FONDAZIONE FILARETE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

POLITECNICO DI MILANO

ASSOLOMBARDA

PROGETTO "MATCH MAKING INNOVAZIONE"
Materiali e processi per l'Advanced Manufacturing

MATERIALI, TRATTAMENTO DI SUPERFICI E SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER LA GESTIONE DEI FLUIDI

Prof. Paolo Milani
Dipartimento di Fisica, Università di Milano
e
Fondazione Filarete

Technology Transfer: FACTS

Technology Transfer (TT) is the process of **transferring**

- Skills
- Knowledge
- Technologies,
- Methods of manufacturing
- Samples of manufacturing (prototype, demonstrator, sample products)
- Facilities

⇨ **from academia** (technology donor) **to industry** (technology receiver)

⇨ **among different industrial sectors**

AIMS:

- **Increased accessibility**
- **Development and exploitation including commercial**

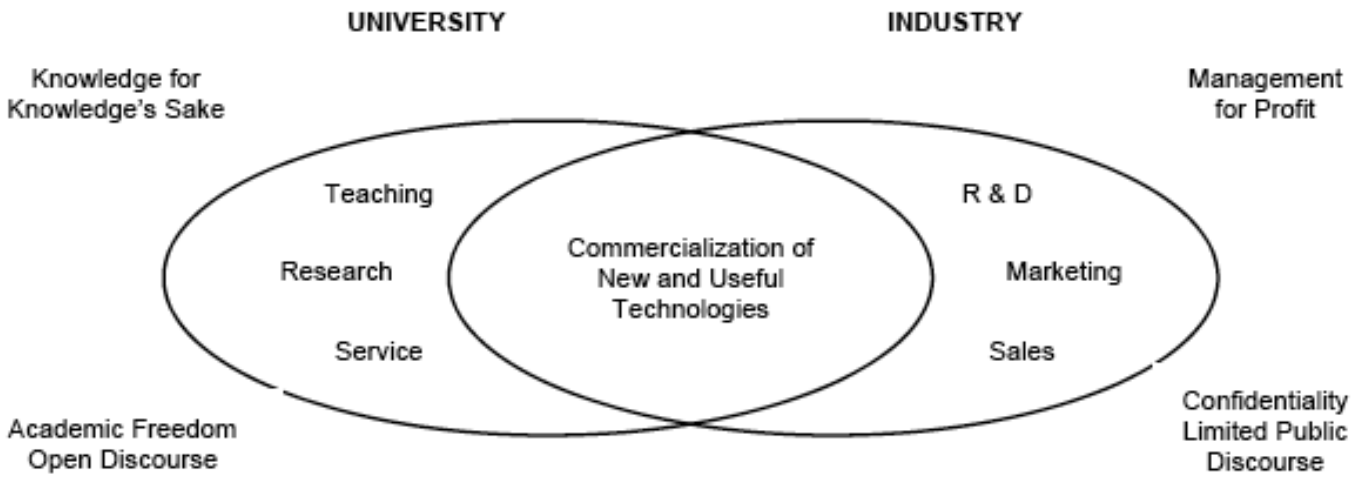
FONDAZ
FILARET

Figure 1: Key actors in the technology transfer process

Stakeholder	Actions	Primary Motives	Secondary Motives	Organizational Culture
University scientist	Discovery of new knowledge	Recognition within the scientific community-publications, grants (especially if untenured)	Financial gain & additional research funding (mainly for graduate students and lab equipment)	Scientific
Technology transfer office	Works with faculty members and firms/ entrepreneurs to structure deals	Protect and market the university's intellectual property	Facilitate technological diffusion and additional research funding	Bureaucratic
Firm/ entrepreneur	Commercializes new technology	Financial gain	Maintain control of proprietary technologies	Organic/ entrepreneurial

Source: Siegel et al. (2004)

Figure 2: The university-industry culture clash



Source: Berneman (2003).

.com

FONDAZIONE FILARETE

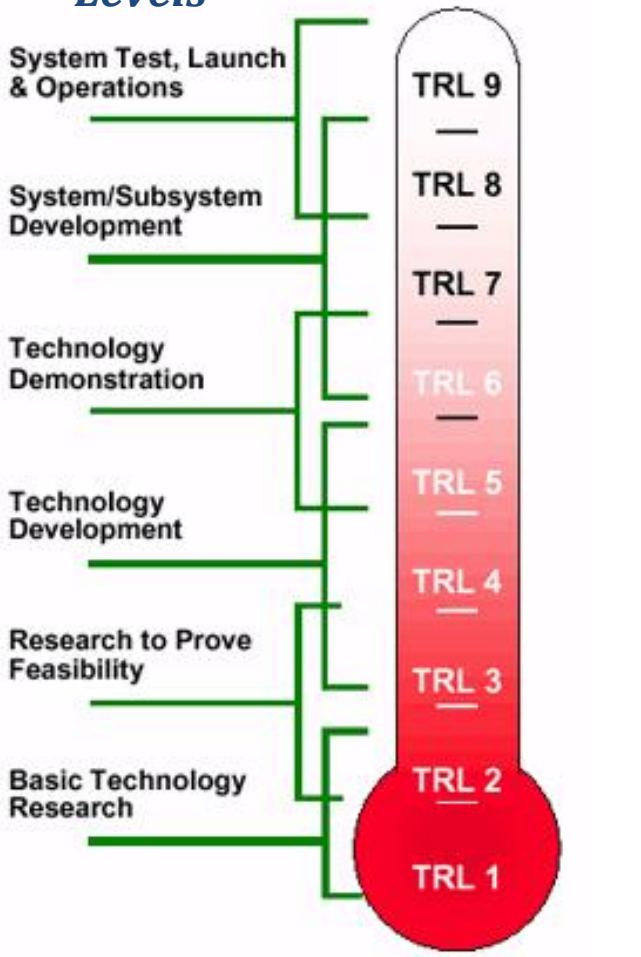
Technology Transfer: FACTS

❑ Technology Readiness Level (TRL)

- is a measure used to assess the maturity of evolving technologies (materials, components, devices, etc.) prior to incorporating that technology into a system or subsystem.

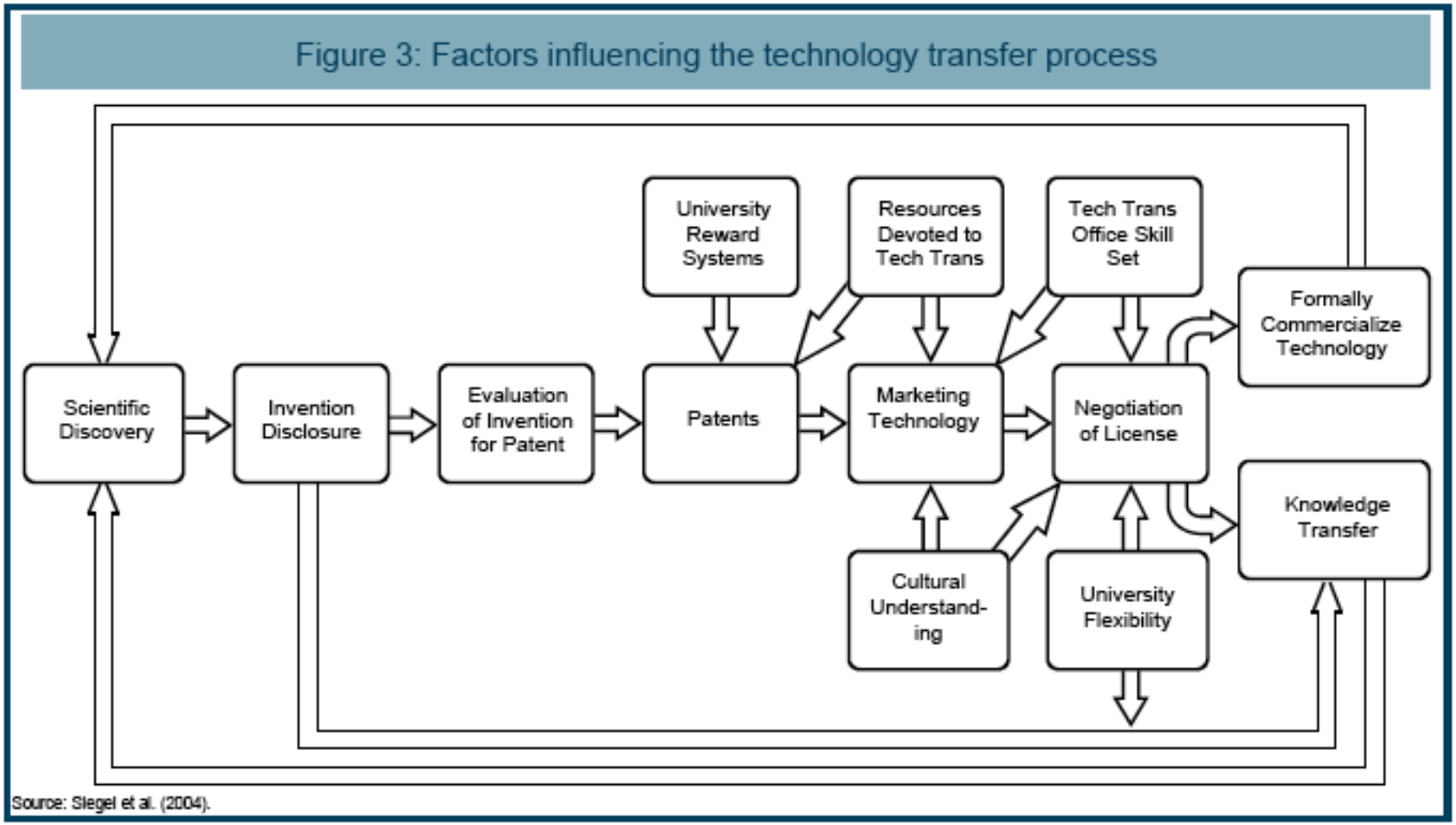
- It is also useful to:
  - **evaluate the development status of a given technology/material etc;**
  - **make decisions concerning technology funding;**
  - **make decisions concerning transfer of technology.**

NASA Technology Readiness Levels



FONDAZIONE FILARETE

Figure 3: Factors influencing the technology transfer process



Source: Siegel et al. (2004).

FONDAZIONE FILARETE

Chi siamo



Fondazione Filarete nasce nel **2008** come centro di eccellenza per la generazione di nuovo sapere e per il trasferimento tecnologico verso le PMI nei campi dei **Materiali Avanzati** per le **Scienze della Vita**, **Biotecnologie**, **Salute**.

Ha sede nell'edificio di viale Ortles 22/4 a **Milano** dove sono localizzati laboratori di ricerca e imprese su una superficie complessiva di **6000 mq**, ospitando **un centinaio di ricercatori e 14 aziende.**

Soci Fondatori

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

fondazione cariplo

INTESA SANPAOLO

Socio Co-fondatore

CAMERA DI COMMERCIO MILANO

Socio Aderente

Novamont

Fondazione Filarete

Consiglio di Amministrazione

Mariella Enoc *Presidente*

Luca Vago

Università degli Studi di Milano

Silvana Chilelli

Intesa Sanpaolo

Daniele Discepolo

Intesa Sanpaolo

Carlo Mango

Fondazione Cariplo

Giorgio Rapari

Camera di Commercio di Milano

Bruno Quarta

Università degli Studi di Milano

Fondazione Filarete

Giuseppe Malusà Rigobello

Segretario Generale

Filarete Servizi S.r.l.

Giorgio Rapari *Amministratore Unico*

Direzione Scientifica

Paolo Milani *Direttore Scientifico*

Università degli Studi di Milano

Comitato Scientifico

Arti Ahluwalia Università di Pisa

Pier Paolo Di Fiore Università degli Studi di Milano

Roberto Rettani Syneresis s.r.l.

Mario Salmona Istituto Mario Negri

FONDAZIONE FILARETE

Missione

Fondazione Filarete promuove e partecipa attivamente alla nascita di un eco-sistema dell'innovazione al fine di:

- Accelerare l'approccio al mercato della ricerca accademica attraverso processi efficaci di **trasferimento tecnologico**;
- Favorire la nascita di **nuove imprese** sulla base di risultati di ricerca attraverso il supporto nelle prime fasi di vita e nel business development;
- Supportare le **attività di ricerca e sviluppo** delle PMI attraverso servizi a valore aggiunto e trasferimento di tecnologia e conoscenza;
- Sviluppare **partnership e network** con imprese, istituti di ricerca scientifica e clinica e istituzioni in Italia e all'estero.

Tecnologie chiave abilitanti-Key Enabling Technologies (KET)

The European Commission‘s has identified the following technologies as **Key Enabling Technologies**ll **(KETs):**

- **Nanotechnology**
- Micro- and nanoelectronics
- **Industrial biotechnology**
- Photonics
- **Advanced materials**
- **Advanced manufacturing technologies**

There are no clear boundaries between these six technology domains due to technology convergence and integration. Technology convergence is not only a conceptual challenge, but also a challenge for industry structures and value chains as convergence is blurring the boundaries between existing industries as well as creating new industries and value chain constellations.

Exploiting the opportunities following the convergence between **nanotechnology and biotechnology** is an important challenge to ensure a **competitive** research base for the industry.

European Commission, Directorate-General Enterprise & Industry, 2011

Fondazione Filarete, grazie all'infrastruttura tecnologica e alle competenze presenti, offre **una vasta gamma di servizi**: dall'analisi e sintesi di materiali, allo studio di fattibilità, al design e all'esecuzione di progetti di innovazione di prodotto e di processo.



La trasversalità delle nostre competenze ci permette di **servire un ampio panorama di settori industriali**: dal farmaceutico alla cosmetica, dall'agroalimentare alla meccanica e ai materiali, proponendo a ciascuna azienda il **percorso di innovazione** più idoneo alle proprie caratteristiche.

Un ambiente favorevole

Fondazione Filarete è al centro di un **ecosistema** fertile per lo sviluppo di innovazione e nuova impresa.

Industria

Farmaceutica, Biomedicale, Agroalimentare, Green Chemistry, Cosmetica, Implantologia, Tessile, Filtrazione



Finanza e Business Development



VC, BA, Banche, Grants, Incubatori, Acceleratori, Parchi tecnologici, Servizi e consulenza (legale, brevettuale, fiscale, per l' internazionalizzazione)

Ricerca

Piattaforme tecnologiche *in-house*, UniMI, CEN, ARiSLA



Clinica

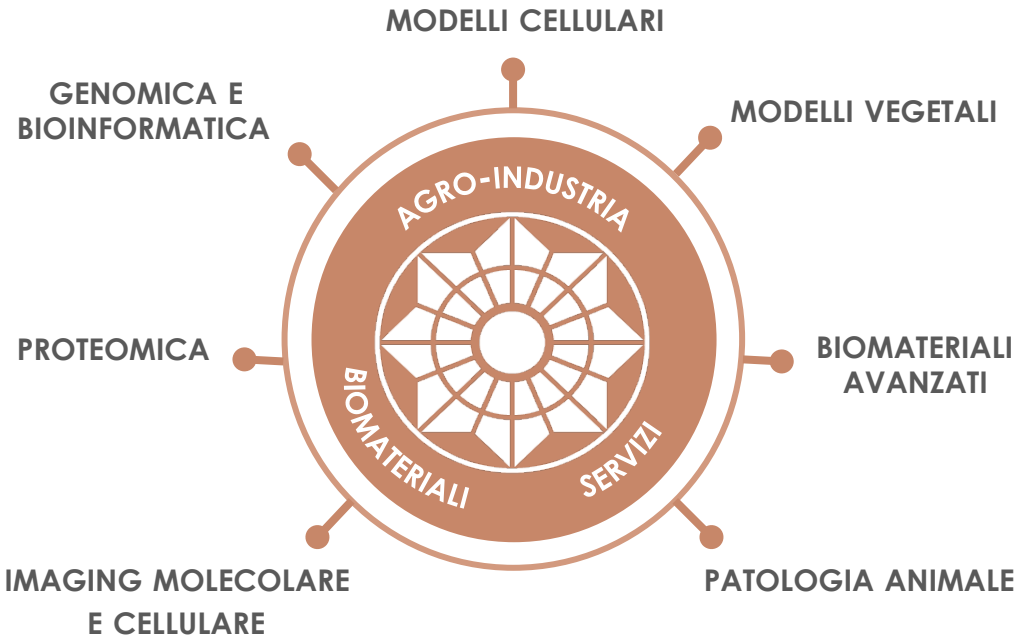


Humanitas, Galeazzi/San Donato, San Raffaele, Sacco, IFOM/IEO, Rete Oncologica Lombarda

L'infrastruttura tecnologica

Biomateriali, **Agro-Industria** e **Servizi** sono le tre business unit di **Fondazione Filarete.**

Al loro interno, **sette aree di competenza** creano una rete strettamente interconnessa di conoscenze ad elevato valore aggiunto capaci, insieme alle attività di **business development**, di favorire l' innovazione tecnologica.



