

## MODALITÀ DI ISCRIZIONE

L'iscrizione si effettua attraverso la nostra pagina WEB <http://www.cism.it/courses/11602/> e versando la quota di iscrizione secondo le modalità riportate.

Le domande verranno accolte, nei limiti della disponibilità dei posti, nell'ordine in cui perverranno alla Segreteria del CISM di Udine.

Per gli ingegneri iscritti all'albo è prevista l'assegnazione di **16 CFP** che saranno riconosciuti solo per la presenza pari ad almeno il 90% del tempo di durata complessiva dell'evento. Durante la registrazione on-line, da effettuarsi entro e non oltre il **24 ottobre**, gli ingegneri interessati ai CFP sono tenuti a segnalare nel campo note l'ordine di appartenenza e il relativo numero di iscrizione.

La quota di iscrizione al corso è fissata in Euro 320,00 (esente IVA art. 10 c.1 n.20/DPR 633/72).

I partecipanti possono usufruire di prezzi agevolati presso alcuni hotel; consultare la pagina WEB del CISM.

## SEDE DEL CORSO

Il Corso organizzato dal CISM (Centro Internazionale di Scienze Meccaniche), si svolge presso il Palazzo del Torso, Piazza Garibaldi, 18 di Udine.

## INFORMAZIONI

Segreteria del CISM  
Centro Internazionale di Scienze Meccaniche  
Palazzo del Torso - Piazza Garibaldi 18  
33100 Udine  
tel. 0432 248511 (6 linee)  
fax 0432 248550  
E-mail: [info@cism.it](mailto:info@cism.it)  
<http://www.cism.it>



# MODELLI, METODI DI CALCOLO E INDICAZIONI NORMATIVE NELL'ANALISI NON LINEARE DELLE STRUTTURE

Coordinato da  
**Luciano Rosati**  
Università di Napoli "Federico II"

Udine, 27 - 28 ottobre 2016

# MODELLI, METODI DI CALCOLO E INDICAZIONI NORMATIVE NELL'ANALISI NON LINEARE DELLE STRUTTURE

I metodi di calcolo non lineari in Ingegneria Civile sono tuttora considerati con scetticismo nella pratica professionale sebbene il loro uso sia ormai ineludibile ed essi siano operativamente adottati in modo tutt'altro che consapevole.

A tal riguardo è sufficiente considerare il carattere puramente convenzionale con cui vengono correntemente eseguite le verifiche di elementi appartenenti a modelli strutturali calcolati con un'analisi dinamica di tipo modale. Infatti, le regole di combinazione delle sollecitazioni associate a ciascun modo comportano la perdita del segno delle sollecitazioni di verifica ed è ben noto che il comportamento di materiali quali calcestruzzo o muratura cambi in maniera significativa a seconda che essi siano soggetti, ad esempio, ad uno sforzo normale di trazione o compressione.

Altro aspetto puramente convenzionale nell'analisi dinamica delle strutture, e tutt'altro che meditato nel giudicare la sicurezza del modello di calcolo, è quello che vede le azioni sismiche applicate secondo due direzioni ortogonali, solitamente coincidenti con quelle utilizzate per assegnare il modello,

pur sapendo che la direzione del sisma è orientata arbitrariamente rispetto alla struttura.

Persino nella verifica più diffusa in ambito strutturale, ovvero quella allo stato limite ultimo delle sezioni, il progettista ignora quasi sempre le potenziali limitazioni delle procedure numeriche che utilizza essendo sostanzialmente legato alle tecniche manuali apprese durante gli studi universitari.

Analogamente, si riscontra sempre più spesso nel mondo professionale un credo fideistico ed acritico nelle illimitate capacità predittive delle procedure di "spinta" o "pushover", attualmente codificate nelle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni, in ciò ignorando che esse sono state concepite per strutture regolari. Viceversa, il loro uso nel caso di strutture reali, solitamente non regolari, è tuttora oggetto di svariate proposte in letteratura. Inoltre, le procedure di spinta sono state originariamente concepite per strutture intelaiate sicché la loro estensione al caso di strutture costituite da telai e pareti è tutt'altro che scontata.

