

Reunión Comité Operativo  
**REVISION DE LA NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DE AIRE  
PARA DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)  
D.S. N° 113 del MINSEGPRES**

**Objetivo**

Generar un espacio donde los integrantes del Comité Operativo entreguen una opinión técnica, sobre:

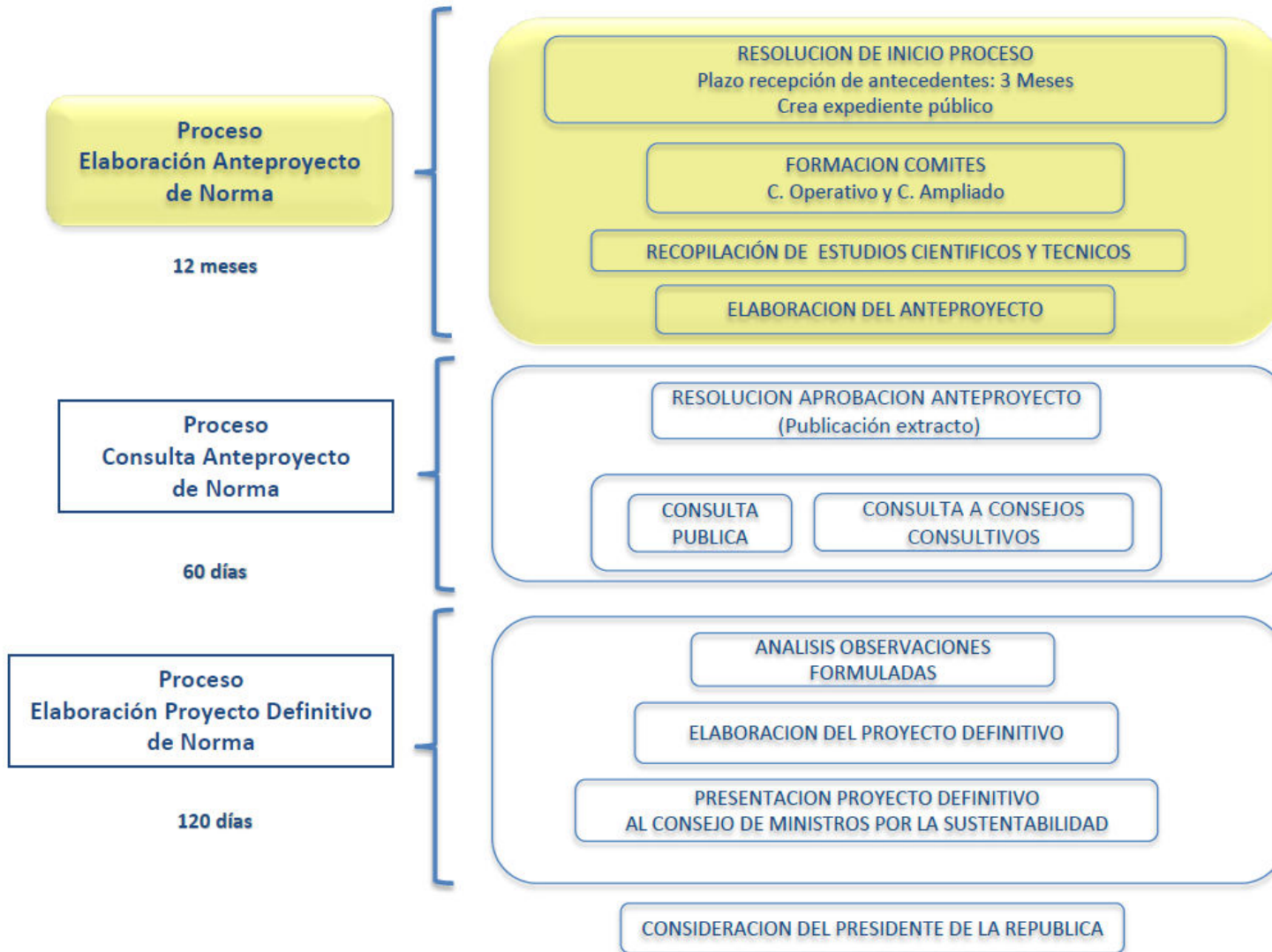
- Los niveles de emergencia para la norma de SO<sub>2</sub>
- Las normas primarias horaria, de 24 horas y anual de SO<sub>2</sub>

Con objeto de publicar el anteproyecto e iniciar la consulta pública a fines de abril. Fecha en que vence el plazo para elaborar el anteproyecto (30.04.2015).

8 de abril, 2015

# Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad y de Emisión

D.S. N° 38/12 MMA



# Integrantes del Comité Operativo

## Revisión Norma de Calidad Primaria de SO<sub>2</sub>

### Comité Operativo

- María de la Luz Vásquez, Ministerio Minería
- Pedro Santic Contreras, COCHILCO
- Walter Folch, Ministerio Salud
- Carolina Gómez, Ministerio Energía
- Pamela Arellano, Ministerio de Economía
- Pablo Salgado, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

### Integrantes del Ministerio del Medio Ambiente

- Sebastián Tolvett
- Carmen Gloria Contreras
- Priscilla Ulloa
- Cristián Ibarra
- Jenny Tapia
- Elizabeth Suarez
- Siomara Gómez
- Cinthia Arellano
- Conrado Ravanal
- Artemio Aguilar
- Francisco Donoso
- Nicolás Trivelli