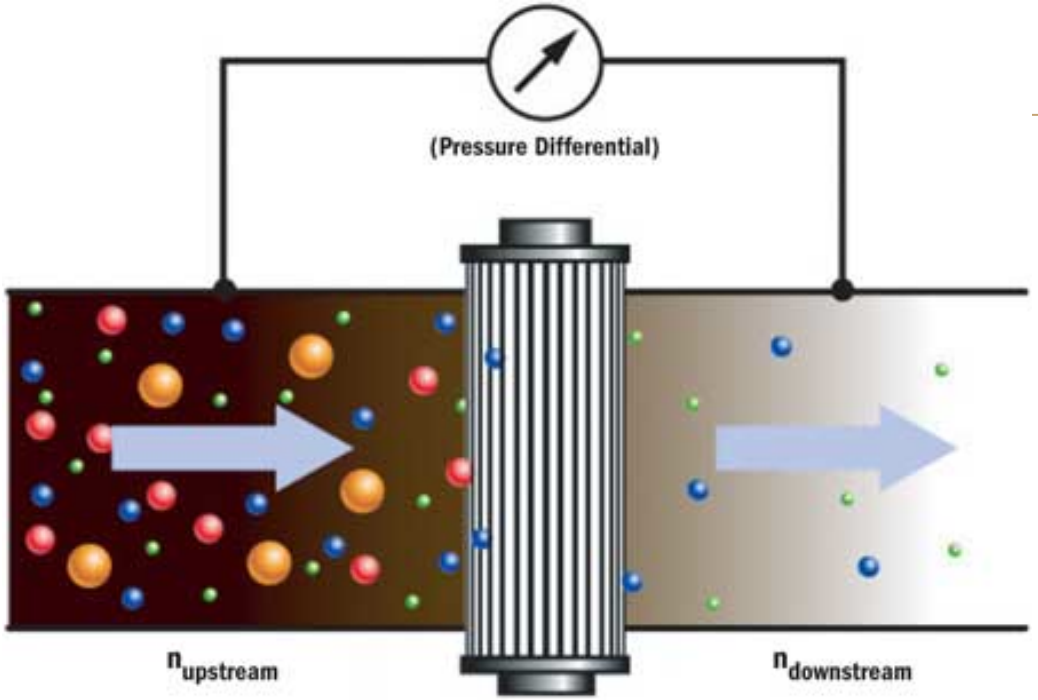
FONDAZIONE FILARETE

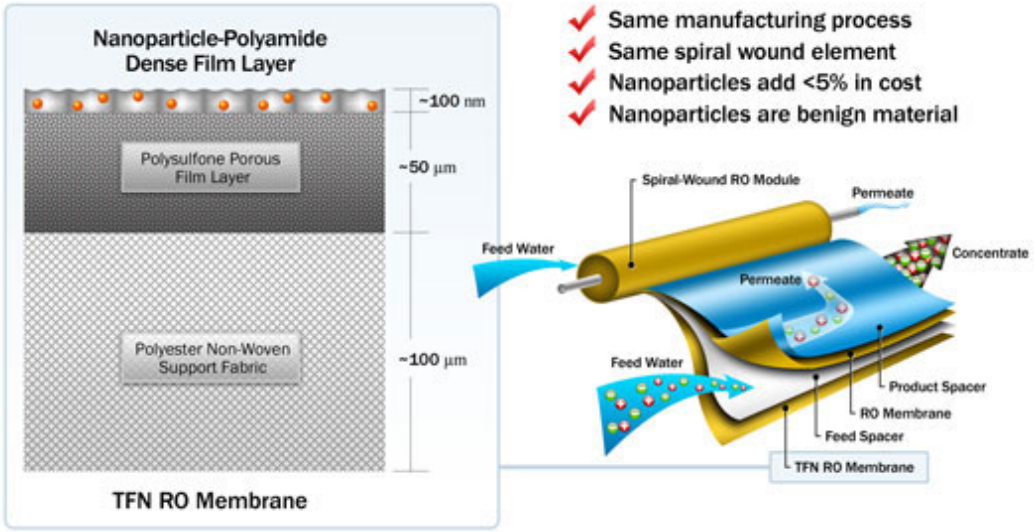
“*ECOSISTEMA*” DEI FLUIDI



FONDAZIONE FILARETE

FILTRI

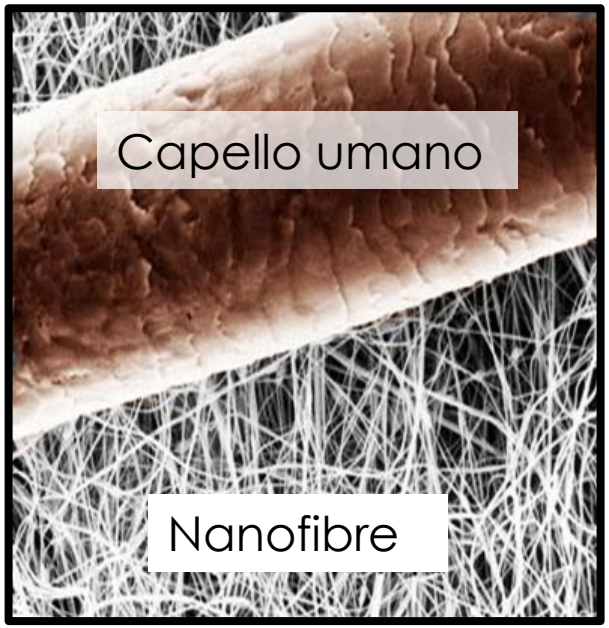




LG Chem

FONDAZIONE FILARETE

NANOFIBRE



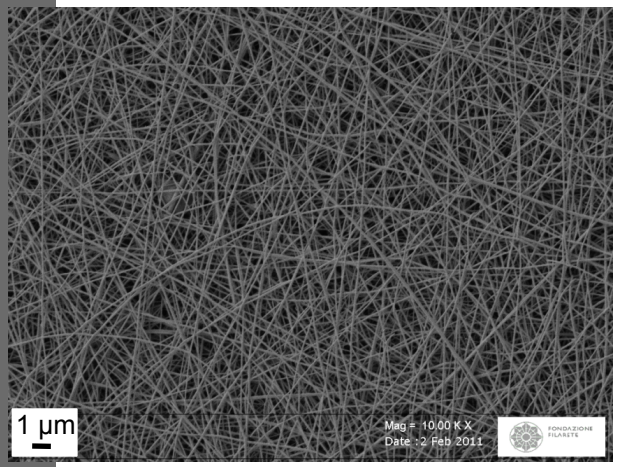
Da un punto di vista commerciale sono fibre con un **diametro inferiore a 1 µm**

Consentono di **aggiungere valore** ai prodotti tradizionali

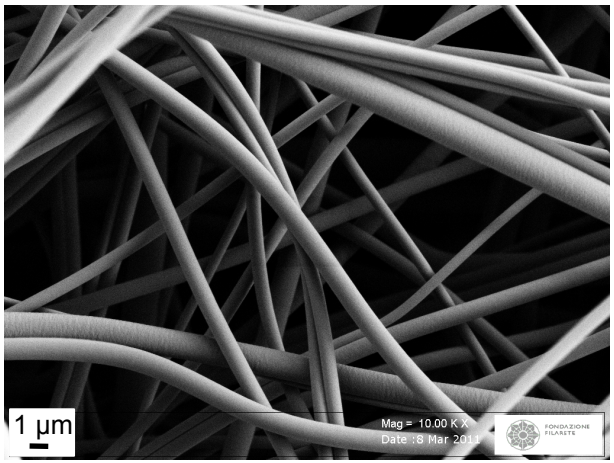
Offrono **enormi opportunità** per la creazione di prodotti innovativi

FONDAZIONE FILARETE

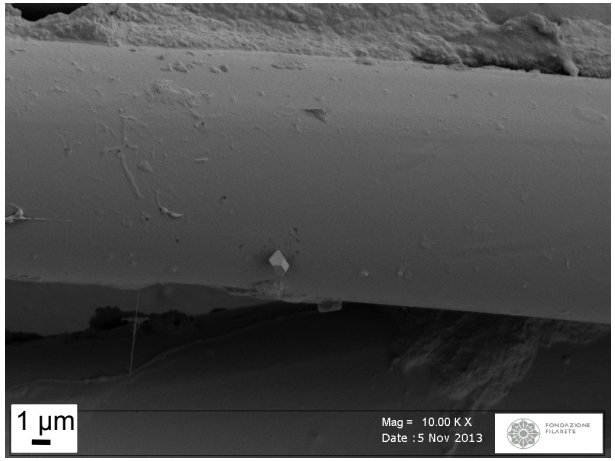
NANOFIBRE



Diametro fibre100 nm



Diametro fibre1200 nm



Diametro fibre 15000 nm

< 1 µm

2- 10 µm

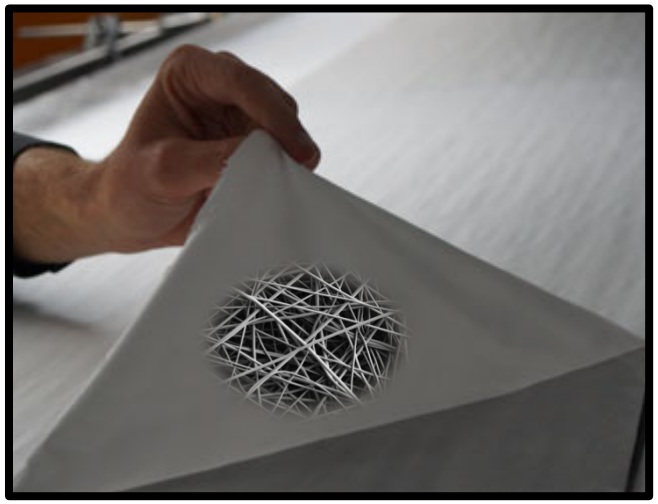
Electrospinning

Meltblown

Conventional spinning methods
(melt – wet - dry)

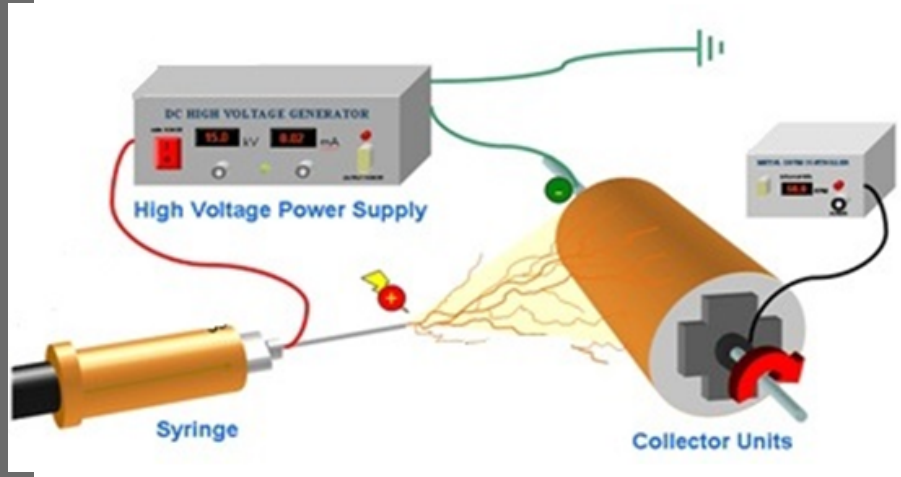
FONDAZIONE FILARETE

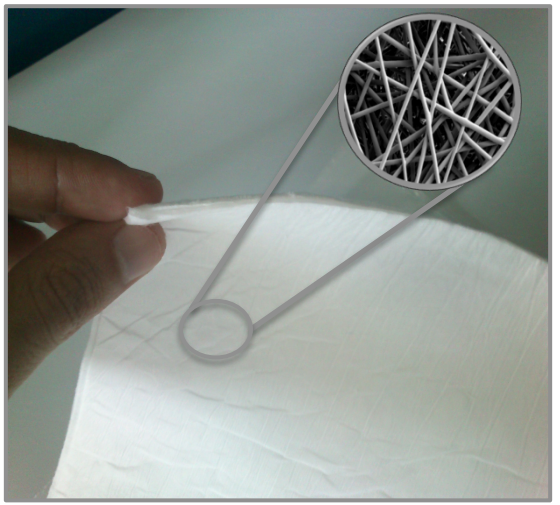
ELETTROFILATURA



E' un tecnologia **semplice** e **economica**

Possono essere elettrofilati **diversi polimeri naturali e sintetici**





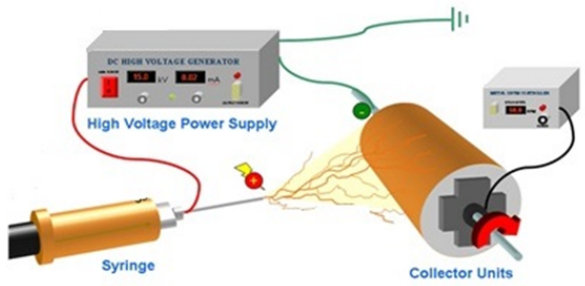
FONDAZIONE FILARETE

ELETTROFILATURA

L'unico metodo per produrre **nanofibre** su scala industriale

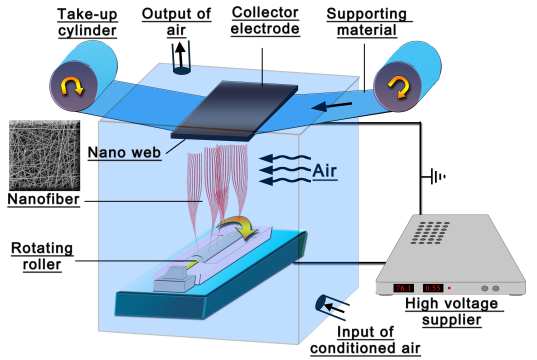
Laboratorio





Industria





FONDAZIONE FILARETE

APPLICAZIONI

- **Filtrazione**

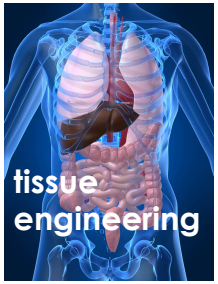


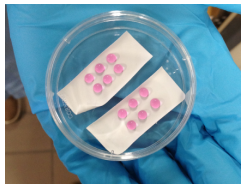
- **Produzione di energia**



- **Applicazioni mediche**









- **Food and Packaging**



- **Indumenti Protettivi**





FONDAZIONE FILARETE

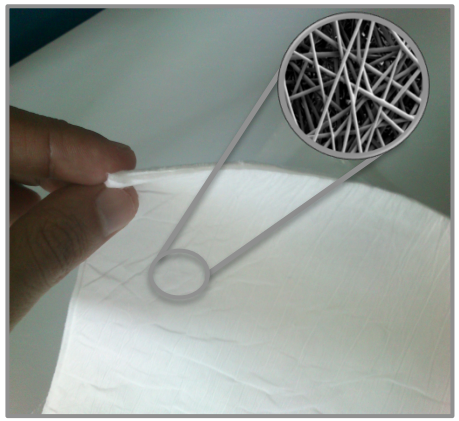
MARKET SIZE

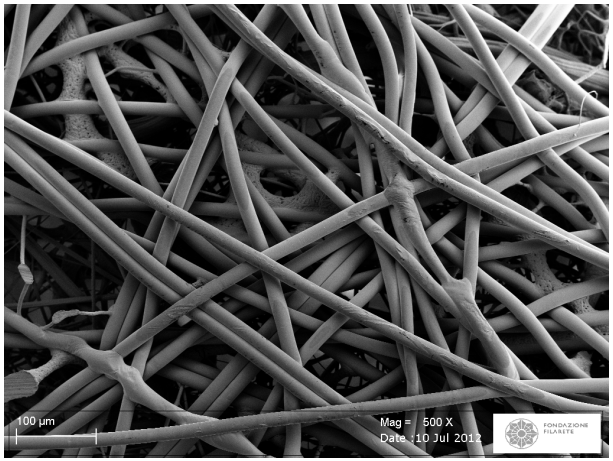
Category	Unit	2011	2014	
Filtration Food & beverages, water, Bio -Pharmaceutical processes and others	mil. US$	2395	2958	+23%
Air Filtration	mil. US$	1426	1600	+12%
Energy storage, production, efficiency	mil. US$	24863	26269	+6%
Cosmetics and Hygiene	mil. US$	9029	12168	+35%
Health Wound care, drug delivery, tissue engineering and others	mil. US$	25573	33723	+32%
Packaging	mil. US$	20649	25230	+22%

