



# Lamiera 15 maggio 2014

*Gian Luca Monti - Studio Pedrini Srl*





	<b>DMLS Prototipazione Acciaio</b>	<b>SLS Sinterizzazione Laser</b>	<b>SLA Stereolitografia</b>	<b>PLJ Polijet</b>	<b>FDM - Fused Deposition Modeling</b>
<b>Stratificazione</b>	0,02mm	0,1mm	0,05mm	0,01mm	0,2mm
<b>Potenza impiegata</b>	elevata	elevata	media	ridotta	media
<b>Processo</b>	innovativo	consolidato solo per galleria del vento	datato	innovativo	Consolidato
<b>Materiali</b>	polveri metalliche	polvere di poliammide con possibilità di componenti aggiunti (alluminio, carbonio)	resine epossidiche liquide	vari tipi di resine liquide in forte evoluzione	ABS (mescolanza tra resina ed elastomero) con possibilità di componenti aggiunti (polifenisulfone), ed anche coloranti
<b>Cambio materiale</b>	difficoltoso	difficoltoso	difficoltoso	semplice	semplice
<b>Finitura superficiale</b>	scarsa	discreta	buona	ottima	sufficiente
<b>Costo medio del prototipo</b>	molto elevato	non elevato	elevato	non elevato	basso
<b>Caratteristiche materiali</b>	caratteristiche meccaniche elevate	elevata rigidezza e buone caratteristiche meccaniche in presenza dei componenti aggiunti	caratteristiche meccaniche paragonabili a una plastica rigida	dal rigido al gommoso	caratteristiche meccaniche basse se non caricato con polifenisulfone molto costoso

# INNOVANET – CNA

Innovare per crescere

- rete trasversale di imprese
- lavoro sinergico, coordinato, condiviso
- ma anche congiunto su obiettivi che si riescono a raggiungere grazie al lavoro in squadra e la collaborazione che i singoli danno per il bene del gruppo
- Tutto questo è valore d'insieme



# Caratterizzazione materiali Rapid Prototyping

**Obiettivo: caratterizzazione meccanica**

Grazie all'AVANGUARDIA TECNOLOGICA  
dei laboratori presso la  
facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna,  
abbiamo caratterizzato  
diversi materiali per il Rapid Prototyping  
analizzando in particolare quelli che riteniamo  
essere utilizzabili come materiali definitivi e non  
solo come prototipi.



## I MATERIALI TESTATI:



- **PLJ** - FullCure 720 (colore semi-trasparente)
- **SLS** - PA (resina poliammidica – colore bianco)
- **SLS** - PA+Al (resina poliammidica caricata alluminio – colore grigio)
- **PLJ** - VeroBlu (colore blu)

## PROVE EFFETTUATE SUI MATERIALI:

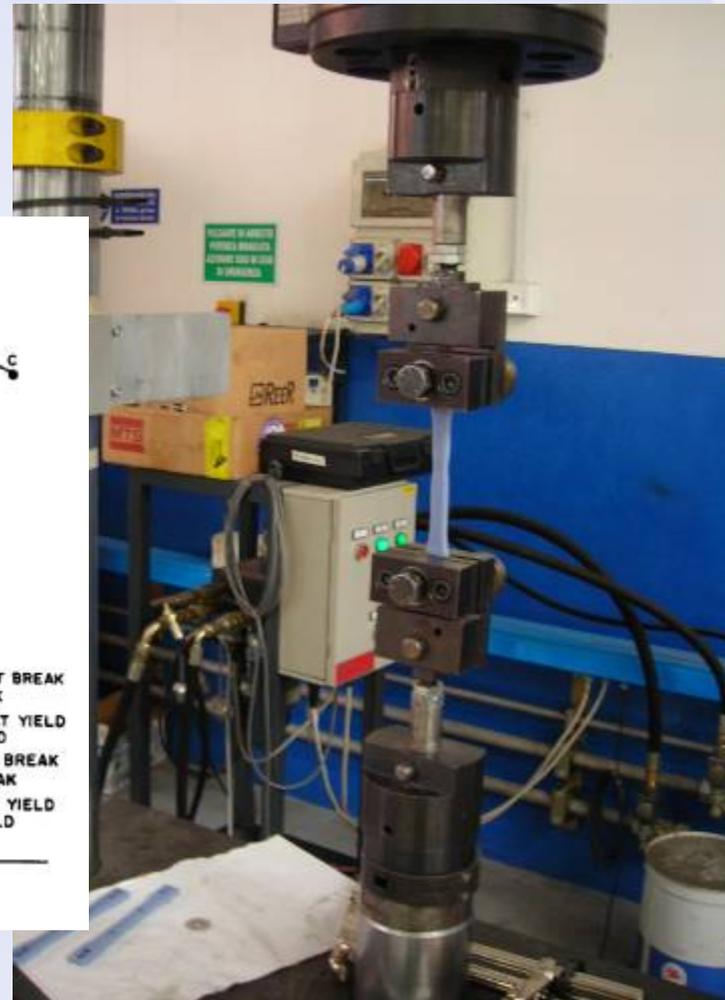
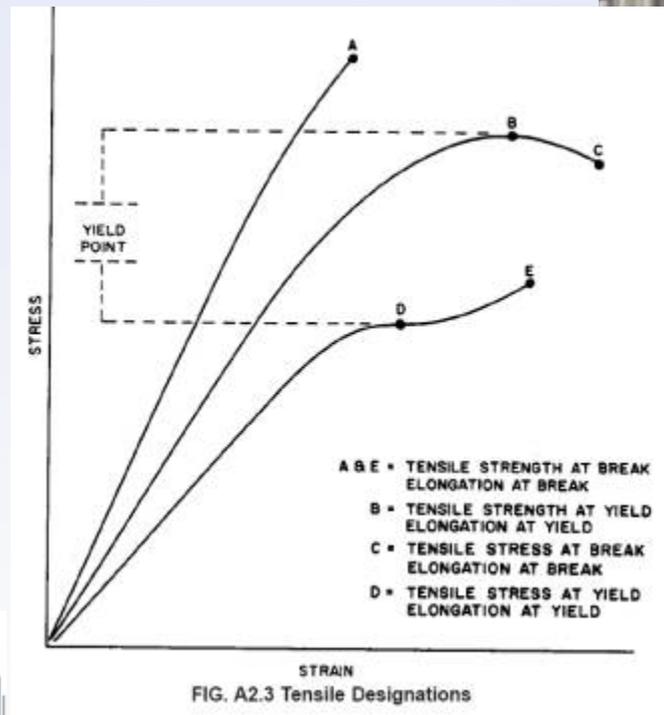
- Trazione
- Flessione
- Compressione
- Impatto