# 1. Niveles de emergencia para la norma 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).

# Modelos para informar a la población sobre la calidad del aire

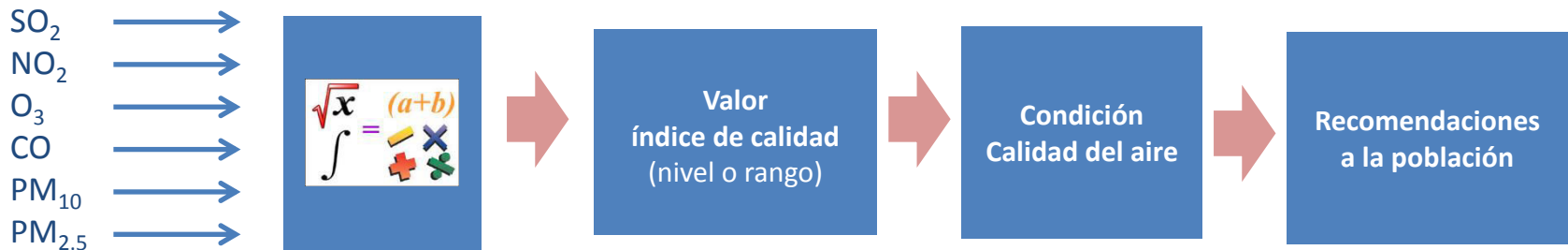
## Índice de calidad del aire

**Objetivo** Minimizar la exposición de las personas en episodios de contaminación.

**¿Cómo?** Informando al público sobre el ***estado de la calidad del aire*** de una manera sencilla y de fácil entendimiento.

A través de la definición de niveles que se establecen por formulas de calculo a partir de las concentraciones de los contaminantes.

Concentraciones  
(ppb,  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )



## Algunos índices de calidad reportados en el mundo

Índice	Representa	País donde se implementa
AQI	Air Quality Index	Estados Unidos, Tailandia, Abu Dabi, China
API	Air Pollution Index	Hong Kong, China, Malasia
AQHI	Air Quality and Health Index	Canadá
CAQI	Common Air Quality Index	Unión Europea
DAQI	Daily Air Quality Index	Reino Unido
PSI	Pollution Standard Index	Singapur
CAI	Community Air Quality Index	Corea del Sur

Fuente: Clean Air Asia, 2013

En la practica todos los modelos persiguen el mismo objetivo

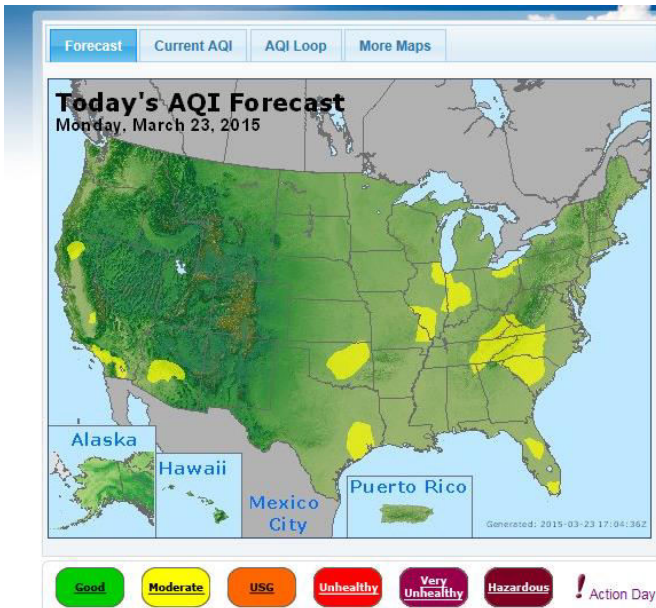
# Modelos internacionales para informar a la población sobre episodios de SO<sub>2</sub>

## Estados Unidos



- AQI (Air Quality Index, Índice de Calidad del Aire) (<http://www.airnow.gov/>)

Estados Unidos utiliza un algoritmo que determina la condición de calidad del aire: bueno, moderado, insalubre para grupos vulnerables e insalubre a partir de las **concentraciones horarias** de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).



Cuándo AQI esta en este rango:	Caracterizado por el color:	Condición de calidad del aire:	Concentraciones SO <sub>2</sub>	
			ppb	µg/m <sup>3</sup> N
0 – 50	Verde	Bueno	0 - 35	0 - 92 (1h)
51 – 100	Amarillo	Moderado	36 – 75	94 - 197 (1h)
101 – 150	Naranja	Insalubre para grupos sensibles	76 - 185	199 - 484 (1h)
151 – 200	Rojo	Insalubre	186 - 304	487 - 795 (1h)
201 – 300	Purpura	Muy insalubre	305 - 604	798 - 1.580 (24h)
301 – 500	Marrón	Peligroso	605 - 1.004	1.582 - 2.626 (24h)

Nota: (1h) se usan concentraciones horarias de SO<sub>2</sub> para estimar la condición de calidad del aire.

(24h) se usan concentraciones de 24 horas de SO<sub>2</sub> para estimar la condición de calidad del aire. 8



# Modelos internacionales para informar a la población sobre episodios de SO<sub>2</sub>

**AQI Calculator: Concentration to AQI**

Select a criteria pollutant and enter the pollutant concentration in the specified units above; the Air Quality Index and associated information are calculated below.

Select a Pollutant: SO<sub>2</sub> - Sulfur Dioxide (1hr avg)

Units Required: ppb

Enter the Concentration: 190 [Calculate] [Reset]

**AQI** 153 **AQI Category** Unhealthy

Sensitive Groups	Health Effects Statements	Cautionary Statements
People with asthma are the group most at risk.	Increased respiratory symptoms, such as chest tightness and wheezing in people with asthma; possible aggravation of heart or lung disease.	Children, asthmatics, and people with heart or lung disease should limit outdoor exertion.

Los niños, asmáticos y personas con enfermedades cardíacas o pulmonares deben limitar los esfuerzos al aire libre.

