



**POLITECNICO**  
MILANO 1863



# Materiali e innovazione Metal replacement: una nuova sfida

**Agnese Piselli**

**Barbara Del Curto**

**Alberto Cigada**

*Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta"*

**1. Materiali nella progettazione**

**2. Material trends**

**3. Metal replacement**

**4. Conclusioni e implicazioni future**



1

# MATERIALI NELLA PROGETTAZIONE



**Ideas Wall**  
A regularly updated collection of forms, textures, colors and techniques from our library that highlights the breadth of production values, intended to generate ideas and inspiration.

# Selezione e contesto attuale

«Il mondo si muove in fretta e le **attività connesse con la tecnologia dei materiali** generano una **grande quantità di informazioni.**»

E. H. Cornish, *Materiali progetto industriale e design*, Hoepli, Milano 1992. p.261.

**Numero dei materiali** a disposizione dei progettisti è **ampio** e in **espansione**:

1890: 100 circa

1990: 45,000 circa

2020: 160,000 circa

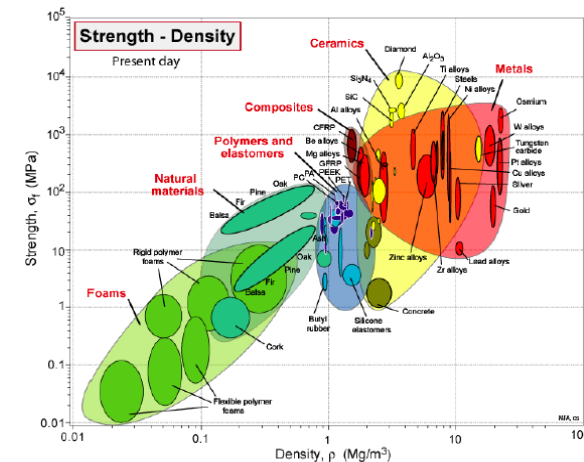
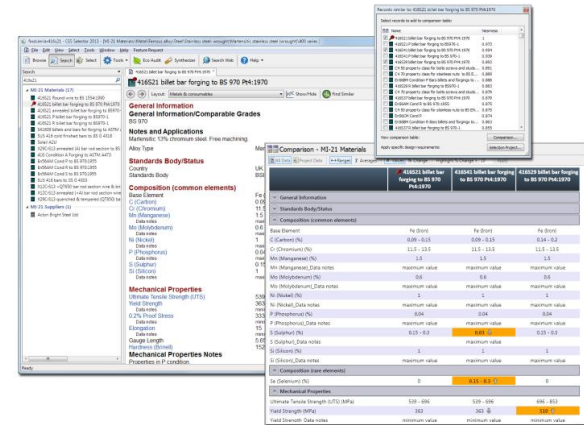
Ashby, Shercliff, Cebon (2013)



# Selezione e contesto attuale

## NECESSITÀ APPROCCIO STRUTTURATO ALLA SELEZIONE DEI MATERIALI

1. **Metodi tradizionali di selezione** (Ashby, 1992)
2. **Software**  
Cambridge Engineering Selector (CES)
3. **Database**  
IDES Prospector, CAMPUS, MATWEB, ...
4. **Handbook**



# Iperscelta: nella progettazione

“...al progettista e al produttore si presenta infatti un campo di possibilità enorme e crescente, in cui **scelta dei materiali** e **scelta dei processi** di trasformazione possono combinarsi, dando luogo a quella che è stata definita ‘**iperscelta**’: per un dato prodotto non c’è più un solo materiale che si impone con piena evidenza, come scelta quasi obbligata; esistono invece **diversi materiali in concorrenza tra loro.**”