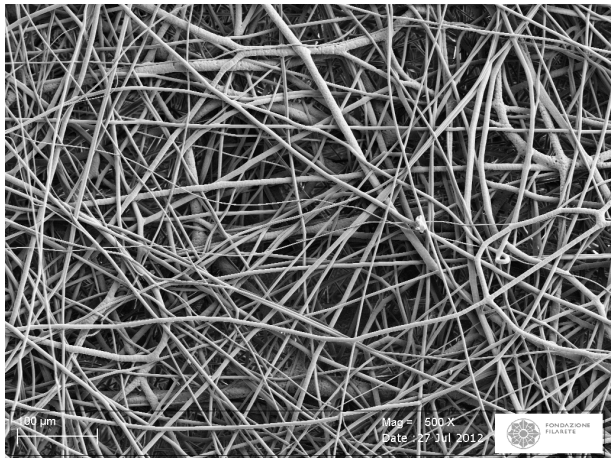
PRODUZIONE E CARATTERIZZAZIONE FILTRI

Produzione membrane filtranti

Produzione di strati filtranti mediante elettrofilatura.



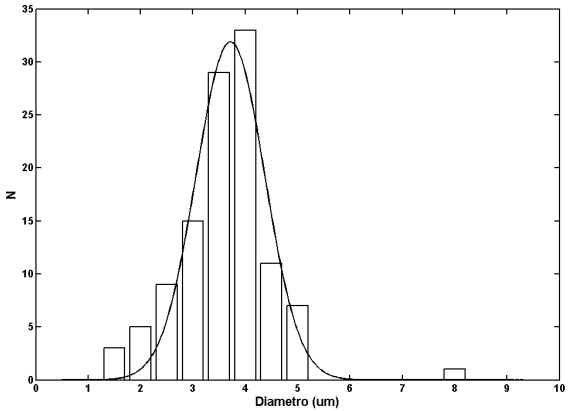




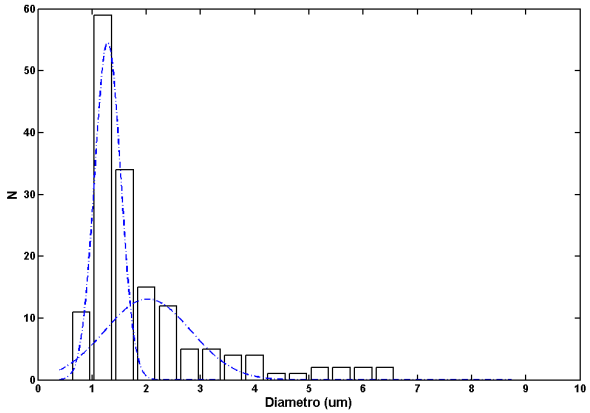
PRODUZIONE E CARATTERIZZAZIONE FILTRI

Produzione membrane filtranti

Oltre alla chimica possiamo controllare finemente la distribuzione delle fibre ovvero le prestazioni del filtro



Minore efficienza

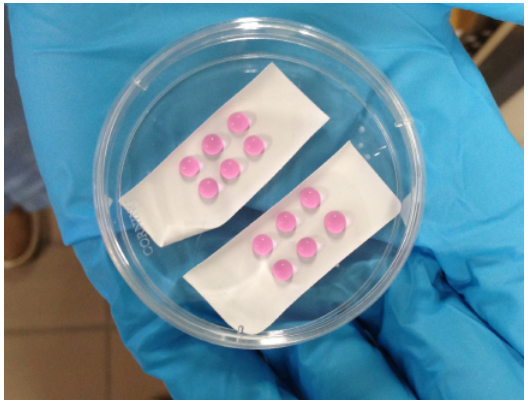


Maggiore efficienza

FONDAZIONE FILARETE

PRODUZIONE E CARATTERIZZAZIONE FILTRI

Siamo in grado di **controllare**:



- La chimica del materiale
- La struttura morfologica
- Il diametro delle fibre
- La bagnabilità del materiale
- La porosità
- La conducibilità
- Le proprietà antistatiche
- La biocompatibilità
- Le proprietà antibatteriche

PRODUZIONE E CARATTERIZZAZIONE FILTRI

Analisi morfologica e chimica - 1

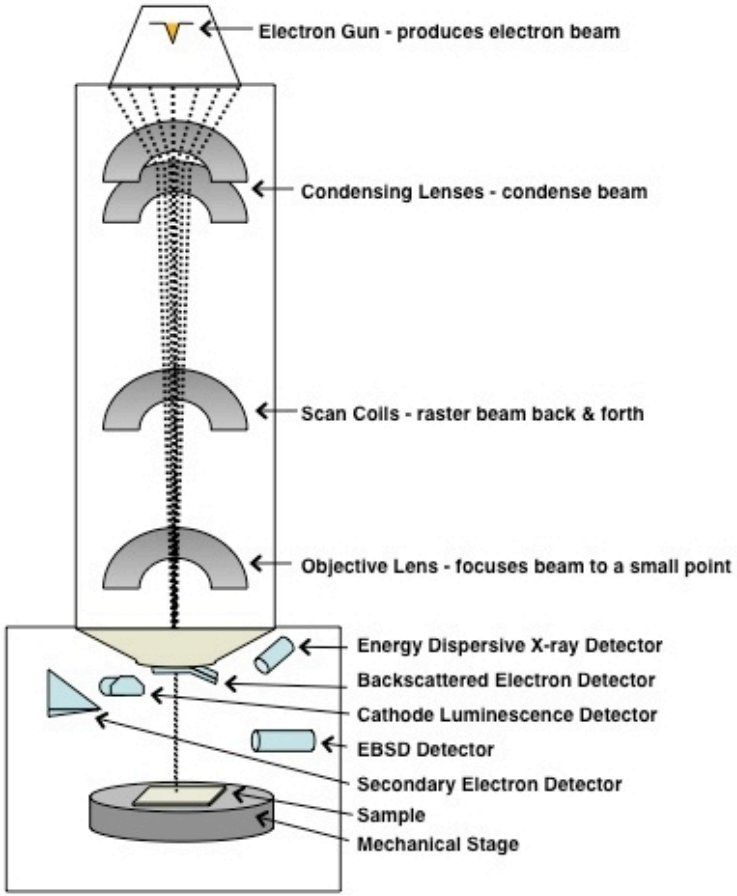
Cliente: Azienda leader nella produzione di media filtranti per diverse applicazioni industriali

Bisogno del Cliente: Verificare la teflonatura di alcuni filtri prodotti in seguito a problemi riscontrati dagli utilizzatori dei filtri

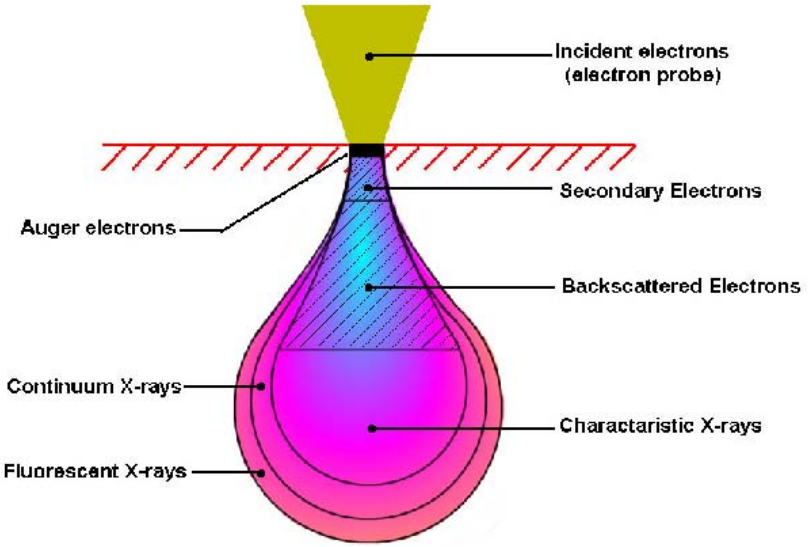
Cosa ci ha chiesto: Trovare un modo per verificare la presenza del teflon su un campione di filtri venduti

Soluzione: analisi SEM/EDX

FONDAZIONE FILARETE



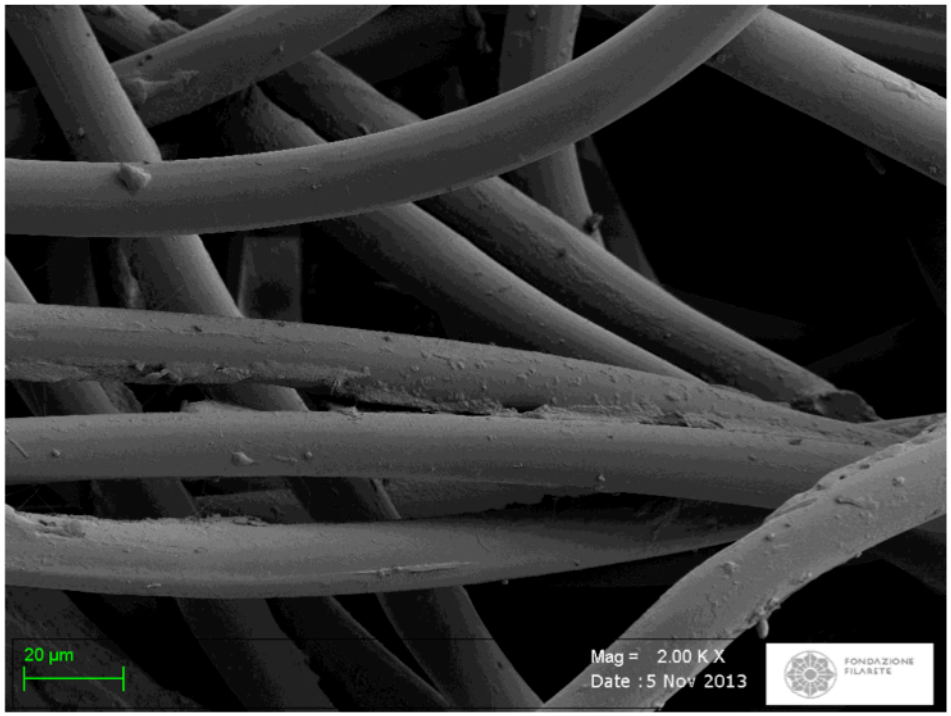


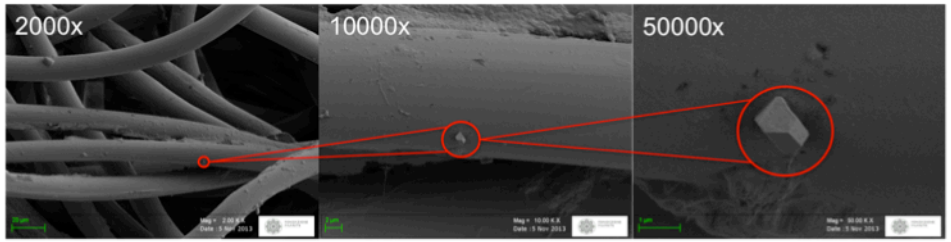


Electron Beam Interaction Diagram

PRODUZIONE E CARATTERIZZAZIONE FILTRI

Analisi morfologica e chimica - 1





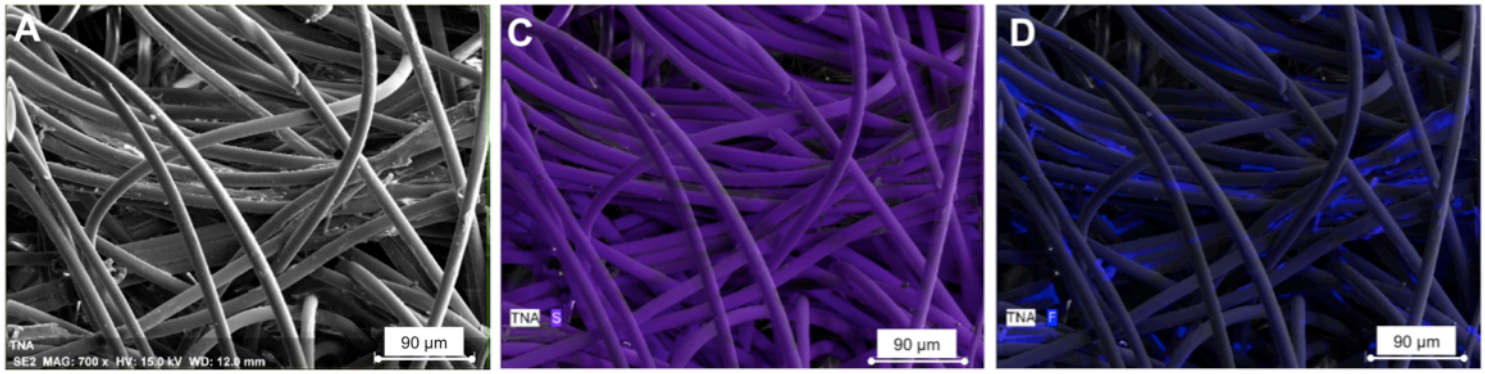
Caratterizzazione morfologica quantitativa

