



“MACCHINA PER L’ESTRAZIONE DI CELLULOSA NANOCRISTALLINA”

Enrico Pompili, Valentina Coccia, Gianluca Cavalaglio, Franco Cotana

CIRIAF (sezione CRB), Centro Inter-Universitario di Ricerca sull’Inquinamento e sull’Ambiente “M. Felli”,
Università degli Studi di Perugia, via Goffredo Duranti, 67, 06125, Perugia, Italia

OVERVIEW

- *Nanotecnologia*
- *Cellulosa*
- *Cellulosa Nanocristallina – NCC*
- *Proprietà*
- *Applicazioni*
- *Macchina per l'estrazione della NCC*
- *Produzione di NCC da Cynara cardunculus*

CHE COSA È LA NANOTECNOLOGIA?

Things Natural



Cat
~ 0.3 m



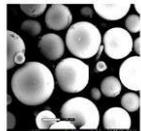
Monarch butterfly
~ 0.1 m



Dust mite
300 μm



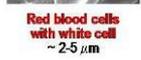
Bee
~ 15 mm



Human hair
~ 50 μm wide



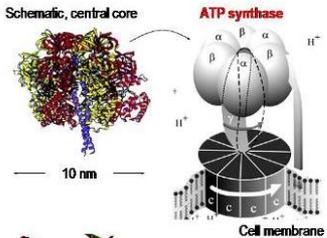
Fly ash
~ 10-20 μm



Red blood cells
with white cell
~ 2-5 μm



Magnetic domains
garnet film
11 μm wide stripes



ATP synthase

10 nm



DNA
~ 2 nm wide



Image of silicon atoms in a crystal
spacing ~tenths of nm

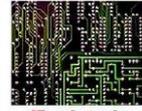
Things Manmade



Objects fashioned from
metals, ceramics, glasses, polymers ...

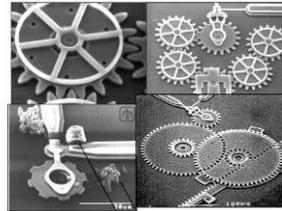


Head of a pin
1-2 mm

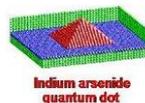


Microelectronics

MEMS (MicroElectroMechanical Systems) Devices
10-100 μm wide



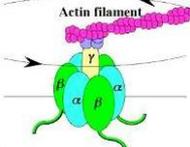
Red blood cells
Pollen



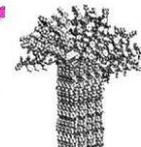
Indium arsenide
quantum dot



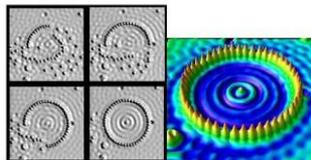
Quantum dot array -
germanium dots on silicon



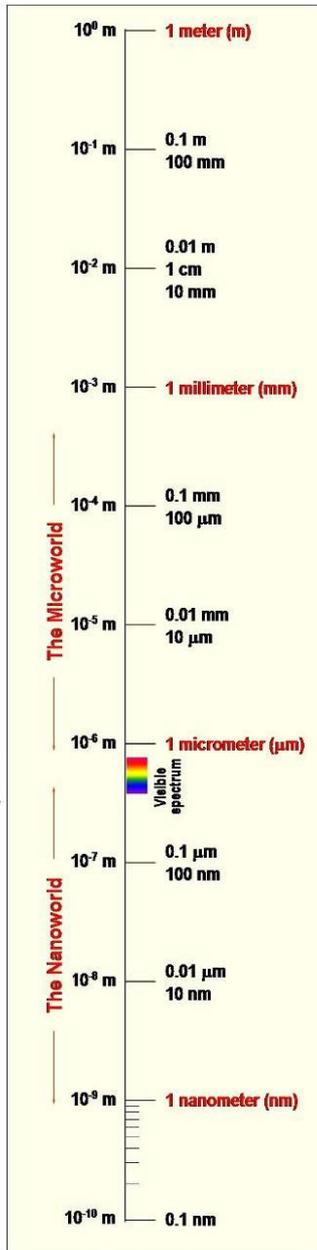
Biomotor using ATP



Self-assembled
"mushroom"



Quantum corral of 48 iron atoms on copper surface
positioned one at a time with an STM tip
Corral diameter 14 nm



Progress in miniaturization

Progress in atomic-level understanding

The 21st century challenge -- Fashion materials at the nanoscale with desired properties and functionality

- Tecniche e metodi per la manipolazione della materia a livello atomico.
- Costruzione di materiali nanometrici con caratteristiche chimico-fisiche particolari.
- Materiali nanostrutturati: almeno una delle tre dimensioni deve essere nella scala dei nanometri.
- Nanoparticelle: tutte e tre le dimensioni nell'ordine dei nanometri.

CHE COSA È LA NANOTECNOLOGIA?