# PROVE TRAZIONE

Carico di rottura - Allungamento a rottura - Modulo di elasticità

norma di riferimento: D638  
geometria: Type I  
con 6mm di spessore



# PROVE FLESSIONE

## Resistenza flessione - Modulo di flessione

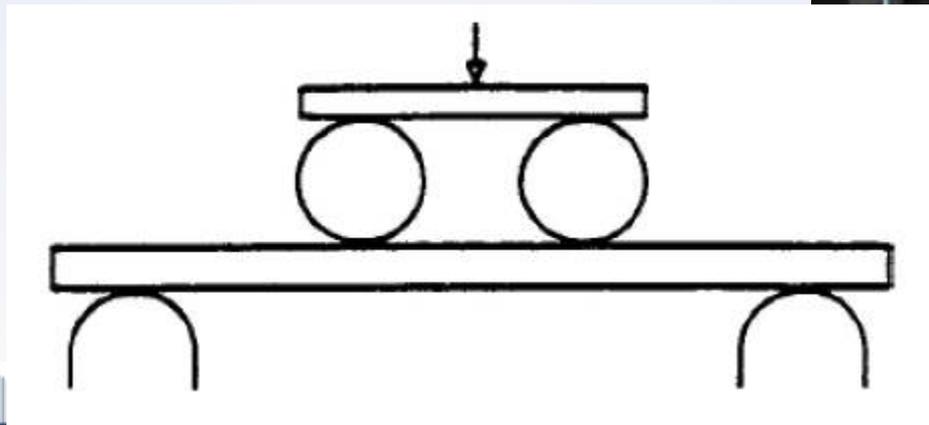
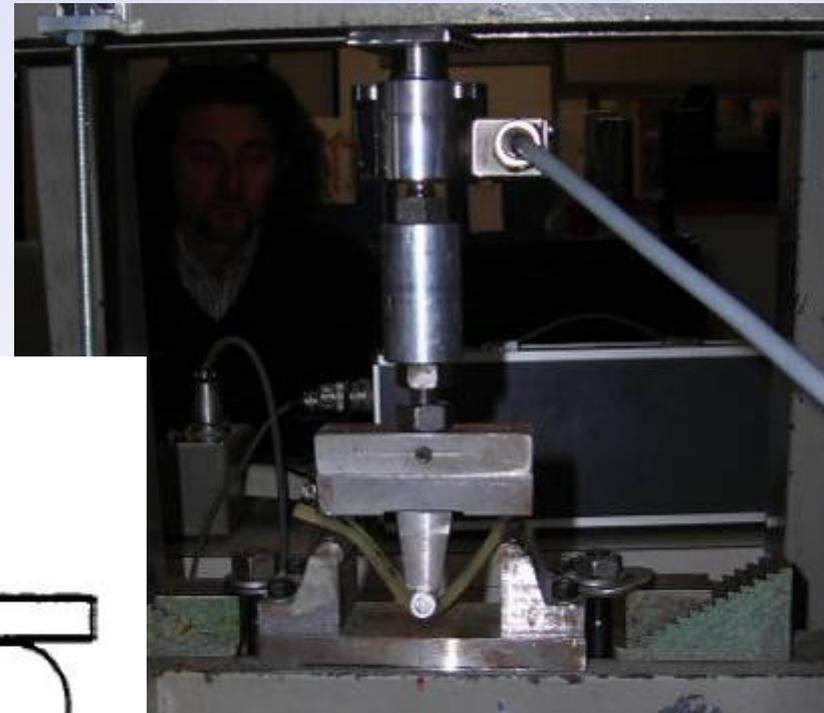
norma di riferimento:

D6272 (flessione a 4 punti)

D790 (flessione 3 punti)

geometria provino:

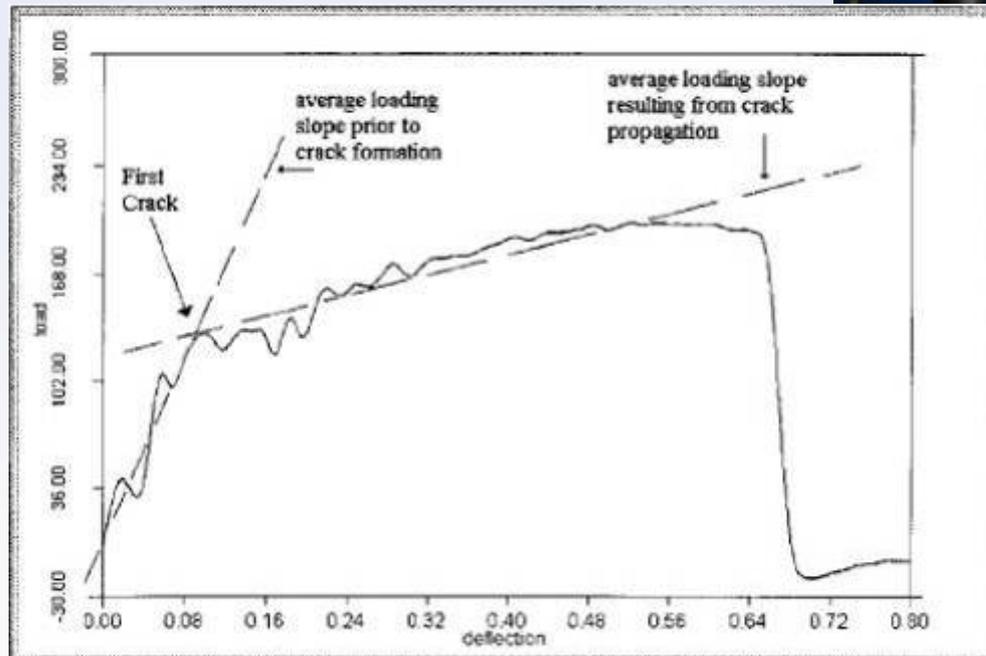
parallelepipedo 127x12.7x3.2



# PROVE IMPATTO

## Prova di Resistenza / Impatto

norma di riferimento : D3763 (drop test)  
geometria: piattino di 100x100x5



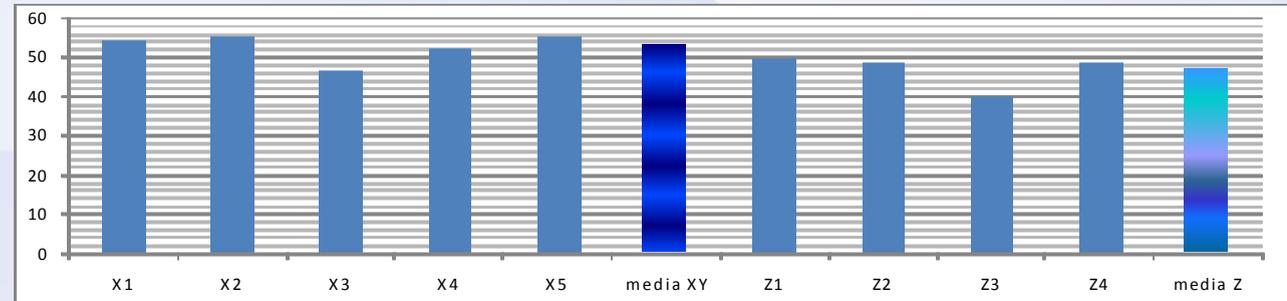
**Duttilità  
(allungamento a rottura)**