E. Manzini, *La materia dell'invenzione*, p.37.

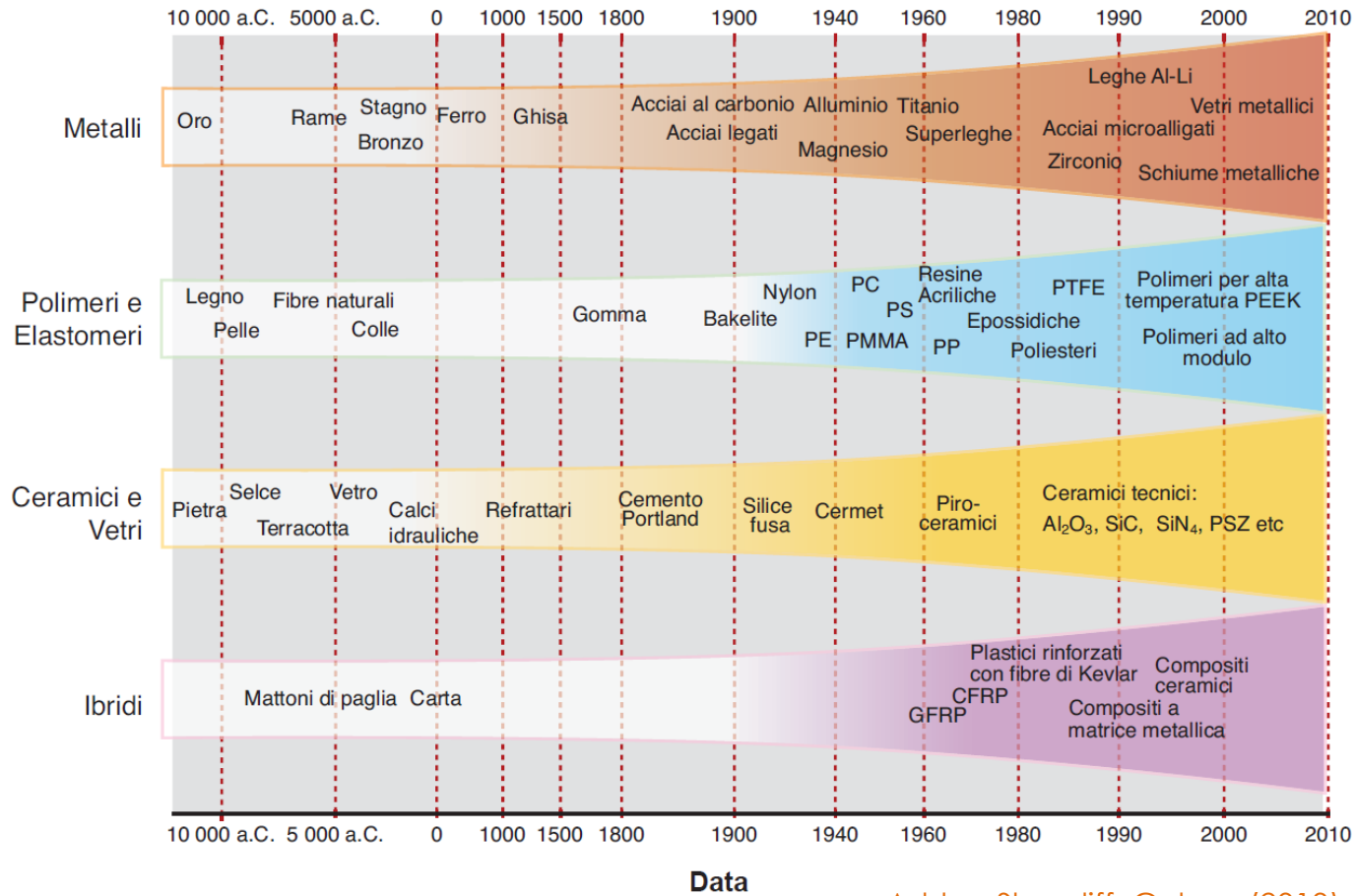




**IPERSCelta:  
NELLA DISMISSIONE**



# Evoluzione dei materiali nel tempo

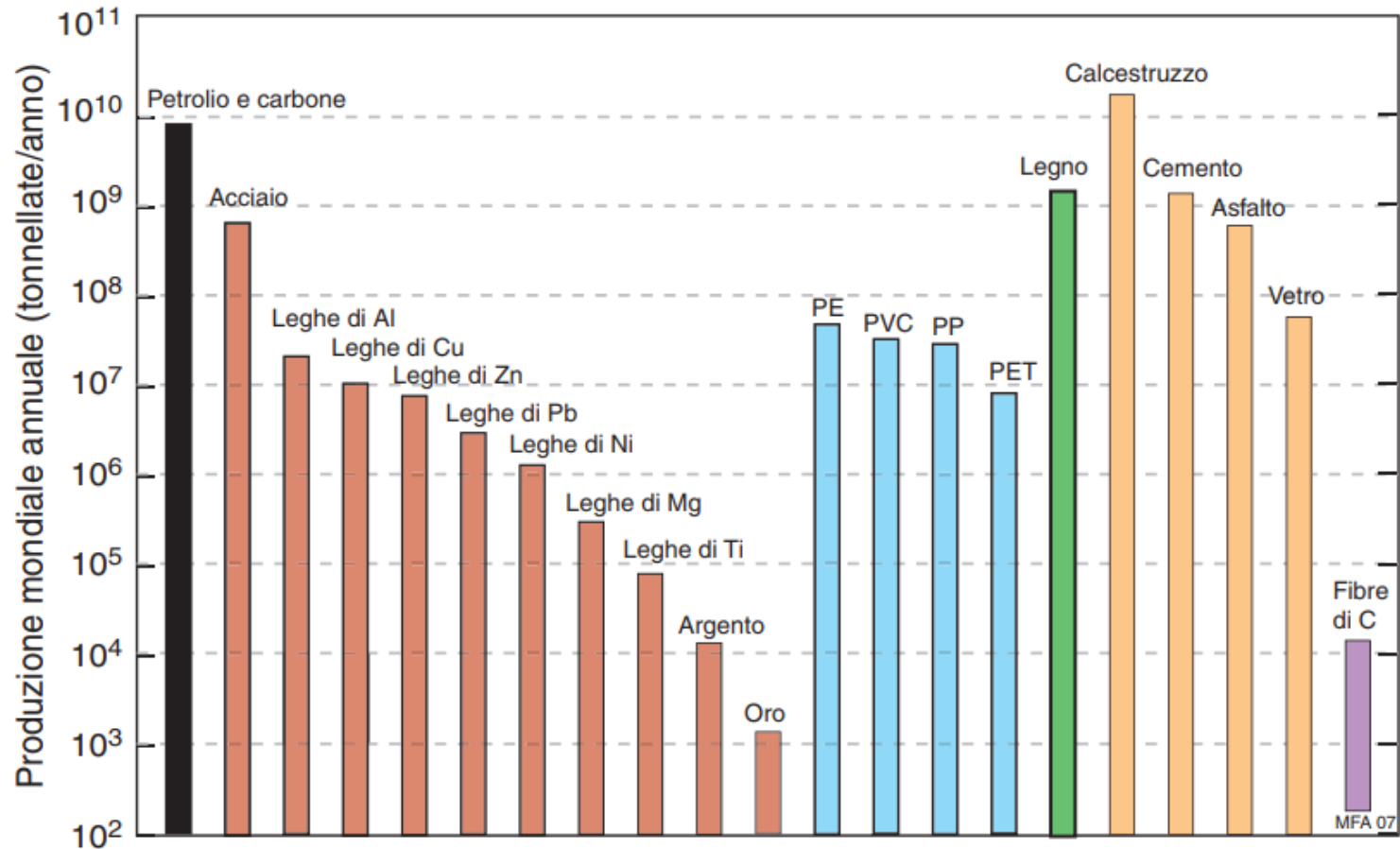


Ashby, Shercliff, Cebon (2013)





# Produzione materiali nel mondo



Ashby, Shercliff, Cebon (2013)

