



# 30

## SEMANA de la SALUD OCUPACIONAL

Reflexión, madurez y nuevos desafíos

Organiza:

**CSOA**  
CORPORACIÓN DE SALUD  
OCUPACIONAL Y AMBIENTAL

[www.corporacionsoa.co](http://www.corporacionsoa.co)

# 44° Congreso de Ergonomía, Higiene, Medicina y Seguridad Ocupacional.

Hotel Intercontinental Medellín - Colombia

6, 7 y 8 de noviembre de 2024

Nos estamos quedando sin  
excusas para no abordar el humo  
Diésel como una exposición  
laboral a cancerígenos.



Organiza:

**CSOA** CORPORACIÓN DE SALUD  
OCUPACIONAL Y AMBIENTAL

**30**  
**SEMANA**  
de la  
**SALUD**  
**OCUPACIONAL**



**Cuando un problema ha sido ignorado tanto tiempo, al empezar a hablar de él se tiene que hablar más del problema que de la solución.**

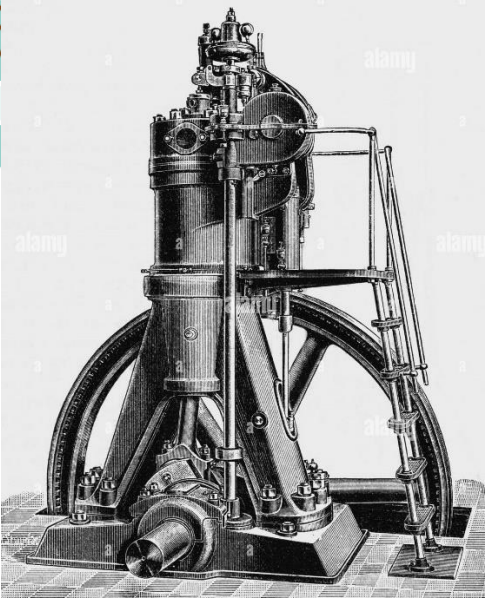
## Restricciones para no hablar de Humo Diesel

1. La **exposición** al humo diésel (cancerígenos IARC 1) en los entornos laborales es ignorada o considerada irrelevante.
  2. Las fuentes de **exposición** tóxica y clínicamente significativa al humo diésel son poco conocidas e identificadas, a pesar de su gran impacto en la aparición de varios cánceres.
  3. Se hace necesario la **identificación de la exposición** al humo diésel en los entornos laborales, tarea que es bastante difícil debido a que es una mezcla sin medición directa, es un agente tóxico bastante común, es poco evidente e intangible.
  4. Valorar o ponderar el **nivel de exposición** al humo diésel en los entornos laborales se dificulta por ser una tarea técnica, muy operador dependiente y con múltiples variables asociadas
-

## Restricciones para no hablar de Humo Diesel

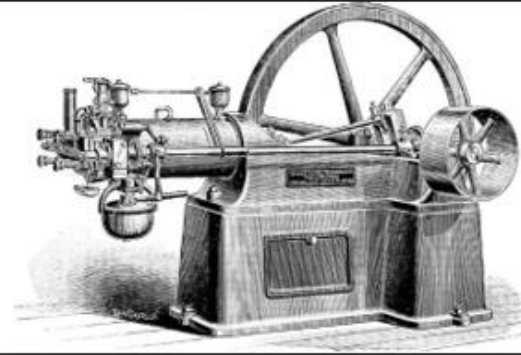
5. Los **estándares y las políticas de públicas** ambientales que regulan el humo diésel son obsoletos (a veces desacertadas) y procuran preferencialmente por disminuir el impacto ambiental más que por el control del efecto cancerígeno.
  6. Los **controles ambientales** de la exposición al humo diésel son simples y efectivos, pero poco conocidos
  7. Los **controles médicos** de la exposición al humo diésel son complejos, indirectos, enfermedades de aparición muy tardía, poco tangibles y que se sobreponen varios efectos cancerígenos y no cancerígenos
  8. La exposición al humo diésel se normalizado en la sociedad, lo que dificulta el cuidado desde el **factor humano**
  9. La normatividad colombiana obliga a priorizar el control y a una **sed de** riesgo mínima frente a exposición al humo diésel en entornos laborales
  10. Reconocer como sociedad y como gremio, que lo estamos haciendo enormemente mal.
-

