



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



**Università degli Studi di Salerno – Consorzio ReLUIS, 12-13 Febbraio 2007**

## **Legami di aderenza in strutture composte acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche**

**Luigi Di Sarno**

**Marisa Pecce**

**Dipartimento di Ingegneria**

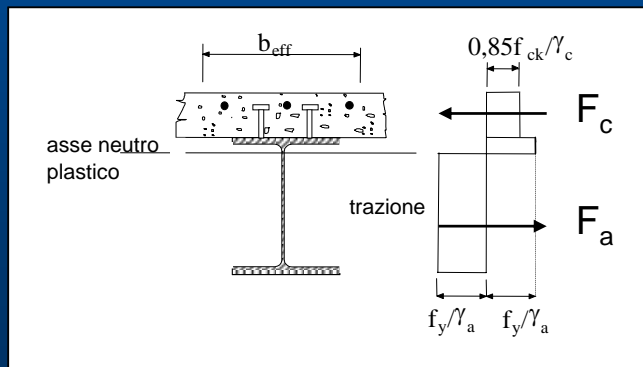
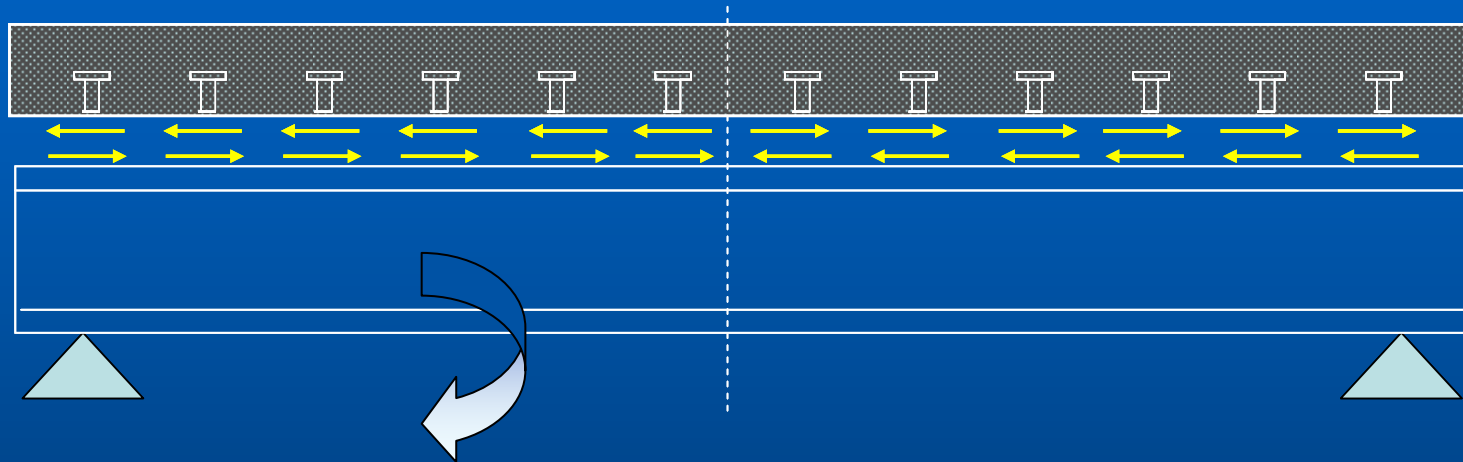
**Università degli Studi del Sannio, Benevento**



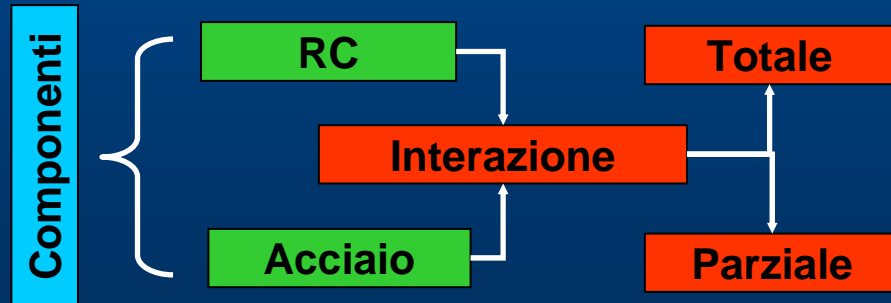
Legami di aderenza in strutture composte acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche

# Interazione Acciaio-CIs

La connessione consente lo sviluppo della resistenza e della deformabilità dell'elemento composto



