



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE



RETE DEI LABORATORI UNIVERSITARI DI
INGEGNERIA SISMICA

Workshop 12-13 febbraio 2007

*Materiali e Approcci Innovativi per il Progetto in Zona Sismica e la Mitigazione
della Vulnerabilità delle Strutture*

MODELLAZIONE DEL COMPORTAMENTO ULTIMO DI PILE DA PONTE DEL TIPO CFT

Luigi Mastrandrea, Vincenzo Piluso



***ReLUIS – Linea 5 – Unità Operativa 6
Dipartimento di Ingegneria Civile – Università di Salerno***

PROGRAMMA DI RICERCA

ReLUIIS - Linea 5:

*Sviluppo di approcci innovativi per il progetto di strutture
in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo*

Coordinatori: Prof. F.M. Mazzolani – Prof. R. Zandonini

Unità Operativa 6:

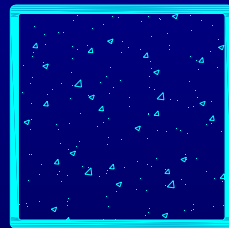
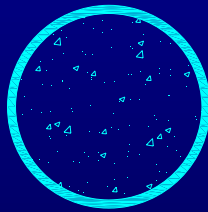
*Risposta sismica e regole di progetto di ponti
a struttura composta acciaio-calcestruzzo*

Responsabile: Prof. V. Piluso

OBIETTIVI

Ponti a **travata** in struttura composta acciaio-calcestruzzo: la pila
(zona dissipativa – struttura a pendolo inverso)

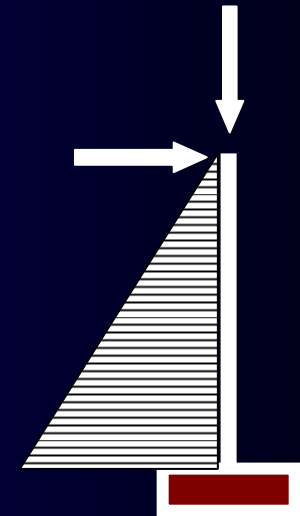
soluzione CFT
(Concrete Filled Tube)



confinamento del calcestruzzo

regime tensionale biassiale nel tubo

instabilità locale



➤ **Determinazione del legame momento-curvatura ($M-\chi$)**
monotono / ciclico
(caratterizzazione della sezione)

➤ **Determinazione della curva forza-spostamento ($F-\delta$)**
monotona / ciclica
(caratterizzazione della membratura)

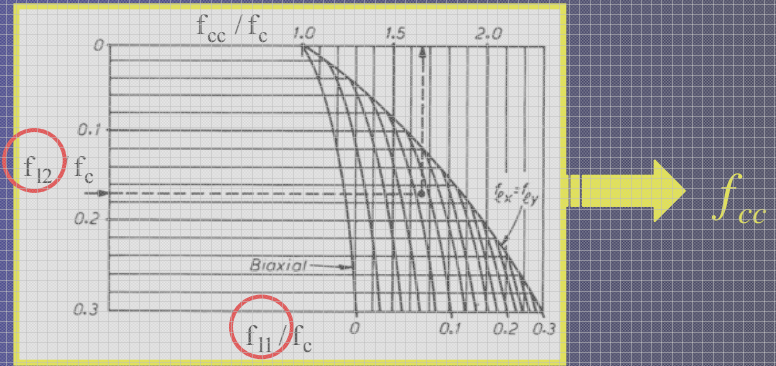
▪ **Sezioni tubolari: CHS – SHS – RHS**

CONFINAMENTO DEL CALCESTRUZZO

- Modello di Mander-Priestley-Park (1988)**

$$\sigma_c = \frac{f_{cc} x r}{r - 1 + x^r} \quad x = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{cc}} \quad r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}}$$

$$\epsilon_{cc} = 0.002 [1 + 5(f_{cc}/f_c - 1)] \quad E_{sec} = \frac{f_{cc}}{\epsilon_{cc}}$$