Aumento de los síntomas respiratorios, tales como opresión en el pecho y sibilancias en personas con asma; posible agravamiento de la enfermedad cardíaca o pulmonar.

# Modelos internacionales para informar a la población sobre episodios de SO<sub>2</sub>

## Unión Europea



- CAQI (Common Air Quality Index) (<http://www.airqualitynow.eu/>)

CAQI está diseñado para presentar y comparar la calidad del aire en tiempo casi real. CAQI tiene 5 niveles, usando una escala desde 0 (muy bajo) a > 100 (muy alto). CAQI utiliza **concentraciones horarias** de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).



Cuándo CAQI esta en este rango:	Condición de calidad del aire:	Concentraciones SO <sub>2</sub>
		µg/m <sup>3</sup> N
0 – 25	Muy Bajo	0 - 50
25 – 50	Bajo	51 - 100
50 – 75	Medio	101 - 350
75 – 100	Alto	351 - 500
> 100	Muy Alto	> 500

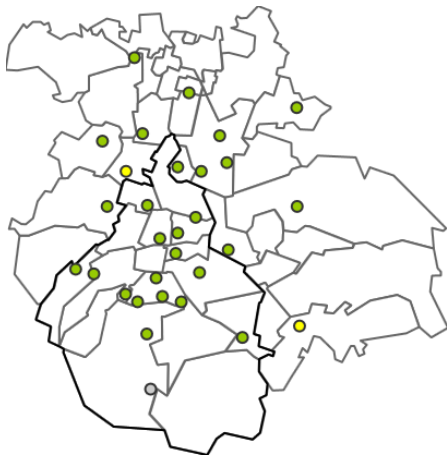
# Modelos internacionales para informar a la población sobre episodios de SO<sub>2</sub>

México



- IMECA (Índice Metropolitano de Calidad del Aire) (<http://www.aire.df.gob.mx/default.php>)

México utiliza *concentraciones horarias* de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) para estimar el Índice Metropolitano de Calidad del Aire.



Cuándo IMECA esta en este rango:	Condición de calidad del aire:	Concentraciones SO <sub>2</sub>		Efectos a la salud
		ppm	µg/m <sup>3</sup> N	
0 – 50	Buena	0 - 0,065	0 - 170	Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre
51 – 100	Regular	0,066 - 0,130	171 - 340	Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades
101 – 150	Mala	0,131 – 0,195	341 - 510	Causante de efectos adversos a la salud de la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares o respiratorias como el asma
151 – 200	Muy mala	0,196 – 0,260	511 - 680	Causante de mayores efectos adversos a la salud de la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares o respiratorias como el asma
> 200	Extremadamente mala	> 0,260	> 680	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares o respiratorias como el asma

# Modelos internacionales para informar a la población sobre episodios de SO<sub>2</sub>

## China



- API (Air Pollution Index)
- AQI (Air Quality Index)

En el 2011 China comienza a utilizar AQI en vez de API, ambos indicadores se estiman a partir de las **concentraciones horarias** de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).



Condición de calidad del aire:		Rango del índice	Concentraciones SO <sub>2</sub>
API (desde 2000)	AQI (desde 2011)		µg/m <sup>3</sup> N
Excelente	Excelente	0 – 50	0 - 150 (1h)
Bueno	Bueno	51 – 100	151 - 500 (1h)
Muy ligeramente contaminado	Ligeramente contaminado	101 – 150	501 - 650 (1h)
Ligeramente contaminado	Moderadamente contaminado	151 – 200	651 - 800 (1h)
Moderadamente contaminado	Altamente contaminado	201 – 300	801 - 1.600 (24h)
Altamente contaminado	Severamente contaminado	> 300	> 1.600 (24h)

<http://113.108.142.147:20035/emcpublish/>

Nota: (1h) se usan concentraciones horarias de SO<sub>2</sub> para estimar la condición de calidad del aire.

(24h) se usan concentraciones de 24horas de SO<sub>2</sub> para estimar la condición de calidad del aire.