Membrature Collegamenti

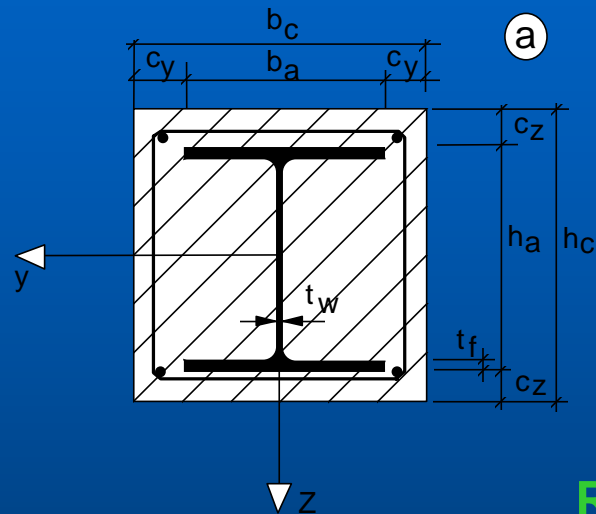


Il momento plastico dipende da  $F_c$  e quindi dallo sforzo trasferito dai connettori

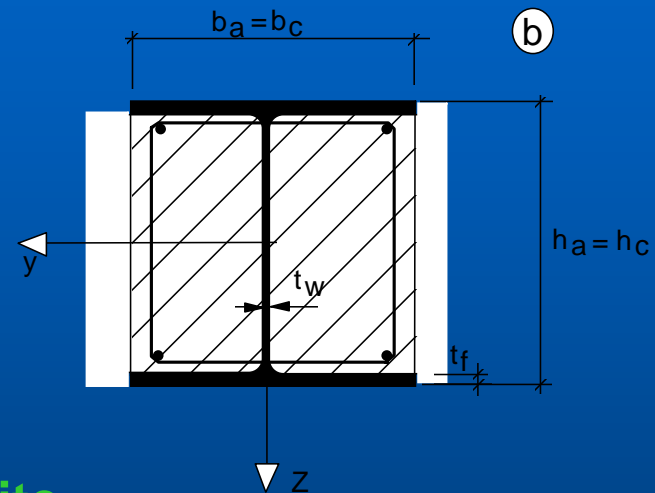
# Interazione Acciaio-CIs

## Colonne composte

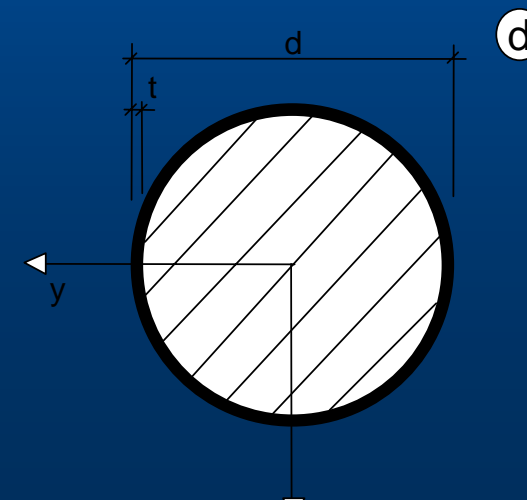
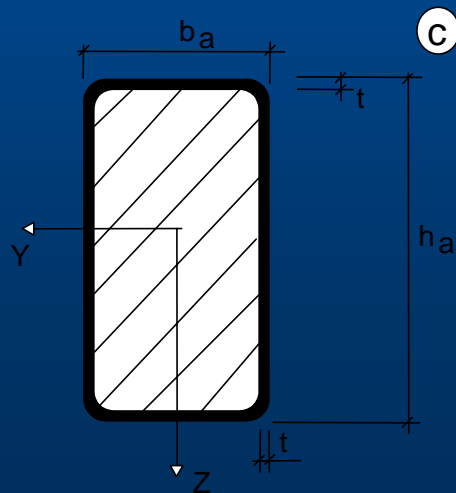
Totalmente rivestite



Parzialmente rivestite



Riempite



# Interazione Acciaio-CIs

Legami di aderenza in strutture composte acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche

I diversi fenomeni associati al trasferimento di sforzi tangenziali all'interfaccia acciaio-calcestruzzo possono raggrupparsi:

- Adesione ed innesco (*anchorage*);
- Attrito all'interfaccia;
- Effetto ingranamento;
- Effetto dei disancoramenti.



*anchorage chimico-*

Nelle colonne senza aggiunta di connettori può essere fortemente influente il ritiro del calcestruzzo



Legami di aderenza in strutture composte acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche

## Indicazioni Normative

Secondo la CNR 10016 (1999) ed EC4 (2004) si può assumere una tensione tangenziale di progetto dovuta all'aderenza ed all'attrito fino ai seguenti limiti:

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| - per sezioni completamente rivestite              | 0,6 N/mm <sup>2</sup> |
| - per sezioni riempite di calcestruzzo             | 0,4 N/mm <sup>2</sup> |
| - per le ali delle sezioni parzialmente rivestite  | 0,2 N/mm <sup>2</sup> |
| - per l'anima delle sezioni parzialmente rivestite | zero.                 |

**Se tali limiti vengono superati, l'intero sforzo va trasmesso mediante collegamenti meccanici.**

Simili indicazioni sono riportate anche nell'AISC (2005)



Università  
degli Studi  
del Sannio



# Stato dell'arte

Legami di aderenza in strutture composte  
acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche

AUTORI	TIPO SEZIONE	FORMA SEZIONE	FINALITA'	NATURA CARICO	MATERIALI	
					TIPO CLS	ETA' CLS
Johansson e Gylltoft	riempita	circolare	Esame dei comportamenti meccanici	monotona	normale	28 giorni
Yasser M. Hunaiti Minoru Wakabayashi Kiyoshi Masuo	calastrellata con e senza olio		Valutazione dell'effetto dell'aderenza sulla capacità portante massima	monotona	normale	28 giorni
Yasser M. Hunaiti	riempita	Circolare e rettangolare	Valutazione dell'influenza del tipo e dell'età del cls e della forma della sezione	monotona	Normale additivato alleggerito	28 giorni 90 giorni
Yasser M. Hunaiti	calastrellata		Valutazione dell'influenza dell'età del cls	monotona	normale	21 giorni 1 anno 5anni
Yasser M. Hunaiti	calastrellata		Valutazione dell'influenza dell'età del cls, delle dimensioni dei provini, del ritiro, delle modalità di presa e indurimento e della temperatura	monotona	normale	Da 14 giorni a 360 giorni
Shakir Khalil	Riempita con e senza olio	Circolare e rettangolare	Studio della forza di aderenza nelle colonne composte	monotona	normale	28 giorni



**Legami di aderenza in strutture composte acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche**

# Stato dell'arte

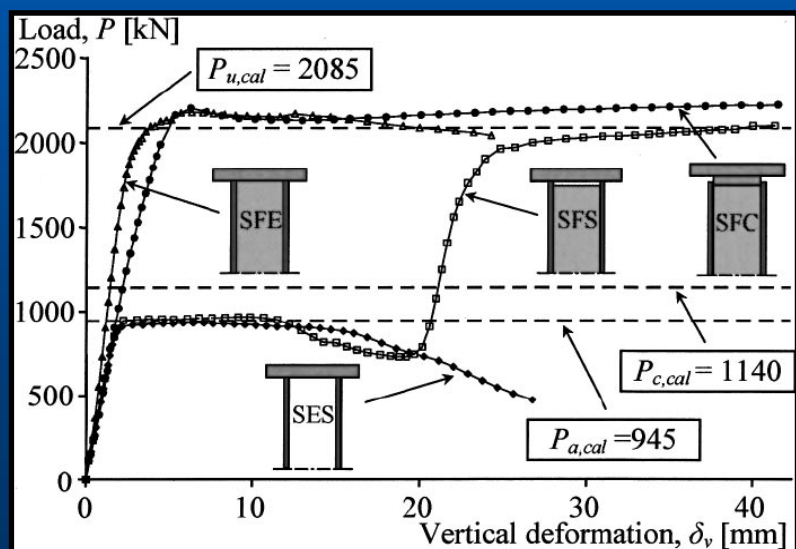
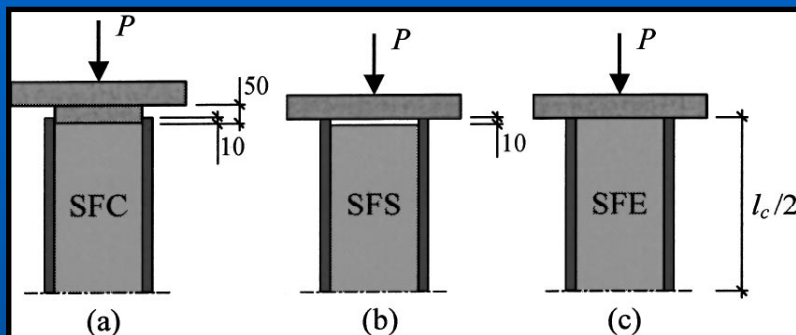
**I fattori che influenzano maggiormente il legame di aderenza sono:**

- Forma e dimensioni sezione della membratura composta;
- Modalità di applicazione carico;
- Tipo e superficie interfaccia;
- Tipo sollecitazione agente sulla sezione;
- Tipo ed età del calcestruzzo utilizzato;
- Modalità e qualità del getto.



# Stato dell'arte

Legami di aderenza in strutture composte  
acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche



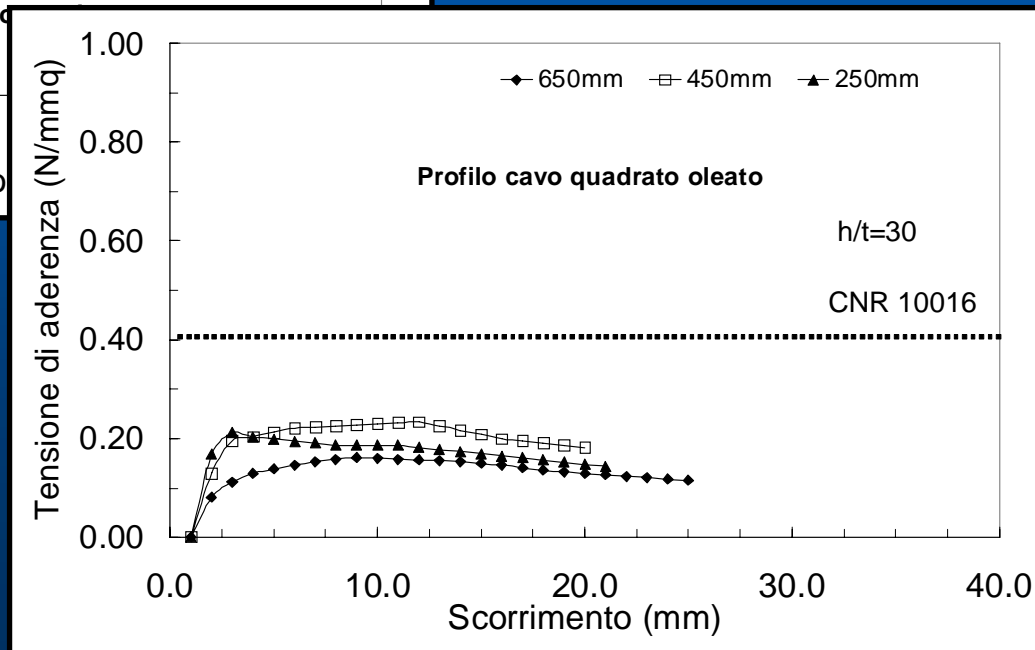
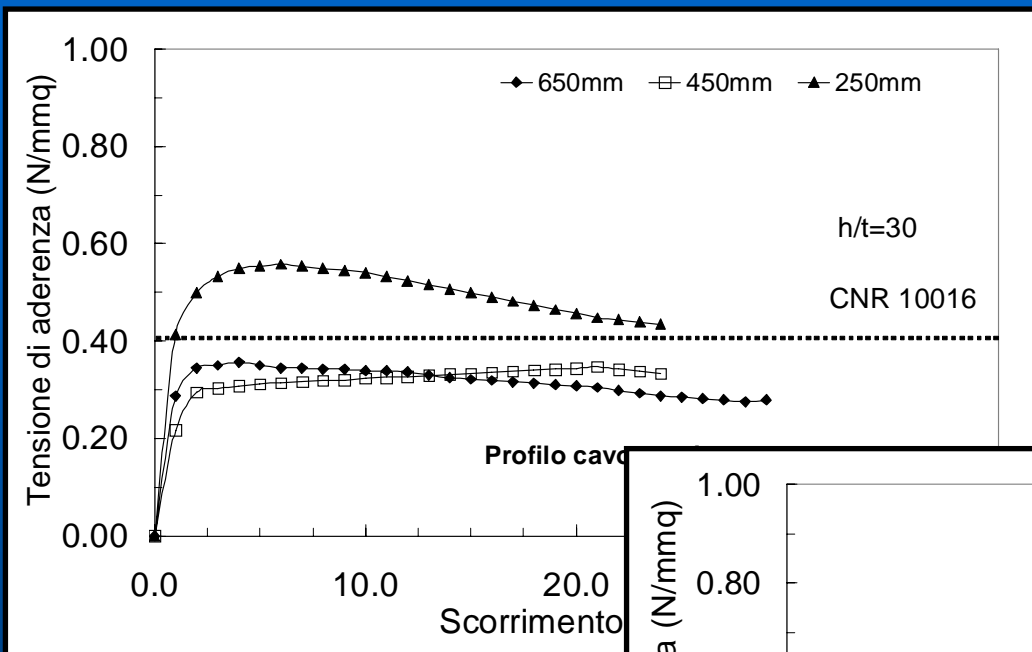
Confronto relazioni carico-deformazione ottenute dai test eseguiti da Johansson e Gylltoft (2002) per diverse tipologie di colonne





Legami di aderenza in strutture composte acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche

# Stato dell'arte

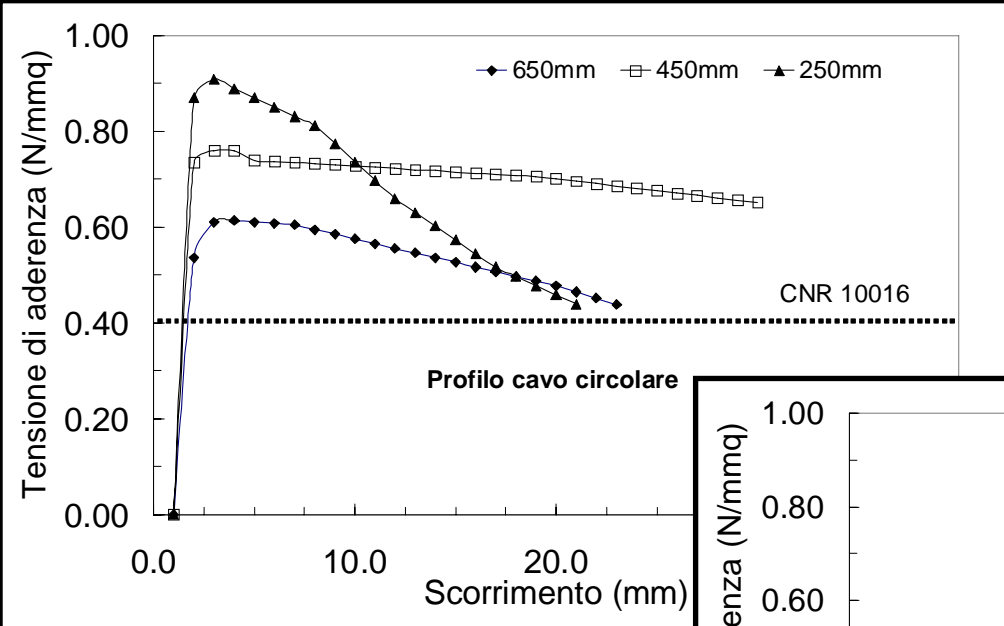


Curve forza-spostamento per sezioni cave riempite (Khalil, 1993; 1996)

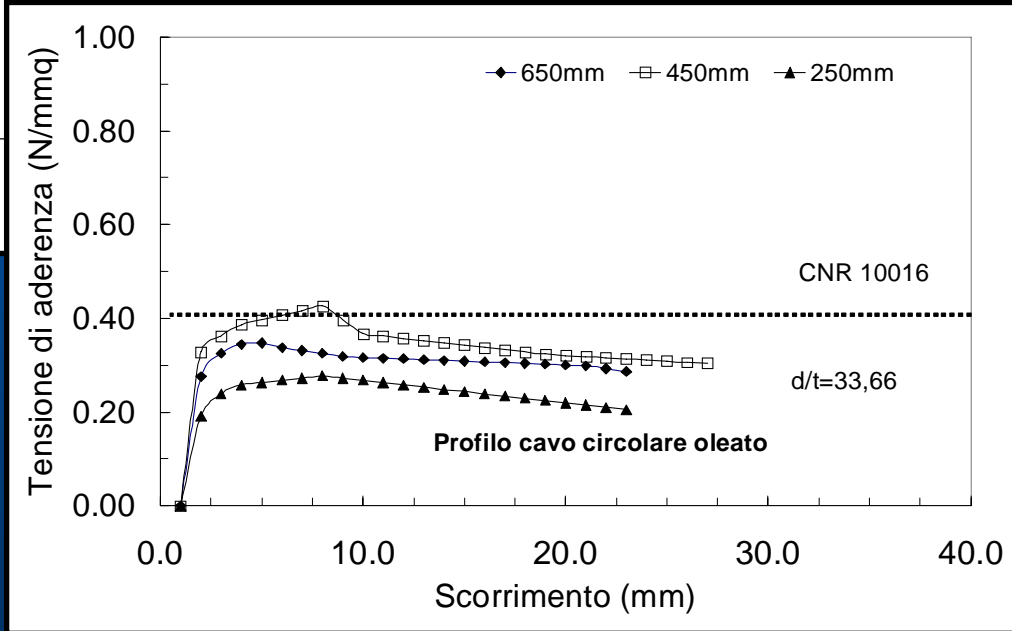


Legami di aderenza in strutture composte acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche

# Stato dell'arte



La presenza di un maggiore quantitativo di inerti fini determina un ritiro maggiore e quindi ad una forza di aderenza più bassa.



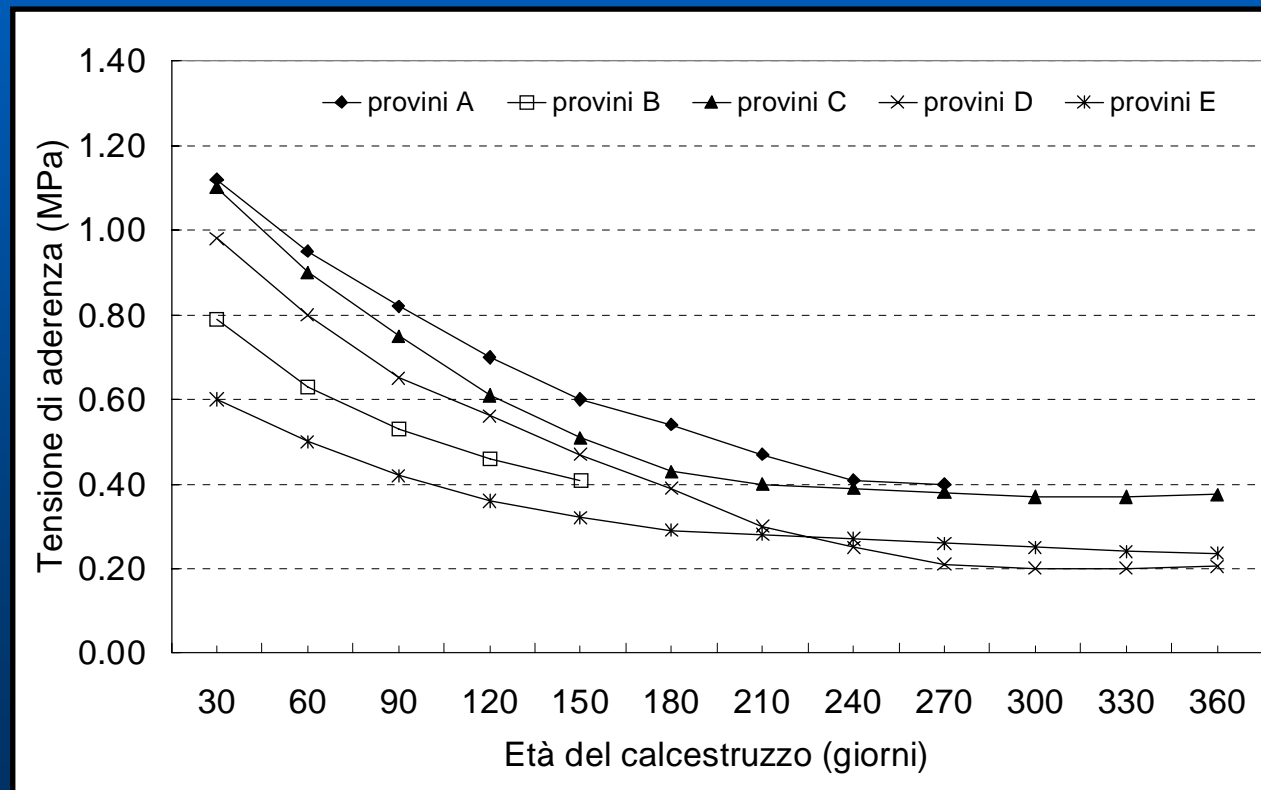
La resistenza è molto sensibile alla rugosità e alle condizioni di interfaccia acciaio-calcestruzzo oltre che alle irregolarità nelle dimensioni interne della sezione di acciaio



