

# PROWASTE

## Efficient Utilisation of Plastic Waste through Product Design and Process Innovation

**AGREEMENT NUMBER: ECO/09/256120/SI2.565732**

**MATERIALI COMPOSITI, DA RIVESTIMENTO E  
TECNOLOGIE PER L'EDILIZIA  
STORICA E URBANA: COSTRUZIONE, RESTAURO E  
RISTRUTTURAZIONE**

**Alessandro Marseglia**



## CIP Eco-innovation Pilot and market replication projects Call 2009

---

Title: Efficient Utilisation of Plastic Waste through Product Design and Process Innovation

Start: 1 July 2010 - End: 30 June 2013

Coordinator: Consorzio CETMA

Partners:

- Università del Salento
- Masmec s.p.a.
- Ogle S.r.l.
- Inserplasa
- Solteco
- Cicloplast



- ! Bassa compatibilità dei differenti polimeri presenti .
- ! Contaminazione da parte di materiali non plastici (soprattutto carta).



- ☹️ Proprietà meccaniche scadenti
- ☹️ Uso di profili sovra dimensionati per ottenere sufficiente rigidezza.
- ☹️ Prodotti pesanti e non esteticamente validi.

## Metodi tradizionali usati per aumentare la rigidità e la resistenza a creep

Aggiunta di talco, carbonato di calcio o fibre di legno

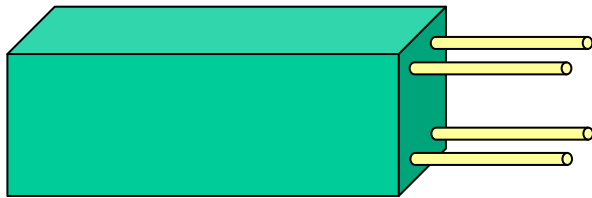
- ☹️ Peso elevato
- ☹️ Aumento della viscosità
- ☹️ Moderato incremento del modulo a flessione
- ☹️ Resistenza a trazione e allungamento a rottura generalmente diminuiscono

Inserimento di barre di ferro nel profilo

- ☹️ Peso elevato
- ☹️ costo elevato
- ☹️ riduzione della possibilità di riciclo a fine vita.



Promuovere un processo industriale innovativo per la produzione di profilati in plastica eterogenea da riciclo con migliorate proprietà meccaniche.



- ☺ Un considerevole aumento della rigidità a flessione e a creep dei profilati
- ☺ Riduzione dello spessore del profilato
- ☺ Prodotti più leggeri e con migliorate proprietà estetiche
- ☺ Possibilità di usare i profilati per nuove applicazioni (pallets, traversine ferroviarie)

- Disponibilità sul mercato dell'arredo urbano e per esterni di prodotti maggiormente eco-compatibili (acquisti verdi), e con migliorate proprietà estetiche e meccaniche
- Riduzione del volume di plastiche miste inviate in discarica o a termovalorizzazione ed un corrispondente incremento di quelle riciclate meccanicamente
- Creazione di partnership tra industrie Europee attive nel riciclo della plastica e nella produzione di arredo urbano e per esterni