NANOMONDO

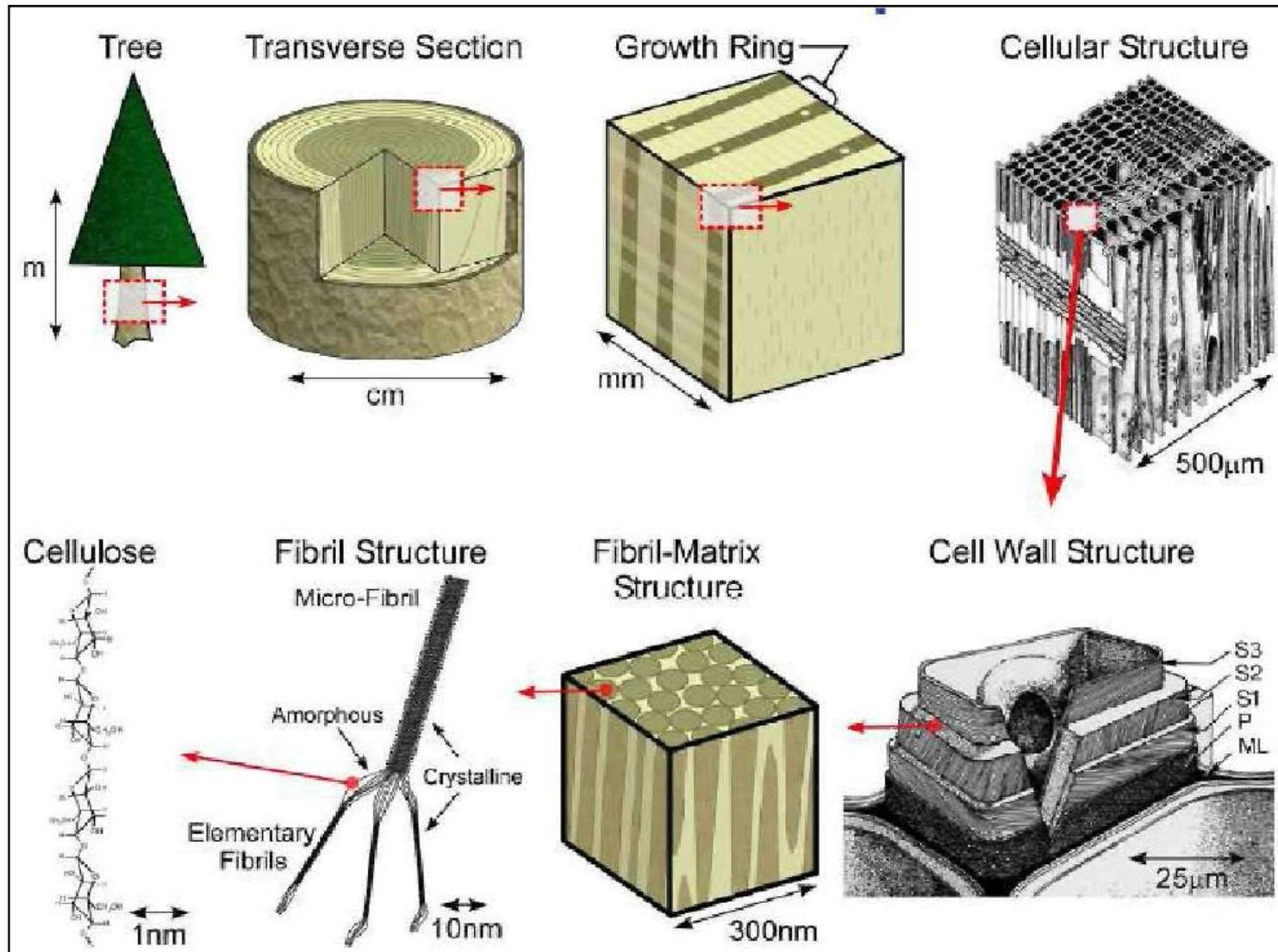
Il passaggio alla scala nanometrica crea nuove proprietà che dipendono fortemente dalle dimensioni del materiale

- *Aumento del rapporto area superficiale su volume*
- *Abbassamento del punto di melting*
- *Cambiamento delle proprietà elettriche ed ottiche*
- *Cambiamento delle proprietà meccaniche*



I nanomateriali devono essere assemblati in modo riproducibile affinché mantengano queste proprietà uniche.

