

# VIAGGIO NELLE NANOTECNOLOGIE DEI MATERIALI

**Viaggio nell'universo manometrico**

**Egidio Cascini**

**Associazione  
Italiana Cultura Qualità**

**Accademia  
Italiana del Sei Sigma**

**Comitato Scientifico Centro Studi**

1

# UNA IDEA CONCRETA DELLE PICCOLE DIMENSIONI

<b>UN ATOMO</b>	<b>0,1</b>	<b><i>nm</i></b>
<b>DNA</b>	<b>1</b>	<b><i>nm</i></b>
<b>PROTEINA</b>	<b>10</b>	<b><i>nm</i></b>
<b>VIRUS</b>	<b>100</b>	<b><i>nm</i></b>
<b>CELLULA</b>	<b>1 - 10</b>	<b><i>micron</i></b>

# NANOTECNOLOGIA INDUSTRIALE

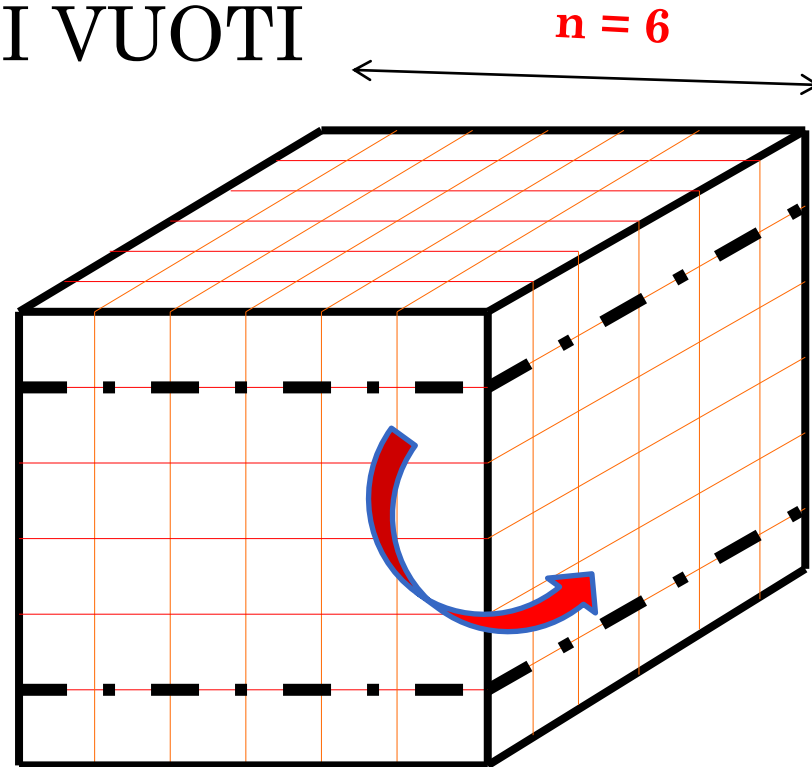
IL PADRE DELLA NANOTECNOLOGIA INDUSTRIALE  
PUO' ESSERE CONSIDERATO **RICHARD FEYNMAN**  
UNO DEI PIU' GRANDI FISICI DELLA STORIA ,  
PREMIO NOBEL, CHE IL 29 DICEMBRE 1959 AL MEETING  
ANNUALE DELL'AMERICAN PHYSICAL SOCIETY,  
AL CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, DISSE:

**CIO' DI CUI VOGLIO PARLARE E' IL PROBLEMA DI MANIPOLARE E  
CONTROLLARE LE COSE SU UNA PICCOLA SCALA ..... MA NON MI  
SPAVENTA AFFRONTARE ANCHE LA QUESTIONE FINALE, CIOE' SE  
-IN UN LONTANO FUTURO- POTREMO SISTEMARE GLI ATOMI NEL  
MODO IN CUI VOGLIAMO ..... PER QUANTO NE SO, I PRINCIPI DELLA  
FISICA NON IMPEDISCONO DI MANIPOLARE LE COSE, ATOMO PER  
ATOMO. NON E' UN TENTATIVO DI VIOLARE ALCUNA LEGGE; E'  
QUALCOSA CHE IN PRINCIPIO PUO' ESSERE FATTO, MA IN PRATICA  
NON E' SUCCESSO, PERCHE' SIAMO TROPPO GRANDI**

# **CARATTERISTICA MACROSCOPICA FONDAMENTALE DELLA MATERIA STRUTTURATA IN BASE A DIMENSIONI NANOMETRICHE**

4

# CONSIDERIAMO UNA SCATOLETTA COMPOSTA DI CUBETTI VUOTI



**E INSERIAMO UNA PALLINA IN OGNI  
CUBETTO, IN MODO DA RIEMPIRLA  
COMPLETAMENTE .**

QUANTE PALLINE  
SERVONO PER RIEMPIRE  
IL CUBO? QUANTE PALLINE  
PER RIEMPIRE LE SUPERFICI  
ESTERNE?