# o una exposición laboral a cancerígenos



## Línea del tiempo de combustibles fósiles

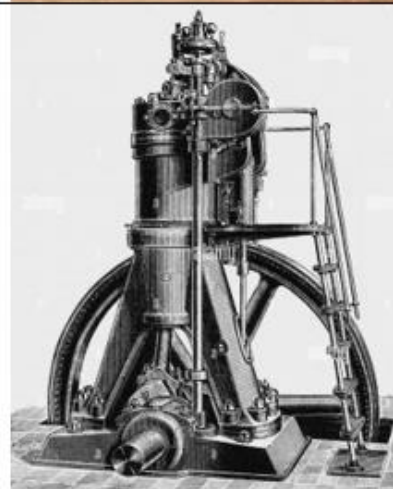
1876 - **Nicolaus Otto** inventa el motor de combustión interna a gasolina.



1885 - **Karl Benz** fabrica el primer automóvil



1892 - **Rudolf Diesel** inventa el motor diésel



# Humo Diésel como una exposición laboral a cancerígenos

## Línea del tiempo de combustibles fósiles

<p>1903 – <b>Henry Ford</b> crea la Ford Motor Company</p>	
<p>1980 – Se hace obligatorio el uso del <u>convertidor catalítico de gases</u>.</p>	
<p><b>1992</b></p>	<p>Se inicia la implementación del <u>estándar EURO 1</u></p>
<p><b>1997</b></p>	<p>Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Naciones unidas adopta el <b>Protocolo en Kioto - Japón</b>, se inicia la descarbonización de la economía, de la industria y satanización del carbono, priorizando las emisiones de gases de efecto invernadero sobre los cancerígenos.</p>

# Humo Diésel como una exposición laboral a cancerígenos



## Línea del tiempo de combustibles fósiles

<b>2000</b>	Europa inicia la estrategia de <b>combustibles limpios</b> eliminando el plomo y el azufre de los combustibles fósiles e iniciando el boom de los vehículos diésel.
<b>2015</b>	<b>“Dieselgate”</b> escándalo por fraude en las emisiones contaminantes de 11 millones de vehículos <b>Volkswagen</b>
<b>2016</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Naciones unidas adopta <b>Acuerdo de París</b> , volviendo a <b>priorizar</b> las emisiones de gases de efecto invernadero.
<b>2017</b>	Se elimina de todos los combustibles el plomo (Colombia lo eliminó desde 1994).

Llevamos 140 años con la misma tecnología de motores y de combustibles fósiles, sin ningún cambio significativo, ahora que sufrimos las consecuencias ambientales y de salud salimos a hacer activismo climático y tomar posturas populistas, no se están tomando las decisiones responsables.

## **Motor diésel:**

- Se utilizan como fuente de energía en una amplia variedad de aplicaciones industriales estacionarias (plantas para la generación de energía, maquinaria agrícola, maquinaria amarilla), para automóviles y vehículos pesados (vehículos de carga, camiones, trenes, buses, maquinaria amarilla, maquinaria agrícola y barcos). Por su durabilidad y bajo mantenimiento es ampliamente utilizado para la agricultura, minería y operación de rescate y salvamento.
  - Es la principal fuerza motriz del transporte de carga, se ha hecho popular por la mayor economía y menor emisión de CO<sub>2</sub>, estos factores han llevado a una especie de “tolerancia” y banalización frente a este riesgo, estas emisiones que poseen mayor cantidad de sustancias cancerígenas y de Material Particulado inferior a <math>2.5 \mu\text{m}</math>.
-



## Motor diésel:

	Motores	
	Diésel	Gasolina
Vida útil	↑↑	↓
Eficiencia energética	↑↑ 25-30 %	↓
Consumo combustible	↓	↑↑
Compresión/presión	↑↑ 400%	↓
Emisión de CO y CO <sub>2</sub>	↓ 30 % menos CO <sub>2</sub>	↑↑
Material Particulado	↑	↓
NOx	↑	↓
Tamaño del motor	↑↑	↓

## Humo Diesel

Las emisiones de estos motores son una mezcla compleja y variable. Básicamente se compone de dos fases:

**La fase gaseosa** está compuesta de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Hidrocarburos aromáticos volátiles y el formaldehído.

**La fase sólida** está compuesta por material particulado de cenizas carbono, sulfatos y restos metálicos. Los hidrocarburos aromáticos cancerígenos (policíclicos y monocíclicos) se distribuyen en la fase gaseosa y de partículas.