- Modello di Shams-Saadeghvaziri (1999) – modello analitico di genesi numerica (analisi FEM)**

$$f_{cc} = f_c + A f_c \left[1 + \left(\frac{D/t}{B} \right)^\alpha \right]^{-1} \quad A = 1.335 e^{-f_c/24.477} \quad B = 47.492 + 206.85/f_c \quad \alpha = 4$$

$$\sigma_c = f_{cc} \frac{a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5}{1 + gx + hx^2 + ix^3 + jx^4 + kx^5} \quad x = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{cc}} \quad \epsilon_{cc} = \epsilon_{c0} \left[1 + 3.51 \left(\frac{D/t}{60} \right)^{-\alpha} \right]$$

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k da analisi di regressione

- Modello di Susantha-Ge-Usami (2001) – modello analitico di genesi teorica (SHS-RHS)**

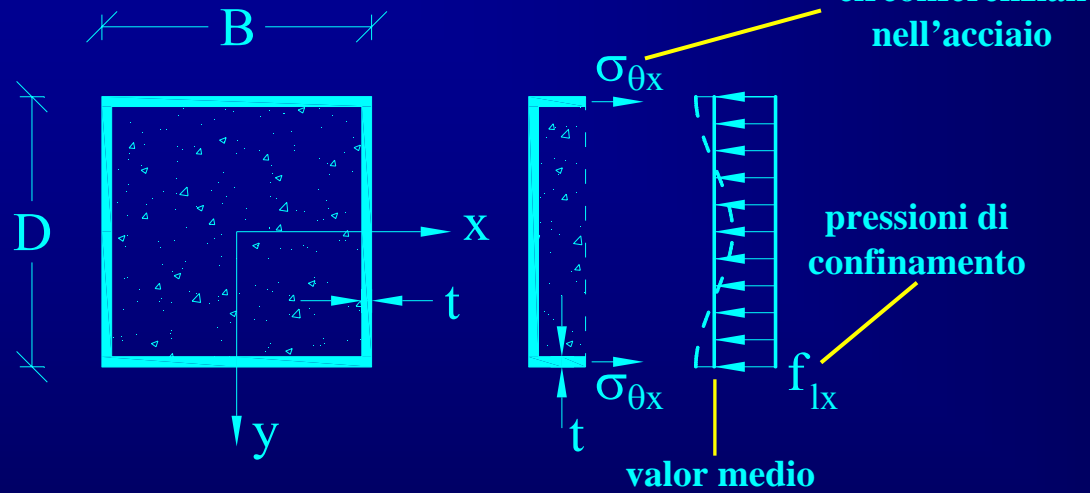
$$f_{cc} = 0.85 f_c + 4.0 f_{rp}^* \quad f_{rp}^* = -6.5R \frac{f_c^{1.46}}{f_y} + 0.12 f_c^{1.03} \quad R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{4\pi^2}} \sqrt{\frac{f_y}{E_s}} \leq 0.85$$

ramo crescente
ramo discendente

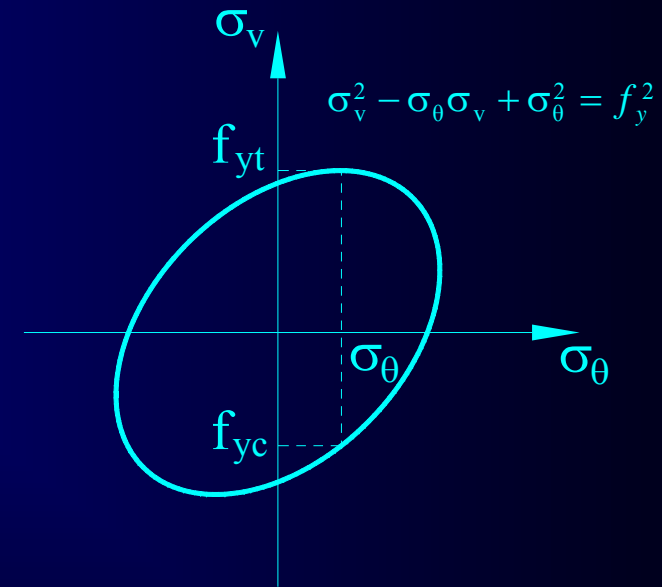
$$\sigma_c = \frac{f_{cc} x r}{r - 1 + x^r} \quad \sigma_c = f_{cc} - Z (\epsilon_c - \epsilon_{cc}) \quad Z = 23400 R (f_c/f_y) - 91.26 \geq 0$$