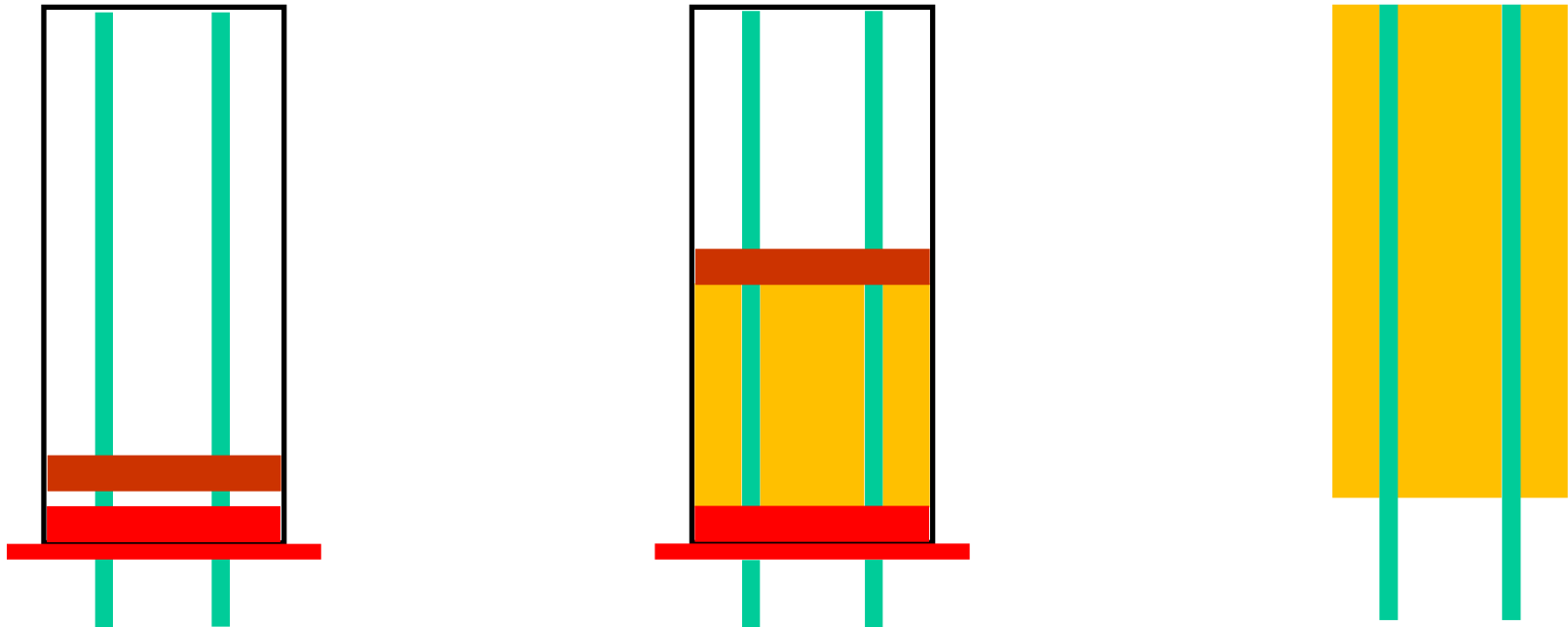


## Catena produttiva



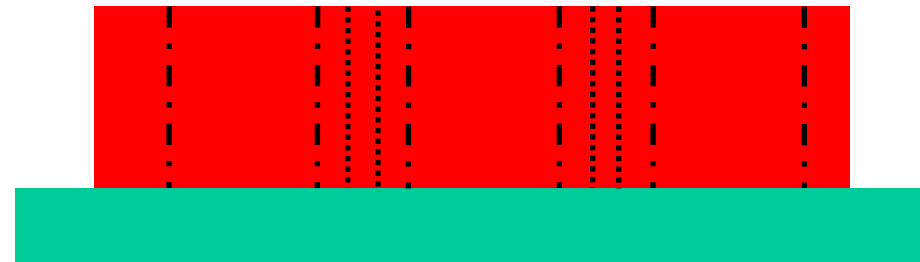
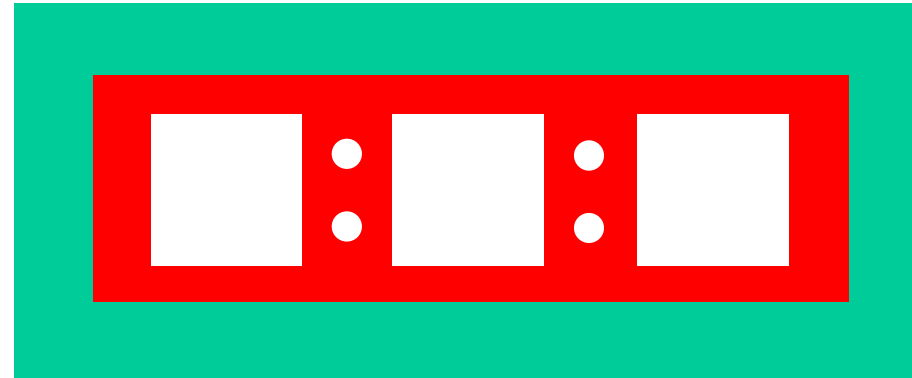
## Sviluppo del processo