# Niveles de Emergencia de Chile

## para informar a la población sobre episodios de SO<sub>2</sub>

Chile

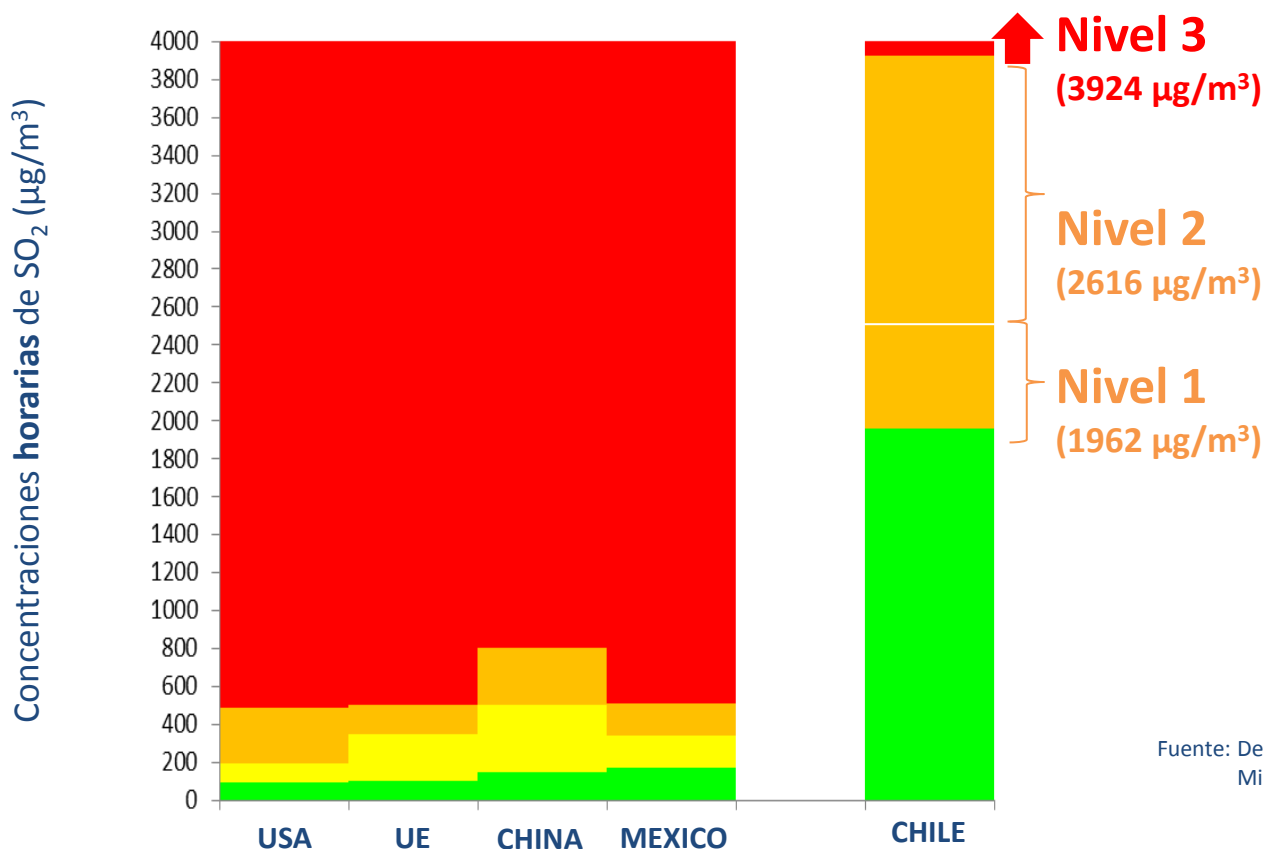


- Chile establece 3 niveles de emergencia a partir de **concentraciones horarias** de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

(DS185/1992; DS113/2003; <http://www.leychile.cl/N?i=208200&f=2003-03-06&p=> )

Nivel	Condición de calidad del aire:	Concentraciones SO <sub>2</sub>		Medidas de precaución
		ppbv	µg/m <sup>3</sup> N	
Nivel 1	Alerta	750 – 999	1.962 – 2.615	<b>Ancianos y personas con enfermedades cardíacas</b> y respiratorias deberán <b>permanecer en sus casas</b> . En ellas se deberán cerrar puertas y ventanas.
Nivel 2	Advertencia	1.000 – 1.499	2.616 – 3.923	Adicionalmente a lo anterior los <b>escolares deberán suspender las clases de gimnasia</b> y las <b>actividades en el exterior</b> .
Nivel 3	Emergencia	> 1.500	> 3.924	Adicionalmente a lo anterior, <b>todas las personas</b> deben permanecer en sus casas minimizando las actividades físicas, desplazándose sólo para concurrir a su trabajo o por razones de fuerza mayor.

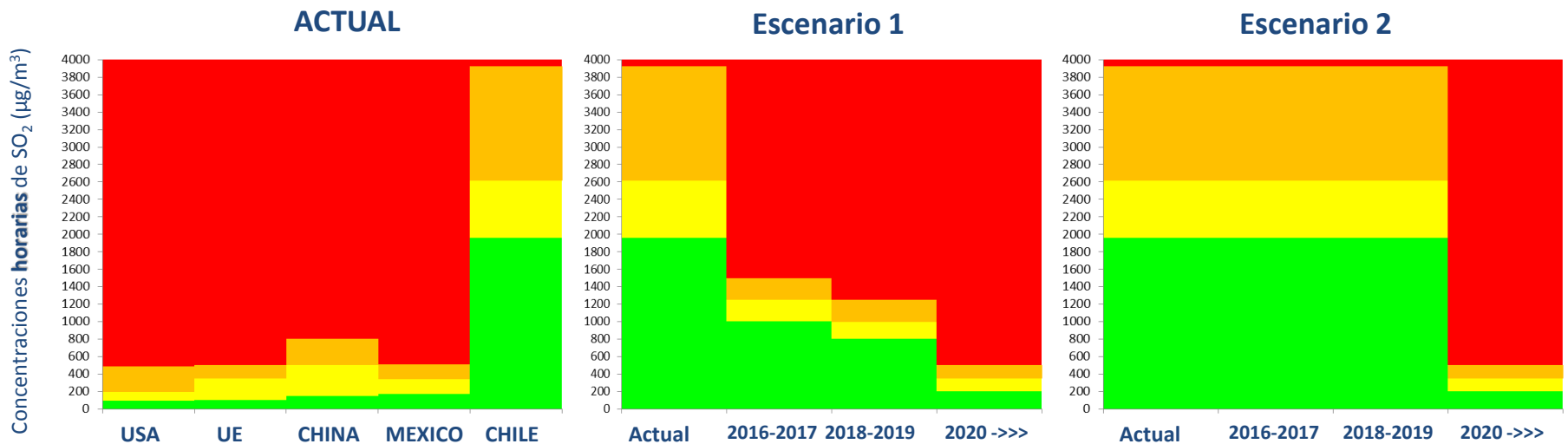
# Comparación entre modelos de distintos países con Chile



Fuente: Departamento de Normas  
Ministerio del Medio Ambiente

<b>Bueno</b>	Nivel en que no se aprecian impactos en salud.
<b>Moderado</b>	Nivel aceptable, de cuidado para grupos vulnerables.
<b>Insalubre población sensible</b>	Nivel crítico para grupos vulnerables, produce irritaciones y efectos de salud en los grupos sensibles.
<b>Insalubre</b>	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.
<b>Muy Insalubre</b>	Nivel que puede tener un grave impacto en miembros de grupos de riesgo en caso de exposición aguda.
<b>Peligroso</b>	Nivel que puede tener efectos nocivos sobre la población en general.

