

Capítulo 1

El aire que respiramos



“ Finalmente, se
encogió al tamaño de
una perla, la más
bella perla que
cualquiera podría
imaginar”

*Astronauta James Erwin,
Mayo 1969*



El aire que respiramos

◆ Contenidos

- ⦿ ¿Qué hay en un respiro?
- ⦿ Composición del aire
- ⦿ Algunas unidades usadas para medir concentración de gases
- ⦿ Regiones de la atmósfera
- ⦿ Componentes menores: polutantes mayores

El aire que respiramos

◆ Contenidos

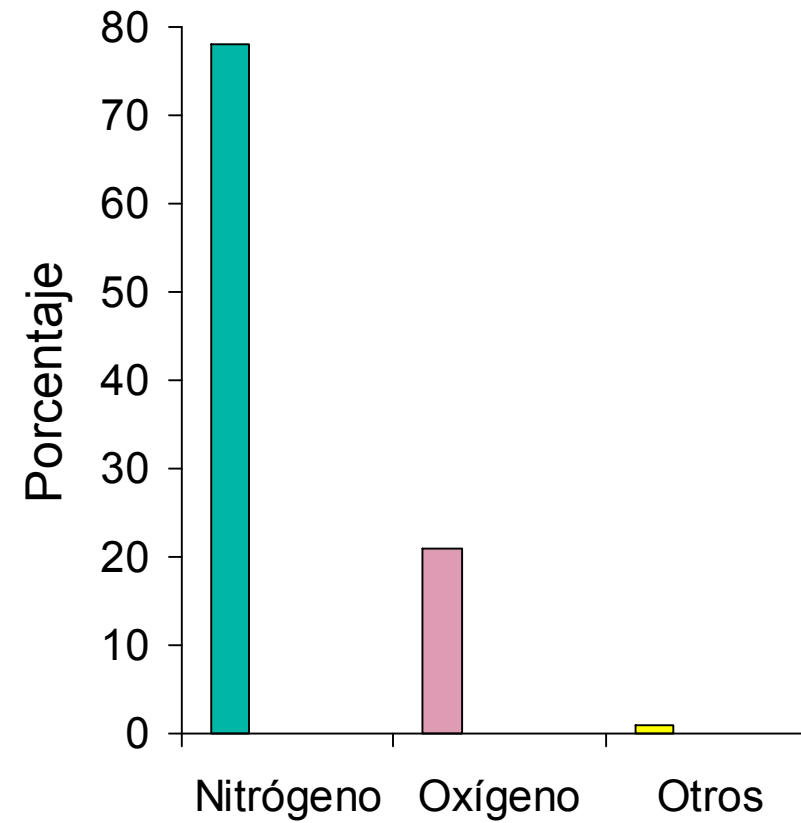
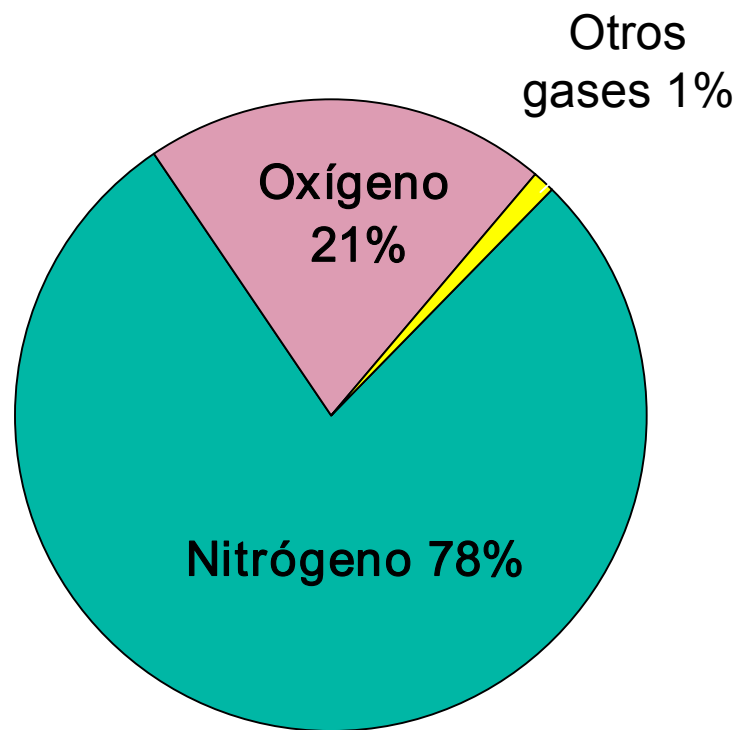
- ⦿ Clasificación de la Materia: Elementos, Compuestos y Mezclas
- ⦿ Átomos, Moléculas y Fórmulas
- ⦿ Cambio Químico: Reacciones y Ecuaciones
- ⦿ Fuego y Combustibles: Quemando Hidrocarburos