**Tensione di Rottura (MPa)**

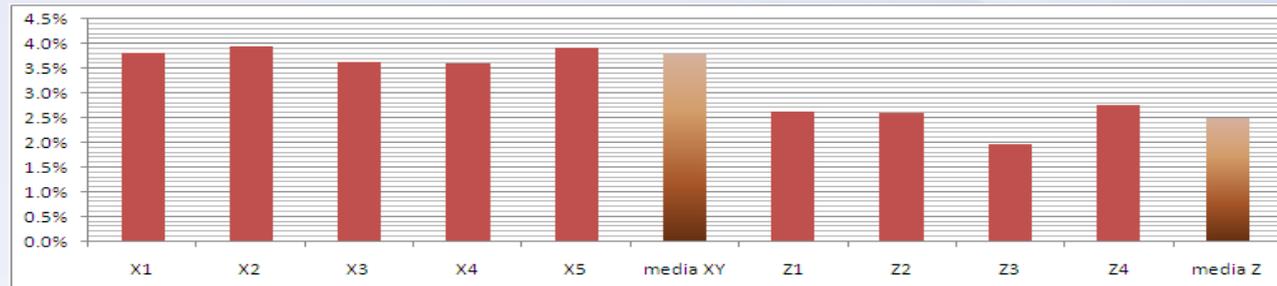
**Modulo Elastico (MPa)**



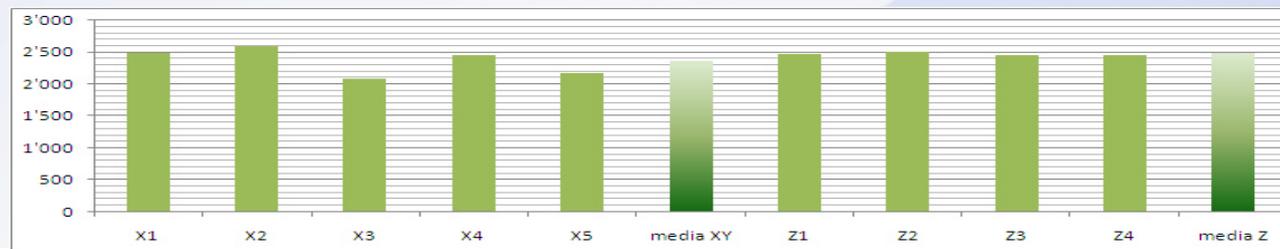
## tensione a rottura/snervamento



## deformazione a rottura/snervamento

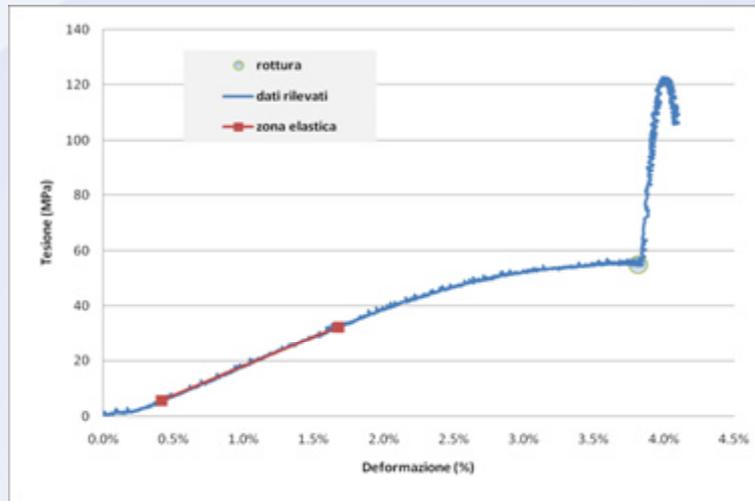


## modulo di elasticità flessionale

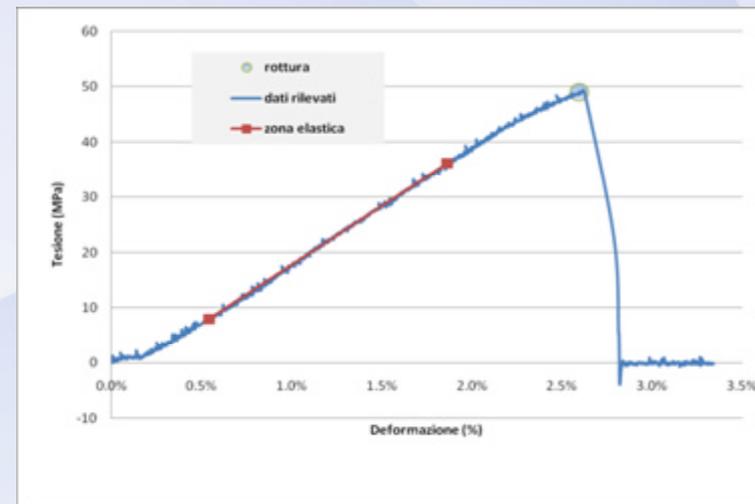


# Esempi di Diagramma Tensione – Deformazione

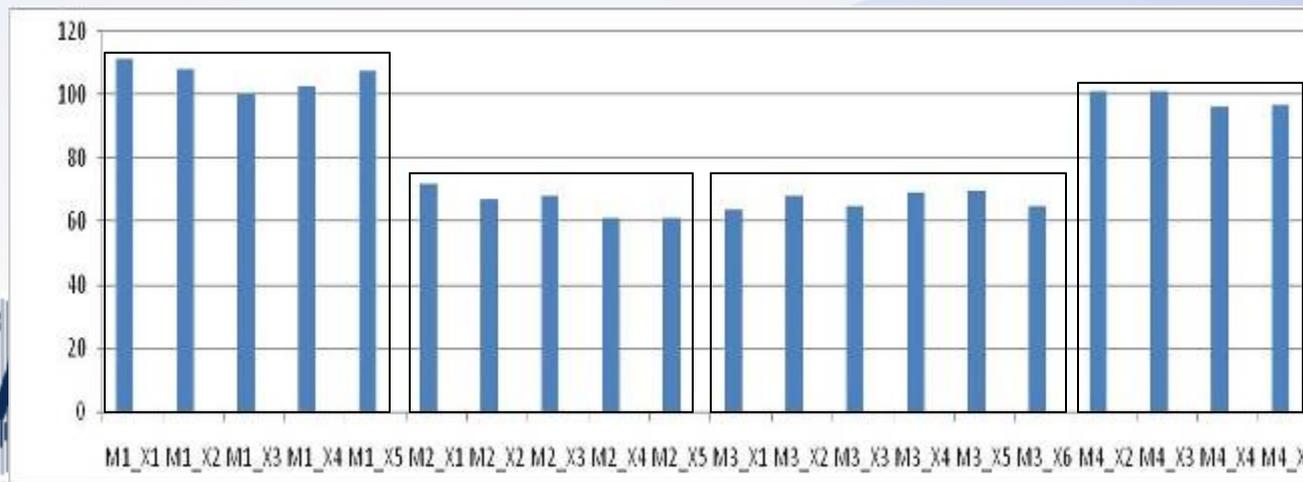
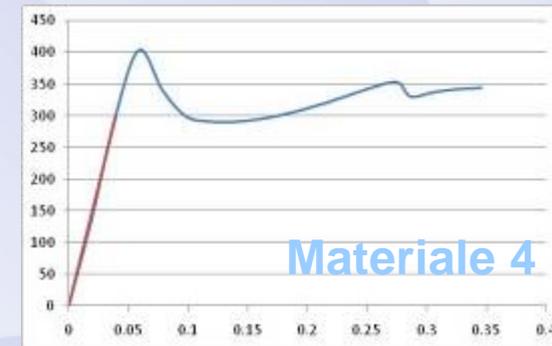
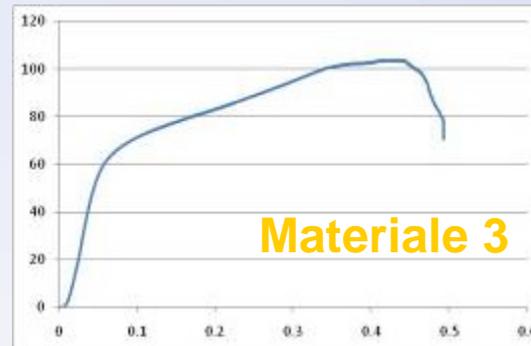
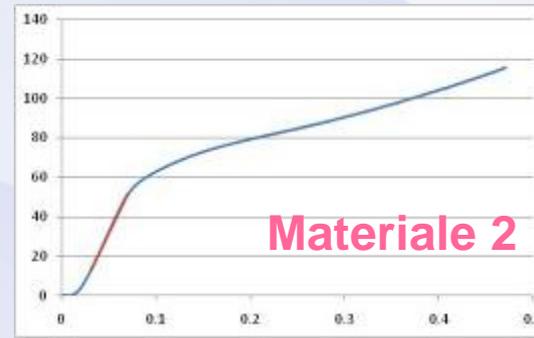
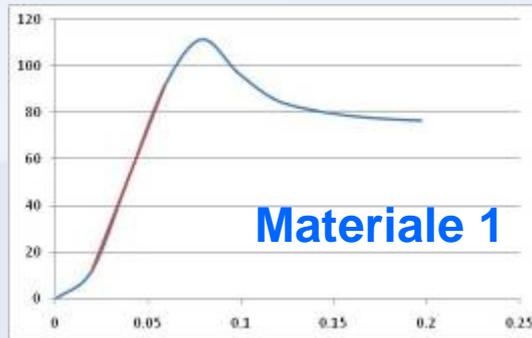
## DIREZIONE X – Y