# Opciones de Niveles de Emergencia



- Ambos escenarios tienen la misma meta al 2020
- Escenario 1 es escalonado hasta el 2020
- Escenario 2 mantiene estado actual al 2020

# ¿Ventajas y desventajas de cada opción?

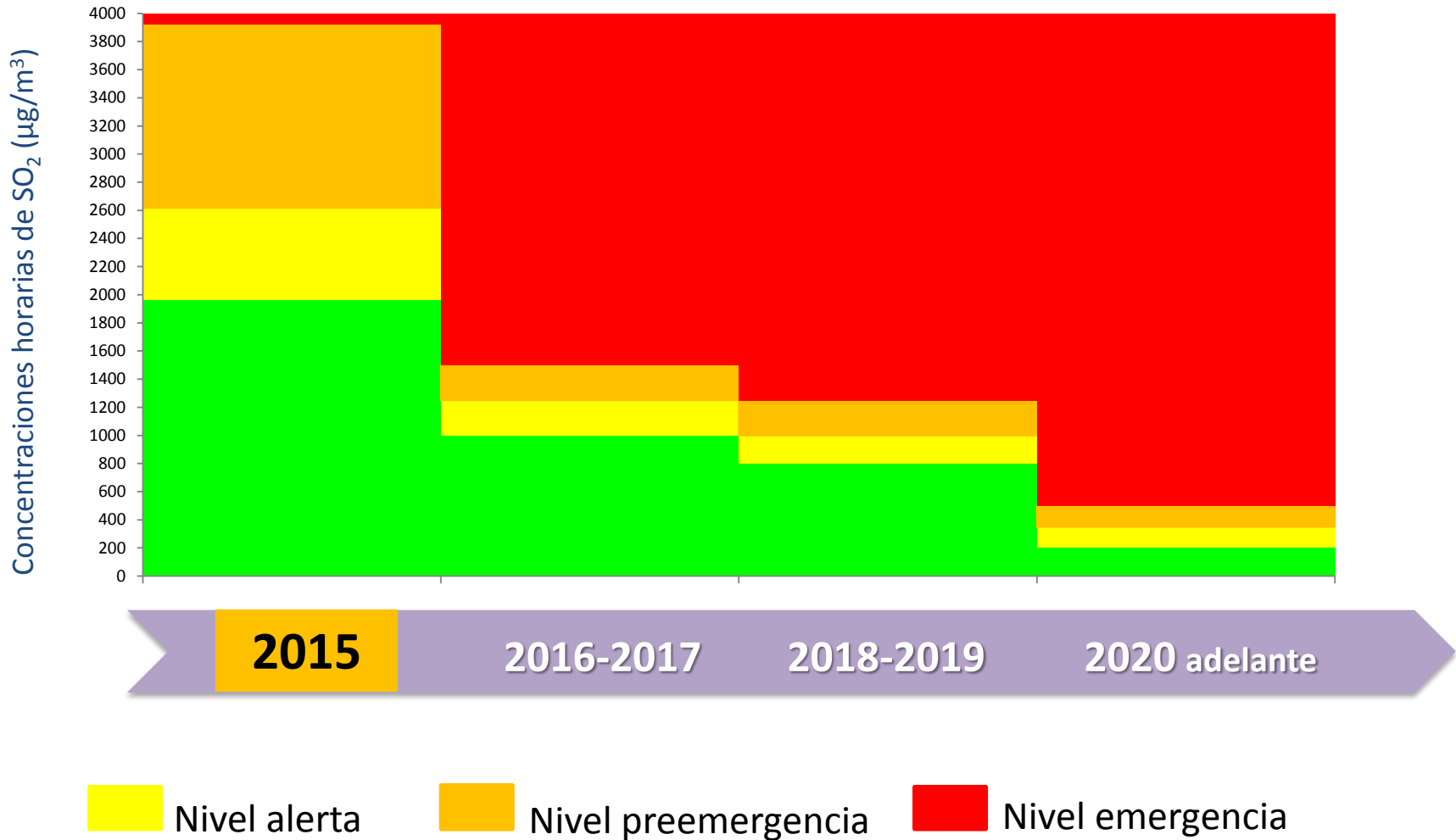
- No se puede distinguir por territorio dentro del país en una norma de calidad primaria.
- Los episodios en la zona de Ventanas se redujeron significativamente desde el año 2003. Por ejemplo, en los años 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 se registro 1 episodio para cada año y el último episodio registrado ocurrió en mayo del 2013.
- Hoy en día, se están implementando los planes de inversión de las fundiciones de cobre y de las centrales termoeléctricas, con lo cual se espera que se reduzcan las emisiones de SO<sub>2</sub>, las concentraciones de SO<sub>2</sub> en el aire y la probabilidad de episodios de SO<sub>2</sub>.
- Ambos escenarios (E1 y E2) buscan reducir la exposición de las personas al SO<sub>2</sub> para el año 2020.
- A la fecha la gestión de episodios de SO<sub>2</sub> no ha significado la paralización de alguna de las fundiciones de cobre, pero si una merma en la producción. Tanto E1 como E2 mantendrían esta condición.
- E2 mantiene lo vigente hasta el 2020. Por lo tanto, no responde al objetivo de un proceso de revisión y actualización de una norma primaria de calidad del aire.
- E2 conlleva altos costos políticos.
- E1 incluye acercarse a la meta en forma escalonada. Es un escenario coherente con los instrumentos de gestión ambiental que se implementan a la fecha.
- E1 incorpora en su escalonamiento los plazos o la adaptación de los planes de inversión de las termoeléctricas y las fundiciones.

