



 POLITECNICO DI MILANO



PROGETTO “MATCH MAKING INNOVAZIONE”
Materiali e processi per l’Advanced Manufacturing

Carlo E. Bottani

Micro and Nanostructured Materials Lab - NanoLab

Department of Energy and NEMAS – Center for NanoEngineered Materials and Surfaces
Politecnico di Milano, via Ponzio 34/3 I-20133 Milano, Italy



Entrate attività conto terzi
circa 50 Meuro/anno

CONTATTI

Servizio Ricerca

Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano Italia
E-mail: ricerca@polimi.it

Servizio Qualità di Ateneo

Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano Italia
E-mail: taratura@polimi.it



Una dotazione all'avanguardia di tecniche di fabbricazione di materiali, di tecnologie per trattamenti superficiali e di strumenti di caratterizzazione avanzata sino alla scala atomica.





- Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica
polimeri, titanio e ossido di titanio (materiali biocompatibili), plasma treatments, sol-gel, elettrospinning, CVD, PVD
- Dipartimento di Fisica
semiconduttori per applicazioni optoelettroniche, grafene
- Dipartimento di Energia
*materiali nanostrutturati a base di carbonio, ossidi semiconduttori ad ampio gap (fotovoltaico, catalisi e fotocatalisi, sensori), **superfici superidrofobiche, trattamenti antibatterici***
- Dipartimento di Meccanica
metalli e leghe metalliche, compositi, materiali a memoria di forma

IIT@POLIMI

Center for Nano Science and Technology



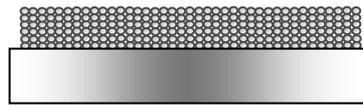
Numerosi i progetti sviluppati tra Politecnico ed aziende, anche grazie al contributo della **Fondazione Politecnico di Milano**.

Tra questi, grazie alla diversificate competenze dell'Ateneo, molteplici quelli relativi all'area «materiali per il manifatturiero avanzato».

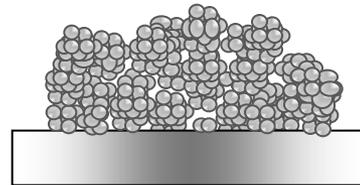


Atom-by-atom deposition

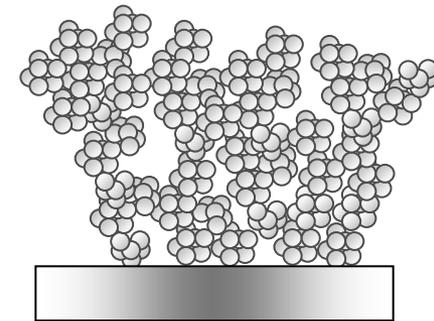
Cluster-assembling



Conventional film



Nanoporous film



Hierarchical structures

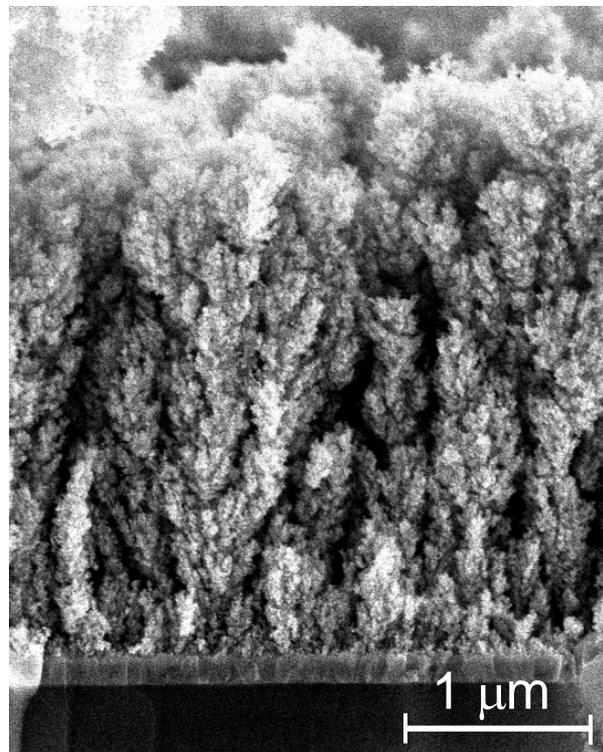
- Low Effective surface
- Å-scale porosity
- Material dependent properties
- Crystalline preferential directions

