



# **Nanomateriali e nanotecnologie in alimenti e cosmetici**

*Dr. Federico Benetti*

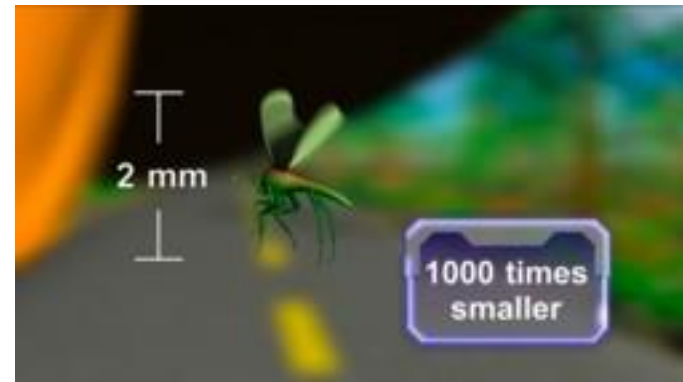
*ECSIN-ECAMRICERT SRL*

**Nanotecnologia** è la manipolazione della materia a livello atomico, molecolare e/o sovramolecolare al fine di ottenere proprietà uniche

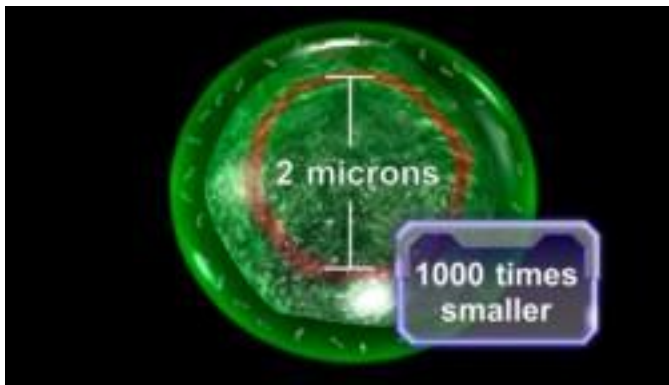
**Nanomateriale** è un materiale naturale, casuale o prodotto contenente particelle con una o più dimensioni nell'intervallo di grandezza **1 nm – 100 nm**.  
(*FDA nel 2006 dichiarato nanomateriale particelle aventi dimensioni <micron aventi proprietà uniche*)



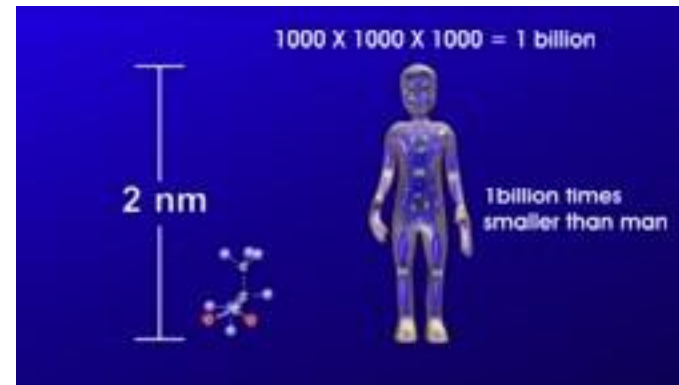
Partiamo da un uomo...



... arriviamo ad una zanzara ...

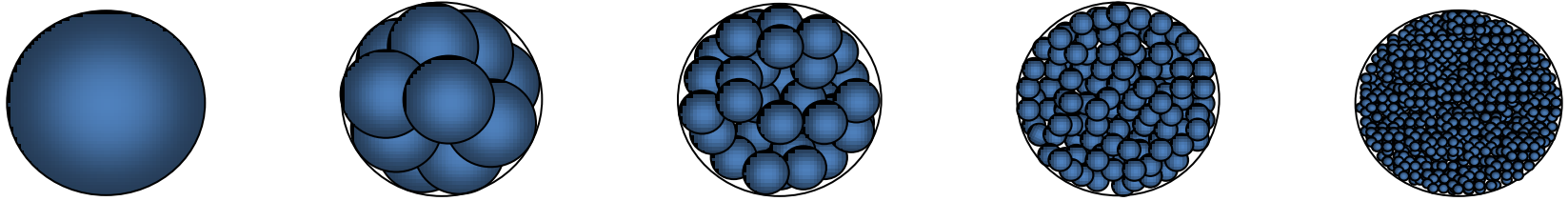


... arriviamo ai suoi occhi...

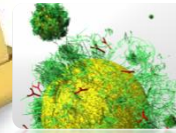
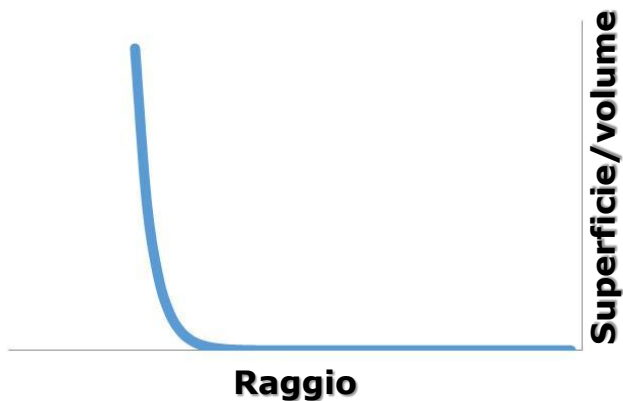


... e finalmente arriviamo al nanometro, un miliardesimo di metro

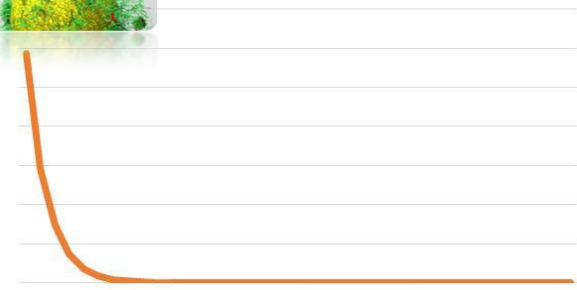
## DIMENSIONE E AREA SUPERFICIALE !



- > Area superficiale/volume
- > Numero particelle/massa
- > Numero di atomi/superficie



Costi



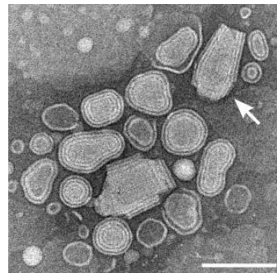
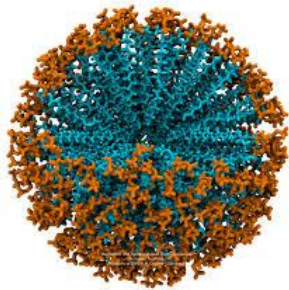
Raggio

- ❑ DIMENSIONE
- ❑ AREA SUPERFICIALE
- ❑ SOLUBILITÀ
- ❑ COMPOSIZIONE CHIMICA
- ❑ FORMA
- ❑ STATO DI AGGLOMERAZIONE/AGGREGAZIONE
- ❑ CRISTALLINO/AMORFO
- ❑ ENERGIA DI SUPERFICIE
- ❑ CARICA SUPERFICIALE
- ❑ MORFOLOGIA DELLA SUPERFICIE
- ❑ RIVESTIMENTO SUPERFICIALE

I nanomateriali possono essere:

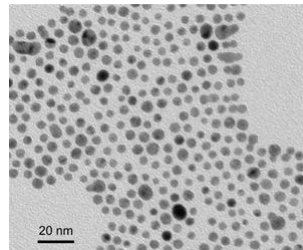
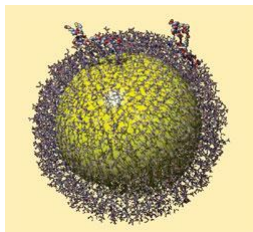
1. Organici (lipidi, micelle)
2. Inorganici (metalli/metalloidi)

## Nanomateriali organici



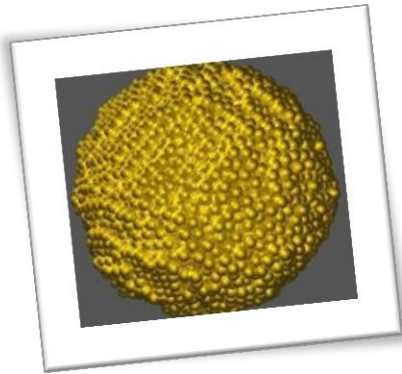
- nutraceutica
- drug delivery system
- agenti di contrasto

## Nanomateriali inorganici



- catalizzatori
- archivio dati
- agenti antimicrobici
- agenti di contrasto per MRI
- dispositivi medici

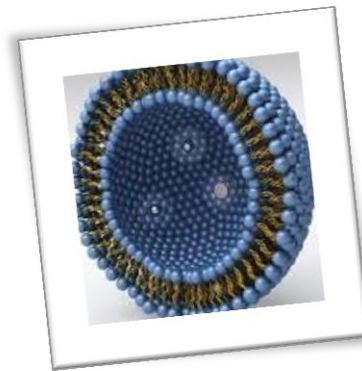
## Inorganici



### Costituiti da metalli e metalloidi

- ❑ Costituiscono il «principio attivo – alimento funzionale»
- ❑ Introduzione di elementi non fisiologici
- ❑ Biopersistenti
- ❑ Rilascio di ioni («principio attivo» non in nanoforma)

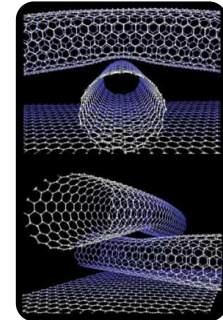
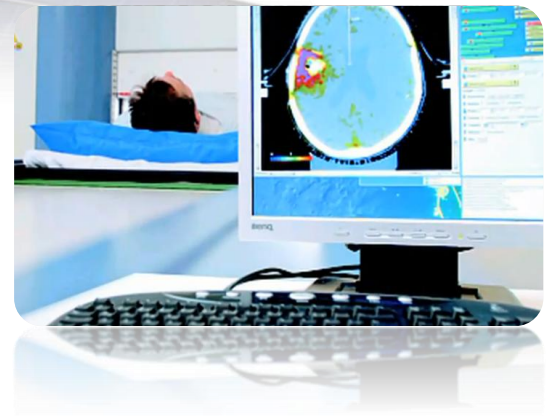
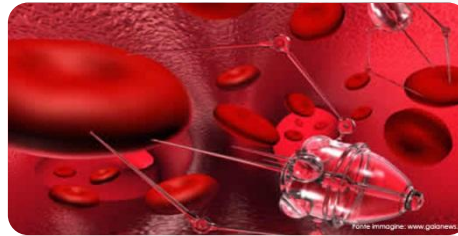
## Organici



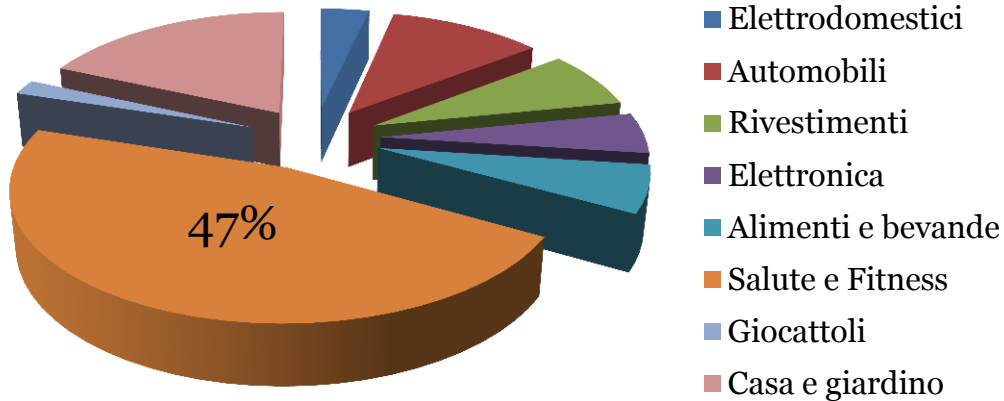
### Costituiti da molecole organiche

- ❑ Costituiscono il «principio attivo» o il veicolo per trasportare il principio attivo
- ❑ Elementi fisiologici
- ❑ Biodegradabili
- ❑ Rilascio del principio attivo