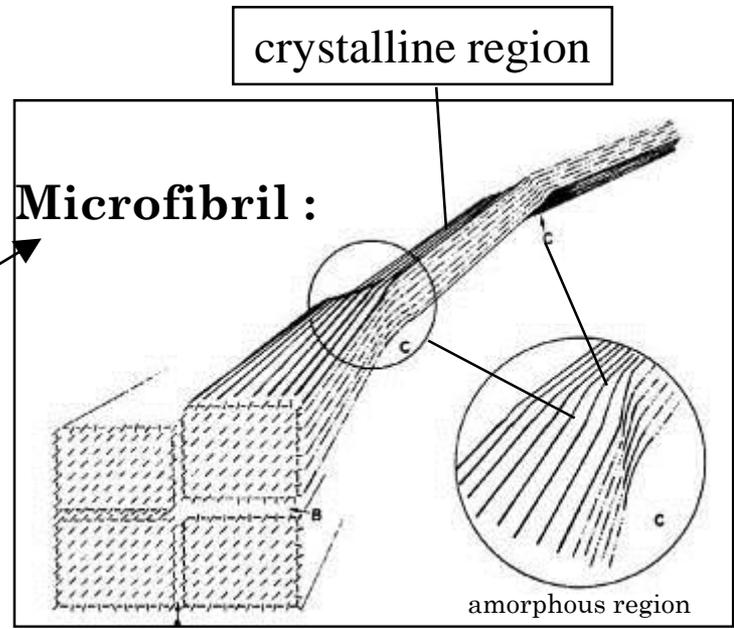
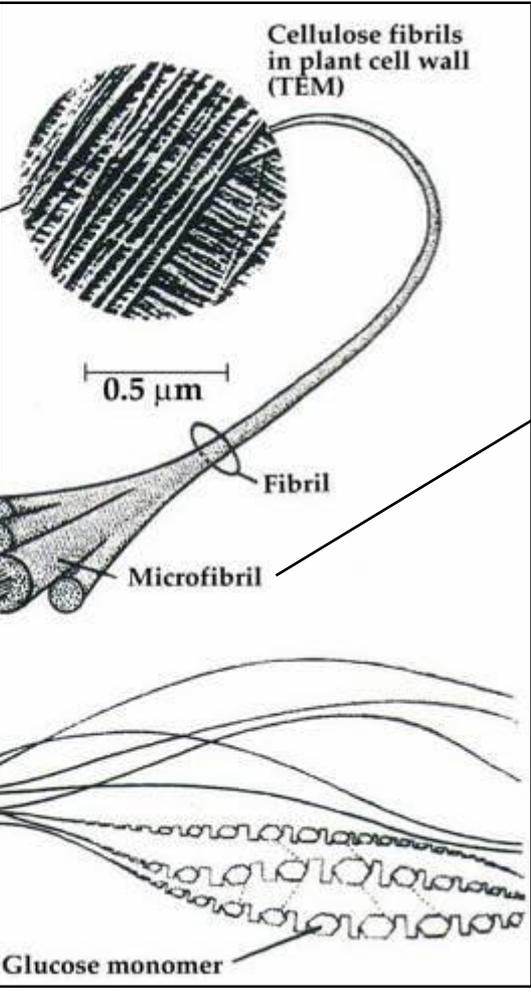
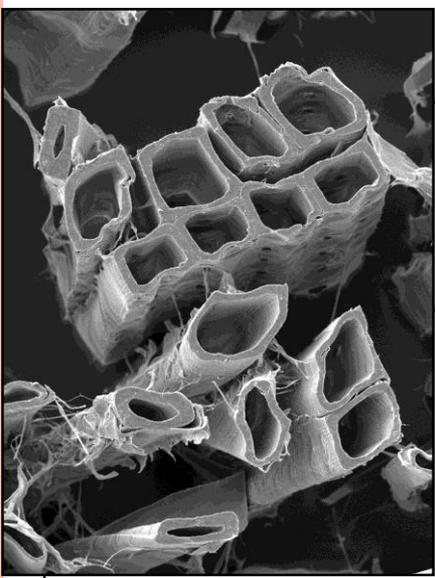
DALLA PIANTA ALLA CELLULOSA



(Jones *et al.*, 2007)

Le molecole di Cellulosa si assemblano in grandi unità note come fibrille, microfibrille ed infine protofibrille.

CELLULOSA



- Il materiale organico rinnovabile più abbondante nella biosfera.
- Produzione annuale ~ 7.5×10^{10} ton
- Costituente fondamentale delle piante (funzione di supporto) riscontrata anche nei tunicati, alghe, batteri, funghi e amebe.

PROPRIETÀ DELLA CELLULOSA NANOCRISTALLINA

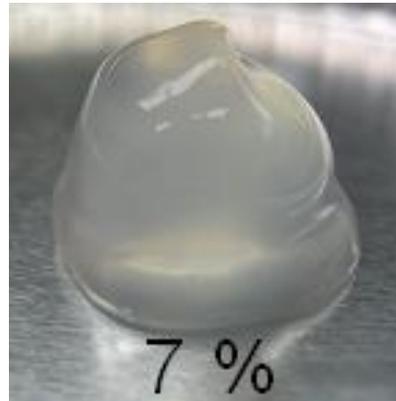
CARATTERISTICHE GENERALI

- Larghezza 5-20 nm
- Lunghezza 100 nm – 1 μ m
- 1-5% NCC \rightarrow sospensione colloidale
- 7% NCC \rightarrow sospensione GEL
- Solido si presenta come polvere

