



**Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Dipartimento Progettazione Molecolare**

**Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri,  
Pozzuoli (Na)**

**Chimica e Polimeri nel CNR**

**Mario Malinconico**

gli antefatti.....

- Nel 1997, in un silenzio quasi totale sia da parte del mondo politico che da quello industriale e scientifico, la Montedison ha venduto alla Shell le quote di partecipazione che aveva nella Montell, la joint venture nell'ambito della quale erano confluite tutte le realtà industriali, di ricerca e di produzione concernenti il polipropilene.

- 
- ".....con questa vendita è finita un'epoca. Il passaggio della tecnologia del polipropilene a industrie straniere suggella la fine di un'epoca che era iniziata subito dopo la fine della seconda guerra mondiale ed ha avuto il massimo del fulgore agli inizi degli anni sessanta, quando il paese era pieno di fulgori innovativi. ....E' finita un'epoca che era iniziata con qualche decina di ricercatori Montecatini che lavoravano insieme a docenti e studenti al Politecnico di Milano e con un loro professore che ricevette il Premio Nobel per la chimica"
  - "Polipropilene addio", Ferruccio Trifirò

- 
- Quel premio Nobel era il Prof. Giulio Natta, nel 1963, e pochi anni dopo, nel 1968, veniva fondato l'Istituto per la Chimica delle Macromolecole, ICM, l'attuale ISMAC. L'ICM nasce nel 1961 come Centro Nazionale di Studio delle Macromolecole del CNR presso l'Istituto di Chimica Industriale del Politecnico di Milano, diretto dal premio Nobel Giulio Natta.

## I polimeri nel CNR (1961)

**Tabella 6**  
Le otto sezioni del Centro Nazionale di Chimica delle Macromolecole con relativi Direttori e sedi.

| SEZIONE | DIRETTORE       | SEDE   |
|---------|-----------------|--|
| I       | - G. Natta      | Istituto di Chimica Industriale del Politecnico di Milano.           |
| II      | - G. Saini      | Istituto di Chimica Analitica dell'Università di Torino.             |
| III     | - A. M. Liquori | Istituto di Chimica Fisica dell'Università di Napoli.                |
| IV      | - P. Pino       | Istituto di Chimica Organica Industriale dell'Università di Pisa.    |
| V       | - C. Rossi      | Istituto di Chimica Industriale dell'Università di Genova.           |
| VI      | - M. Baccaredda | Istituto di Chimica Applicata e Industriale dell'Università di Pisa. |
| VII     | - P. Corradini  | Istituto di Chimica Generale dell'Università di Napoli.              |
| VIII    | - E. Scoffone   | Istituto di Chimica Organica dell'Università di Padova.              |

- **Il CNCM si venne a configurare come una rete tematica nazionale di ricerca nell'ambito della quale le tre componenti Università-CNR-Industria spesso si integravano con grande spirito di collaborazione ed efficienza.**
- **Il programma del CNCM, si articolava nelle seguenti quattro grandi aree:**
  - **a) Processi di sintesi di macromolecole.**
  - **b) Trasformazioni chimiche di macromolecole.**
  - **c) Struttura e proprietà di sostanze macromolecolari.**
  - **d) Polimeri di interesse biologico.**
- **Ogni area era a sua volta suddivisa in un numero discreto di linee di ricerca.**

## G. Natta Convegno sulla “Chimica delle Macromolecole” (Roma, 12-14 dicembre 1966)

- "E' da osservare che i criteri di scelta delle linee di ricerca, che formano l'oggetto del programma del Centro, corrispondono ad opportunità di vario tipo.
- Brevemente si può dire che tali linee di ricerca corrispondono da un lato, con particolare riguardo ai polimeri sintetici, all'approfondimento della conoscenza di prodotti e di processi che assumono rilevante importanza nell'apparato produttivo nazionale e sull'attuale fronte internazionale di progresso dell'industria chimica. Dall'altro lato esse corrispondono, con particolare riguardo ai polimeri di interesse biologico, al forte incremento degli interessi che, con il parallelo sviluppo della biologia molecolare, si sono creati attualmente nei riguardi dei fenomeni biologici primari e vitali, od eventualmente dei fenomeni ed effetti che assumono rilevanza farmacologica.
- **In generale un'opportunità nasce anche da quella spinta verso una più libera indagine di carattere fondamentale che, come sempre nella ricerca, può aprire in un prossimo futuro le porte più impensate allo sviluppo dei fattori del progresso".**

## I polimeri nel CNR (1971)

Tabella 7

Istituti, laboratori e centri del CNR che, agli inizi degli anni settanta, operavano nel settore delle macromolecole sintetiche e naturali.

| COMITATO | ORGANO  | SEDE    |
|----------|---|---------|
| Chimica  | Istituto di chimica macromolecolare   | Milano  |
| Chimica  | Laboratorio di ricerche su tecnologia dei polimeri e reologia   | Napoli  |
| Chimica  | Centro di studi sulla fisica macromolecolare  | Bologna |
| Chimica  | Centro di studi dei processi ionici di polimerizzazione e delle proprietà fisiche e tecnologiche di sistemi macromolecolari | Pisa    |
| Chimica  | Centro di studi per le macromolecole stereordinate e otticamente attive   | Pisa    |
| Chimica  | Centro di studi sui biopolimeri   | Padova  |
| Chimica  | Centro di studi chimico-fisico di macromolecole sintetiche e naturali   | Genova  |

## La stagione dei Progetti Finalizzati del CNR

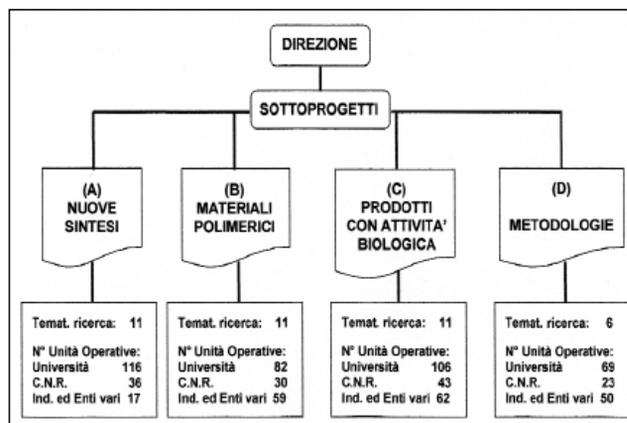
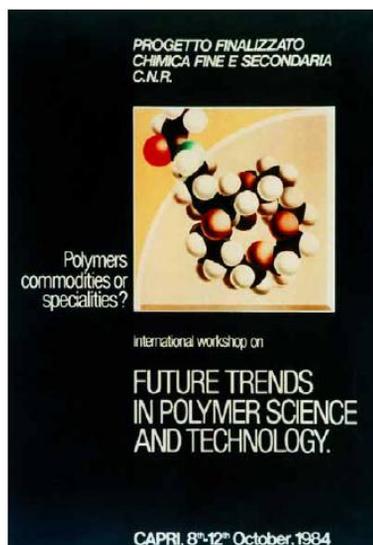


Fig. 35: Configurazione e strutturazione in sottoprogetti del Progetto Finalizzato "Chimica Fine e Secondaria" del CNR (1980-1984).



