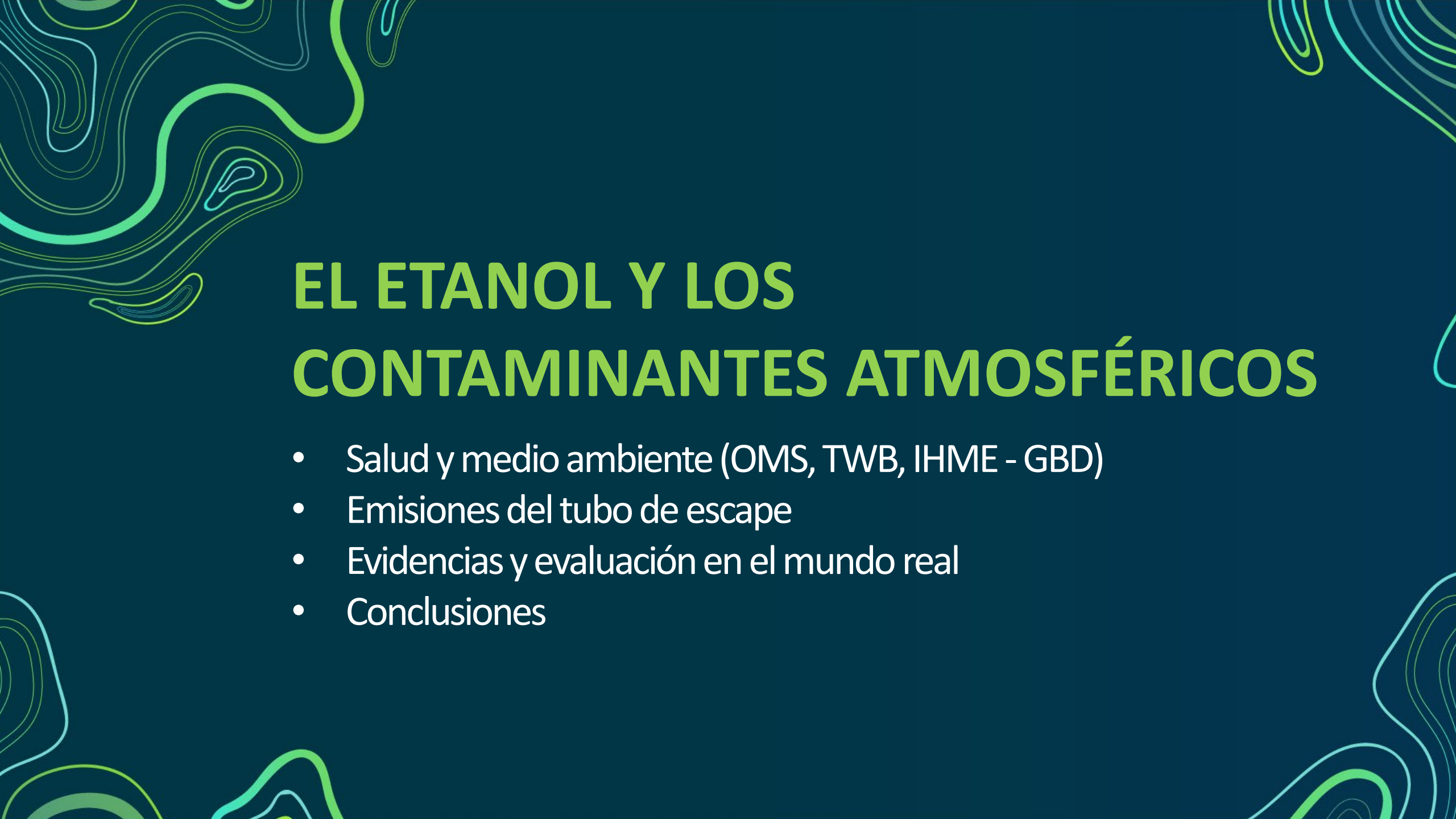


ETANOL Y CONTAMINANTES DEL AIRE

Paulo Afonso de André

PhD





EL ETANOL Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

- Salud y medio ambiente (OMS, TWB, IHME - GBD)
- Emisiones del tubo de escape
- Evidencias y evaluación en el mundo real
- Conclusiones

SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Contaminantes atmosféricos relacionados con la salud, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, AQG 2021)

PM₁₀ – partículas respirables

- mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire, con diferentes características físicas y químicas
- Partículas inferiores a 10 μm
- Límite medio anual = 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM_{2.5} – partículas finas

