

**I MATERIALI INNOVATIVI  
NELL'ADEGUAMENTO:  
ISTRUZIONI CNR-DT 200/2004**

**ing. Andrea Prota**

**Ricercatore di Tecnica delle Costruzioni  
Dipartimento di Ingegneria Strutturale  
Università di Napoli Federico II  
[aprota@unina.it](mailto:aprota@unina.it)**



DAVID WHITE

**ACI 440.2R-02**

*Emerging Technology Series*

**Guide for the Design and Construction  
of Externally Bonded  
FRP Systems for Strengthening  
Concrete Structures**

Reported by ACI Committee 440



**american concrete institute**  
P.O. BOX 9094  
FARMINGTON HILLS, MICHIGAN 48333-9094

## **11.3 Edifici in c.a.**

### **11.3.3. Modelli di capacità per il rinforzo**

**Ordinanza 3274 (2003)**

#### **11.3.3.1 Incamiciatura in cemento armato**

**Aumento della capacità portante verticale; aumento della resistenza a flessione e/o taglio; aumento della capacità deformativa; miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione**

#### **11.3.3.2 Incamiciatura in acciaio**

**Aumento della resistenza a taglio; aumento della capacità deformativa; miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione**

#### **11.3.3.3 Placcatura e fasciatura in materiali fibrorinforzati (FRP)**




# *Presidenza del Consiglio dei Ministri*

Ordinanza n. **3431**

Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

**IL PRESIDENTE  
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI**

La presente ordinanza sarà pubblicata nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

Roma,  **3 MAG. 2005**

Il Presidente del Consiglio  
dei Ministri

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Silvio Berlusconi".

# NEW!! 11.3 EDIFICI IN CEMENTO ARMATO

## 11.3.3. Modelli di capacità per il rinforzo

### 11.3.3.3 Placcatura e fasciatura in materiali fibrorinforzati (FRP)

L'uso del FRP nel rinforzo sismico di elementi in c.a. è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- Aumento della resistenza a taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce in FRP con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe
- Aumento della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con FRP con fibre lungo il perimetro
- Miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con FRP con fibre continue disposte lungo il perimetro

**Ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rafforzati con FRP si possono adottare**

5

**LE ISTRUZIONI CNR-DT 200/04**

# CNR-DT 200/2004

<http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione.html>

CNR - Commissione incaricata di formulare pareri in materia di normativa tecnica relativa alle costruzioni

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMMISSIONE INCARICATA DI FORMULARE PARERI IN MATERIA  
DI NORMATIVA TECNICA RELATIVA ALLE COSTRUZIONI

**Istruzioni  
per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo  
di Interventi di Consolidamento Statico  
mediante l'utilizzo di  
Compositi Fibrorinforzati**

Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie



**Approvata il 26 aprile 2005**

CNR-DT 200/2004

ROMA - CNR 13 luglio 2004

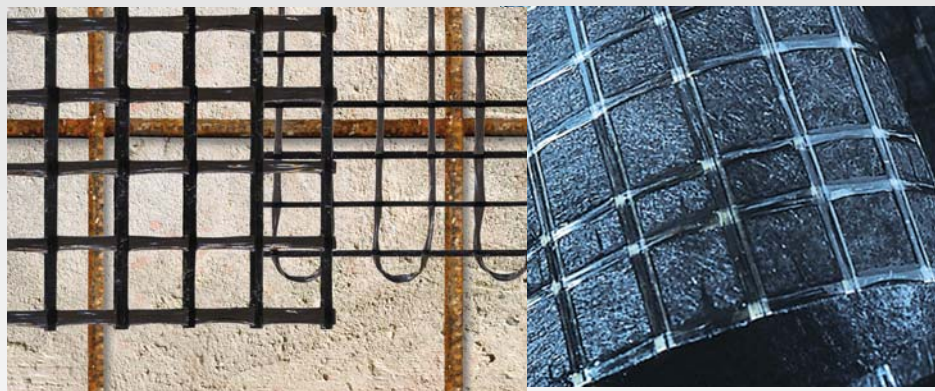
# FRP sta per Fiber-Reinforced Polymers, ma ci sono molti più acronimi.....