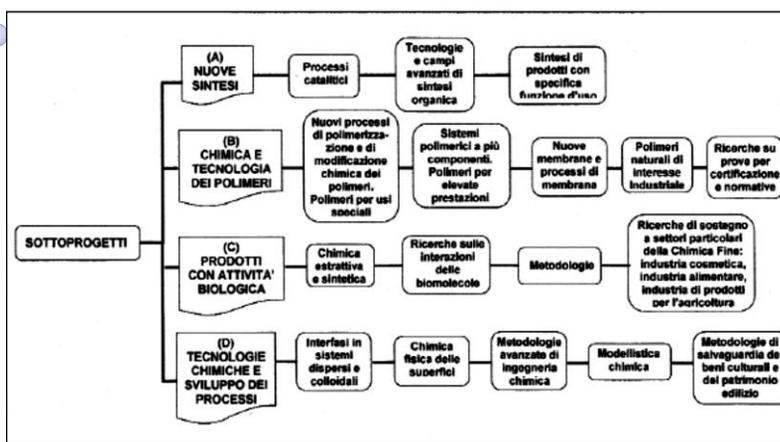


Fig. 36: Configurazione e strutturazione in sottoprogetti e tematiche di ricerca del Progetto Finalizzato "Chimica Fine 2" del CNR (1981-1993).

#### Istituti e centri afferenti alla "rete" scientifica del CNR nel settore della chimica, fisica e tecnologia dei sistemi polimerici sintetici e naturali (al 1995)

| ISTITUTO   | PERSONALE E COLLABORATORI |                          |            |                       |                         |
|--|---------------------------|--------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|
|  | Ricercatori e Tecnologi   | Tecnici e Amministrativi | Totale     | Collaboratori Esterni | Personale in Formazione |
| Istituto di chimica delle macromolecole ICM - MILANO   | 19                        | 15                       | 34         | 8                     | 24                      |
| Istituto di studi chimico-fisici di macromolecole sintetiche e naturali IMAG - GENOVA  | 8                         | 9                        | 17         | 3                     | 19                      |
| Istituto di ricerca e tecnologia delle materie plastiche IRIEMP - ARCO FELICE - NAPOLI   | 18                        | 23                       | 41         | 5                     | 21                      |
| Istituto per la chimica e la tecnologia dei materiali polimerici ICTMP - CATANIA   | 8                         | 6                        | 14         | 2                     | 8                       |
| Istituto per la tecnologia dei materiali compositi ITMC - NAPOLI   | 5                         | 2                        | 7          | 1                     | 6                       |
| Centro di studio per la fisica delle macromolecole CSFM - BOLOGNA  | 8                         | 1                        | 9          | 9                     | 7                       |
| Centro di studio su fotocatalisi e catalisi CSFC - FERRARA   | 4                         | 1                        | 5          | 8                     | 14                      |
| Centro di studi sui processi ionici di polimerizzazione e proprietà fisiche e tecniche di sistemi di macromolecole CSPI - PISA | 6                         | 2                        | 8          | 15                    | 16                      |
| Centro studi per la sintesi, le proprietà fisiche di macromolecole stereordinate ed otticamente attive CSMSOA - PISA           | 7                         | 1                        | 8          | 16                    | 19                      |
| Istituto di ricerca su membrane e modellistica di reattori chimici IRMIC - Arcovata di Rende - COSENZA                         | 4                         | /                        | 4          | /                     | 21                      |
| <b>TOTALE</b>  | <b>87</b>                 | <b>60</b>                | <b>147</b> | <b>67</b>             | <b>155</b>              |

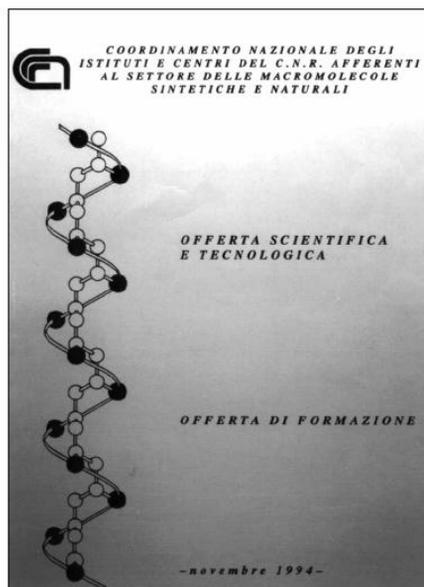
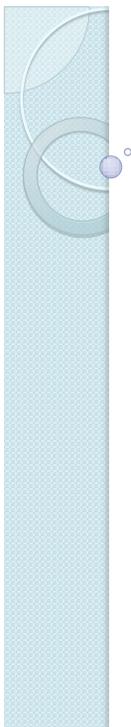
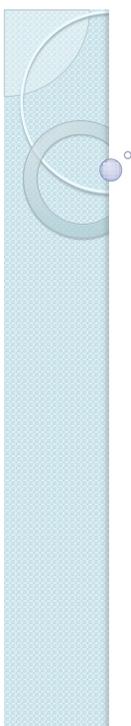


Fig. 34: Frontespizio del volume pubblicato a cura dell' INC-MACRO contenente un'offerta scientifica e tecnologica e di formazione rivolta alle PMI operanti nel settore della produzione e trasformazione dei polimeri.