El aire que respiramos

◆ Contenidos

- Calidad del Aire
- El caso de la neblina mortal
- Un reactor químico llamado auto
- Ozono, óxidos de nitrógeno y smog fotoquímico
- Tomando y evaluando riesgos
- Un respiro a nivel atómico
- Conclusiones

Composición del Aire



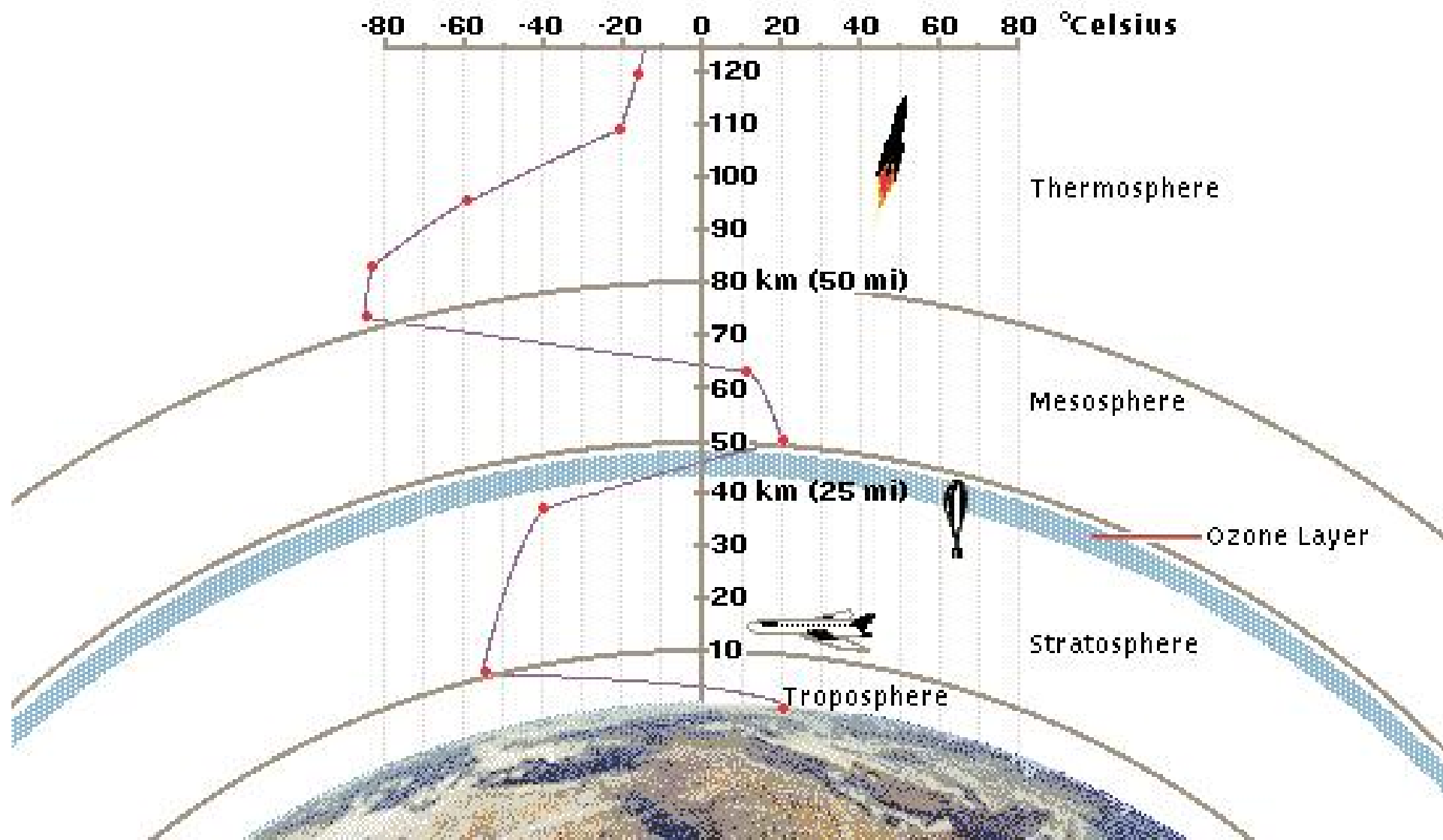
Unidades

- ◆ El contenido de CO₂ o dióxido de carbono en el aire es 0,035%, esta cantidad se puede expresar como

$$\frac{0,035}{100} = \frac{350}{1000000}$$

o 350 ppm (partes por millón)