■ Alcuni sono usati per descrivere una tipologia specifica di fibra:

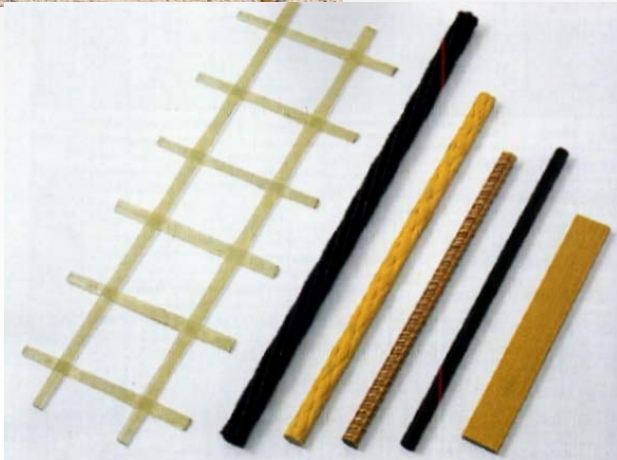
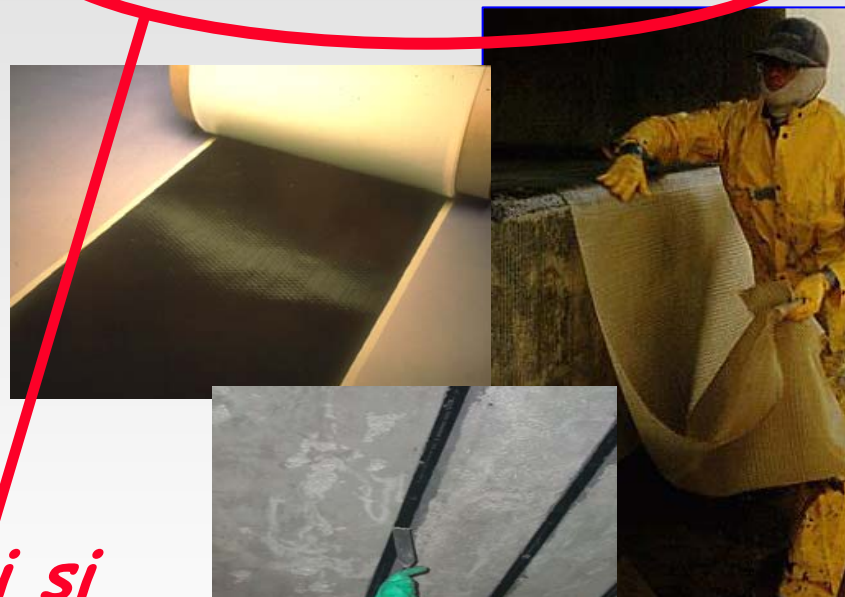
- **GFRP** – Glass Fiber-Reinforced Polymer
- **CFRP** – Carbon Fiber-Reinforced Polymer
- **AFRP** – Aramid Fiber-Reinforced Polymer

