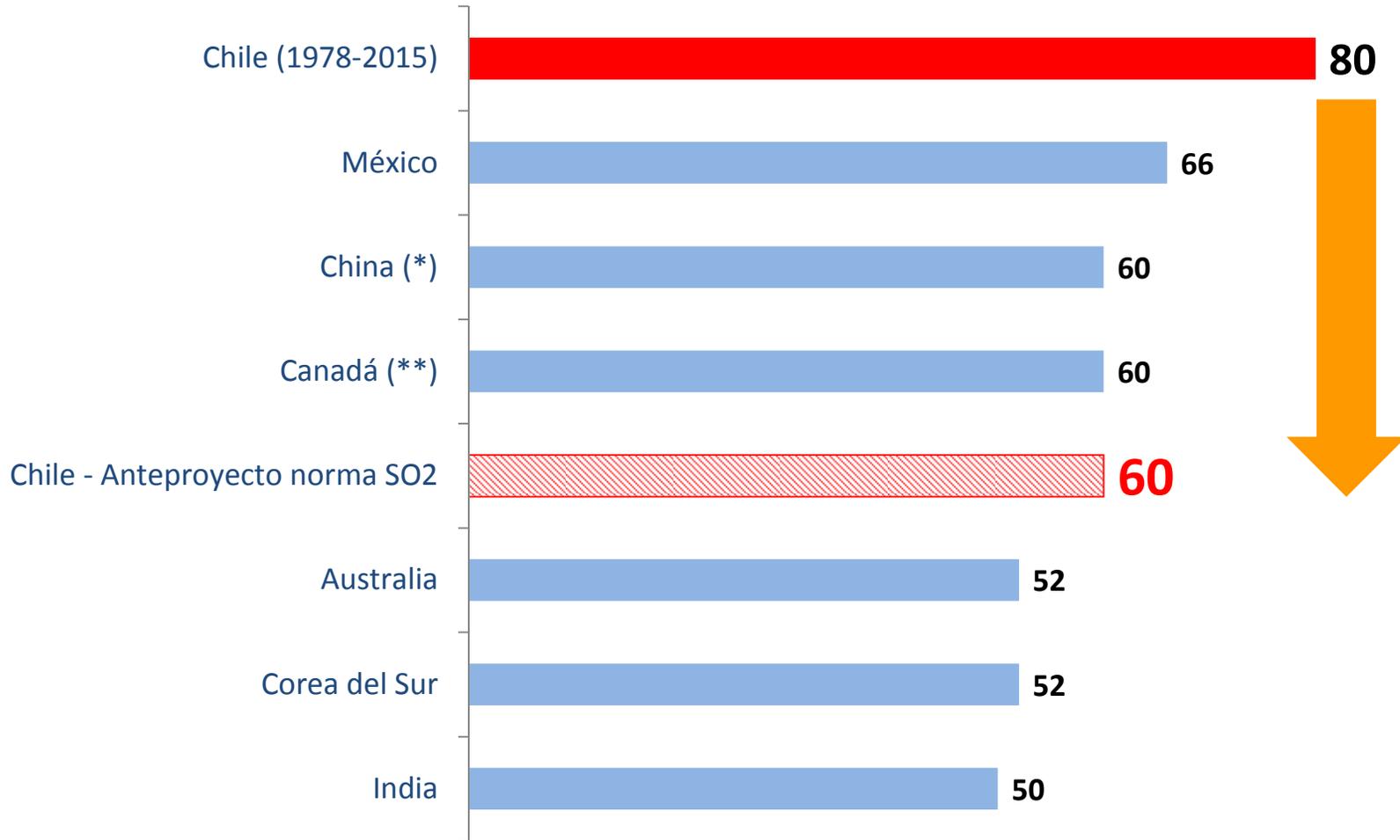
## Comparación criterios de excedencia para norma de 24 horas