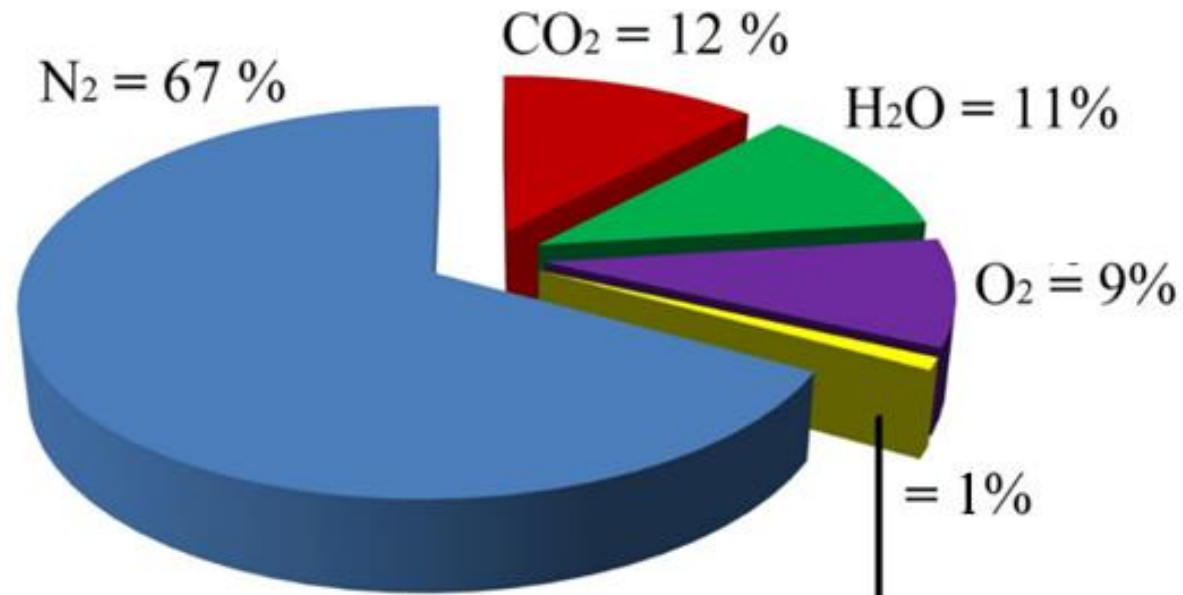
---

## Humo Diesel

Emisiones contaminantes diésel	
Fase gaseosa	<b>Nitrógeno</b>
	<b>Óxidos de nitrógeno (NOx)</b>
	óxido nítrico (NO) ***
	Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) **
	<b>Óxidos de carbono</b>
	CO**
	CO <sub>2</sub> ***
	<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>
Policíclicos: Benzopireno*	
Benceno*	
<b>Formaldehido*</b>	
<b>Sulfatos **</b>	
<b>Fase sólida (Material particulado)</b>	Aerosoles submicrónicos (partículas con un diámetro < 1 µm) **
* IARC 1	
** Nocivos para la salud	
*** Daño medioambiental	
<a href="https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2022/09/List_of_Classifications.pdf">https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2022/09/List_of_Classifications.pdf</a>	

## Humo Diesel

### Composición del humo diésel



Emisiones nocivos				
CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	PM

## Humo Diesel

	Humo de combustión	
	Diésel	Gasolina
Aerosoles submicrónicos (partículas con un diámetro < 1 µm)	↑↑	↓
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	↓	↑↑
Formaldehido	↑↑	↑
Benzopireno	↑↑	↑
Benceno	↑↑	↑
Sulfatos	↑↑	↑

## Humo Diesel

### **Óxidos de nitrógeno (óxido nítrico-NO y dióxido de nitrógeno- NO<sub>2</sub>):**

El óxido nítrico representa el 80% de los compuestos nitrogenados presente en el humo diésel, es muy variable dependiendo del motor, se forman durante el proceso de combustión del diésel en la llama de alta temperatura. Estos compuestos son actualmente los compuestos del humo diésel más estudiado y cuya emisión más se ha podido controlar con tecnologías nuevas.

