

# Cambio climático global

## El aire de Santiago

### **Efecto “Depleción del Ozono”**

Describe dos distintos, pero relacionadas observaciones:

- a. Un lento y continuo descenso de cerca de un 4 % por década en la cantidad total de ozono en la estratósfera desde 1980;
- b. Un mucho mayor, pero estacional, descenso en la cantidad de ozono estratosférico en los polos durante el mismo período. Este último fenómeno llamado hoyo en la capa de ozono
- c. Adicionalmente, se incluye los eventos de descenso en el ozono troposférico, los que ocurren en las cercanías a la superficie en las regiones polares durante primavera.

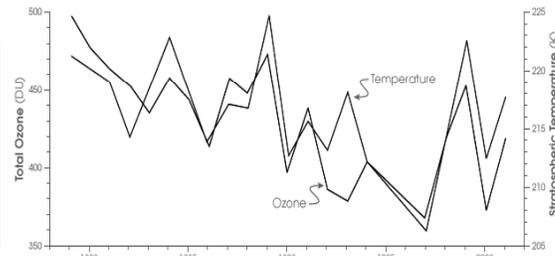
## El impacto del Ozono sobre el clima

El impacto primario consiste en una modificación de la temperatura. La capacidad de retener radiación, UV desde el sol e infrarroja desde la tierra, le otorga un papel relevante en la dinámica de la temperatura del planeta.

➡ **Su disminución resulta en un descenso de la temperatura de la estratosfera.**

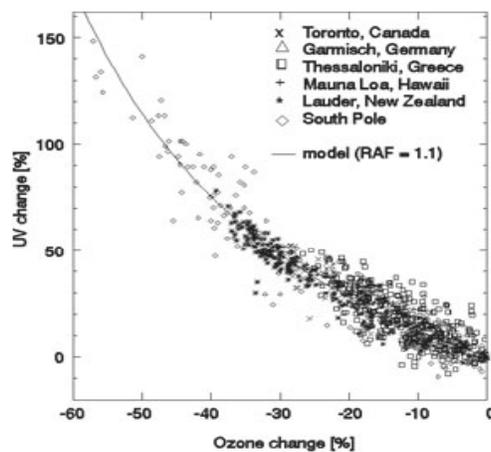
Observaciones describen un descenso en 1 a 6° C en la temperatura de la estratósfera alta (30 a 50 km).

Este enfriamiento de la estratósfera es concomitante con el aumento de la temperatura en la tropósfera por acción del efecto invernadero



## Efecto sobre la salud de la depleción del ozono

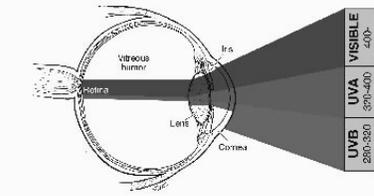
Se relaciona con el **descenso en la retención de las radiaciones UV solares**, lo que incide directamente con la exposición de los organismos a la radiación UV.



El efecto de UV es principalmente vía ojos y piel. Sus efectos ocurren como resultado de la absorción de la energía solar por los cromóforos presentes en células y tejidos presentes en estos órganos

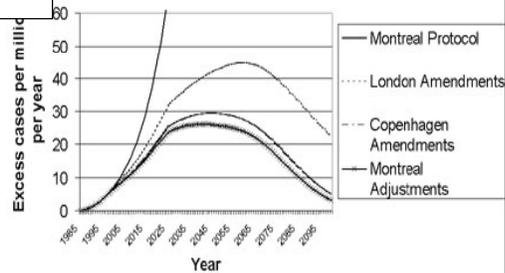
### Efecto sobre la visión

El aumento en la radiación UV promueve el **aumento en la incidencia de enfermedades oculares y ceguera**. Del total de enfermedades, aquellas que afectan el **lente (cataratas)** son las de **mayor relevancia**. Estas enfermedades se caracterizan por una pérdida gradual de la transparencia del lente (acumulación de proteínas oxidadas) con el resultado de ceguera



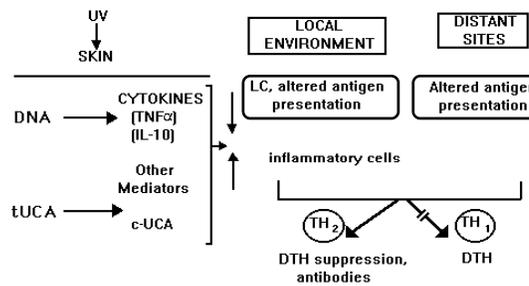
Excess Cases of Cataracts

Número de casos sobre lo normal asociados a la depleción del ozono



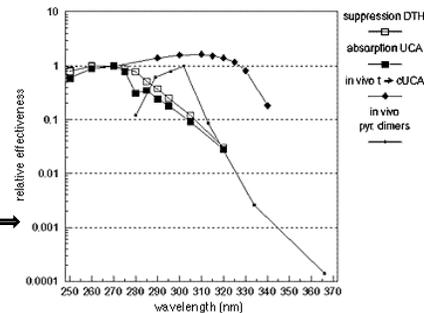
### El efecto del UV sobre el sistema inmune

El sistema inmune para su óptimo funcionamiento requiere la **capacidad de discriminar entre los diferentes agentes con que interactúa**.