70



**Elenco dei principali know-how sviluppati presso gli Organi del CNR afferenti a quella che può essere definita la rete di ricerca nel settore della scienza e tecnologia dei polimeri.**

| ISTITUTO  | KNOW-HOW   |
|---|--|
| Istituto di chimica delle macromolecole<br>ICM - MILANO                                   | Metodologie di polimerizzazione con catalizzatori organo-metallici. Metodi di preparazione di conduttori organici. Preparazione di ritardanti di fiamma per polimeri. Spettroscopia vibrazionale e caratterizzazione NMR di polimeri e biopolimeri. Tecniche di diffrattometria a raggi X per polimeri. Tecniche di analisi in gascromatografia e spettroscopia di massa.  |
| Istituto di studi chimico-fisici di macromolecole sintetiche e naturali<br>IMAG - GENOVA  | Caratterizzazione di sistemi polimerici. Caratterizzazione di cristalli liquidi polimerici. Meccanica statistica dei processi di rilassamento polimerico. Morfologia di materiali polimerici.  |
| Istituto di ricerca e tecnologia delle materie plastiche<br>IRTEMP - Arco Felice - NAPOLI | Funzionalizzazione di gomme poliolefiniche. Caratterizzazione chimico-fisica di polimeri. Tenacizzazione di resine termoplastiche e termoindurenti. Fenomeni di cristallizzazione dei polimeri. Trasporto di vapori, gas e liquidi in polimeri. Caratterizzazione strutturale e morfologica dei polimeri. Polimeri ad elevata resistenza all'urto. Materiali polimerici biocompatibili. Riciclo di materiali polimerici. Polimeri per la conservazione dei beni culturali. Nano - compositi. |
| Istituto per la chimica e la tecnologia dei materiali polimerici<br>ICTMP - CATANIA       | Meccanismi di degradazione termica e caratterizzazione strutturale di polimeri mediante spettrometria di massa. Determinazione delle reazioni di scambio in miscele polimeriche allo stato fuso. Sintesi di copolimeri a blocchi. Compatibilizzazione di miscele di polimeri. Sintesi di polimeri e copolimeri con proprietà ottiche non lineari.  |
| Istituto per la tecnologia dei materiali compositi<br>ITMC - NAPOLI                       | Assorbimento e permeabilità. Avvolgimento filamentare. Formatura per compressione. Estrusione di polimeri. CAD/CAM. Tecnologie per evaporazione di solventi. Degradazione di polimeri e compositi.   |

Centro di studio per la fisica delle macromolecole  
CSFM - BOLOGNA

Comportamento termico e biodegradazione di polimeri. Difrattometria con raggi X ad alta temperatura. Metodologia di preparazione di reattivi supportati su resina. Metodologia di funzionalizzazione di doppi legami. Metodologia per la sintesi di compositi biologicamente attivi.

Centro di studio su fotoreattività e catalisi  
CSFC - FERRARA

Spettroscopia laser risolta nel tempo. Cinetiche termiche veloci. Spettroscopia ESR e FTIR. Voltammetria ciclica. Proprietà superficiali.

Centro di studi sui processi ionici di polimerizzazione e proprietà fisiche e tecniche di sistemi di macromolecole  
CSPI - PISA

Metodi di sintesi per policondensazione. Bioprotesi. Metodologie di caratterizzazione di biomateriali. Metodologie di funzionalizzazione in massa. Polimerizzazione su matrice. Polimerizzazione ad apertura di anello. Reticolazione termica di complessi polielettrolitici.

Centro studi per la sintesi, le proprietà fisiche di macromolecole stereordinate ed otticamente attive  
CSMSOA - PISA

Polimerizzazione stereospecifica di olefine. Funzionalizzazione di polimeri. Leghe polimeriche e polimeri liquido-cristallini. Catalisi e sintesi asimmetrica. Sintesi organiche regio e stereoselettive.

Istituto di ricerca su membrane e modellistica di reattori chimici  
IRMERC - Arcavacata di Rende - COSENZA

Preparazione di membrane. Operazioni a membrana. Reattori a membrana. Modellistica di reattori chimici.

## I polimeri nel CNR oggi

Tabella 2 – Gli Istituti CNR del Dipartimento Progettazione Molecolare a prevalente mission macromolecolare

| Denominazione  | Direttore                | Sede                        |
|--|--------------------------|-----------------------------|
| <b>ISMAC – Istituto per lo Studio delle Macromolecole</b>    | Incoronata TRITTO (f.f.) | Milano, Genova, Biella      |
| <b>ICTP – Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri</b>  | Cosimo CARFAGNA          | Napoli, Catania             |
| <b>IMCB – Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici</b> | Luigi AMBROSIO           | Napoli, Pisa                |
| <b>ITM – Istituto per la Tecnologia delle Membrane</b>       | Enrico DRIOLI            | Arcavacata di Rende, Padova |



## Le ricerche sui polimeri nel CNR oggi

- Nuovi catalizzatori per la polimerizzazione di olefine ad alta resa o ad elevata funzionalità.
- Nuovi polimeri per l'energetica e per l'opto-elettronica
- Bioplastiche e biocompositi per il packaging sostenibile e funzionale e per l'agricoltura
- Nanofibre e nanocoatings
- Compositi nanostrutturati
- Membrane polimeriche ad elevata efficienza e selettività
- Polimeri per il biomedicale

In generale, si osserva il passaggio dalla ricerca sui polimeri dei grandi numeri e basso costo a quelli per applicazioni specialistiche ad elevato valore aggiunto



## Le ricerche sui polimeri nel CNR oggi

- Sviluppo di nuove metodologie di indagine chimica, chimico-fisica, strutturale e di processo dei polimeri e loro leghe e compositi.
- Sviluppo di nuove metodologie per il riciclo di materiali polimerici e compositi

**Materiali Avanzati (Nuovi Materiali)**

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
**ISMAC**  
 ISTITUTO PER LO STUDIO DELLE MACROMOLECOLE  
 Milano, Genova

**Sintesi di polimeri, catalisi e processing**

**Emulsion polymerization and Latexes**

**Film con additivi macromolecolari non-releasing o a permeabilità modulata**

**Pneumatici ad alte prestazioni**

Chemical structures shown include a catalyst  $\text{MX}_2$  MAO and various polymer chains with substituents  $R_1, R_2, R_3$ .