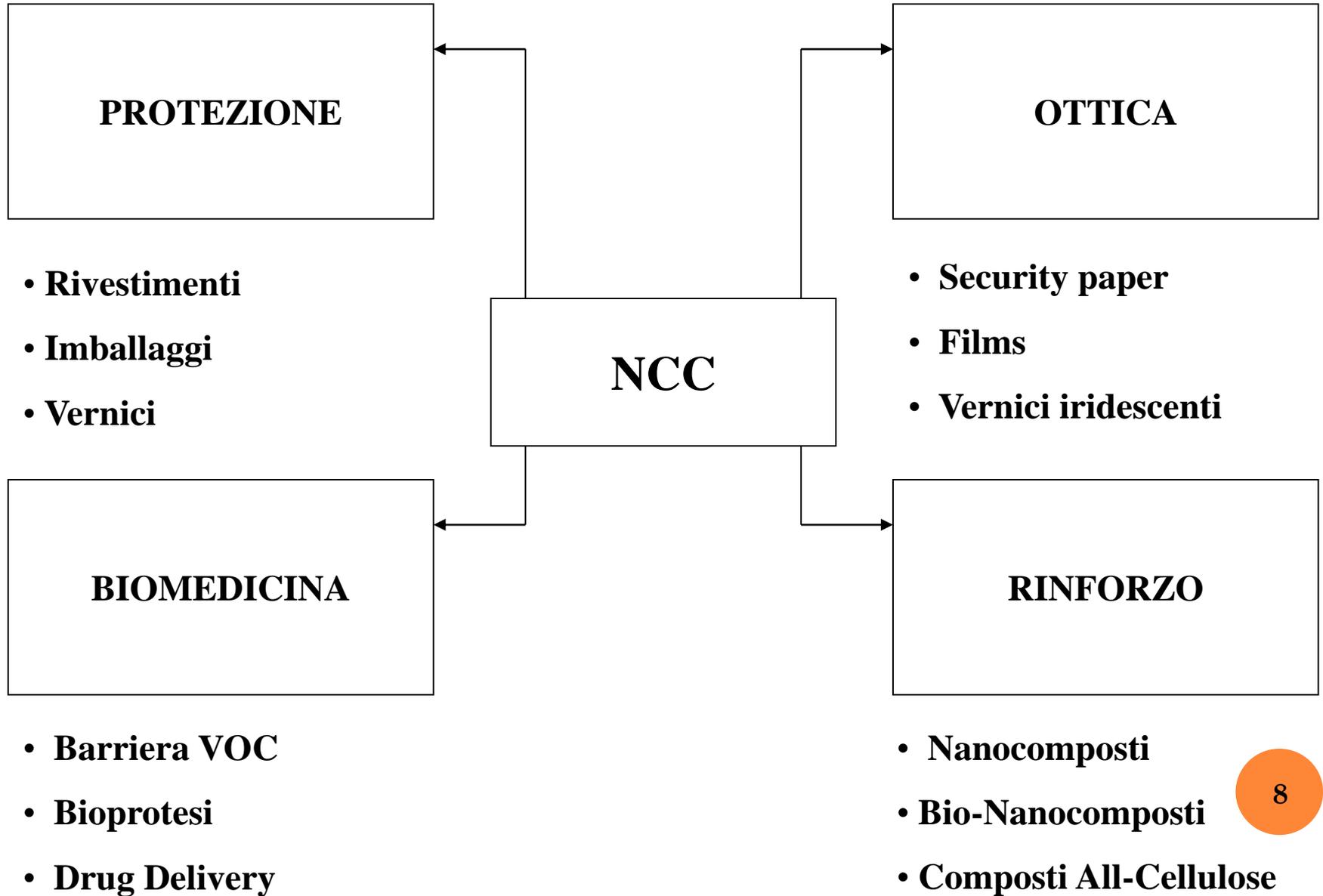
PROPRIETÀ CHIMICHE E FISICHE

- Rigidità e resistenza
- Alto aspect ratio
- Grande area superficiale
- Modificabile superficialmente (modifica dei gruppi con semplici reazioni chimiche)
- Non tossico
- Self-assembly
- Water dispersible