Legami di aderenza in strutture composte acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche

# Stato dell'arte

Aderenza è pari a circa il 66 % tra l'età di 14 giorni e 360 giorni.



Variazione forza di aderenza con l'età del calcestruzzo (Hunaiti, 1994)



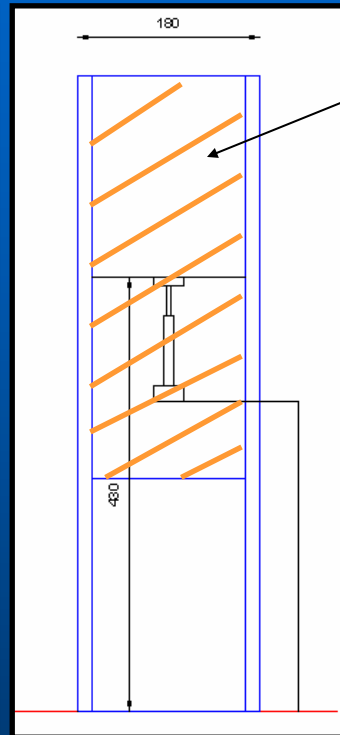
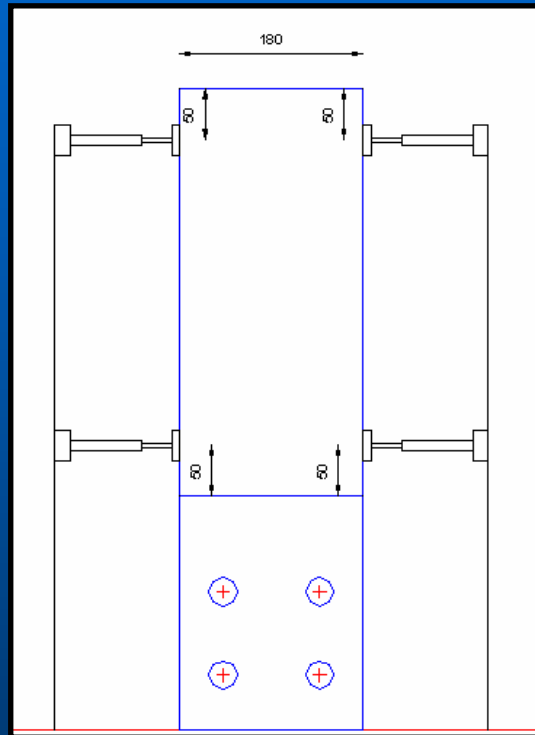
Legami di aderenza in strutture composte acciaio-calcestruzzo sotto azioni cicliche

# Prove sperimentali

PROVA	TIPO CARICO	ARMATURA LONGITUDINALE	TIPO SOLLECITAZIONE
1	MONOTONO		COMPRESSIONE
2	MONOTONO		TRAZIONE
3	MONOTONO *		COMPRESSIONE
4	MONOTONO	√	TRAZIONE
5	MONOTONO	√	COMPRESSIONE
6	CICLICO		COMP/TRAZ
7	CICLICO		COMP/TRAZ
8	CICLICO	√	COMP/TRAZ
9	CICLICO	√	COMP/TRAZ

\* Applicazione di olio lungo le flangie e l'anima del campione prima del getto di calcestruzzo