Properties of the resulting polymers:

- $M_w \leq 155 \times 10^3 \text{ g/mol}$
- $T_g \leq 155 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\text{O} \leq 4 \text{ mol-\%}$
- $M_w \leq 163 \times 10^3 \text{ g/mol}$
- $T_g \leq 162 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\text{VCH} \leq 3 \text{ mol-\%}$

Reaction conditions for the synthesis of 1,4-*alt*-3,4 poly(isoprene) and syndiotactic 1,2 poly(butadiene):

- $R_1 = R_2 = \text{Ph}, R_3 = \text{Me}, \text{'Pr}, \text{'Pr}$
- $R_1 = R_2 = \text{Ph}, R_3 = \text{'Pr}, rr = 69\%$
- $R_1 = R_2 = \text{Ph}, R_3 = \text{'Pr}, rr = 44\%$
- $R_1 = R_2 = \text{Ph}, R_3 = \text{Me}, rr = 24\%$
- $R_1 = R_2 = \text{Ph}, R_3 = \text{'Pr}, \text{'Bu}$

**Energia e Fonti Rinnovabili**

dalla **sintesi chimica e polimerica**

ai **dispositivi elettronici ed optoelettronici**

mediante **assembling supramolecolare e caratterizzazione fotofisica**

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
**ISMAC**  
 ISTITUTO PER LO STUDIO DELLE MACROMOLECOLE  
 Milano

**Dispositivi**

**Display e illuminazione**

**Luce polarizzata**

**Ibridi**

**Fotovoltaico (BHJ e DSSC)**

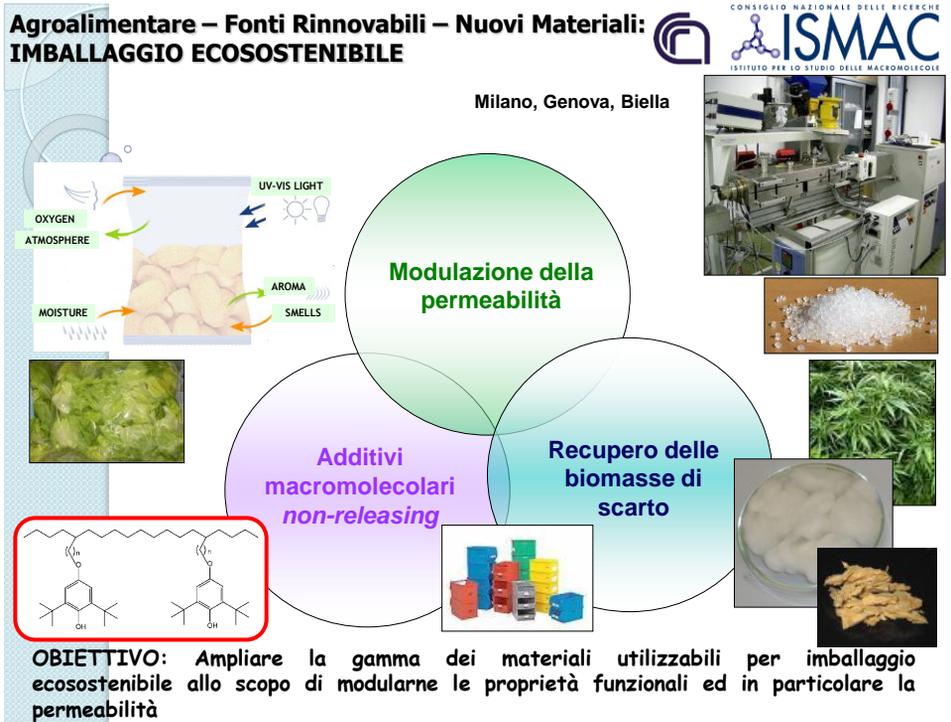
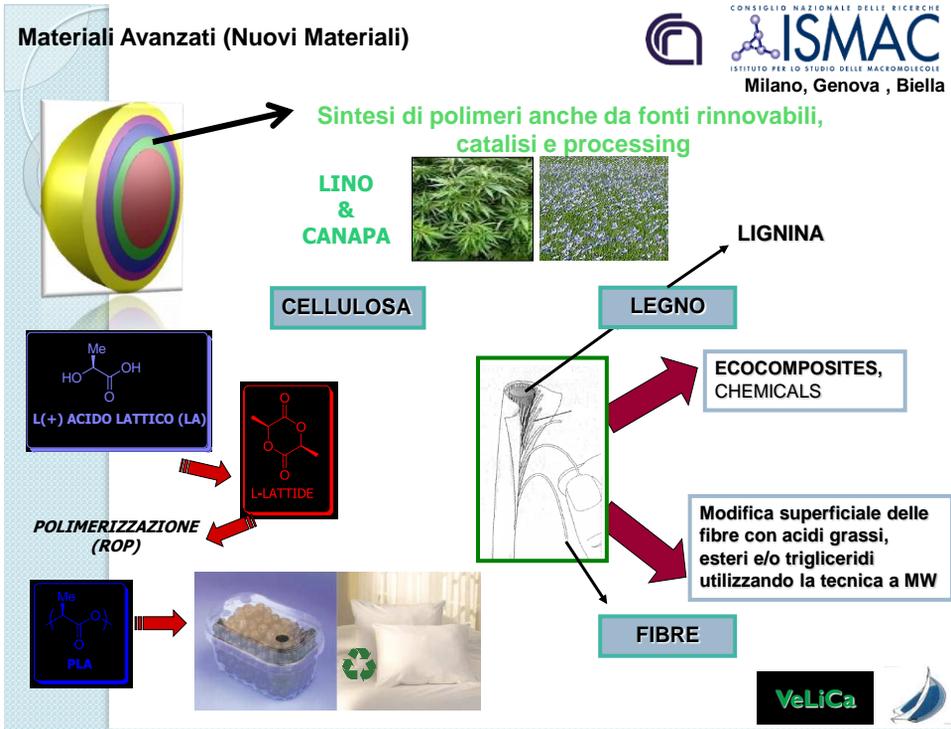
**Nano-fibrillari**

**Dyes+Zeolite-L**

**Dyes+Clay**

The diagram illustrates the integration of various materials and devices. Key components include:

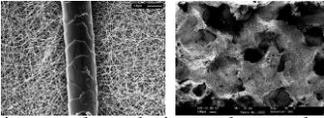
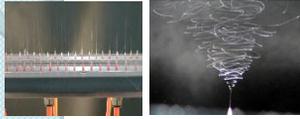
- Display and illumination:** A device with an **ACTIVE LAYER** and **ITO** substrate, showing **RGB** colors.
- Polarized light:** A device showing **ADVANCED MATERIALS** and a polarized light spectrum.
- Hybrid materials:** A device showing **Dyes+Zeolite-L** and **Dyes+Clay**.
- Photovoltaic (BHJ and DSSC):** A device showing a **Fotovoltaico (BHJ e DSSC)** structure.
- Nano-fibrillari:** A device showing **ADVANCED MATERIALS** and a nano-fibrillar structure.



**Materiali tessili, tecnofibre e processi industriali per la filiera tessile**



**BIOMASSE:** trasformazione di fibre naturali in nuovi materiali per il settore dei compositi, biomedicale, bioedilizia e filtrazione.



**ELETTROFILATURA:** impianto per la produzione su larga scala di nanofibre polimeriche e loro deposizione su substrati tessili.