Organismo/País	Norma 24 horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Días que se permiten sobre la norma
Estados Unidos (primaria)	Derogó norma	--
Comunidad Europea (primaria)	125	3 días al año
China	150	No permite superación
México	288	1 día al año
Chile primaria vigente SO <sub>2</sub>	250	12 días en los tres años
Chile norma secundaria de SO <sub>2</sub>	260	3 días en los tres años
<b>Anteproyecto Norma de 24 horas</b>	<b>150</b>	<b>12 días en los tres años</b>



# Comparación anteproyecto y normativa internacional

## Norma Anual de SO<sub>2</sub> (µg/Nm<sup>3</sup>)



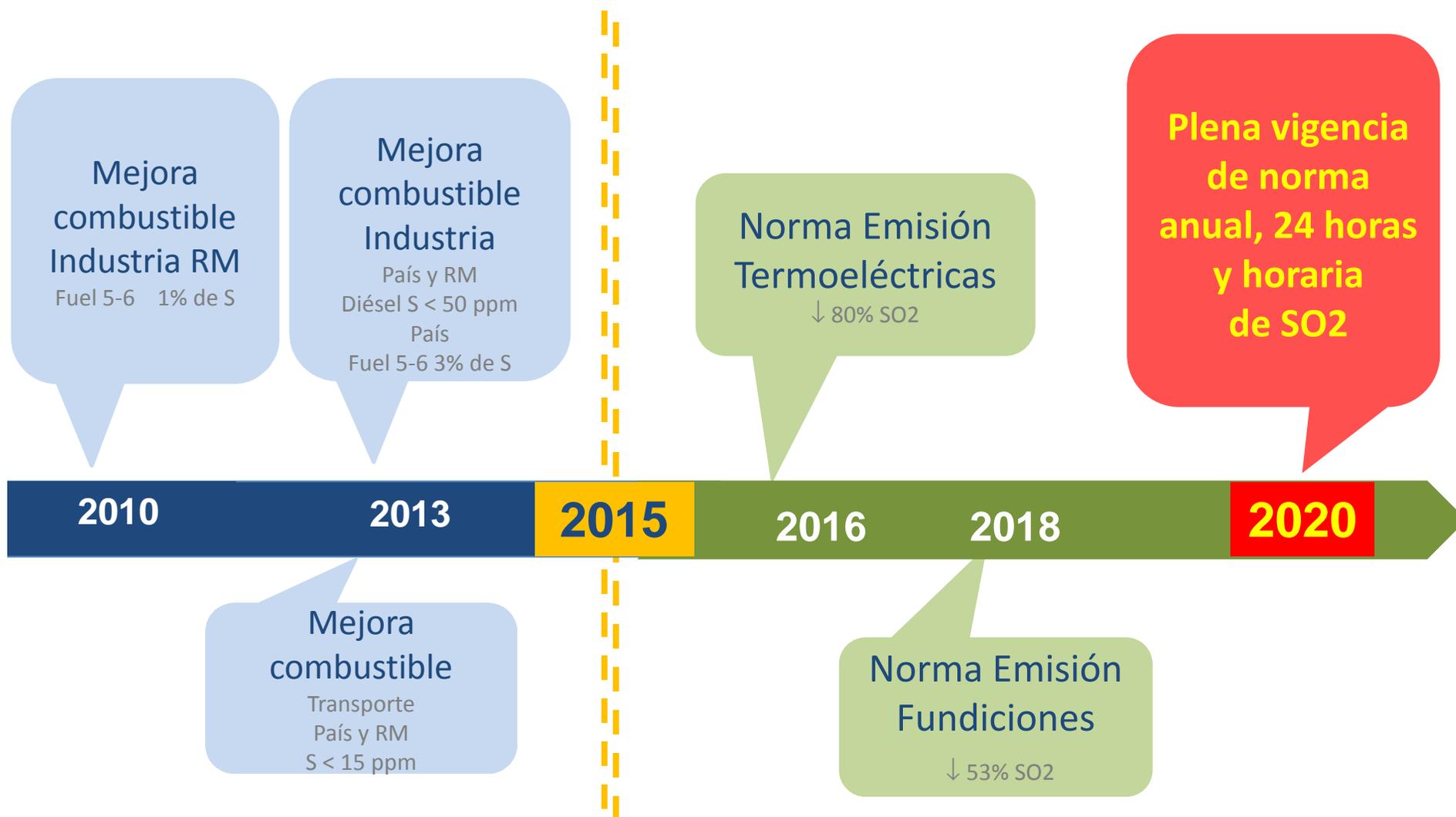
(\*) China Clase II: zonas urbanas e industriales a partir del año 2016