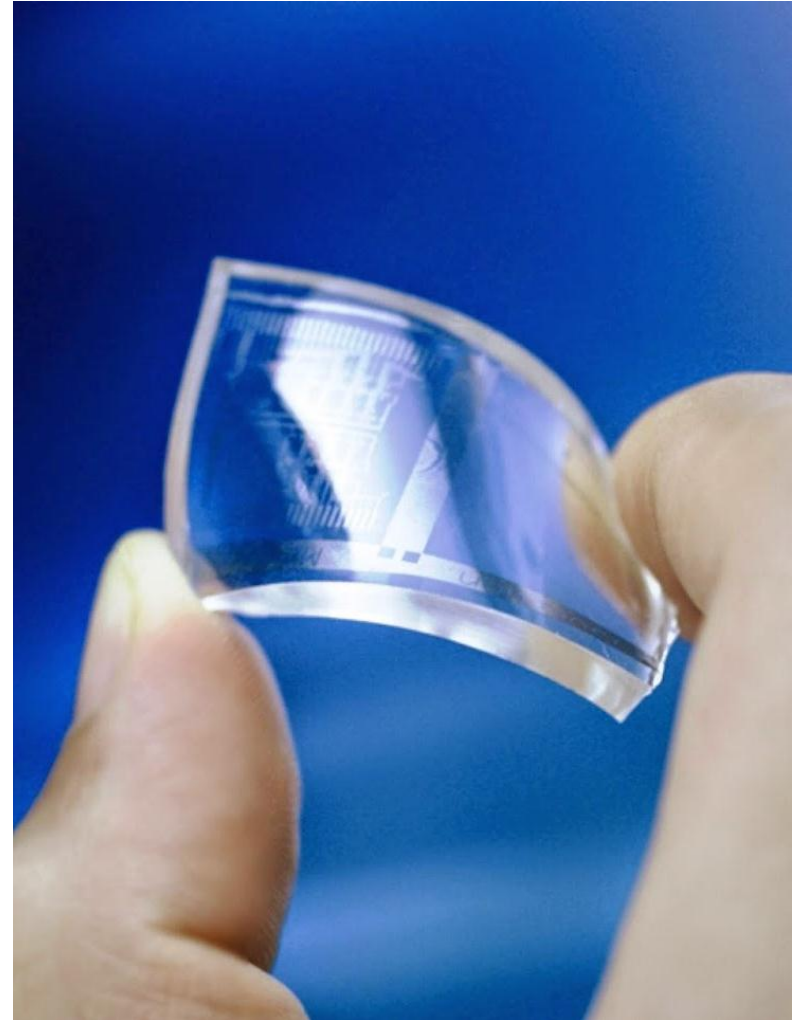




**2**

# **MATERIAL TREND**

I **materiali** possono consentire il **successo industriale e commerciale di prodotti e processi** esistenti e non ancora esistenti: possono **introdurre nuove funzionalità e migliori proprietà aggiungendo valore** ai prodotti e ai processi esistenti, rappresentando quindi una **RIVOLUZIONE INVISIBILE.**



# Materiali e innovazione: settori applicativi

Linee guida	Obiettivi principali	Ruolo della scienza dei materiali
Medicale/ Biomedicale	Sviluppo metodi e sistemi non invasivi per diagnostica e terapia	<ul style="list-style-type: none"><li>- Materiali bio-compatibili, biomimetici e smart</li><li>- Wearable technology</li><li>- 3D printed materials</li></ul>
Trasporti (Aerospaziale, Automotive, ...)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sicurezza e affidabilità (durabilità)</li><li>• Riduzione costi energetici (leggerezza) e produttivi</li><li>• Aumento comfort passeggeri (riduzione noise/vibration)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Compositi strutturali (più leggeri rispetto a leghe metalliche)</li><li>- Materiali conduttivi</li><li>- Nanomateriali e materiali smart</li><li>- Coating/finiture estetiche e funzionali</li></ul>
Elettronica di consumo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sviluppo nuove generazioni dispositivi telecomunicazione e IT</li><li>• Miniaturizzazione e integrazione</li><li>• Aumentare velocità e affidabilità rete di comunicazione</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Materiali conduttivi</li><li>- Nanomateriali e materiali smart</li></ul>
Elettrodomestici	<ul style="list-style-type: none"><li>• Qualità e affidabilità (durabilità)</li><li>• Riduzione costi energetici e produttivi</li><li>• Connessione con altri dispositivi elettronici</li><li>• Migliorare user experience</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Compositi strutturali (riduzione costo)</li><li>- Materiali conduttivi</li><li>- Nanomateriali e materiali smart</li><li>- Coating/finiture estetiche e funzionali</li></ul>

Dobrzanski (2006)



# Materiali e innovazione: settori applicativi

1. Aerospaziale  
Militare  
Medicale
  2. Automotive  
Sport
  3. Elettrodomestici  
Elettronica di consumo  
Packaging alimentare
  4. Edilizia
- ....



# Material trends

## 1. Nanomateriali

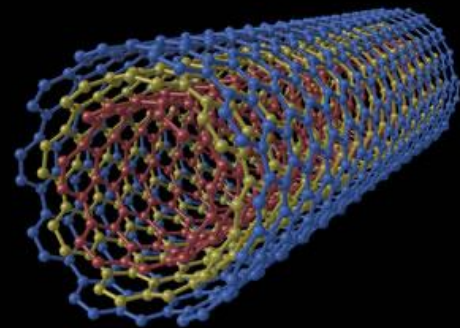
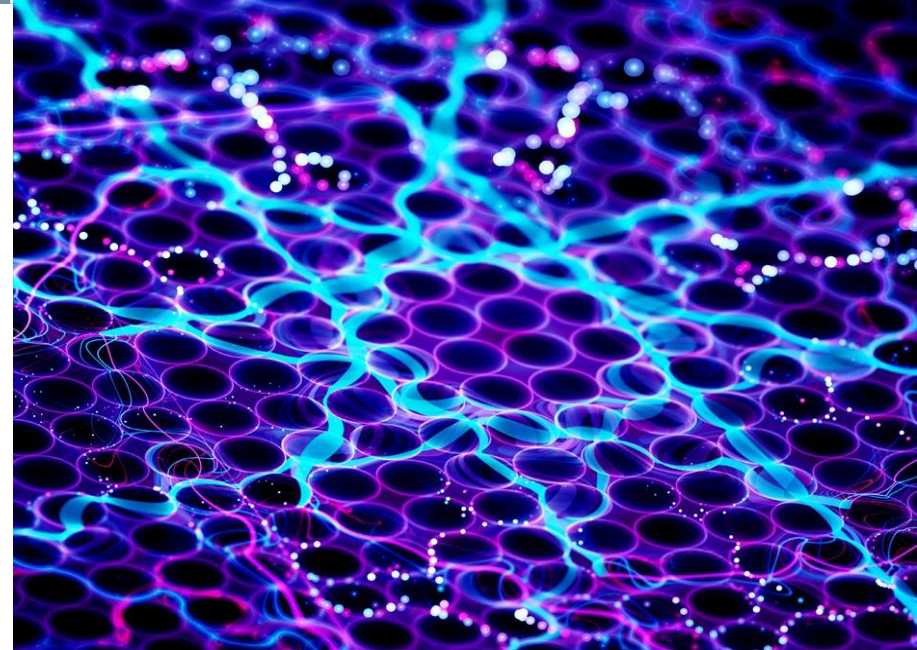
2. Smart materials