Diametro medio delle fibre 15µm

PRODUZIONE E CARATTERIZZAZIONE FILTRI

Analisi morfologica e chimica - 1

Caratterizzazione Chimica delle fibre



Zolfo presente nel polimero delle fibre

Fluoro dovuto al teflon

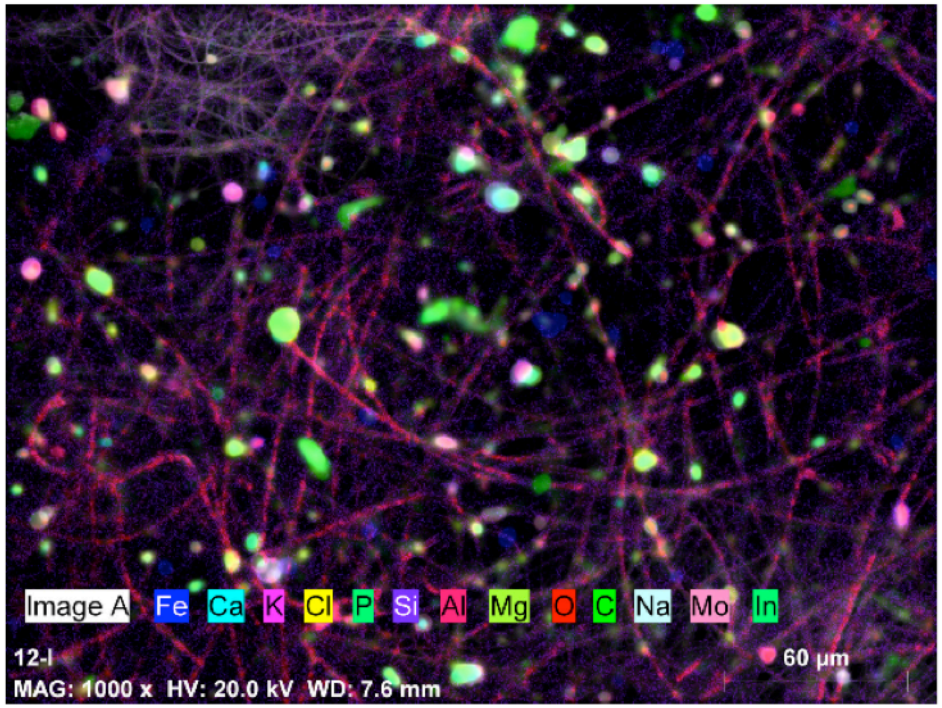
Conclusione

La non uniformità del fluoro sulle fibre fa pensare a una ricopertura di PTFE non uniforme

PRODUZIONE E CARATTERIZZAZIONE FILTRI

Analisi morfologica e chimica - 2

Caratterizzazione chimica del particolato presente in un filtro aria



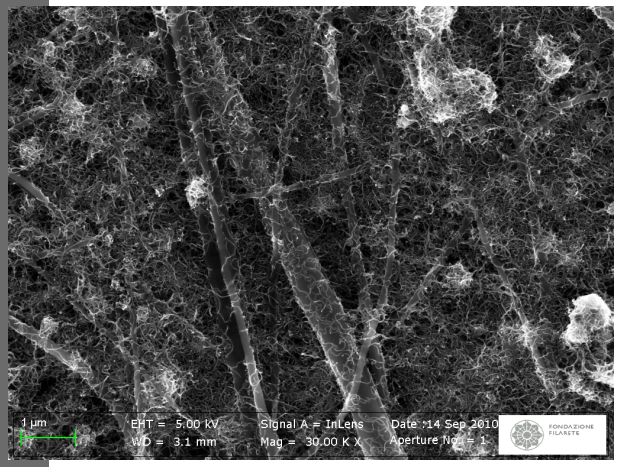
Caratterizzazione elementi presenti nel particolato di un filtro

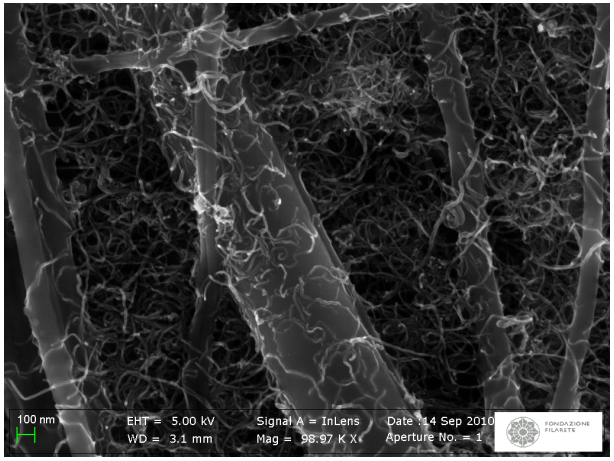
PRODUZIONE E CARATTERIZZAZIONE FILTRI

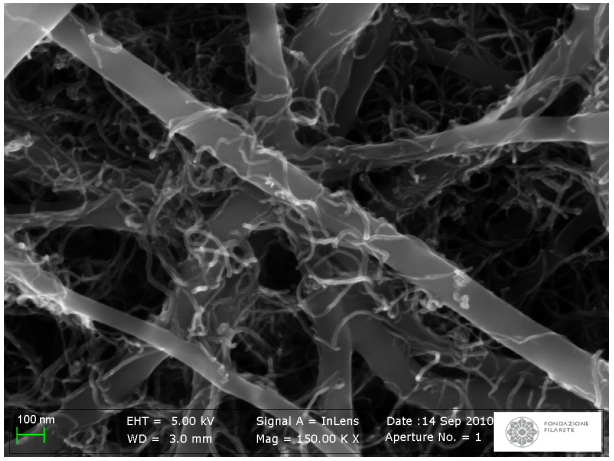
Funzionalizzazione fibre con nanotubi

Scopo: Realizzare dispositivo per determinare quantità di zuccheri presenti nei succhi di frutta

Bisogno: Caratterizzare membrana di nylon funzionalizzata con nanotubi di carbonio







FONDAZIONE FILARETE

PRODUZIONE E CARATTERIZZAZIONE FILTRI

Siamo in grado di **caratterizzare** completamente **i media prodotti**, ad esempio:

- Analisi morfologia (microscopia ottica ed elettronica)
- Analisi chimica
- Caratterizzazione delle proprietà meccaniche
- Bagnabilità (angolo di contatto)
- Caratterizzazione delle proprietà elettriche ed antistatiche
- Analisi formazione di biofilm

TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

Caratterizzazione membrane

Cliente: Noto produttore di membrane filtranti – settore filtrazione di liquidi alimentari

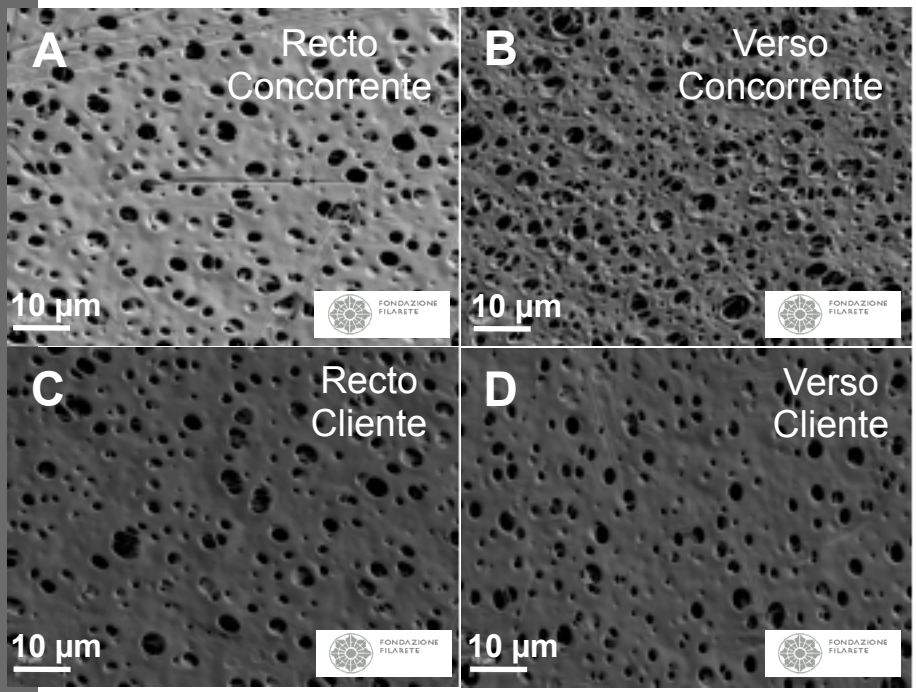
Bisogno del Cliente: Caratterizzare e verificare differenze tra le membrane in PES (polieteresulfone) prodotte dal nostro Cliente e quelle di un suo concorrente

Soluzione: Caratterizzazione morfologica mediante (SEM) e chimica (EDX e ATR-FTIR)

TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

Caratterizzazione membrane

Caratterizzazione morfologica quantitativa



Caratterizzazione morfologica **quantitativa**:

A: 12,2 pori/100 µm^2 con dimensioni 100 nm – 5 µm

B: 4,8 pori/100 µm^2 con dimensioni 100 nm – 5 µm

C: 4,3 pori/100 µm^2 con dimensioni 100 nm – 5 µm

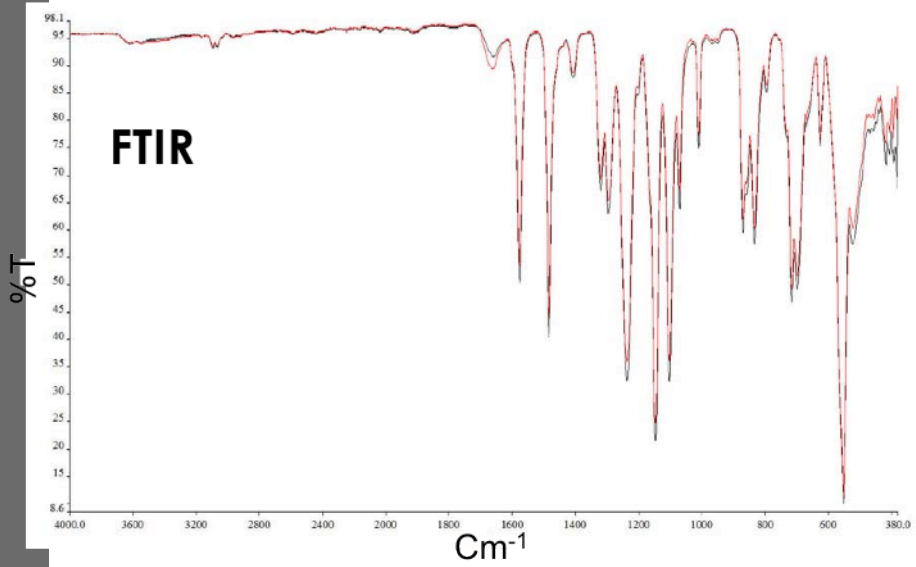
D: 4,0 pori/100 µm^2 con dimensioni 100 nm – 5 µm

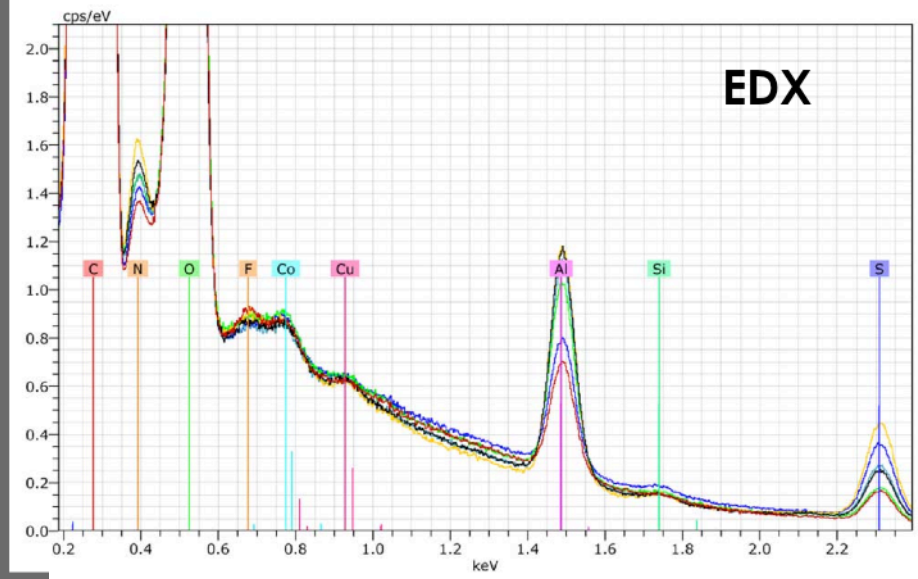
La membrana del nostro Cliente mostra una concentrazione di pori inferiore rispetto a quella del concorrente

TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

Caratterizzazione membrane

Caratterizzazione chimica



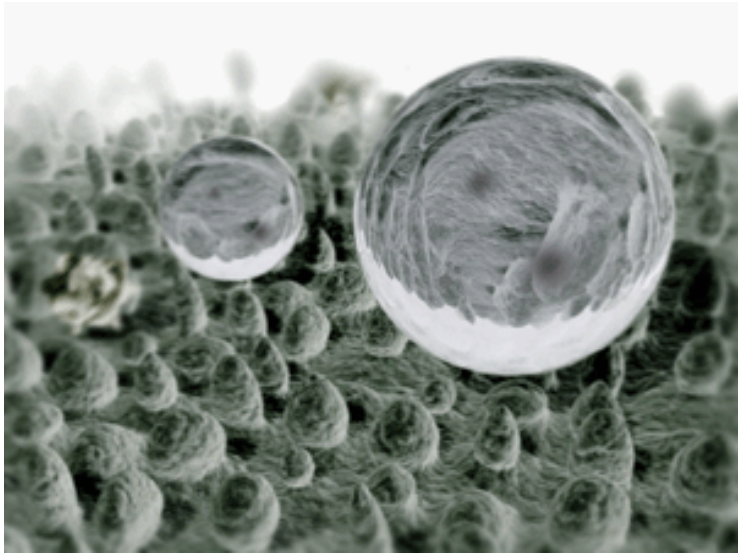


Dalle analisi chimiche non risultano differenze significative nei materiali

FONDAZIONE FILARETE

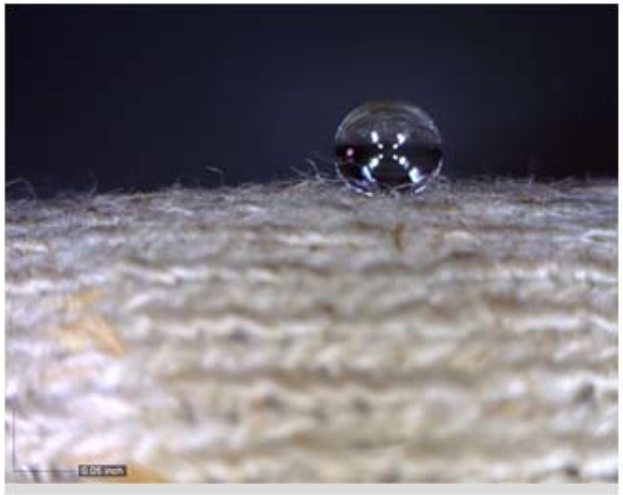
BAGNABILITA’







Water particles are unable to seep through the textile.
This is called the “lotus-effect.”