---

## Humo Diesel

### **Hidrocarburos aromáticos – Benzopireno:**

Es un hidrocarburo aromático policíclico carcinógeno. El IARC (International Agency Research on Cancer) declaró que el benzopireno es cancerígeno para los humanos (Grupo I) desde 2015. La exposición al benzopireno se produce por inhalación, contacto con la piel (el 70% de la cantidad total absorbida por el organismo en el ámbito laboral correspondería a esta vía) o ingestión. En humanos la exposición a benzopireno en el trabajo ha sido asociada a cáncer de pulmón, vejiga, esófago, labio, boca, faringe, melanoma y sistema linfático.

El consumo de tabaco, procesos industriales y algunos alimentos son las principales fuentes de esta sustancia<sup>19</sup>

---

## Humo Diesel

### **Hidrocarburos aromáticos -Benceno**

Es un producto industrial de primera línea, igualmente es subproducto de la combustión de los hidrocarburos, se encuentra en el humo diésel, en solventes como tinner, gasolina, entre otros. Es uno de los compuestos químicos de más bajo TLV.

El benceno posee múltiples rutas oncogénicas, sus metabolitos alteran proteínas y receptores que regulan la expresión de celular, induciendo mutaciones y errores en el material genético (ADN - ARN); de esta manera el benceno y sus metabolitos generan los efectos genotóxicos al nivel de las células madre hematopoyéticas pluripotentes que dan como resultado cambios genéticos en humanos consistentes con los observados en el cáncer hematopoyético (linfoma, mieloma, etc).



## **Humo Diesel**

### **Formaldehído**

El formaldehído es una importante materia prima industrial de múltiples procesos, se ha demostrado su relación con el cáncer de epitelio respiratorio y enfermedades hematopoyéticas. Genera su acción oncogénica al interactuar con la proteína que catalizan la replicación y transcripción del material genético (ADN - ARN), su TLV es muy bajo y ha sido objeto de constantes correcciones.

### **Sulfatos**

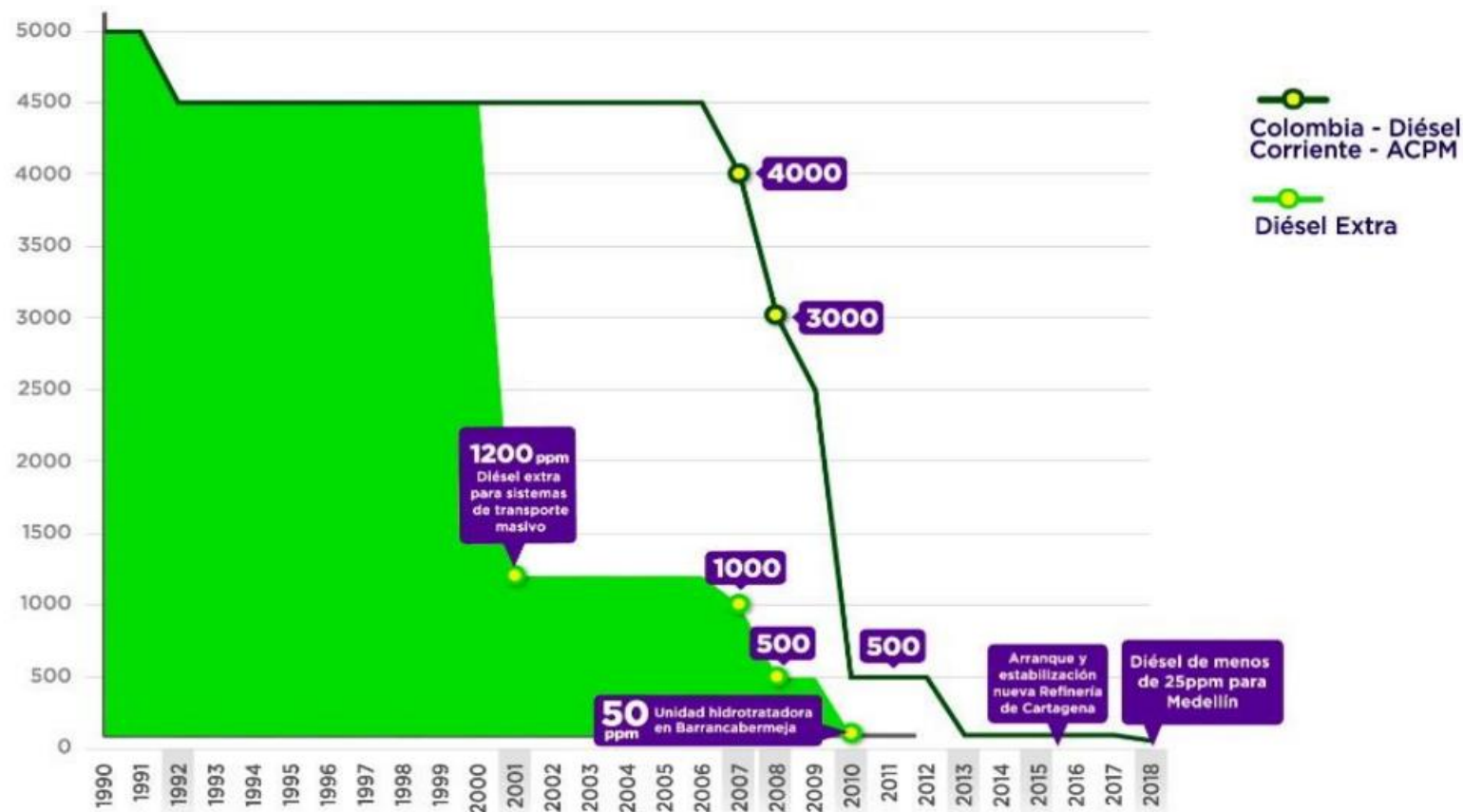
Los productos sulfurados son sustancias irritantes para las vías respiratorias y altamente tóxica.