# Applicazioni degli FRP in Strutture in Cemento Armato

**NUOVE STRUTTURE**



**STRUTTURE ESISTENTI**



*Oggi si parla di ...*

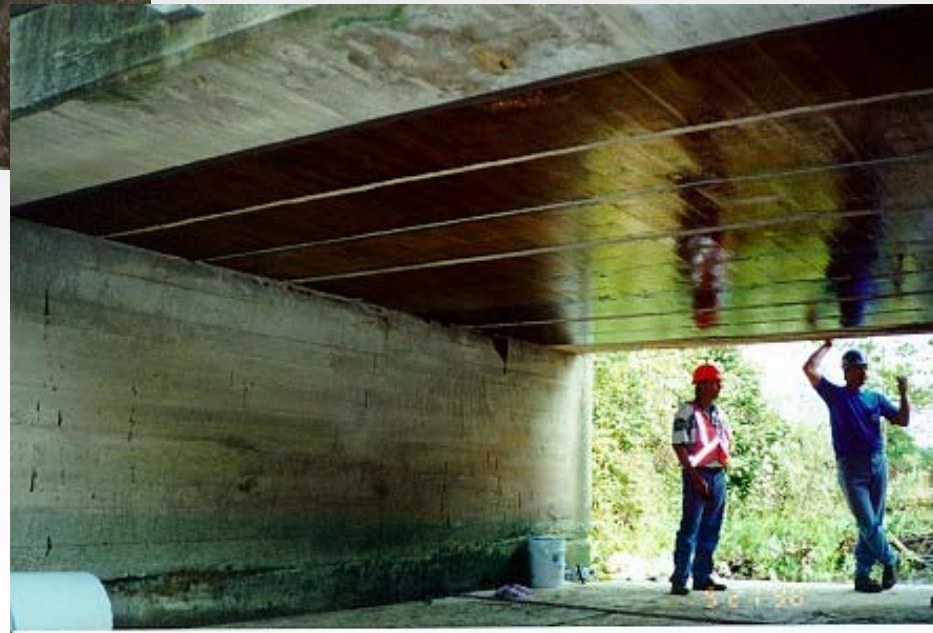




# Rinforzo con FRP: Esempi



**Rinforzo a flessione:  
Ponte a soletta piena**