En la piel, la eficiencia de las proteínas empleadas en el auto-reconocimiento puede ser modificada por reacciones fotoquímicas (presentación de antígenos). Como consecuencia se observa una reducida capacidad de respuesta

Reduce la capacidad defensiva.



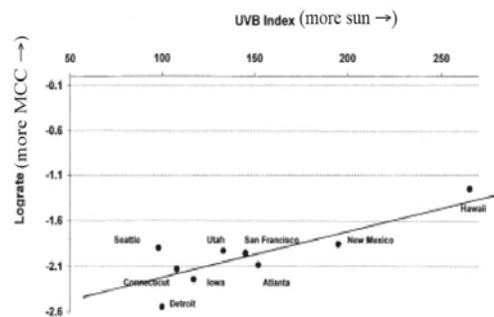
## Efectos del UV sobre la piel

La radiación UV daña el DNA (i.e., genotóxico). Esto puede conducir a un error en la replicación de DNA en células hijas, mutaciones en genes claves que regulan el ciclo celular, diferenciación y muerte celular (apoptosis). Como consecuencia más relevante se describen el cáncer de piel.

### Carcinoma basal y escamoso

Forma más común de cancer a la piel, ligado a la exposición a UVB. El mecanismo se basa en la acción del UVB sobre las bases de pirimidina que resulta en un error en la transcripción del DNA.

**Datos indican que un descenso en un punto porcentual en el ozono estratosférico incide en el desarrollo de cáncer en un 2%.**



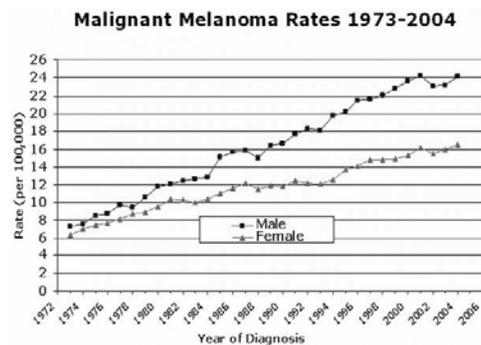
## Melanomas malignos

De menor frecuencia, pero de mayor peligrosidad con un rango de letalidad entre un 15 a un 20% de casos diagnosticados.

La relación entre este tipo de cáncer y la radiación UV no es claro.

Estudios sugieren que un **90 a 95% de los melanomas malignos pueden ser debidos a radiación UVA y visible**. Sin embargo otros estudios sugieren que la radiación **UVB es la principal responsable**. Sobre esta incerteza no es posible definir certeramente el papel de la depleción del ozono sobre el cáncer.

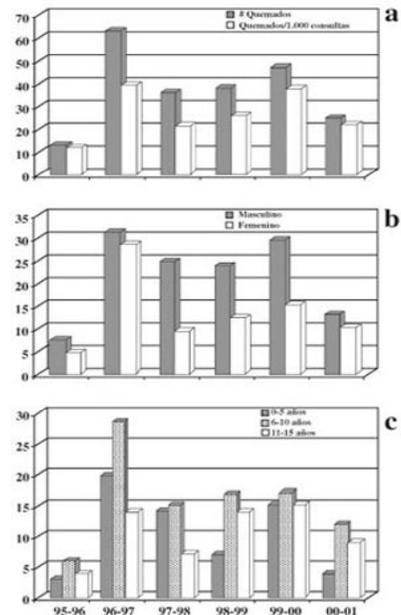
**Un incremento en un 10% de radiación UVB se asocia con un incremento de un 19% en la incidencia de melanomas en hombres y 16% en mujeres.**



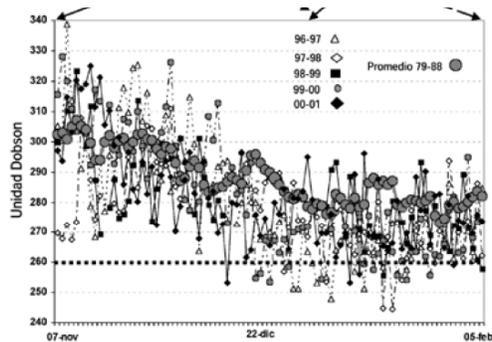
**Menores quemados por el sol y su relación con la radiación ultravioleta y la cubierta de ozono, durante seis veranos (1996 a 2001) en Santiago de Chile (33,5°S)**

Ligia Aranibar D<sup>1</sup>, Sergio Cabrera S<sup>2</sup>, Juan Honeyman M<sup>3</sup>.  
 Rev Med Chile 2003; 131: 1011-1022

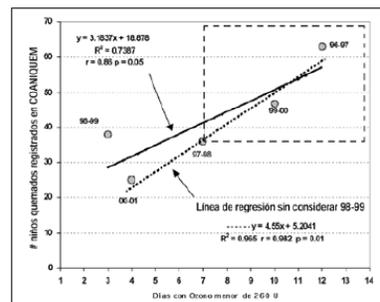
Estudio realizado durante 6 veranos.  
 (a). El número de niños quemados por el sol varió sin presentar una tendencia clara. Siendo la causa principal de las consultas.  
 (b). Los varones superaron en número a las mujeres, con las excepciones de los veranos 96-97 y 00-01 cuando se presentaron en número similar.  
 (c). Durante los 6 veranos predominó el grupo etario de 6 a 10 años; pero llama la atención que en 3 oportunidades (96-97, 97-98, y 99-00), el grupo de 0 a 5 años sobrepasa el 50% del grupo de 6 a 10 años



Promedio diario del ozono histórico de la década (79-88) y ozono diario de los veranos 97-98 al 00-01, expresado en Unidades Dobson.