3. Metamateriali

4. Materiali conduttivi

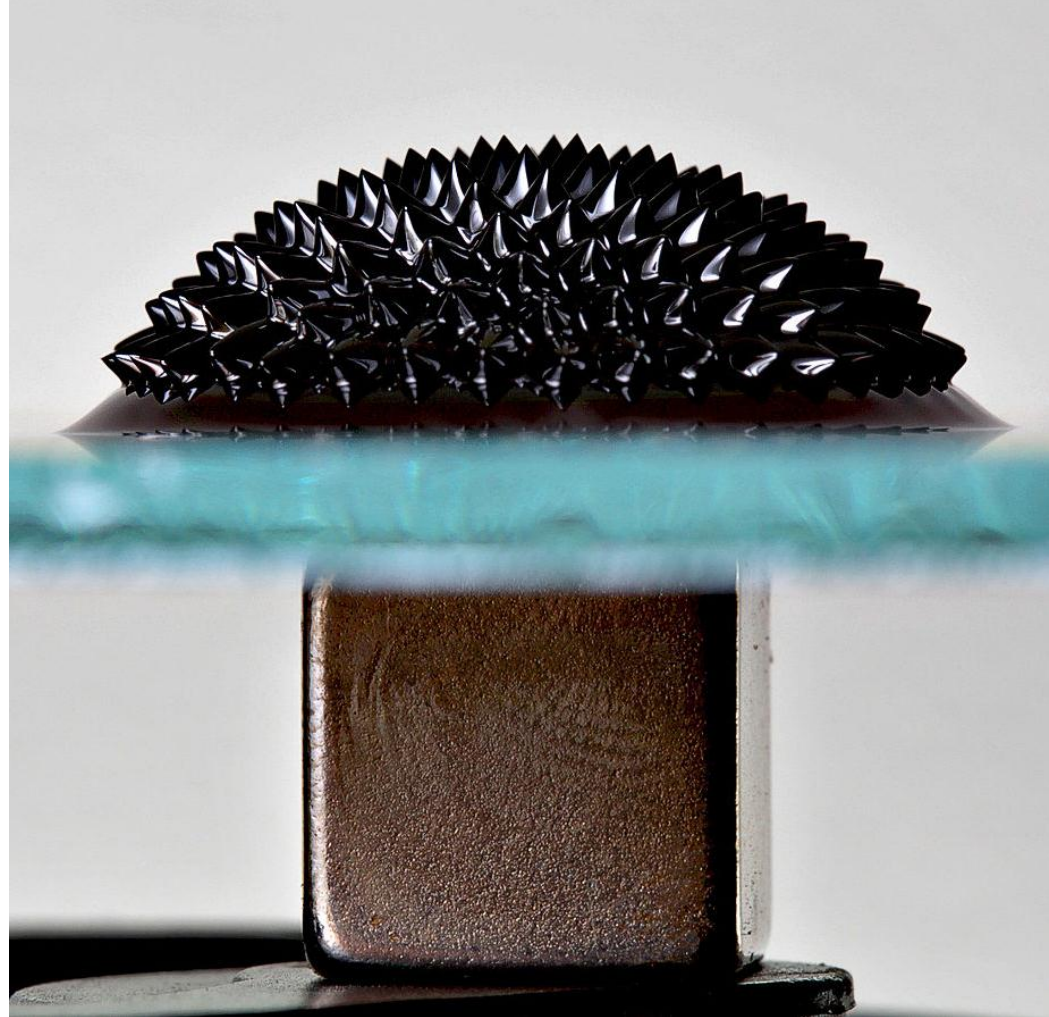
5. Metal replacement

....