# Rinforzo con FRP: Esempi



**Rinforzo a taglio:  
Edificio adibito a garage**



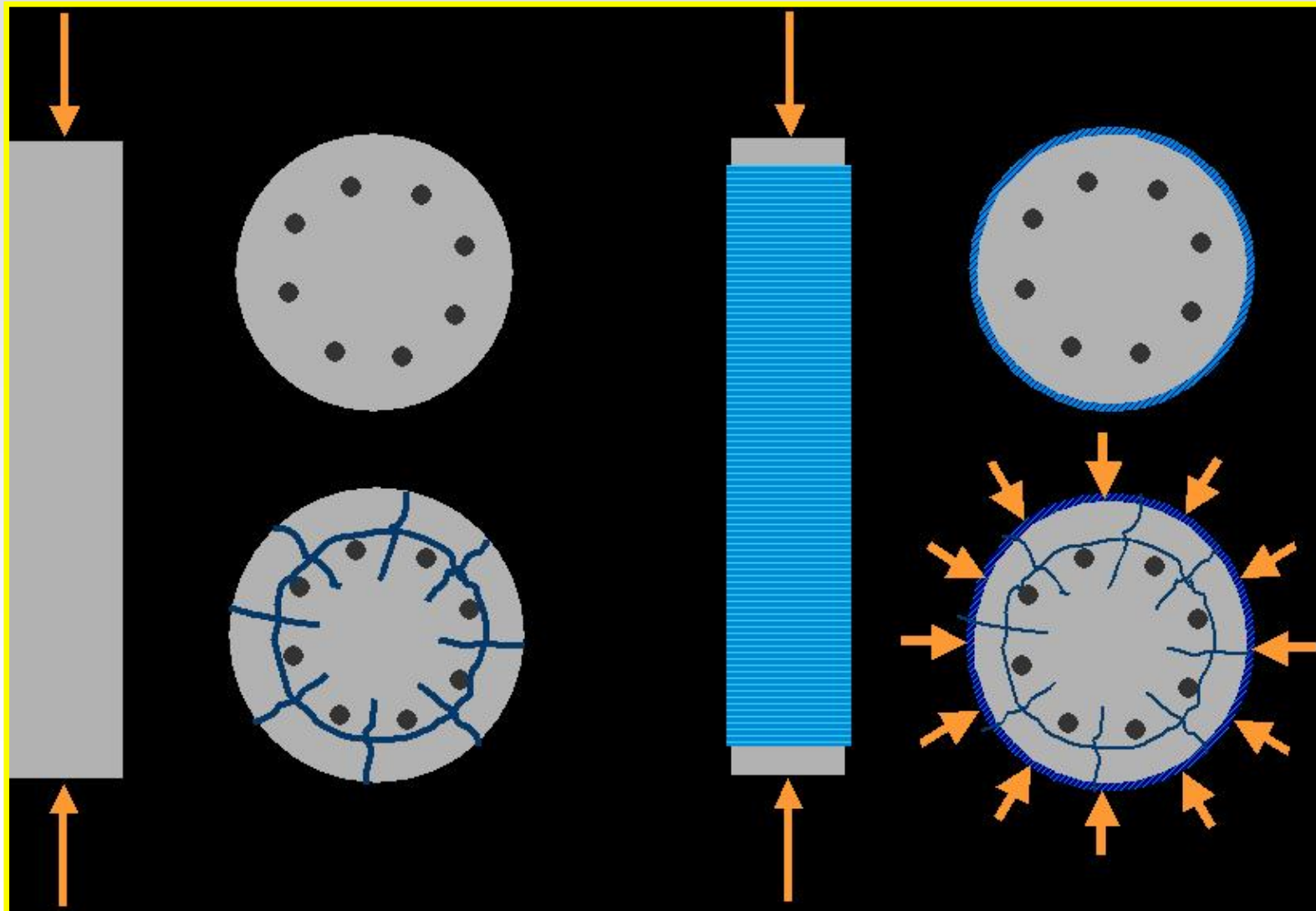
# Rinforzo con FRP: Esempi



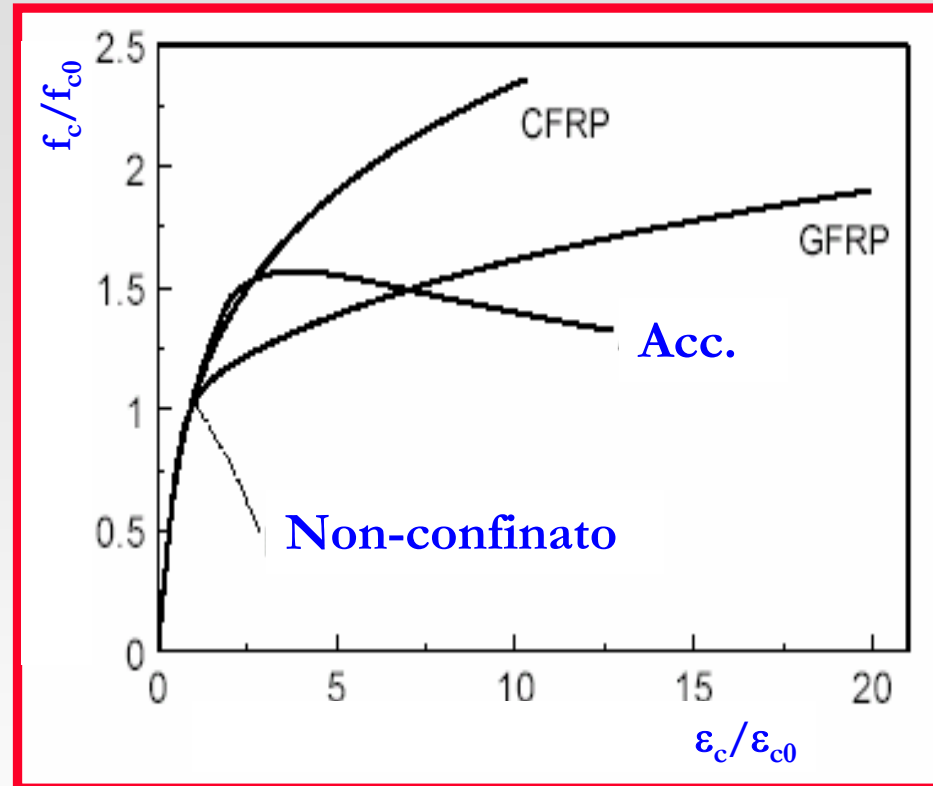
**Confinamento:  
Fasciatura di colonne**