(\*\*) máximo aceptable

EEUU: Sin estándar anual

# Plazo propuesto en el anteproyecto para que entre en plena vigencia norma primaria de SO2 anual, 24 horas y horaria

Coordinación con otros instrumentos de gestión ambiental





# **Anteproyecto: Niveles de emergencia de SO<sub>2</sub>**

# Niveles de emergencia

La ley 19.300 establece que las normas primarias “*definirán los niveles que originan situaciones de emergencias*”. Sin establecer ninguna definición ni característica para ellos (artículo 32).

## Desafío en la revisión del decreto vigente

Actualizar los Niveles de Emergencia acorde a las evidencias en salud y modelos de advertencia utilizados a nivel internacional

# Episodios por SO<sub>2</sub> en la zona Quintero-Puchuncaví

Los Niveles de Emergencia vigentes presentan amplia tolerancia y no advierten a la población ante episodios de SO<sub>2</sub>

23 de marzo del 2011 La Greda

Cerca de 100 alumnos de la escuela La Greda, ubicada a menos de 500 metros de la Fundición Ventanas, sufrieron una intoxicación por gases.

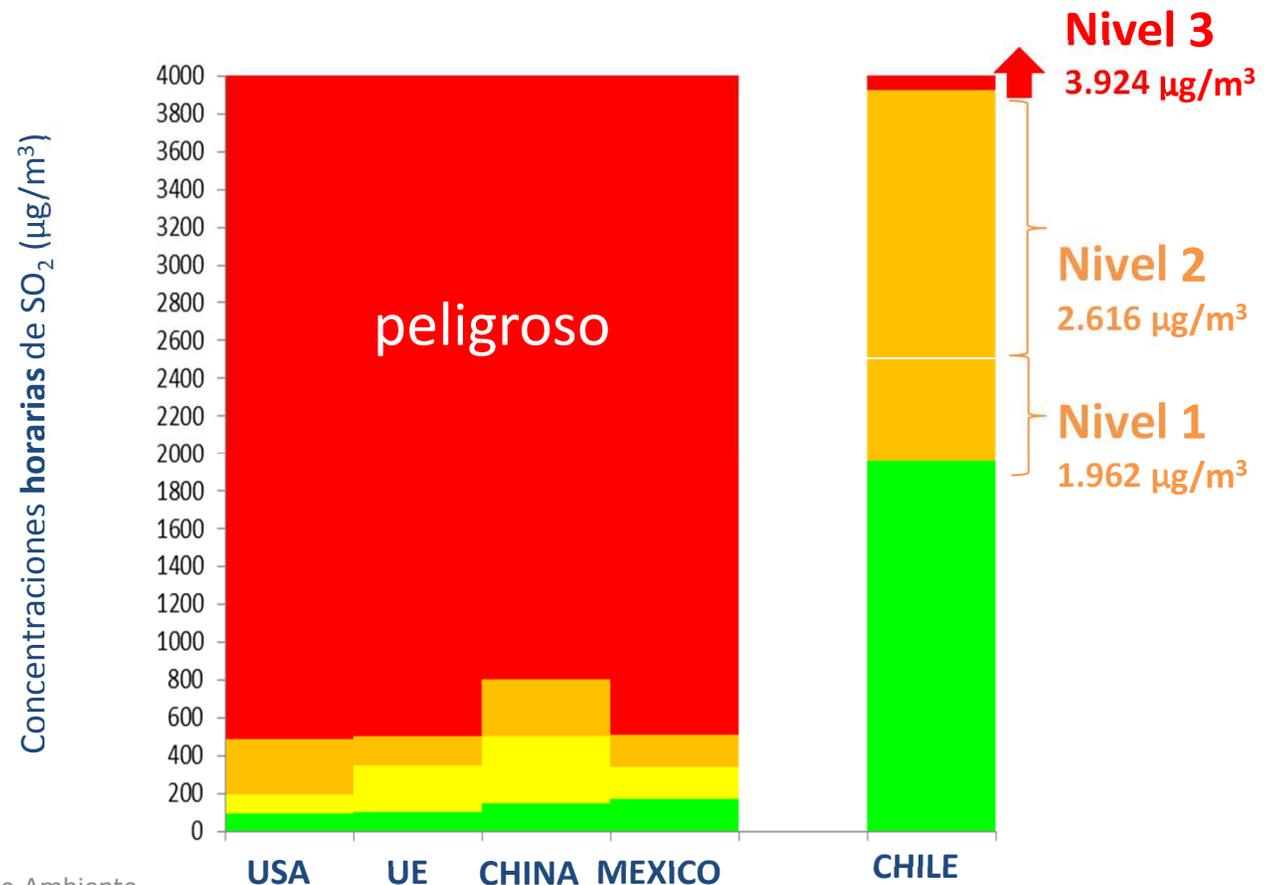


Fuente: Diario El Mercurio de Valparaíso  
<http://www.mercuriovalpo.cl/impres/2013/09/17/papel/>  
<http://www.mercuriovalpo.cl/impres/2013/09/17/full/cuerpo-principal/5/>



# Comparación entre modelos de distintos países con Chile

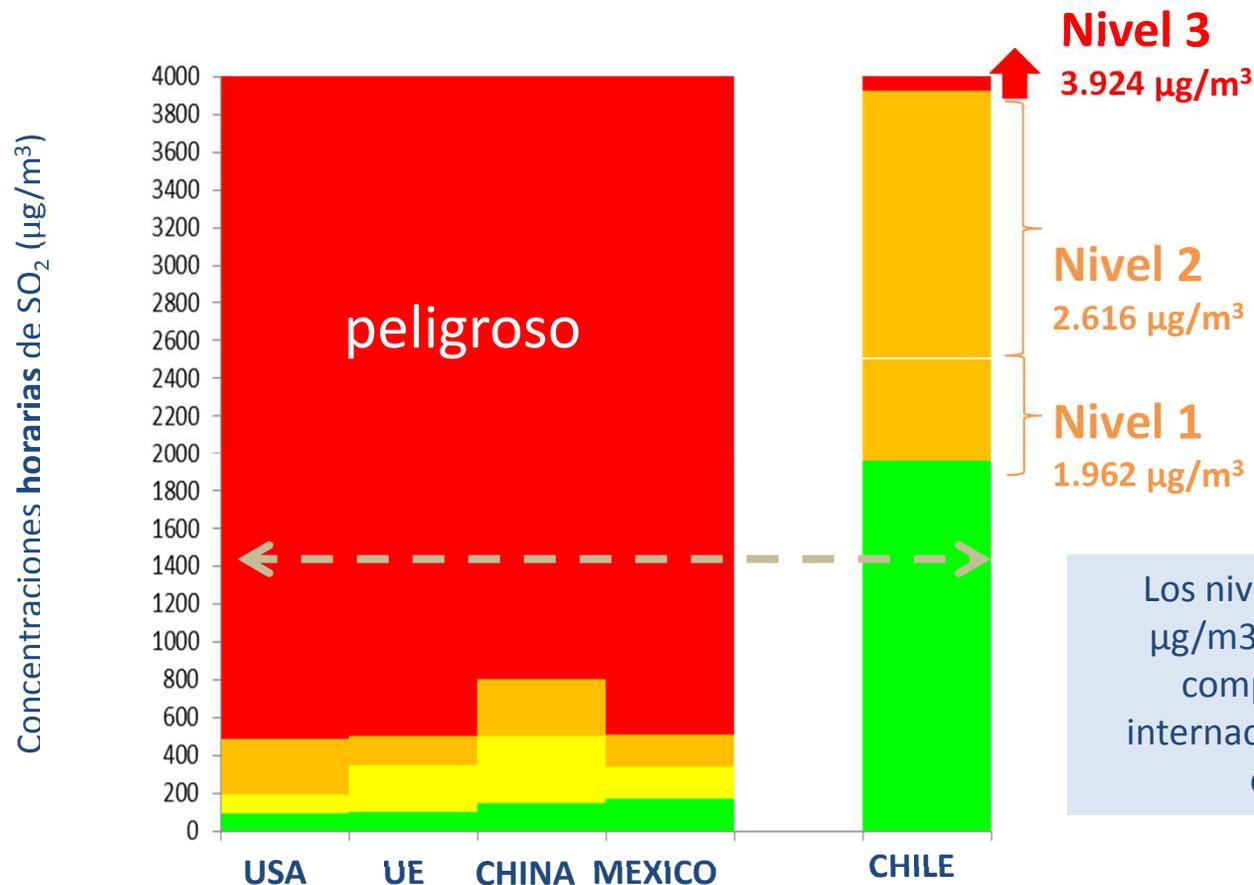
<b>Bueno</b>	No se aprecian impactos en salud.
<b>Moderado</b>	Cuidado para grupos vulnerables.
<b>Insalubre</b>	Critico para grupos vulnerables, produce irritaciones y efectos de salud en los grupos sensibles.
<b>Peligroso</b>	Muy critico para grupos vulnerables y pueden haber efectos nocivos sobre la población en general.