**TRATTAMENTI DI FUNZIONALIZZAZIONE E MODIFICA SUPERFICIALE** di materiali tessili, per conferire idrorepellenza, antimacchia, antifiama, protezione da UV, tingibilità, antibattericità, antistaticità e conducibilità elettrica, tramite:

- plasma a bassa temperatura;
- tecnica sol-gel;
- enzimi;
- coating di polimeri coniugati e biopolimeri.



**ATTIVITA' VERSO IMPRESE E PPAA:**

- studio dell'interazione di sostanze tossiche solubili in fluidi biologici con l'epidermide umana;
- studio ecotossicologico della migrazione di metalli pesanti da materiali tessili;
- nuove metodologie di riconoscimento delle fibre animali pregiate;
- caratterizzazione chimica, fisica e morfologica dei materiali tessili.

**ITM-CNR Arcavacata (Cosenza)**

**Commercial membrane materials prepared by phase inversion and their applications**

| Membrane material  | Membrane process |
|--|------------------|
| cellulose acetate  | EP, MF, UF, RO   |
| cellulose esters (mixed)   | MF, D            |
| polyacrylonitrile (PAN)  | UF               |
| polyamide (aromatic, aliphatic)  | MF, UF, RO, MC   |
| polyimide  | UF, RO, GS       |
| polypropylene  | MF, MD, MC       |
| polyethersulfone   | UF, MF, GS, D    |
| polysulfone  | UF, MF, GS, D    |
| sulfonated polysulfone   | UF, RO, NF       |
| polyvinylidene fluoride  | UF               |
| Electrophoresis (EP), Microfiltration (MF), Ultrafiltration (UF), Reverse Osmosis (RO), Gas separation (GS), Nanofiltration (NF), Dialysis (D), Membrane Distillation (MD), Membrane contactor (MC). |                  |

ITM-CNR Arcavacata

## Pervaporation polymer membrane

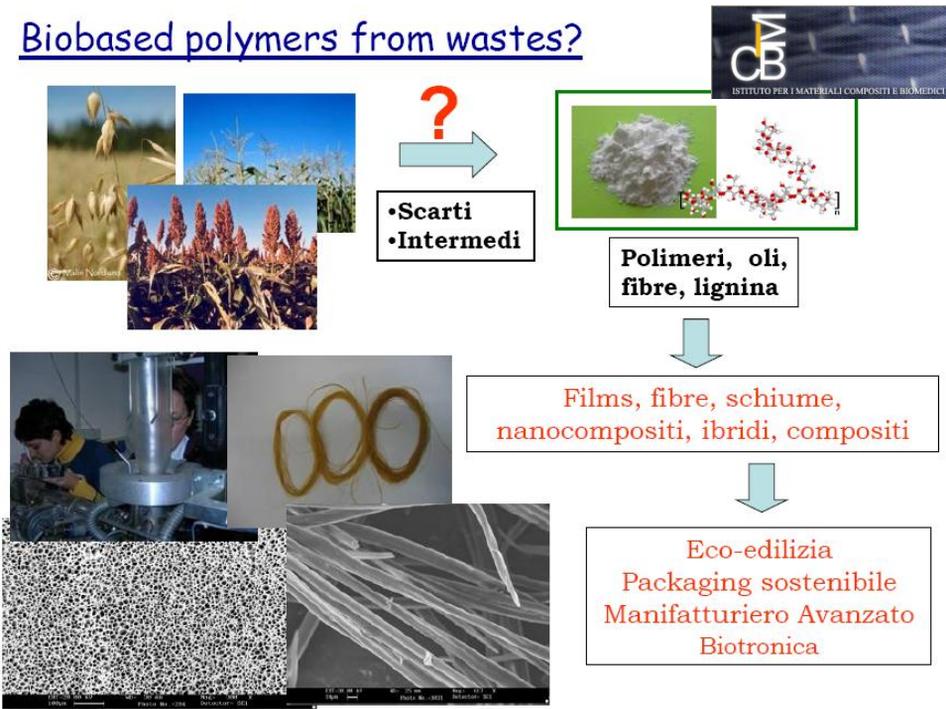
### Hydrophilic Membrane

- Crosslinked Poly(vinylalcohol)
- PVA SULZER (**most used**)
- Cm-Celfa
- Sulfonated poly(sulfone)
- Poly(ether sulfone)/PVP
- Poly(amide) PA
- Poly(acrylonitrile) PAN
- Elastomeric polymer

### Hydrophobic

- Poly(sulfone) PSf
- Poly(ether sulfone) PES
- Poly(propylene) PP
- Poly(carbonate) PC
- Poly(vinylidene fluoride) PVDF
- Polydimethylsiloxane PDMS (**most used**) (Sulzer, Pervatech, GKSS)
- EthylenePropylene rubber EPDM
- Styrene-Butadiene co-Styrene SBS

## Biobased polymers from wastes?



# High performance lightweight composites

## MULTISCALE STRUCTURAL MATERIALS

Micro/Nano Matrix

Reinforcement

Micro and Nano fillers

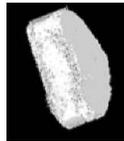
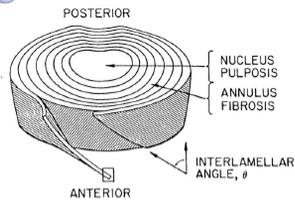
Multiscale and multifunctional composite

Sandwich core materials

| Homogeneous support of the skins                   | Structured (non-homogeneous) support of the skins          |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
| open cells, closed cells or no cells<br>Foam cores | <b>Punctual support</b><br>fully open<br>Textile/pin cores | <b>Regional support</b><br>open to both side<br>Cup shaped cores | <b>Unidirectional support</b><br>open to one side<br>Corrugated cores | <b>Bi-directional support</b><br>only open in thickness direction<br>Honeycomb cores |

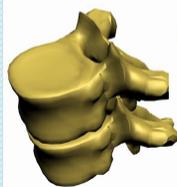
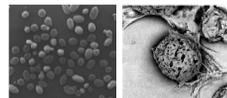
Microcellular structural foam

## Disc Regeneration



### Materiali iniettabili (rigenerazione del nucleo)

Geli basati su formulazioni di Collagene/LMWHA rinforzati e funzionalizzati con microsferi e nanosferi di chitosano e con specifiche biomolecole per il controllo dell'angiogenesi



**RP di scaffolds (rigenerazione dell'annulus)**  
annulus/nucleus scaffolds fatti su misura per l'ingegneria dei tessuti del disco intervertebrale attraverso l'approccio del RE mediante RP