- Partículas inferiores a 2,5 μm
- Límite medio anual = 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

UF – Partículas ultrafinas

- Partículas de menos de 100 nm

SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Contaminantes atmosféricos relacionados con la salud, según la Organización Mundial de la Salud (OMS)

O₃ – Ozono: un contaminante secundario

- producido fotoquímicamente
- Precursores: NO₂, COVNM, metano
- Depende en gran medida de la disponibilidad de datos meteorológicos + dispersión + modelización fotoquímica
- Límite medio diario de 8 horas = 100 µg/m³

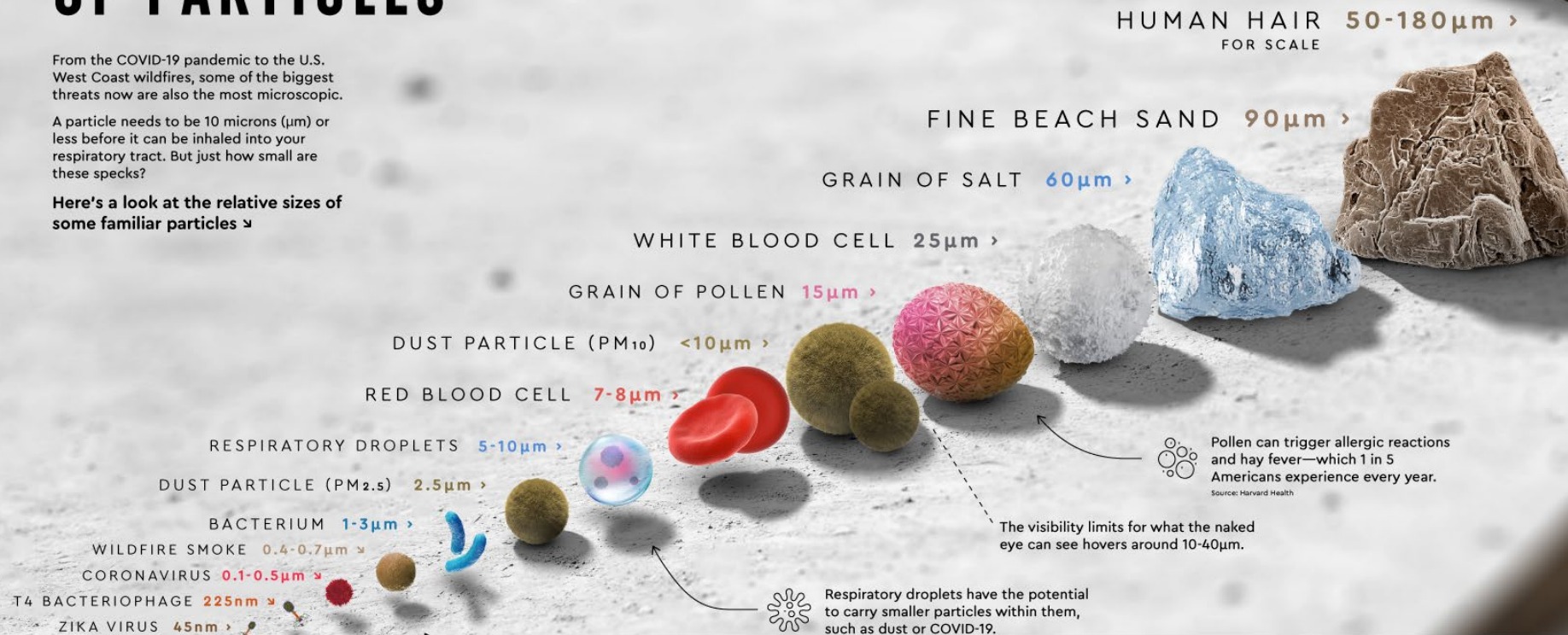
SALUD Y MEDIO AMBIENTE

THE RELATIVE SIZE OF PARTICLES

From the COVID-19 pandemic to the U.S. West Coast wildfires, some of the biggest threats now are also the most microscopic.