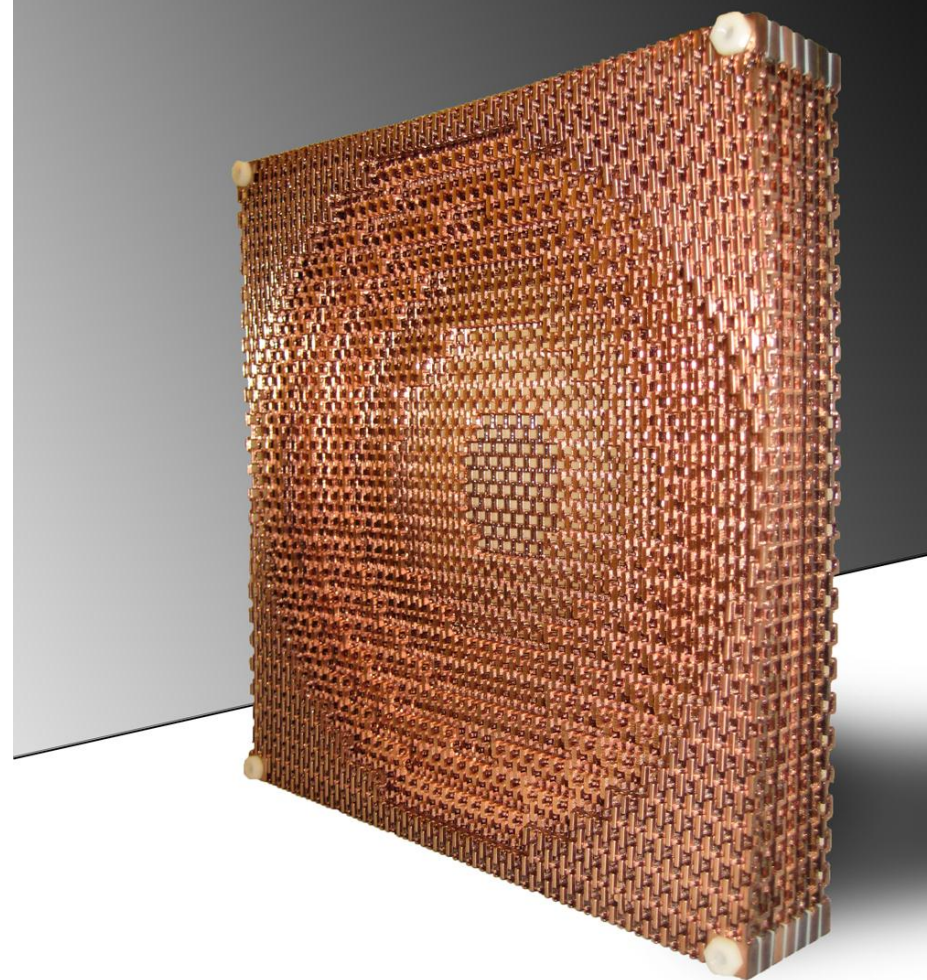
# Material trends

1. Nanomateriali
- 2. Smart materials**
3. Metamateriali
4. Materiali conduttivi
5. Metal replacement
- ....



# Material trends

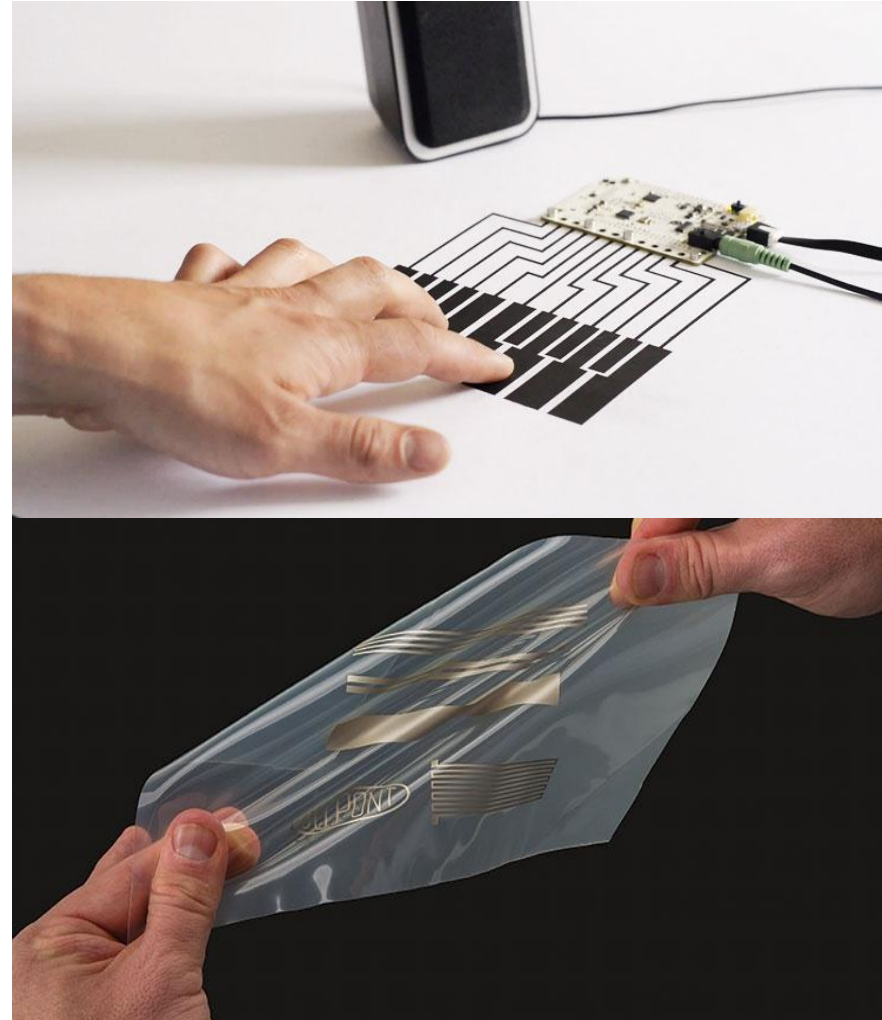
1. Nanomateriali
2. Smart materials
- 3. Metamateriali**
4. Materiali conduttivi
5. Metal replacement
- ....





# Material trends

1. Nanomateriali
2. Smart materials
3. Metamateriali
- 4. Materiali conduttivi**
5. Metal replacement
- ....



# Material trends

1. Nanomateriali
2. Smart materials
3. Metamateriali
4. Materiali conduttivi
- 5. Metal replacement**

....





3



**METAL REPLACEMENT**

# Metal replacement: il fenomeno

- **conversione di metalli** (come acciaio e alluminio) **in tecnopolimeri** per migliorare le prestazioni del prodotto e ridurre i costi
- spinto da limiti **intrinseci dei metalli** (peso, fenomeno corrosione, ...), scarti produzione e costi di lavorazione
- sviluppo di numerosi **composti a base polimerica** (+ rinforzi e additivi) per raggiungere specifiche prestazioni

**Processo iniziato con introduzione dei polimeri sul mercato (60 anni fa)**

**Trend affermato materiali compositi strutturali nei trasporti (da circa 20 anni)**

**Oggi sempre più coinvolti settori elettronica di consumo ed elettrodomestici**



# Metal replacement: il processo

## **PRODUTTORE:**

- + riduzione costo
- modifica processo di sviluppo prodotto
- modifica materiali/processi (competenze necessarie)

## **FINE VITA:**

- ? modifica processo disassemblaggio e riciclo



# Metal replacement: perché?

- 1. Libertà formale**
- 2. Ottimizzazione prodotto**
- 3. Ottimizzazione processo**



# Libertà formale

## Ergonomia e comfort

- *User Centered Design (UCD)*
- Riduzione vibrazioni

## Forme complesse

- Integrazione di più funzioni

## Distinctive design

- *Unique Selling Point (USPs)*

## Estetica

- Finiture
- Colore/trasparenza



*Stainless steel replacement in surgical retractors  
Solvay Ixef® (PARA) and AvaSpire® (PAEK)*

# Ottimizzazione prodotto

## Performance e qualità

- Riduzione difetti componenti
- Riduzione maintenance prodotto (autolubrificanti)
- Resistenza corrosione\*

## Integrazione componenti

- Modularizzazione
- Riduzione numero componenti

## Leggerezza

COST REDUCTION



*Fuel tank metal replacement*





# Ottimizzazione processo

## Ciclo di produzione

- Riduzione scarti (*scrap cost*)
- Riduzione tempi operativi (eliminate operazione secondarie)
- Ottimizzazione finiture superficiali (in stampo)