- ◆ En gases el porcentaje se refiere a % en partículas o % en volumen que son numéricamente iguales como se verá más adelante



Descripción de la atmósfera

- ◆ Las concentraciones relativas de los principales componentes del aire son casi constantes a diferentes alturas
- ◆ La densidad del aire disminuye con la altura. La presión atmosférica, esto es, la fuerza con que la atmósfera presiona una área determinada, disminuye con la altura

Descripción de la atmósfera

- ◆ Por cada 5 [km] de aumento en altura la presión disminuye a la mitad
- ◆ Por encima de los 100 [km] prácticamente hay un vacío perfecto

Un Respiro

- ◆ Hombre promedio respira 18 veces por minuto
- ◆ Tortuga gigante (vive 300 años) respira 4 veces por minuto
- ◆ Mono respira 32 veces por minuto

Sistema respiratorio humano

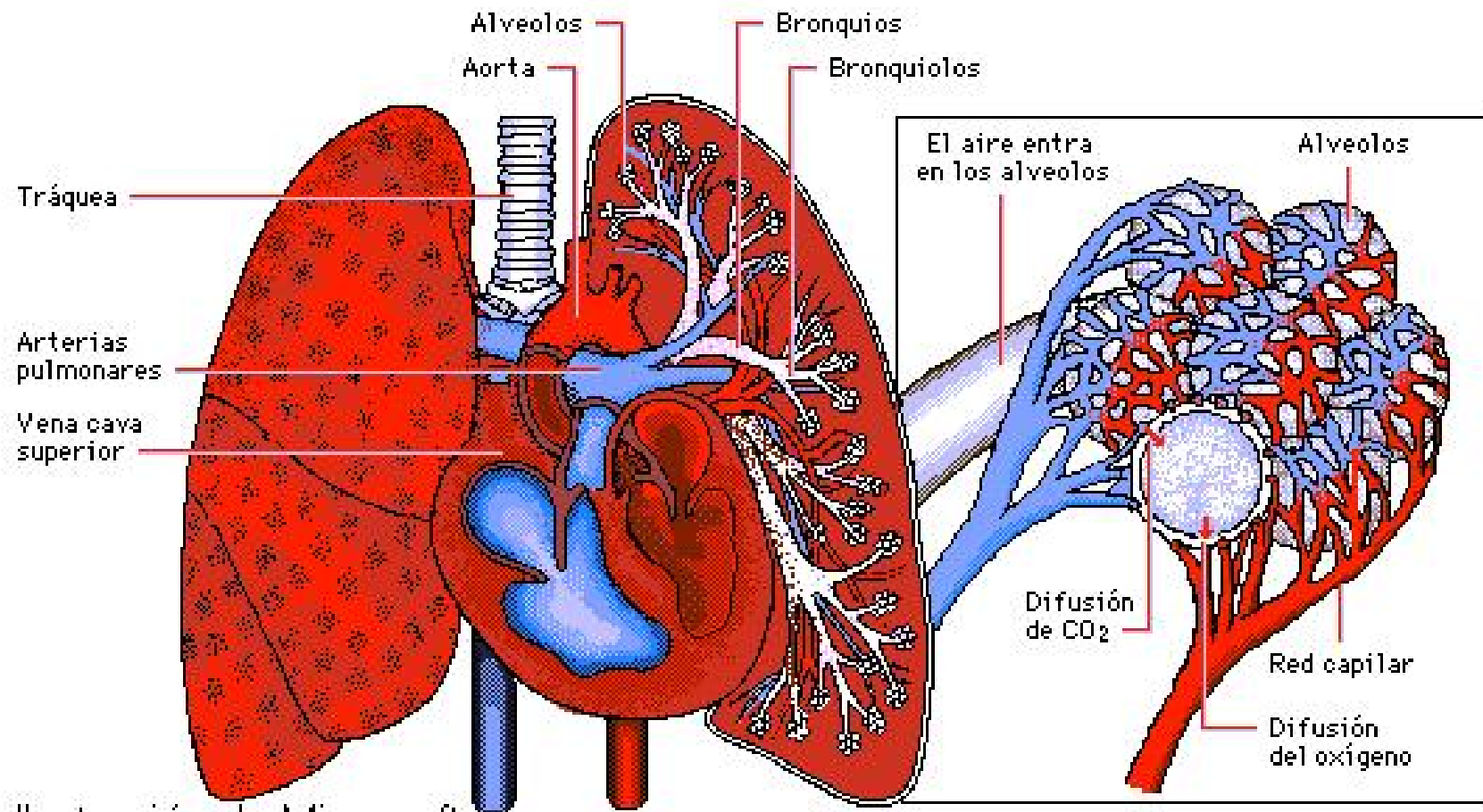


Ilustración de Microsoft

Un Respiro

- ◆ En cada respiración ingresamos 500 [mL] de aire
Luego, en un día usamos $18 \times 0,5 \text{ [L]} \times 60 \times 24$ de aire o sea $12.960 \text{ [L]} = 12,96 \text{ [m}^3\text{]}$
- ◆ De los 500 [mL] de aire ingresados, sólo 350 [mL] ingresan al alvéolo
- ◆ Se podría renovar 1.500 [mL] adicionales y 1.000 [mL] permanecen (capacidad normal 3.000 [mL])

◆ *Tabla 1.1*

Composición Típica del Aire Inhalado y Exhalado

| Sustancia | Aire Inhalado (%) | Aire Exhalado (%) |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Nitrógeno | 78 | 75 |
| Oxígeno | 21 | 16 |
| Argón | 0,9 | 0,9 |
| Dióxido de Carbono | 0,03 | 4 |
| Agua | 0 - 4 | 4 |

◆ **Tabla 1.2**

Principales contaminantes de la atmósfera.

| Sustancia | Límite permitido | Principales fuentes |
|---------------------|----------------------------|---|
| Monóxido de carbono | 9 ppm (en 8 hr) | automóviles |
| Ozono | 0,12 ppm (en 1hr) | reacción entre óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y luz solar |
