

# **INQUINANTI AERODISPERSI**

# INQUINANTI AERODISPERSI

## DEFINIZIONI

**AEROSOL:** dispersione di un solido o di un liquido in un mezzo gassoso relativamente stabile in un campo gravitazionale. **MONODISPERSO:** quando le dimensioni della particella in sospensione sono comprese in un intervallo molto ristretto di valori. **POLIDISPERSO:** dimensioni delle particelle in un intervallo molto ampio di valori

**FUMO:** dispersione in aria di particelle solide ( $\varnothing 10^{-3}$ - $2 \mu\text{m}$ ) provenienti o da combustione incompleta di sostanze carboniose o da sublimazione di sostanze gassose prodotte dalla volatilizzazione di sostanze surriscaldate (fenomeni di ossidoriduzione e degradazione termica).

# INQUINANTI AERODISPERSI

## DEFINIZIONI

**NEBBIA:** dispersione in aria di goccioline di liquido ( $\emptyset$  2-50  $\mu\text{m}$ ) provenienti dalla condensazione di vapori saturi o nebulizzazione di liquidi.

**POLVERE:** dispersione in aria di particelle solide, di diametro molto variabile, provenienti dalla movimentazione di solidi preesistenti allo stato pulverulento o dalla frammentazione di materiali sia naturali che artificiali.

**SMOG:** sospensione in un gas di particelle solide e liquide prodotte da fenomeni naturali e dalle attività umane e industriali.

# INQUINANTI AERODISPERSI

## DEFINIZIONI

**GAS:** aeriformi che a temperatura ambiente (25°C) non possono mai essere in presenza della propria fase liquida o solida (ossigeno, azoto).

**VAPORE:** sostanze aerodisperse a temperatura inferiore al proprio punto di ebollizione e che possono coesistere a temperatura ambiente nella propria fase liquida e solida (solventi).

# INQUINANTI AERODISPERSI

## POLVERI

Sono inquinanti molto diffusi nell'ambiente di lavoro e causano patologie importanti a carico dell'apparato respiratorio.

Sono prodotte dalla dispersione di un solido in aria a causa di operazioni meccaniche.

Sono particelle solide sospese in aria con un **diametro aerodinamico compreso tra 0,1 e 100  $\mu\text{m}$** .

Possono essere distinte in inorganiche e organiche.

# INQUINANTI AERODISPERSI

## POLVERI

### CLASSIFICAZIONE

- |                      |   |
|----------------------|---|
| <b>1. ORIGINE</b>    | inorganiche (minerali, metalliche)<br>organiche (vegetali, animali) |
| <b>2. DIMENSIONI</b> | respirabili (<5 µm)<br>non respirabili                              |
| <b>3. AZIONE</b>     | fibrogene   |
| <b>BIOLOGICA</b>     | inerti<br>sensibilizzanti<br>irritanti                              |

# INQUINANTI AERODISPERSI

## POLVERI

### AZIONE BIOLOGICA

**INERTI:** non contengono quarzo o ne contengono in quantità <1%

#### **TOSSICHE:**

sclerogene (pneumoconiogene: contenuto in quarzo >1%, alcune fibre.  
Interessano l'interstizio polmonare)

asmogene (polveri di lino e cotone.  
Interessano l'apparato bronchiale)

**CANCEROGENE:** polveri di legno.

# **INQUINANTI AERODISPERSI**

## **POLVERI INERTI**

**(contenuto in quarzo <1%):**

**allumina**

**alabastr**

**basalti**

**cemento**

**refrattari**



# **INQUINANTI AERODISPERSI**

## **POLVERI SILICOTIGENE**

**ardesia (25%)**

**argilla (20%)**

**granito e porfido (27%)**

**sabbie di fiume e di fonderia (37-70%)**

# INQUINANTI AERODISPERSI

## POLVERI

### CLASSIFICAZIONE 3

#### DEPOSIZIONE REGIONALE DELLE POLVERI

Le polveri che penetrano nell'apparato respiratorio vengono trattenute in modo diverso in relazione al loro **diametro aerodinamico**:

**diametro di una particella sferica di densità unitaria che abbia un comportamento aerodinamico uguale a quello della particella in esame**

# INQUINANTI AERODISPERSI

## POLVERI

### MODALITA' DI DEPOSIZIONE

1. Intercettazione
2. Impatto inerziale
3. Sedimentazione
4. Diffusione

# INQUINANTI AERODISPERSI

## POLVERI

### 1. Intercettazione

avviene quando la polvere trova un ostacolo sul suo cammino. E' un meccanismo efficace soprattutto nel caso di polveri fibrose allungate.