REGIME TENSIONALE BIASSIALE NEL TUBO

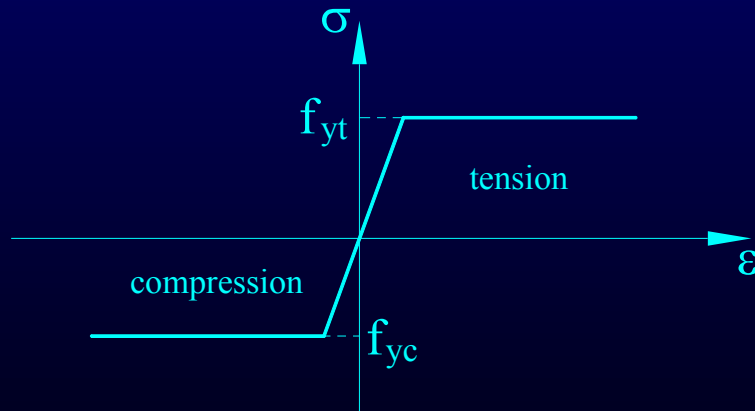
REGIME TENSIONALE NEL PIANO



CRITERIO DI VON MISES



LEGAME COSTITUTIVO



RISULTATI SPERIMENTALI (Elremaily & Azizinamini, 2002)

$$\sigma_\theta = 0.1 f_y \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} f_{yt} &= 1.05 f_y \\ f_{yc} &= 0.95 f_y \end{aligned}$$

FENOMENI DI INSTABILITA' LOCALE

INSTABILITA' IN CAMPO PLASTICO DEL PANNELLO DI ACCIAIO

tensione critica elastica

$$\sigma_{cr.e} = \frac{k \pi^2 E_s}{12(1 - \nu^2)} \left(\frac{t}{B} \right)^2$$

tensione critica plastica

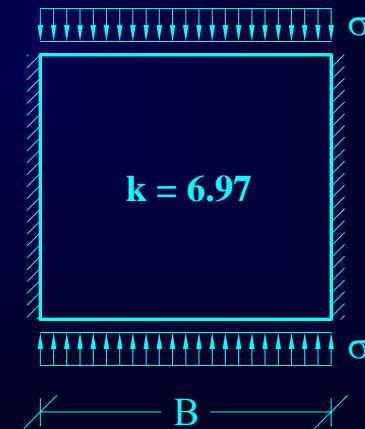
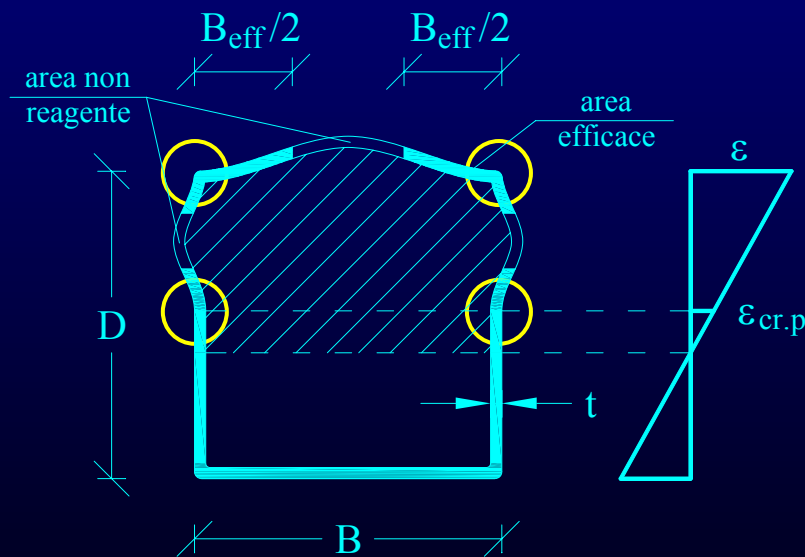
$$\sigma_{cr.p} = \eta \sigma_{cr.e} = \eta \frac{k \pi^2 E_s}{12(1 - \nu^2)} \left(\frac{t}{B} \right)^2$$