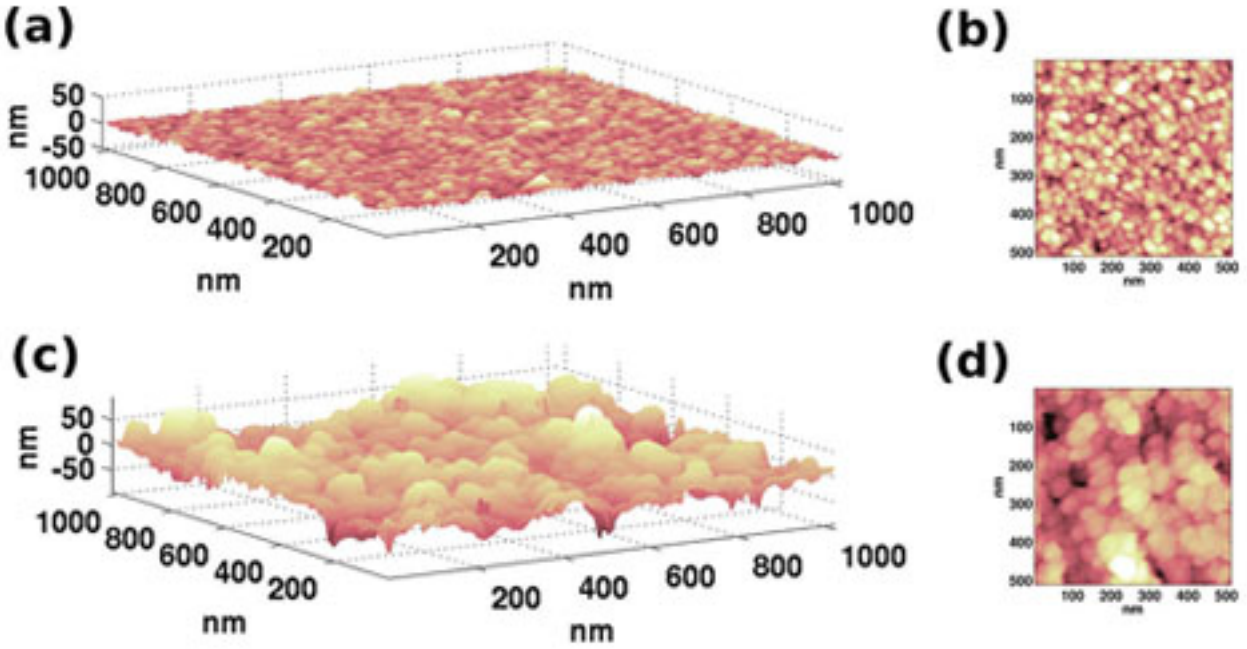


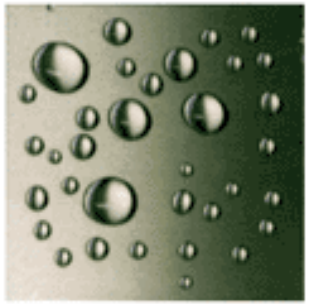
This finishing technology mimics the bumps and tiny hairs that trap the water droplet on the leaf’s surface.

e.com

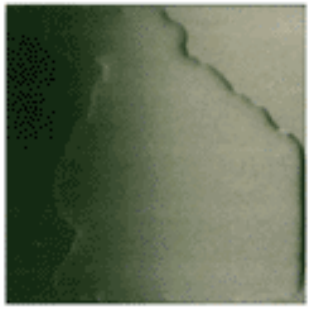
FONDAZIONE FILARETE

STRATEGIA FISICA





Before UV irradiation
(waterdrops)



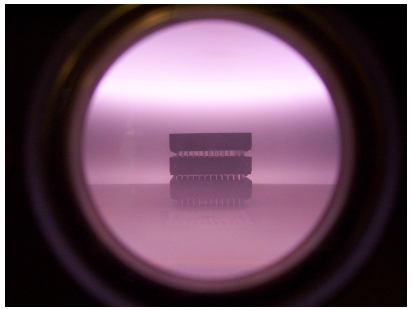
After UV irradiation
(flatly spreading)

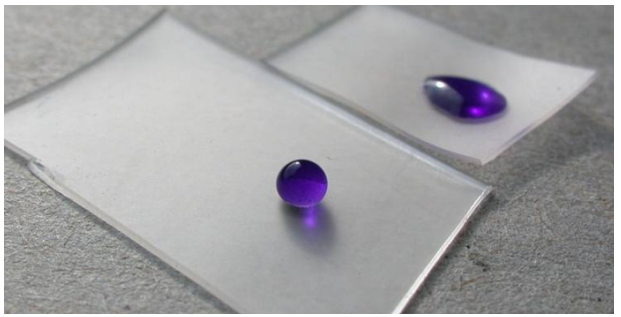
Fig. 2 Change of the contact angle of water with TiO_2-silicone thin film by UV irradiation

STRATEGIA CHIMICA

TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

Trattamento al plasma



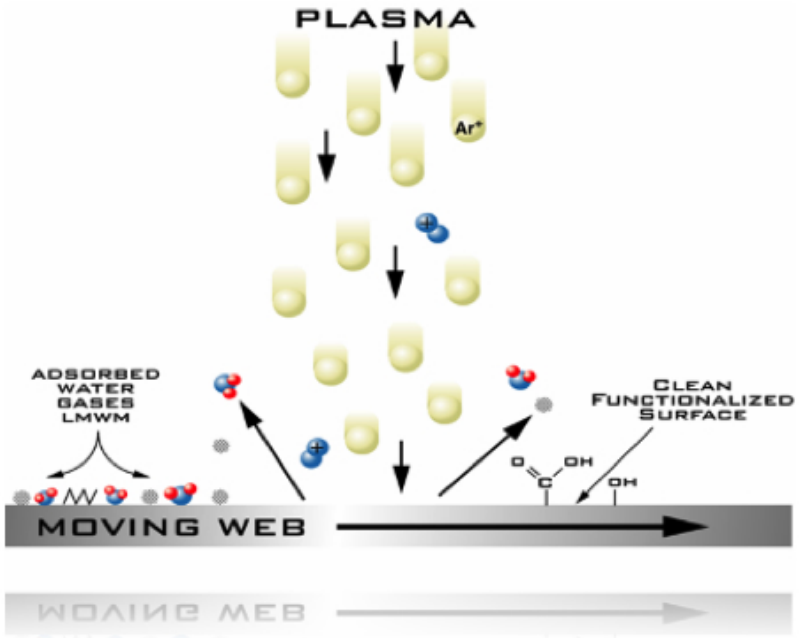


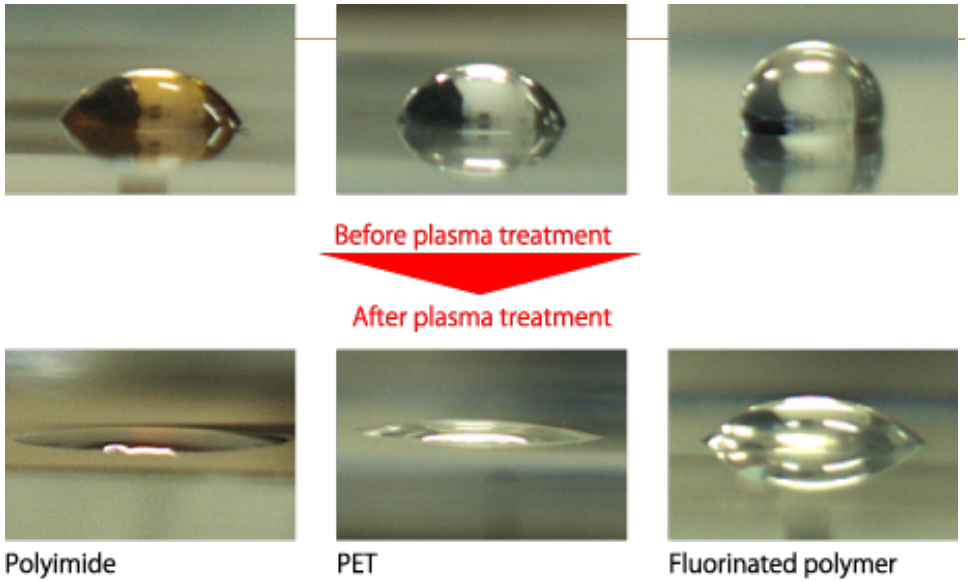
E'un **processo di modifica superficiale** di un substrato sottoposto a un "bombardamento" da parte degli elementi costituenti un gas in stato di plasma

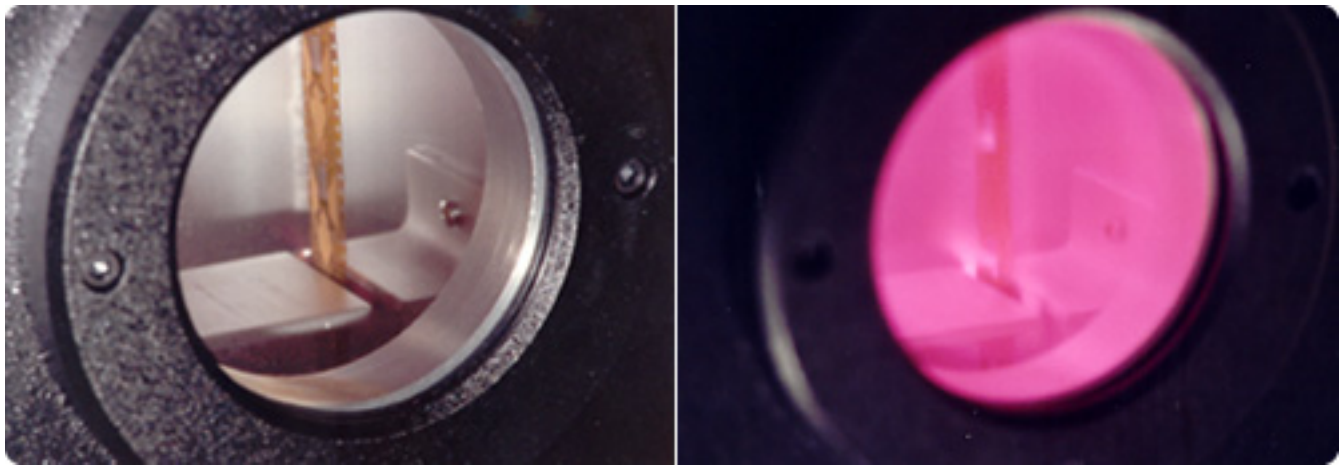
Le modificazioni introdotte **non alterano le proprietà fisico-meccaniche generali del materiale**

Durante il trattamento di un materiale possono avvenire:
reazioni di inserzione di atomi o interi gruppi chimici (**grafting**)
generazione di radicali liberi sulla superficie (**surface activation**)
fenomeni di ablazione superficiale del materiale (**etching**)

FONDAZIONE FILARETE



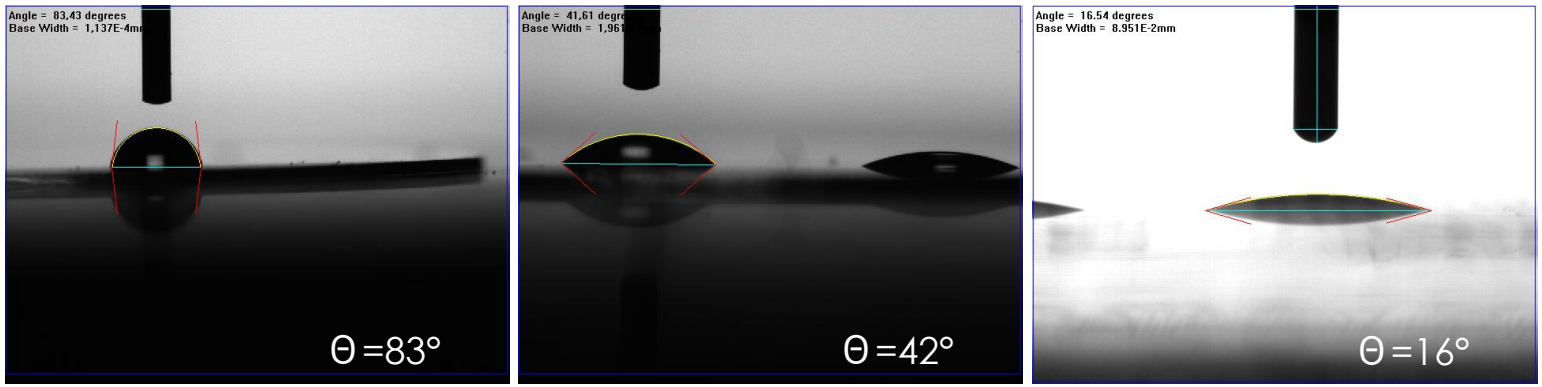




TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

Trattamento al plasma

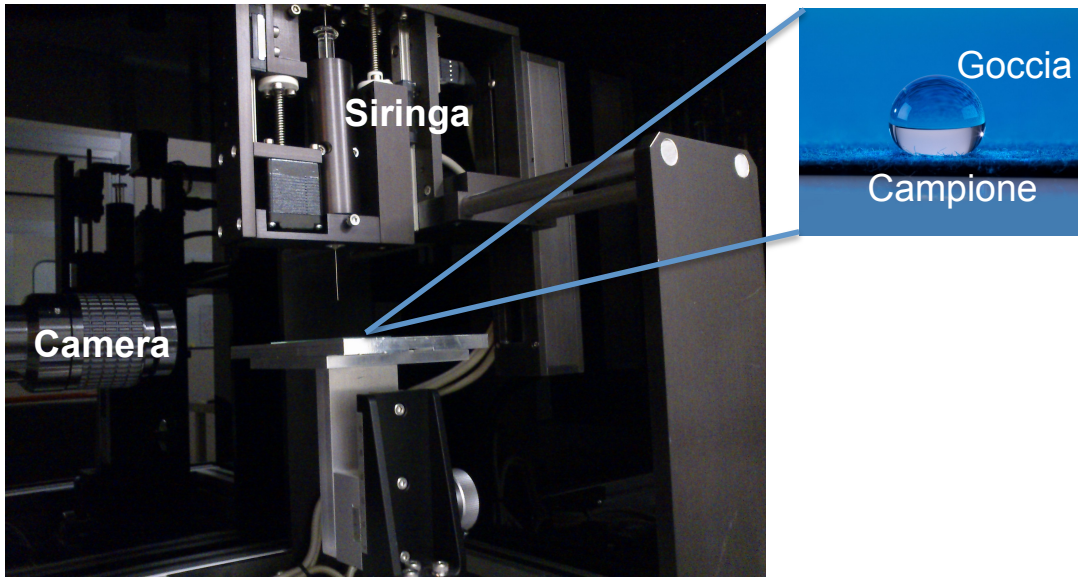
Scopo: Aumentare l'idrofilicità di un substrato polimerico



Tempo di esposizione al plasma

FONDAZIONE FILARETE

Per la determinazione dell'angolo di contatto disponiamo di uno dei strumenti al top di gamma

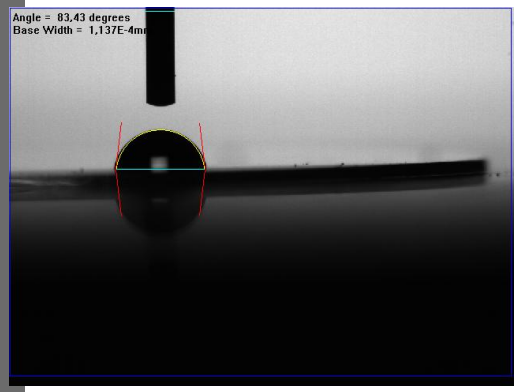


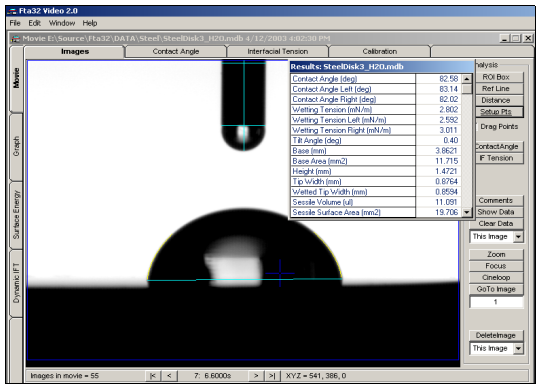
FTA 1000 – Contact Angle

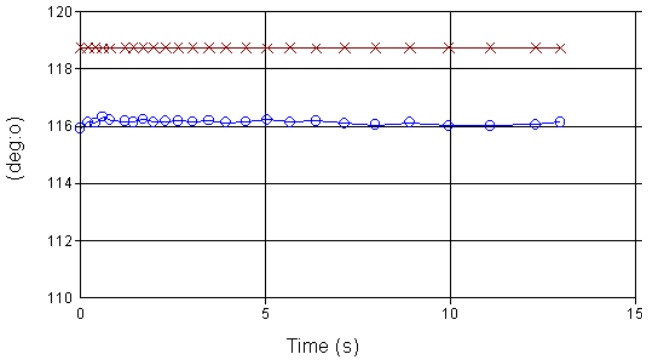
- Top-of-the-line lab instrument
- Contact angle/surface tension
- Video drop shape analysis
- Ambiente controllato (camera bianca)

FONDAZIONE FILARETE

Grazie al software di analisi, l'angolo di contatto è determinato in maniera completamente automatica