# INQUINANTI AERODISPERSI

## POLVERI

### 2. Impatto inerziale

- dovuto ad un brusco cambio di direzione del flusso aereo per ragioni anatomiche (nelle prime vie aeree vi sono notevoli cambiamenti di direzione del flusso: turbinati, naso-faringe, laringe, trachea).
- Quando una particella è portata da un flusso d'aria che cambia direzione, essa tende a mantenere la direzione originale per forza di inerzia, andando a sbattere contro le pareti dove si deposita. Tale fenomeno è tanto maggiore quanto più grande è la massa della particella.
- La deposizione per impatto inerziale avviene per lo più nella regione naso-faringea. Le particelle più piccole ( $<20 \mu\text{m}$ ) continuano il loro viaggio penetrando nelle zone più profonde.

# INQUINANTI AERODISPERSI

## POLVERI

### 3. Sedimentazione

E' legata alla forza di gravità delle particelle che si depositano quindi sulle pareti quando la forza di sostenimento dinamico nel flusso aereo viene a mancare o a ridursi di molto. Sedimentano prima a livello bronchiale le particelle più grandi (10  $\mu\text{m}$ ) e poi a livello bronchiolo-alveolare le particelle di diametro inferiore.

# INQUINANTI AERODISPERSI

## POLVERI

### 4. Diffusione

Le particelle più piccole (0,1-5  $\mu\text{m}$ ) si depositano a livello della membrana alveolare per mezzo di tale modalità.

# INQUINANTI AERODISPERSI

## SILICE

- a) **silice libera cristallina:** quarzo, tridimite, cristobalite;
- b) **silice libera amorfa anidra:** pietra pomice, vetro di quarzo;
- c) **silice libera amorfa idrata:** farina fossile (terra di diatomee), silice colloidale.



# INQUINANTI AERODISPERSI

## ASBESTO

L'asbesto è costituito da silicati di magnesio e ferro a struttura fibrosa.

1. **Gruppo del serpentino:** crisotilo (amianto bianco)
2. **Gruppo degli anfiboli:** crocidolite (amianto blu), amosite (amianto bruno), antofillite, tremolite, actinolite

# INQUINANTI AERODISPERSI

Per fibre si intendono particelle allungate che abbiano:

1. rapporto lunghezza/diametro  $\geq 3$
2. lunghezza  $> 5 \mu\text{m}$

# INQUINANTI AERODISPERSI

## ASBESTO

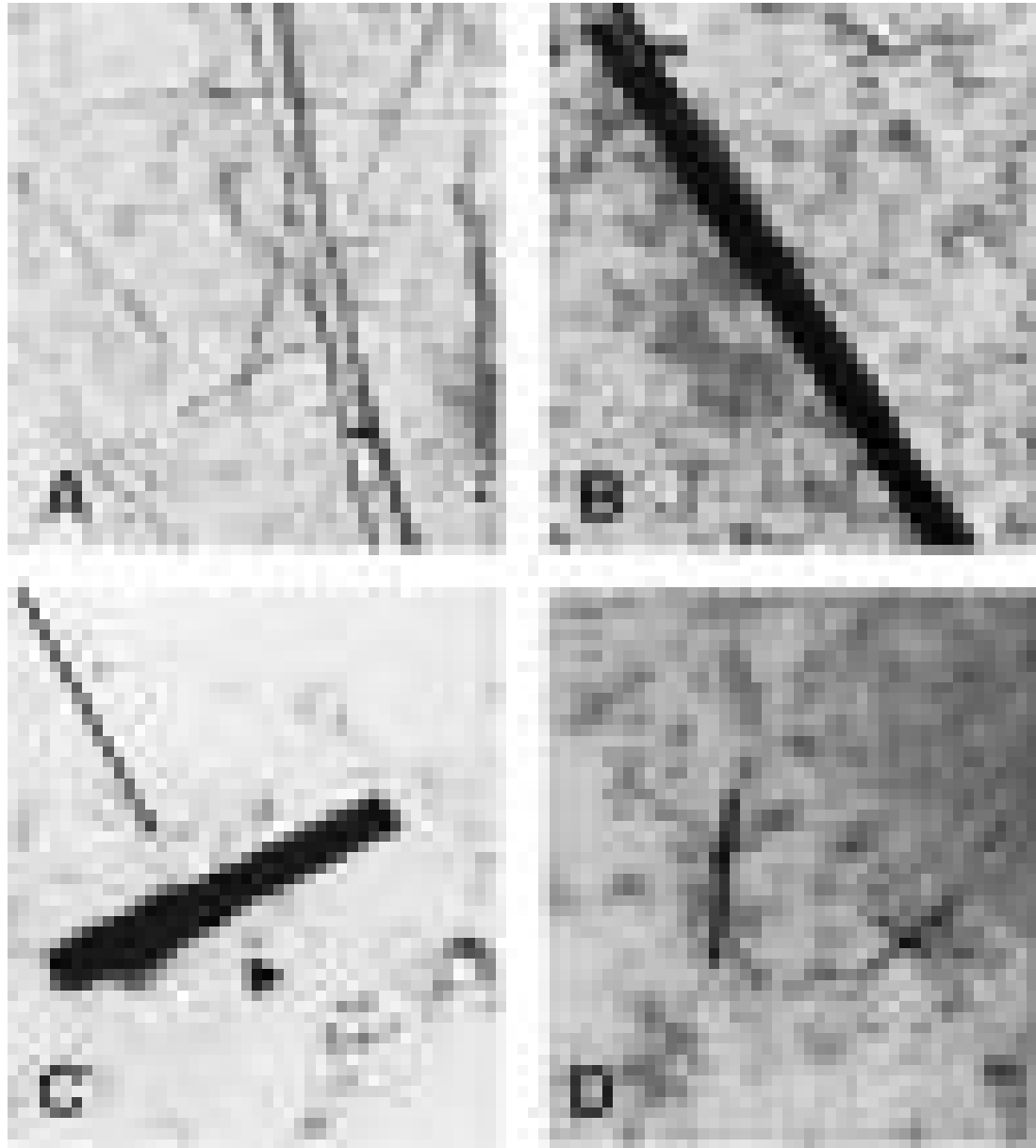
**Il 90% dell'amianto impiegato è crisotilo.**