- Maschera frontale: posizionamento fibre
- Guida scorrevole: previene il disallineamento delle fibre
- Nessuna modifica dell'impianto di trasformazione



## Maschera frontale

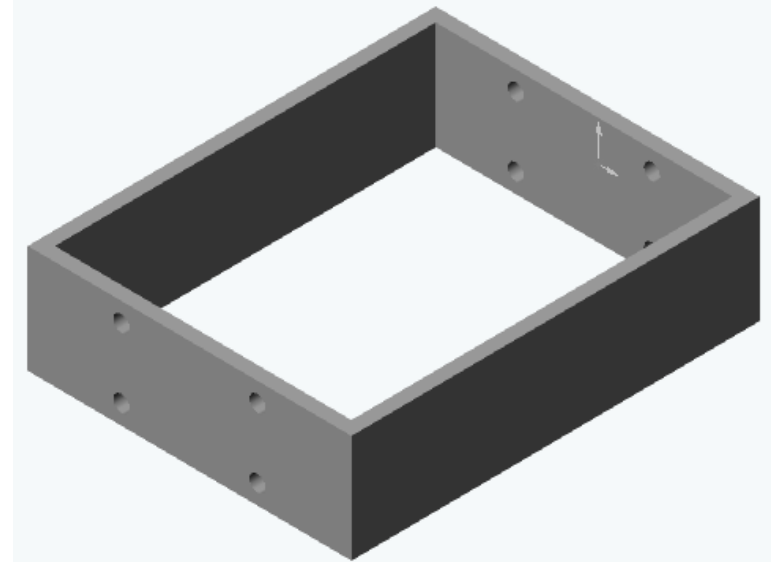
- Telaio interno da infilare nello stampo
  - Quattro fori circolari per posizionamento fibre
  - Tre aperture per alimentare la plastica fusa nello stampo
- Telaio esterno per impedire lo scorrimento della maschera durante il riempimento dello stampo