LE PALLINE DEVONO ESSERE **216** IN TUTTO.  
QUELLE ESTERNE SONO **152**

LA FORMULA CHE CI FORNISCE QUESTI  
NUMERI E' LA SEGUENTE:

6

INDICHIAMO CON  $n$  IL NUMERO DI CUBETTI

(PER IL CUBO DELL'ESEMPIO,  $n = 6$ );

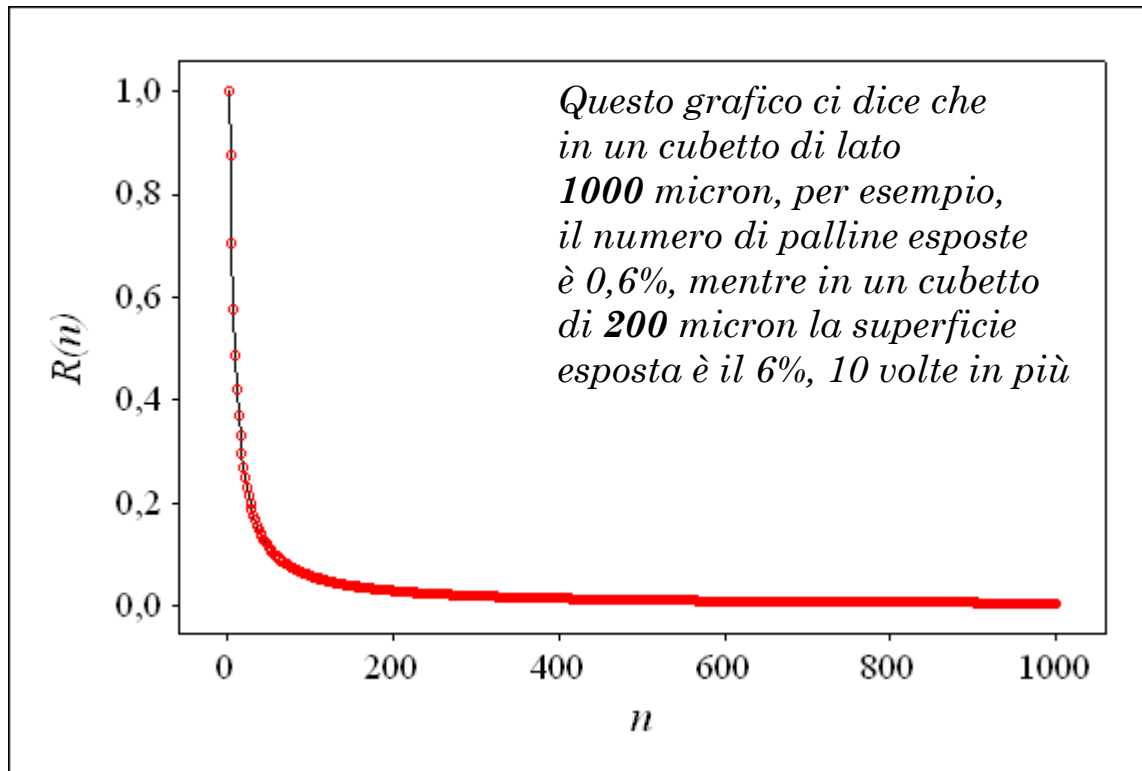
LA FORMULA GENERALE CHE FORNISCE IL RAPPORTO TRA IL NUMERO DI PALLINE ESTERNE RISPETTO AL NUMERO DI PALLINE TOTALI E'

$$R_n = \frac{\text{numero palline esterne}}{\text{numero palline totali}} = \frac{6n^2 - 12n + 8}{n^3}$$

PER CHI FOSSE CURIOSO:

IL NUMERO DI PALLINE IN TOTALE E' UGUALE A  $n^3$ , QUELLE IN SUPERFICIE POSSONO ESSERE CALCOLATE COSI': DAPPRIMA POSSIAMO CALCOLARE QUELLE PRESENTI NEI DUE CAPPELLI, SUPERIORE E INFERIORE (CUBETTI PRESENTI TRA SUPERFICI ESTERNE E LINEE IN TRATTEGGIO), CHE SONO:  $2n^2$ , POI SI CALCOLANO QUELLE SULLE SUPERFICI LATERALI, CHE SONO, PARTENDO DA QUELLA ANTERIORE E PROSEGUENDO IN SENSO ANTIORARIO:  $(n - 2)n$ ,  $(n - 1)(n - 2)$ ,  $(n - 1)(n - 2)$ ,  $(n - 2)(n - 2)$ . SOMMANDO QUESTE 4 GRANDEZZE SI OTTIENE LA FORMULA

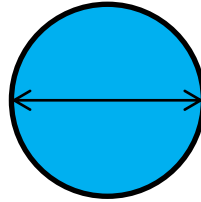
VEDIAMO, ADESSO, L'IMPORTANZA DI QUESTA FORMULA, AI FINI DEI PRODOTTI NANOTECNOLOGICI, GUARDIAMO IL GRAFICO:





# COSA E' UNA NANOPARTICELLA?

*Particella di partenza*



1 mm

0,54 mm<sup>3</sup>

**Superficie esposta**

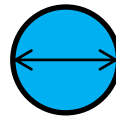
0,000031m<sup>2</sup>



0,001mm = 1μm

1.000.000.000 *particelle*

*hanno lo stesso volume  
di quella di partenza*



**Superficie esposta**

0,0031m<sup>2</sup>



0,000008 mm = 8 nm

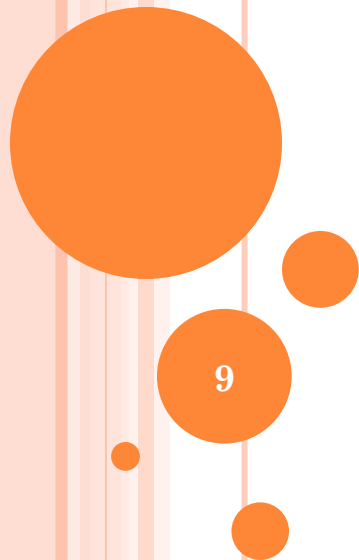
1.953.000.000.000.000 *particelle*

*hanno lo stesso volume  
di quella di partenza*



**Superficie esposta**

0,40m<sup>2</sup>



**POSSIAMO CONCLUDERE CHE LA  
CARATTERISTICA FONDAMENTALE  
DELLA MATERIA, STRUTTURATA  
IN BASE A DIMENSIONI NANOMETRICHE  
E' COSTITUITA DALLA ENORME  
SUPERFICIE DI CONTATTO TRA  
PARTICELLE DI MATERIA E  
MONDO CIRCOSTANTE.**

# PERCHE' E' IMPORTANTE $R_n$ ?

Perché conferisce alla materia caratteristiche diverse da quelle della materia ordinaria

SU QUESTA SUPERFICIE LUNGA 1 *mm* CI SONO 83.300 miliardi di ATOMI

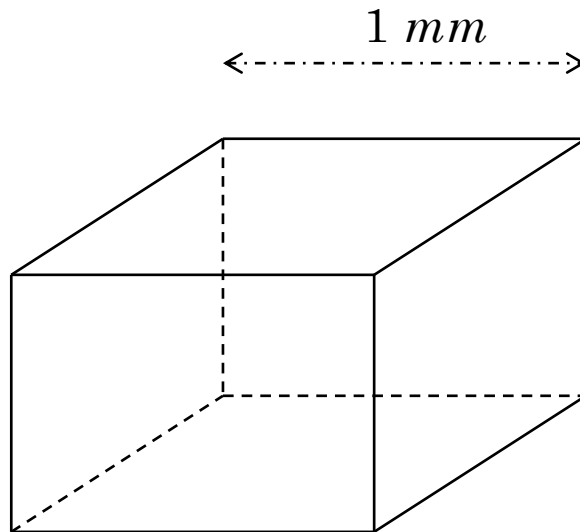


SU QUESTA NANOMETRICA DA 1 *nm*  
CE NE SONO 83 miliardi e 300 milioni di miliardi



**IN CORRISPONDENZA DI OGNI ATOMO  
SULLA SUPERFICIE SUPERIORE, CE NE SONO 1.000.000  
SU QUELLA INFERIORE.  
IN ALTRI TERMINI, IN UNA NANOSTRUTURA  
VENGONO CREATE LE CONDIZIONI PER  
SPOSTARE GLI ATOMI DALL'INTERNO DELLA  
MATERIA VERSO LA SUPERFICIE**

