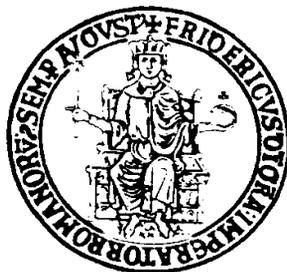


# Università degli Studi di Napoli *Federico II*



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di Laurea in

**INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

CLASSE DELLE LAUREE IN INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE (CLASSE L-7)

Tesi di Laurea

**“APPLICAZIONI DELLE NANOTECNOLOGIE PER IL TRATTAMENTO  
DELLE ACQUE PRIMARIE E DELLE ACQUE DI SCARICO”**

**Relatore**

*Prof. Roberto Andreozzi*

**Candidata**

*Carla Pirozzi*

*N49/427*

Anno accademico 2013-2014

L'acqua è fonte primaria di vita ma è una risorsa sempre più scarsa. La garanzia della disponibilità va coniugata, quindi, con l'utilizzo accorto ed efficiente delle risorse idriche e con l'esigenza imprescindibile della salvaguardia ambientale.



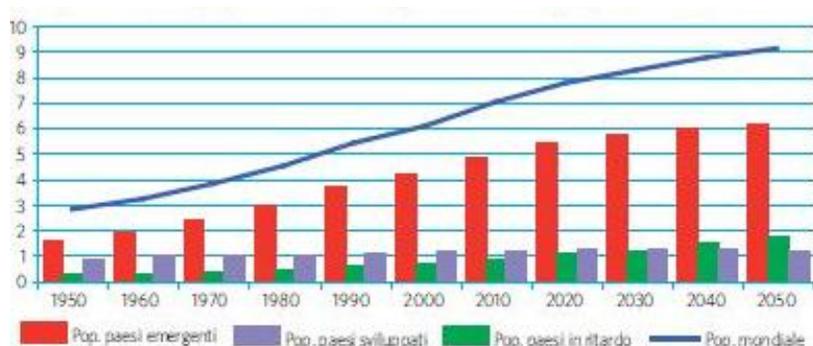
Secondo alcune stime, ci sarà una vera e propria crisi idrica che porterà, molto presto, la popolazione mondiale a risentire della mancanza di acqua.