Existe sincronía en la disminución de O<sub>3</sub> estratosférico que provoca un aumento en la radiación UV-B solar y el número de niños menores de 15 años que solicitan atención en COANIQUEM por quemadura solar, en verano. Esta secuencia de hechos podría ser indicativo de causalidad.



### ¿Qué es el índice ultravioleta?

- Se trata de un pronóstico diario, calculado con 24 horas de antelación, de la cantidad de radiación ultravioleta que recibe la superficie de la Tierra durante la hora pico de iluminación solar, alrededor del mediodía verdadero (que no coincide exactamente con las 12:00 de la hora convencional).
- Es un valor que oscila en una escala del 0 – 20. Se establecieron las categorías de exposición para advertir a las personas cuyas características las hacen más sensibles a las quemaduras solares

### ¿Cuáles son las categorías de exposición UV?

Valores del índice	Categorías de exposición
0 - 2	<b>Mínima</b> - un índice de 0 a 2 supone un peligro mínimo por exposición a los rayos UV del sol para una persona común.
3 - 4	<b>Baja</b> - un índice de 3 a 4 significa que se corren riesgos de sufrir lesiones en la piel por exposición al sol, y es posible que algunas personas sufran quemaduras si se exponen al sol por 45 minutos.
5 - 6	<b>Moderada</b> - un índice de 5 a 6 significa que se corre un riesgo mensurable de sufrir lesiones en la piel por exposición al sol, y es posible que algunas personas sufran quemaduras si se exponen al sol sólo durante 30 minutos.
7 - 9	<b>Alta</b> - un índice de 7 a 9 supone un alto riesgo de sufrir lesiones por exposición al sol sin protección; se pueden producir quemaduras en menos de 15 minutos.
10 +	<b>Muy alta</b> - un índice de 10 o superior supone el máximo riesgo de lesiones por exposición al sol sin protección; las quemaduras se producen en 10 minutos si no se usa protección.

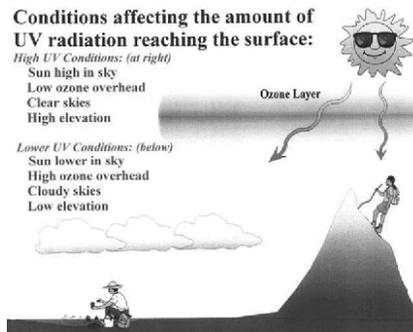
### Factores que considera el índice

Cubierta de nubes. Días nublados, en forma parcial o variable, reducen muy poco la exposición al UV. No obstante, los días de lluvia o muy nublados reducen la exposición, en algunos casos hasta en un 50% o más.

Tiempo que permanece al Sol. El Índice es la exposición al UV que se predice para la hora próxima al mediodía. Si se toma sol antes o después de dicha hora, la exposición se reduce proporcionalmente.

Epoca del año. La mayor radiación se recibe a fines de la primavera y principios del verano, mientras que a fines del otoño y principios del invierno, la radiación es mucho menor.

Latitud y la altura. Los valores más elevados se alcanzan a medida que uno se aproxima al Ecuador o aumenta la altura.



### Otras Consideraciones

**La susceptibilidad individual a la quemadura de Sol varía, cada persona debe determinar su tipo de piel.**

#### Descripción de los foto-tipos de piel.

El primer paso para clasificar el tipo de piel de una persona es observar el color de la piel en partes del cuerpo que hayan recibido la menor exposición al Sol.

Considerar la historia genética, edad, número previo de quemaduras solares graves, y la historia médica

FOTOTIPOS DE PIEL		COLOR DE LA PIEL EN LA ZONA NO EXPUESTA	CARACTERÍSTICAS DEL BRONCEADO
A	Nunca se broncea/ Siempre se quema	blanco pálido o lechoso; alabastro	desarrolla quemadura de sol roja; tumefacción dolorosa; la piel se desprende
B	A veces se broncea/ Generalmente se quema	moreno muy claro; a veces pecas	por lo general se desarrolla quemadura; aparece coloración roja o rosada; puede desarrollar gradualmente un bronceado marrón claro
C	Por lo general se broncea/ A veces se quema	bronceado claro, marrón o aceituna; pigmentación definida	raramente desarrolla quemaduras; exhibe rápida respuesta de bronceado
D	Siempre se broncea/ Rara vez se quema	marrón, marrón oscuro o negro	raramente desarrolla quemaduras; exhibe muy rápida respuesta de bronceado

