

Efectos de la contaminación del aire en la salud y las recomendaciones de la OMS

**Dr Dietrich Schwela
OMS, Ginebra**

Presentacion

en el

**Seminario de la Calidad del Aire y su Monitoreo
12 de octubre de 1998, Ciudad de Guatemala, Guatemala**



Clasificación de las fuentes de la contaminación del aire

Fuentes estacionarias:

Centrales electricas

Combustion pequena

Combustion industrial

Procesos de produccion

Extraccion/distribution de combustibles fosiles

Produccion/uso de solventes

Tratamiento/ disposicion de residuos

Agricultura

Natura

Fuentes moviles:

Transporte en carreteras

Fuentes moviles fuera de carreteras



Clasificación de las contaminantes ambientales

Partículas suspendidas:

SPM, PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁

Diesel de escape

Cenizas volantes de carbono

Polvo mineral

Polvos metálicos y humos

Brumas acidas

Fluoruros

Pigmentos colorados

Brumas de pesticidas

Humo negro

Humo de petróleo

WHO/UEH

Contaminantes gaseosos:

Bioxido de azufre SO₂

Monóxido de carbono CO

Oxídos de nitrógeno NO_x

Amoniaco NH₃

Hidrocarburo HC

Contaminantes Orgánicos COV

Volátiles

Hidrocarburos aromáticos

policíclicos HAP

Contaminantes halógenos



Clasificación de los contaminantes del aire

Contaminantes secundarios:

Aerosoles acido sulfurico
 H_2SO_4

Ozono O_3

Formaldehido HCHO

Peroxi-acetil-nitrato PAN

Olores:

Sulfidrilo de hidrogeno H_2S

Disulfito de carbono CS_2

Mercaptanos

R-SH
 $\text{R}_1\text{S R}_2$

Otros

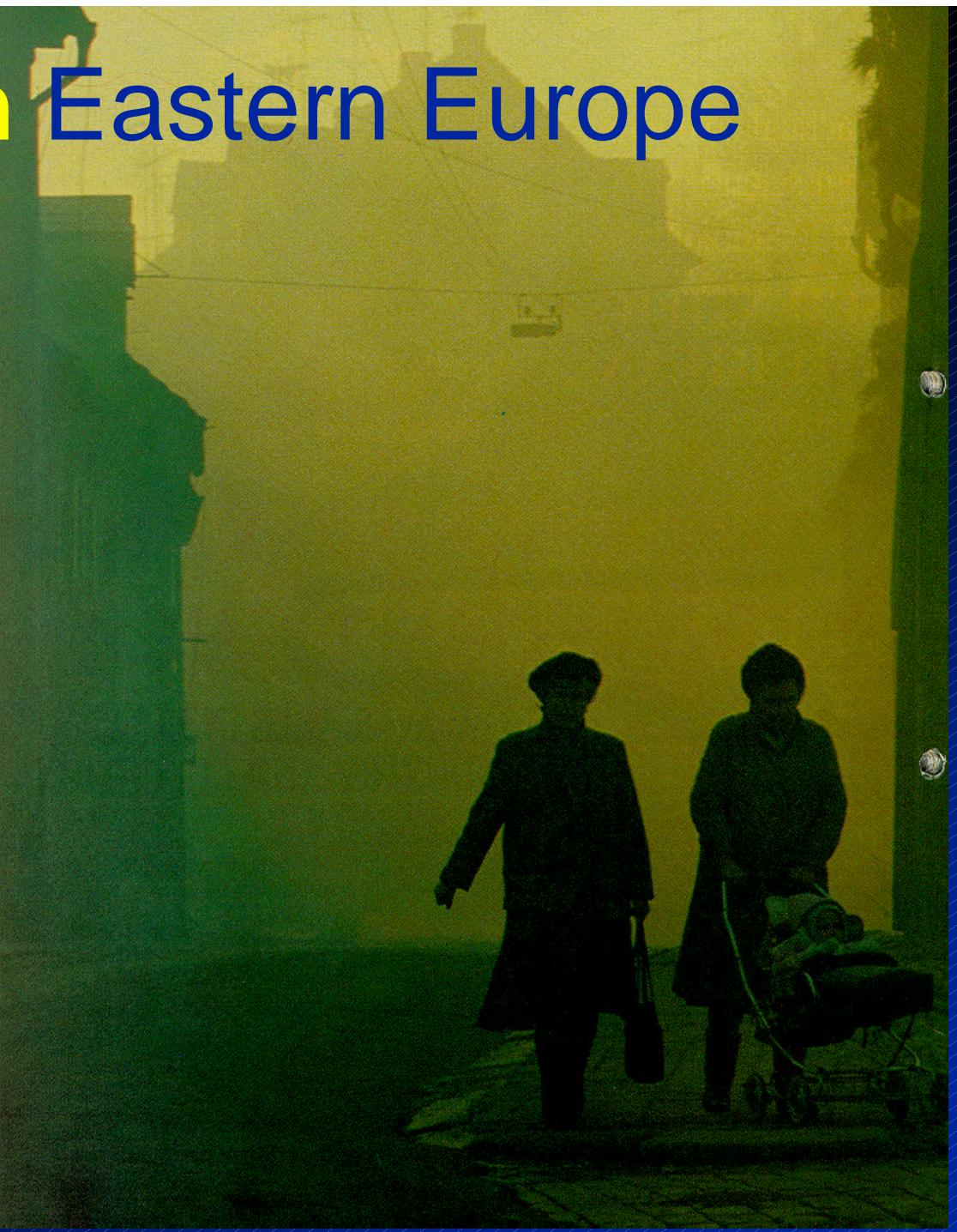
?