Técnicamente hay convergencia en lograr la meta al 2020.

La diferencia podría presentarse en la discusión de la forma de alcanzar la meta, considerando que es una política pública, principalmente entre los Ministerios de Salud, Minería y Medio Ambiente.



# Niveles de Emergencia a incorporar en el anteproyecto



**Artículo 6°.** Se definen los niveles que originarán situaciones de emergencia ambiental de dióxido de azufre, expresados en concentración de una hora y sus plazos de implementación de acuerdo a la siguiente tabla:

<b>NIVEL DE EMERGENCIA AMBIENTAL</b>	<b>PLAZO DE IMPLEMENTACIÓN</b>		
	Desde la entrada en vigencia del decreto hasta el 31 de diciembre del 2017	Desde el 1° enero del 2018 hasta el 31 de diciembre del 2019	Desde el 1° enero del 2020 en adelante
	Concentración de 1 hora de dióxido de azufre en ppbv		
<b>Alerta</b>	382 - 477	306 - 381	76 - 133
<b>Preemergencia</b>	478 - 572	382 - 477	134 - 190
<b>Emergencia</b>	573 o superior	478 o superior	191 o superior

2. Normas primarias horaria, de 24 horas y anual de SO<sub>2</sub>

# Evolución de la norma de SO<sub>2</sub> en Chile



**Estándar**  
**µg/m<sup>3</sup>**

**Resolución Nº1.215**  
Ministerio de Salud

**Decreto Supremo Nº185**  
Ministerio de Minería

**Decreto Supremo Nº113**  
MINSEGPRES

**Anteproyecto**

	1978	1992	2003	2015
<b>Anual</b>	80	Se mantiene	Se mantiene	↓ 60
<b>24 horas</b>	365	365	↓ 250	↓ 150
<b>1 hora</b>	No se estableció	No se estableció	No se estableció	500
<b>Niveles de Emergencia</b>	No se estableció	Alerta: 1.962-2.615 Advertencia: 2.616-3.923 Emergencia: ≥ 3.924	Se mantiene	Se actualizan

# Normas primarias de SO<sub>2</sub> del anteproyecto

Norma	Valor (µg/m <sup>3</sup> )	Criterio de excedencia
<b>Anual</b>	↓ 60	Promedio aritmético de tres años de las concentraciones anuales o concentración anual $\geq 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>24 horas</b>	↓ 150	Promedio aritmético de tres años del percentil 99,7 o el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas $\geq 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>1 hora</b>	500	Promedio aritmético de tres años del percentil 99,73 o el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora $\geq 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$

# Láminas de apoyo

# Comparación norma 24 horas de SO<sub>2</sub> y criterios de excedencia

Organismo/País	Norma 24 horas (µg/m <sup>3</sup> )	Criterio Excedencia	Días que se permiten sobre la norma en 1 año
Organización Mundial de Salud (OMS)	20	No se indica, pues cada país define sus criterios	No tiene
Estados Unidos (primaria)	No tiene	No tiene	No tiene
Comunidad Europea (primaria)	125	No más de 3 veces al año	3
China	150	(1) En consulta	(1) En consulta
México	288	No superar más de 1 vez al año	1
Chile primaria actual	250	Promedio aritmético de tres años del Percentil 99	4
Chile secundaria zona sur	260	Promedio aritmético de tres años del Percentil 99,7	1

Chile primaria propuesto 1	150	Promedio aritmético de tres años del Percentil 99,7	1
propuesto 2	150	Percentil 99,7 de un año	1
propuesto 3	150	Promedio aritmético de tres años del Percentil 99	4
propuesto 4	150	Percentil 99 de un año	4