deformazione critica plastica

$$\varepsilon_{cr.p} = \eta \frac{1}{E_{sec}} \frac{k \pi^2 E_s}{12(1 - \nu^2)} \left(\frac{t}{B} \right)^2$$

METODO DELLA AMPIEZZA EFFICACE

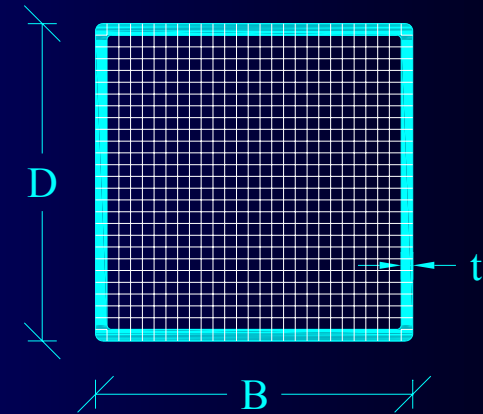
$$B_{eff} = t \sqrt{\eta \frac{k \pi^2 E_s}{12(1 - \nu^2)} \sigma} = f(\sigma) = f(\varepsilon)$$



LEGAME MOMENTO-CURVATURA

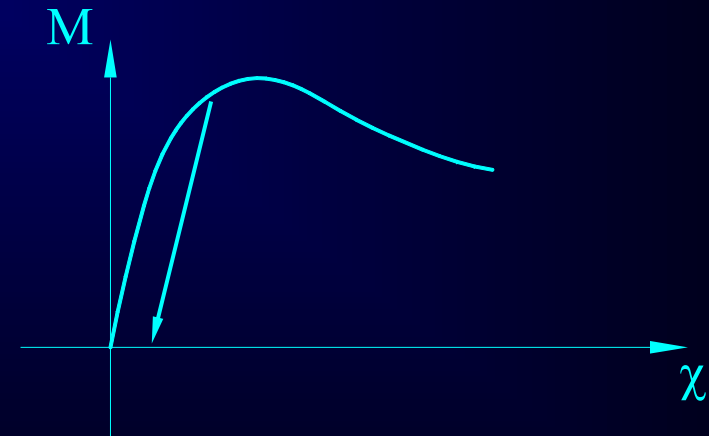
DEFINIZIONE

- Discretizzazione della sezione
- Assegnazione del legame costitutivo agli elementini di calcestruzzo (**modelli di confinamento**)
- Assegnazione del legame costitutivo agli elementini di acciaio (funzione del **regime tensionale biassiale**)
- Assegnazione dello sforzo assiale prefissato N