| Oxidos de azufre | 0,030 ppm (promedio anual) | combustión del azufre contenido en diversos minerales |
| Oxidos de nitrógeno | 0,053 ppm (promedio anual) | automóviles |

Fuente: National Ambient Air-Quality Standards, EE.UU. ,1989

Partículas totales en suspensión (PTS)

- ◆ Son pequeñas partículas sólidas con un diámetro menor de 50 micrones (μm), siendo mayor su penetración cuando menor es su tamaño.
- ◆ La fracción respirable (PM10) la constituyen aquellas con un tamaño inferior a 10 (μm), dentro de las que se destacan las partículas de menos de 2 (μm), que son capaces de llegar a los alvéolos pulmonares, de donde no pueden salir.

Fracción de partículas respirables PM10

Sustancias tóxicas típicas absorbidas en la superficie de estas partículas

- Plomo
- Sulfatos
- Hidrocarburos aromáticos polinucleares
- Hollín

| ◆ <i>Tabla 1.3</i> | Normas Chilenas de Calidad del Aire y nivel de referencia para partículas en suspensión fracción respirable, para distintos períodos de exposición | | | |
|--|--|--------------|-------------------------------------|--|
| | 1 Hr (1) | 8 Hrs (1) | 24 Hrs (1) | 1 año |
| Partículas totales en suspensión (PTS) | | | 260 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 75 (2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| Fracción respirable (PM10) (3) | | | 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 50 (4) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| Dióxido de azufre (SO ₂) | | | 0,13 ppm | 0,028 ppm |
| Monóxido de carbono (CO) | 32 ppm | 8 ppm | | |
| Oxidantes fotoquímicos (O ₃) (5) | 0,075 ppm | | | |
| Dióxido de nitrógeno (NO ₂) | | | | 0,049 ppm |

(1) No se deben sobrepasar más de un año; (2) Promedio geométrico; (3) Norma Oficial Chilena. Partículas < 10 micrones
(4) Promedio aritmético; (5) Expresado como ozono. Fuente: Resolución N° 1215 del 33.07.78 del Ministerio de Salud Pública.