- High Effective surface
- Nanoscale porosity
- Tunable properties
- Random assembly

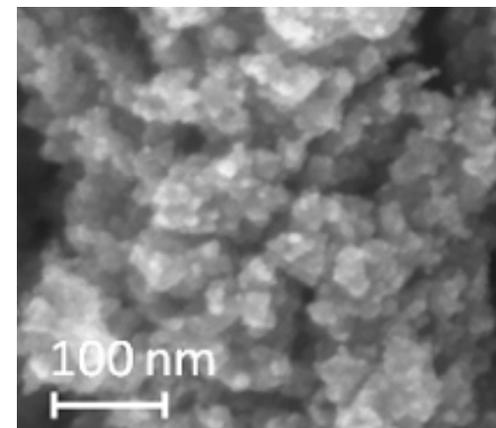
- Multiscale structure
- Multiscale porosity
- Preferential direction
- Light scattering



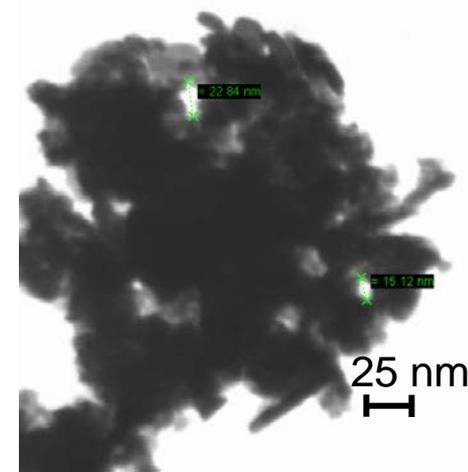
Hierarchically assembled structures: a forest of nanotrees