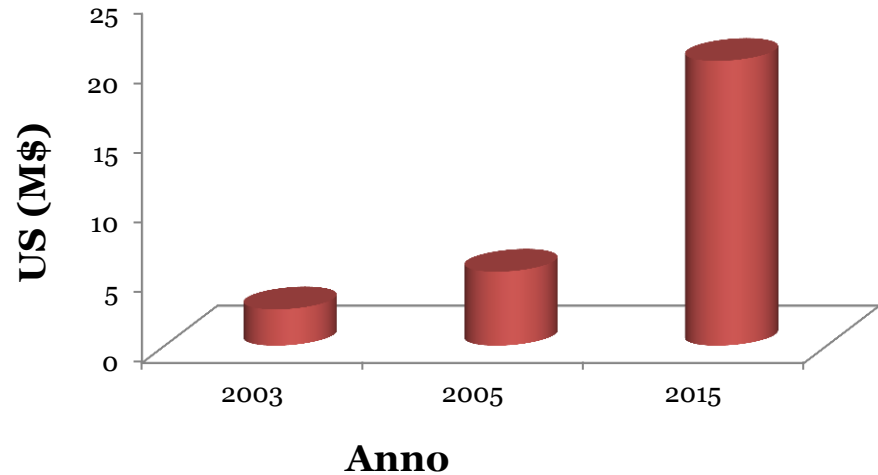




### Nanomateriali in diversi settori



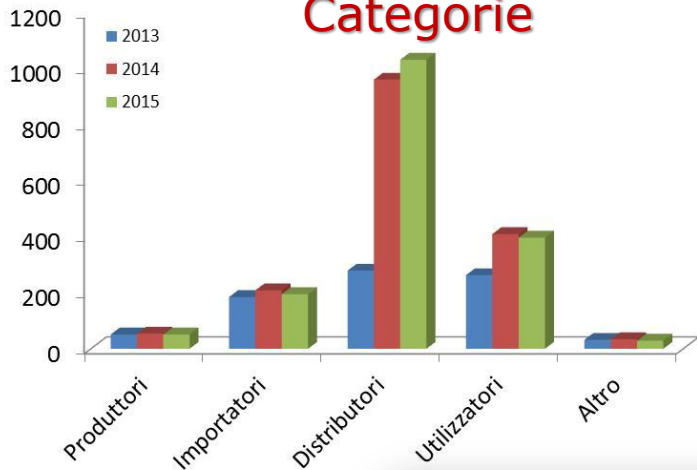
### NanoFood Market



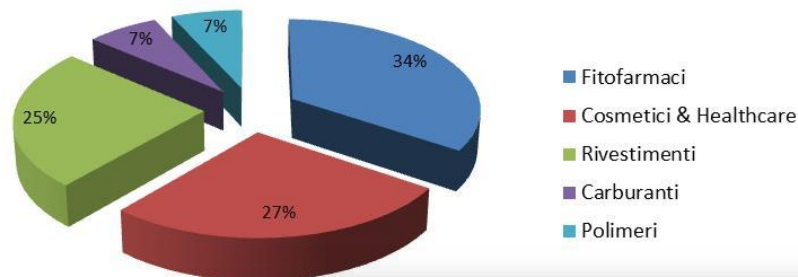
# **ESEMPIO EUROPEO**

## ***FRANCIA***

### Categorie



### Prodotti

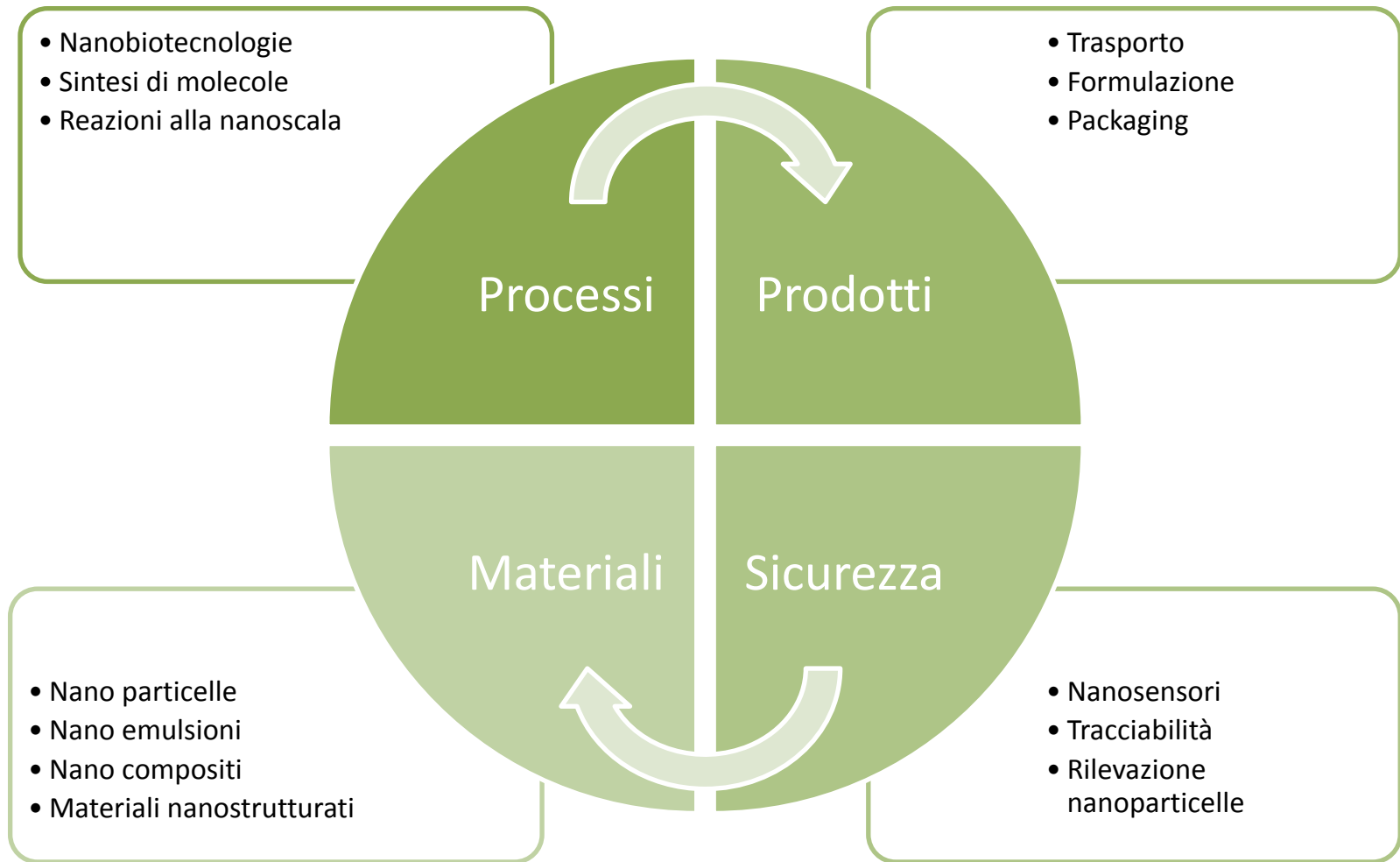


Intervalle de quantité	Pourcentage de déclarations 2015
> 10 000 t	0,2
1 000 – 10 000 t	0,5
100 - 1 000 t	2,0
10 - 100 t	6,7
1 - 10 t	17,4
100 kg - 1 t	28,1
10 - 100 kg	26,7
1 - 10 kg	11,5
0,1 – 1 kg	6,2
< 100 g	0,7

### Sostanze importate

Nom générique	Bande de tonnage
Carbon black	> 100 000 t
Silicon dioxide	> 100 000 t
Calcium carbonate	10 000 t à 100 000 t
Titanium dioxide	10 000 t à 100 000 t
Boehmite (Al(OH)O)	1000 t à 10 000 t
Copolymère de chlorure de vinylidène	1000 t à 10 000 t
Silicic acid, magnesium salt	1000 t à 10 000 t
Aluminium oxide	1000 t à 10 000 t
Polychlorure de vinyle	1000 t à 10 000 t
Mélange réactionnel de dioxyde de cérium et de dioxyde de zirconium	1000 t à 10 000 t
Calcium 4-[(5-chloro-4-methyl-2-sulphonatophenyl)azo]-3-hydroxy-2-naphthoate	1000 t à 10 000 t
Kaolin	100 t à 1000 t
3,6-bis-biphenyl-4-yl-2,5-dihydropyrrolo[3,4-c]pyrrole-1,4-dione	100 t à 1000 t
Iron hydroxide oxide yellow	100 t à 1000 t
Aluminium hydroxide	100 t à 1000 t
Diiron trioxide	100 t à 1000 t
Iron hydroxide oxide	100 t à 1000 t
3,6-diphenyl-2,5-dihydropyrrolo[3,4-c]pyrrole-1,4-dione	100 t à 1000 t

# **Uso nanomateriali in alimenti e cosmetici**





## Nanocompositi

- Effetto barriera
- Proprietà meccaniche
- Stabilità termica
- Minor peso



## Packaging attivo

- Rimozione ossigeno
- Rimozione vapore acqueo
- Rimozione etilene
- Rilascio biocidi
- Auto riparante



## Packaging intelligente

- Sensori gas
- Sensori temperatura
- Sensori qualità
- Biosensori
- Integrità
- Tracciabilità



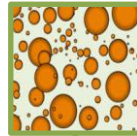
## Packaging biodegradabile

- Inchiostri e pigmenti
- Filler biodegradabili



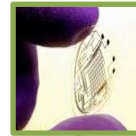
## Agricoltura

- Nuovi pesticidi
- Ingegneria genetica
- Tracciabilità
- Sensori per monitorare le condizioni del suolo



## Processi produttivi

- Incapsulazione di aromi
- Agenti gelificanti
- Nano emulsioni
- Anti agglomerazione
- Sistemi di sanificazione



## Prodotti

- Protezione UV
- Antimicrobici
- Sensori qualità
- Sensori anticontraffazione
- Sensori per i contaminanti



## Aspetti nutrizionali

- Nutraceutici
- Trasporto di nutrienti
- Fortificazione con minerali e vitamine
- Purificazione dell'acqua potabile
- Caratterizzazione e degli ingredienti