Nota: Se simplificó los rangos de los modelos agrupándolos, desde aquello considerado Muy insalubre o Peligroso (color rojo).

# Veamos el episodio de SO<sub>2</sub> en La Greda (23 marzo del 2011)

<b>Bueno</b>	No se aprecian impactos en salud.
<b>Moderado</b>	Cuidado para grupos vulnerables.
<b>Insalubre</b>	Critico para grupos vulnerables, produce irritaciones y efectos de salud en los grupos sensibles.
<b>Peligroso</b>	Muy critico para grupos vulnerables y pueden haber efectos nocivos sobre la población en general.



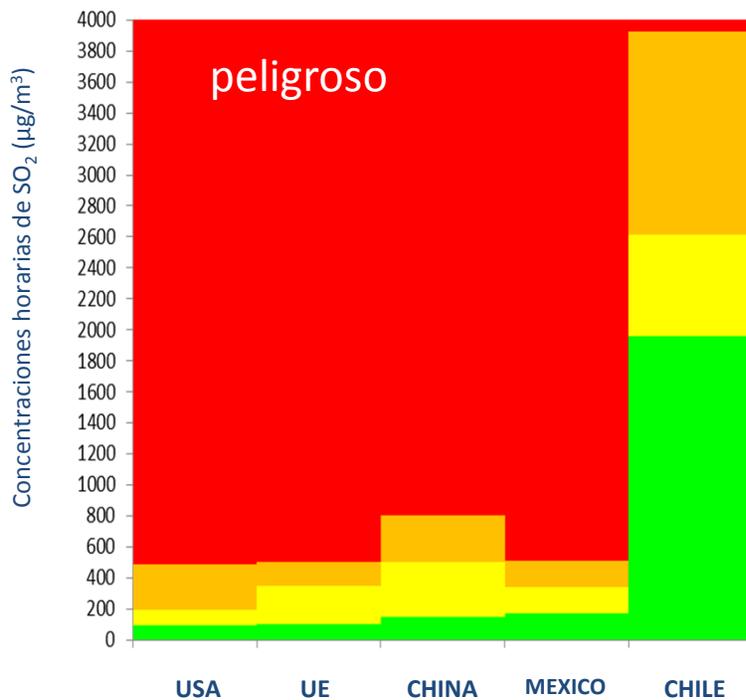
Consideremos la mayor concentración de SO<sub>2</sub> en 1 hora registrada en la estación Los Maitenes, zona de Puchuncaví, del día 23 de marzo del 2011, de **1.400 µg/m<sup>3</sup>**