La contaminacion del aire en paises en desarrollo



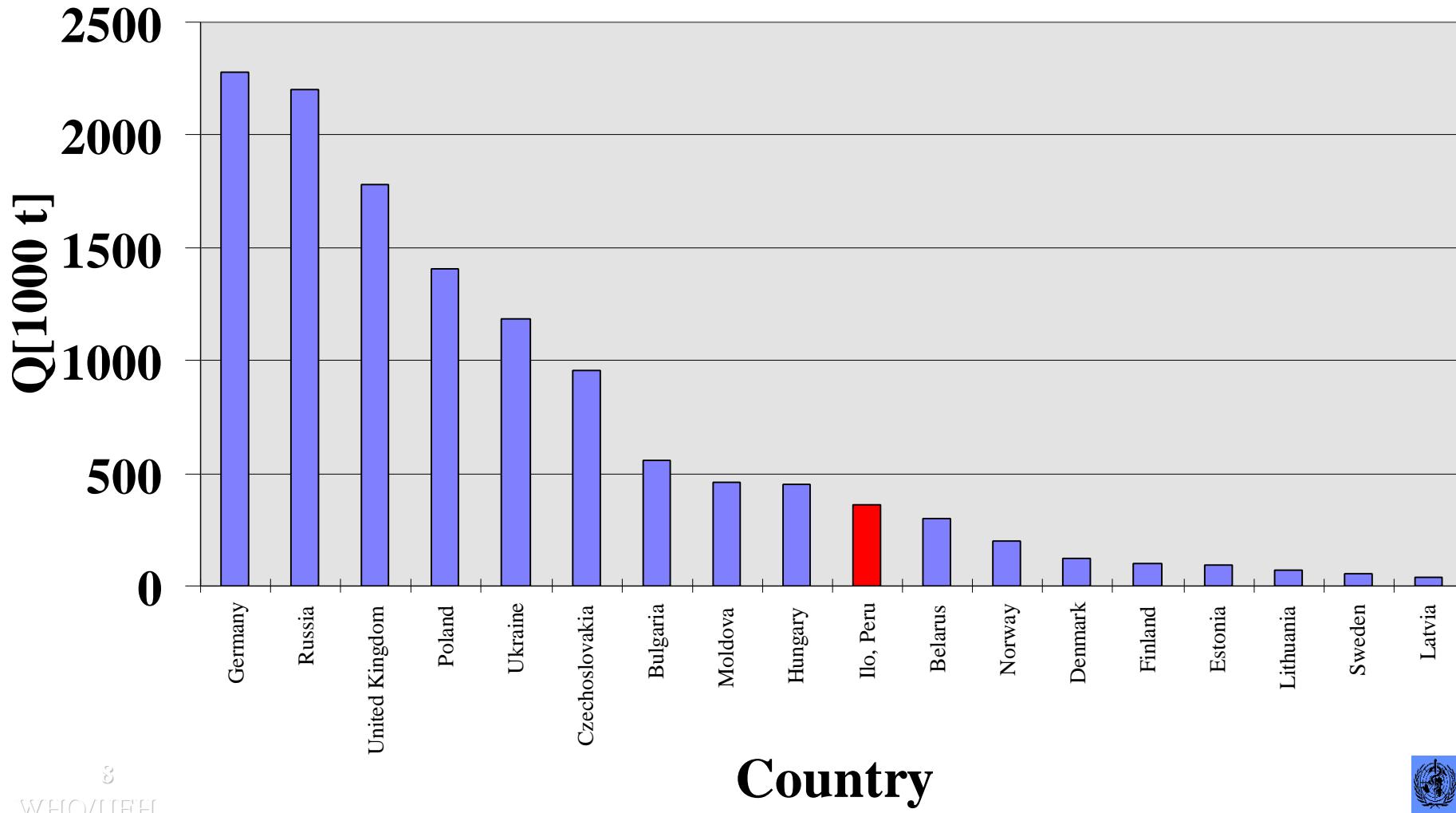
Air pollution in Eastern Europe



Copper smelter, Peru



Emission of sulphur, Q, in various European countries and in Ilo, Peru, 1994



SPM emissions from siderurgical plant, Peru



Smoke emissions from forest fires, Indonesia