bianca cristallina



APPLICAZIONI



METODOLOGIA D'ESTRAZIONE DELLA NCC

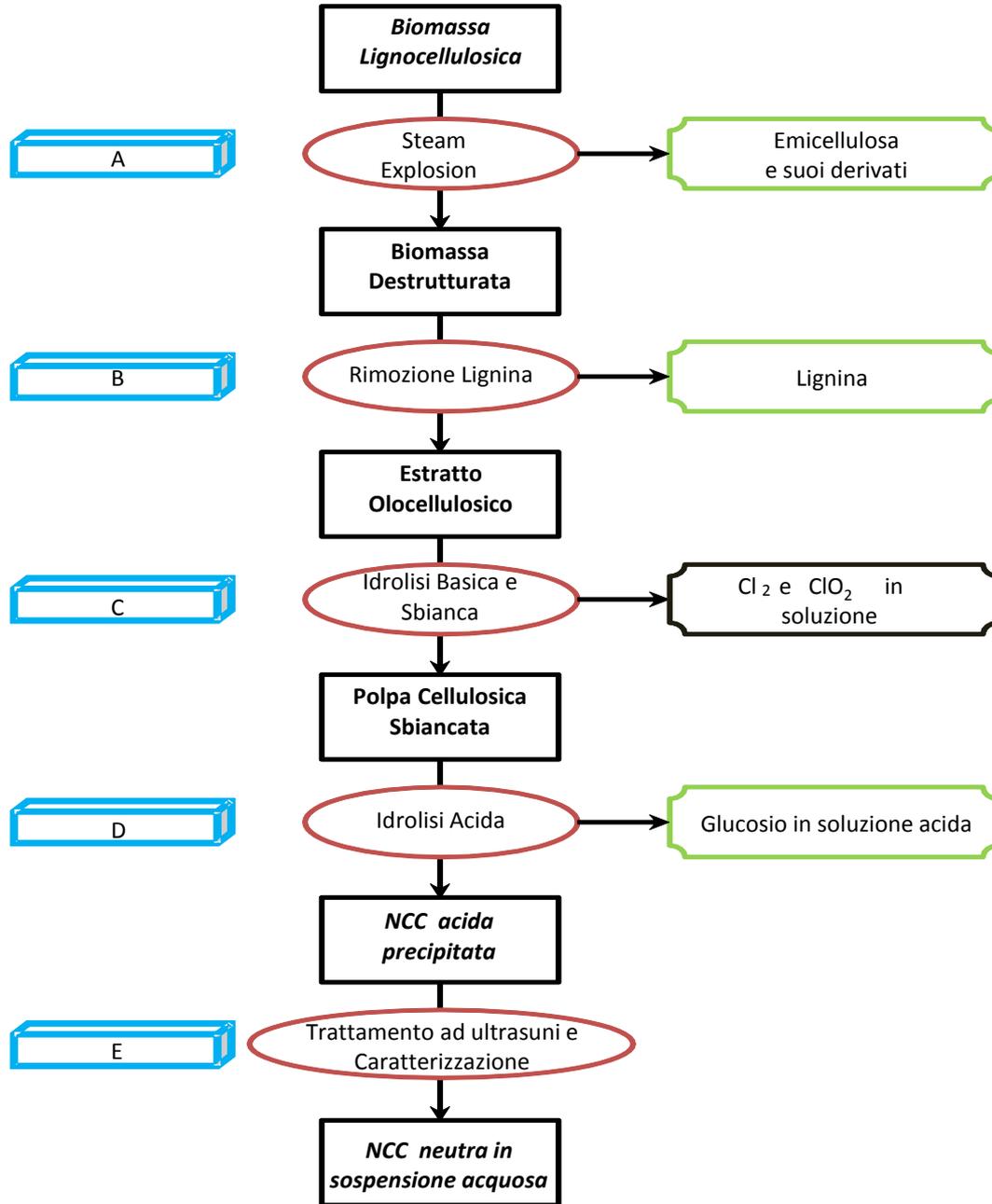
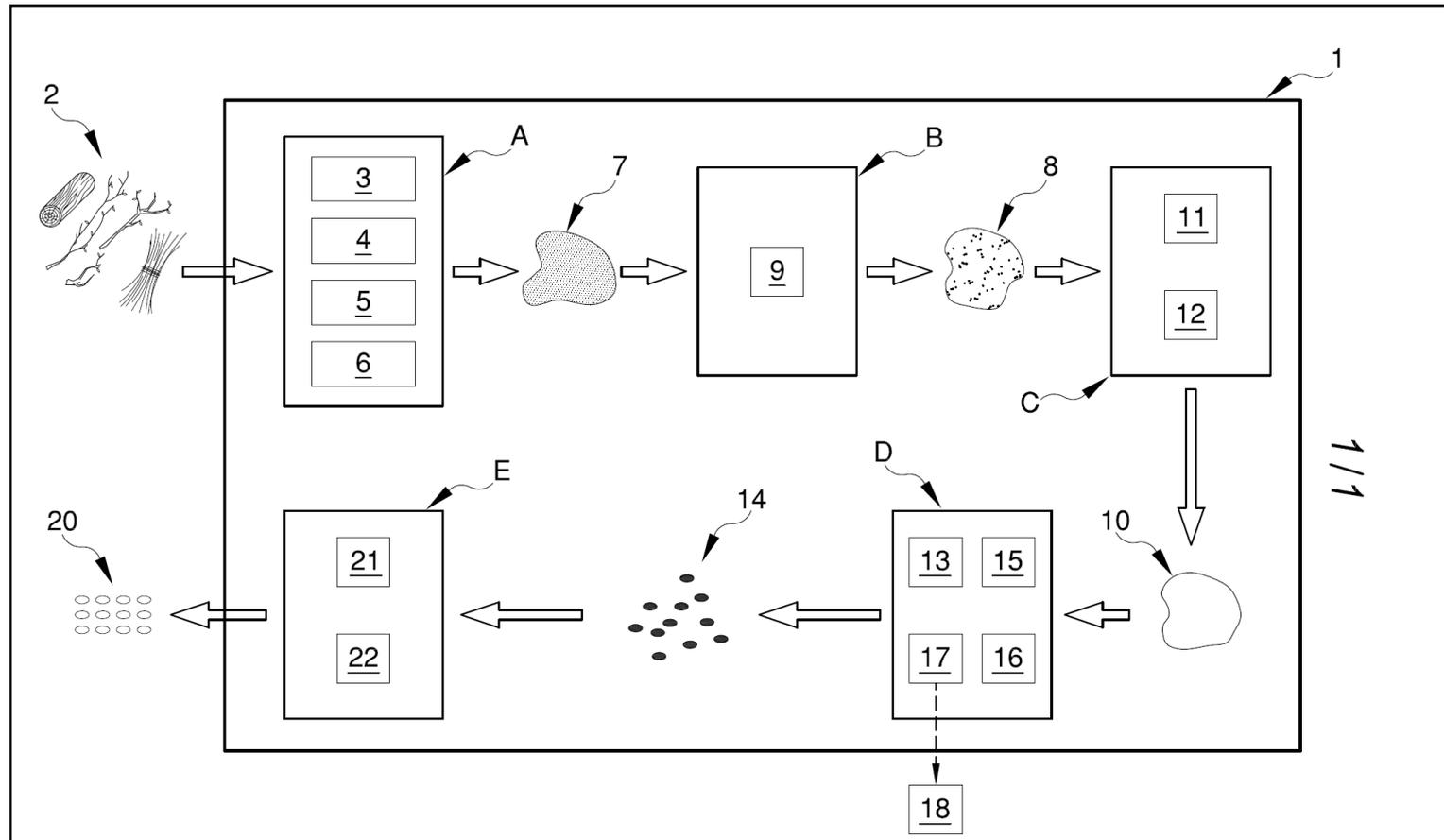