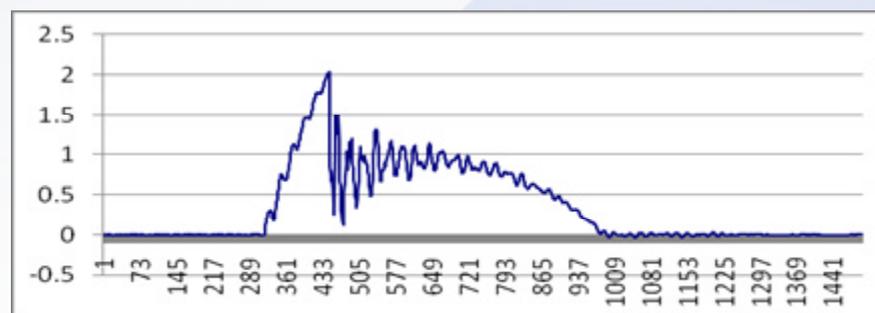
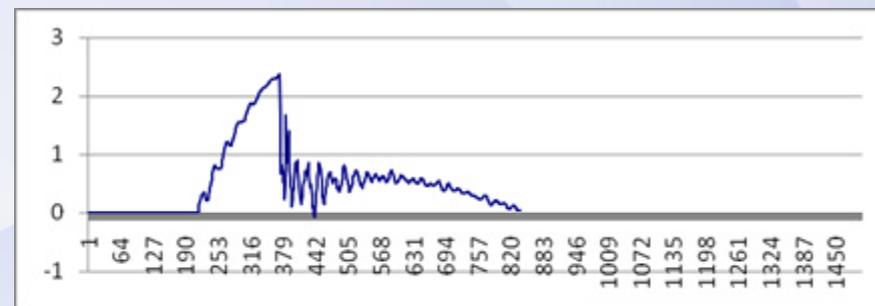
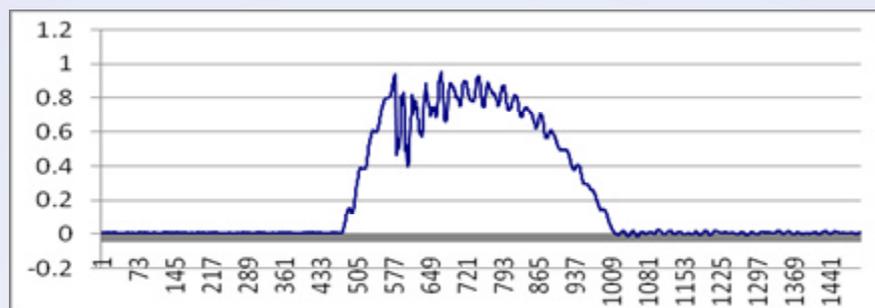
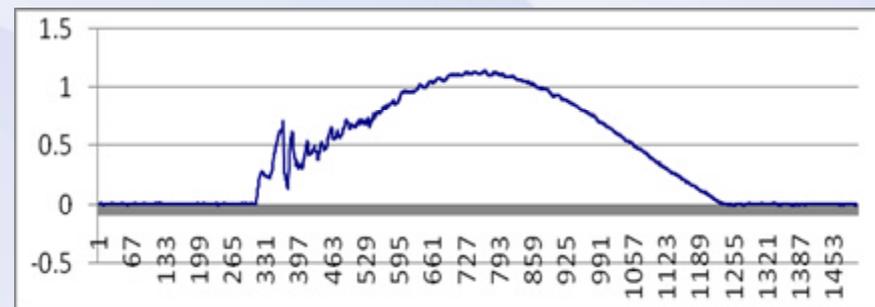
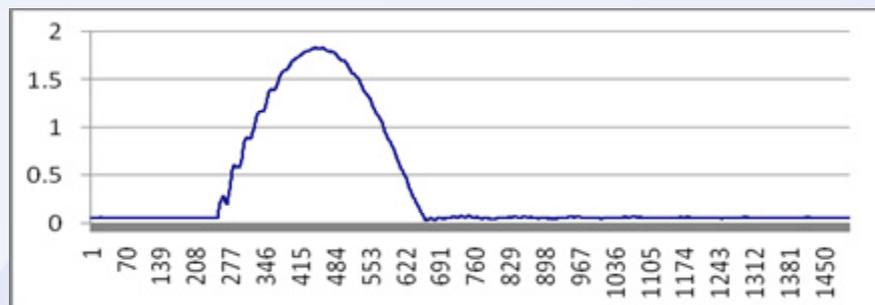
## DIREZIONE Z



# PROVE DI COMPRESSIONE: Diagramma Tensione - Deformazione



## PROVE DI IMPATTO (progressione della rottura)



# CONFRONTO TRA I MATERIALI

Le caratteristiche misurate appaiono sostanzialmente costanti al variare dei provini dimostrando una elevata ripetibilità

I materiali hanno caratteristiche simili a coppie (FullCure720 e VeroBlu; PA e PA+Al)

- FullCure720 e VeroBlu sono più duttili con una marcata zona di plasticizzazione e maggiori allungamenti a rottura nonché maggiore capacità di accumulare energia
- PA e PA+Al risultato più fragili, con un comportamento prevalentemente lineare con effetti di plasticizzazione trascurabili rispetto agli altri materiali
- PA evidenzia (a trazione) una rottura fragile di schianto con frantumazione in piccoli pezzi delle schegge: si consiglia un utilizzo prudente di questo materiale
- PA+Al ha caratteristiche meccaniche inferiori agli altri, ma appare comportarsi “egregiamente” nel caso di urti e impatti dove, pur se presenta la rottura della matrice a bassissimi valori di energia, non evidenzia perforazione se non incrementando 10 volte le energie di impatto.

**Risultato:** analisi FEM e riprogettazione di alcuni particolari (possibilità di inserire boccole filettate) originariamente realizzate in materiali plastici quali Nylon, arnite e polydur, prodotti in piccoli lotti ottenuti da lavorazioni meccaniche o stampaggio ad iniezione.

Le parti in Rapid Prototyping vengono così riprogettate considerando l'anisotropia del processo costruttivo che le riguarda, ed ottimizzando di conseguenza quest'ultimo in funzione delle sollecitazioni di esercizio previste.