Los niveles vigentes consideran **1.400 µg/m<sup>3</sup>** como **Bueno**. Sin embargo, al comparar con todos los modelos internacionales, dicha concentración es considerada **“Peligrosa”**

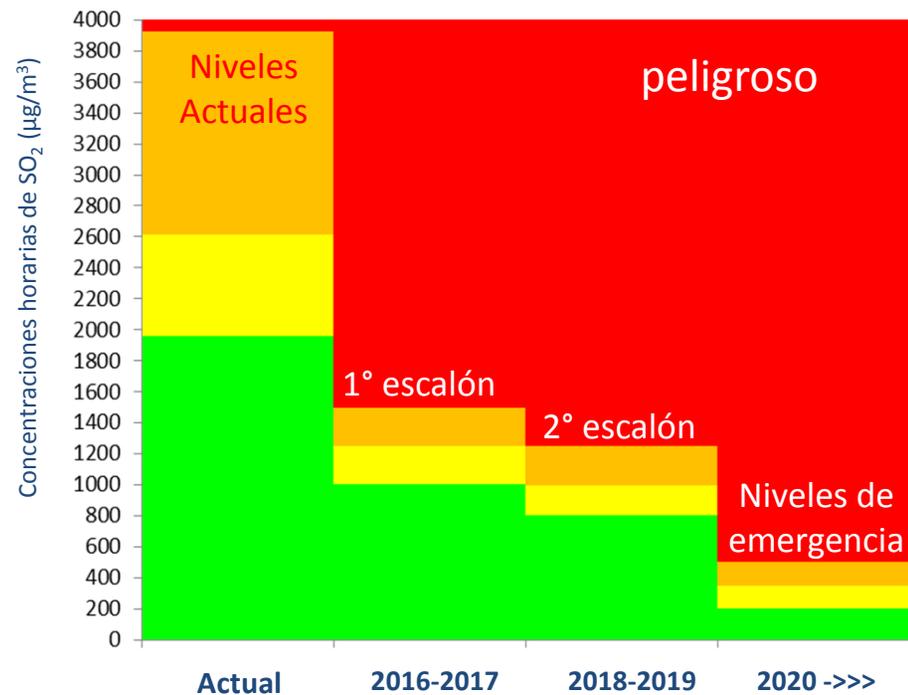
# Niveles de Emergencia

Para advertir a la población frente a episodios de contaminación, el anteproyecto propone dos escalones para lograr al año 2020, un modelo similar a los modelos utilizados internacionalmente.