# Prove sperimentali



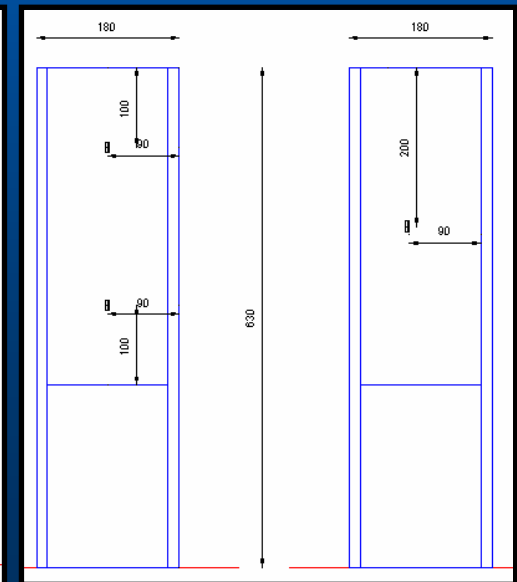
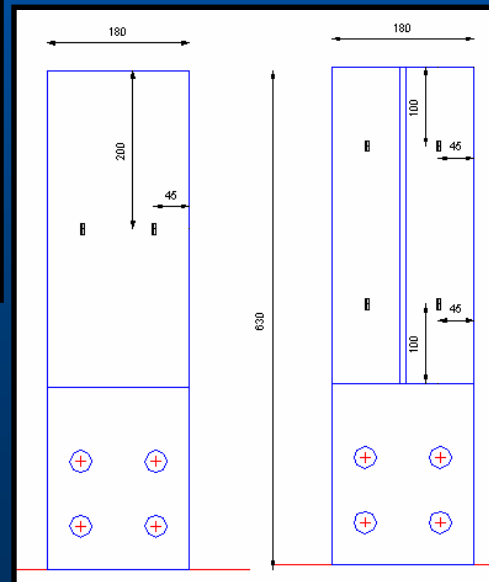
Calcestruzzo