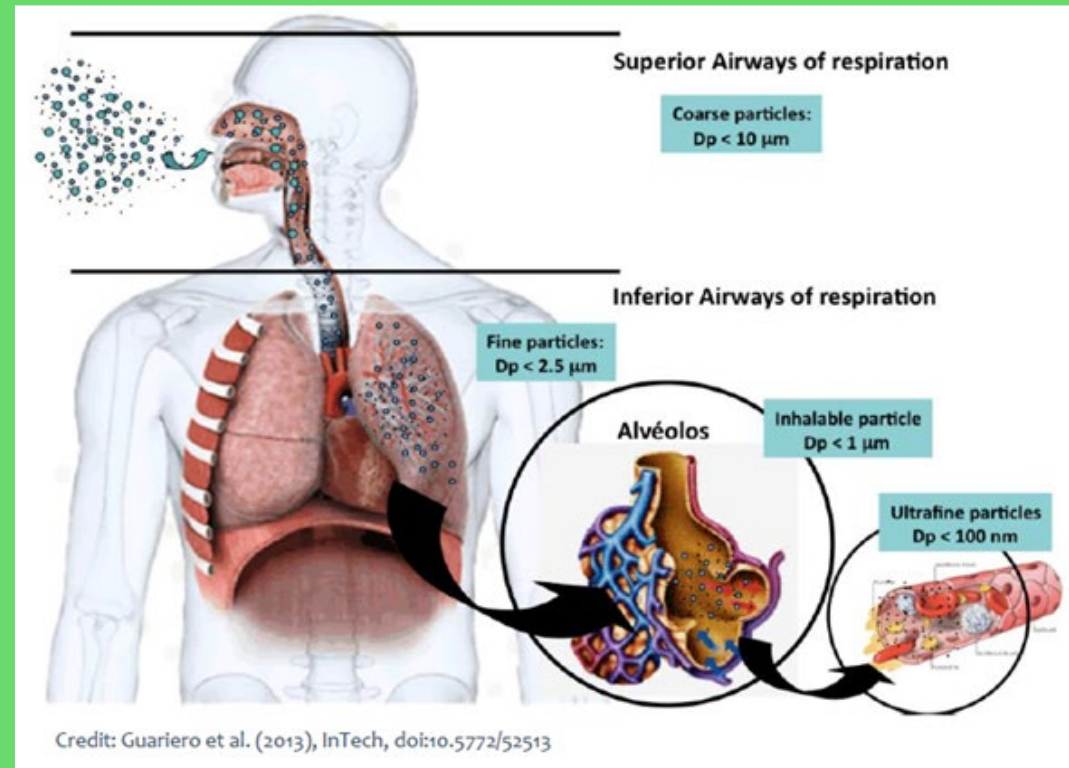
A particle needs to be 10 microns (μm) or less before it can be inhaled into your respiratory tract. But just how small are these specks?