Microscale: the forest



Mesoscale: the tree



Nanoscale: the leaves

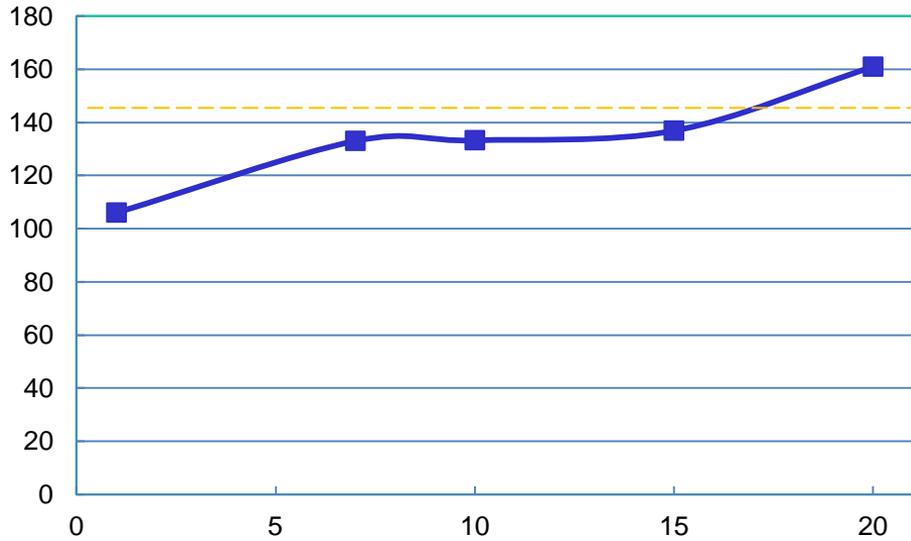
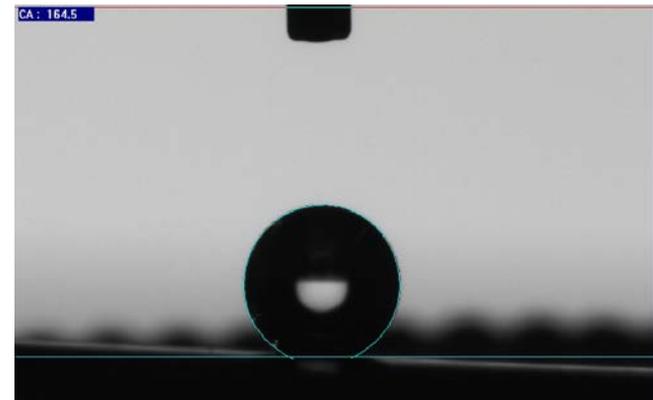
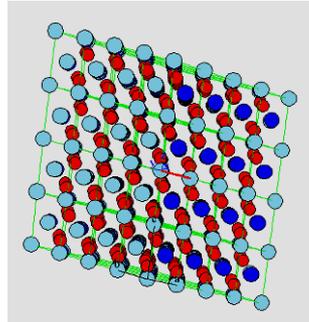
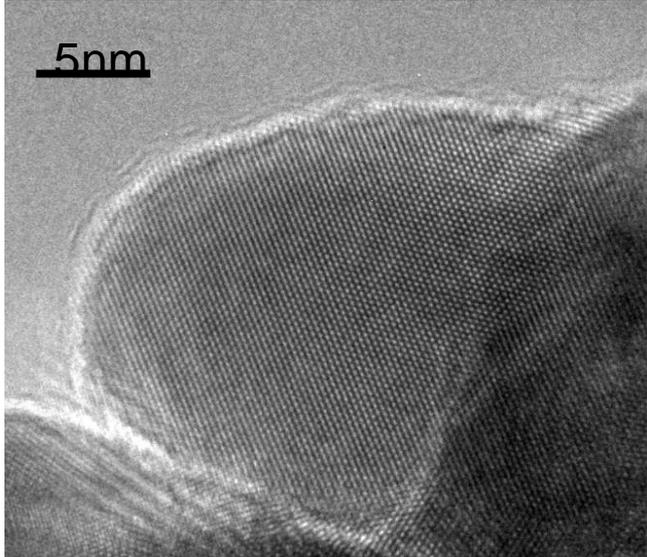


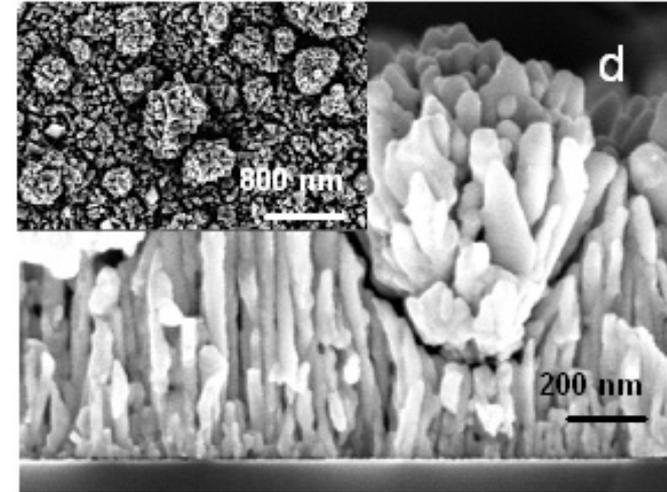
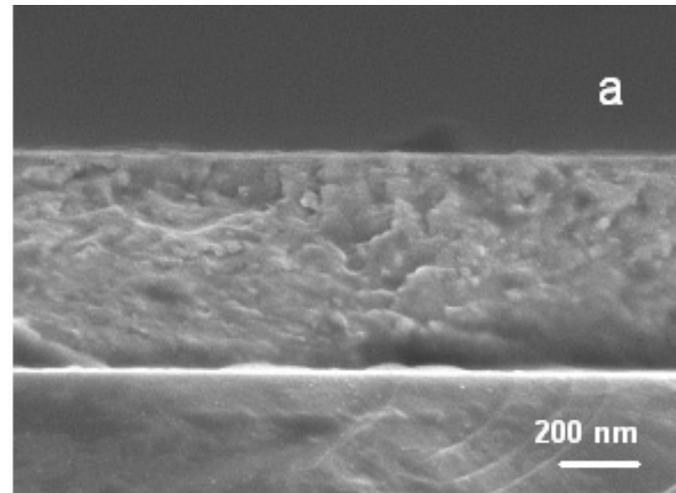
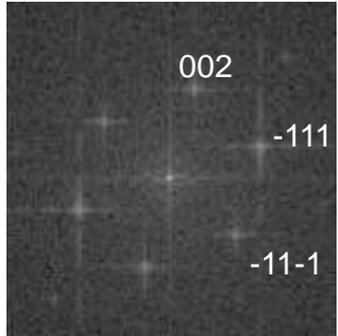
Figura . Angolo di contatto vs pressione di deposizione.