**La caratteristica delle fibre del crisotilo è di essere relativamente corta e ricurva, per cui difficilmente raggiunge le vie aeree distali.**

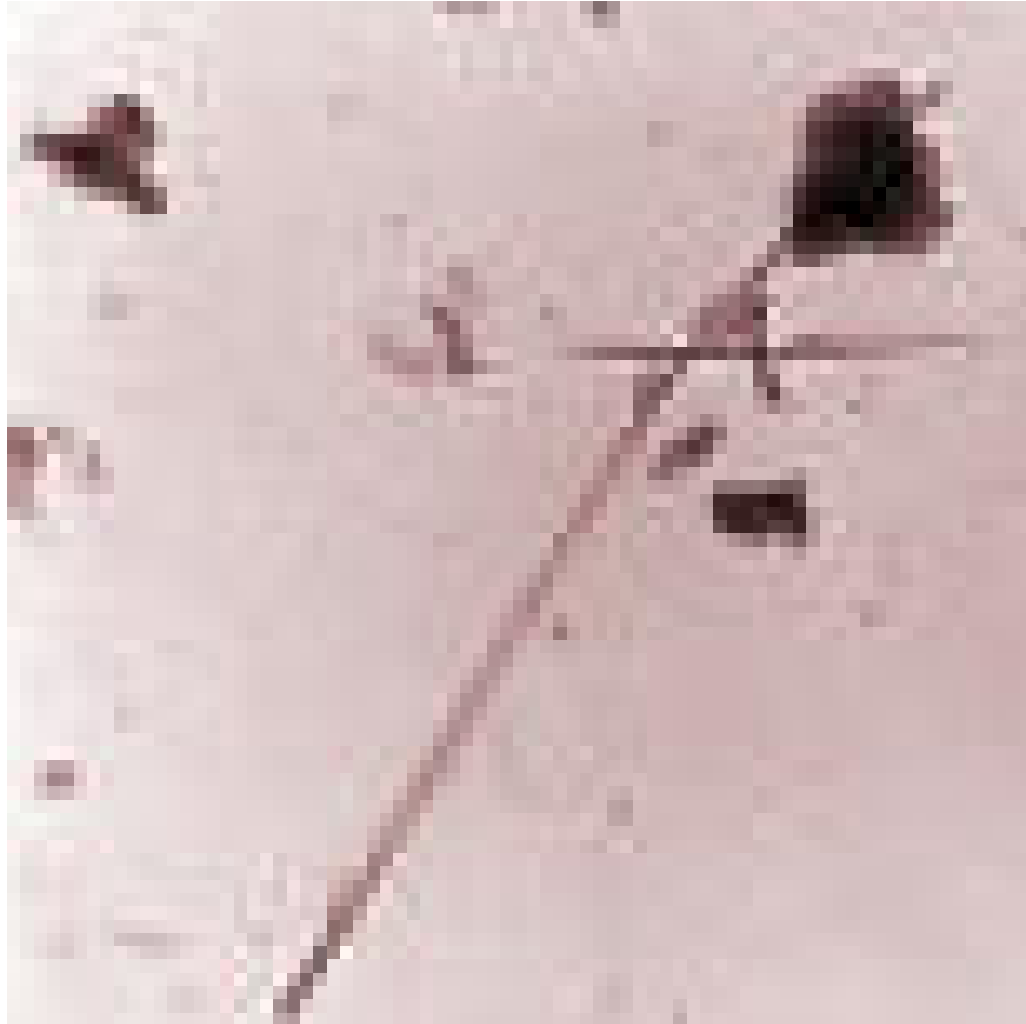
**Gli anfiboli sono invece a struttura rettilinea con un rapporto lunghezza/diametro particolarmente elevato, caratteristica che permette loro di raggiungere la pleura.**