FOTOTIPOS DE PIEL		COLOR DE LA PIEL EN LA ZONA NO EXPUESTA	CARACTERÍSTICAS DEL BRONCEADO
A	Nunca se broncea/ Siempre se quema	blanco pálido o lechoso; alabastro	desarrolla quemadura de sol roja; tumefacción dolorosa; la piel se desprende
B	A veces se broncea/ Generalmente se quema	moreno muy claro; a veces pecas	por lo general se desarrolla quemadura; aparece coloración roja o rosada; puede desarrollar gradualmente un bronceado marrón claro
C	Por lo general se broncea/ A veces se quema	bronceado claro, marrón o aceituna; pigmentación definida	raramente desarrolla quemaduras; exhibe rápida respuesta de bronceado
D	Siempre se broncea/ Rara vez se quema	marrón, marrón oscuro o negro	raramente desarrolla quemaduras; exhibe muy rápida respuesta de bronceado

FOTOTIPOS DE PIEL		ENERGIA (DOSIS ERITÉMICA MINIMA) REQUERIDA PARA PRODUCIR ENROJECIMIENTO (*)
A	Nunca se broncea/ Siempre se quema	1 - 3 HJ/m <sup>2</sup>
B	A veces se broncea/ Generalmente se quema	3 - 5 HJ/m <sup>2</sup>
C	Por lo general se broncea/ A veces se quema	4 - 7,5 HJ/m <sup>2</sup>
D	Siempre se broncea/ Rara vez se quema	5 - 12 HJ/m <sup>2</sup>

**Prevención de enfermedades de la piel** Internacionalmente se recomienda.

- Minimizar la exposición al Sol a mediodía (10.00 hs a 15.00 hs.)
- Aplicar pantallas solares con SPF-15 o mayor en todas las zonas expuestas del cuerpo.
- Repetir la aplicación cada dos horas, aún en días nublados y después de nadar o transpirar.
- Llevar vestidos que cubran el cuerpo y proyecten sombra al rostro.
- Evitar la exposición innecesaria a la radiación con lámparas o camas solares.
- Se debe proteger a los niños evitando su exposición excesiva al sol durante las horas de mayor iluminación y aplicando pantallas solares en abundancia y con frecuencia a los niños mayores de 6 meses de edad. (Dado que las pantallas solares no se deben aplicar a niños de menos de 6 meses de edad, se limitará al máximo su exposición al Sol).

**Prevención de enfermedades oculares.** Internacionalmente se recomienda.

Es posible que la susceptibilidad al daño ocular proveniente de la radiación UV sea similar para todos los tipos de personas. No existe certeza de este hecho

- Usar anteojos de Sol cuando la persona se encuentre al aire libre durante las horas de sol. Utilizar anteojos en forma regular también ofrece cierta medida de protección contra los rayos UV.
- Usar sombreros de ala ancha para proteger los ojos. (Los sombreros que dan sombra a la nuca también protegen la piel).
- Se deben elegir los anteojos con cuidado. Deben absorber 99-100% de la totalidad del espectro en el UV. Dado que actualmente no existe un rotulado uniforme para los anteojos de sol, se debería leer cuidadosamente las etiquetas para asegurarse de que los anteojos absorberán la UVA y la UVB.

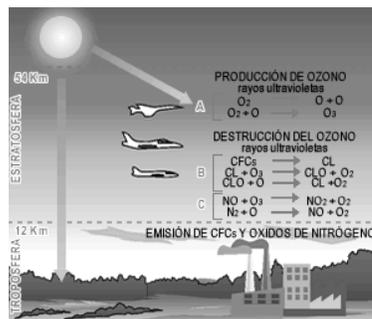
¿Comentarios?

## Ozono en la tropósfera

El mecanismo que genera el ozono en la troposfera es distinto al estratosférico, ya que a esta altura no llegan las radiaciones ultravioletas.

### Estratósfera

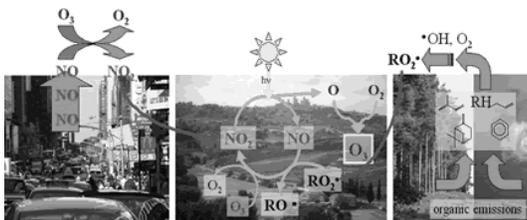
El ozono se produce naturalmente en la estratosfera (A) a consecuencia de la radiación, y es destruido por la acción de sustancias contaminantes



### Tropósfera

La formación de ozono se tiene como resultado de la fotólisis del NO<sub>2</sub> por la radiación con longitud de onda menor a los 424 nm.

Mientras que el NO<sub>2</sub> participa en la formación del ozono, el NO lo destruye para formar oxígeno y dióxido de nitrógeno.



Artificial

Natural

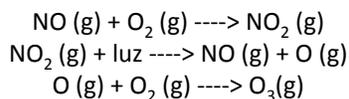
### **El ozono troposférico tiene origen natural**

El ozono está presente en la troposfera de forma natural. Una parte proviene del existente en las capas altas de la atmósfera (estratósfera) que es transportado hacia niveles más bajos.