- No errore operatore
- Maggiore statistica, più campioni
- Analisi in funzione del tempo

TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

Caratterizzazione superficie impianto dentale

Cliente: Noto produttore di impianti dentali

Bisogno del Cliente: Caratterizzazione morfologica e chimica per verificare l'assenza di contaminanti o residui dovuti ai processi di lavorazione

Soluzione: Analisi SEM/EDX + profilometria

L'indagine morfologica è stata condotta mediante microscopia elettronica (SEM – Zeiss Field Emission)

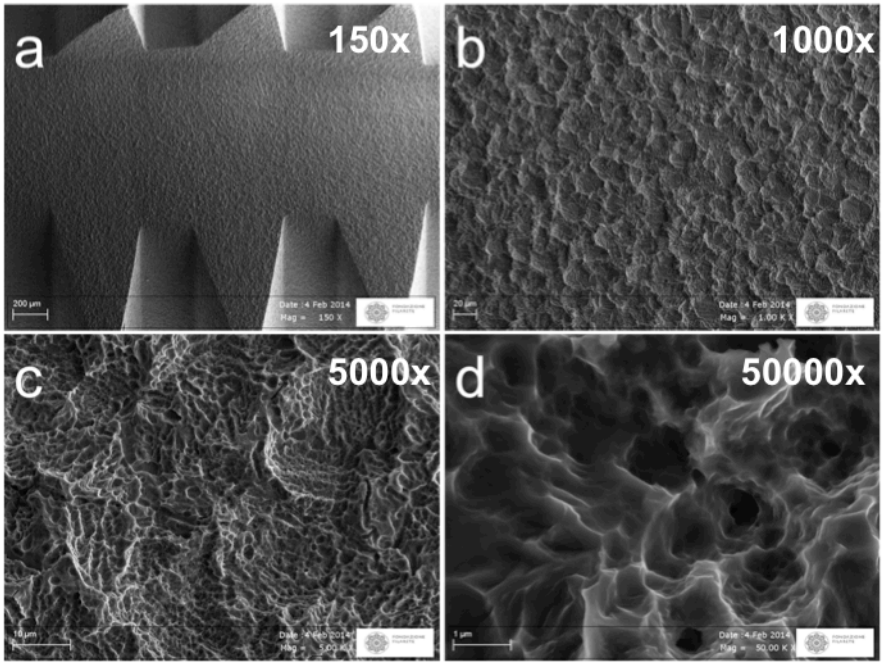
La valutazione quantitativa della rugosità è stata eseguita utilizzando un profilometro a stilo (Veeco - Dektak 150 con testa low-force e advanced automation pack)

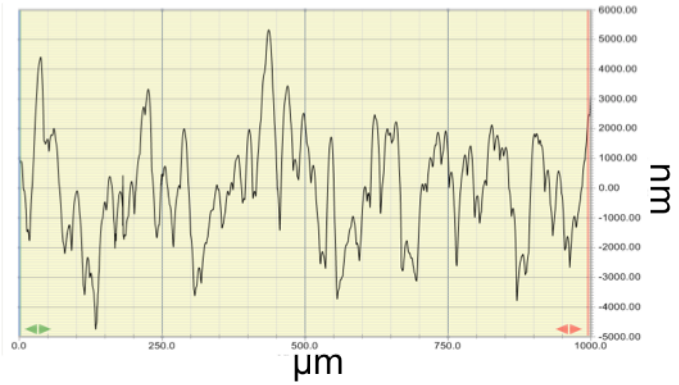
L'indagine chimica elementale è stata condotta mediante Energy Dispersive X-ray analysis (EDX) di ultima generazione (Bruker 30 mm - 127eV)

TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

Caratterizzazione superficie impianto dentale

Morfologia





Rms-roughness media:
1.75 ± 0.10 μm

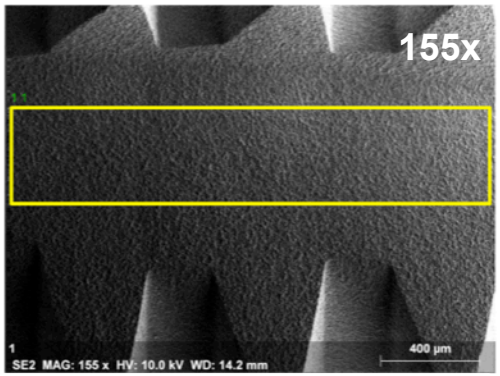
La superficie mostra la rugosità tipica degli impianti dentali

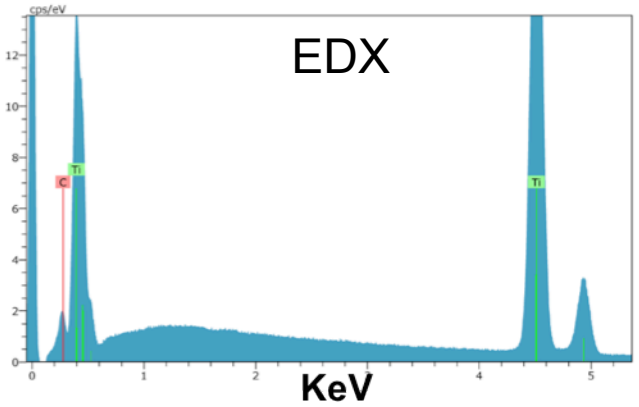
Questa gioca un ruolo importante nelle complesse interazioni che portano al successo di una riabilitazione implantare

TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

Caratterizzazione superficie impianto dentale

Chimica





97.61 % - Ti

2.39 % - C

Conclusione

Le caratterizzazioni mostrano come la superficie delle viti da impianto analizzate presenti una topografia costituita da una micro-rugosità diffusa, compatibile sia quantitativamente che qualitativamente con quanto si trova in letteratura per dispositivi analoghi. L'analisi chimica superficiale condotta mediante EDX mostra un ottimo grado di pulizia della superficie e l'assenza di contaminanti o residui dovuti ai processi di lavorazione

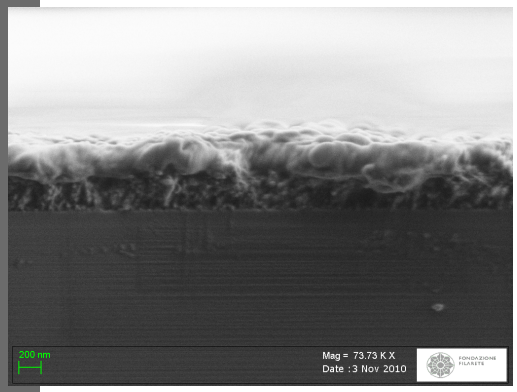
TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

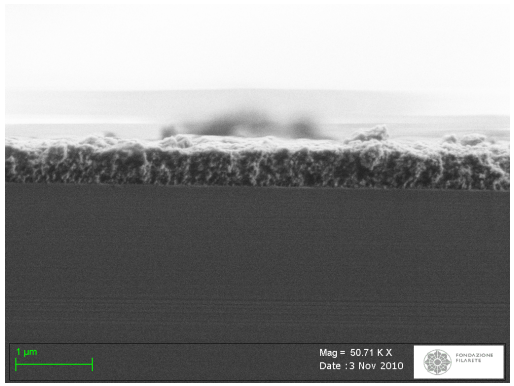
FONDAZIONE FILARETE

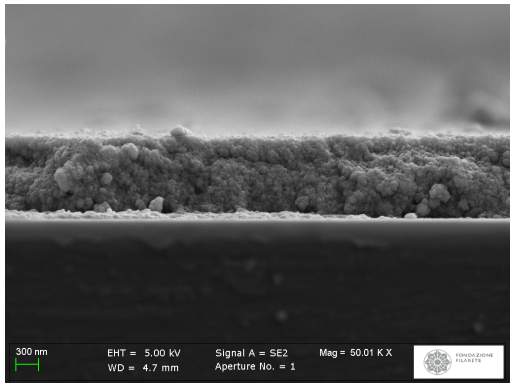
Coating di metalli

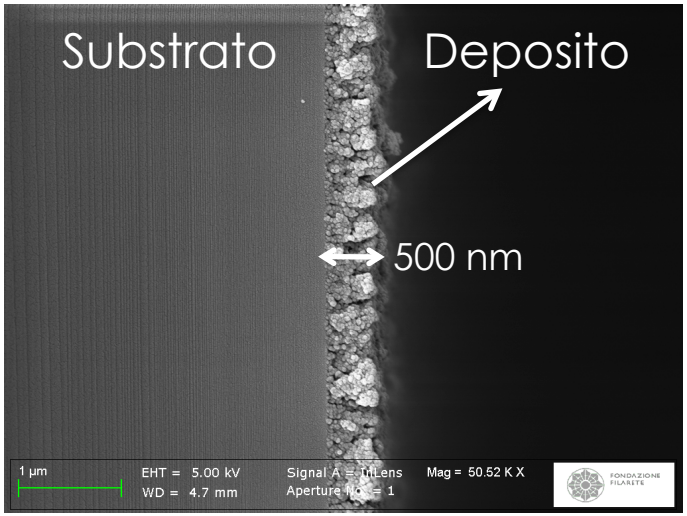
Produzione di film sottili di ossidi di metalli nano-porosi mediante una tecnica avanzata per la produzione di coating nano-strutturati (*Supersonic Cluster Beam Deposition)*

Produzione di film compatti di ossidi di metalli mediante evaporatore a fascio elettronico o sputtering.









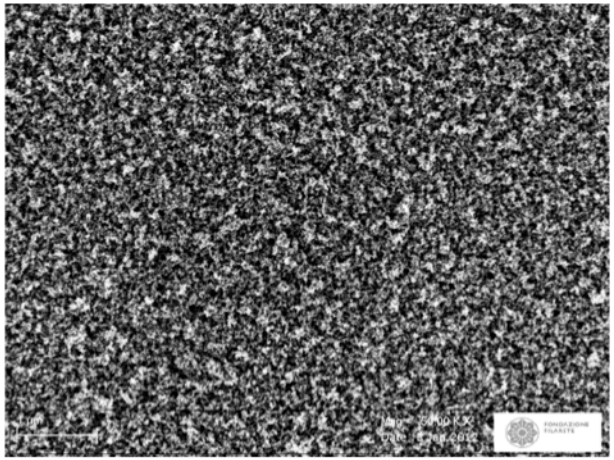
TRATTAMENTO E CARATTERIZZAZIONE SUPERFICI

FONDAZIONE FILARETE

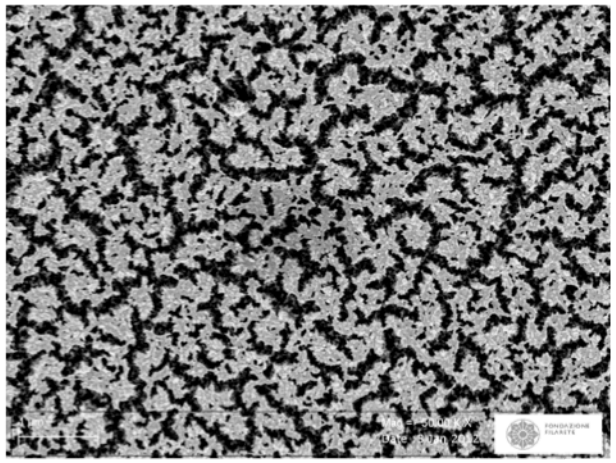
Coating di metalli

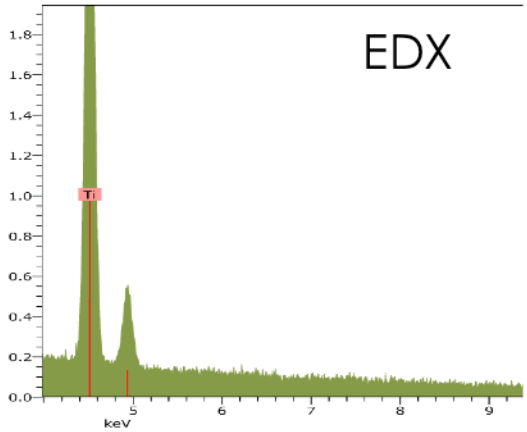
Scopo: Funzionalizzare una superficie nano-porosa di ossido di titanio con del platino