## Nano-compositi

- Effetto barriera
- Proprietà meccaniche
- Stabilità termica
- Minor peso
- Antibattericità



## Nano-ingredienti

- Biodisponibilità
- Stabilità ingredienti
- Protezione UV
- Durata degli effetti
- Intensità colore

Ossidi metallici (ZnO, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>) - protezione UV

Metalli (Ag, Au) - antibattericità e antirughe

Fullereni - prodotti cura della pelle

Nanoemulsioni - maggiore stabilità, durata degli ingredienti e biodisponibilità

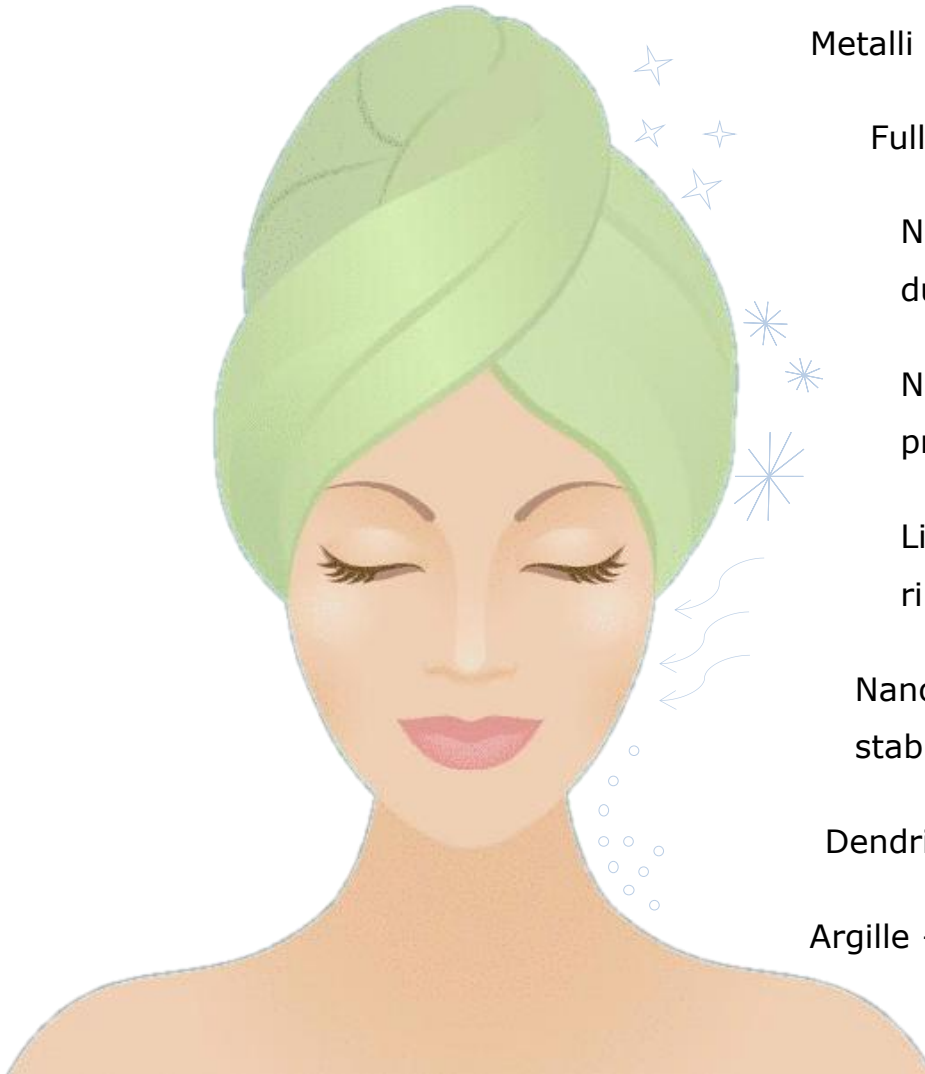
Nanocapsule - biodisponibilità/stabilità principi attivi

Liposomi - maggiore biodisponibilità e rilascio controllato

Nanoparticelle lipidiche solide (SLN) - stabilità ingredienti, rilascio controllato