CALCOLO DEI NUMERI MOSTRATI  
NELLA SLIDE PRECEDENTE:



IN  $1 \text{ mm}^3$  DI MATERIA  
VI SONO  
 $10^{21}$  ATOMI.  
IL NUMERO CHE STA  
IN SUPERFICIE E':

$$0,5 \cdot 10^{13}$$

SULLA SUPERFICIE  
SUPERIORE:

**83.300 miliardi**

SU UNA NANOPARTICELLA DI  $1 \text{ nm}$ :

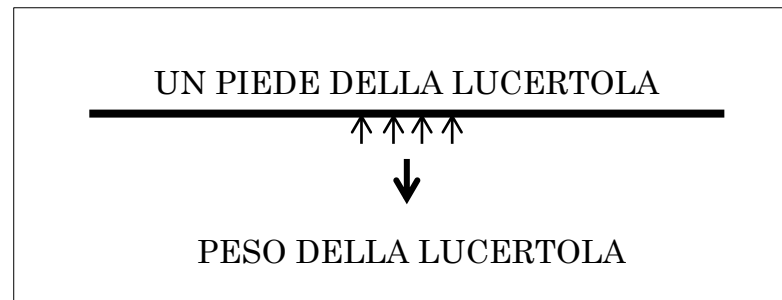
$$\text{Atomi superficiali} = 10^{21} \cdot 0,5$$

ATOMI SULLA SUPERFICIE SUPERIORE:

$$\left(\frac{0,5}{6}\right) \cdot 10^{21} = 0,0833 \cdot 10^{21} = 833 \cdot 10^{17} = 83 \text{ miliardi } 300 \text{ milioni di miliardi}$$

UN SOVRANNUMERO DI ATOMI SU UNA SUPERFICIE CREA LE CONDIZIONI DI FAR PERDERE IMPORTANZA ALLE FORZE DI GRAVITA', RISPETTO A QUELLE DOVUTE ALLA TENSIONE SUPERFICIALE E A QUELLE DI VAN DER WAALS

QUESTO E' IL MOTIVO PER IL QUALE UNA LUCERTOLA CHE HA LE ZAMPE NANOSTRUTTURATE PER NATURA, PUO' STRISCIARE SU UN SOFFITTO



**IN CONCLUSIONE POSSIAMO STABILIRE CHE:**

**LA CARATTERISTICA MACROSCOPICA  
FONDAMENTALE DELLA MATERIA  
STRUTTURATA IN BASE A DIMENSIONI  
NANOMETRICHE E'**

**L'ALTO RAPPORTO TRA ATOMI SUPERFICIALI  
E ATOMI TOTALI**

# **LE TROVIAMO NEL MONDO NORMALE?**

**SONO PRODOTTE IN NATURA NELLE  
ERUZIONI VULCANICHE O NEGLI  
INCENDI DI FORESTE**

**MA, IN EFFETTI,  
L'ARIA CHE NORMALMENTE  
RESPIRIAMO E' UN CONTENITORE DI  
NANOPARTICELLE NATURALI.**

**SONO ANCHE PRODOTTE DA UN CERTO  
NUMERO DI TECNOLOGIE, COME  
LE SALDATURE E LA MACINAZIONE**

# DUE TIPI DI NANPRODOTTI

PER QUANTO ATTIENE ALLA  
NANOTECNOLOGIA INDUSTRIALE,  
SI DISTINGUONO DUE TIPI  
DI TECNOLOGIE:

**NANOTECNOLOGIA PASSIVA**  
**NANOTECNOLOGIA ATTIVA**



# NANOTECNOLOGIA PASSIVA

E' BASATA SU NANOPARTICELLE DI SILICIO,  
CHE CONFERISCONO ALLA SUPERFICIE TRATTATA  
LA CARATTERISTICA DI **IDROFOBICITA'**

LE SUPERFICI TRATTATE NON PRMETTONO  
ALL'ACQUA E AGLI OLI DI SPALMARSI.  
DI CONSEGUENZA, ASSUMONO UNA MARCATA  
CARATTERISTICA DI SUPERFICI **FACILI DA PULIRE**

## CONSEGUENZE PRATICHE

LA STRUTTURA SUPERFICIALE DIVENTA NON LISCIA, E, QUINDI, IMPEDISCE LA DEPOSIZIONE DI ACQUA E OLI.