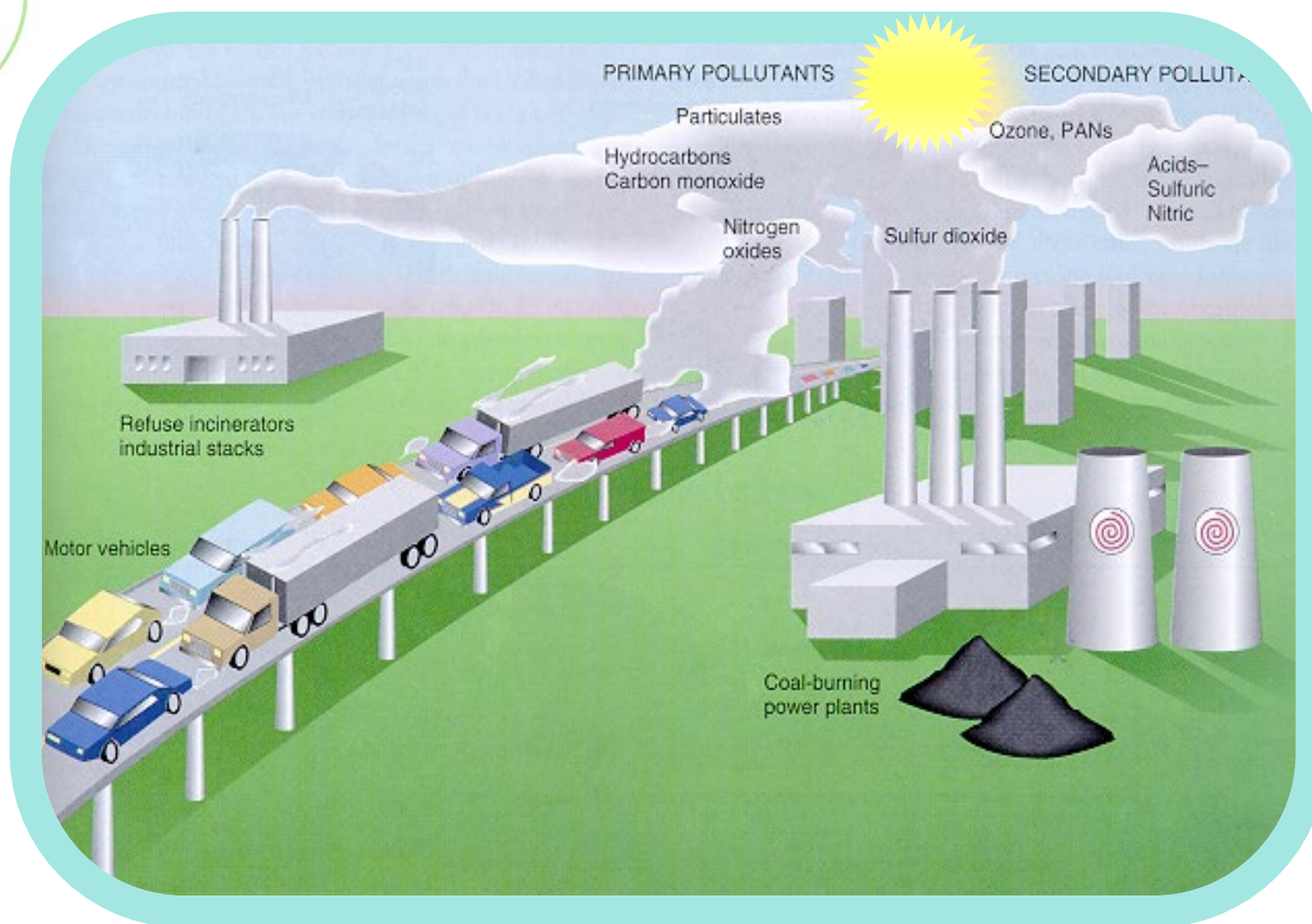
Here's a look at the relative sizes of some familiar particles »



SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Partículas (PM) en el cuerpo humano





FUENTE

EMISIONES

CONCENTRACIÓN

EXPOSICIÓN

DOSE

EFFECTO SOBRE LA SALUD

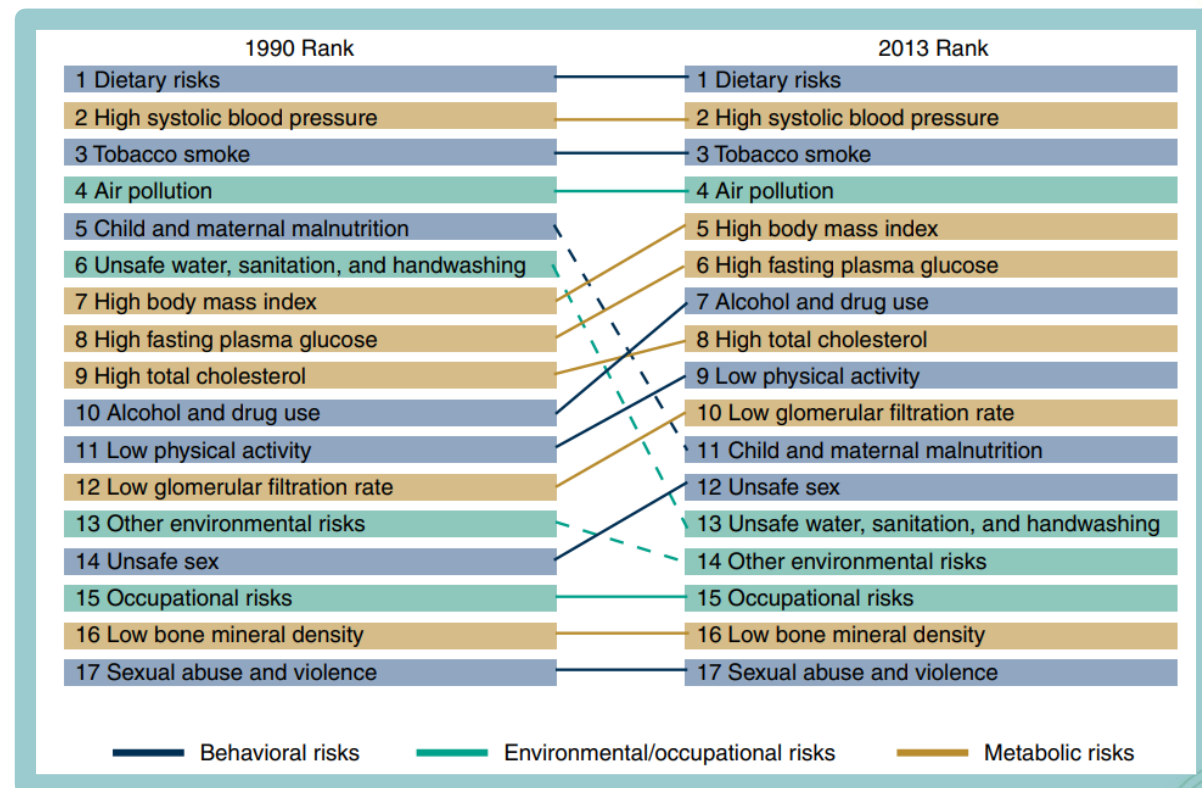
SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Principales riesgos modificables por número de muertes: **A nivel mundial, 1990 y 2013**