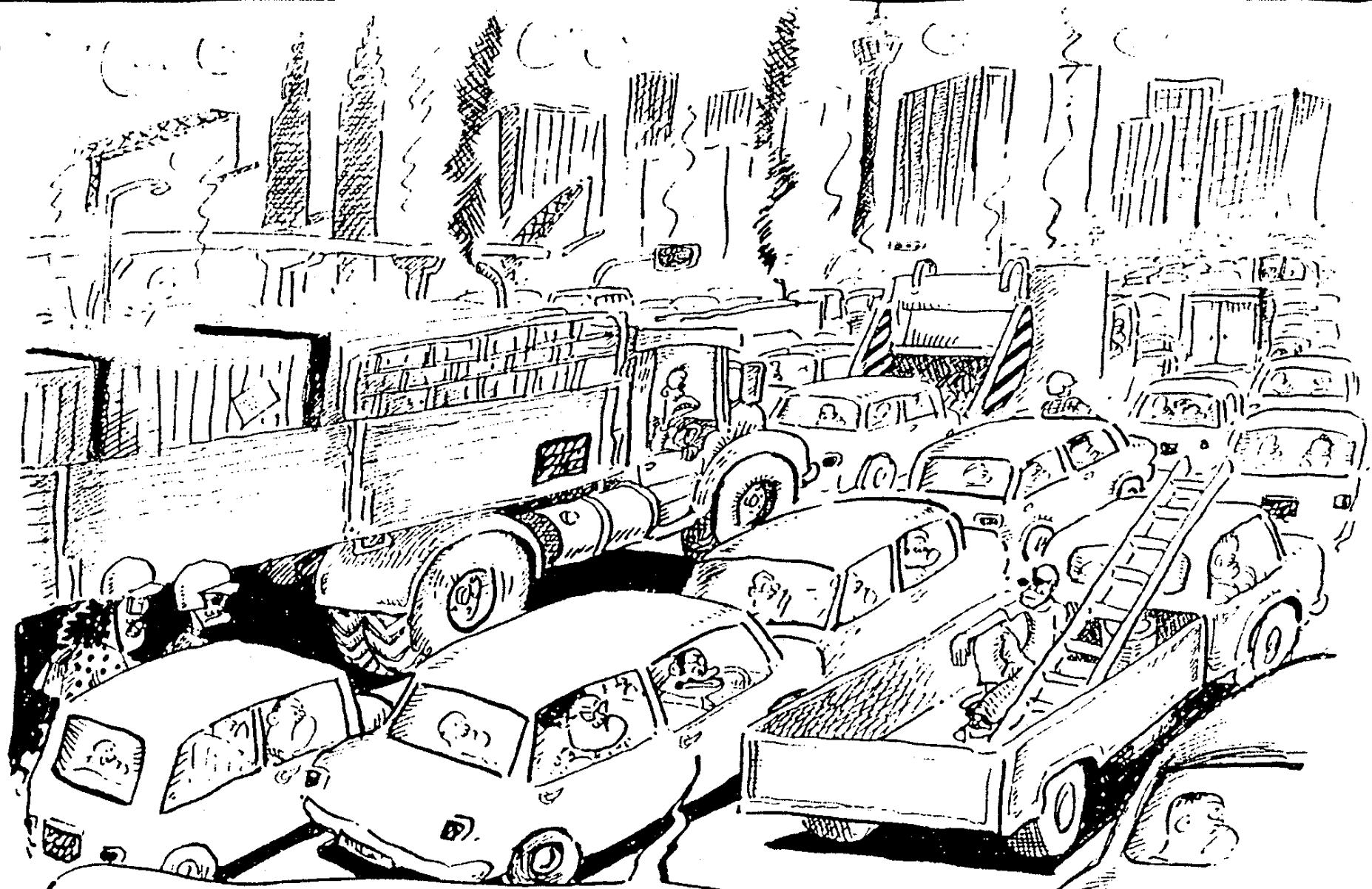


Smoke in Kuching, Sarawak, Malaysia



Smoke in Kuala Lumpur, Malaysia

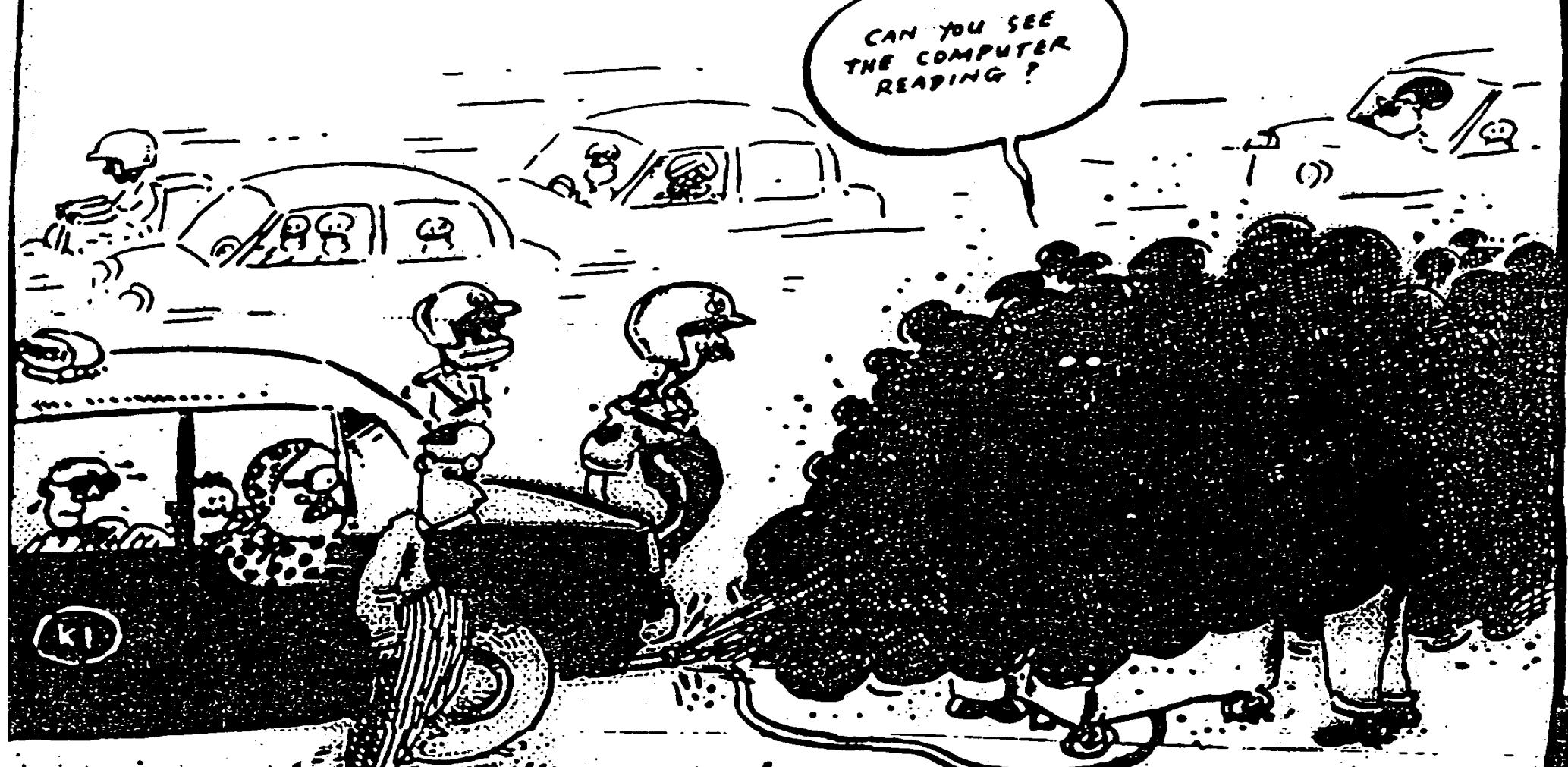




TAILOST TOWERS, LONGEST BRIDGE,
BIGGEST SHOPPING MALL, LARGEST CAR PARK
— BIGGEST TRAFFIC JAM...



“Puedes ver el resultado de la medición?”