**Sviluppo di materiali polimerici multicomponente tramite reazioni di condensazione allo stato fuso**

**ESTERE – ESTERE**

**PET/PEA** (*Macromolecules*, 25, 5099, 1992)

**PET/PEN** (*in preparazione*)

**ESTERE – CARBONATO**

**PET/PC; PBT/PC** (*Macromolecules*, 31, 650, 1998)

**PEN/PC** (*in preparazione*)

**AMMIDE-CARBONATO**

**(PC/Ny6)** (*J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.*, 32, 15, 1994)

**AMMIDE – AMMIDE**

**Ny66/Ny610** (*Macromolecules*, 36, 1098, 2003)

**Ny6/Ny4,6; Ny6/Ny6,10** (*Macromolecules*, 37, 6449, 2004)

**Ny6/Ny6,6** (*in preparazione*)

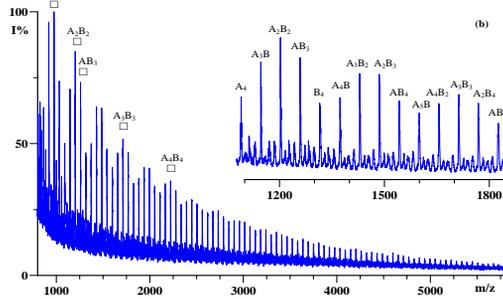
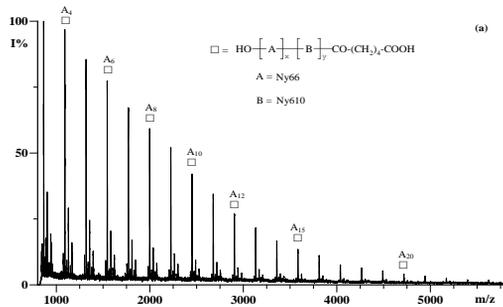
**ESTERE- AMMIDE**

**PBT/Ny6** (*Macromolecules*, 36, 7143, 2003)

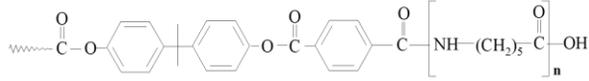
**PET/Ny6** (*J. Polym. Sci. Part A, Polym. Chem.*, 41, 2778, 2003)

**PET/MXD6** (*in preparazione*)

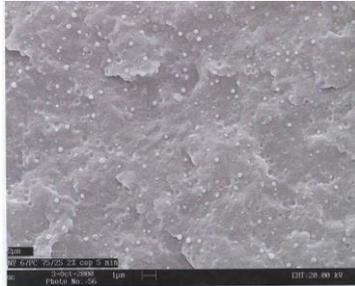
**Copolimeri Nylon 66-610**



**Compatibilizzazione di miscele polimeriche  
Policarbonato/Nylon 6**



Ny6/PC 80/20 (5 min)

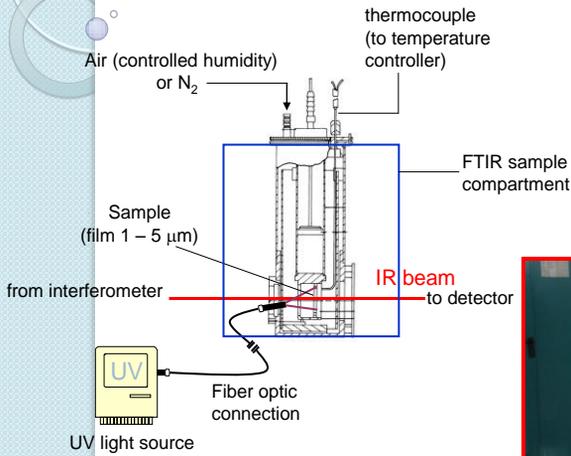


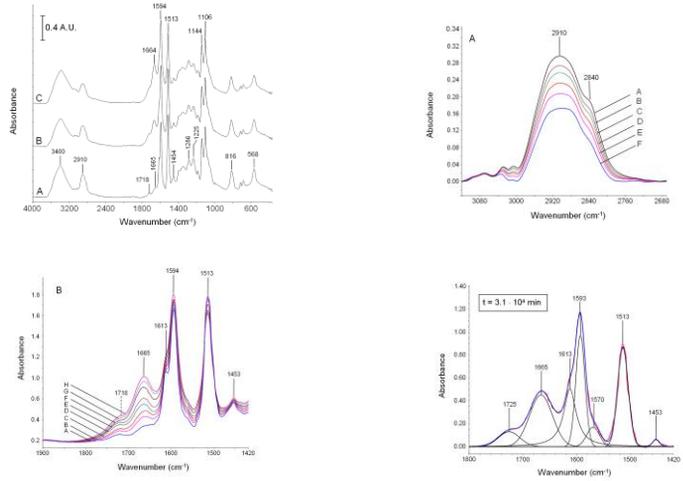
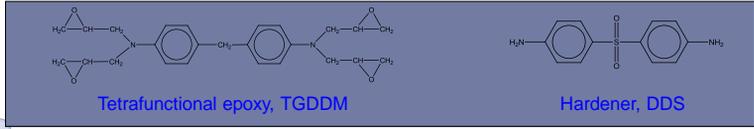
Ny6/PC 80/20 + 2% COP (5 min)