## Comparación Situación Actual



## Anteproyecto de Norma SO<sub>2</sub>





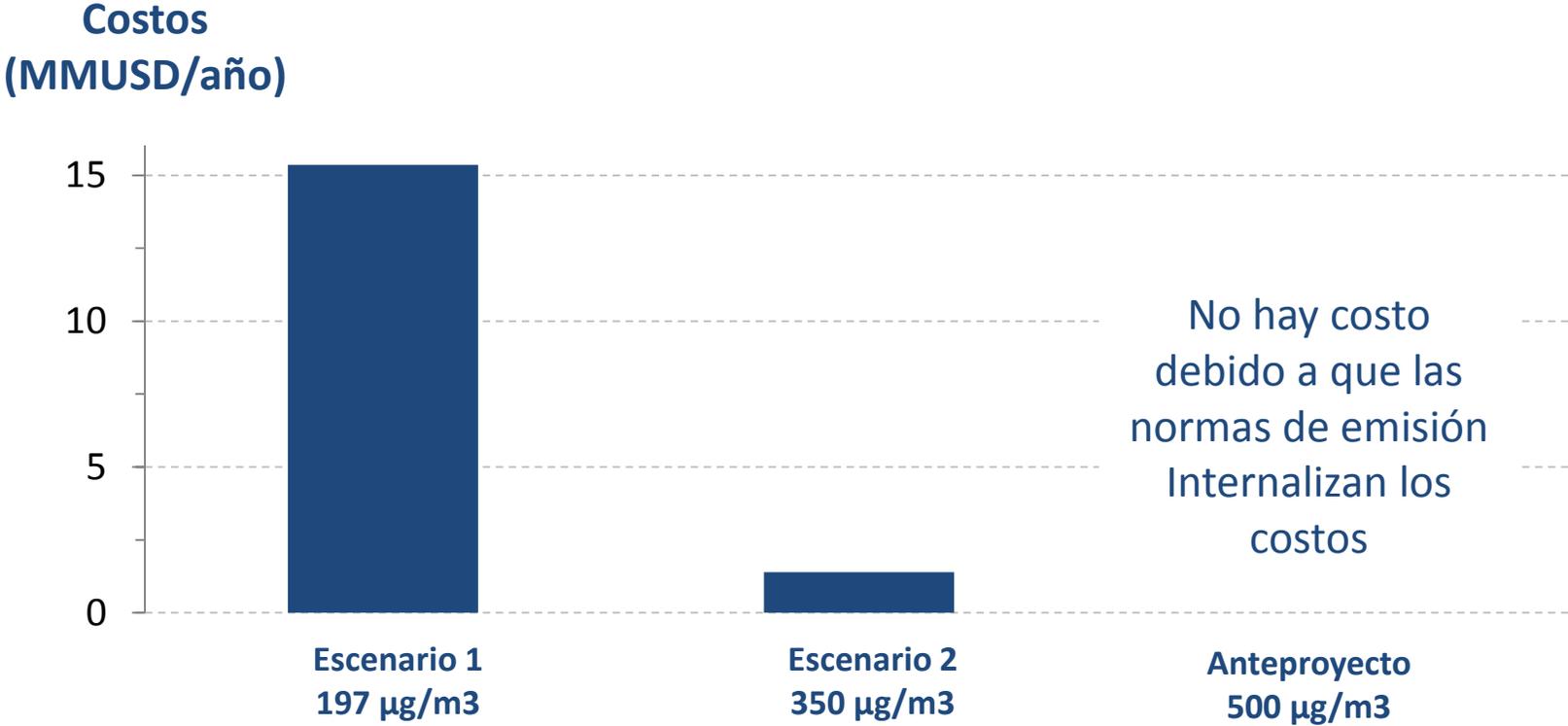
## **6. Resultados Análisis General del Impacto Económico y Social**