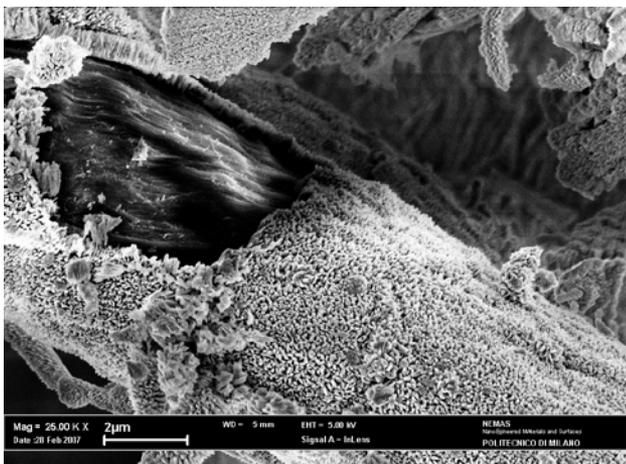
Figura 2. Goccia di H2O su superficie trattata



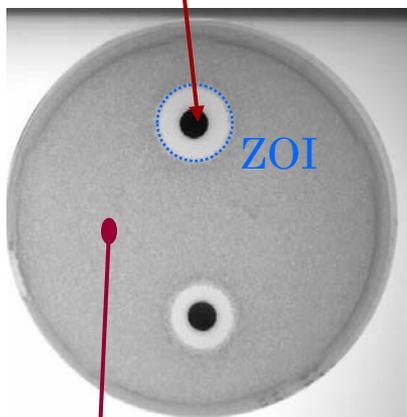


Ag_4O_4 [110]