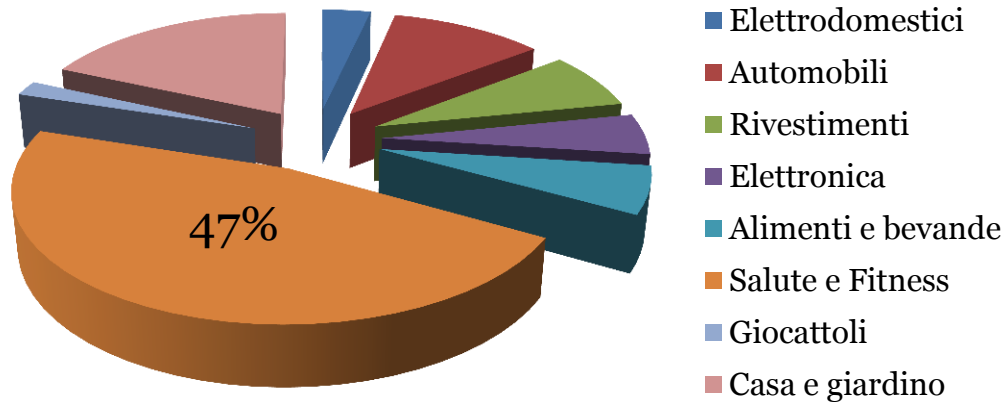
Dendrimeri - trasporto principio attivo

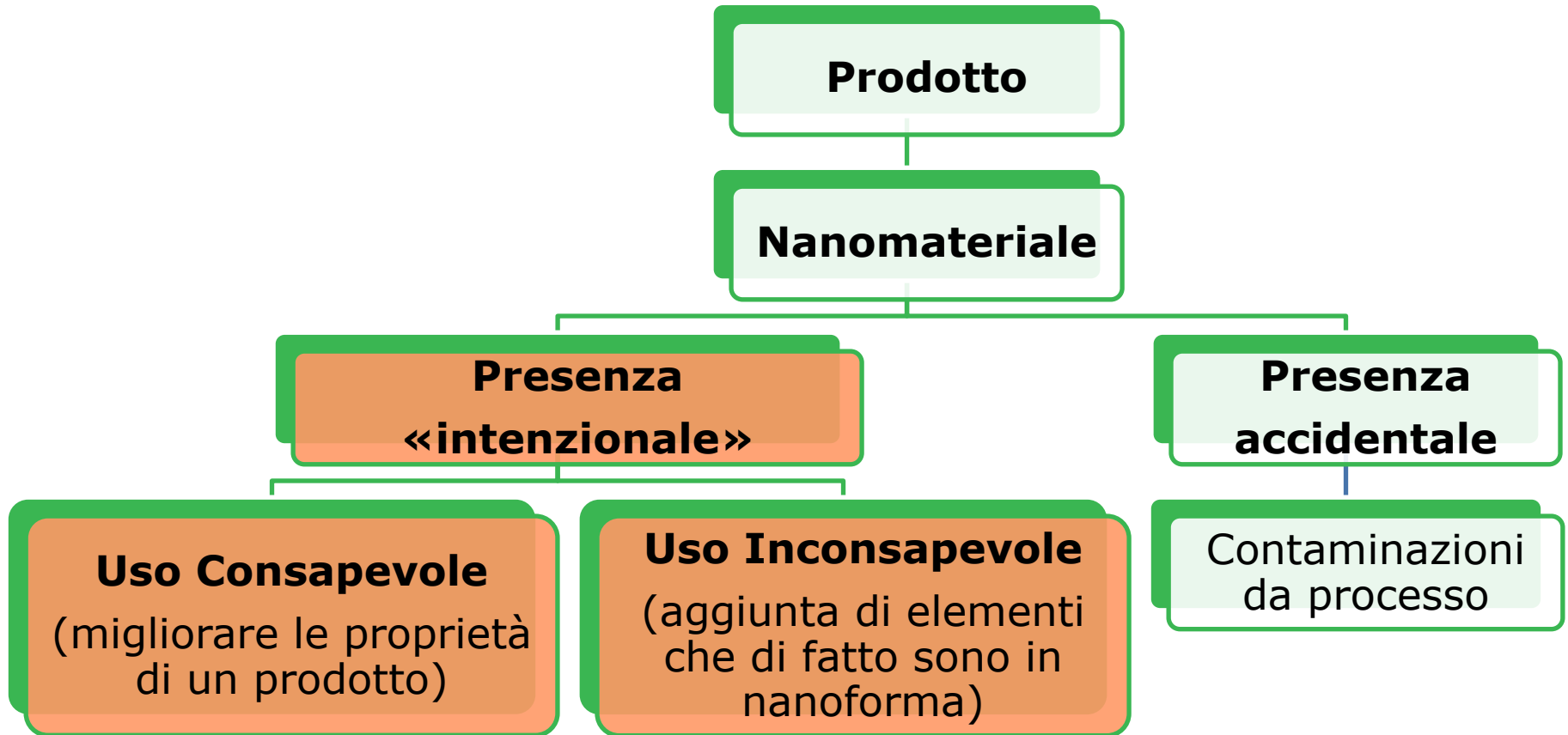
Argille - barriera gas packaging



**C'è una reale esposizione ai nanomateriali?**

## Nanomateriali in diversi settori



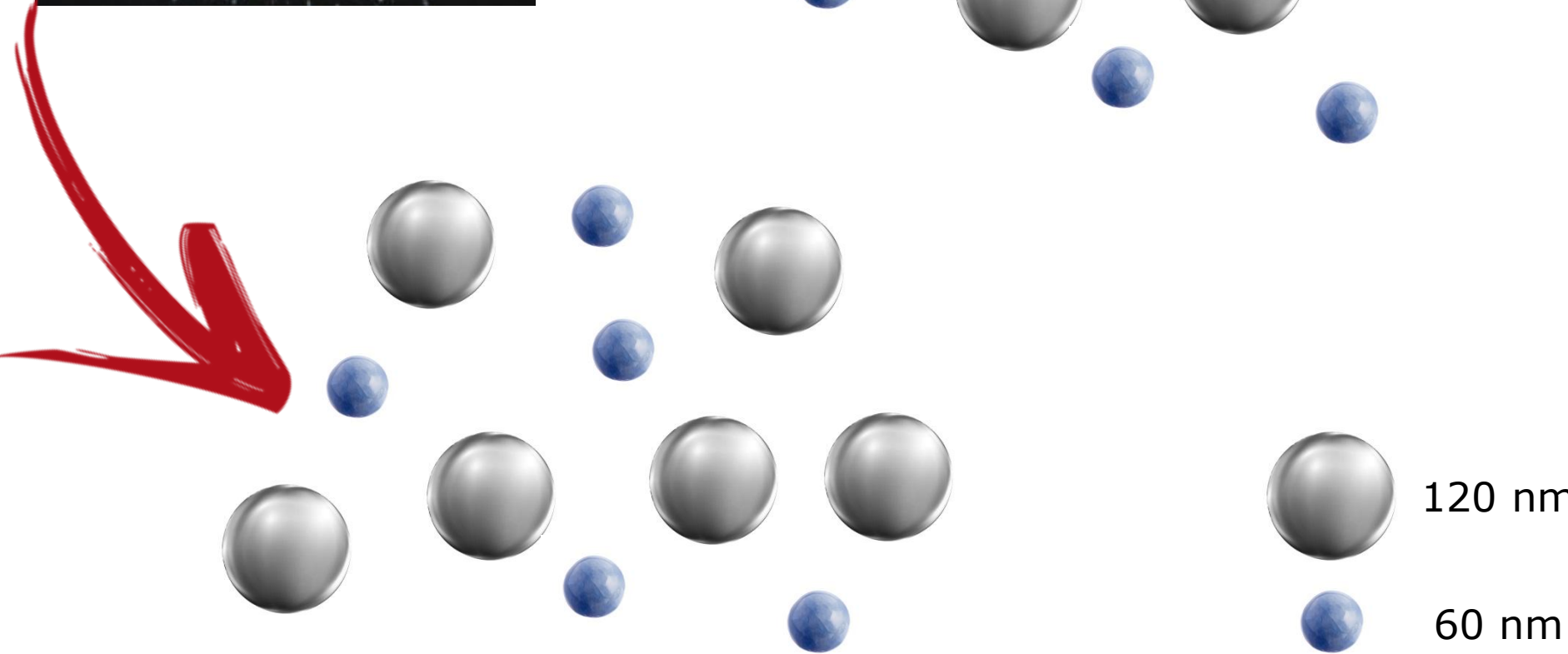
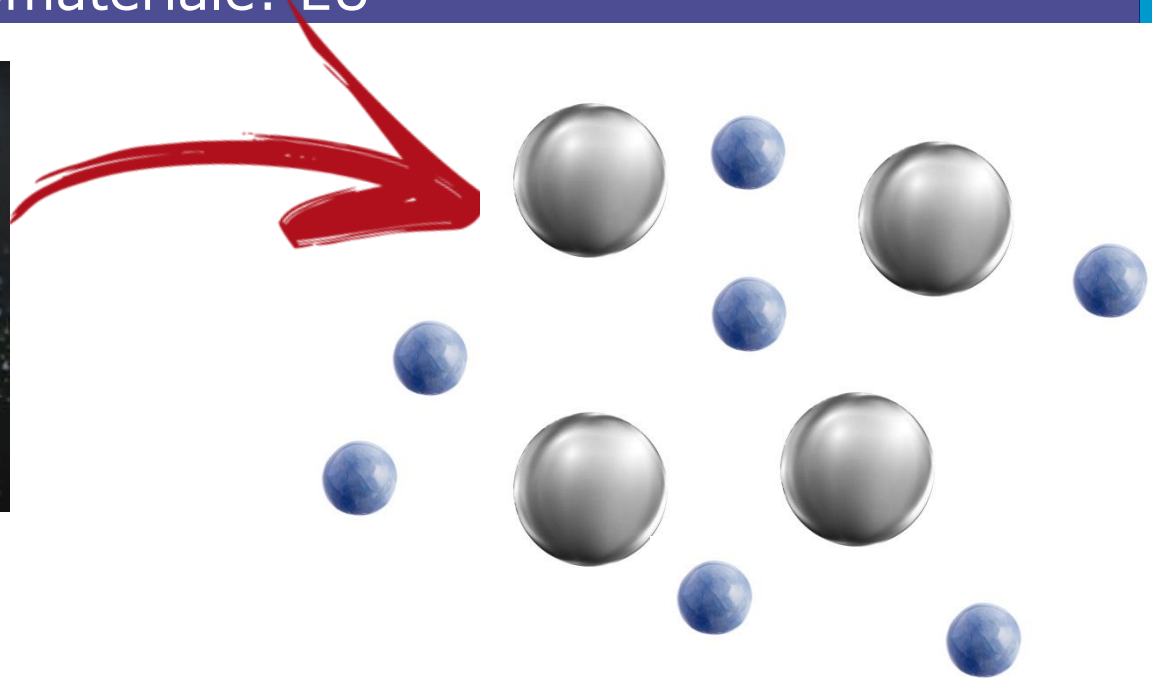