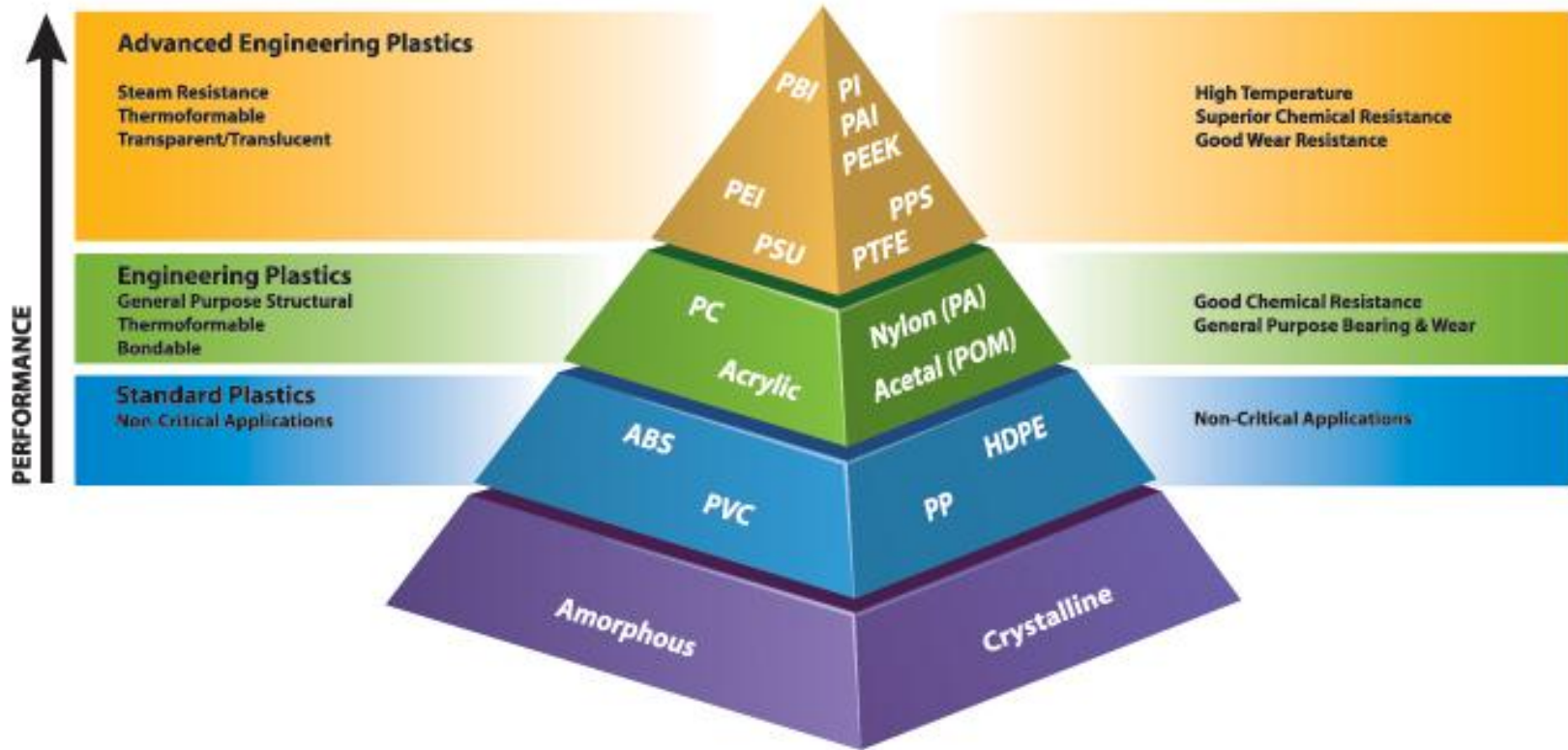
## Assemblaggio

- Riduzione rischio manipolazione
- Riduzione tempi operativi (saldatura, assiemaggio, ...)
- Maggiore precisione

COST REDUCTION



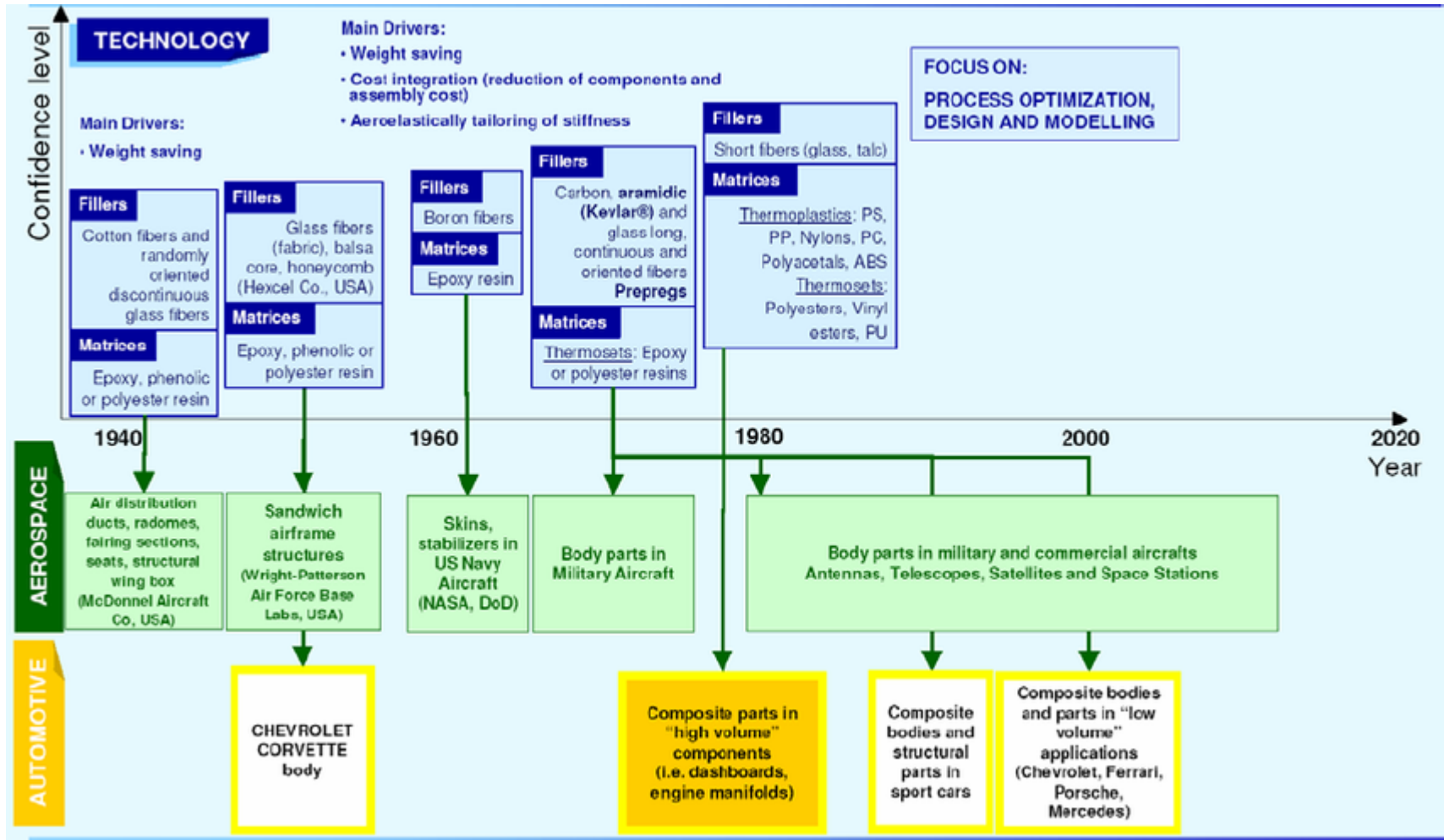
# Metal replacement: engineering polymers