Muertes estimadas– 2016

PM_{2.5}

- 7 millones (11,6%) de muertes prematuras (600.000 niños)
- 3 x (SIDA+Tuberculosis+Malaria) (OMS, 2018)

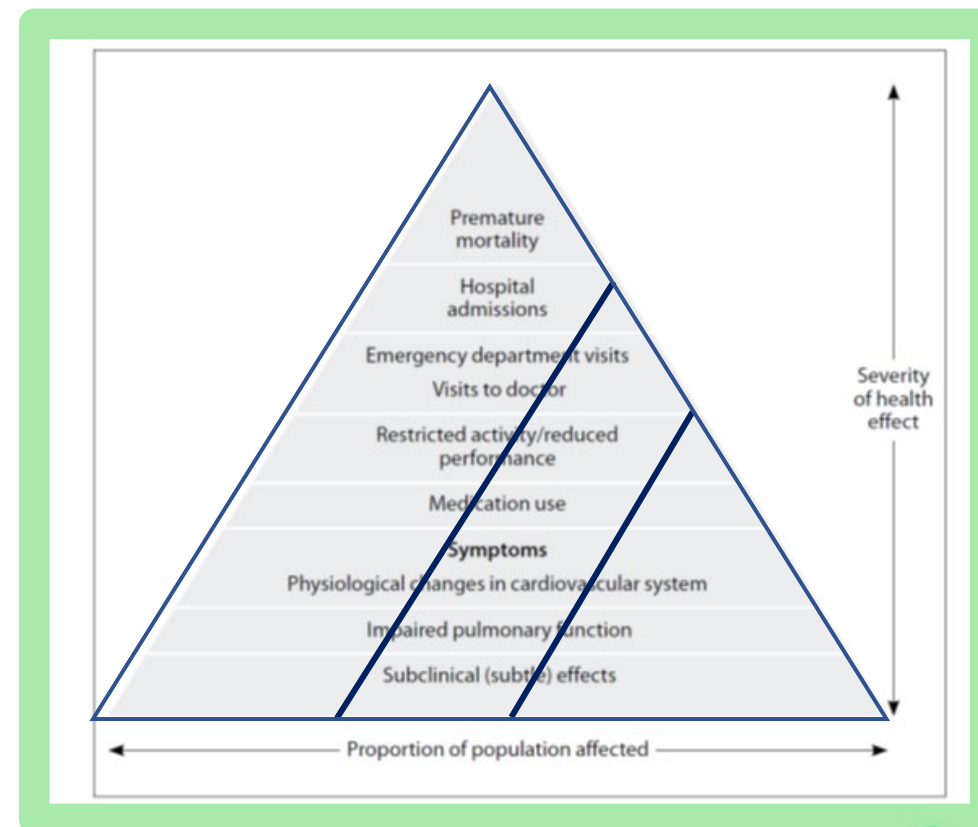


Fuente: IHME - GBD 2013 (Banco Mundial, 2016)

SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Gravedad del efecto sobre la salud x
Proporción de la población afectada