**Sviluppo di metodologie innovative di caratterizzazione**

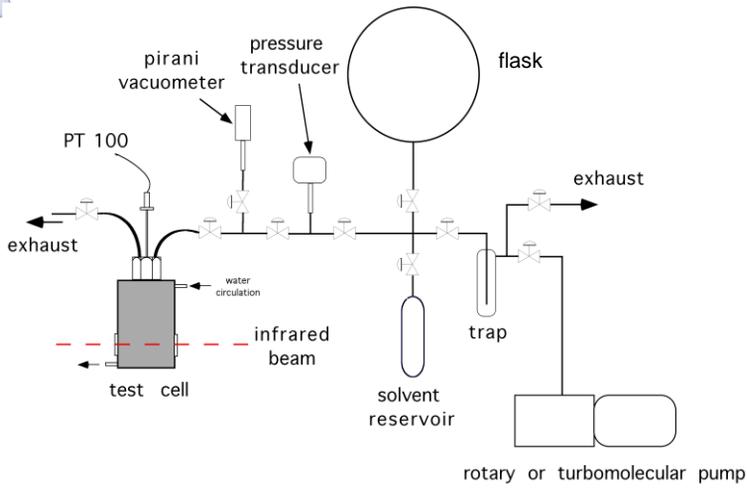


*in-situ* photo-oxidative degradation

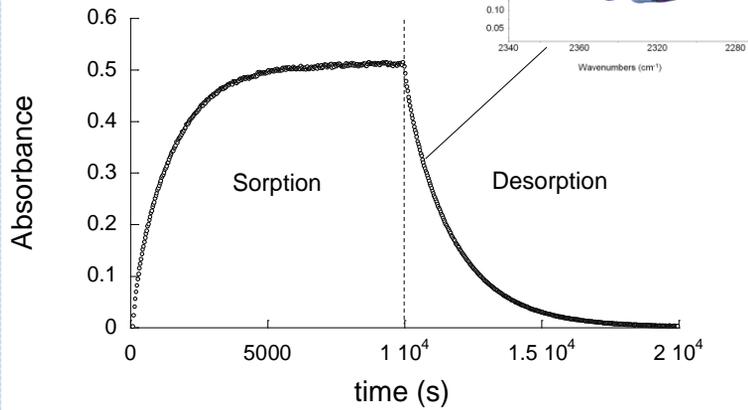




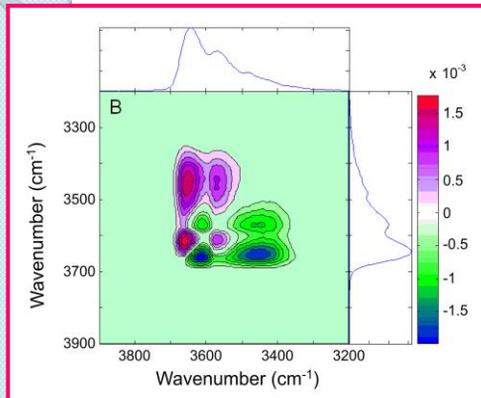
Lay-out of the experimental apparatus for diffusion measurements by time-resolved FTIR spectroscopy (transmission)



**Sorption/desorption test  
CO<sub>2</sub> in PMDA-ODA; p = 60 Torr**



**2D FTIR CORRELATION SPECTROSCOPY:  
Polyimide/H<sub>2</sub>O system**



**Asynchronous correlations:**

3616 (+) - 3660 (-)  
3456 (+) - 3660 (-)  
3456 (+) - 3570 (-)  
3570 (-) - 3616 (+)

**3660:** O-H out-of phase stretching of water molecules interacting with imide carbonyls (see shift of C=O)  
**3570:** O-H in-phase stretching of water molecules interacting with imide carbonyls.

**3616:** O-H stretching of self-associated water molecules (dimers, trimers). Non-interacting O-H bond.  
**3456:** O-H stretching of self-associated water molecules (dimers, trimers). Interacting O-H bond.

## IMAGING TECHNIQUES BASED ON VIBRATIONAL SPECTROSCOPY

### 1. FTIR microspectroscopy

#### Advantages:

- a) high contrast (from the specificity of the IR spectrum)
- b) molecular level information
- c) possibility of accurate quantitative analysis

#### Disadvantages:

- a) relatively low spatial resolution ( $10\ \mu\text{m} \times 10\ \mu\text{m}$ )
- c) specially designed microscope (Cassegrain)
- b) difficult sample preparation



### 2. Confocal Raman microspectroscopy

#### Advantages:

- a) high contrast (from the specificity of the Raman spectrum)
- b) molecular level information
- c) coupling with a research grade optical microscope
- d) improved spatial resolution ( $1.0\ \mu\text{m} \times 1.0\ \mu\text{m} \times 2.5\ \mu\text{m}$ )
- e) three-dimensional scanning capability (x-y-z axes)
- e) no sample preparation

#### Disadvantages:

- a) fluorescence
- b) quantitative analysis more difficult

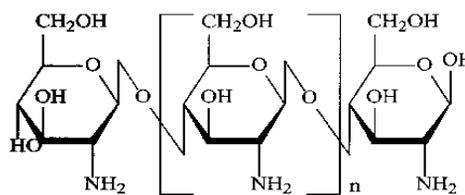


## La gestione degli scarti agroindustriali



### Chitosano

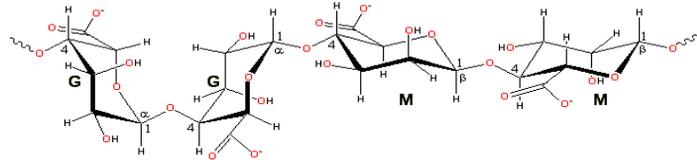
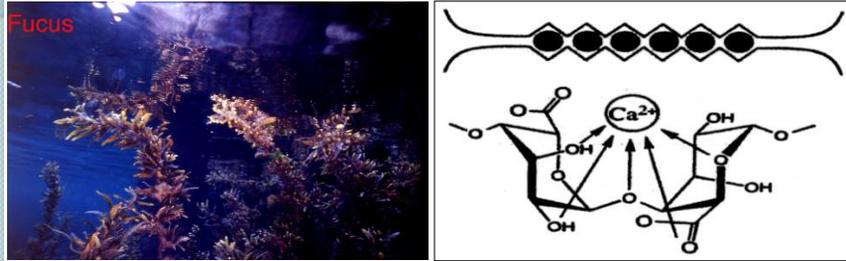
**E' IL SECONDO POLISACCARIDE PIU' ABBONDANTE IN NATURA DOPO LA CELLULOSA. SI RICAVA DAI GUSCI DI CROSTACEI. E' SOLUBILE IN ACETO E INSOLUBILE IN ACQUA.**



Chitosan

## CARRAGENANI E ALGINATI

SI RICAVALO DALLE ALGHE. RETICOLANO STABILMENTE  
IN PRESENZA DI IONI BIVALENTI DIVENTANDO  
INSOLUBILI IN ACQUA.