## CAUSE DELLA CRISI

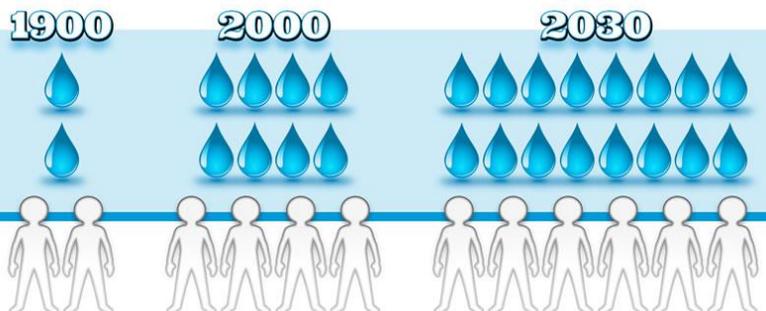
aumento demografico

contaminazione antropica

### VERSO I 9 MILIARDI DI PERSONE



### LA CRESCITA DEI consumi idrici



Necessità di trattamento delle acque

# Limiti delle attuali tecniche per il trattamento delle acque

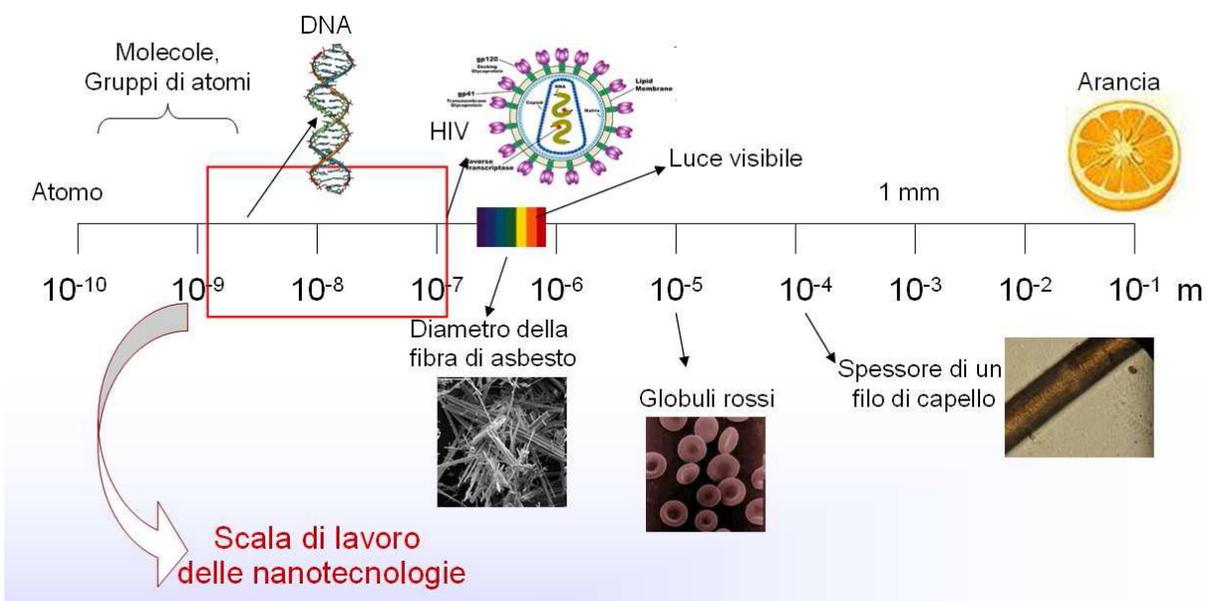


Basse efficienze nei confronti della rimozione dei contaminanti emergenti e inidoneità a garantire standard di qualità molto elevati.



Introduzione di tecnologie all'avanguardia:

## I NANOMATERIALI



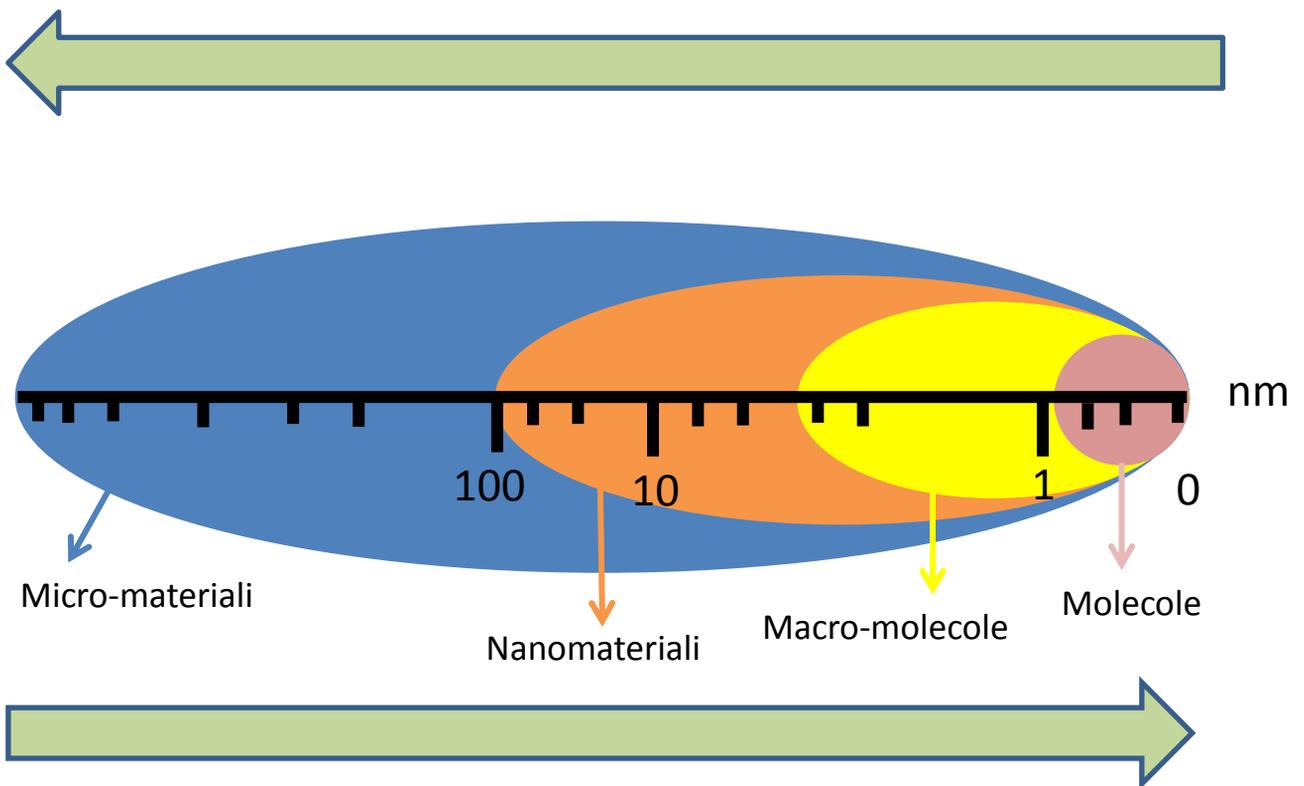
Il 18 ottobre 2011, la Commissione europea ha adottato la seguente definizione di un nanomateriale :