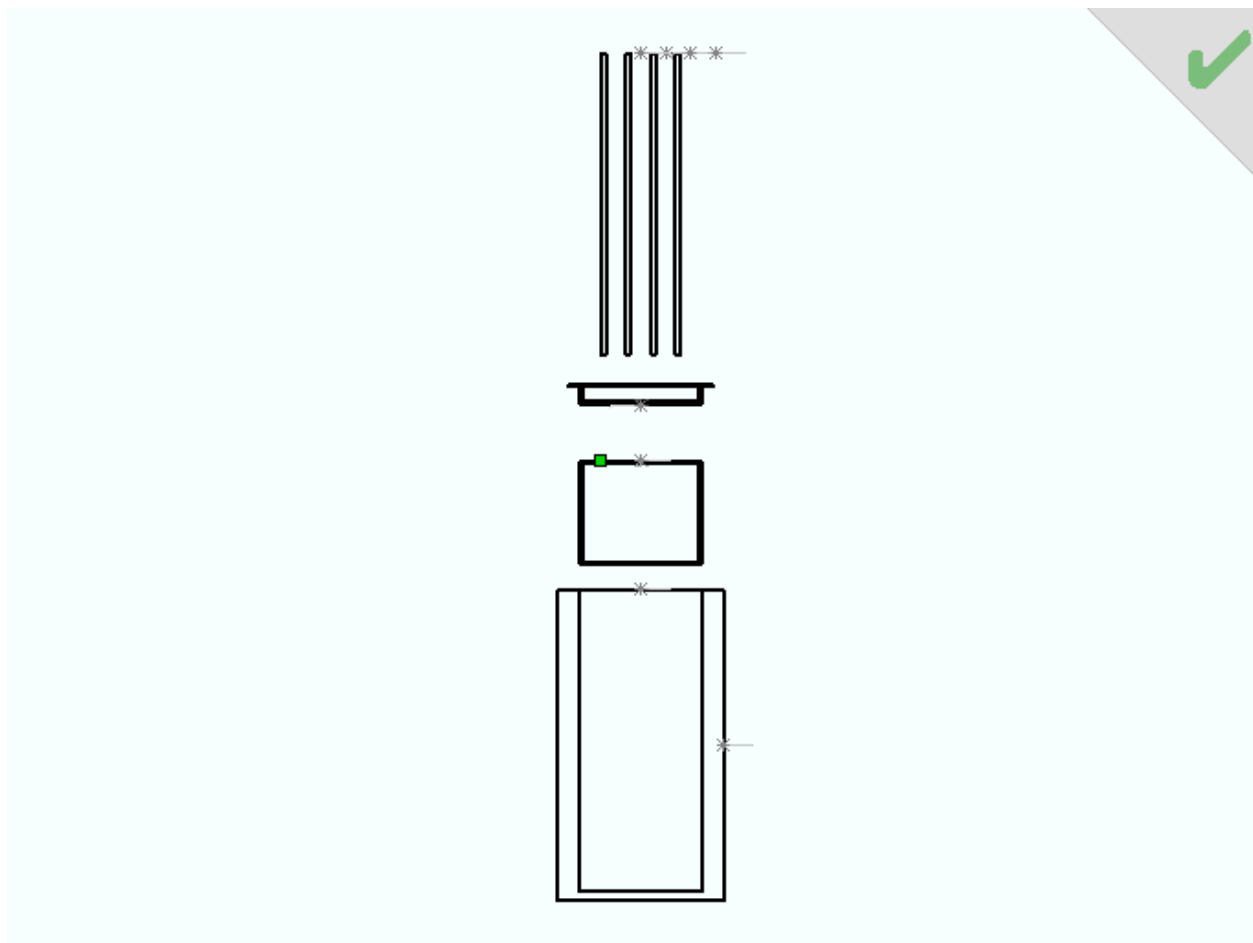


## Guida scorrevole

- La guida viene posta nello stampo in prossimità della maschera all'inizio del ciclo di stampaggio
- Scorre nello stampo appena il fuso polimerico comincia a riempirlo
- Quattro fori sono necessari per posizionare i pultrusi.



## Ciclo di stampaggio



## Confronto materiali

- Barre pultruse con fibra di vetro
  - Costo inferiore rispetto agli altri materiali
  - Densità inferiore rispetto ad acciaio ed alluminio
  - Proprietà paragonabili all'alluminio

Material	Cost (€/m) for 3mm bar	Elastic modulus (GPa)	Density (Kg/m <sup>3</sup> )
Inox steel	0.35	210	7800
Aluminum	1.5	70	2700
Pultruded glass	0.06	48-50	2200
Pultruded carbon	3	70	1400

## Choice of the reinforcement

- Barre pultruse con fibra di vetro
  - 85% wt glass
  - 15% wt polyester matrix
- Modulo circa 100 volte superiore a quello del PE
- Diametro barre 3 and 4 mm
- Barre da 3 mm sabbiate

### LIGHTLINE® MINIMUM PHYSICAL PROPERTIES

Fiber Type	E-Glass
Resin Type	Vinylester
Fiber Percentage, by weight	85%
Resin Percentage, by weight	15%
Coefficient of Thermal Expansion (CTE)	$5.9 \times 10^{-6} \text{ C}^\circ$
Standard Diameter Tolerances	+/- 0.05 mm
<b>Thermal Resistance:</b> The coiled sample is wound to 100 X diameter for 5 days at the indicated temperature without any failure of the glass fibers	100°C
<b>Water Resistance:</b> The sample being wound to 100 X diameter must stand an aging of 5 days in water at the indicated temperature without any deterioration.	80°C