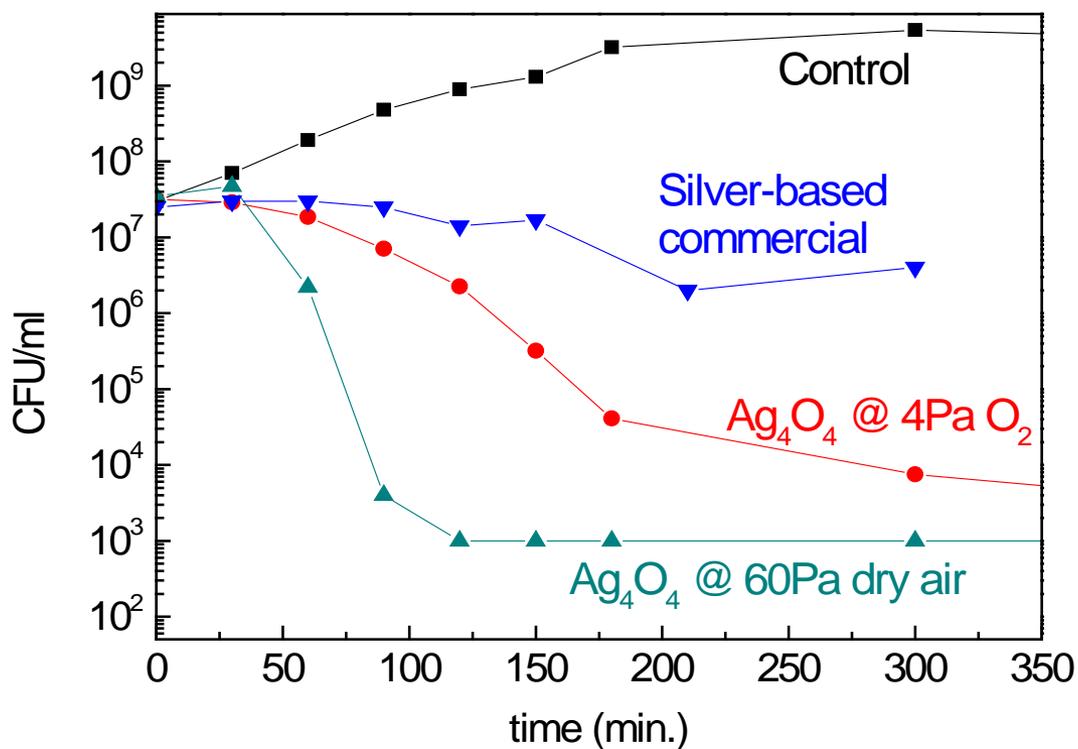


Ag₄O₄ on cellulose disks



Bacterial colony (E. Coli)

International Patent: WO 2008/120259 (2008)



In collaboration with A. Polissi, Università Milano-Bicocca, Italy



 POLITECNICO DI MILANO



Argento e tessile : problemi e soluzioni e ricadute in altri settori

Anna Facibeni, Laboratorio di Materiali Nano- e Microstrutturati, Politecnico di Milano, Dipartimento di Energia



1. Introduzione
2. Partnership con aziende
3. Conclusioni



- **Batteri, muffe, lieviti e virus** sono microorganismi che fanno parte della nostra vita
- Un tessuto a contatto prolungato con la **pelle**, unito a scarsi lavaggi, particolari situazioni climatiche può favorire la crescita veloce di microorganismi.
- I batteri ed i loro prodotti di decomposizione possono causare **infezioni, odori sgradevoli e allergie**.
- Lo *Staphylococcus Aureus* è una delle maggiori cause dell'**eczema atopico**



Introduzione di agenti antibatterici nelle fibre tessili:

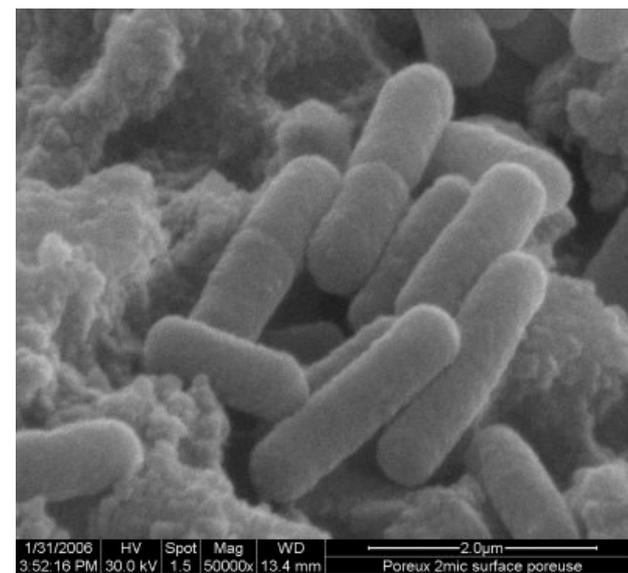
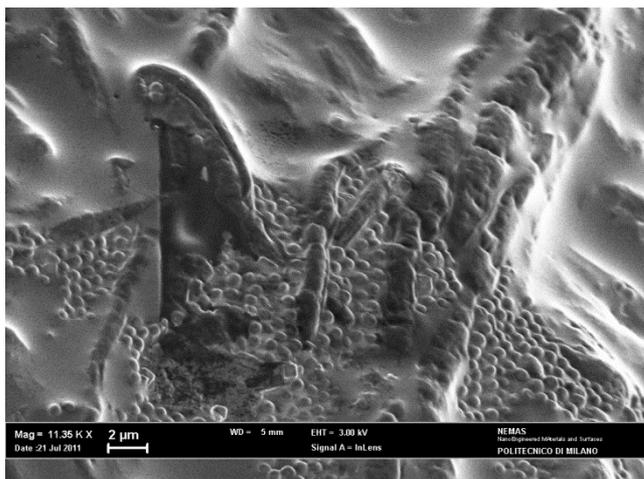
- Riduzione di odori sgradevoli
- Profilassi e terapia di infezioni e/o malattie
- Protezione delle fibre dalla corrosione batterica