I QUALI, RESTANDO, IN GRUMI, PER COSI' DIRE, FACILITANO LA LORO ELIMINAZIONE CON METODI CLASSICI.

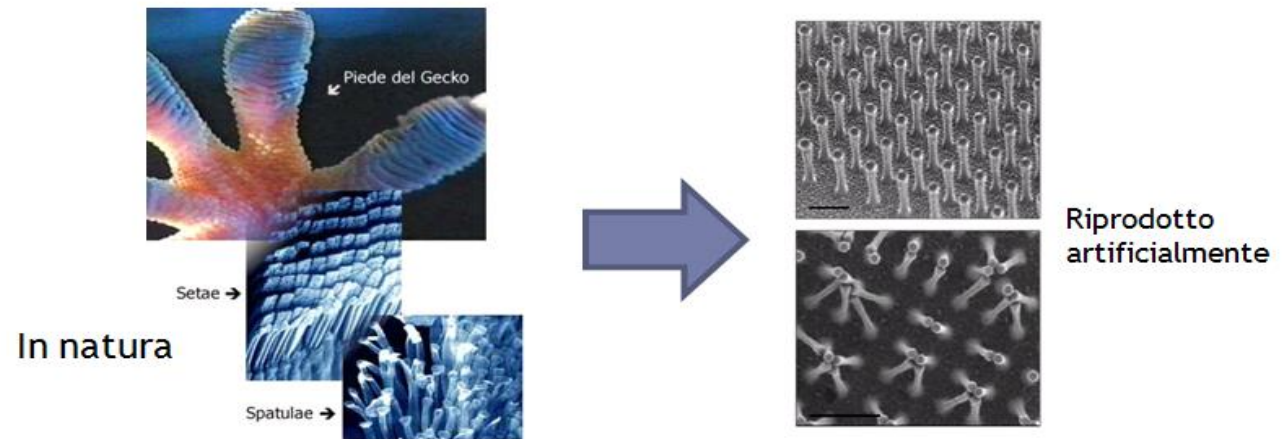
LA SOSTANZA CHE SI DEPOSITA SULLA SUPERFICIE PER QUESTO SCOPO E' COSTITUITA DA SILICE.

IL FUNZIONAMENTO E' ASSICURATO DA UNO STRATO DI SPESSORE COMPRESO TRA **40 E 60 nm**. PER QUESTA RAGIONE E' MOLTO SENSIBILE AD AZIONI MECCANICO – ABRASIVE DI PULIZIA

# UN PO' DI GRAFICA, PER FISSARE I CONCETTI ESPOSTI

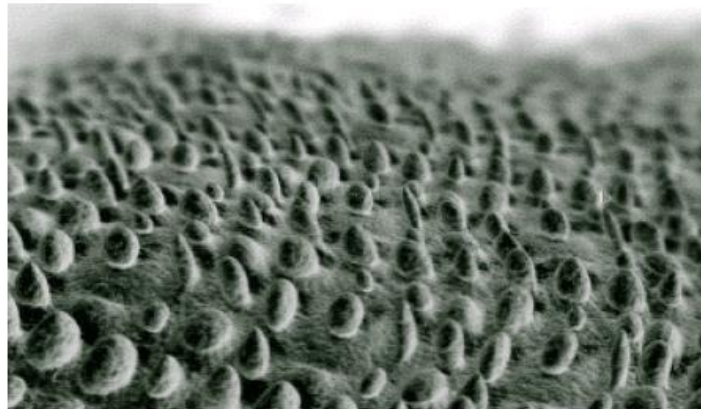
# NANOSTRUTTURE IN NATURA

- ⊙ La natura sfrutta la “nanostrutturazione della materia” vivente per ottenere proprietà particolari
- ⊙ L'uomo “imitando” la natura cerca di riprodurre queste proprietà