# Confinamento



# Confinamento



# Materiali Polimerici Fibro-Rinforzati

Fibre



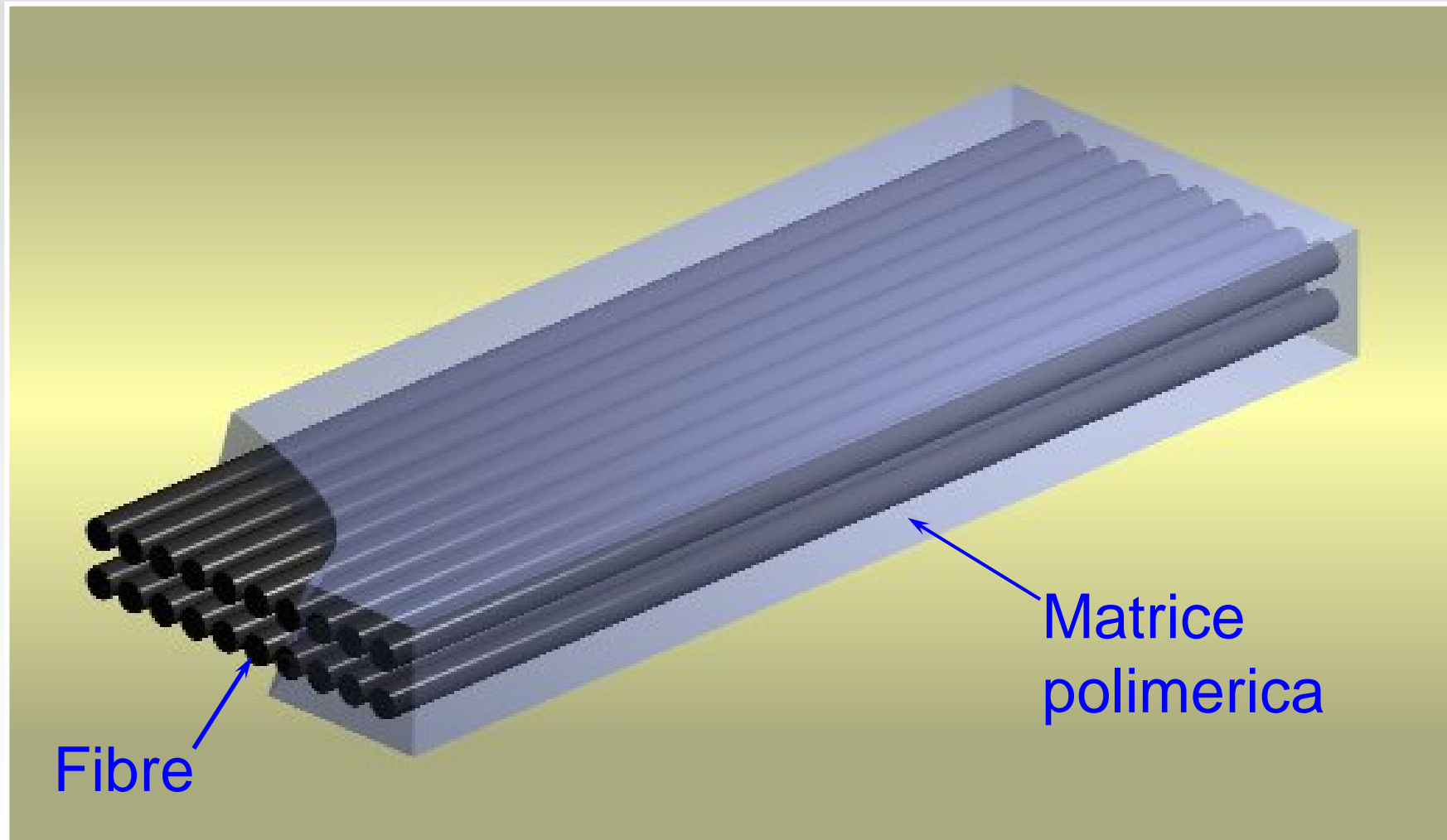
Resine



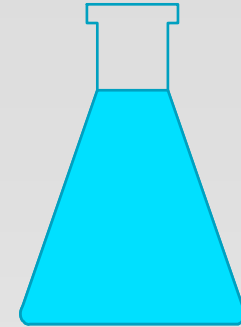
+

=

# Materiali Polimerici Fibro-Rinforzati



# Resine



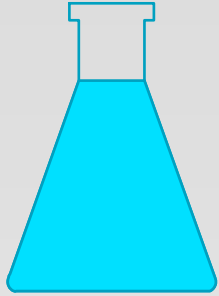
## ■ Funzione principale:

“Ripartire gli sforzi tra le fibre e proteggerle dai danni meccanici e ambientali”