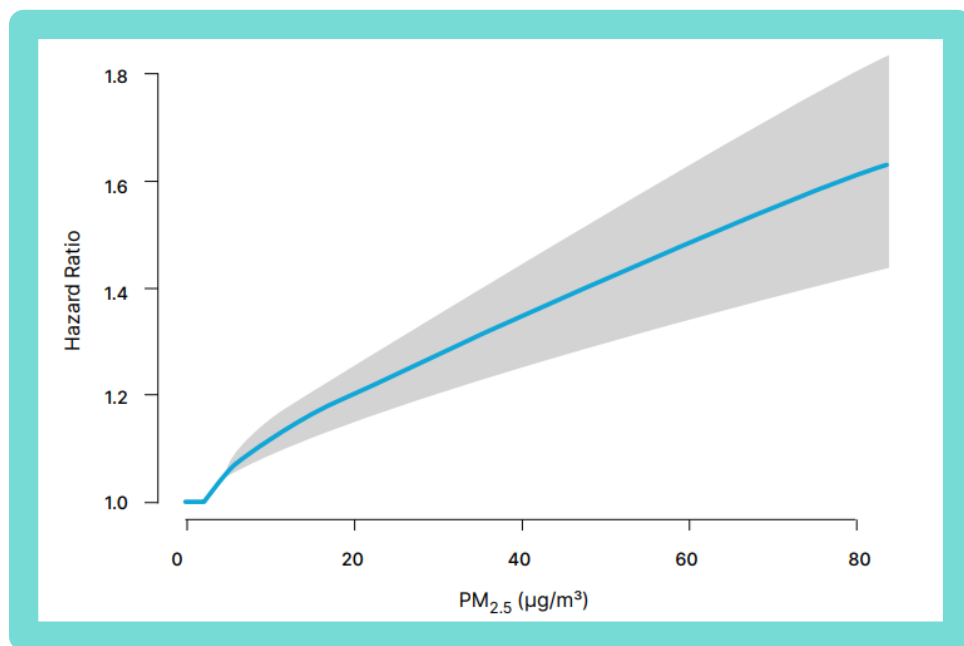
- Efecto más grave => menos frecuente
- Efecto menos grave => más frecuente
- La gravedad de cada efecto sobre la salud depende de la dosis de exposición al contaminante y de su índice de riesgo asociado



Fuente: American Thoracic Society (en la OMS, 2006)

SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Ratio de riesgo - muerte prematura no accidental para PM2.5



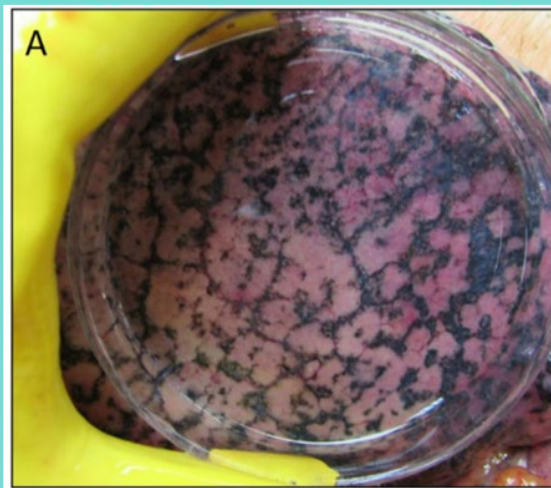
Source: Burnett et al, 2018

Objetivos de las Directrices de la OMS sobre la contaminación atmosférica (actualización mundial 2021):

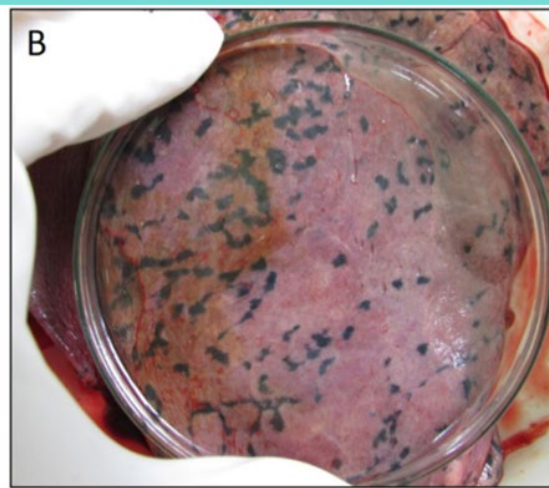
- Media anual $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Media de 24 horas: $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Una reducción de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en las PM2.5 reduce el riesgo de mortalidad total en un 8%.