(1) Se esta consultando en la embajada de China

# Comparación norma horaria de SO<sub>2</sub> y criterios de excedencia

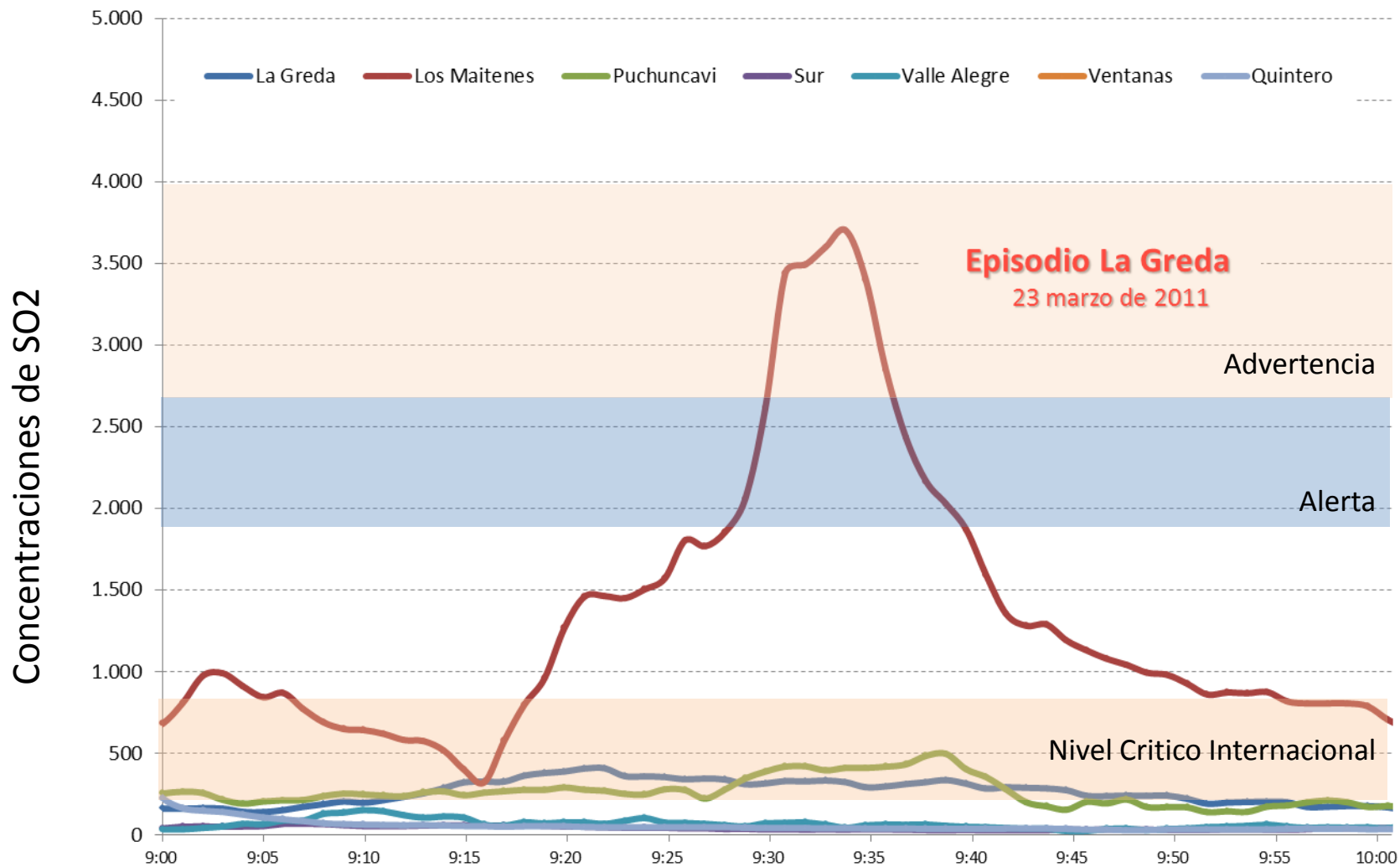
Organismo/País	Norma Horaria( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Criterio Excedencia	Horas que se permiten sobre la norma en 1 año
Organización Mundial de Salud (OMS)	500 para 10 minutos	No se indica, pues cada país define sus criterios	No tiene
Estados Unidos (primaria)	197	Percentil 99 de las concentraciones de 1 hora máxima registrada cada día para 3 años consecutivos	4
Comunidad Europea (primaria)	350	No más de 24 veces al año	24
China	500	(1) En consulta	(1) En consulta
México	524	No superar más de 2 veces al año	2
Chile primaria actual	No tiene	No tiene	No tiene
Chile secundaria zona sur	700	Promedio aritmético de tres años del Percentil 99,73	24

Chile primaria propuesto 1	500	Promedio aritmético de tres años del Percentil 99,73	24
propuesto 2	500	Percentil 99,73 de un año	24
propuesto 3	500	Promedio aritmético de tres años del Percentil 99	88
propuesto 4	500	Percentil 99 de un año	88

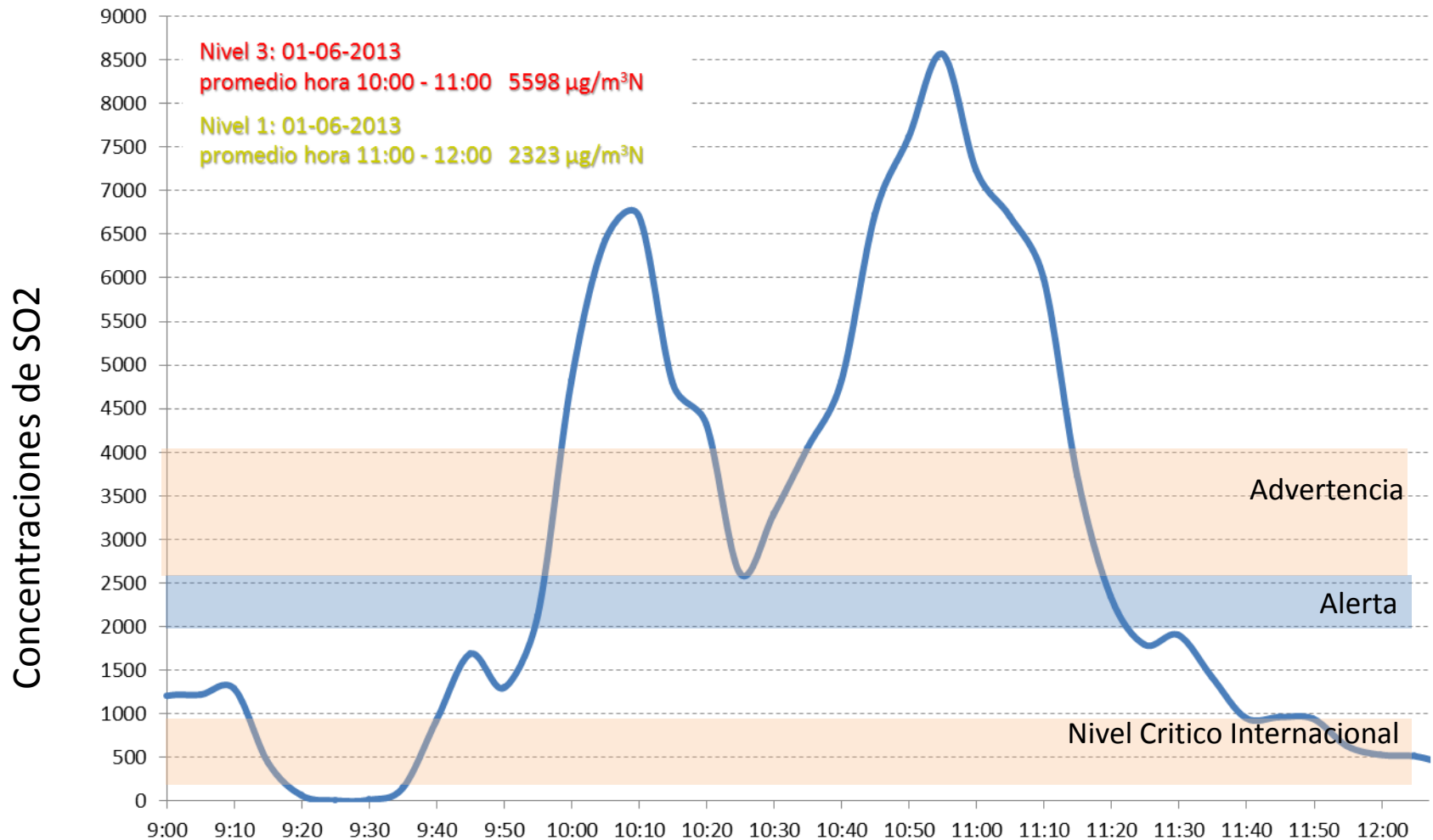
(1) Se esta consultando en la embajada de China