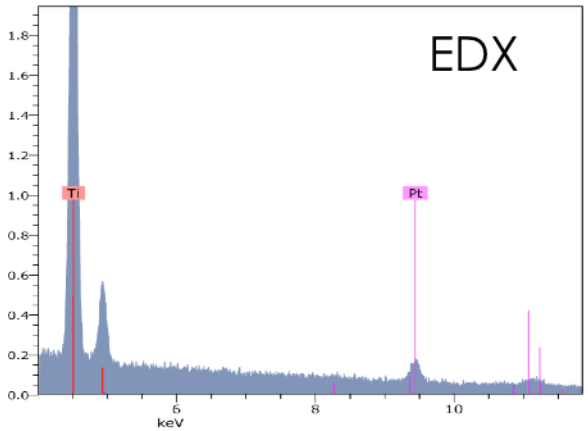
Ossido di titanio



Platino





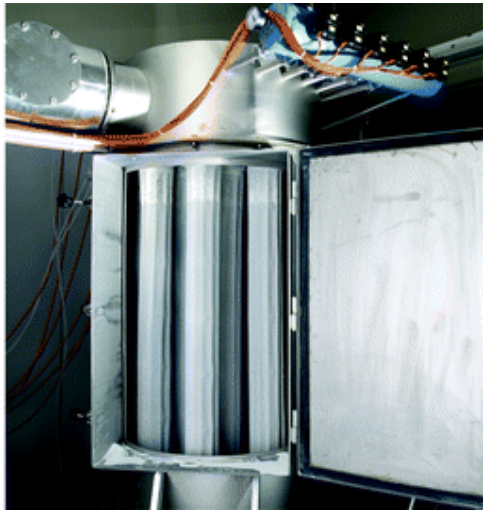


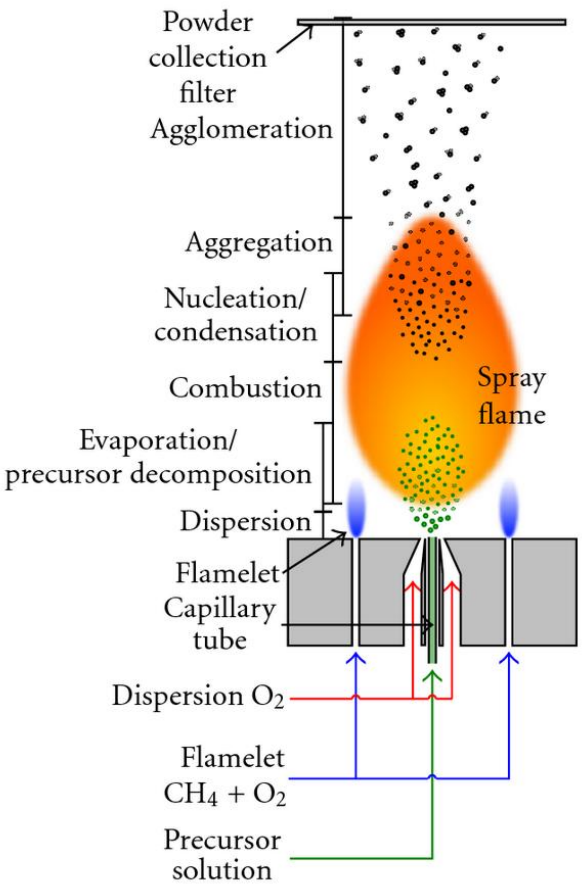
FONDAZIONE FILARETE

PARTICOLATO IN FASE GASSOSA





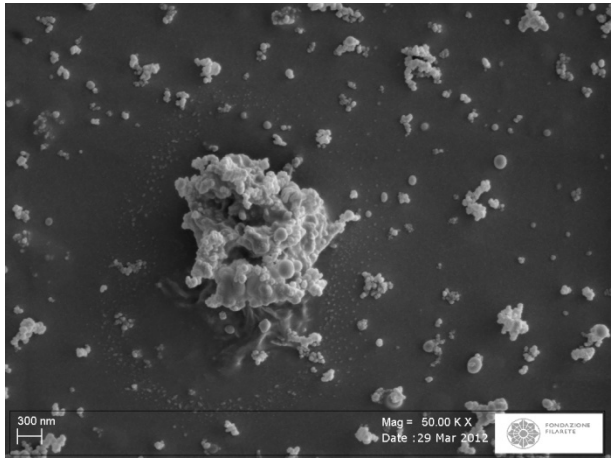




FONDAZIONE FILARETE

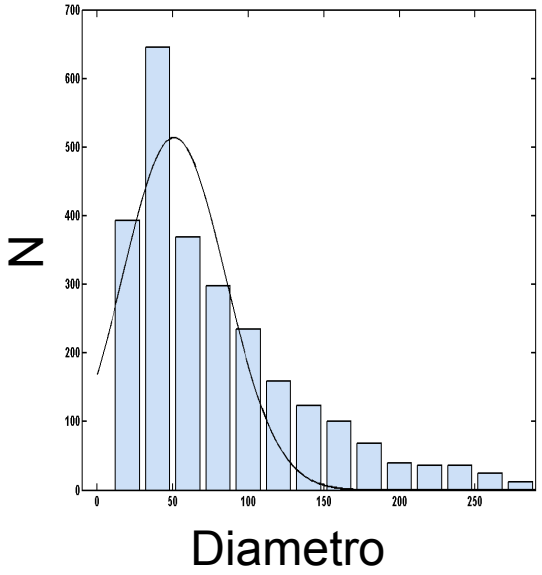
2
Analisi al microscopio



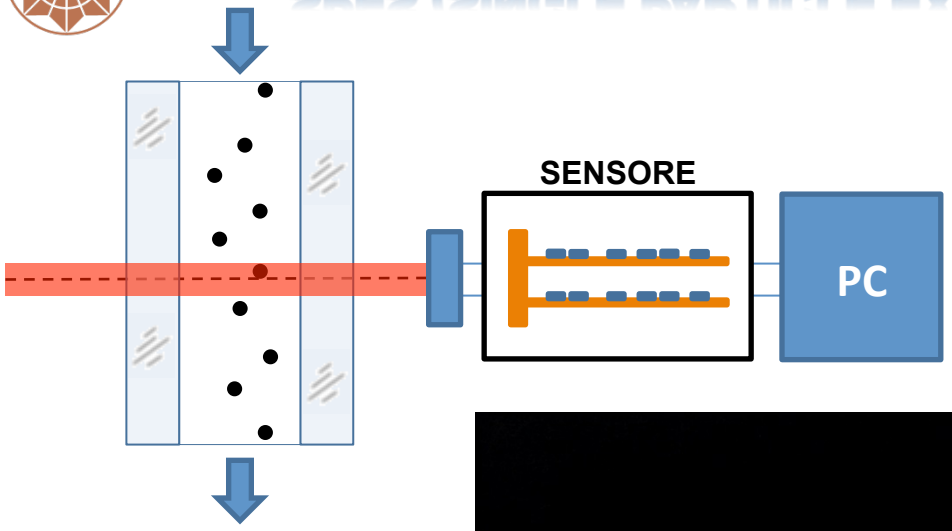


3
Analisi quantitativa delle immagini



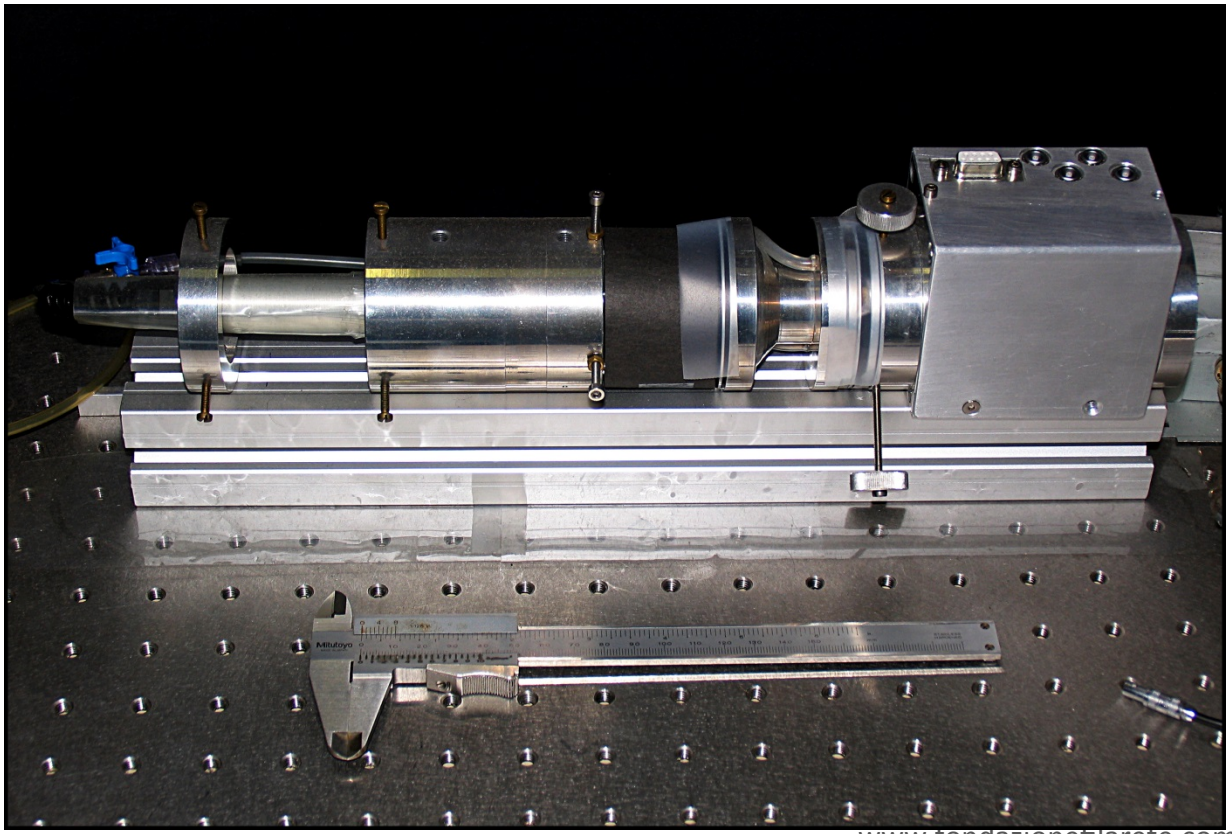


SPES (SINGLE PARTICLE EXCTINTION AND SCATTERING)

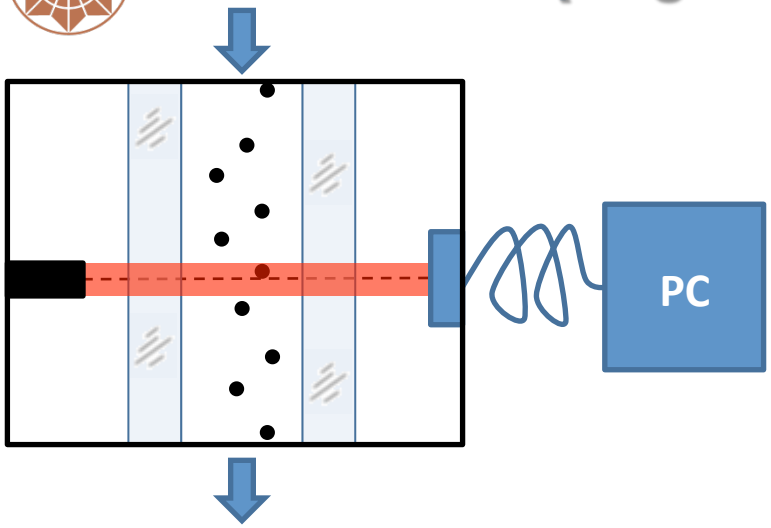


OGNI PARTICELLA E' MISURATA SINGOLARMENTE

MISURA INDIPENDENTE DA POLIDISPERSITA' E VISCOSITA'



SPES (Single Particle Exctintion and scattering)



OGNI PARTICELLA E' MISURATA SINGOLARMENTE

MISURA INDIPENDENTE DA POLIDISPERSITA' E VISCOSITA'

PER OGNI PARTICELLA SI DETERMINANO 2 PARAMETRI

CLASSIFICAZIONE MATERIALE & **SIZING PARTICELLE**

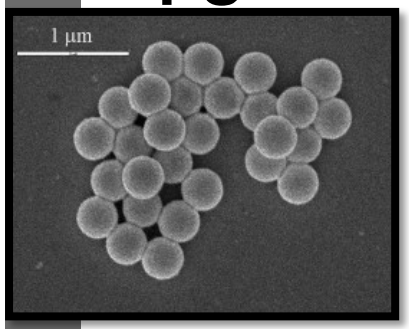
- CARATTERIZZARE PARTICELLE IN BULK COMPLESSI (es. in presenza di siero)
- CARATTERIZZARE SISTEMI PRE/POST DIALISI O CENTRIFUGA
- CARATTERIZZAZIONE PARTICELLE COMPLESSE (es. drug delivery)
- STUDIO EVOLUZIONE TEMPORALE PARTICELLE IN BULK
- …