Caratteristiche ideali di un tessuto antibatterico:

- Attività a largo spettro
- Effetto limitato alla superficie del tessuto
- Ridotta interferenza con i batteri della pelle.
- Proprietà durature
- Assenza di sostanze tossiche





Metodi comunemente usati per fabbricare tessuti antibatterici:

- Addizione di agenti antibatterici prima dell'estrusione
- Post-trattamento durante il finissaggio



Nel nostro laboratorio è stata sviluppata una tecnologia **innovativa** applicante la sintesi colloidale.



- Il materiale da ricoprire viene introdotto in una soluzione acquosa di AgNO_3 e citrato sodico portata circa 30°C .
- Aggiunta di acido ascorbico per ridurre lo ione Ag^+ a metallo.
- In condizioni strettamente controllate si ha la formazione di nanoparticelle che crescono sul materiale da ricoprire.



Tintoria filati di Como





L'azienda A ha la necessità di sviluppare un filato con caratteristiche antibatteriche.

Criticità

- Il processo di produzione deve adattarsi agli impianti preesistenti in uso.
- Controllo dei costi di produzione per salvaguardare i margini di guadagno
- Sicurezza
- Impatto ambientale



Studio di fattibilità

- Sviluppo di un processo che impiega la nostra tecnologia innovativa di sintesi colloidale su scala di laboratorio al filato dell'azienda A (es. 10 cm di filo; 20 mL di volume).
- Caratterizzazione al SEM (Microscopio Elettronico a Scansione) → particelle metalliche nanometriche.
- Test di anti-battericità in vitro, secondo gli standard internazionali → esito positivo.

Risultato: possibilità di successo per lo scale-up su impianto industriale



Sviluppo del processo su impianto pilota

- Trasferimento del processo sviluppato in laboratorio a impianto pilota presso l'azienda A.
- Utilizzo della tecnologia esistente con minime modifiche.
- Produzione di lotti pilota su cui eseguire test e caratterizzazioni (1500 m di filo; 20 L di volume).
- Addestramento del personale aziendale e stesura delle procedure operative.