Per la privacy non possiamo mostrare casi concreti su cui abbiamo lavorato per ns. clienti



Grazie all'esito positivo ottenuto dal confronto del coefficiente d'attrito dei rivestimenti a base di resina con diversi rivestimenti anti usura utilizzati sui metalli, ciò che ne segue è...

**Risultato: Abbiamo realizzato diversi particolari in Rapid Prototyping ora montati su macchine in produzione con ottimi risultati e notevole abbattimento di tempi e costi degli stessi costruiti in materiale metallico.**

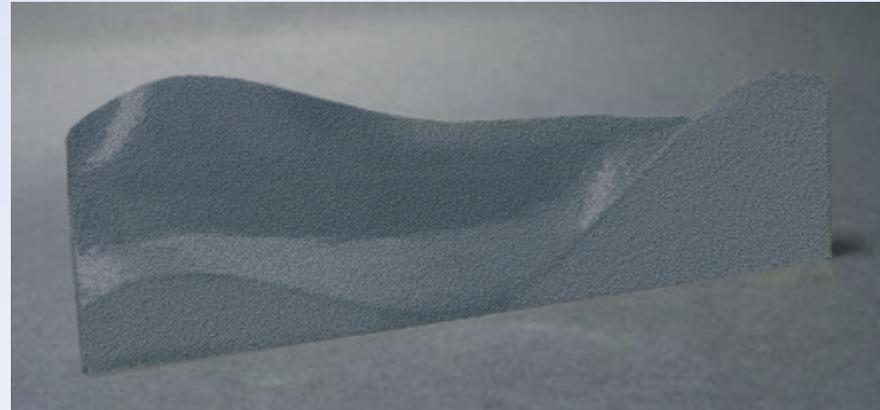
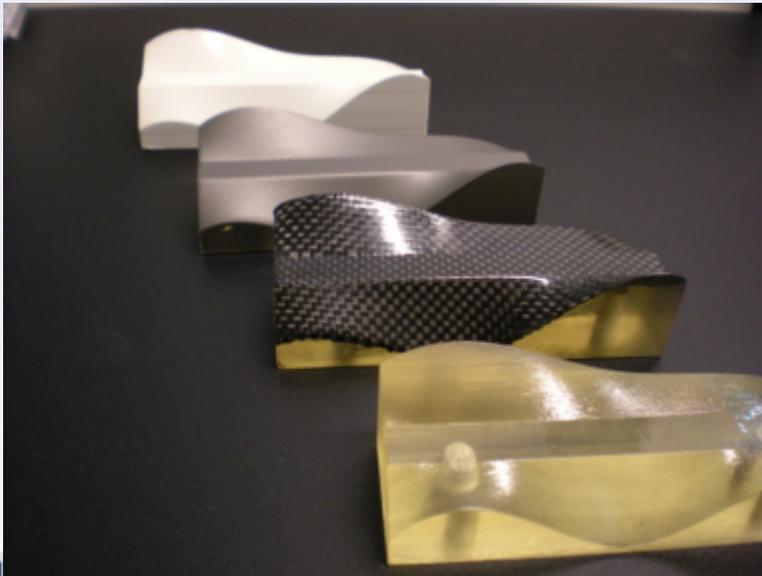
Per la privacy non possiamo mostrare casi concreti su cui abbiamo lavorato per ns. clienti



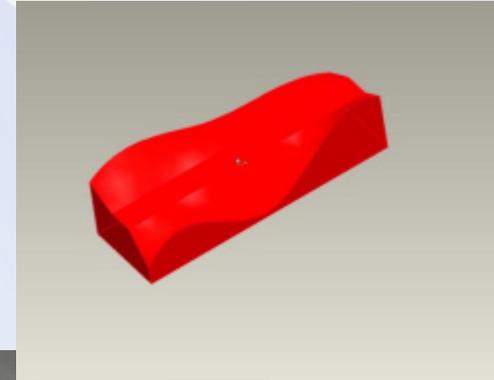
**Obiettivo: sostituzione di particolari in materiale metallico sulle macchine automatiche**