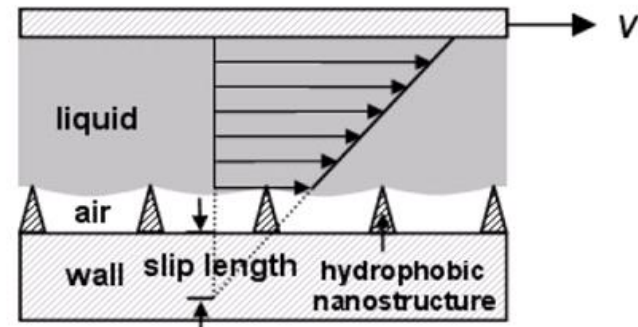
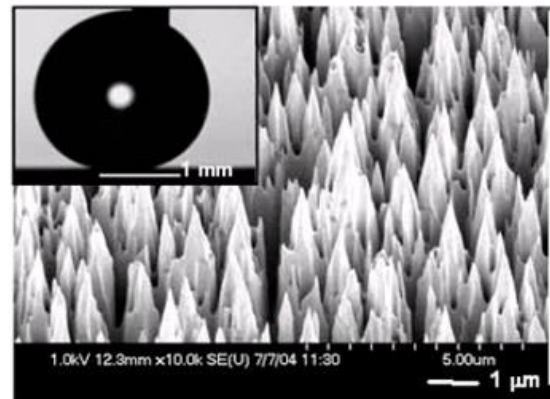
## EFFETTO LOTO IN NATURA

- ⦿ Le foglie di **loto** sono **idrofobiche** grazie alla loro nanostrutturazione, e l'acqua rotola su di esse senza bagnarle



# EFFETTO LOTO ARTIFICIALE

- La nanostrutturazione che produce l'effetto loto è stata riprodotta artificialmente



# NANOTECNOLOGIA ATTIVA

IL BIOSSIDO DI TITANIO NANOSTRUTTURATO, SE VIENE IRRAGGIATO DA RAGGI ULTRAVIOLETTI (ORIGINE SOLARE O ARTIFICIALE), CATALIZZA L'OSSIDAZIONE DI MOLTI INQUINANTI AMBIENTALI:

CO, NO, FENOLI, BENZENE, TRICLOROETILENE, ACETALDEIDE, TOLUENE, FORMALDEIDE.  
VEDREMO LE CONSEGUENZE PRATICHE.

## COME FA?

QUANDO IL BISSIDO DI TITANIO NANOMETRICO VIENE COLPITO DALLA LUCE SOLARE, IN PARTICOLAR MODO DALLA SUA COMPONENTE UV, GLI ELETTRONI NELL'ORBITA ESTERNA DELLA MOLECOLA VENGONO RESI LIBERI E ATTIVATI. LA LORO PRESENZA PERMETTE ALL'OSSIGENO DI REAGIRE CON LE SOSTANZE ORGANICHE DI OGNI GENERE OSSIDANDOLE IN DUE COMPONENTI INNOCUI:  
ANIDRIDE CARBONICA : **CO<sub>2</sub>** E  
ACQUA: **H<sub>2</sub>O**



# PROPRIETA' DELLE SUPERFICI DI BLOSSIDO DI TITANIO

SONO DIVERSE IN FUNZIONE DELLA ESPOSIZIONE AI RAGGI ULTRAVIOLETTI:

DA IDROFOBICHE A IDROFILICHE

INCIDENTALMENTE, LE LUNGHEZZE D'ONDA DEI VARI COLORI SONO:

<i>ULTRAVIOLETTO</i>	:	<b>400 nm</b>	↕ funziona
<i>BLUE</i>	:	<b>450 nm</b>	
<i>CIANO</i>	:	<b>500 nm</b>	
<i>VERDE</i>	:	<b>550 nm</b>	
<i>GIALLO</i>	:	<b>600 nm</b>	
<i>ARANCIO</i>	:	<b>650 nm</b>	
<i>ROSSO</i>	:	<b>700 nm</b>	
<i>INFRAROSSO</i>	:	<b>750 nm</b>	

# POSSIBILI APPLICAZIONI DELLA NANOTECNOLOGIA ATTIVA

8/3/2013

Egidio Cascini - Riunione AICQCN



26

## **AUTOPULIZIA DI SUPERFICI**

LA SUPERFICIE IRRADIATA DIVENTA SUPERIDROFILICA.  
L'ACQUA E' DISTRIBUITA IN UN VELO MOLTO SOTTILE.  
LA FOTOCATALISI DECOMPONE LE PARTICELLE DI SPORCO  
CHE VENGONO ASPORTATE, SE LA SUPERFICIE E' ESTERNA,  
DALLA PIOGGIA, O DA UN SEMPLICE GETTO D'ACQUA.  
NON CI SONO PIU' GOCCE SULLE SUPERFICI DURANTE  
E DOPO LA PIOGGIA. L'ACQUA EVAPORA FACILMENTE.