---

# Humo Diésel como una exposición laboral a cancerígenos



Figura 1. Evolución calidad de diésel en Colombia - Contenido de Azufre



Fuente: Ecopetrol

## Humo Diesel

### Material particulado

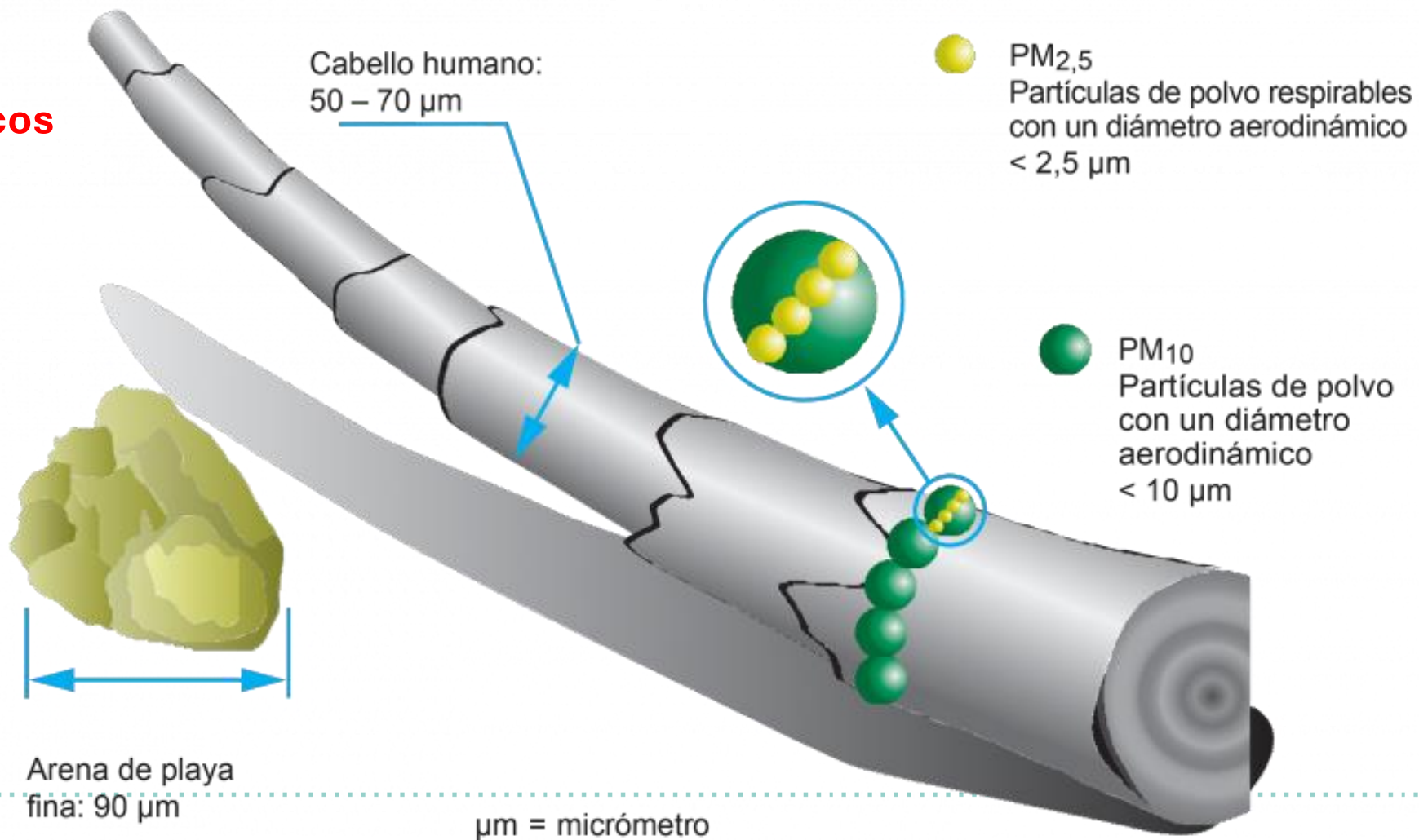
La "**partícula**" es un término que se emplea para describir cualquier material sólido o líquido dividido finamente, que es dispersado y arrastrado por el aire y que tiene un tamaño que varía entre 0.0002 y 500  $\mu\text{m}$ . **Aerosoles submicrónicos** (partículas con un diámetro  $< 1 \mu\text{m}$ ) (Echeverri y Maya, 2010). Generalmente, en el humo diésel los aerosoles consisten en partículas individuales muy diminutas con un núcleo sólido que absorbe muchas sustancias tóxicas (Benceno, Formaldehído, benzopireno). L. Rushton, 2014