*Nanomaterial' means a natural, incidental, or manufactured material containing particles in an unbound or an agglomerate state, where **50% or more** of the particles size distribution is in the size range **1 nm–100 nm**. In specific cases and where warranted by concerns for the environment, health, or safety the number size distribution threshold of 50% may be replaced by a threshold between 1% and 50%."*

*Materials are classified as nanomaterials when they have dimensions  $< \mu\text{m}$  and **unique properties***



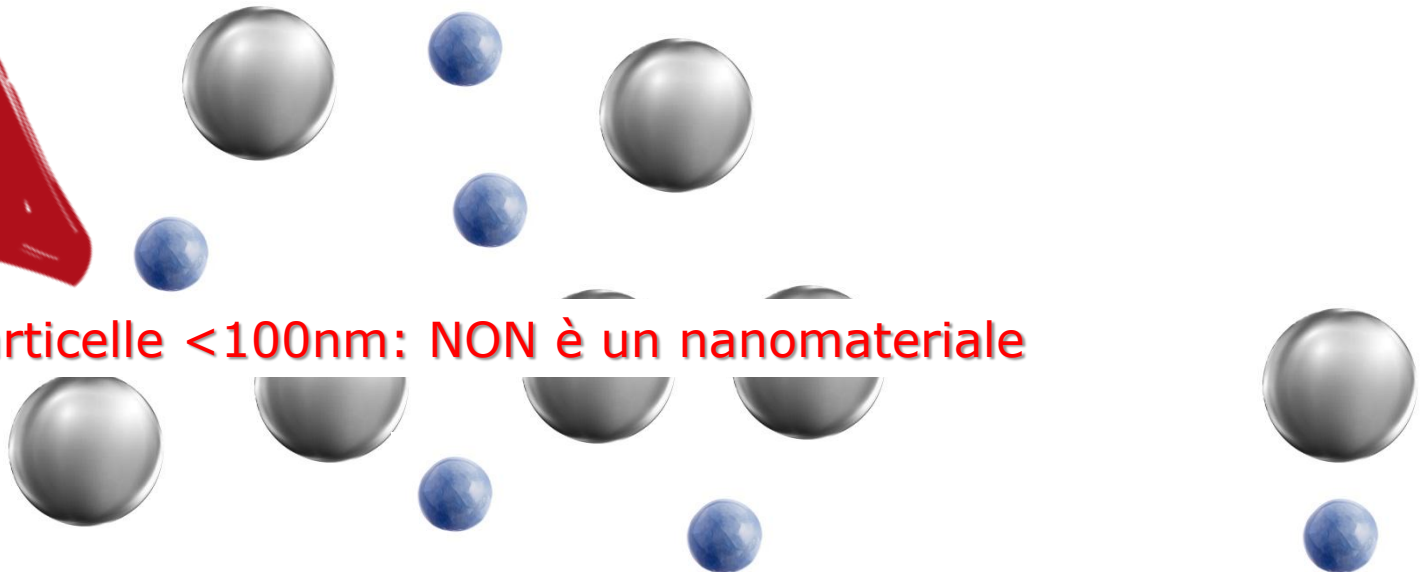




64% particelle <100nm: È un nanomateriale



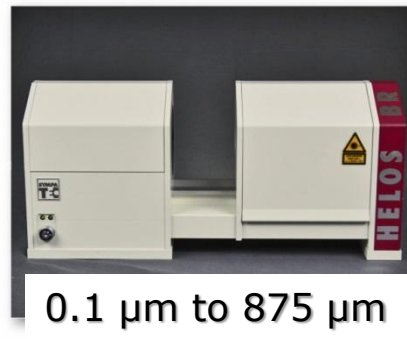
45% particelle <100nm: NON è un nanomateriale



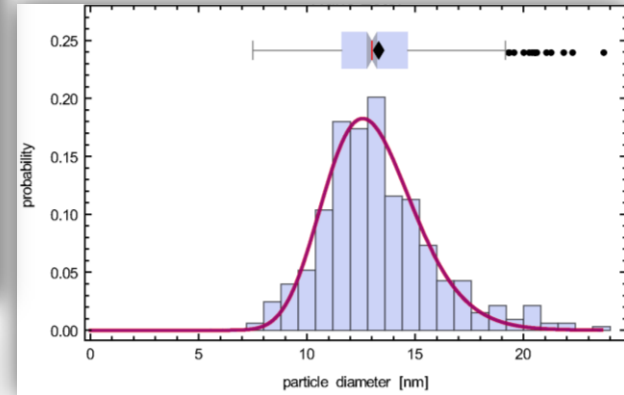
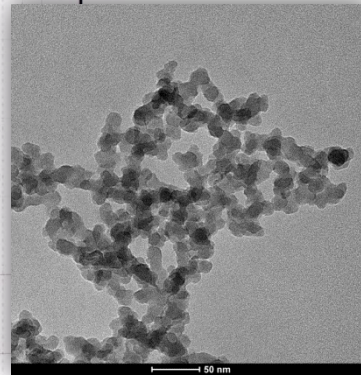
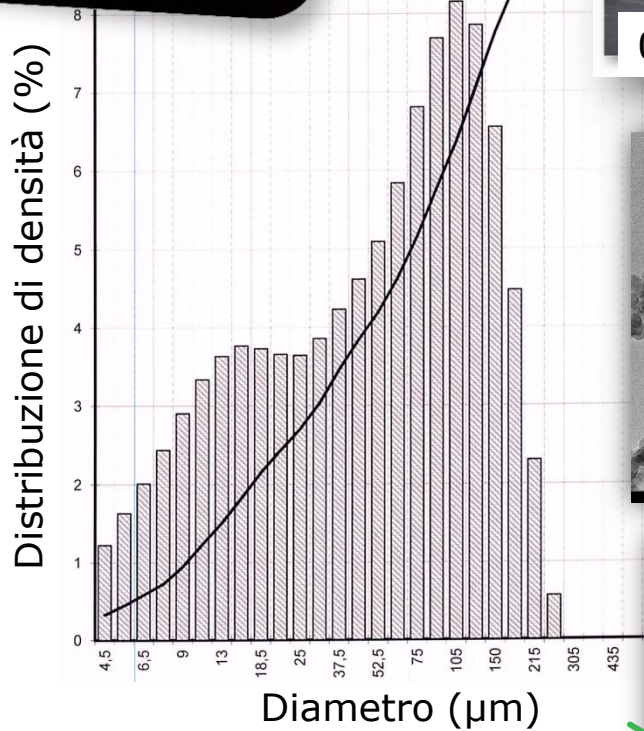
120 nm