### LIGHTLINE® MINIMUM MECHANICAL PROPERTIES

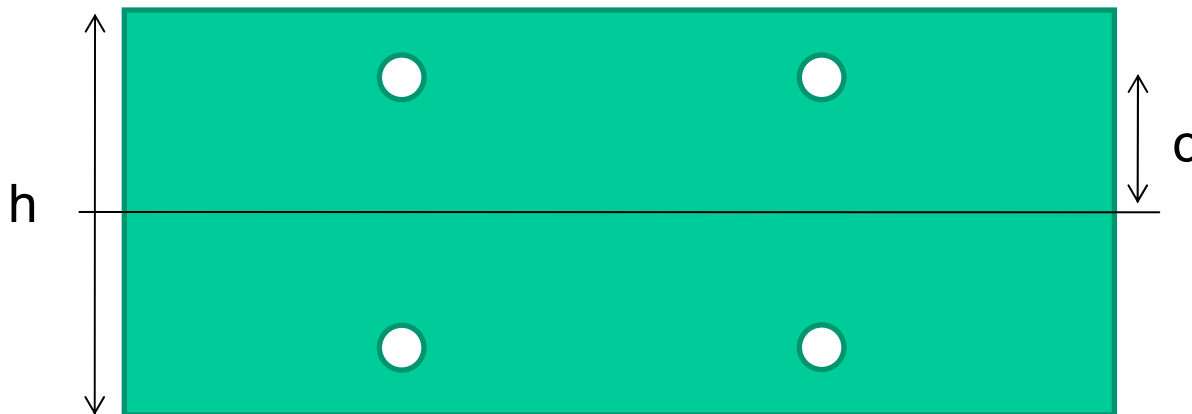
Tensile Strength	> 1.4 GPa
Modulus of Elasticity	> 50 GPa
Flexural Modulus	> 48 GPa
Elongation at Break	> 2.5 %
Minimum Bend Diameter	40 X Diameter

## Reinforcement layout

### ➤ Punti cruciali:

- Dimensione e numero di barre
- Distanza delle barre dall'asse neutro

➤ Distribuzione simmetrica previene distorsioni del profilato a causa del differente ritiro dei due materiali

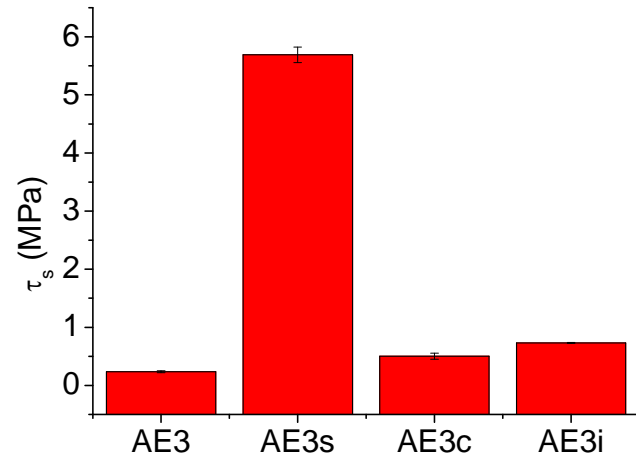


$$v_{\max} = \frac{Fl^3}{48E_p I_n}$$

$$I_n = \frac{bh^3}{12} + (n-1)A_f c^2$$

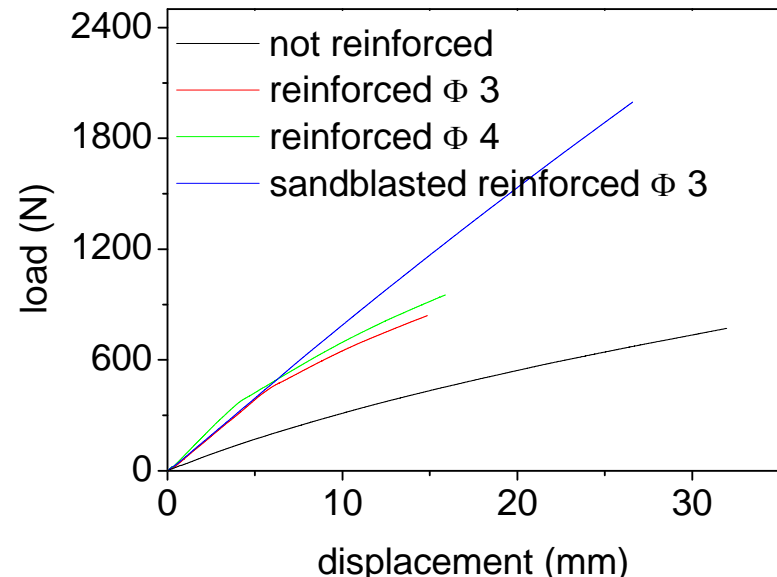
## Fiber adhesion (ASTM D1871)