SIZING DI PARTICELLE DI MATERIALE NOTO

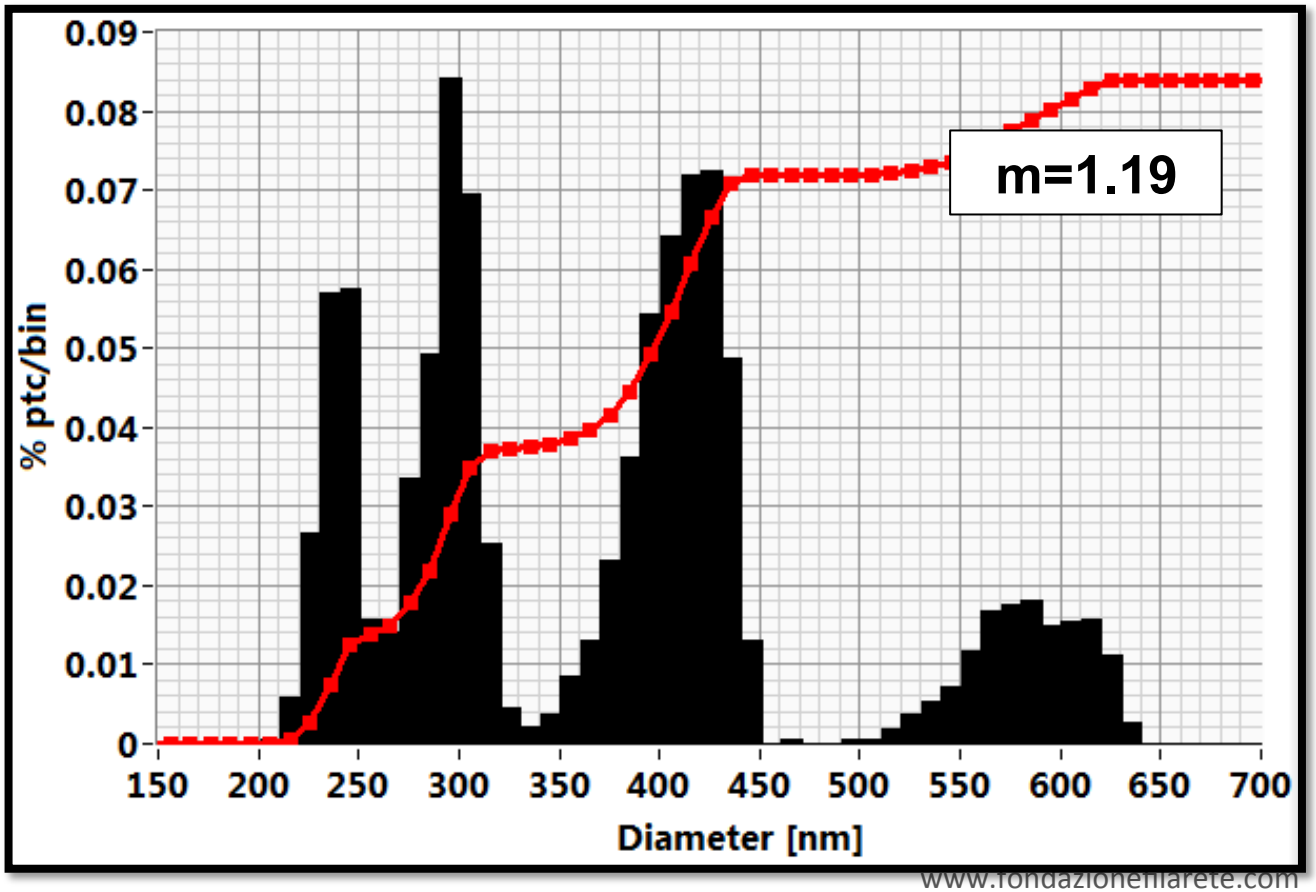
FONDAZIONE FILARETE

PARTICELLE SFERICHE DI POLISTIRENE DI DIVERSO DIAMETRO

PS



- ∅ = 240nm
- ∅ = 290nm
- ∅ = 430nm
- ∅ = 600nm

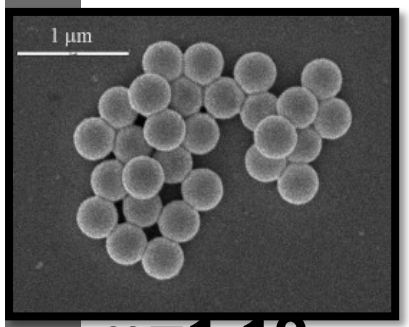


CLASSIFICAZIONE MATERIALE PARTICELLE

FONDAZIONE FILARETE

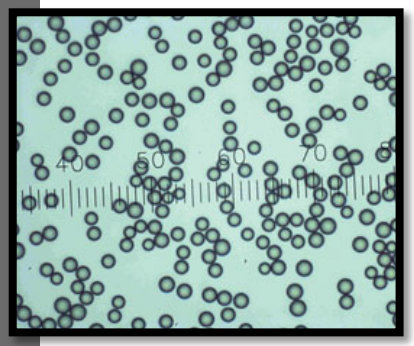
PARTICELLE SFERICHE DI UGUAL DIAMETRO E MATERIALE DIVERSO

PS 600nm

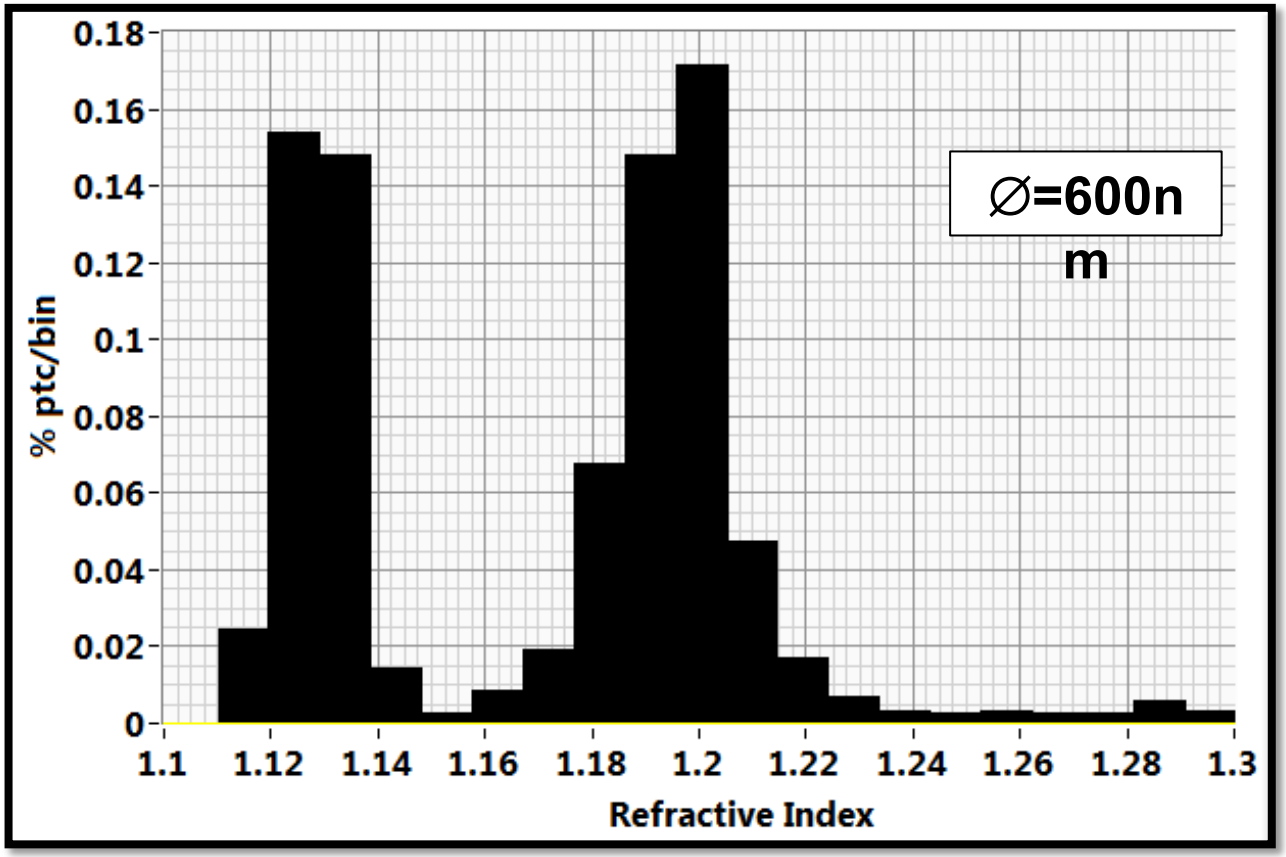


m=1.19

PMMA

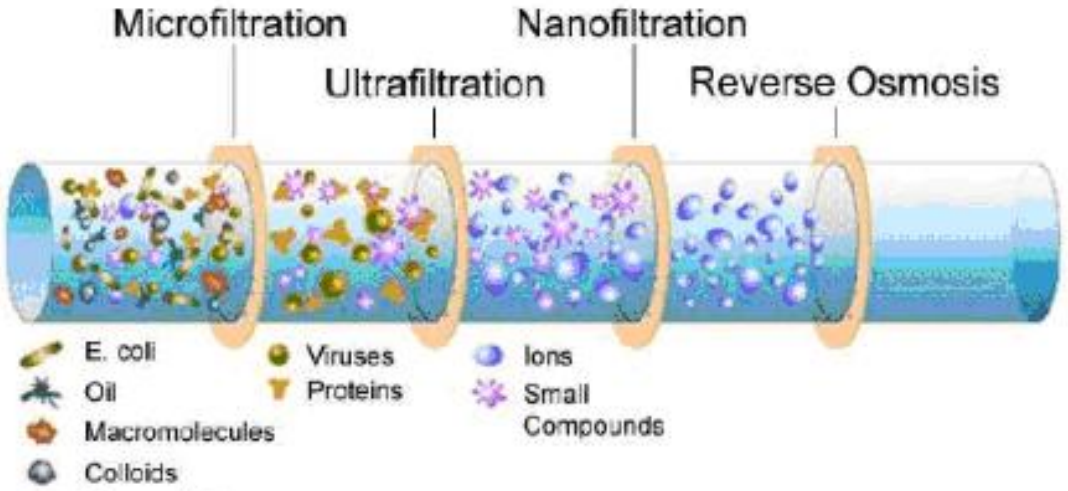


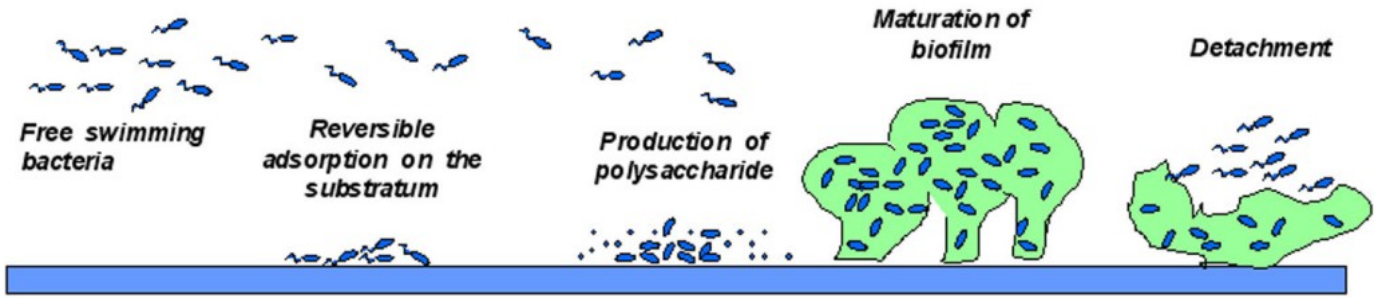
m=1.13

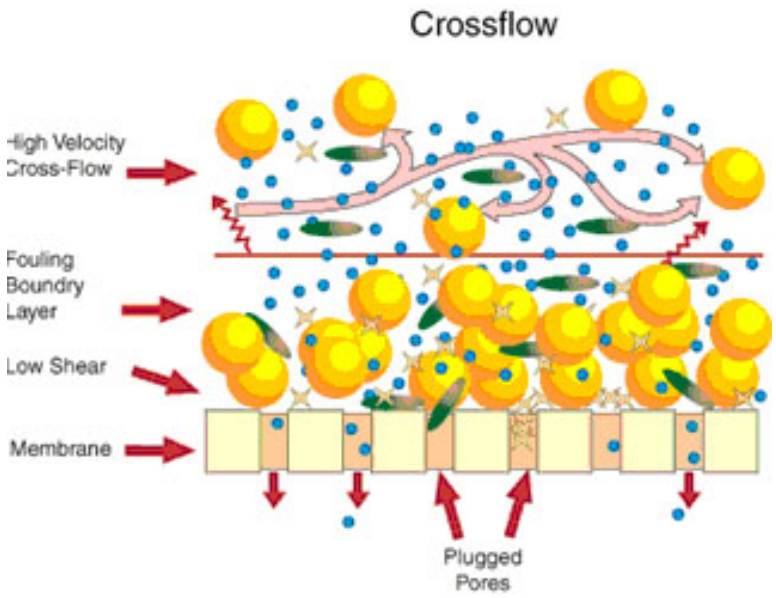


FOND FILAR

BIO-FLUIDI







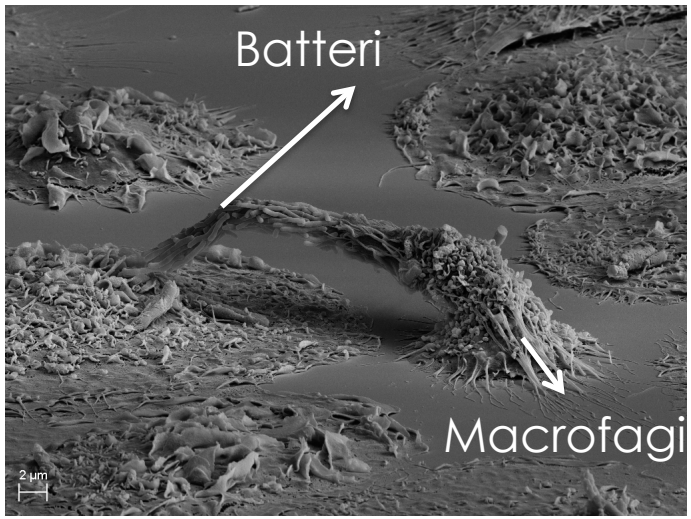
CARATTERIZZAZIONE BIO



Oltre alle varie tecniche di **indagine biologica** tradizionali (es. microscopia ottica) siamo in grado di **preparare campioni** e **acquisire immagini** di sistemi biologici mediante microscopia elettronica



Microglial Cells



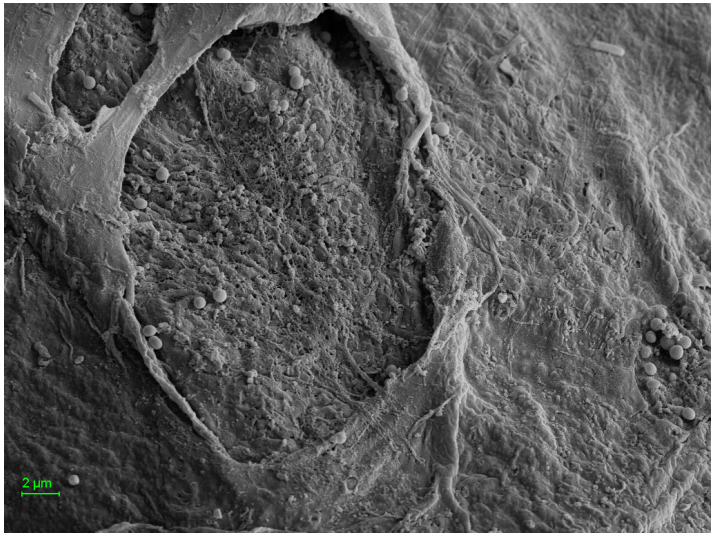
Macrofagi che "mangiano" batteri

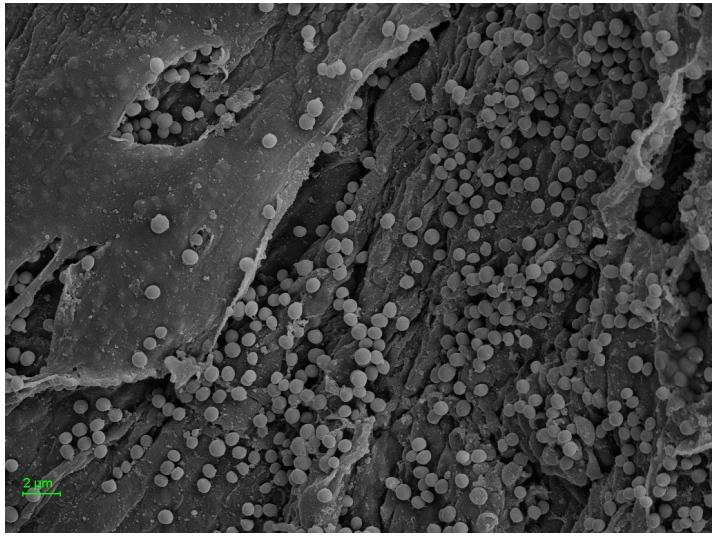
CARATTERIZZAZIONE CONTAMINAZIONE BATTERICA SU UNA SUPERFICIE

Scopo: Caratterizzare la contaminazione batterica presente su una pelle sintetica

Soluzione:

Preparazione campioni e acquisizione di immagini

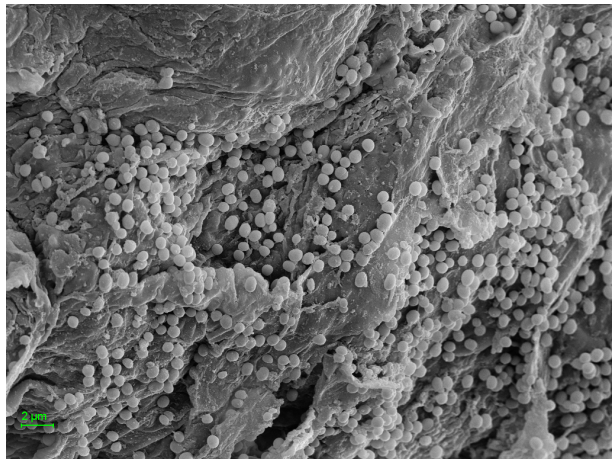




Si osserva una contaminazione da Candida

CARATTERIZZAZIONE CONTAMINAZIONE BATTERICA SU UNA SUPERFICIE

Oltre la morfologia, caratterizzazione quantitativa:

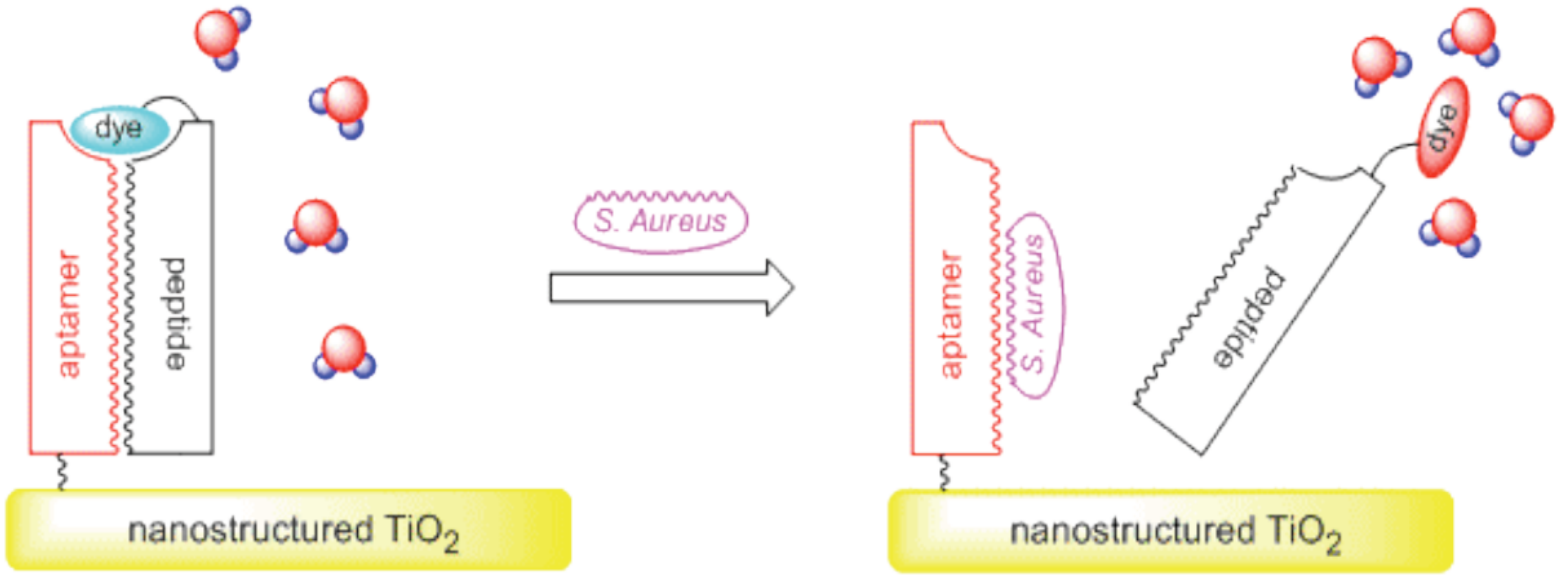




Analisi quantitativa delle immagini

Conteggio numero batteri presenti nel campione

FONDAZIONE FILARETE



Sviluppo di un nuovo sistema per il **rilevamento di S-aureus e altri agenti patogeni** basato sull'utilizzo di aptameri immobilizzati su substrato nanostrutturato. **La presenza** dell'agente patogeno **può essere rilevata a occhio nudo** grazie al viraggio di colore della soluzione in cui è presente il battere. Lo scopo finale è quello di ottenere uno strumento utile nella diagnosi precoce, che sia al tempo stesso: **specifico, selettivo, sensibile ma anche estremamente veloce e facile da utilizzare anche al di fuori di un laboratorio specializzato**, non avendo bisogno di strumentazione scientifica dedicata