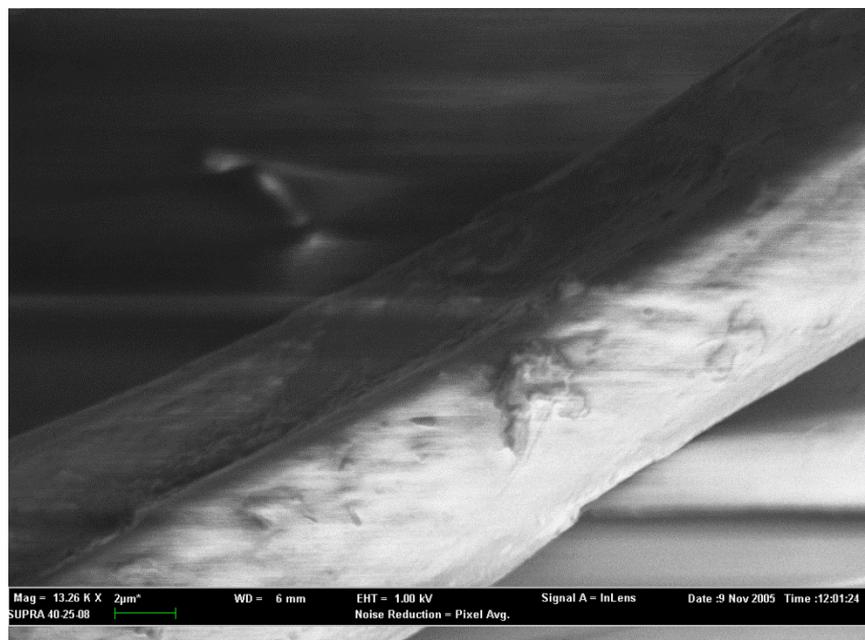
Rocca di
Poliestere
non trattata



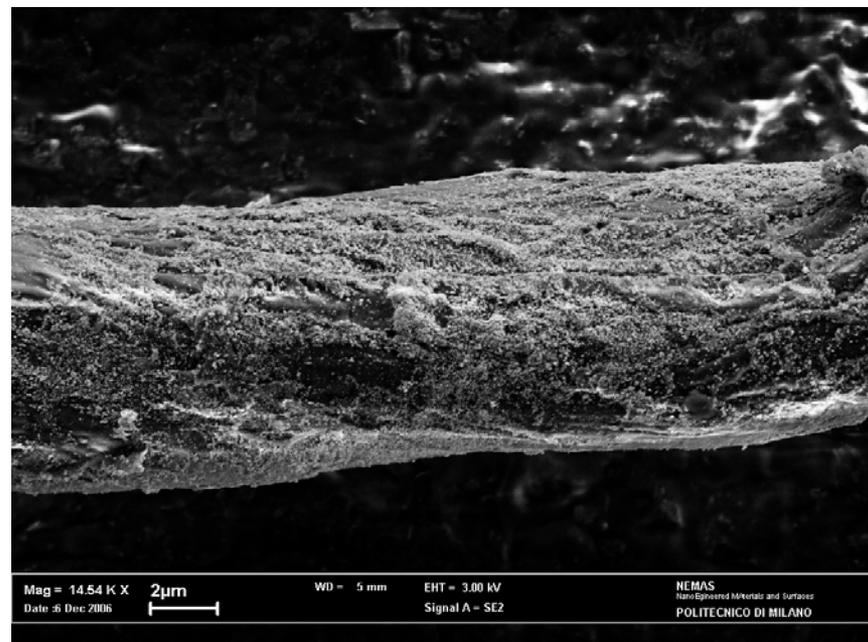
Rocca di
Poliestere
prodotta per
trattamento su
impianto pilota