TAVOLA DI DISEGNO DELLA MACCHINA



1) Macchina per l'estrazione dell'NCC

2) Biomassa lignocellulosica

A) Unità di pretrattamento

3-6) Mezzi di destrutturazione

7) Biomassa destrutturata

B) Unità di rimozione della lignina e degli estrattivi

9) Estrattore

8) Estratto olocellulosico

C) Unità di idrolisi basica e sbianca

11-12) Mezzi di trattamento chimico

10) Sostanza cellulosica sbiancata

D) Unità di idrolisi acida

13,15-17) Mezzi di trattamento acido

14) Soluzione di NCC acida

18) Scarto zuccherino

E) Unità di trattamento ad ultrasuoni

21-22) Sonda ad ultrasuoni e refrigerazione

20) Cellulosa nanocristallina neutra

PRETRATTAMENTO DELLA BIOMASSA LIGNOCELLULOSICA (UNITÀ A)

Steam Explosion



ALTERNATIVE:

- Ammonia Fiber Explosion (AFEX);
- Mezzi di trinciatura, di cippatura, di omogeneizzazione e di macinazione;
- Trattamento biologico mediante microrganismi quali i funghi basidiomiceti;
- Pretrattamento Chimico;
- Combinazione di più pretrattamenti precedenti

RIMOZIONE LIGNINA E SBIANCAMENTO ENERGETICO (UNITÀ B E C)

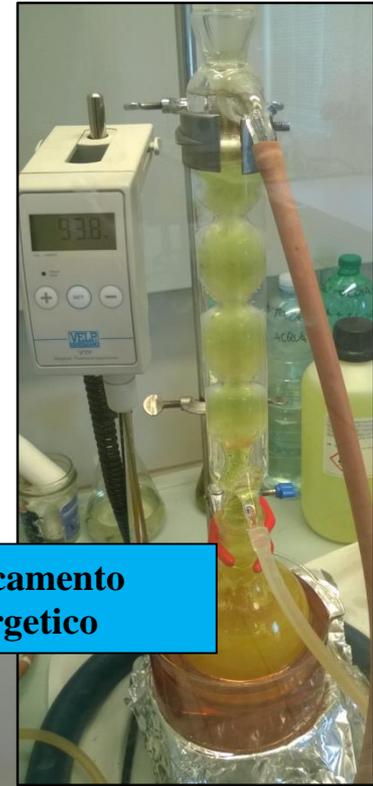
Estrazione Soxhlet



Idrolisi Basica con NaOH



Sbiancamento Energetico



IDROLISI ACIDA, PURIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE (UNITÀ D ED E)