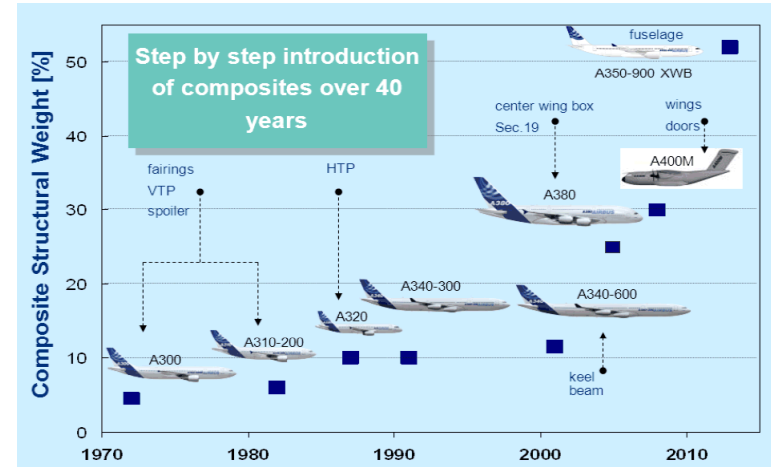
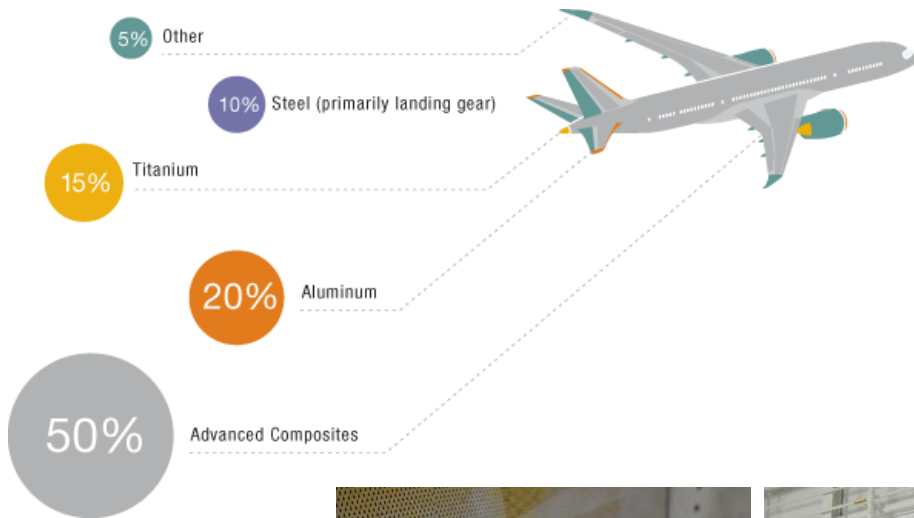
+ filler/additivi



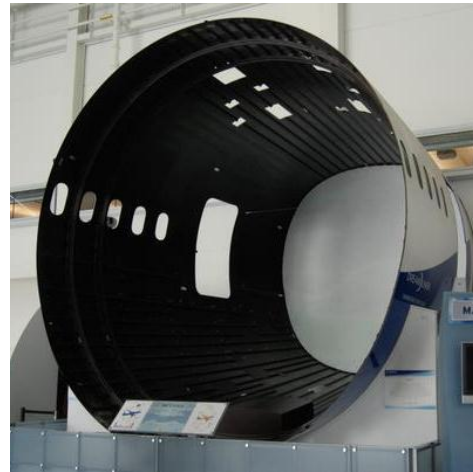
# Evoluzione e applicazione materiali compositi



# Applicazioni nel settore aerospaziale



Boeing 787 (2009)



# Applicazioni nel settore aerospaziale

**Applicazione:** Supporto dei vani porta bagaglio a mano.

**OEM:** AIRBUS A320 (ora su tutti I modelli)  
LUVOCOM XCF



# Applicazioni nel settore automotive

Yesterday (1960)



Today (2013)



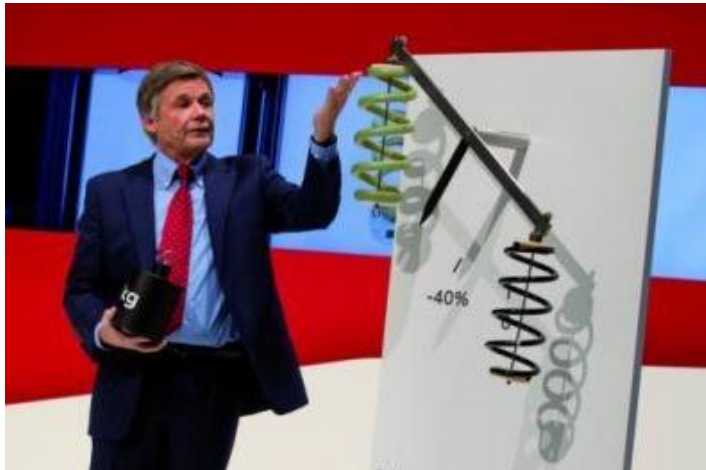
# Applicazioni nel settore automotive



**BMW i3**  
carbon fiber  
composite body  
panels.



# Applicazioni nel settore automotive



**Audi Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) suspension springs (40% lighter) replace current steel springs.**





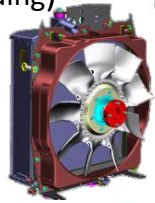
# Applicazioni nel settore automotive

## HEADLINER

PE (rotational molding)  
Sheet Molding Compounds

## CONVEYOR

ABS (thermoformed)  
PA (inj. molding)



## CAB INTERIORS



## MUDGUARDS

PP  
ABS

## TANKS

PP (thermoformed)  
PA (injection molding)  
Telene® DCPD



## HOOD

Sheet Molding Comp.  
Telene® DCPD



1980s



Now

*DEUTZ-FAHR Serie 9*



# Altre applicazioni

Applicazione: **Dispositivo dosaggio  
odontoiatrico**

Materiale precedente: **Legna base titanio**

Materiale attuale: **PEEK**



# Altre applicazioni

Applicazione: **Copertura per  
accesso alla linea di  
acqua e gas**

Materiale precedente: **Ghisa**

Materiale attuale: **PA612 + 50% GF**



# Altre applicazioni

Applicazione: **Transpallet manuale**

Materiale precedente: **Acciaio**

Materiale attuale: **PA6 + 50%GF**



# Altre applicazioni

Applicazione: **Valvola di sicurezza  
per impianto di  
riscaldamento**

Materiale precedente: **Ottone**

Materiale attuale: **PA66 + 30%GF**



# Altre applicazioni

Applicazione: **Testa avvitatore**

Materiale precedente: **Alluminio**

Materiale attuale: **PA66 + ?**



# Altre applicazioni

Applicazione: **Fotocopiatrice**

Materiale precedente: **Alluminio**

Materiale attuale: **PEK**



A hand is shown holding a glowing, translucent, blue crystalline object. The object has a rough, faceted appearance and emits a soft blue light. The background is dark blue with out-of-focus light spots. A vertical cyan bar is on the left side of the image.