- La sabbiatura previene il pullout delle fibre



## Flexural tests (ASTM D6109)

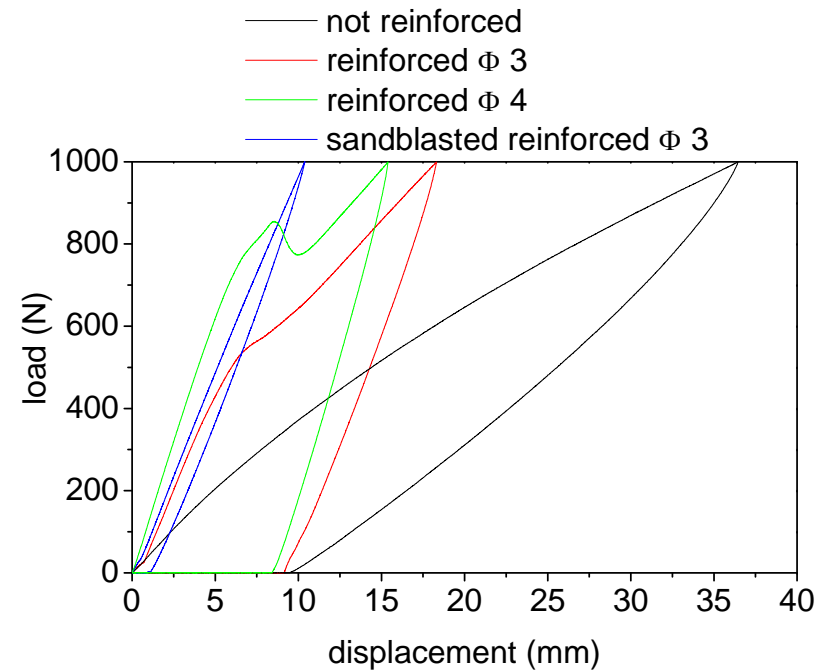
- Aumentata rigidità a bassi livelli di sforzo
- Alti livelli di sforzo:
  - Riduzione della pendenza causata dal pullout delle fibre



## Confronto con rinforzi in massa

	Not reinforced	Reinforced with pultruded rods		Bulk reinforced with glass spheres. Same stiffness as		Not reinforced. Same stiffness as	
			Φ 3	Φ 4	Φ 3	Φ 4	Φ 3
Glass content (% vol)	0	0.6	1	24	36	0	0
Beam thickness (mm)	40	40	40	40	40	49	55
Beam weight (Kg)	13.53	13.75	13.92	19.1	21.9	16.9	18.75
Cost of the reinforcement (€)	0	0.72	1.14				

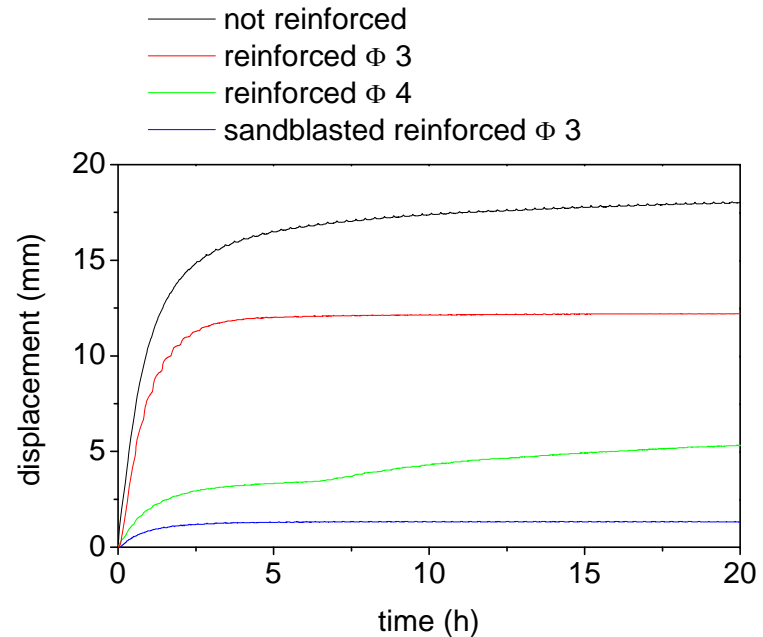
## Hysteresis curves



	Not reinforced	Reinforced $\Phi 3$	Reinforced $\Phi 4$	Reinforced $\Phi 3$ sandblasted
Residual displacement (mm)	9.44	9.15	8.43	0.90