Idrolisi Acida con H_2SO_4



Centrifugazione

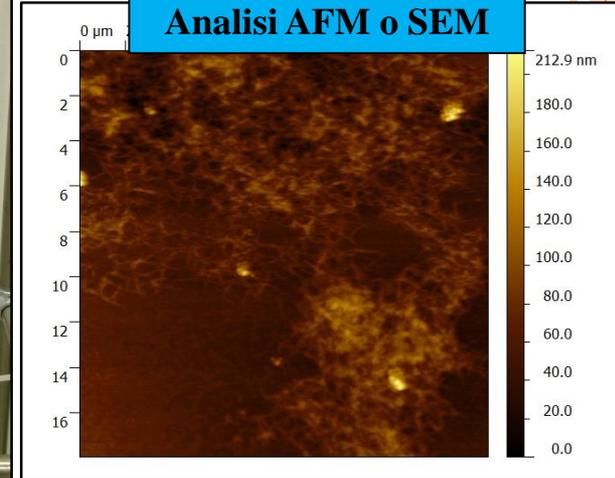


Test Iridescenza

Dialisi



Analisi AFM o SEM

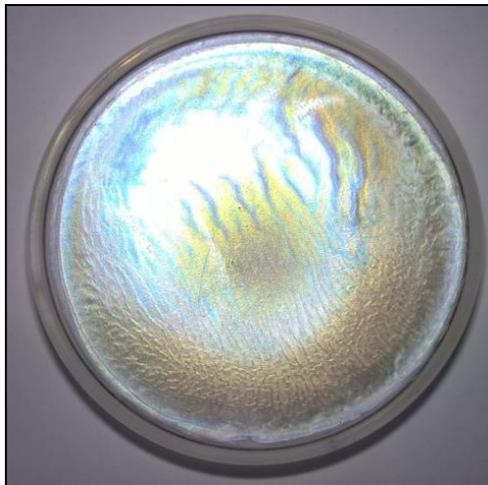


Sonicazione

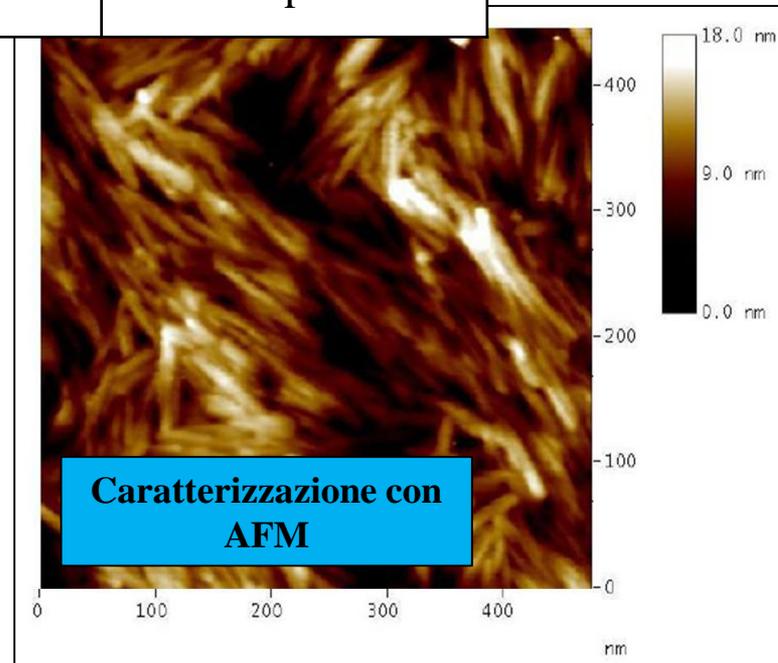
PRODUZIONE DI NCC A PARTIRE DA CYNARA CARDUNCULUS



$Resa_{SolidoRecuperato}\%$	$Resa_{CellulosaRecuperata}\%$	Iridescent Test
25.29	28.63	P