EL ETANOL Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Estudios basados en autopsias (Antracosys)

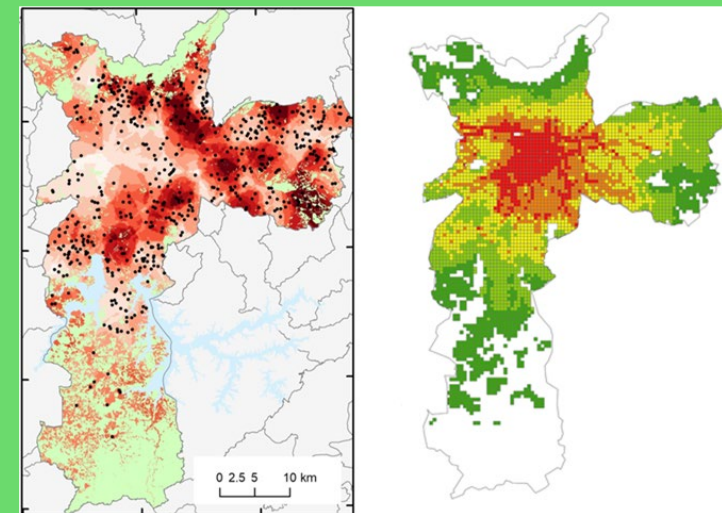


Smoker



Non-smoker

Pulmón



EL ETANOL Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Emisiones del tubo de escape

	MUÑOZ (2017) E0 / E10 / E85						TIBAQUIRA (2018) (*) E0 / E20		UIC (2019) E0 / E25-30, E83
	PM (PN)	CO	CO ₂	NO ₂	PAH	Genotox. Potential	Perfor mance	VOC	AROMATICS
GASOL	↑	↑	↑		↑	↑		↑	↑
ETHANOL	↓	↓	↓	●	↓	↓	●	↓	↓
REDUCTION	96%	81%	13%	very low	67~96 %	72~83 %	=	20-40 %	9.3~17.3 %

(*) Vehículos con carburador
HAP = Hidrocarburo Aromático Policíclico

EL ETANOL Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Emisiones del tubo de escape

	ETHANOL	GASOLINE
ACETALDEHYDE	↑	↓
FORMALDEHYDE	↓	↑
TOXICITY RATIO (ACET : FORM)	1 : 6	
FINAL TOXICITY	↓	↑

EL ETANOL Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Estudios toxicológicos con exposición animal