## ■ Tipi:

- Termoindurenti - non possono essere deformate dopo la polimerizzazione
- Termoplastiche – possono essere deformate





# Resine

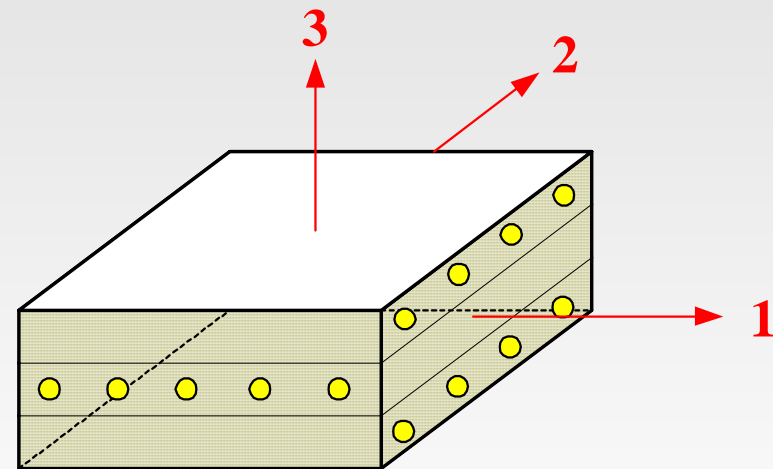
- **La scelta del tipo di resina per un'applicazione particolare è basata su:**
  - **Proprietà fisiche e meccaniche del prodotto**
  - **Requisiti del processo di produzione**

# Fibre

## ■ Funzione principale:

“Sopportare i carichi, fornire resistenza e/o rigidità lungo una direzione”

- L'orientazione delle fibre può essere scelta in modo da ottimizzare le proprietà del composito in funzione dei carichi su di esso agenti