« Un materiale naturale, casuale o prodotto contenente particelle, in uno stato slegato o come aggregato o come agglomerato e dove, per il 50% o più delle particelle nella distribuzione delle grandezze numeriche, una o più dimensioni esterne sono nell'intervallo di grandezza 1 nm – 100 nm. In casi specifici e dove giustificato da preoccupazioni per l'ambiente, la salute, la sicurezza o la competitività la soglia di distribuzione delle grandezze numeriche del 50% può essere sostituita da una soglia tra l'1 e il 50%. »

## METODI DI PRODUZIONE

### **Bottom-up approach** (approccio chimico):

mettendo assieme atomo dopo atomo o molecola dopo molecola. A questo scopo viene sfruttata la capacità che hanno certi atomi o molecole di autoassemblarsi in ragione della loro natura e di quella del substrato.



### **Top-down approach** (approccio fisico):

partendo da oggetti più grandi si «*scolpiscono*» nanostrutture.

## Duplice aspetto della produzione dei nanomateriali

I materiali ridotti a scala nanometrica possono mostrare proprietà differenti rispetto a quelle che esibiscono su scala macroscopica, rendendo possibili applicazioni uniche:

materiali **opachi** diventano **trasparenti** (rame)

materiali **stabili** diventano **combustibili** (alluminio)

materiali **chimicamente inerti** acquistano **proprietà catalitiche** (oro, nichel, ferro)

materiali **isolanti** diventano **conduttori** (silicio)

I materiali ridotti a scala nanometrica hanno delle proprietà di superficie, quali carica superficiale e alta reattività chimica, che, unite alle dimensioni (che forniscono un grande rapporto superficie/volume), le rendono un mezzo di trasporto per inquinanti chimici tossici. Questi possono arrivare nell'organismo umano mediante:

il contatto diretto con la pelle

l'ingestione di cibi e bevande contaminate

l'inalazione

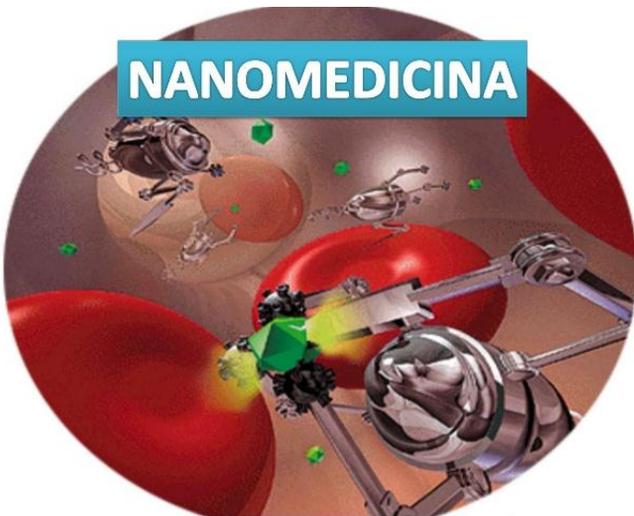
Attualmente non si ha ancora un quadro completo di quelli che sono i potenziali rischi legati all'uso di nanomateriali. Ulteriori ricerche risultano necessarie per approfondire l'aspetto della potenziale tossicità dei nanomateriali.

...nonostante le incertezze sui potenziali rischi, la produzione nanotecnologica è stata avviata!