**4**

# **CONCLUSIONI E FUTURE IMPLICAZIONI**



# Metal replacement: conclusione

1. Trend metal replacement affermato e in espansione nel settore elettronica di consumo e elettrodomestici
2. Complessità matrici/rinforzi/filler
3. Riciclabilità?
  - Disassemblaggio componenti
  - Materiale



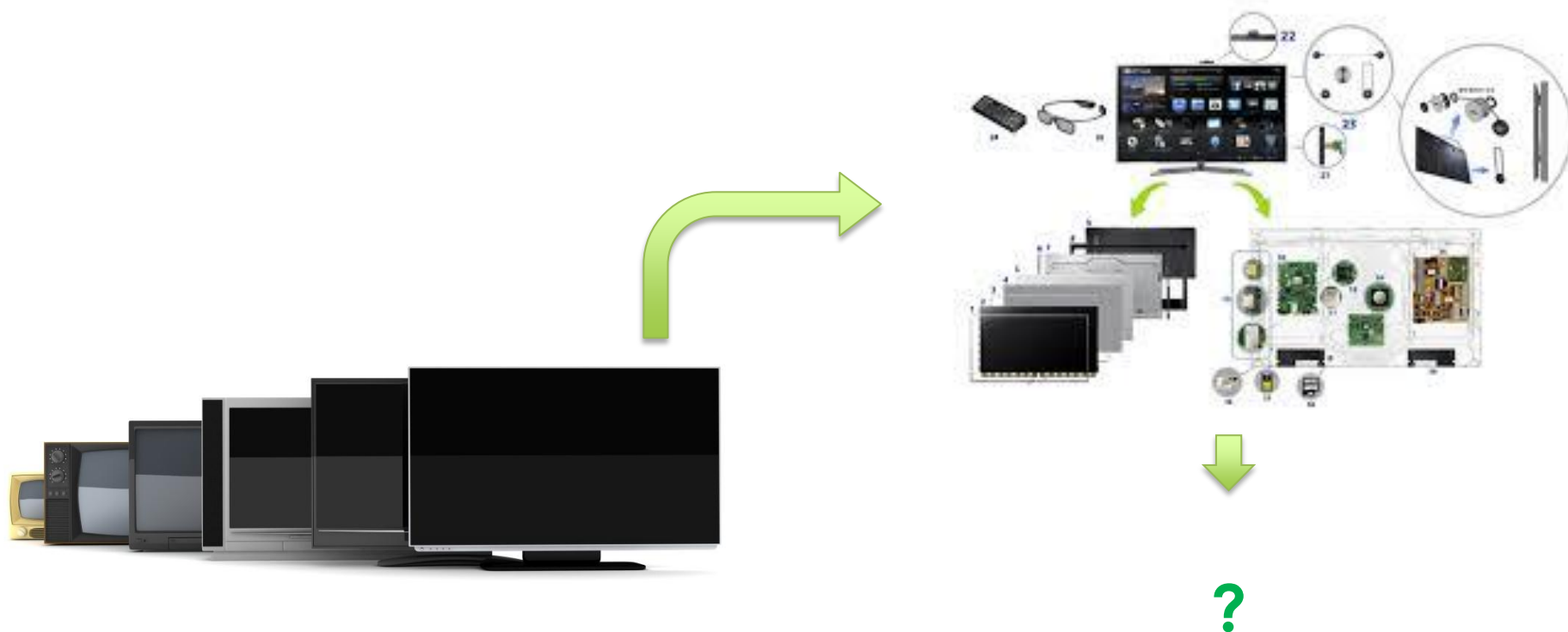
Metalli sono riciclati e riciclabili....  
ma i compositi???



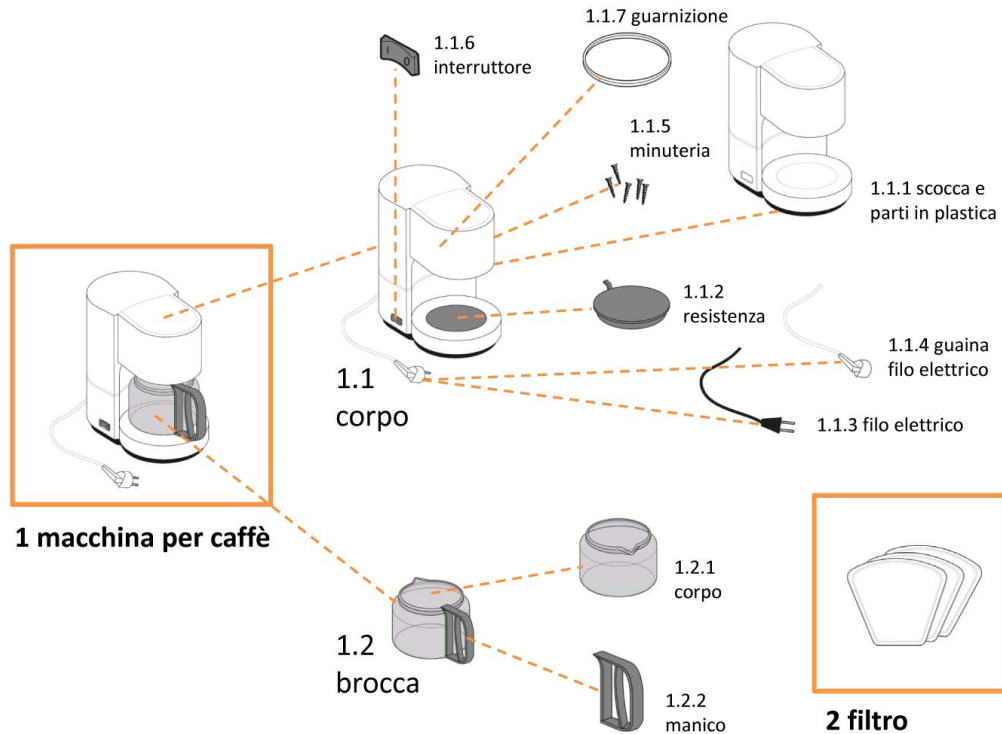
# Evoluzione scelta e impiego materiali



# Evoluzione dismissione materiali



# Eco-informed material choice



Selezione consapevole di  
**DISMISSIONE/RICICLO**



**Design for Product  
Life-cycle Management**



# Evoluzione scienza dei materiali

Yesterday



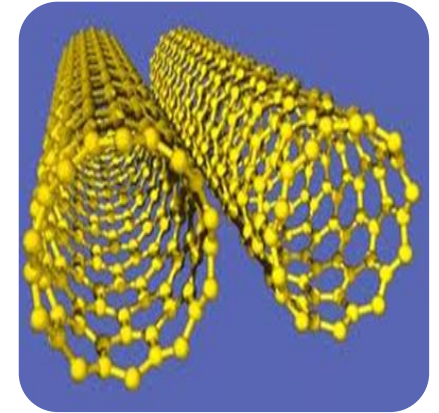
Polymer  
**Metallurgy**  
Ceramic science

Today



Mechanics  
Structures  
**Material science**  
Design  
Economics

Tomorrow



Sustainability  
Recyclability  
**Materials system  
and design**  
Regulations  
Social impacts





**POLITECNICO**  
MILANO 1863

**Grazie per l'attenzione.**