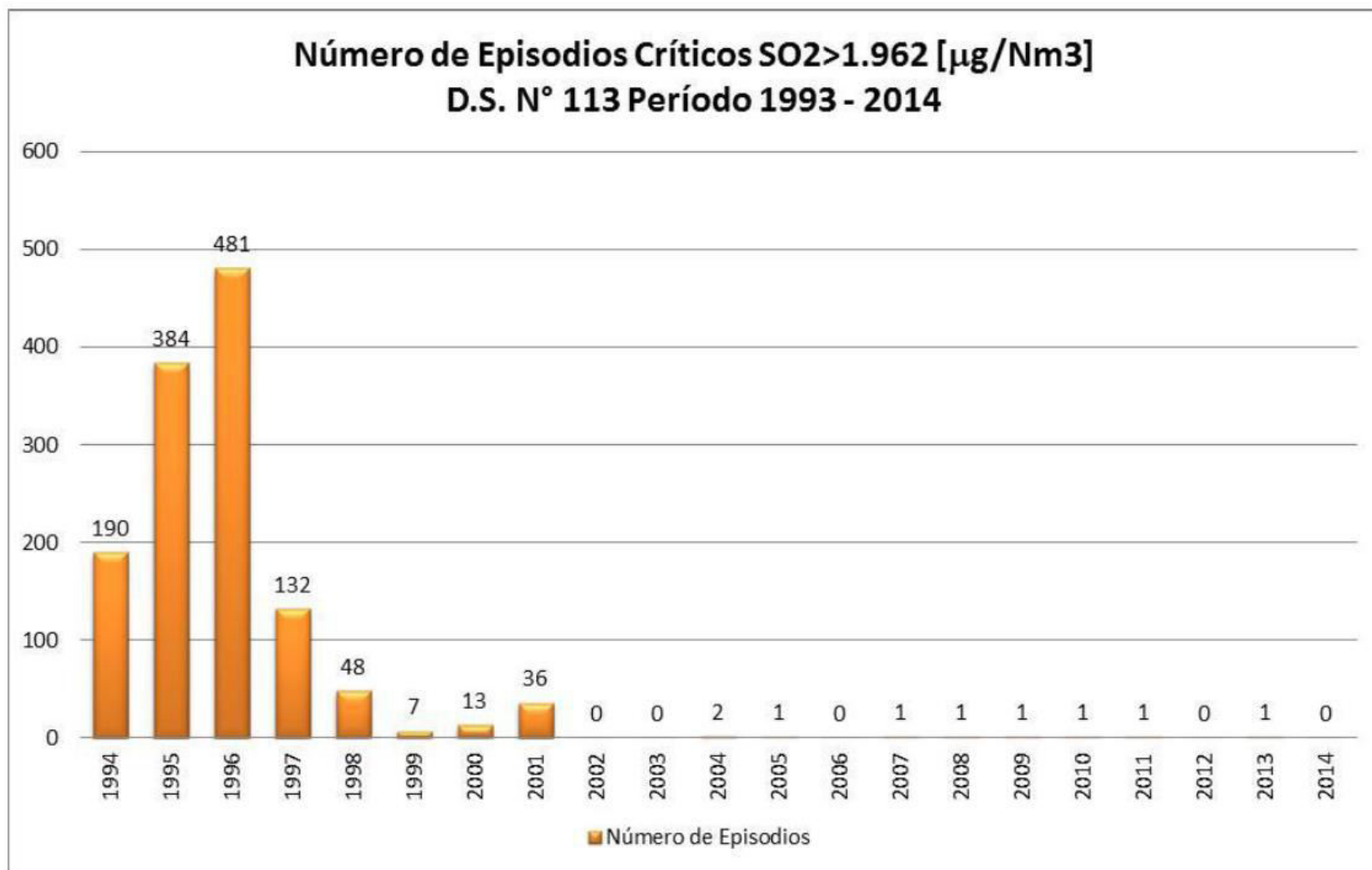
# Episodio de SO<sub>2</sub>, 23 de marzo de 2011



# Episodio de SO<sub>2</sub> Copiapó - Tierra Amarilla, año 2013



# Indicadores Ambientales – Episodios Críticos



Nota: Información proporcionada por CODELCO-Ventanas en reunión realizada el 13 de enero del 2015.