HARDWARE	ENDPOINT	ETHANOL	GASOLINE
EXPOSITION CHAMBER	ACCUTE	↓	↑
	CHRONIC	↓	↑

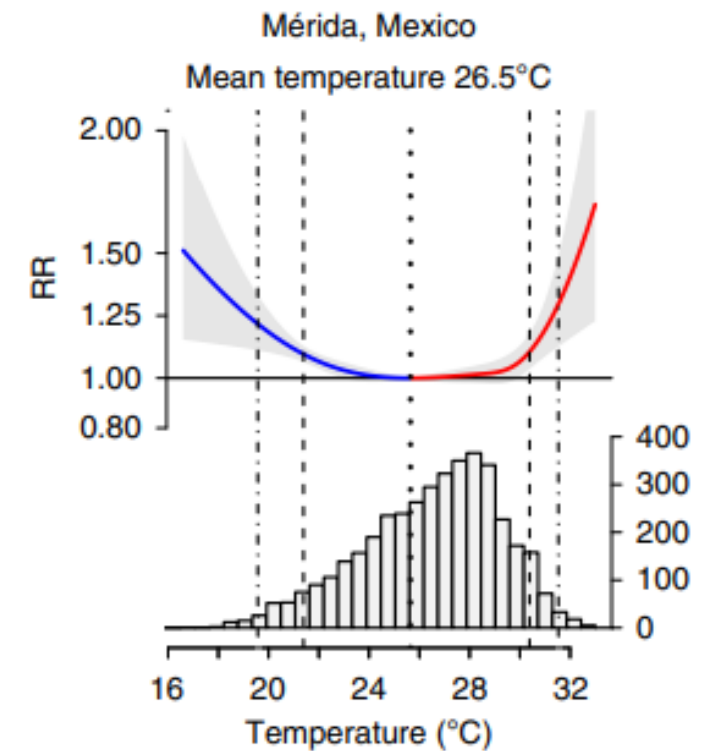
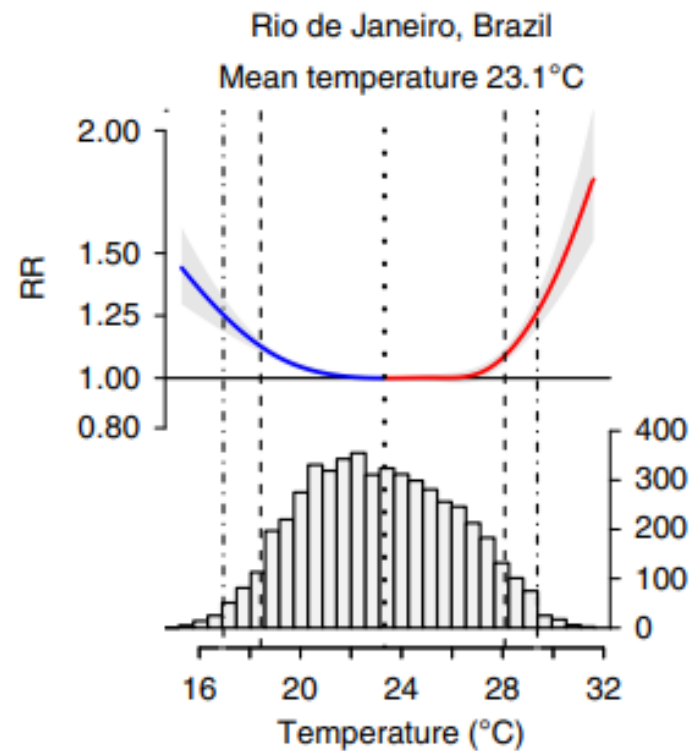
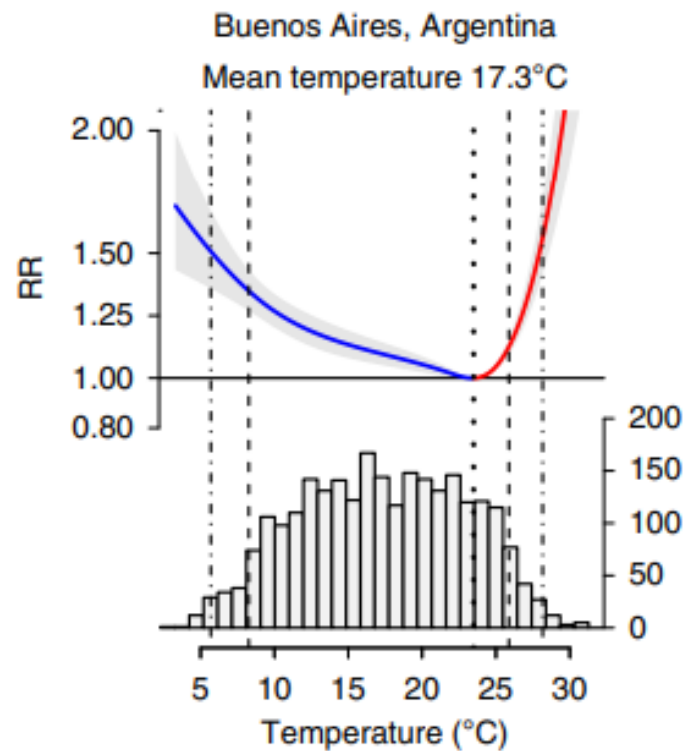
EL ETANOL Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

UF - partículas ultrafinas y formación de Ozono

POLUTANTS	ETHANOL	REDUCTION	GASOLINE
PM (PN) SALVO, 2017	↓	33%	↑
OZONE FORMATION TIBAQUIRA, 2018	↓	17%	↑

EL ETANOL Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Aumento de la temperatura (gases de efecto invernadero) y riesgo de mortalidad



EL ETANOL Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

CONCLUSIONES

- La toxicidad aguda y crónica del etanol es menor que la de la gasolina
- Las emisiones del tubo de escape de los combustibles mezclados con etanol son inferiores a las de la gasolina
- Las partículas UF tienen una toxicidad más significativa que la atribuible a las PM_{2,5}
- Los combustibles mezclados con etanol emiten una cantidad de partículas UF mucho menor que la gasolina
- En el MASP, a pesar del aumento del parque automovilístico y del amplio uso del etanol y de las tecnologías avanzadas de los motores, la concentración de aldehídos no mostró ningún crecimiento

EL ETANOL Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

CONCLUSIONES

- La modelización fotoquímica del MASP concluyó que el uso de etanol no explica el comportamiento del ozono
- Entre los diversos escenarios, el uso de biocombustibles en sustitución de los combustibles fósiles siempre tiene un impacto positivo y significativo en la salud pública y la economía.
- Cuanto más tardemos en actuar, más gente morirá



SUSTAINABLE MOBILITY:

ETHANOL TALKS

— **A R G E N T I N A**