Dunque, la necessità di diffondere strumenti di calcolo non lineari,

in grado di valutare correttamente la capacità portante residua del nostro ingente patrimonio edilizio nonché di progettare nuove strutture, è oggi diventata una realtà non ulteriormente procrastinabile.

Tutto ciò premesso scopo del corso è quello di sensibilizzare i progettisti ad un uso corretto e consapevole dei sofisticati software non lineari oggi disponibili sul mercato, illustrando le ipotesi e le principali limitazioni di alcune delle procedure di calcolo correntemente utilizzate per l'analisi non lineare delle strutture. Parallelamente verranno illustrati i principali risultati di alcuni studi e ricerche, di recente pubblicazione, finalizzati alla risoluzione di problemi strutturali non lineari di interesse applicativo.

Per l'inevitabile limitatezza del tempo a disposizione, il corso si focalizzerà sugli argomenti di maggiore attualità. In particolare verranno affrontati

1. Una disamina delle principali formulazioni e dei corrispondenti algoritmi numerici impiegati nell'analisi non lineare delle strutture.

2. L'analisi limite e di adattamento (shakedown) di edifici in c.a. e le relazioni esistenti con la verifica

allo stato limite ultimo di elementi strutturali.

3. La modellazione agli elementi finiti di connessioni metalliche.

4. Un confronto tra le indicazioni normative ed i risultati di strategie numeriche avanzate per la valutazione della capacità portante di strutture metalliche snelle.

5. La discussione di alcuni esempi pratici di adeguamento sismico di edifici esistenti.

6. Il calcolo dei profili di classe 4 soggetti ad instabilità locale e distorsionale ed il loro uso per l'analisi di strutture di copertura.

7. La verifica sismica di volte in muratura con una procedura che generalizza al caso 2D il metodo dei poligoni funicolari.

8. L'introduzione di spettri torsionali, per l'analisi sismica di edifici in c.a., da impiegare, anche in assenza di impalcati rigidi, in alternativa all'uso della cosiddetta eccentricità accidentale.

## PROGRAMMA DELLE LEZIONI

### 27 ottobre 2016

- 8.30 - 9.00 Registrazione dei partecipanti.  
9.00 - 11.00 L'analisi non lineare nella verifica delle strutture: principi e metodi. (Casciaro)  
11.00 - 11.15 Intervallo  
11.15 - 13.15 Analisi limite di edifici in c.a. (Garcea)  
PRANZO  
14.30 - 16.30 Modellazione agli elementi finiti di connessioni metalliche: problemi e prospettive. (Rugarli)  
16.30 - 16.45 Intervallo  
16.45 - 18.45 Capacità portante di strutture metalliche snelle: strategie numeriche e indicazioni normative. (Madeo)

### 28 ottobre 2016

- 8.30 - 10.30 Esempi di adeguamento sismico di edifici esistenti. (Ponzo)  
10.30 - 10.45 Intervallo  
10.45 - 12.45 Sul calcolo delle travi in parete sottile soggette ad instabilità locale e distorsionale. (De Miranda)  
PRANZO  
14.00 - 16.00 Il metodo delle superfici funicolari per la verifica sismica di volte in muratura. (Marmo)  
16.00 - 16.15 Intervallo  
16.15 - 18.15 L'uso di spettri torsionali per la verifica sismica di edifici irregolari (Sessa)

## ELENCO DEI DOCENTI

Prof. Luciano ROSATI  
Università degli Studi di Napoli  
"Federico II"

Prof. Stefano DE MIRANDA  
Università di Bologna

ing. Francesco MARMO  
Università degli Studi di Napoli  
"Federico II"

Ing. Paolo RUGARLI  
CASTALIA srl - Milano

Prof. Raffaele CASCIARO  
Università degli Studi della Calabria

Prof. Giovanni GARCEA  
Università degli Studi della Calabria

Prof. Carlo Felice PONZO  
Università degli Studi della Basilicata

ing. Salvatore SESSA  
Università degli Studi di Napoli  
"Federico II"

ing. Antonio MADEO  
Università della Calabria