**Rivestimenti:**

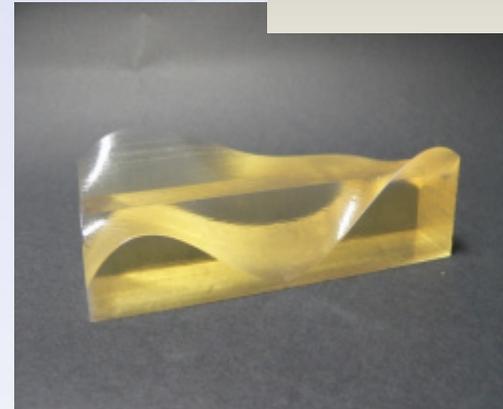
- A base di resine
- A base Metallica



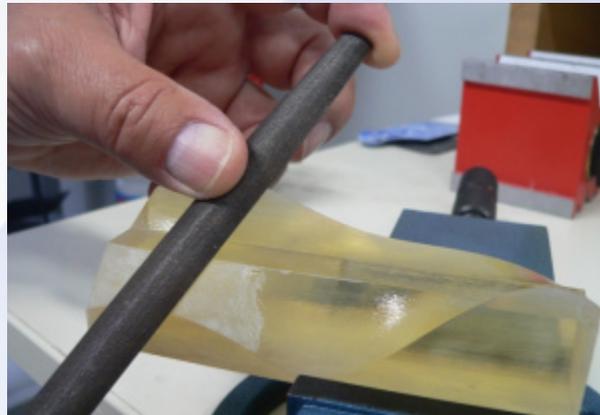
### 1. Modellazione 3D



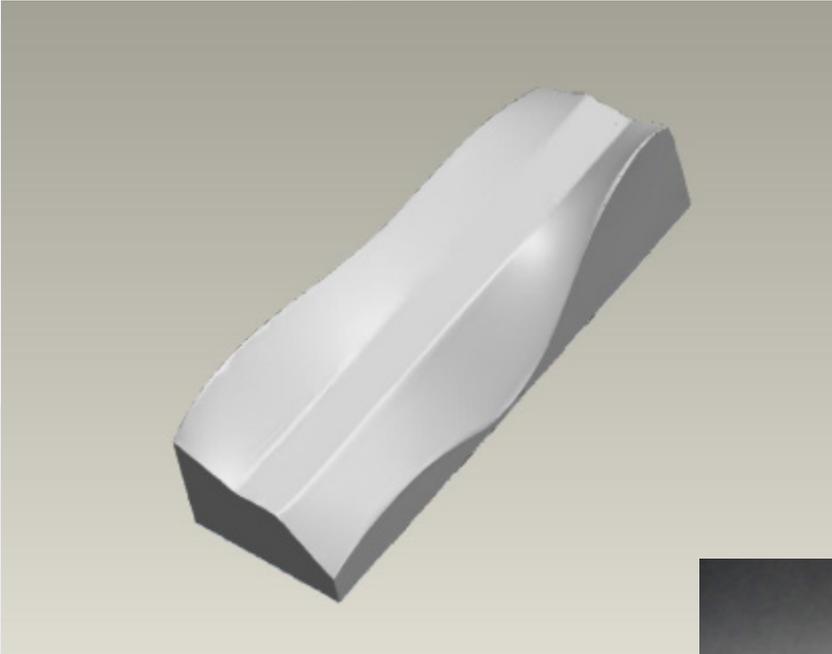
### 2. Realizzazione con Rapid Prototyping



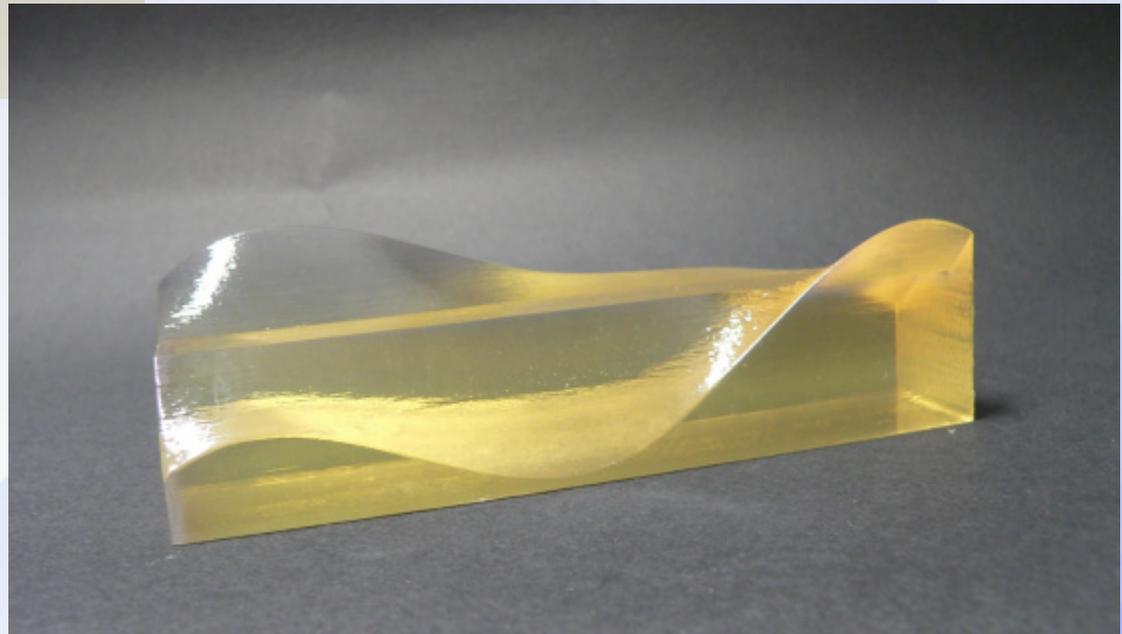
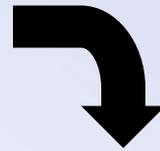
### 3. Modifica in pratica