Otra parte procede de procesos naturales que tienen lugar en la biosfera y que dan lugar a la formación de ozono. Surge a partir de emisiones de óxidos de nitrógeno provenientes de procesos biológicos y de la emisión de compuestos orgánicos volátiles procedentes de la vegetación, de procesos de fermentación o de los volcanes.

### **Origen como consecuencia de las actividades humanas**

A partir de procesos de combustión interna, como las de motores y calderas, los niveles de monóxidos de nitrógeno en el aire, y consecuentemente de Dióxido de nitrógeno aumentan considerablemente.



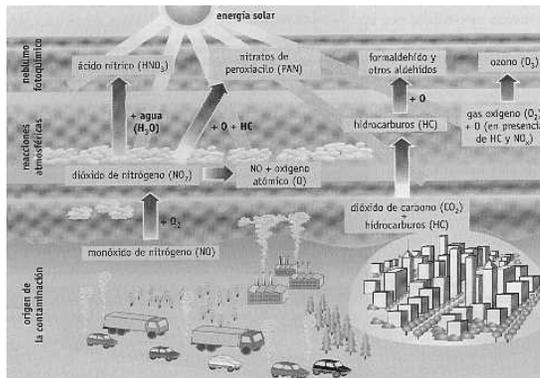
Configurándose un desequilibrio en los componentes del aire, y consecuentemente contaminación

### SMOG FOTOQUIMICO

El ozono no es el único contaminante de la tropósfera. Sus precursores también forman parte de los compuestos contaminantes del aire. Por ello es denominado contaminante secundario.

Uno de los componentes primordiales de la formación del SMOG FOTOQUIMICO.

Mezcla de contaminantes de origen primarios (NOx e hidrocarburos volátiles) con otros secundarios (ozono, peroxiacilo, radicales hidroxilo, etc.) que se forman por reacciones producidas por la luz solar al incidir sobre los primeros.

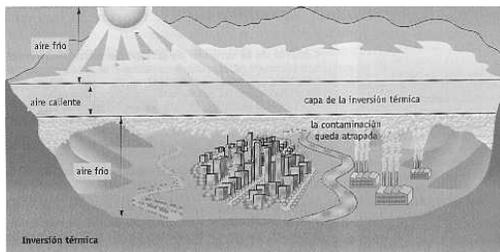
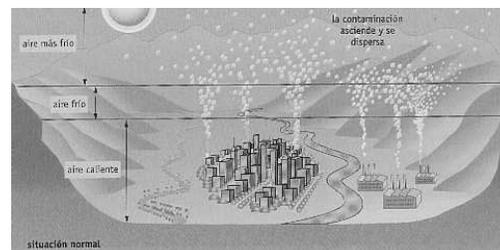


### Consecuencias del smog fotoquímico

**Oscurece la atmósfera** dejando un aire cargado de componentes dañinos para los seres vivos y los materiales.

A pesar de ser un problema en todas las ciudades del mundo, es especialmente importante en lugares con clima seco, cálido y soleado.

**Sus pico estacionales de impacto dependen de fenómenos climatológicos locales incidentes en la renovación del aire y la eliminación de los contaminantes (inversión térmica y/o efecto isla).**



### Consecuencias sobre la salud del smog

- Se relacionan con la sensibilidad de los ciudadanos, especialmente aquellos con condiciones cardíacas y respiratorias vinculadas con enfisemas, bronquitis y asma.
- Específicamente, inflama las vías respiratorias, disminuye la capacidad respiratoria, causando dificultad para respirar asociado con dolor al inspirar profundamente y tos. Puede causar irritación del ojo y olfato, secando las membranas protectoras de la nariz y la garganta e interfiere con la habilidad del cuerpo para oponerse a la infección, incrementándose susceptibilidad a enfermedades.
- Las partículas producidas por el aire que son lo suficientemente pequeñas para ser aspiradas también tienen el potencial de afectar la salud.
- Las partículas finísimas pueden penetrar profundamente en los pulmones e interferir en el funcionamiento del sistema respiratorio. Estas partículas finas han sido asociadas al incremento de los síntomas del asma, en admisiones a los hospitales y también a la mortalidad prematura.

La EPA (agencia de protección del ambiente) ha desarrollado un índice de calidad del aire (IQA) con el objeto de explicar los niveles de contaminación del aire a la población.

Valores del Índice de la Calidad de Aire (ICA)	Los Niveles de Preocupación Para la Salud	Colores
Cuando el ICA es dentro de estos límites:	...las condiciones de la calidad del aire son:	...indicado por este color.
0 to 50:	Buena	Verde
51 to 100:	Moderado	Amarillo
101 to 150:	No saludable para grupos sensibles	Naranja
151 to 200:	No saludable	Rojo
201 to 300:	No muy saludable	Morado
301 to 500:	Peligroso	Rojo oscuro

Basándose en este criterio, los índices de calidad del aire para Chile han sido definidos por resolución del Ministerio de Salud. Se establecen los puntos de corte a partir de los cuáles se definen los estados de **Alerta, Preemergencia y Emergencia Ambiental, o plan de contingencia ambiental.**

#### Significado

La calidad del aire es considerada satisfactoria, y el nivel de contaminación no representa riesgo.