**crisotilo**



**crocidolite**



**crocidolite**

# INQUINANTI AERODISPERSI

## FIBRE MINERALI ARTIFICIALI

**1. Fibre minerali di vetro:** sono costituite da (in ordine di comparsa):

**lana di scoria**

**lana di roccia**

**lana di vetro**

Sono ottenute artificialmente per centrifugazione e soffiatura allo stato di fusione ed infine filate in continuo per trazione in filiera

**2. Fibre ceramiche**

Sono impiegate come isolanti termici

# INQUINANTI AERODISPERSI

## PRINCIPI GENERALI NELLA PATOGENESI DEL DANNO POLMONARE CAUSATO DAGLI XENOBIOTICI

La idro-solubilità è il fattore critico nel determinare la penetrazione di un gas:

**altamente solubili:**  $\text{SO}_2$  non progredisce oltre la mucosa nasale ed è relativamente non tossica, ma se veicolato da materiale particolato può superare tale barriera e penetrare in profondità.



# INQUINANTI AERODISPERSI

## PRINCIPI GENERALI NELLA PATOGENESI DEL DANNO POLMONARE CAUSATO DAGLI XENOBIOTICI

**relativamente insolubili:** ozono e ossidi di azoto penetrano profondamente nel polmone.

**insolubili:** CO e H<sub>2</sub>S passano il tratto respiratorio e entrano nel torrente circolatorio per essere distribuiti all'organismo.

# **INQUINANTI AERODISPERSI**

## **PRINCIPI GENERALI NELLA PATOGENESI DEL DANNO POLMONARE CAUSATO DAGLI XENOBIOTICI**

**Fattore importante può risultare il metabolismo ossidativo (es. idrocarburi policiclici aromatici) mediato soprattutto dal cit. P-450 1A1.**

# INQUINANTI AERODISPERSI (**PM**)

L'aria che respiriamo è composta da:

78,9 % di azoto

20,9% di ossigeno

0,2% di CO<sub>2</sub>, He e altri gas nobili, H<sub>2</sub>

Si aggiungono inoltre le numerose fonti di inquinamento urbano che sono:

1. **PTS** (polveri totali sospese)
2. **PM<sub>10</sub>**
3. **PM<sub>2,5</sub>**

# INQUINANTI AERODISPERSI (**PM**)

I  $PM_{10}$  (frazione inalabile-toracica) e  $PM_{2,5}$  (frazione respirabile) hanno composizione molto variabile a secondo della località e dell'inquinamento, ma generalmente sono costituite da residui provenienti da:

**1. Riscaldamento civile e domestico**

**2. Traffico veicolare**

emissioni gas di scarico (aerosol primario)

usura dei pneumatici

usura dei freni

# AEROSOL

1. Particelle di Aitken (**nucleation mode**): 0,001-0,1  $\mu\text{m}$
2. Particelle larghe (**accumulation mode**): 0,1-1  $\mu\text{m}$
3. Particelle giganti (**coarse mode**):  $>1 \mu\text{m}$

# AEROSOL

Le nanoparticelle sono definite:

- 1. particelle ultrafini dai tossicologi**
- 2. Aitken mode e nucleation mode dai climatologi**
- 3. engineered nano-structured materials dai materialisti**