## Residui fibrosi vegetali

Carta da macero



Bucce di pomodoro



Scarti di castagne  
o di altri prodotti





# Il problema dello smaltimento dei film agricoli



|                         | World plastic consumption (tons) in agriculture |                  |                  |                  |
|-------------------------|---|------------------|------------------|------------------|
|                         | 1985  | 1991             | 1999             | 2008             |
| Greenhouses             | 180.000   | 350.000          | 450.000          | 700.000          |
| Low tunnels             | 88.000  | 122.000          | 168.000          | 301.600          |
| Direct covers           | 22.500  | 27.000           | 40.000           | 80.000           |
| Mulching                | 270.000   | 370.000          | 650.000          | 1.240.000        |
| Silages                 | 140.000   | 265.000          | 540.000          | 820.000          |
| PP twine                | 100.000   | 140.000          | 204.000          | 300.800          |
| Hydroponic systems      | 5.000   | 10.000           | 20.000           | 50.000           |
| Microirrigation         | 260.000   | 325.000          | 625.000          | 950.000          |
| Others (bags, nets,...) | 80.000  | 130.000          | 150.000          | 300.000          |
| <b>Total</b>            | <b>1.145.500</b>                                | <b>1.739.000</b> | <b>2.847.000</b> | <b>4.742.400</b> |

## Gestione dei film plastici a fine vita



raccolta



accumulo



abbandono

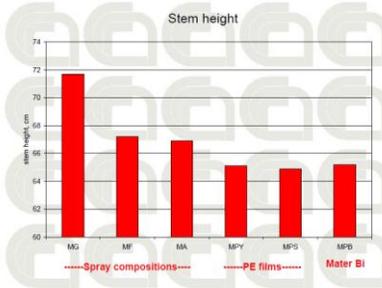


incenerimento

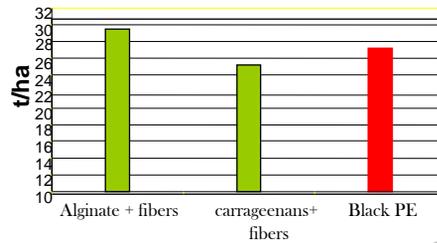
## Pacciamatura spray con polimeri e fibre naturali



## APPLICAZIONI IN FLOROVIVAISTICA



## APPLICAZIONI IN CAMPO



Barbara Inimuzi



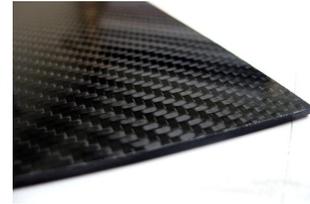
## Il problema del riciclaggio dei materiali GFRP e CFRP



- D.Lgs 152/06 art. 220: l'obiettivo da raggiungere entro il 31-12-2012 è riciclare il 65% dei rifiuti;
- È necessario sviluppare metodi efficaci di riciclaggio per i **materiali compositi**.

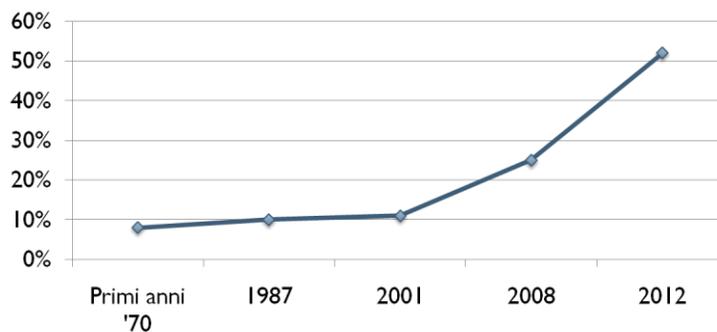
## Vantaggi dei materiali compositi a matrice polimerica

- **Peso ridotto**
- Cicli di vita più lunghi, data la migliore resistenza a fatica
- Elevata resistenza meccanica
- Progettazione più facile
- Possibilità di adattare le proprietà all'utilizzo del manufatto
- Resistenza agli agenti chimici



## I compositi in aeronautica

- L'utilizzo dei compositi in campo aeronautico è in continua crescita.



....e nella nautica



ICTP

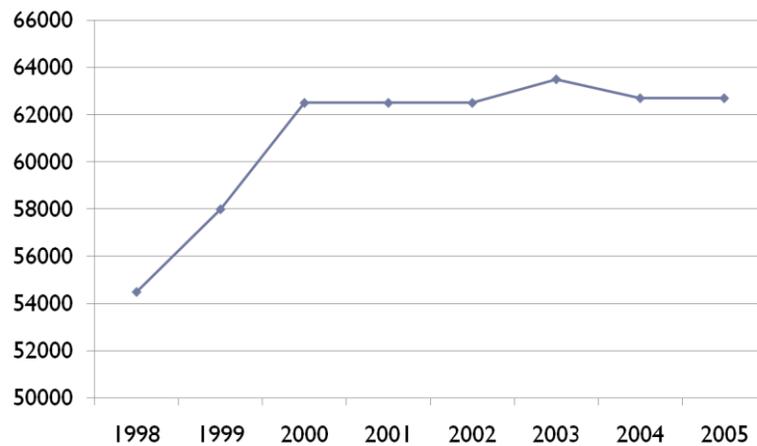
## Vantaggi degli imballaggi in EPS

- Il packaging in polistirene espanso (EPS) presenta numerosi vantaggi
  - Peso contenuto
  - Isolamento termico
  - Ottime proprietà meccaniche
  - Resistenza ad ambienti difficili

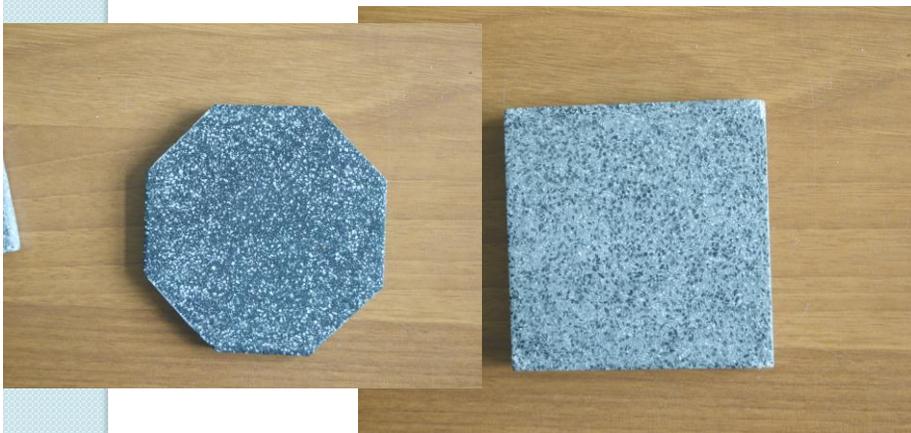


## Utilizzo di EPS per imballaggio in Italia

**Tonnellate**



## ***Ottenimento di compositi termoplastici mediante emulsificazione di EPS e compositi termoindurenti***



*il futuro dei polimeri nel CNR...e non solo*

- meno risorse petrolifere e piu' rinnovabili (integrazione della chimica con le biotecnologie e l'agronomia)
- meno materia e piu' funzioni (integrazione della chimica con la fisica e la medicina)
- progettare per il riciclo (integrazione della chimica con l'ingegneria)



**Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Dipartimento Progettazione Molecolare**

**Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri**

**Chimica e Polimeri nel CNR**

**Mario Malinconico**

**Grazie dell'attenzione**