La calidad es aceptable; sin embargo, para algunos contaminantes estos pueden de cuidado para un grupo de la población dependiendo de su sensibilidad

Miembros de grupos de riesgo pueden experimentar efectos en la salud. El público en general puede no ser afectado.

Todo el mundo puede comenzar a experimentar efectos de salud; Los miembros de grupos sensitivos pueden experimentar efectos mas severos de salud.

La alerta de salud: Todo el mundo puede experimentar efectos serios de salud.

Emergencia de salud. Toda la población es probable de ser afectada

### Diferentes planes de Contingencia ambiental

- no existen criterios únicos a nivel internacional para definir las situaciones de contingencia ambiental.
- cada país determina sus estándares considerando
  - situación ambiental específica del país
  - factores particulares



## Contingencias ambientales en Chile

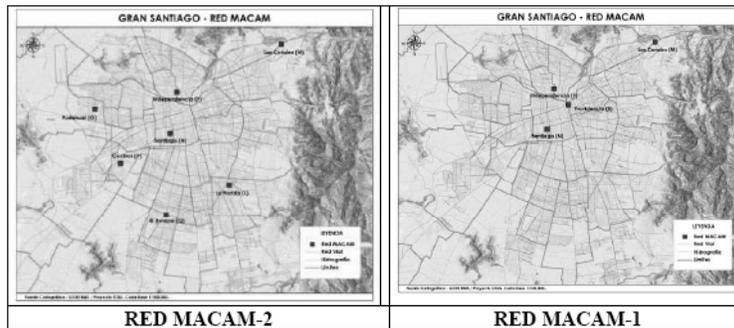
- En 1986 se tomó la primera medida para restringir las emisiones de contaminantes a la atmósfera con el establecimiento de la restricción vehicular en el Santiago por parte del Ministerio de Transportes.
- El segundo paso llegó en mayo de 1990 con la restricción al funcionamiento de las fuentes contaminantes de las industrias por parte del Ministerio de Salud.
- Actualmente, existe un sistema para enfrentar los períodos en que la cuenca de Santiago presenta escasa ventilación (otoño-invierno) y por lo tanto elevados índices de contaminación.

## Contingencias ambientales

- El sistema actual consiste en el establecimiento de criterios y restricciones acorde al nivel de contaminación.
- Alerta, preemergencia y emergencia. Cada una de estas medidas implican grados crecientes de restricciones
- En este sistema interactúan y se coordinan distintas entidades públicas y académicas encabezadas por la Intendencia Metropolitana (Gobierno Regional dependiente del Ministerio del Interior) con el objetivo de tomar las medidas que la ley establece para estos casos

REDES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

El establecimiento de los niveles de contaminación se obtienen a partir de la Red de Monitoreo Automática de Contaminantes Atmosféricos (MACAM-2), compuesta inicialmente por ocho estaciones, todas ellas con monitores continuos de material particulado MP10 y monitores de gases. La estación Providencia dejó de operar el año 2003.



Fuente: SEREMI de Salud RM- CONAMA Metropolitana

Medición de la calidad del aire

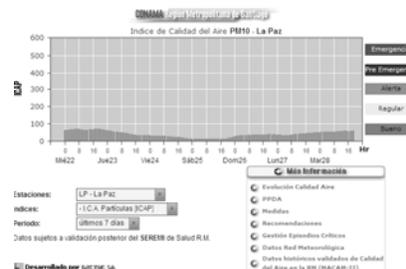
Tabla 4: Red actual de monitoreo (MACAM2)

CODIGO ESTACION	F	L	M	N	O	P	Q
Nombre	La Paz	La Florida	Las Condes	P. O'Higgins	Pudahuel	Cerrillos	El Bosque
Año Puesta en Marcha	1988	1997	1988	1988	1997	1997	1997
Contaminantes Medidos	CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , MP10	CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , MP10, MP2,5	CO, SO <sub>2</sub> , NOx/NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , MP10, MP2,5, α, β	CO, SO <sub>2</sub> , NOx/NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , MP10, MP2,5, α, β, Nitrato, Sulfato	CO, SO <sub>2</sub> , NOx/NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , MP10, MP2,5, α, β	CO, SO <sub>2</sub> , NOx/NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , MP10, α	CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , MP10,

Fuente: SEREMI de Salud RM- CONAMA Metropolitana  
 α: CH<sub>4</sub> (metano) y NMH (hidrocarburos no metánicos)  
 β: carbono orgánico y total del material particulado MP2,5



Todas las estaciones de la red MACAM-2 son operadas por la SEREMI de Salud de la Región Metropolitana(ex SESMA), y están conectadas en forma remota con esta institución y con CONAMA Metropolitana.



## Medición de la calidad del aire

- Existe, además, una red semiautomática conformada por algunas de las estaciones establecidas en las que se mide la composición del material particulado.
- Este proceso se realiza a través del control de filtros con diferentes propiedades, que se por 24 horas continuas.
- La idea es contar con un registro histórico, no inmediato, que permita evaluar el comportamiento del material particulado en el tiempo.