Lázaro

Contaminacion del aire interior causada por fuegos abiertos



Exposicion de infantes a la contaminacion del aire interior



Tendencias en la contaminación del aire

Países desarrollados:

SO_2 , PTS,
 PM_{10} , Humo:

NO_x , O_3 :

disminuyendo
a menudo **inferiores** a los lineamientos OMS

constantes o **crecientes**
a menudo **superiores** a los lineamientos OMS

Países en desarrollo, países en transición:

SO_2 , PTS :

NO_x , O_3 :

crecientes
a menudo **superiores** a los lineamientos OMS

crecientes
a menudo **inferiores** a los lineamientos OMS



Trends in indoor air pollution

Developed countries:

Indoor air pollution related to ambient air pollution

NO_x - sources may exist and constitute a problem

Sick building syndrome

Multichemical sensitivity

Developing countries, countries in transition:

SPM, PM_{10} concentrations due to open fire cooking and heating by a factor of 10 to 20 above the ambient concentrations in urban areas

Enhanced SO_2 and CO concentrations



Efectos de la contaminación del aire en la salud y los contaminantes relevantes

Efectos en el sistema respiratorio

Efectos alergicos del sistema imunológico

Efectos en la piel y los tejidos mucosos

Efectos sensorios

Efectos en el sistema nervioso centrico

Efectos en el sistema cardio-vascular

Efectos carcinogenos



Efectos en el sistema respiratorio

A) Efectos en la salud

Cambios agudos y crónicos en la función pulmonar

Incidencia y frecuencia aumentadas de los síntomas respiratorios

Sensibilización de los conductos para aire por alérgenos presentes en el ambiente interior

Infecciones respiratorias (rhinitis, sinusitis, pneumonia, alveolitis, enfermedad del legionario)

B) Agentes principales

Productos de combustión: NO_x , SO_2 , CO, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$

Humo ambiental de tabaco HAT (ETS) : PTS

Formaldehido

2 Organismos infecciosos

WHO/UEH



Efectos alergicos del sistema inmunologico

A) Efectos en la salud

Asma alergica

Rhinoconjuntivitis alergica

Alveolitis alergica extrinsica / Hipersensitividad Pneumonitis

Dano pulmonar permanente en individuos sensibles
Insuficiencia pulmonar

B) Agentes principales

Polvo acaro (House Mite Dust), Cucaracha , Animales domesticos, Insectos y moho

Alergenicos exteriores

Humedad alta



Efectos en la piel y los tejidos mucosos

A) Efectos irritantes

Irritacion sensorial primario

Dolor de garganta seca, Ormigueo en la nariz ,

Dolor de los ojos llorosos

Irritacion sensorial secondario

Edema y inflamacion, Cambios en la piel y las membranas mucosas

B) Agentes principales

Formaldehido

Otros aldehidos (e. g. Acetaldehido, Acroleina)

COV

²HAT (ETS)

WHO/UEH



Efectos sensorios

Percepcion ambiental

Percepcion del cuerpo

B) Agentes principales

COV

Formaldehido

HAT (ETS)



Efectos en el sistema nervioso centrico

A) Efectos en la salud

Dano toxicoo de las células nerviosas

Dano hypoxico / anoxico de las células nerviosas

Cambios en la conducta neurofisiologica

B) Agentes principales

COV (Acetona, Benceno, Tolueno, Formaldehido)

CO, Pb

Pesticidas



Efectos en el sistema cardio-vascular

A) Efectos en la salud

Oxygenacion reducida

Incidencia y frecuencia aumentadas de ECV (CVD)

Mortalidad aumentada causado por ECV (CVD)

Infarto miocardico

B) Agentes principales

CO, PTS

HAT (ETS)



Efectos carcinogenos

A) Efectos en la salud

Cancer pulmonar

Leucemia

Otros ???

B) Agentes principales

Arsenico

Fibras de asbestos

Cromo

Niquel

Cadmio

Benceno

HAP

TCE

HAT

Radon

Sinergismo ???



Lineamientos de calidad del aire

Lineamientos de calidad de aire para Europa
(Air Quality Guidelines for Europe), WHO/EURO, 1987

Revisión después de 1993

Aplicar lineamientos en el mundo

Factores que influyen los efectos resultantes para la salud



Naturaleza de los lineamientos

Objetivo:

Proteccion de la salud publica contra los efectos de la contaminacion atmosferica

Eliminacion o reduccion hacia un minimo de los contaminantes

Provision de la informacion de fondo para tomar decisiones sobre la gestion del riesgo

Gestion de los gobiernos en el establecimiento de estandares

Ayuda en planes de accion locales, regionales y nacionales



Criterios usado en decisiones sobre los lineamientos

Diferencia entre: seguridad absoluta y riesgo admisible

Segurida absoluta: Saber en detalle

Relaciones sobre la dosis y las respuestas;
Clases de efectos adversos causados por los contaminantes específicos;
Existencia de niveles mínimos;
Significado de las interacciones;
Variacion entre la poblacion humana con respecto a la sensitividad y a los niveles de exposicion.

Riesgo admisible:

Tolerable o no tratable ;

²⁹
WHO/UEH No distribuido inmediatamente en la poblacion.



Criterios comunes entre los contaminantes no cancerigenos y cancerigenos

Datos disponibles sobre

las fuentes, los niveles, rutas de exposicion:

Aire - Agua - Alimentos;

Areas urbanos, areas rurales no contaminadas, interior, centros de trabajo;

Absolucion por la inhalacion, digestion, el contacto dermatologico.

Kinetica y metabolismo:

Carga del cuerpo a la exposicion de niveles bajos de contaminantes en intervalos largos;

Modalidades de accion toxica;

Metabolitos (otros componentes) con un potencial toxico mayor al componente original.



Criterios para contaminantes no cancerigenos

Niveles mas Bajos Observados con Efectos Adversos (NBOEA)
(Lowest-observed-adverse-effect-level - LOAEL)

Niveles mas Bajo Observados con Efectos (NBOE)
(Lowest-observed-effect-level - LOEL)

Niveles Observados sin Efectos (NOE)
No-observed-effect-level (NOEL)

Factores de duda o factores de ignorancia

Intervalos de promedio

Consideraciones de riesgo



Criterios para la elección del NBOEA

Dificultades en la diferenciación:

Efecto adverso - efecto no adverso

Definición:

Un efecto adverso es “cualquier efecto resultante de una lesión funcional y/o patológica o danos que afectan posiblemente la función de todo el organismo o contribuyen a una capacidad reducida de respuesta a una irritación adicional”.

Definición es en alto grado subjetiva y incierta!