## Creep tests (ASTM D2990)



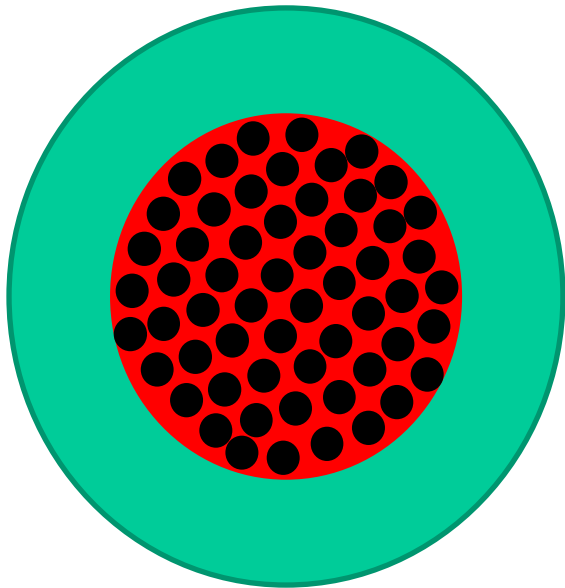
	Not reinforced	Reinforced $\Phi$ 3	Reinforced $\Phi$ 4	Reinforced $\Phi$ 3 sandblasted
Displacement after 15 h (mm)	17.55	12.18	4.93	1.32

- E' stato provato che il trattamento superficiale del pultruso porta ad un consistente aumento delle proprietà meccaniche del profilato
  - ❖ I pultrusi in fibra di vetro hanno una superficie piuttosto liscia (nessun grip meccanico)

## Alternative:

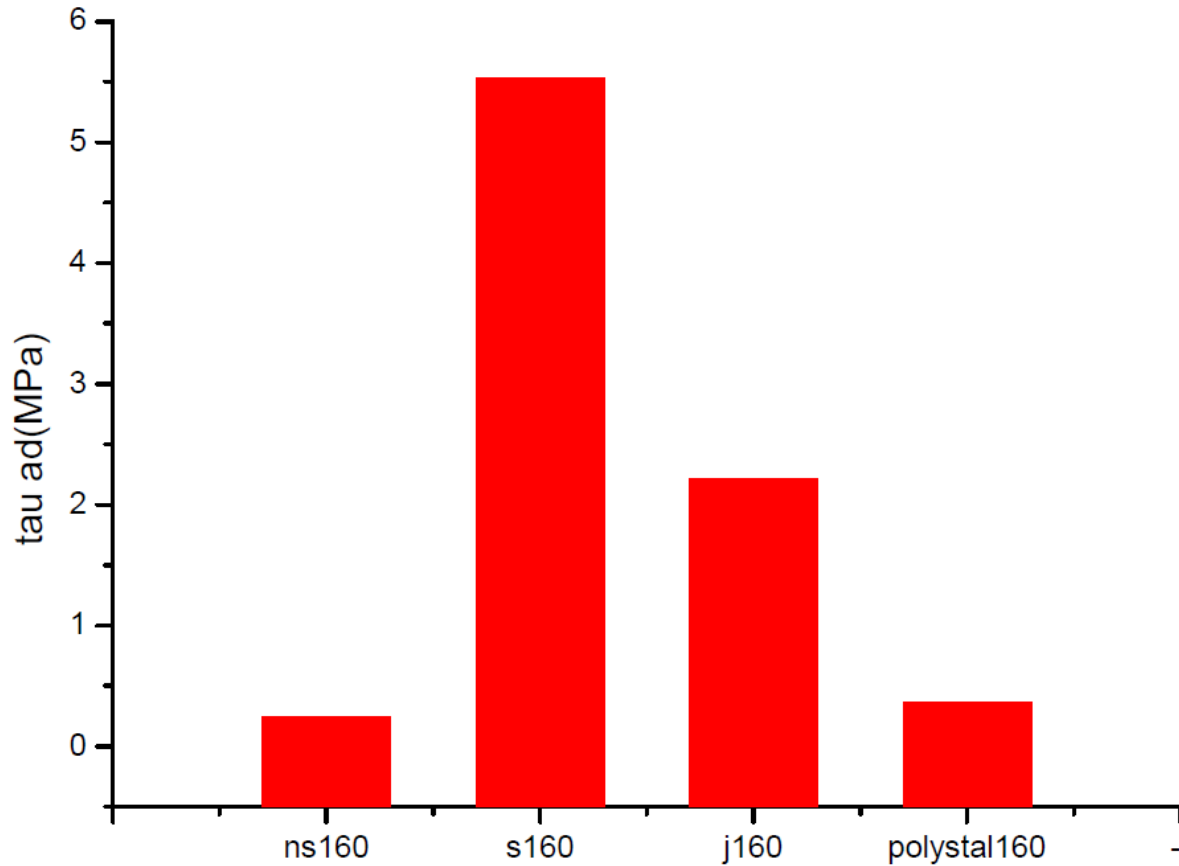
- Pultrusi con matrice termoplastica (Jonam)
- Pultrusi con matrice vinil estere e superficie rugosa (Polystal)