◆ **Tabla 1.4**

Monóxido de Carbono (CO)

| Emisores | Porcentaje |
|----------------------|-------------------|
| Residencias y otros | 9 |
| Industrias | 10 |
| Vehículos a gasolina | 79 |
| Vehículos Diesel | 2 |

Fuente: Universo de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos e inventario real de emisiones para Santiago. IRM/Cade Idepe, 1989

◆ **Tabla 1.5**

*Efectos de la exposición
continua a varios niveles de CO*

| Nivel de CO (ppm) | Porcentaje alcanzado Hem-CO | Efectos sobre el organismo humano |
|--------------------------|------------------------------------|--|
| 10 | 2 | Somnolencia, disminución de la audición |
| 30 | 5 | Alteraciones del juicio, de la percepción visual |
| 100 | 15 | Cefalea |
| 250 | 60 | Muerte después de algunas horas |
| 1000 | 66 | Muerte súbita (en minutos) |

◆ Tabla 1.6***Dióxido de azufre (SO₂)***

| Emisores | Porcentaje |
|----------------------|-------------------|
| Residencias y otros | 5 |
| Industrias | 82 |
| Vehículos a gasolina | 9 |
| Vehículos Diesel | 4 |

Fuente: Universo de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos e inventario real de emisiones para Santiago. IRM/Cade Idepe, 1989

| • Tabla 1.7 | | <i>Indice de gases y material particulado respirable</i> | | | | |
|--------------------|----------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Indice | CO (8 hr) | SO₂ (24 hr) | NO₂ (1 hr) | O₃ (1 hr) | Partículas respirables | Calificación |
| 0 - 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (µg/m ³) | Bueno |
| 101 - 200 | 9 | 0,13 | 0,23 | 0,075 | 150 | Regular |
| 201 - 300 | 23 | 0,39 | 0,76 | 0,27 | 210 | Malo |
| 301 - 400 | 36 | 0,65 | 1,29 | 0,46 | 270 | Crítico |
| 401 - 500 | 50 | 0,92 | 1,83 | 0,65 | 330 | Peligroso |

Fuente: Resolución 369 del 12.04.88 del Ministerio de Salud

• **Tabla 1.8**

Clasificación, índice y efectos en la salud humana

| Índice | Calificación | * Efectos en la salud |
|-----------|--------------|---|
| 0 - 100 | Bueno | ----- |
| 101 - 200 | Regular | Efectos suaves en personas susceptibles. Síntomas de irritación en población sana |
| 201 - 300 | Malo | Empeoramiento significativo de síntomas y baja de la tolerancia al ejercicio en personas enfermas del corazón o pulmones. Síntomas generalizados en población sana. |
| 301 - 400 | Crítico | Aparición prematura de enfermedades, empeoramientos de síntomas y disminución de la tolerancia al ejercicio en personas sanas. |
| 401 - 500 | Peligroso | Muerte prematura de personas enfermas o ancianas. Personas sanas experimentan síntomas adversos que afectan su actividad normal |

** Emergency episode plans and episode action plans. EPA.
Fuente: Resolución 369 del 12.04.88 del Ministerio de Salud*

◆ *Tabla 1.9*

*Un metro cúbico de
atmósfera 1 día*

| Contaminantes | Invierno | Verano |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Monóxido de carbono | 48 ppm | 8 ppm |
| Dióxido de nitrógeno | 0,083 ppm | 0,024 ppm |
| Dióxido de azufre | 0,045 ppm | 0,010 ppm |
| Partículas totales en suspensión | 900 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| Partículas respirables | 480 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 120 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |

• *Tabla 1.10*

*Contaminantes por tipo de fuente
(1 día)*

| Fuente | PTS | SO ₂ | NO ₂ | HC | CO | Pb |
|-----------------------|-------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|
| Vehículos | 7,3 | 14,3 | 87,8 | 77,3 | 88,0 | 97,4 |
| Procesos industriales | 2,8 | 26,6 | 0,0 | 3,0 | 1,0 | 2,6 |
| Calderas y hornos | 2,0 | 58,1 | 6,9 | 1,3 | 2,0 | 0,0 |
| Terminales transporte | 0,1 | 0,0 | 0,7 | 0,9 | 0,2 | 0,0 |
| Distrib. combustible | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,5 | 0,0 | 0,0 |
| Residencias | 2,1 | 1,0 | 4,6 | 8,0 | 8,8 | 0,0 |
| Calles pavimentadas | 17,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Calles de tierra | 68,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

¡Extra! ¡Extra! ¡Extra! ¡Extra!

Santiago es la tercera ciudad más contaminada, después de Ciudad de México y Sao Paulo, debido a condiciones geográficas y climáticas y a la localización y naturaleza de las fuentes emisoras.

QUIMICA

Ciencia que estudia la
materia y sus cambios.