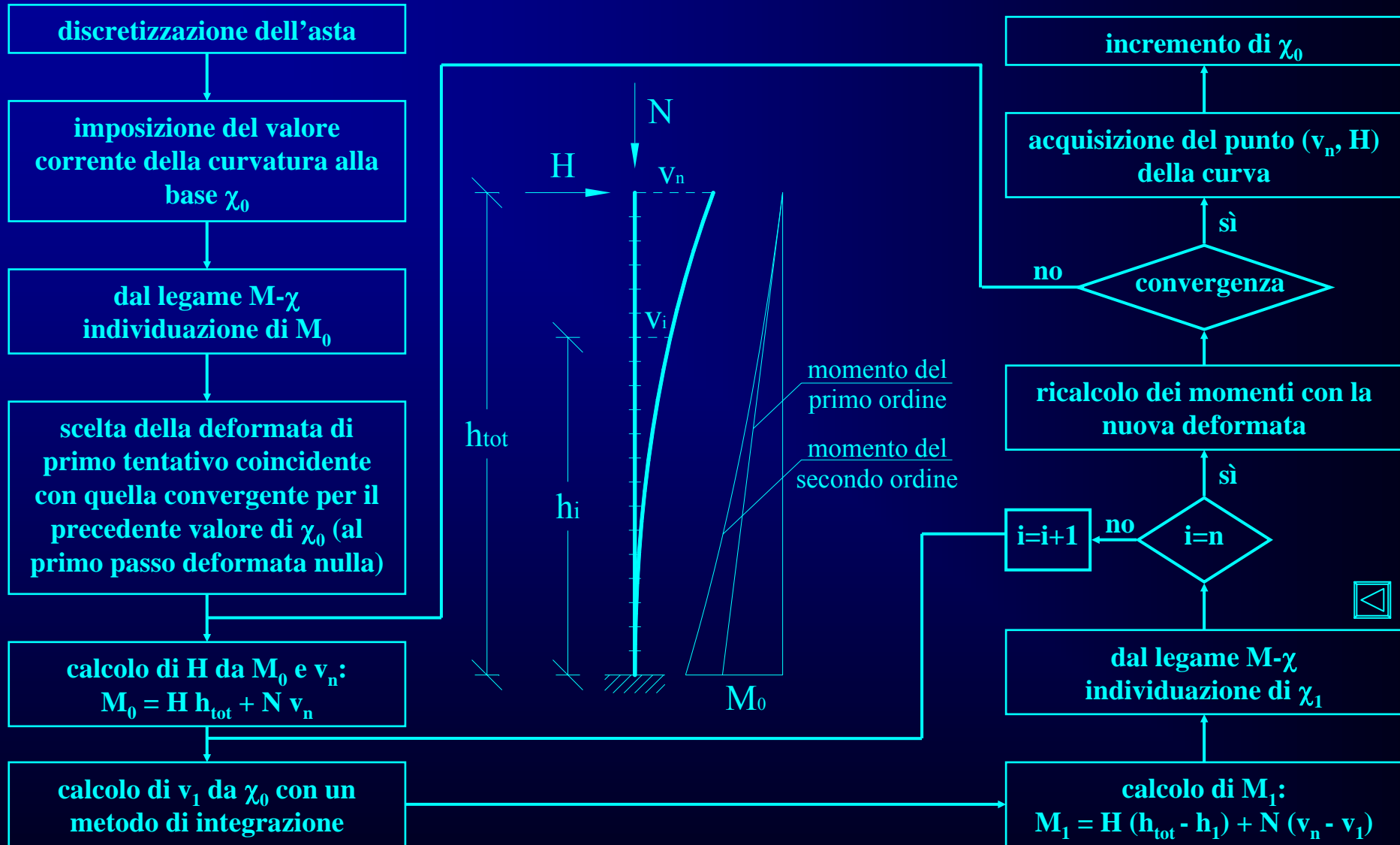


COSTRUZIONE DELLA CURVA PER PUNTI

- Imposizione del valore di calcolo della curvatura χ
- Individuazione della posizione dell'asse neutro che soddisfa l'equilibrio alla traslazione per il prefissato N (gli elementini di acciaio in compressione partecipano solo se interni alla **larghezza efficace**)
- Calcolo del momento ultimo rispetto al baricentro geometrico della sezione