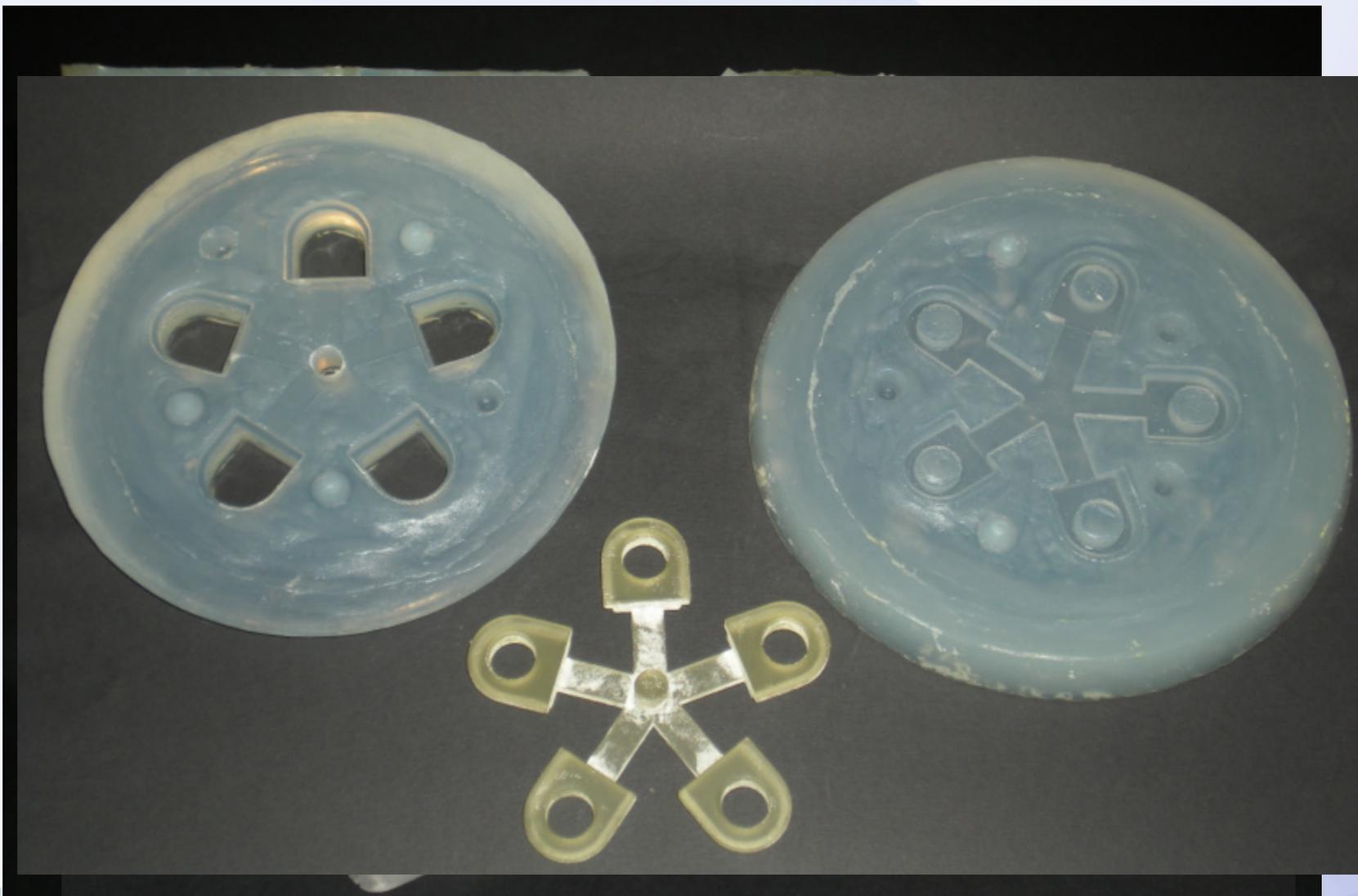


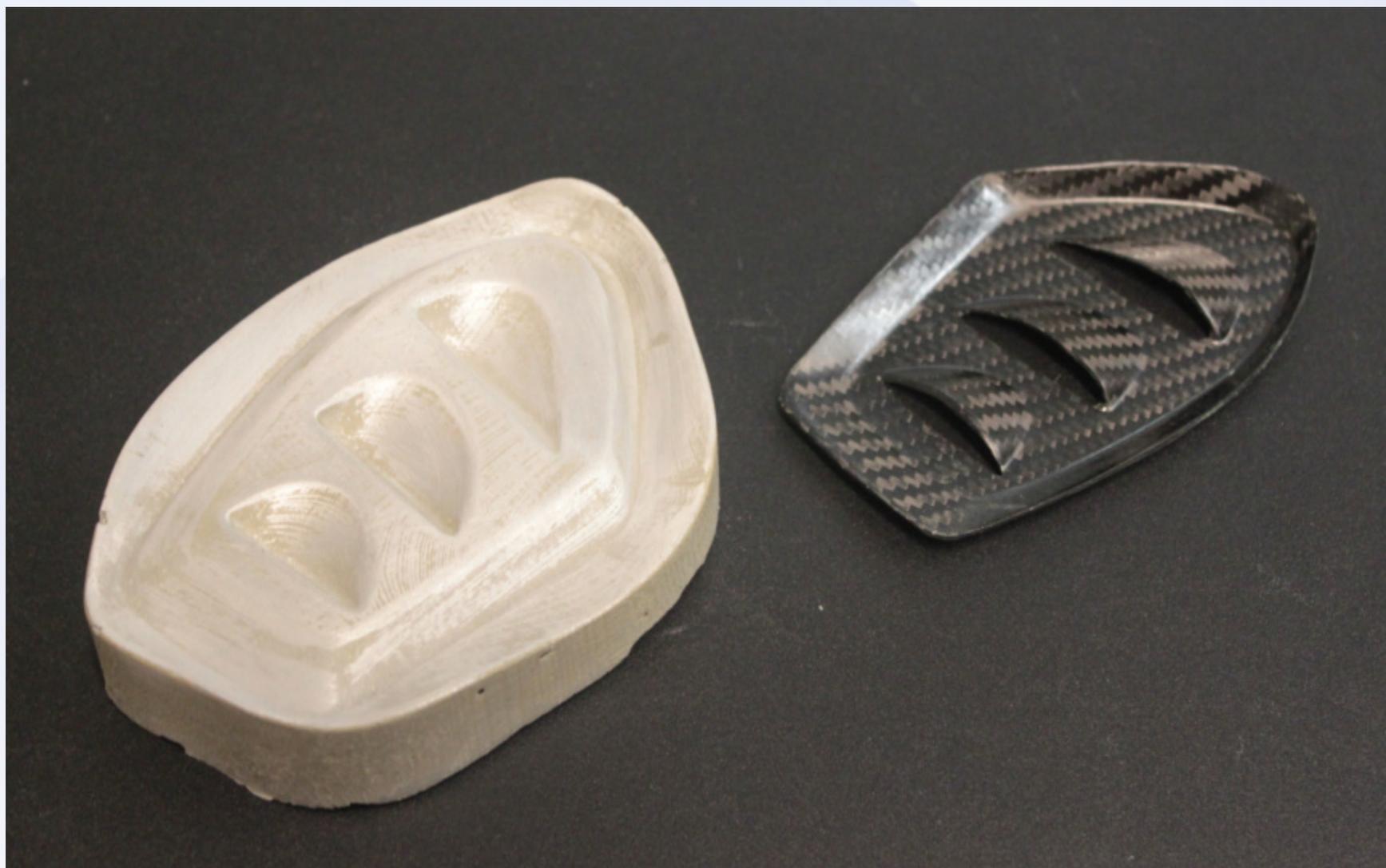


**6. Fase di rimodellazione**



**7. Prototipazione  
dell'oggetto modificato.**





**Monti Gian Luca**  
**monti@studiopedrini.it**  
**www.studiopedrini.it**

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