- Nucleo (rosso) PE rinforzato con fibre di vetro (35-40% vol)
- Pelle (celeste) puro PE
- Modulo a flessione 26 GPa (pultruded with vinyl ester matrix 50 MPa)

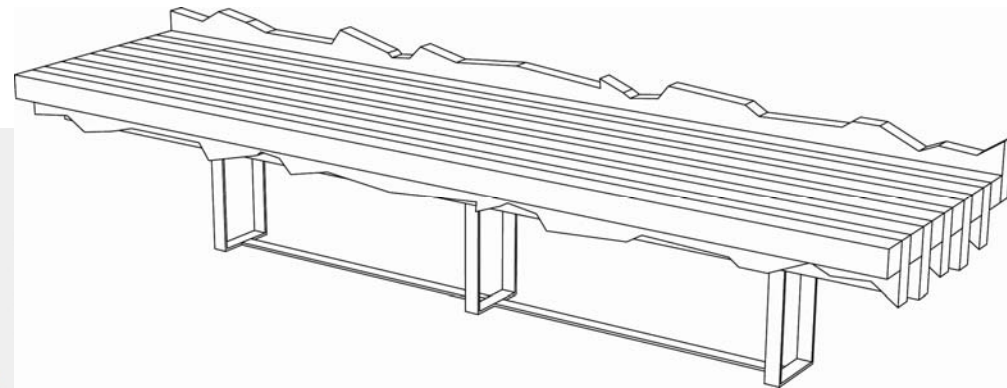


Core diameter (mm)	Overall diameter (mm)
5	8
8	10
11	12.5

## Pullout Tests



- Progettazione sistema automatico di caricamento dei pultrusi
- Test per estrusione in continuo dei profili con inserimento dei pultrusi
- Design di nuovi prodotti



## CIP Eco-innovation - Pilot and market replication projects Call 2010

Project proposal: **“Innovative recycled plastic based panels for building field “**

Coordinatore: Consorzio CETMA

Partners:

- Consorzio TRE
- ACCIONA INFRASTRUCTURES S.A.
- Pandora Group srl
- Motulab srl
- Albanian Constructors Association

Obiettivo:

Promuovere un innovativo ed eco sostenibile pannello per pavimenti galleggianti e facciate ventilate, usando come materia prima plastiche miste rivenienti da rifiuti domestici, industriali e commerciali.

Il pannello è ottenuto per stampaggio a compressione. Il nucleo è fatto di plastiche miste post consumo mentre le facce esterne sono in gres.

Il processo è molto semplice, non prevede resine o colle risultando in un prodotto più sostenibile dal punto di vista ambientale rispetto ai suoi competitors. Consente grande variabilità di prodotto in termini di:

- spessore,
- Materiale delle facce,
- aspetto
- durabilità,
- applicazioni,
- eco-sostenibilità.



# ECOPLASBRICK



Installazione pilota esibita nel corso della Biennale di Architettura a Venezia



**Grazie per l'attenzione!**



Centro di progettazione, design & tecnologie dei materiali

***Alessandro.marseglia@cetma.it***

**[www.prowaste.eu](http://www.prowaste.eu)**