60 nm





0.1  $\mu\text{m}$  to 875  $\mu\text{m}$



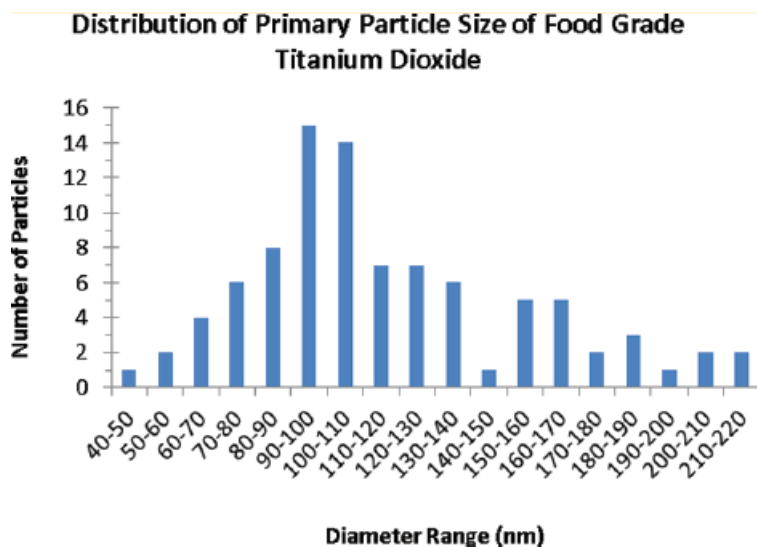
	Sample statistics
Sample size	410
Minimum	7.499
First quartile	11.599
Mode	13.2
Median	13.001
MAD	1.564
Mean	13.3128
Standard deviation	2.63318
Third quartile	14.658
Maximum	23.701



## Titanium Dioxide Nanoparticles in Food and Personal Care Products

Alex Weir,<sup>†</sup> Paul Westerhoff,<sup>\*,†</sup> Lars Fabricius,<sup>‡,§</sup> Kiril Hristovski,<sup>||</sup> and Natalie von Goetz<sup>‡</sup>

E171



Numero particelle: 91  
<100 nm: 36%

## A common European approach to the regulatory testing of Manufactured Nanomaterials



A common European approach to the regulatory testing of nanomaterials



C O D A - C E R V A

Veterinary and Agrochemical Research Centre

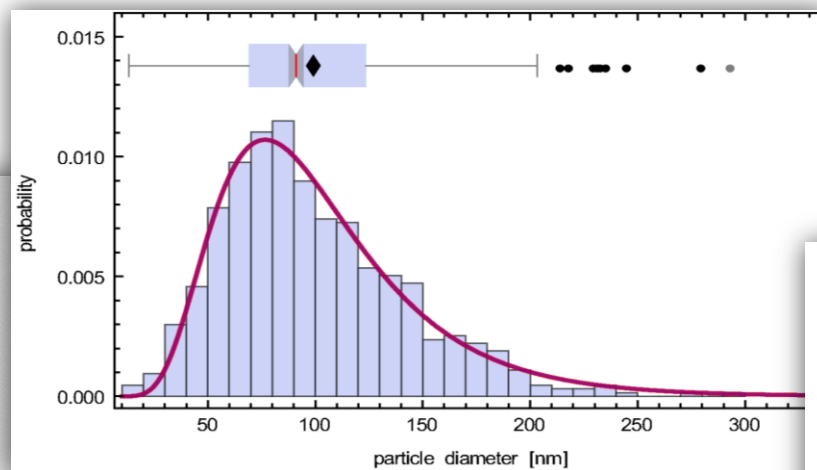
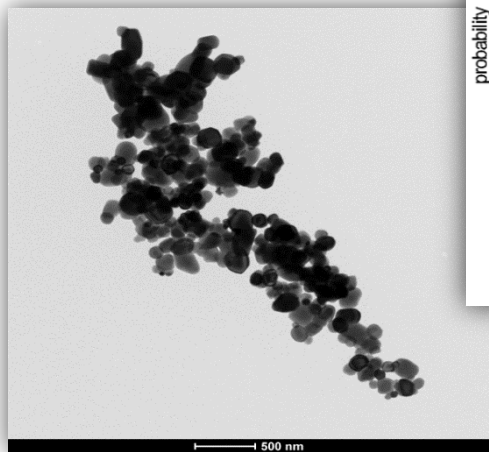
SOP/NANoREG/D2.10/TEMI<sub>ma</sub>

Nr: \*\*

Date :09 April 2015

Pg 1/1

Title: Transmission electron microscopic imaging of nanomaterials



	Sample statistics
Sample size	635
Minimum	13.262
First quartile	69.0358
Mode	85.
Median	91.051
MAD	26.855
Mean	99.1013
Standard deviation	43.0065
Third quartile	123.501
Maximum	293.023



- Esposizione certa/possibile, periodica e a più prodotti
- Nanomateriali hanno proprietà uniche
- Nell'uso consapevole generalmente si valuta efficacia e sicurezza
- Nell'uso inconsapevole generalmente non si valuta la sicurezza

**Perché tanta attenzione all'uso di nanomateriali?**

## **Proprietà uniche:**

- **alta reattività**
- **grandi benefici**
  
- **possibili effetti indesiderati**



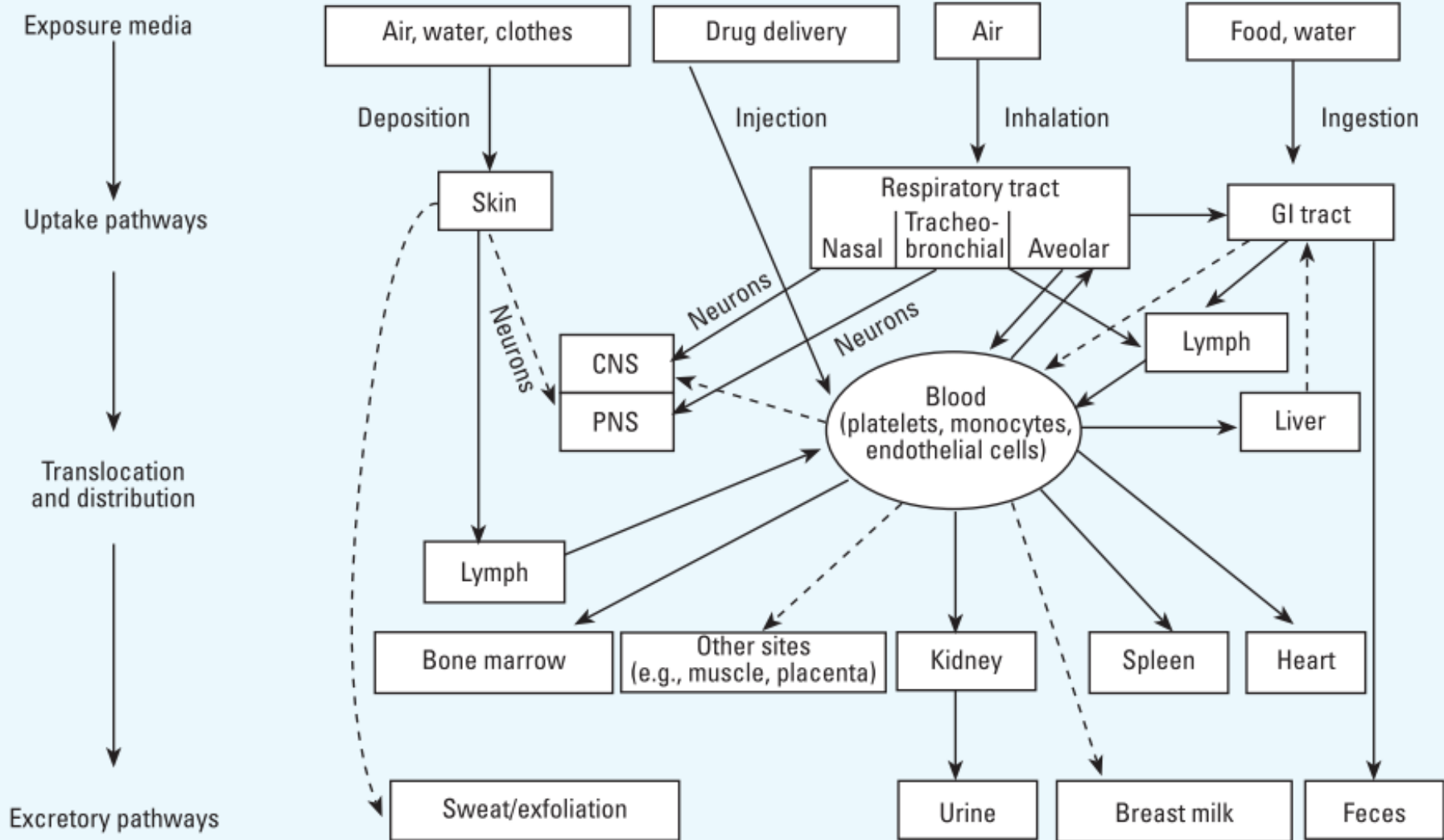
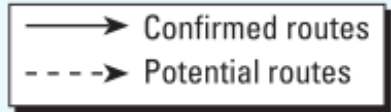
**RISK:** HAZARD x EXPOSURE