Filo di Poliestere

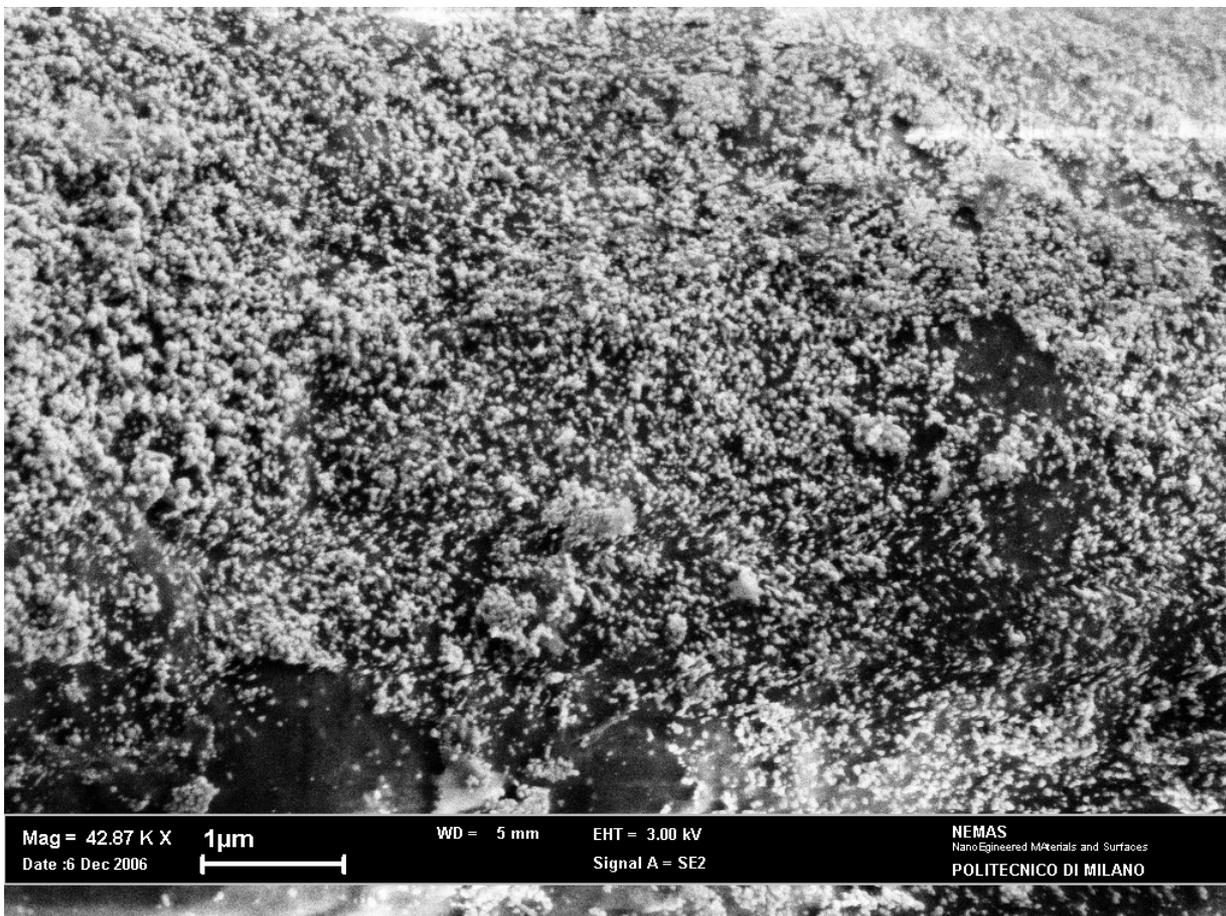


Filo di Poliestere trattato





Filo di Poliestere trattato





Produzione di tessuto non-tessuto (polipropilene) veneta





L'azienda B ha la necessità di sviluppare un tessuto con caratteristiche antibatteriche.

Criticità

- Il processo di produzione deve adattarsi agli impianti preesistenti in uso.
- Non si può utilizzare il processo in soluzione.
- Controllo dei costi di produzione per salvaguardare i margini di guadagno
- Sicurezza
- Impatto ambientale



Studio di fattibilità

- Sviluppo di un processo che impiega la nostra tecnologia innovativa di sintesi colloidale su scala di laboratorio al tessuto dell'azienda B (es. 20 cm² di tessuto; 20 mL di soluzioni a spruzzo).
- Caratterizzazione al SEM (Microscopio Elettronico a Scansione) → particelle metalliche nanometriche.
- Test di anti-battericità in vitro, secondo gli standard internazionali → esito positivo.

Risultato: possibilità di successo per lo scale-up su impianto industriale



Sviluppo del processo su impianto di produzione

- Trasferimento del processo sviluppato in laboratorio a impianto presso l'azienda B.
- Implementazione della tecnologia esistente con spruzzatori in serie.
- Produzione di lotti pilota su cui eseguire test e caratterizzazioni (1000 m² di tessuto; 60 L di soluzioni a spruzzo).
- Addestramento del personale aziendale e stesura delle procedure operative.



Impianto di produzione di tessuto antibatterico con spruzzatori





- Il processo permette la crescita su tutte le fibre cotone, poliestere, nylon, non sfruttando un legame chimico bensì la crescita *in situ*.
- La bassa temperatura limita la pericolosità del processo e consente l'applicazione anche su materiali preziosi quali **seta, lana, cashmere**.



- La resistenza del trattamento ai lavaggi in acqua è stata testata fino a dieci cicli in lavatrice a 40°C .
- È stata studiata una tecnica di «ricarica» applicabile dal consumatore.
- L'inserimento di un filo di argento nel tessuto consente una maggior resistenza ai lavaggi ma comporta problemi di filatura e costi superiori a parità di efficacia.



Ulteriori sviluppi - altre applicazioni

- filtrazione aria
- pellets polimerici utilizzabili in estrusori
- schiume per imbottiture (caschi, sedili)