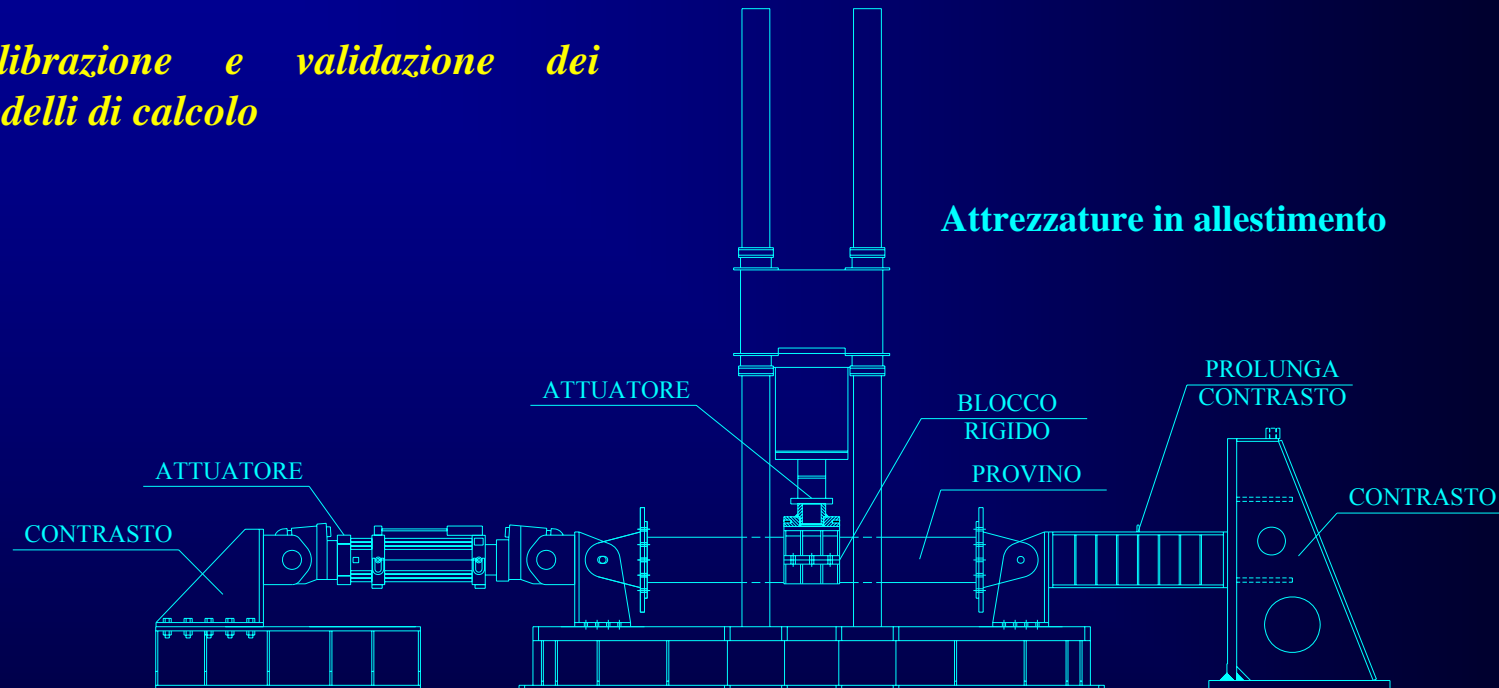


CURVA FORZA-SPOSTAMENTO



PROGRAMMA DELLE PROVE SPERIMENTALI

- Prove di tipo *3-point bending test* in regime monotono e ciclico con sforzo di compressione costante applicato.
- *Calibrazione e validazione dei modelli di calcolo*



	num.	SHS – B / t [mm]				CHS - D / t [mm]			
prove monotone	8	220 / 5	220 / 8	300 / 5	300 / 8	244.5 / 6	244.5 / 9	329.6 / 6	329.6 / 9
prove cicliche	8	220 / 5	220 / 8	300 / 5	300 / 8	244.5 / 6	244.5 / 9	329.6 / 6	329.6 / 9

Grazie per l'attenzione!