### **VANTAGGI:**

MINOR CONTAMINAZIONE DOPO LA PULIZIA  
AUMENTO DEGLI INTERVALLI TRA PULIZIE  
FORMAZIONE DI ALGHE E MUFFE PREVENUTE  
IL PRODOTTO HA UNA LUNGA DURATA  
L'EFFETTO DI FOTOCATALISI NON SI CONSUMA  
REALIZZA UNA GREEN TECHNOLOGY SOSTENIBILE

- L'applicazione della nanotecnologia permette di sfruttare il self-cleaning su pareti (interne/esterne), pavimenti, sistemi di condizionamento e servizi igienici riducendo l'utilizzo di detersivi e ottenendo ambienti asettici e antiodore



## **PURIFICAZIONE DELL'ARIA**

GLI OSSIDI DI AZOTO DERIVANTI DAGLI SCARICHI INQUINANO L'ARIA DELLE CITTA' E DANEGGIANO GLI EDIFICI. UNA SUPERFICIE DI BIOSSIDO DI TITANIO RIDUCE FINO ALL'85% I DANNI DELL'INQUINAMENTO DI GAS COME OSSIDO E BIOSSIDO DI AZOTO, FORMALDEIDE, BENZENE E VOC (COMPOSTI ORGANICI VOLATILI). GLI OSSIDI NOCIVI SONO TRASFORMATI IN NITRATI INNOCUI PIU' ACQUA E ANIDRIDE CARBONICA.

I PRODOTTI DI CUI SOPRA SONO TRASFORMATI IN:  
SOLFATO DI CALCIO  
NITRATO DI CALCIO  
CARBONATO DI CALCIO  
ACQUA  
ANIDRIDE CARBONICA

**1000** METRIQUADRATI DI UNA PARETE TRATTATA CON BIOSSIDO DI TITANIO, PULISCE LA STESSA QUANTITA' DI ARIA DI 70 GROSSI ALBERI (CIO' EQUIVALE A 250.000 METRI CUBI DI ARIA PURIFICATI IN 12 ORE)

## **EFFETTI PURIFICANTI DI INTERNI**

LE SUPERFICI INTERNE TRATTATE ELIMINANO LE SOSTANZE PERICOLOSE PRESENTI ALL'INTERNO DI EDIFICI, O IN LUOGHI CHIUSI, IN GENERALE, COME INQUINANTI, BATTERI, GERMI E SPIACEVOLI ODORI. TUTTE QUESTE COSE SONO CONDOTTE PER CONVEZIONE E PER MOVIMENTI NATURALI DEL'ARIA IN CONTATTO CON LA PARETE TRATTATA, E DECOMPOSTI PER EFFETTO DELLA FOTOCATALISI DEL BLOSSIDO DI TITANIO.

### **VANTAGGI**

APPLICAZIONE SEMPLICE  
DECOMPOSIZIONE VIRUS  
ATTIVITA' A LUNGO TERMINE  
RISPETTO DELL'AMBIENTE  
ECONOMICITA'

## **STERILIZZAZIONE**

UNA PARETE TRATTATA DECOMPONE QUASI TUTTI I TIPI DI VIRUS E BATTERI, INCLUSI LA SARS E H5N1. L'ATTIVITA' E' DUREVOLE E IL BIOSSIDO DI TITANIO DECOMPONE NON SOLO IL CORPO CELLULARE, MA ANCHE LE ENDOTOSSINE. PER QUESTO, SONO DECOMPOSTI, IN MODO AFFIDABILE, NUOVE VARIETA' DI BATTERI. POICHE' IL BIOSSIDO DI TITANIO DECOMPONE COMPLETAMENTE I GERMI, L'ATTIVITA' GERMICIDA NON DECRESCHE ANCHE SE SULLA PARETE RESTANO CORPI CELLULARI, ORMAI INNOCUI. PER QUESTE CARATTERISTICHE IL BIOSSIDO DI TITANIO PUO' ESSERE IMPIEGATO PER PRODURRE PRODOTTI ANTIMICROBI, COME MASCHERE, FILTRI E TESSUTI. CAMPI DI APPLICAZIONE SONO OSPEDALI, LUOGHI NEONATALI, ASILI, SETTORI ASETTICI PER LA PRODUZIONE DI CIBI E CATERING. IL PRODOTTO E' PARTICOLARMENTE INDICATO ANCHE IN HOTEL O SU MEZZI PER TRASPORTO PUBBLICO. IN GENERE BASTANO 1000 LUX/H PER DISTRUGGERE AL 99,8% E. COLI, PSEUDOMONAS AERUGINOSA ED ALTRI