NUMEROSI SONO GLI ATTUALI IMPIEGHI DEI NANOMATERIALI:

### NANOMEDICINA



### ELETTRICO



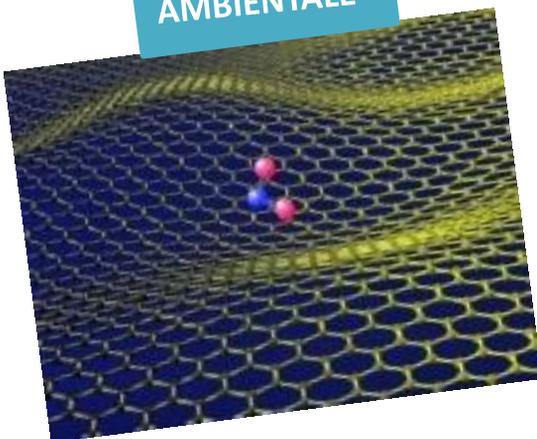
Come sostituti del rame

### ENERGETICO



Come supporto al silicio

### AMBIENTALE



### TESSILE



### OTTICO



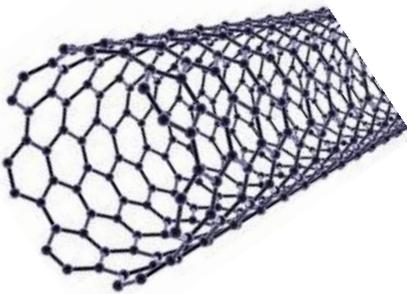
AMBIENTALE

TRATTAMENTO DELLE ACQUE



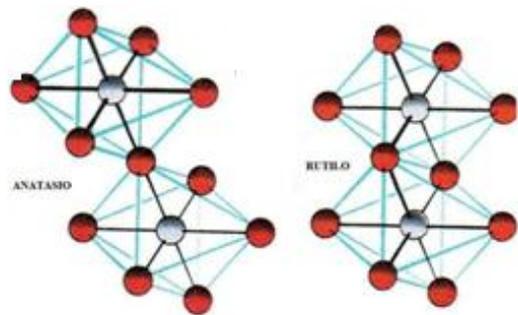
## TIPI DI NANOMATERIALI

### Nanotubi di carbonio (CNT)



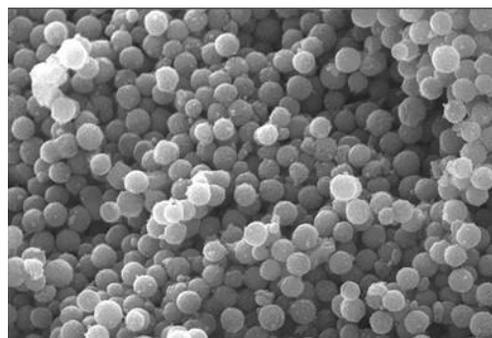
Forme allotropiche del carbonio. La loro composizione include soli atomi di carbonio che si dispongono in celle esagonali concatenate tra loro e racchiuse su se stesse, in strutture cilindriche cave, da cui prendono il nome.

### Nano particelle di biossido di titanio (Nano-TiO<sub>2</sub>)



Si presentano sotto forma di nanoparticelle con dimensione nell'intervallo 20-40 nanometri.

### Nanoparticelle di argento (nano-Ag)

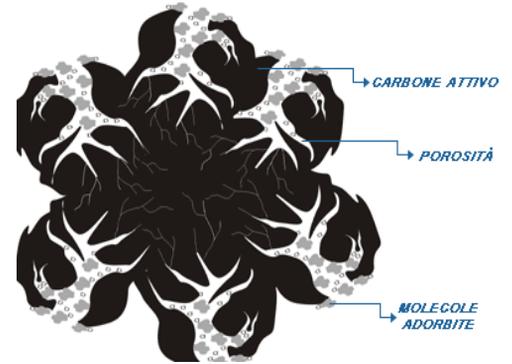


# CNT

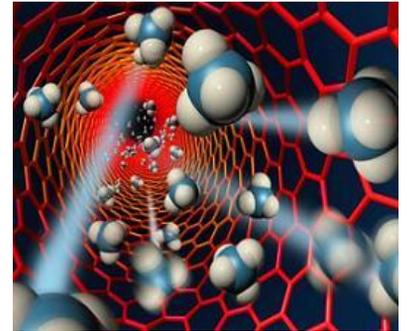


Offrono significativi miglioramenti

Nei processi di adsorbimento di composti organici e inorganici al posto dei carboni attivi per:



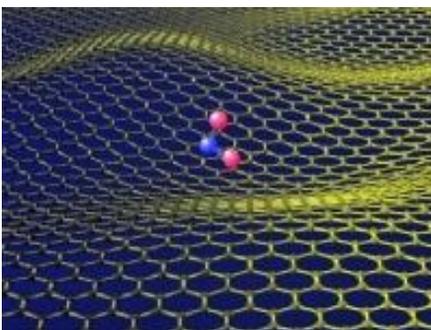
- la maggiore superficie specifica
- il numero elevatissimo di siti di adsorbimento
- il diverso tipo di interazioni con i contaminanti
- l'elevata cinetica di adsorbimento
- la buona capacità di rigenerazione e riutilizzo



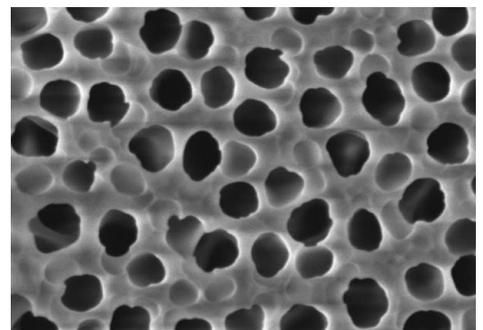
Nei processi a membrana:

- maggiore permeabilità, dovuta alle pareti interne lisce ed idrofobe dei nanotubi
- pori molto piccoli → elevata efficienza nella degradazione dei contaminanti
- maggiore stabilità meccanica e termica
- maggiore resistenza al fouling

Membrane CNT

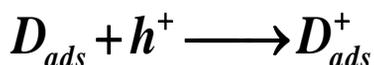
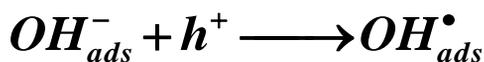
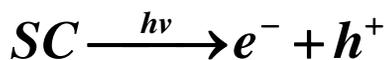
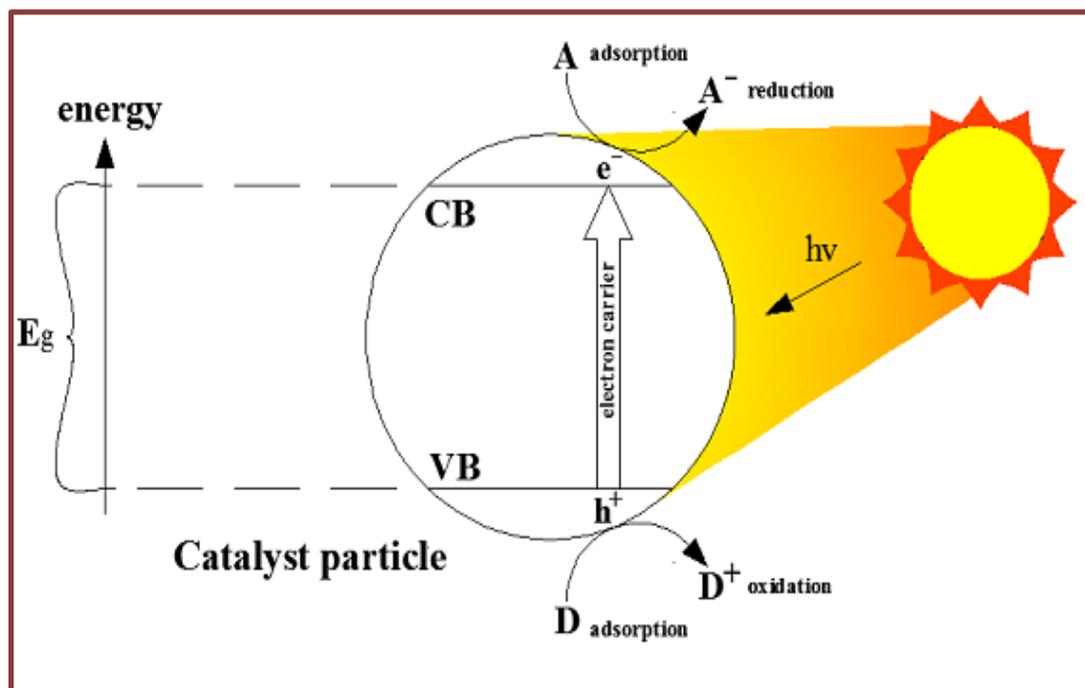