# AEROSOL

1. Particelle di Aitken (**nucleation mode**): 0,001-0,1  $\mu\text{m}$   
nanoparticelle ingegnerizzate
2. Particelle larghe (**accumulation mode**): 0,1-1  $\mu\text{m}$   
batteri, alghe, protozoi, funghi, virus
3. Particelle giganti (**coarse mode**): >1  $\mu\text{m}$   
pollini, spore e frammenti di piante e animali

**Aerosol primari prodotti dalla combustione rientrano in tutti e tre i range di grandezza**

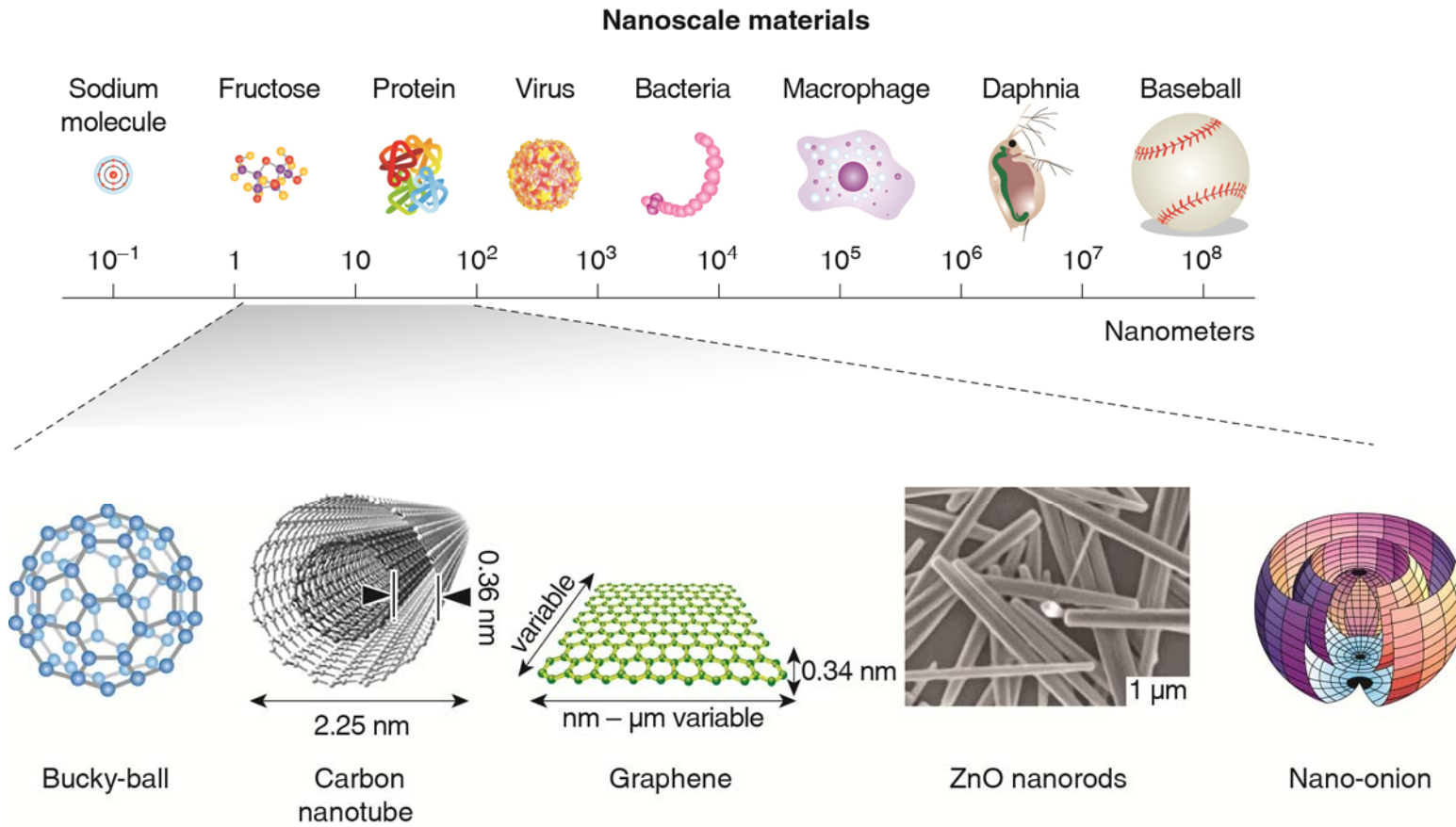


Figure 28-1. Length scales for natural and synthetic structures (above) and some examples of engineered nanomaterials of varying size and shape (below).