---

## Humo Diesel

### Aerosoles submicrónicos

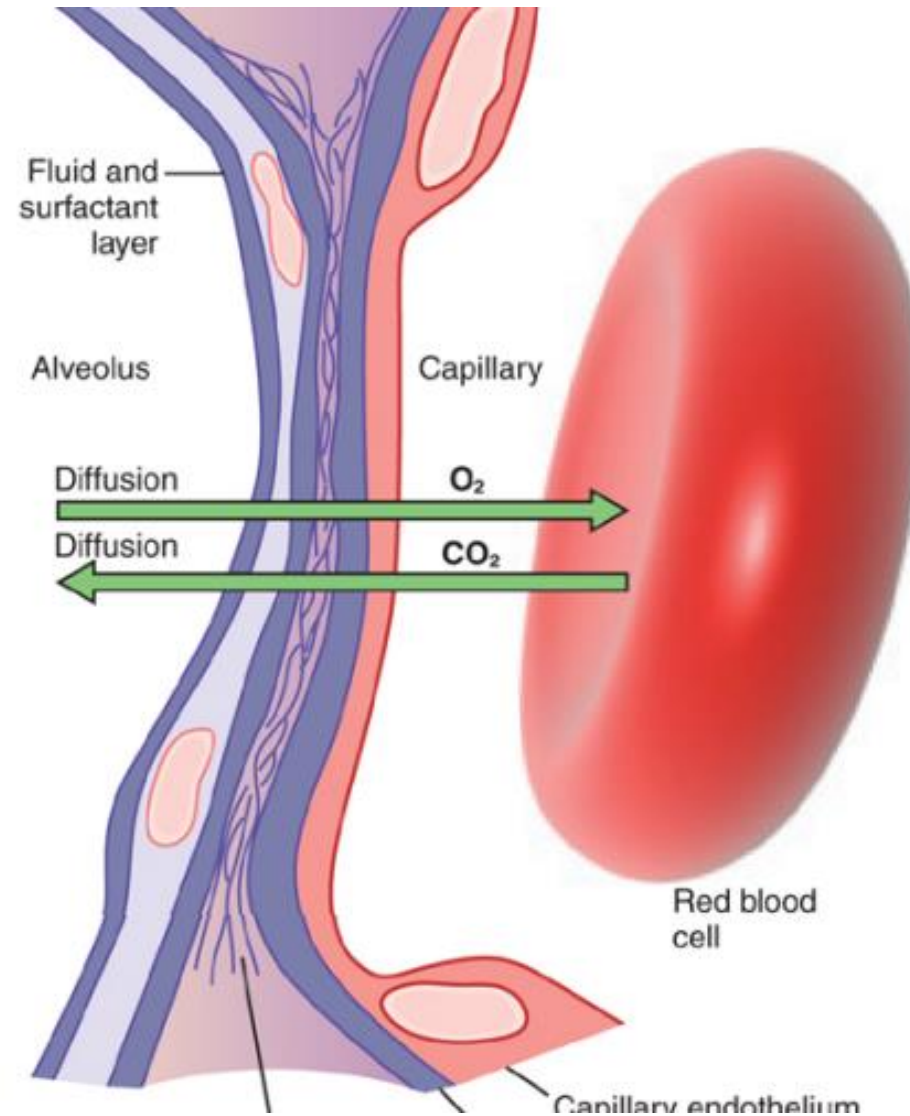
barrera hematogaseosa



## Humo Diesel

### Aerosoles submicrónicos

barrera hematogaseosa



## Humo Diesel

Los gases de escape de los motores diésel son un cuádruple problema para la salud pública		
<b>Cancerígenos</b>	Cáncer de pulmón y de vejiga	
<b>Toxinas</b>	Sist. Nervioso central, disrupción neuro endocrina.	
<b>Material particulado</b>	Aerosoles carbonosos de tamaño submicrométrico.	Muerte cardiovascular prematura (8.000 muertes prematuras al año EPA), fibrosis pulmonar
	Partículas respirables.	Probabilidad aumentada para adquirir enfermedades respiratorias y Exacerbación de enfermedades respiratorias crónicas preexistentes.
<b>óxidos de nitrógeno</b>	Irritantes para el epitelio respiratoria, destruyen la reserva de la función pulmonar. (1.5 millones de días laborales perdidos al año EPA)	
	Rushton, 2014	

NOTICIAS

## En el Día sin carro aumentaron los niveles de contaminación por material particulado

Informe de investigadores de la Universidad de los Andes revela que en la jornada del 1 de febrero se generaron altos niveles de material nocivo para la salud.



AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

GOBERNANZA DEL AIRE

CALIDAD DE AIRE

CONTAMINACIÓN



DÍA SIN CARRO Y SIN MOTO

MATERIAL PARTICULADO

REPÚBLICA DE COLOMBIA



DECRETO 1072 DE 2015

(Mayo 26)

*Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*

MINISTERIO DEL TRABAJO

*En ejercicio de las facultades que  
confiere el numeral 113 de la Constitución Política de Colombia*

CONSIDERANDO:

**(Decreto 1072 de 2015 –Art 2.2.4.6.15).**

*“Cuando en el proceso productivo, se involucren agentes potencialmente cancerígenos, deberán ser considerados como prioritarios, independiente de su dosis y nivel de exposición”*