Membrane polimeriche



# Nano-TiO<sub>2</sub>

→ Semiconduttore catalitico più utilizzato

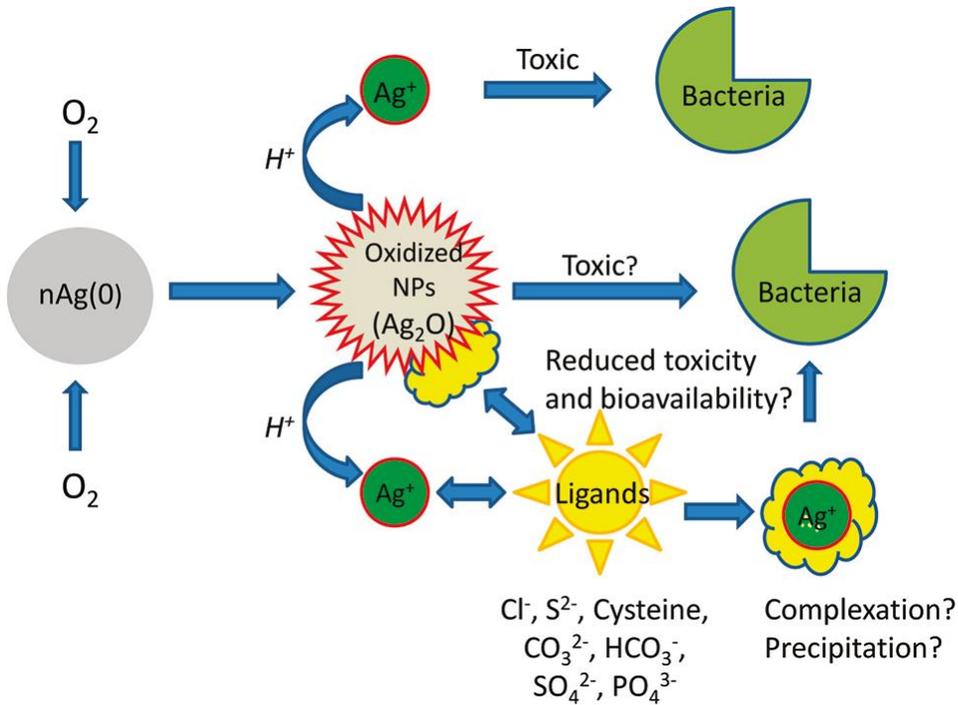


Diminuendo la granulometria di TiO<sub>2</sub> si aumenta la velocità della cinetica di reazione della fotocatalisi

# Nano-Ag



Offrono significativi miglioramenti nei processi di disinfezione



## VANTAGGI

- Bassa tossicità per l'uomo
- Facilità d'uso
- Mancata formazione di sottoprodotti tossici (DBPs)

## SVANTAGGI

Non assicura la cosiddetta *protezione in rete*, per cui non è in grado di assicurare il controllo microbico nei sistemi idrici, in particolare di quelli di approvvigionamento di acqua potabile

CONTROLLO  
MICROBICO

CONTROLLO  
MICROBICO



Indicatori convenzionali: COLIFORMI



SVANTAGGI

- Lentezza con cui si riceve l'informazione
- Incapacità di rilevamento di patogeni emergenti



Anche in questo caso la ricerca è indirizzata  
verso lo sviluppo di NANOMATERIALI

NANOCRISTALLI  
FLUORESCENTI (QD)

METALLI NOBILI

NANOPARTICELLE  
COLORATE



Migliorano la selettività  
e la rapidità della  
rilevazione

Riconoscimento del  
patogeno

Trasduzione  
del segnale

# CONCLUSIONI

Il ricorso alle nanotecnologie sta trovando sempre maggiore interesse nel campo del trattamento delle acque primarie e delle acque reflue.

Le proprietà uniche dei nanomateriali e la possibilità di poterli integrare con le tradizionali tecnologie offrono ottime prospettive di sviluppo.

Ancora molto v'è da fare per superare le incertezze che impediscono, oggi, l'uso diffuso della nanotecnologia.