### Medidas del plan de contingencia ambiental

## Alerta Ambiental

- -Restricción Vehicular. Vehículos convencionales (no catalíticos): cuatro dígitos.  
  
-Se prohíbe el funcionamiento de todo tipo de chimeneas que utilicen combustibles sólidos (leña, carbón, aserrín, etc.), destinadas a la calefacción de viviendas y establecimientos públicos y privados, estén o no provistas de doble cámara de combustión en toda la Región Metropolitana.  
  
-Los directores de establecimientos educacionales están facultados para suspender las actividades de Educación Física en prebásica y primer subciclo básico (1º y 2º básico), según lo dispuesto por la Secretaría Regional Ministerial de Educación de la Región Metropolitana.

## Preemergencia

- Se aplica las restricciones de un estado de alerta ambiental (Restricción Vehicular y se prohíbe el funcionamiento de todo tipo de chimeneas que utilicen combustibles sólidos).
- A partir de las 23 horas del día que se decreta la preemergencia y por 24 horas que pueden ser renovables, deben paralizar las fuentes fijas y estacionarias emisoras de contaminantes atmosféricos que figuran en el listado establecido para tal efecto, excluyéndose aquellas que acrediten mediante mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de material particulado son inferiores a 32 mg/m<sup>3</sup>N.

## Emergencia

- -Restricción Vehicular. Vehículos convencionales (no catalíticos): ocho dígitos. Vehículos catalíticos: cuatro dígitos.
- Se prohíbe en funcionamiento de todo tipo de chimeneas.
- Deben paralizar las fuentes fijas y estacionarias emisoras de contaminantes atmosféricos que figuran en el listado establecido para tal efecto, excluyéndose aquellas que acrediten mediante mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de material particulado son inferiores a 28 mg/m<sup>3</sup>N.

**En Santiago el principal problema del smog se refiere a la presencia de material particulado (PM10).**

TABLA COMPUESTOS ORIGINARIOS DEL SMOG	
TIPO CONTAMINANTE	FUENTE DE CONTAMINACIÓN
Monóxido de carbono (CO)	Gases de escape de vehículos de motor. Algunos procesos industriales.
Dioxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Instalaciones generadoras de calor y electricidad que utilizan petróleo o carbón con contenido sulfuroso; plantas de ácido sulfúrico.
Partículas en suspensión	Gases de escape de vehículos de motor; procesos industriales; incineración de residuos; generación de calor y electricidad; reacción de gases contaminantes en la atmósfera.
Plomo (Pb)	Gases de escape de vehículos de motor, fundiciones de plomo; fábricas de baterías.
Óxidos de nitrógeno (NO, NO <sub>2</sub> )	Gases de escape de vehículos de motor; generación de calor y electricidad; explosivos; fábricas de fertilizantes.
Oxidantes fotoquímicos (fundamentalmente ozono (O <sub>3</sub> ))	Se forman en la atmósfera como reacción a los ácidos de nitrógenos, hidrocarburos y luz solar.
Hidrocarburos (incluye etano, etileno, propano, butanos, pentanos, acetileno)	Gases de escape de vehículos de motor; evaporación de disolventes; procesos industriales; eliminación de residuos sólidos combustión de combustibles.
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Todas las fuentes de combustión.

Fuentes fijas	PM10	SOx	NOx.	CO.
Calderas	1.67	9.162	5.49	3.03
Industrias	1.14	7.827	5.39	1.22
Residencias	1.35	975	1.56	5.13
Quema Basuras	65		1	410
Polvo calles	32.98			
Fuentes Móviles	2.73	3.157	30.94	225.99

Tabla 1. Estudios de asociación entre nivel de PM10 y mortalidad diaria. Chile, Región Metropolitana.  
Riesgo relativo de aumento de mortalidad por cada 100 µg/m<sup>3</sup> de aumento del nivel de Material Particulado Respirable

Autores y periodo de estudio	Riesgo Relativo para aumentos de 100 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub>	Mortalidad (casos anuales)
Cifuentes y Lave (1988-1991)	Mortalidad total: 1,058 +CO: 1,027 Mortalidad mayor de 65 años +CO: 1,036 Mortalidad respiratoria: 1,14 Mortalidad cardiovascular: 1,08	542
Ostro, et al (1989-1991)	Mortalidad total: 1,035 Mortalidad Respiratoria: 1,13 Mortalidad Cardiovascular: 1,08 Mortalidad menor 64 años: 1,09	542
Salinas y Vega (1988-1991)	Mortalidad total: 1,030	602
Sanhueza et al (1989-1993)	Mortalidad mayores 65 años: 1,052 Mortalidad cardiovascular: 1,025 Mortalidad respiratoria: 1,061	600

Fuente: Vega, J. Efectos de la Contaminación Atmosférica en la Salud Humana. Evidencias de estudios Recientes. Abril 2000. CONAMA Expediente público rol NOR 01/2000, Revisión de las normas primarias de calidad de aire para anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>), partículas totales en suspensión (PTS), monóxido de carbono (CO), Ozono (O<sub>3</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