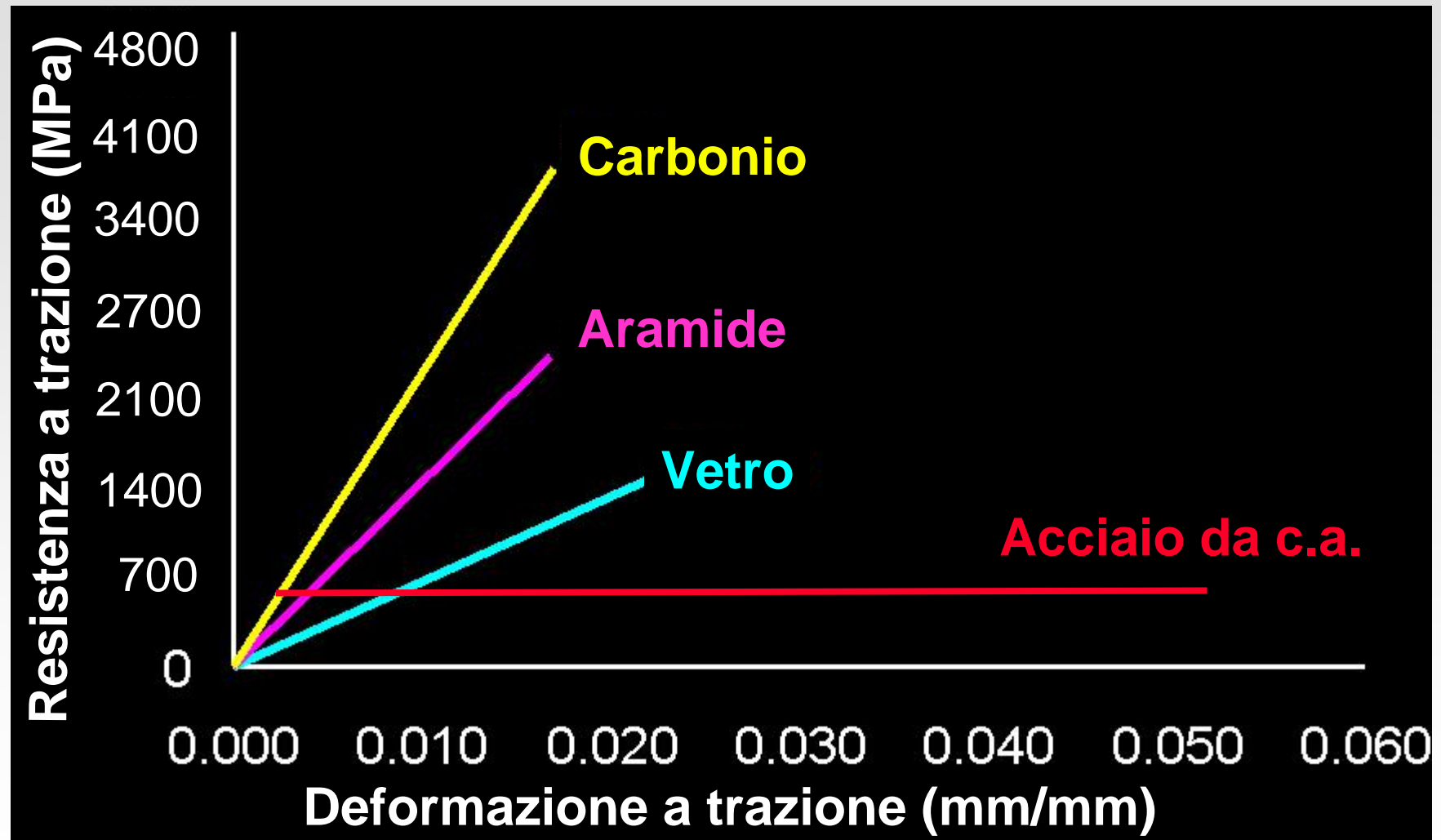
# Fibre di Carbonio

- Resistenza e rigidezza elevate
- Bassa deformazione ultima
- Basso CTE (Coeff. Dilatazione Termica)
- Termicamente stabili fino a 2000 °C
- Bassa resistenza all'impatto
- Elevata resistenza ad aggressioni chimiche ed all'umidità
- Corrosione galvanica se accoppiate con metalli
- Altamente conduttive

# Fibre di Vetro

- **Alta resistenza**
- **Bassa rigidezza**
- **CTE simile a quella dell'acciaio e del calcestruzzo**
- **Degradano a temperature superiori ai 800°C**
- **Modesta resistenza a carichi ciclici e permanenti**
- **Molto sensibili all'alcalinità e all'umidità**
- **Altamente isolanti**

# Proprietà Caratteristiche delle Fibre



# Altri costituenti degli FRP

- **Fillers**
- **Additivi**



- **Ridotta incidenza economica**
- **Ruolo importante nel sistema composto**

# A cosa servono i Fillers?

- **Migliorano le proprietà meccaniche**
- **Migliorano la finitura superficiale**
- **Migliorano la lavorabilità**
- **Abbattono il costo totale del prodotto**
- **Migliorano la stabilità dimensionale**
- **Riducono il ritiro**

# **A cosa servono gli Additivi?**

- **Modificano il tempo di curing**
- **Prolungano il tempo di stoccaggio**
- **Impediscono il ritiro**
- **Migliorano la resistenza agli agenti atmosferici**
- **Riducono la viscosità**
- **Aggiungono colore**
- **Riducono la porosità**



# Osservazione

- **Stiamo parlando di SISTEMI, non di singoli componenti da comprarsi separatamente**
- **L'ingegnere non sceglie i singoli costituenti ma seleziona il sistema piu` adatto all'applicazione**
- **I produttori forniscono sistemi completi con le modalita` di installazione**

# Sistemi di rinforzo in FRP

- Sistemi “*Wet lay-up*” (*polimerizzazione in sito*)
  - Tessuti unidirezionali
  - Tessuti pluridirezionali
  
- Sistemi “*Pre-cured*” (*preformati*)
  - Lamine unidirezionali
  - Griglie pluridirezionali
  - Elementi strutturali

# Perchè tipicamente si rinforza una struttura in cemento armato?

- **Recupero di strutture ammalorate ➡ durabilità**
- **Variazione carichi accidentali**
- **Errori di progettazione o realizzazione**
- **Variazioni normativa ➡ recente ordinanza**
- **Adeguamento e/o riparazione sismica**