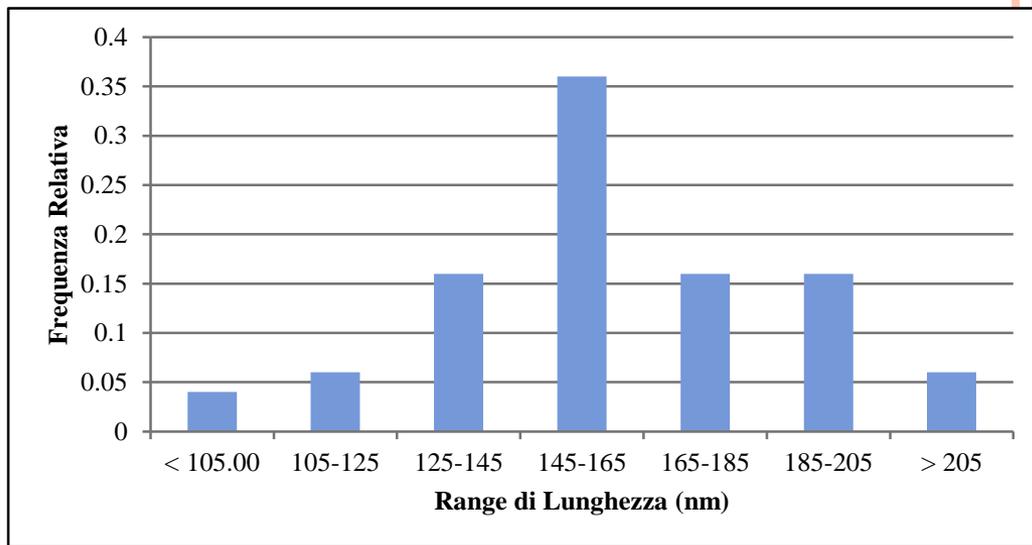
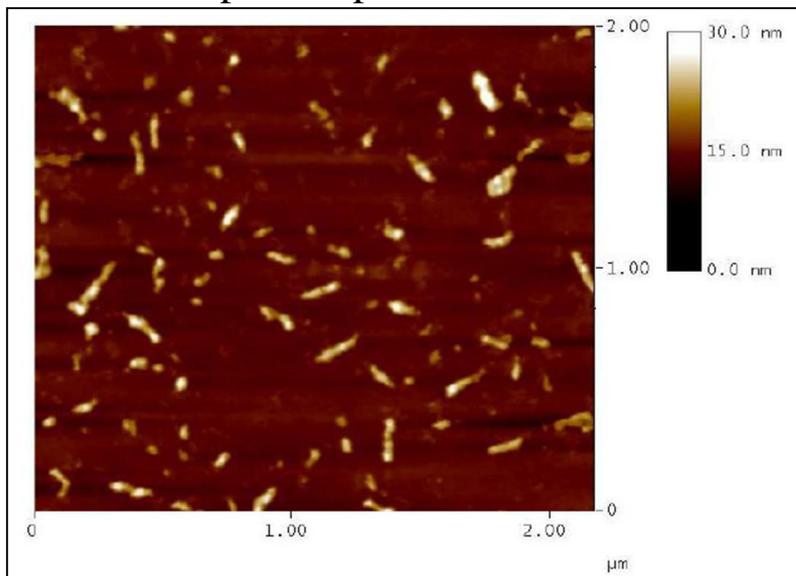


Test Iridescenza



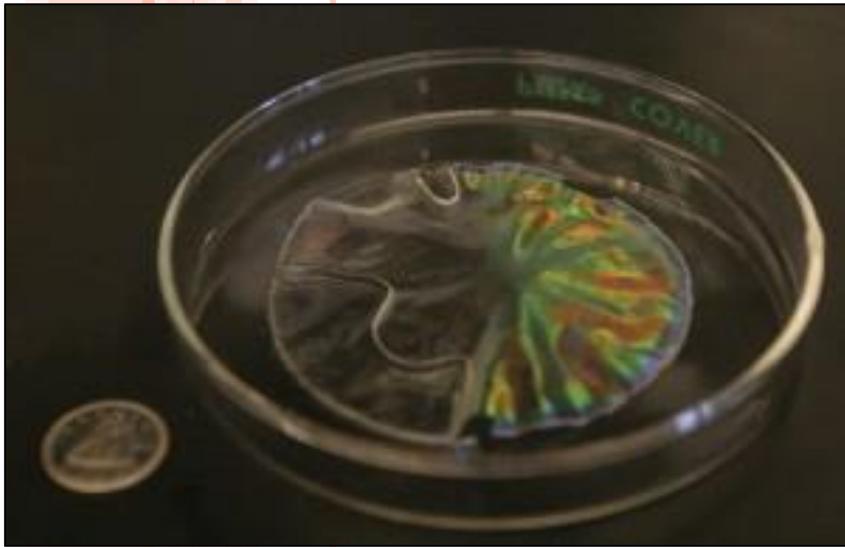
PRODUZIONE DI NCC DA CYNARA CARDUNCULUS

- La distribuzione dimensionale della lunghezza dei nanocristalli è stata ottenuta mediante il software opensource ImageJ.
- Tale distribuzione risulta essere centrata nel range di 145-165 nm con una frequenza relativa di poco superiore al 35%.



RESE TOTALI DI PROCESSO

Le rese globali della metodologia d'Estrazione per quanto riguarda il solido e la cellulosa recuperati dall'ultimo step sono rispettivamente 7.09% (g NCC/g DM) e 20.14% (g NCC/g C_{in}). Questi risultati indicano che la maggior parte della perdita in massa è dovuta alla rimozione della componente amorfa della cellulosa. In oltre permette la rimozione e, in particolari condizioni, il recupero delle altre componenti della matrice lignocellulosica.



Grazie per l'attenzione