# Costos de la norma horaria de SO2

## Tres escenarios evaluados

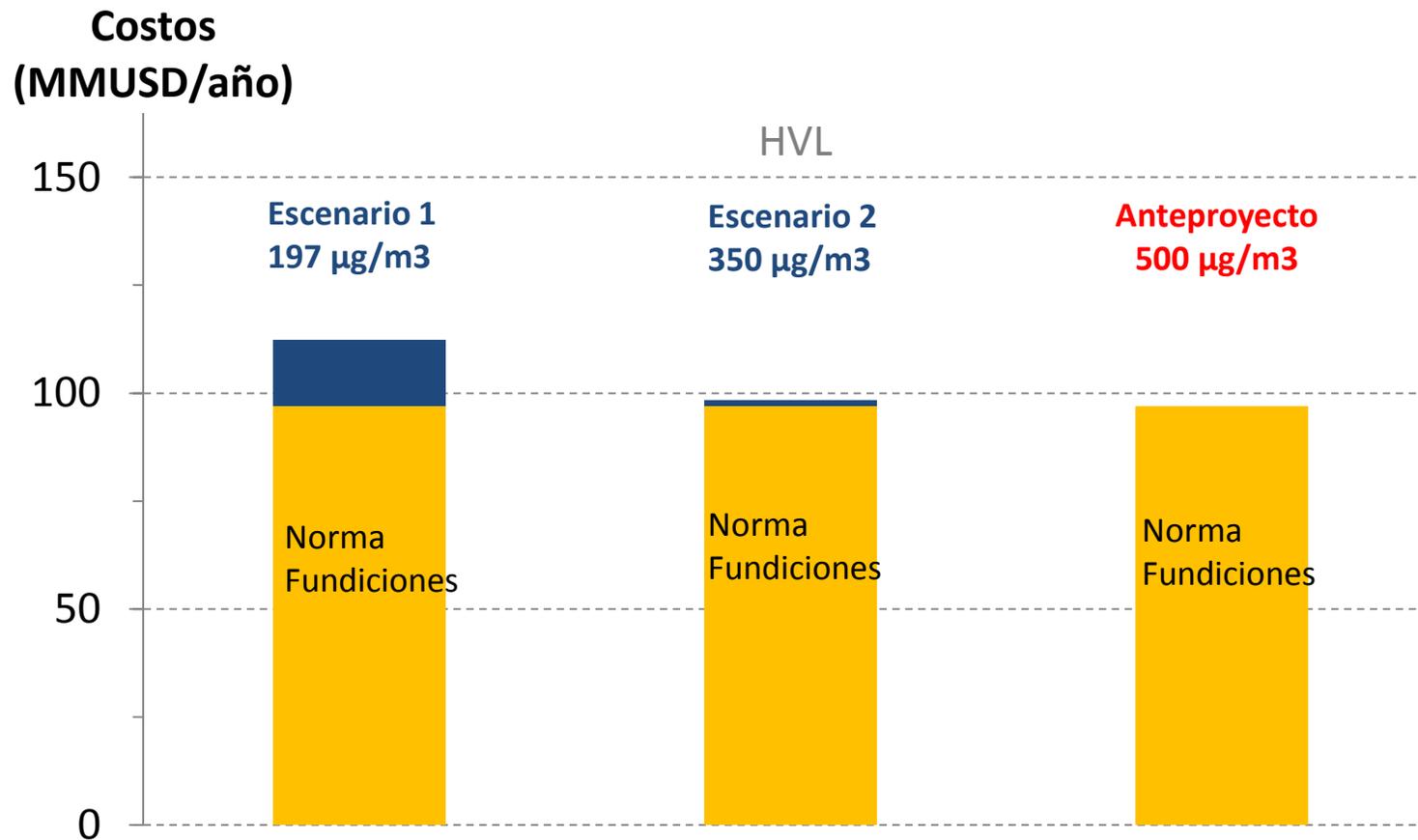
Fuente: MMA, AGIES del anteproyecto de revisión de la norma primaria de calidad del aire de SO2





## Compara costos entre norma de emisión para fundiciones y los tres escenarios de norma horaria de SO2

Fuente: MMA, AGIES del anteproyecto de revisión de la norma primaria de calidad del aire de SO2



Fuente: MMA, AGIES del anteproyecto de revisión de la norma primaria de calidad del aire de SO2



# Resumen:

Desafíos de la revisión:

- Establecer una norma horaria
- Establecer criterios de excedencia que permitan una adecuada integración de objetivos de política pública
- Actualizar los niveles de emergencia

El anteproyecto propone:

- Reducir la norma anual (1978) y de 24 horas (2003) a  $60\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-N}$  y  $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-N}$  respectivamente
- Establecer una norma horaria de  $500\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-N}$ , permitiendo una excedencia de 264 horas en tres años
- Plena vigencia de los valores norma el año 2020



Ministerio del  
Medio  
Ambiente

Gobierno de Chile



# Anteproyecto Norma Primaria de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

24 de noviembre de 2015

Departamento de Normas y Políticas  
División de Calidad del Aire y Cambio Climático