Organización de datos en tres categorías:

- 1. Investigaciones singulares;**
- 2. Existencia de un NBOE y de los resultados en dirección a un cambio patológico;**
- 3. Cambios importantes en dirección de efectos patológicos**

Criterios para la elección de los factores de duda

Factor de duda = factor de seguridad = factor de protección = alcance de protección = alcance de seguridad = factor de ignorancia;

Variedades de ignorancia o duda:

Efectos no observados

Efectos no observados en grupos muy sensativos;

Efectos sinérgicos causados por exposiciones múltiples ;

Adecuación de datos existentes (el número de investigaciones que sostienen la misma hipótesis;

Extrapolación de los animales hacia los hombres;

Extrapolación de grupos pequeños hacia la población.



Factores de ignorancia estan basados en
Opinion científica;
Interaccion de los criterios variados;
Y estan diversificados en la magnitud.

Proceso de decision complejo.

Consecuencia:
Si se transgrede un lineamiento con un factor de duda
no resultaran efectos adversos necesariamente. Sin
embargo el riesgo de efectos adversos aumenta en este
caso.



Criterios para la elección de los intervalos promedios

Interrelaciones complejas entre los intervalos y las concentraciones

Efectos menores, reversibles, agudos después de una exposición corta;

Efectos irreversibles o efectos que influyen en la capacidad después de una exposición larga;

Efectos adversos causados por una exposición corta
>>> intervalos promedios cortos;

Efectos adversos causados por una exposición larga
>>> intervalos promedios largos.



Lineamientos de la calidad de aire para componentes inorgánicos no cancerígenos

Componentes “clásicos”

Componente	Lineamiento [$\mu\text{g m}^{-3}$]	Intervalo promedio
Monóxido de carbono	100 000	15 min
	60 000	30 min
	30 000	1 h
	10 000	8 h
Dioxido de nitrógeno	200	1 h
	40	1 a
Ozono	120	8 h
Dioxido de azufre	500	10 min
	125	24 h
	50	1 a



Air quality guidelines for non-carcinogenic inorganic compounds

Compound	Guideline [$\mu\text{g m}^{-3}$]	Averaging time
Fluoride	None (1) 0.5	- 1 a
Lead	0.15	1 a
Manganese	1	1 a
Mercury	None (<0.05)	1 a
Platinum	-	1 a