**PROTEZIONE DA RAGGI ULTRAVIOLETTI**  
AGGIUNTO IN VARI PRODOTTI, COME CREME E SHAMPI,  
IL BISSIDO DI TITANIO E' UN UTILE PROTETTIVO DAI  
RAGGI ULTRAVIOLETTI CHE BLOCCA, PROTEGGENDO  
LA PELLE DAI DANNI DI QUESTA RADIAZIONE. LO  
STRATO PROTETTIVO E' QUALCHE CENTINAIA DI  
NANOMETRI. E' TRASPARENTE E PERMETTE ALLA LUCE  
NORMALE DI PASSARE. DAL PUNTO DI VISTA DI QUESTA  
CARATTERISTICA PUO' ESSERE IMPIEGATO  
CONVENIENTE MENTE PER PROTEGGERE TAPPARELLE  
E PERSIANE, E PREVENIRNE LO SCOLORIMENTO.  
PER QUESTE APPLICAZIONI E' UTILE UNA APPROPRIATA  
COMBINAZIONE DEI VARI PRODOTTI DISPONIBILI

## APPLICAZIONI SPECIALI

COPERTURA DI PANNELLI SOLARI. L'EFFICIENZA DI MODULI SOLARI TRATTATI AUMENTA DEL 3%, PERCHE' VIENE RIDOTTA LA LUCE RIFLESSA FINO AL 65% INOLTRE SI PUO' GUADAGNARE FINO AL 15% SULLA PULIZIA DEI PANNELLI, CHE POSSONO RIDURRE LA LORO EFFICIENZA DI QUESTA QUANTITA', PER EFFETTO DELL'INQUINAMENTO E DEL DEPOSITO SULLA SUPERFICIE DI PRODOTTI ORGANICI.

- ◉ L'applicazione della nanotecnologia permette di sfruttare il self-cleaning su vetri e pannelli solari
- ◉ Nel caso dei pannelli solari si ottiene un incremento del rendimento del 3% documentato da studi universitari





## **APPLICAZIONI SPECIALI**

**E' POSSIBILE PREVENIRE ALGHE, BATTERI E LEGIONELLA IN LAGHI ARTIFICIALI E FONTANE. CIO' RENDE L'ACQUA LIMPIDA . ALGHE E BATTERI PREESISTENTI SONO ELIMINATI IN ALCUNI GIORNI O IN ALCUNE SETTIMANE, IN FUNZIONE DEL LORO RADICAMENTO ED ESTENSIONE**

## **VALUTAZIONE DEL RISCHIO**

IL PRODOTTO IN QUESTIONE E' PERICOLOSO  
PER LE PERSONE, GLI ANIMALI O L'AMBIENTE?

**RISPOSTA: NO!**

LE PARTICELLE DI BIOSSIDO DI TITANIO  
POSSONO ESSERE ASSORBITE DAI POLMONI?

**RISPOSTA: NO!**

LE PARTICELLE DI BIOSSIDO DI TITANIO  
POSSONO ESSERE ACCUMULATE NEL CORPO  
UMANO?

**RISPOSTA: NO!**

DA UNO STUDIO DEL MINISTERO FEDERALE TEDESCO  
DELLA RICERCA E DELL'EDUCAZIONE

STUDI IN VITRO E IN VIVO (IN LABORATORIO  
E SU OGGETTI VIVENTI) HANNO DIMOSTRATO  
CHE EVENTUALI PROBLEMI POTREBBERO  
DERIVARE SOLTANTO DA QUANTITA' MASSICCE  
DI PRODOTTO. QUESTE QUANTITA' NON SONO  
REALIZZABILI, NE' SUI MATERIALI TRATTATI,  
NE' DURANTE IL TRATTAMENTO

# TECNICHE DI APPLICAZIONE

## TECNICHE SPRAY HVLP

SPRAY

RULLATURA

PITTURA

IMMERSIONE

### HVLP

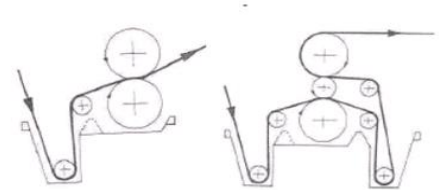


•La tecnica HVLP (nebulizzatore) è una tecnica alternativa utilizzata per trattare con nanotecnologia

•Può essere facilmente utilizzata per il trattamento con prodotti EVO-SOLUTION o EVO-INNOVATION

•Richiede un quantitativo basso di prodotto

•Richiede investimento del sistema HVLP



# CONCLUSIONI

**NON RESTA CHE SPERIMENTARE**