REPÚBLICA DE COLOMBIA



## RESOLUCION 2346 DE 2007

(julio 11)

*Por la cual se regula la práctica de evaluaciones  
médicas ocupacionales*

MINISTERIO DE SALUD

en uso de su  
de las que le  
Sustantivo d  
de la Ley 9ª  
2º del Decre  
Decreto 129

CONSIDERA

### Resolución 2346 de 2007 -Artículo 13.

Se deben utilizar los parámetros o estándares establecidos y recomendados así:

Exposición	Parámetro o estándar
Químicos en general	TLV - ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales)
Agentes cancerígenos	OMS - IARC (Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer)
Neumoconiosis	OIT – Organización Internacional del Trabajo
Agentes biológicos	CDC – Centro para el Control de Enfermedades

## Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional

*“Para las sustancias cancerígenas (benceno) los TLV, son límites recomendados para un estándar americano y no una frontera entre condiciones seguras y peligrosas” (Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional).*

# Humo Diésel como una exposición laboral a cancerígenos



MINISTERIO DE AMBIENTE

POLÍTICA DE  
PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA  
CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Resolución 2254 de  
2017

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE  
**INVENTARIOS DE  
EMISIONES  
ATMOSFÉRICAS**





44° Congreso de Ergonomía, Higiene,  
Medicina y Seguridad Ocupacional.

Hotel Intercontinental Medellín - Colombia

6, 7 y 8 de noviembre de 2024



Reflexión, madurez y nuevos desafíos

“Cambiar un paradigma  
significa modificar la manera de  
hacer las cosas”

*Joel Barker*

Organiza:



[www.corporacionsoa.co](http://www.corporacionsoa.co)