Estensimetri

Flangie

Anime

Trasduttori



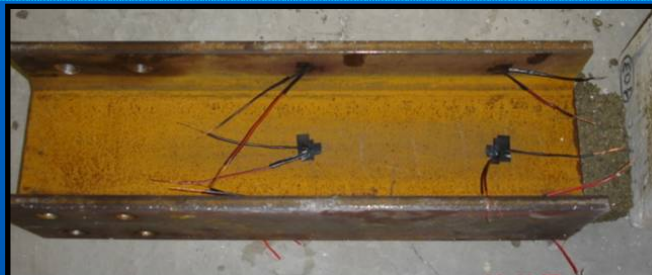


# Provini colonne



**A/C = 0.50**  
**HEB 180 – S275**

**Senza armatura interna**



**Barre per applicare carichi ciclici**

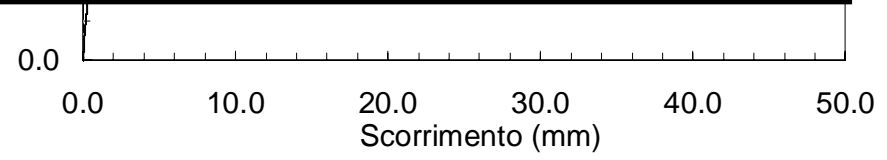
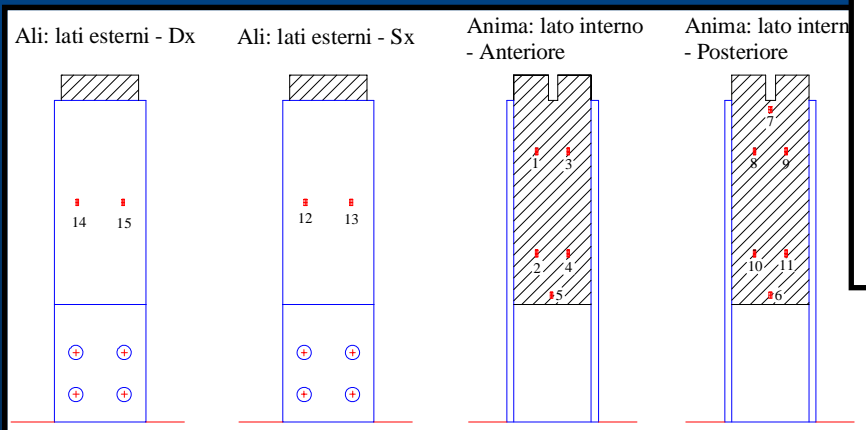
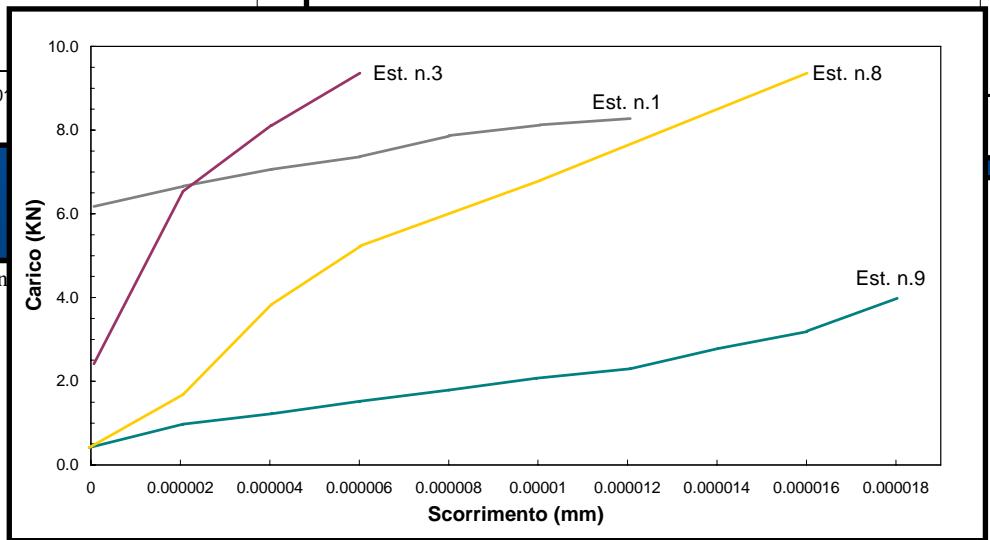
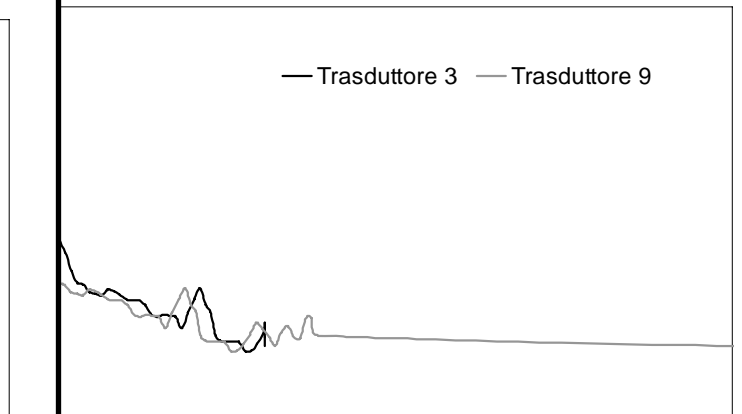
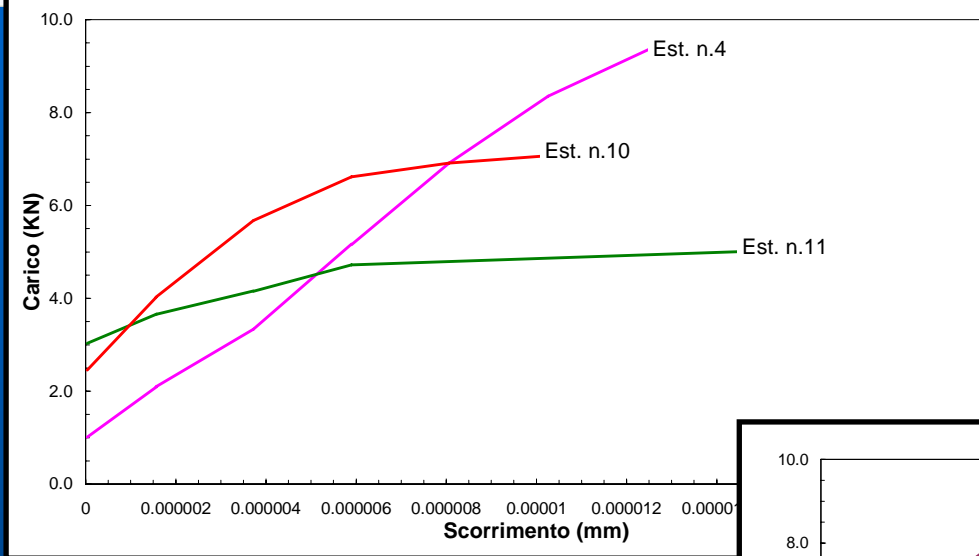


**Armatura interna**





# Primi Risultati







## Conclusioni

- L'aderenza tra profilo metallico e calcestruzzo nelle colonne composte dipende da numerosi fattori fisico-chimico e meccanici, ed in particolare modo dalla tipologia della sezione trasversale.
- I primi risultati sperimentali ottenuti per le prove di compressione dimostrano che i valori delle tensioni tangenziali riportati nelle normative, nazionali ed internazionali, sono molto conservativi;
- I valori massimi delle tensioni tangenziali lungo l'anima e le ali dei profili esaminati sono pari a 0.14 N/mm<sup>2</sup> e 0.41 N/mm<sup>2</sup>. I valori riportati nella CNR10016 (1999) sembrano, peraltro, essere molto prossimi a quelli registrati per le prove di compressione su campioni con le superfici oleate pari a 0.06 N/mm<sup>2</sup> e 0.22 N/mm<sup>2</sup> per l'anima e le ali delle sezioni parzialmente rivestite.
- I valori delle tensioni di aderenza devono essere valutati anche tenendo conto del degrado ciclico associato all'azione sismica.