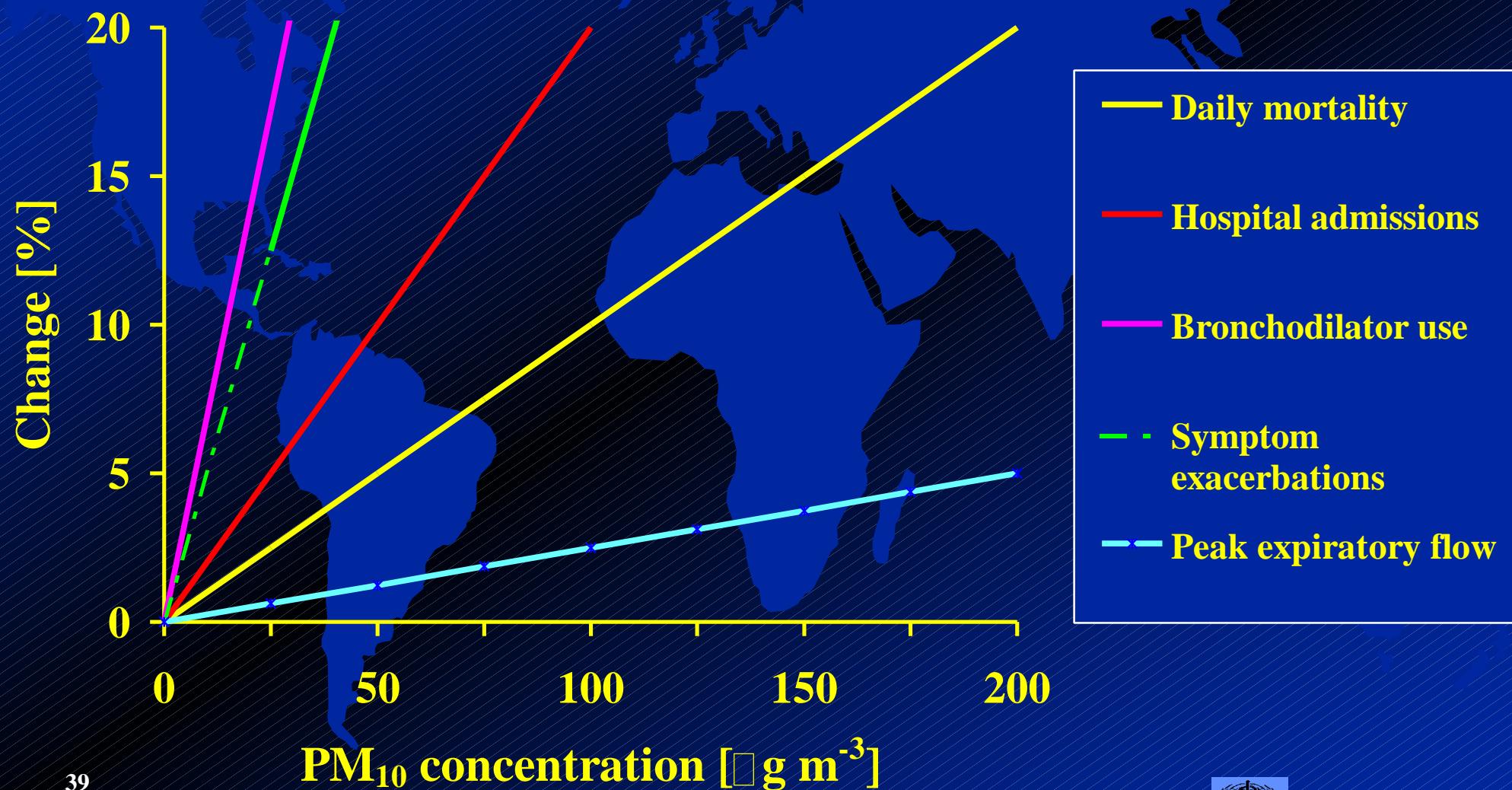


Air quality guidelines for non-carcinogenic volatile organic compounds

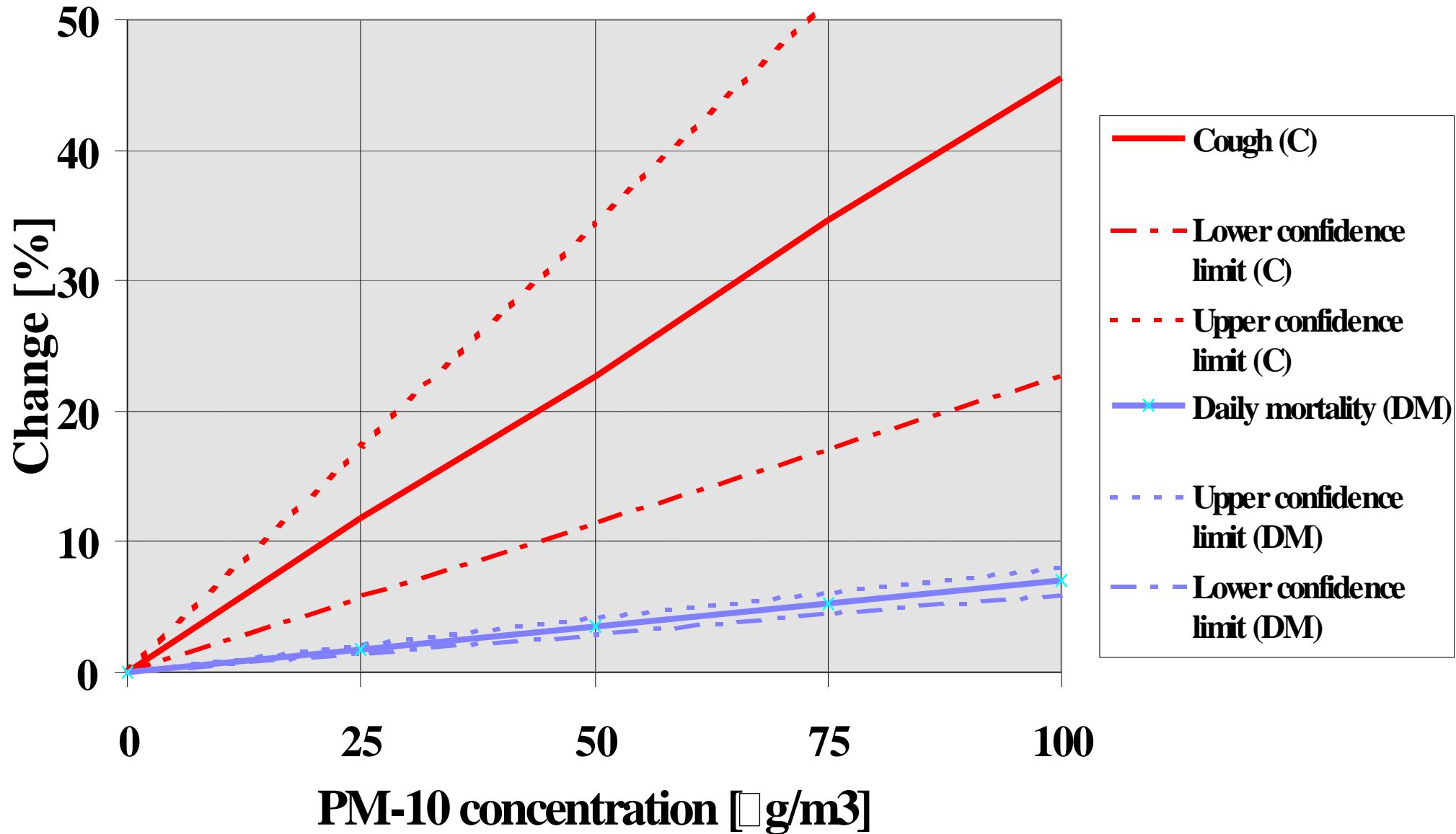
Compound	Guideline [mg m ⁻³]	Averaging time
Dichloromethane	3	24 h
Formaldehyde	0.1 0.01	30 min 30 min
Styrene	0.26	week
Tetrachloroethylene	0.07 0.25	30 min 24 h
Toluene	0.26	week