RISK: HAZ

E





**RISK**  $\longrightarrow$  **EXPOSURE x TOXICITY**

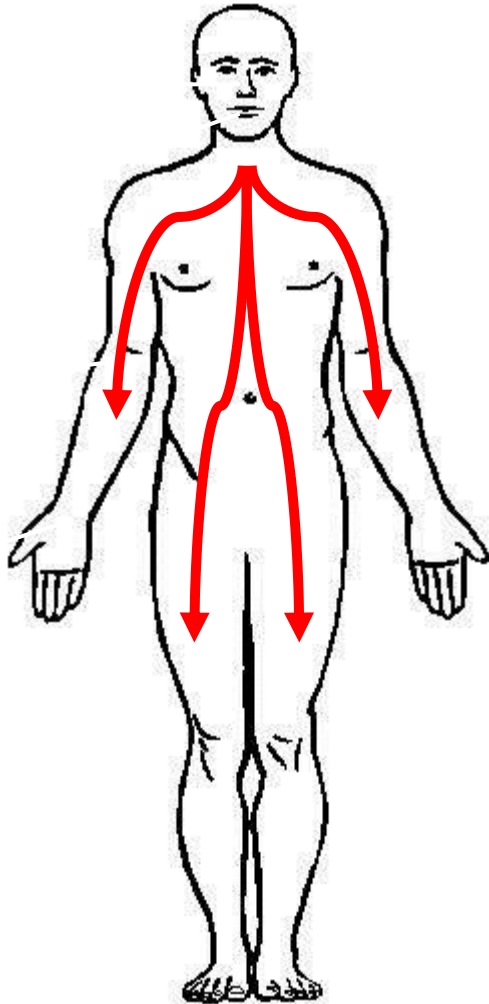
NM exposure routes

Inhalation

Ingestion

Injection

Dermal exposure



Circulatory System  
(secondary exposure)

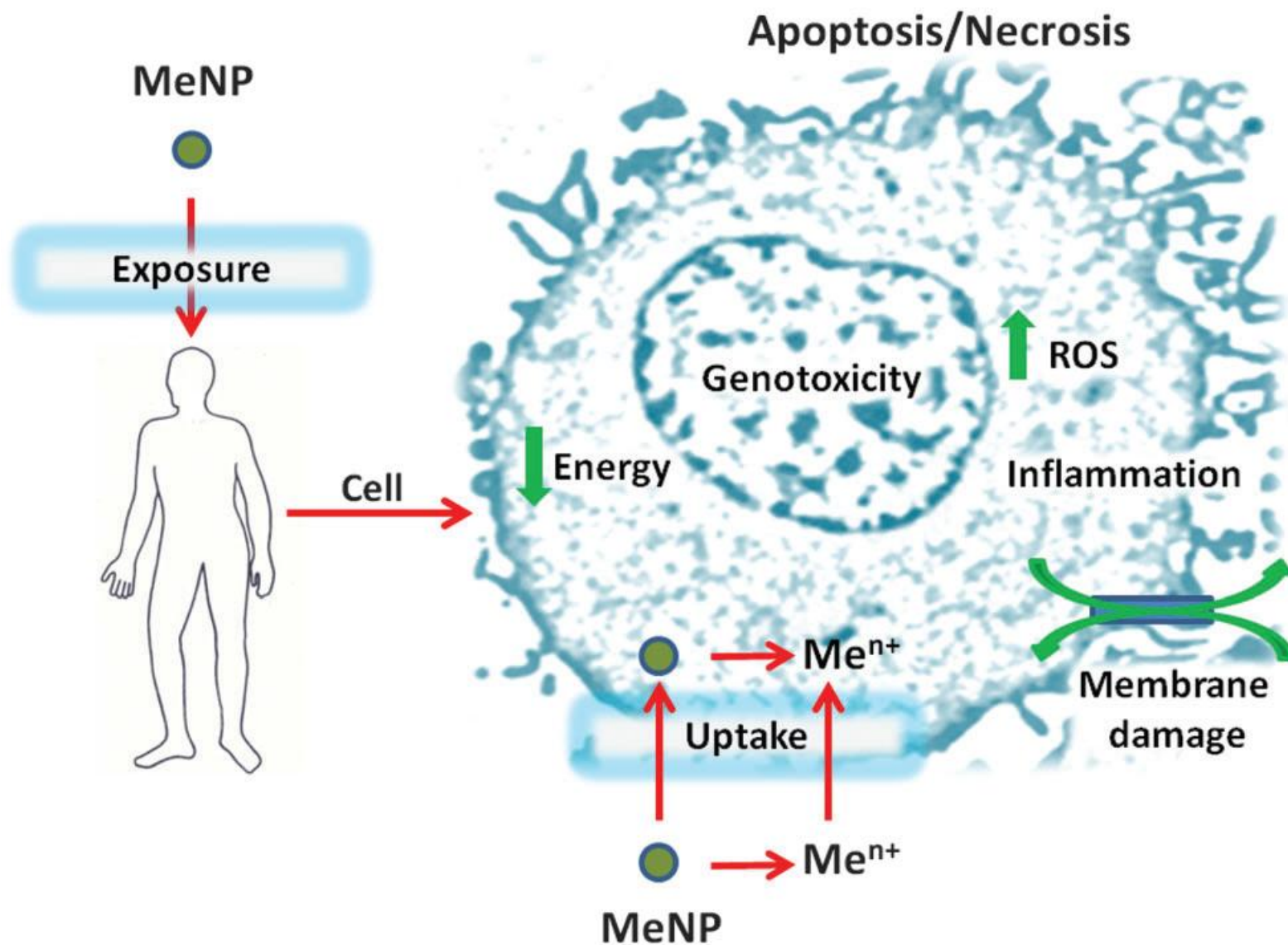
Spleen, liver,  
kidney, bone  
marrow,  
lymphatic  
system, brain

Increase use of NMs

Release in environment

Increase in exposure

Evaluation of potential toxic effects







## Food Packaging

- Reg. (CE) 1935/2004 (materiali a contatto con alimenti)
- Reg. (CE) 450/2009 (packaging attivo ed intelligente)
- Reg. (UE) 10/2011 (materie plastiche)
- Reg. (UE) 528/2012 (prodotti biocidi)



## Ingredienti

- Reg. (CE) 1333/2008 (additivi)
- Reg. (UE) 1169/2011 (etichettatura)
- Reg. (UE) 2283/2015 (Novel Food)
- Reg. (UE) 231/2012 (specifiche additivi)

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**



Contatti: [f.benetti@ecamricert.com](mailto:f.benetti@ecamricert.com)  
Tel.: +39 0425 377 501  
Cell.: +39 328 4078435