Leve aumento en mortalidad diaria por cada 100 µg/m<sup>3</sup> de PM10

El criterio para determinar la medida de contingencia está basado en los niveles de material particulado

El ICAP corresponde a un valor promedio (24 hrs) de concentración llevado a una escala estándar respecto a lo que establece la norma para este contaminante (150 ug/m3)

De esta forma, se produce un episodio crítico cuando se alcanzan niveles de calidad del aire que superan el nivel 200 del ICAP o, lo que es equivalente, los 195 ug/m3 de concentración

**El Índice de Calidad del Aire por Material Particulado (ICAP)**

CAP	Categoría ICAP	PM10 ug/m3 (24 hrs.)	Nivel	Episodio
0-100 Bueno	0	0	0	-
101-200 Regular	100	150	0	-
201-300 Malo	200	195	1	Alerta
301-400 Crítico	300	240	2	Preemergencia
401-500 Peligrosos	400	285	2	Preemergencia
>501 Excede	400	330	3	Emergencia

Es importante destacar que debido a que el modelo pronostica la calidad del aire del día siguiente, la declaración de un episodio por parte de la autoridad no implica que el aire haya empeorado, sino que podría llegar a empeorar. Es decir, los episodios se decretan en forma **preventiva** para evitar alcanzar los índices pronosticados, y así proteger la salud de la población.

El pronóstico de episodios se realiza en el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA) dependiente de la Universidad de Chile, en base a información meteorológica actualizada, nacional e internacional, y la información de calidad de aire de la red de monitoreo MACAM-2.

## SOLUCIONES ESTRUCTURALES PARA DESCONTAMINAR SANTIAGO

La contaminación atmosférica que afecta a la Región Metropolitana es causada principalmente por el desarrollo de ciertas actividades humanas, las cuales emiten a la atmósfera sustancias que provocan daño a las personas, animales, plantas, materiales, etc. De esta forma, el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA) publicado en el D.S. 16/1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, corresponde a un instrumento de gestión ambiental a largo plazo que persigue reducir las emisiones al aire de sustancias dañinas y así cumplir con las normas primarias de calidad de aire vigentes en Chile.

La Actualización del PPDA, D.S N°58/03 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, entró en vigencia el 29 enero del 2004 mediante la publicación del decreto publicado en el Diario Oficial.

### PRINCIPALES METAS DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PPDA:

Terminar con los estados de preemergencia ambiental al año 2005, y

Cumplir con las normas primarias de calidad del aire el año 2010, año del Bicentenario.

Tabla 7: Emisiones por Categoría de Fuentes

Categoría de Fuente	MP10	CO	NOx	COV	SO2	NH <sub>3</sub>
	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año
Buses	1708	6070	20478	2478	793	5
Camiones	810	3333	9209	2388	471	5
Vehículos livianos	408	164843	16543	19590	927	924
Fuentes móviles fuera de ruta	42	1529	865	272	5	0
<b>Total Móviles</b>	<b>2468</b>	<b>175725</b>	<b>47045</b>	<b>24728</b>	<b>2196</b>	<b>934</b>
Fijas Combustión	304	990	2515	87	2536	97
Fijas Procesos	739	5514	2748	4041	4065	104
Residenciales	328	888	1392	30309	239	2002
<b>Total Fuentes Fijas</b>	<b>1371</b>	<b>7392</b>	<b>6655</b>	<b>34437</b>	<b>6840</b>	<b>2203</b>
<b>Total Fuentes Aerales (i)</b>	<b>534</b>	<b>4322</b>	<b>310</b>	<b>20926</b>	<b>16</b>	<b>26213</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4373</b>	<b>187439</b>	<b>54010</b>	<b>80091</b>	<b>9052</b>	<b>29350</b>

Fuente: CONAMA Metropolitana -CENMA (2000), mejorado en 2001 con información generada durante 2000 y 2001. (i): Las principales fuentes aerales incluidas en esta categoría son lavasecos, talleres de pintura, quemas agrícolas, crianza de animales y emisiones biogénicas.

**Renovación en Transporte**

- Retiro de 2700 buses sin sello verde al 2004
- Transantiago, 2005
- Norma Euro III avanzada y EPA98
- Renovación de Camiones, Norma Euro III y EPA98
- Incorporación de sistemas de post tratamiento
- Nuevas normas de ingreso vehículos livianos y medianos

**Mejoramiento de los Combustibles**

- Reducción de la cantidad azufre en el DIESEL de 300 ppm a 50 ppm
- Mejora en la calidad de la gasolina, año 2004
- Mejora en la calidad del gas licuado, año 2004
- Regulación en el uso de la leña residencial

**Nuevas normas para la Industria**

- Cupos de emisión de NOx en la industria
- Cupos de emisión de MP10 en procesos industriales
- Norma de emisión de CO en la industria
- Norma de emisión de SO2 en la industria
- Programa de reducción de emisiones de SO2 en grandes emisores industriales
- Compensación de emisiones 150% para toda nueva actividad

**Control de Polvo y Areas Verdes**

- Programa de Aspirado de Calles
- Control del Levantamiento de Polvo y Generación de Areas Verdes

¿Comentarios y / o preguntas?