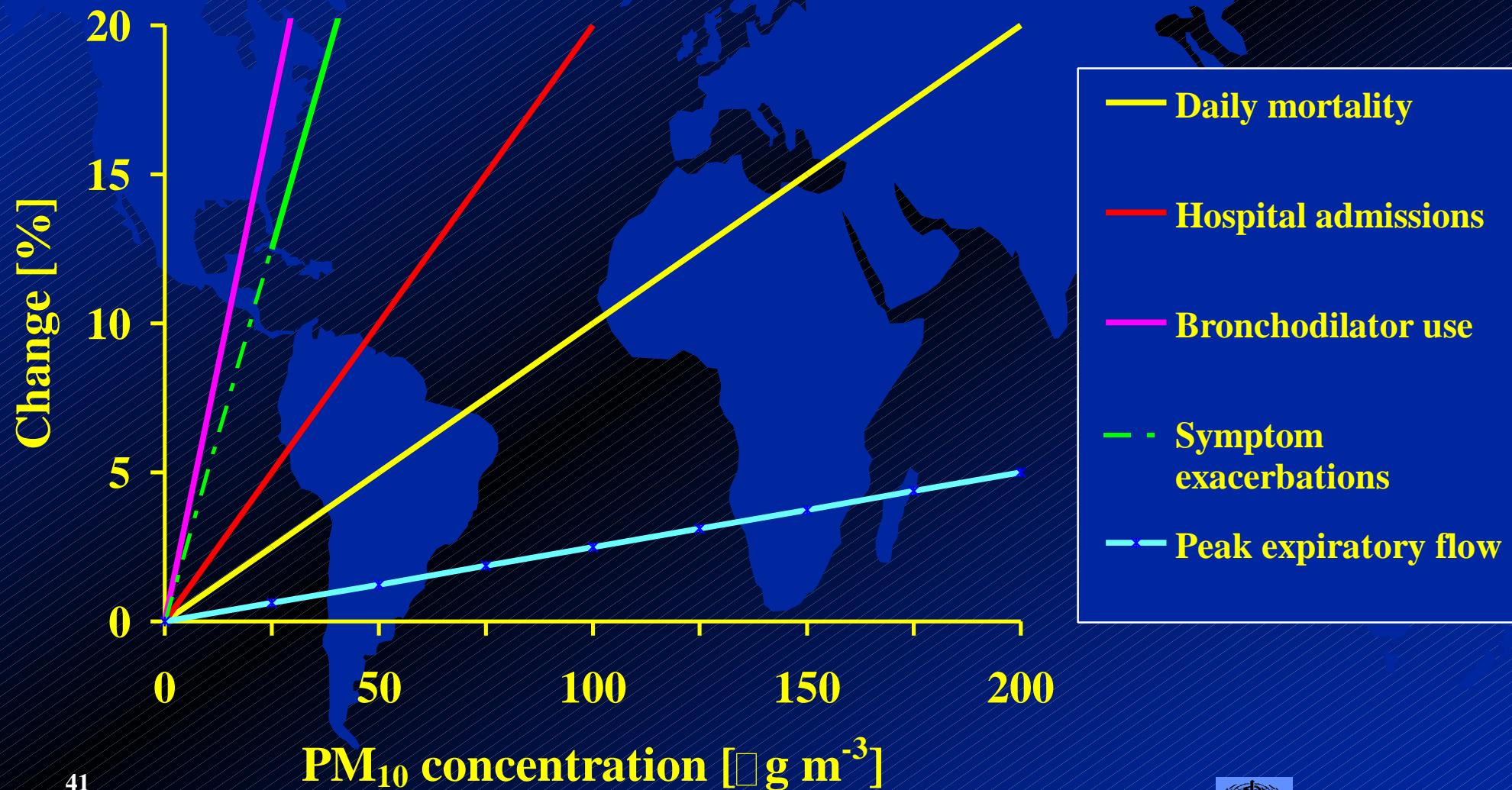
Relacion entre el PM10 y indicadores de efectos diferentes en la salud



Percent change-concentration relationships



Relacion entre el PM10 y indicadores de efectos diferentes sobre la salud



Criterios para componentes cancerigenos

Investigacion cualitativa: Cual es la probabilidad de que un componente genere cancer?

Investigacion cuantitativa: Evaluacion de la tasa de cancer probablemente causado por el componente cancerigeno con niveles determinados y exposicion determinada.



Criterios cualitativos de clasificación de los componentes de la IARC (Agencia Internacional sobre las Investigaciones del Cáncer - AICC):

- Grupo 1:** Componentes cancerígenos comprobado en los seres humanos: >>> Estimaciones del riesgo
- Grupo 2:** Componentes cancerígenos probables
- Grupo 2A:** Evidencia limitada sobre los cancerígenos en los humanos;
Evidencia suficiente sobre los cancerígenos en los animales: >>> Estimaciones del riesgo
- Grupo 2B:** Evidencia inadecuada sobre los cancerígenos en los humanos; >>>
Lineamientos basados en criterios no cancerígenos
- Grupo 3:** Componentes no clasificados
>>> Lineamientos



Criterios cuantitativos

Extrapolacion de las investigaciones en centros de trabajo

Extrapolacion de las investigaciones en animales

hacia la poblacion general

=

Extrapolacion de las relaciones dosis respuesta de las altas concentraciones hacia mas bajas concentraciones

Extrapolacion depende del modelo de extrapolacion



Modelo riesgo unitario (Unit risk)

Definicion:

El riesgo unitario es el riesgo adicional de adquirir un cancer durante toda la vida que ocurre en una poblacion potencial en la cual todos los individuos estan expuestos continuamente desde su nacimiento hasta la muerte a una concentracion de $1 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$ del componente que inhalan.

Estimaciones del riesgo unitario

permiten comparar el potencial del cancer relacionado a componentes diferentes;

pueden ayudar poner prioridades en el control de la contaminacion del aire;

no se refieren a la aceptabilidad de riesgos.



Interpretacion de las estimaciones del riesgo unitario

Estimaciones del riesgo unitario

- no corresponden al verdadero riesgo de cancer;
- proveen a los hombres politicos de una base cuantitativa aproximada para fijar acciones prioritarias;
- ayudan balancear riesgos y beneficios, y
- definen la urgencia de resolver los problemas de la salud publica en poblaciones que estan expuestas a contaminantes cancerigenos sin intencion.



Arsenico

Ruta	Aire	Alim.	Agua	Tabaco
Ingiere diario [ng/d]	<0.6	7-273	<20	<2
Absolucion [ng/d]	<0.5	6-250	<18	<2

Grupos expuestos a mayores riesgos:

Obreros que trabajan en fundiciones de cobre

Gente ingiriendo agua con muy altas concentraciones

Ninos viviendo en los alrededores de las fundiciones de cobre

IARC: 1

Efecto critico: Cancer de pulmones

**Evaluacion de riesgos: Riesgo relativo ~ dosis arsenico
acumulativo en los obreros**

Riesgo unitario: $1.5 \cdot 10^{-3}$



Estimacion de los riesgos unitarios y las concentraciones relacionadas a un riesgo de cancer promedio de vida de 10^{-5} por componentes inorganicos cancerigenos

Componente	Riesgo unitario estimado [$\mu\text{g m}^{-3}$] $^{-1}$	Concentration promedio de vida [ng m^{-3}]
Arsenico	$1.5 \cdot 10^{-3}$	1.5
Cadmium	No estimado	-
Cromo (VI)	$4 \cdot 10^{-2}$	0.25
Niquel	$3.8 \cdot 10^{-4}$	3



Bencenio

Ruta	Aire	Alim.	Agua	Tabaco
Ingiere diario [ng/d]	~300	~1	~1	<1800
Absorcion [ng/d]	~45	~0	~0	<270

Grupos expuestos a mayores riesgos :

Obreros que trabajan en fabricas de quimicos (peliculas de caucho; hornos de coque)

IARC: 1

Efecto critico : Leucemia

Evaluacion de riesgos: Relacion exponencial dosis-respuesta entre leucemia y la exposicion accumulativa de bencenio en obreros

Riesgo unitario: $6 \cdot 10^{-6}$



Estimacion de los riesgos unitarios y las concentraciones relacionadas a un riesgo de cancer promedio de vida de 10^{-5} por componentes organicos volatiles cancerigenos

Componente	Riesgo unitario estimado [$\mu\text{g m}^{-3}$] ⁻¹	Concentration promedio de vida [$\mu\text{g m}^{-3}$]
Bencenio	$6 \cdot 10^{-6}$	1.8
PAH (BaP)	$8.7 \cdot 10^{-2}$	0.00011
TCE	$4.3 \cdot 10^{-7}$	23.2
1,3 -Butadiene	No guideline	



Environmental Tobacco Smoke (ETS)

Route

Air

Groups at high exposure risks:

Nonsmokers in smokers households

IARC: not classified but ETS contains e.g. benzene, nickel

Critical effect: Lung cancer, Cardiovascular diseases

Risk assessment: Quantitative population estimates

Unit risk : not estimated



Health risk evaluation of ETS exposure

One can attribute to ETS

9 - 13% of all lung cancer / of cardiovascular disease (CVD) mortality

15 - 26% of all lower respiratory illness (LRI) cases in infants

Lung cancer cases in adults per year

Europe

3000 - 4500

USA

3000

Developing Countries

4000

CVD cases in adults per year

Europe

30000 - 45000

USA

30000

Developing Countries

40000

Annual number of episodes of LRI in infants

Europe

300000 - 550000

USA

150000 - 300000

Developing Countries

?



Radon

Route

Air

Groups at high exposure risks:

Residential at homes with $> 1000 \text{ Beq/m}^3$

IARC: 1

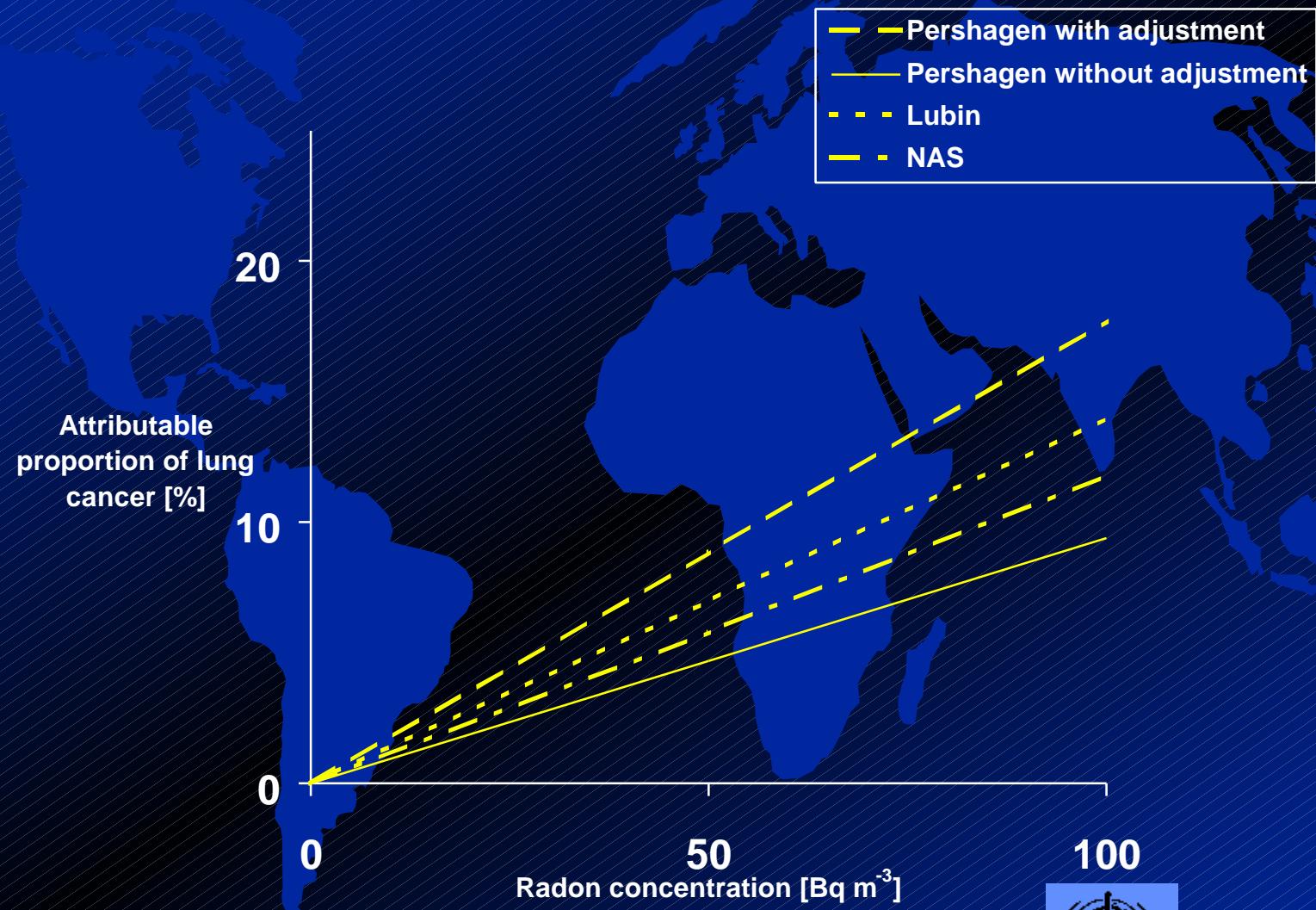
Critical effect: Lung cancer

Risk assessment: Dose-response relationships

Unit risk : not estimated



Estimated attributable proportion of lung cancer related to residential radon exposure



Attributable proportion of lung cancer and number of lung cancer deaths related to residential radon exposure

Arithmetic mean Bq m^{-3}	Low	Medium	High
Attributable proportion of lung cancer	2 - 5%	5 - 9%	9 - 17%
Number of lung cancer deaths per million people	600 - 1500	1500 - 2700	2700 - 5100



Finis

