

## QUOTA DI PARTECIPAZIONE

La quota di partecipazione al corso, comprensiva di materiale didattico, pranzi e coffee break è di: 400,00 Euro (+IVA 20%) (*Costo per i soci NAFEMS 300,00 Euro +IVA 20%*).

## SCHEDA DI ISCRIZIONE

Nome e Cognome \_\_\_\_\_  
Azienda/Ente \_\_\_\_\_  
Indirizzo \_\_\_\_\_  
Comune \_\_\_\_\_ CAP \_\_\_\_\_ Prov. \_\_\_\_\_  
Tel \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_  
P. IVA \_\_\_\_\_  
Email \_\_\_\_\_  
Data \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Si prega di inviare la scheda di prenotazione **via fax al numero 035-362970, allegando copia del bonifico bancario** di Euro 480,00 (IVA compresa) (*Euro 360,00 IVA compresa per i soci Nafems*) effettuato a favore di TCN S.Cons.a r.l. via Malfatti, 21 - 38100 Trento sul c/c 03/304330, ABI 08304, CAB 01804 della CASSA RURALE DI TRENTO Ag. Via Don Sordo.

IBAN: IT35 S 08304 01804 000003304330 - BBAN: S 08304 01804 000003304330

La fattura verrà inviata dopo lo svolgimento del corso.

*L'iscrizione ed il pagamento del corso (tramite carta di credito o bonifico bancario) possono essere effettuate anche collegandosi all'indirizzo web: [www.consorziotcn.it](http://www.consorziotcn.it).*

*E' fissato il numero massimo di 25 partecipanti al corso.*

**L'attestato di partecipazione è valido con riferimento all'iniziativa europea dell'albo degli analisti certificati.**

## SEDE

EnginSoft - Sede di Bergamo  
Uscita Casello di BERGAMO.

Alla prima rotonda seguire per Val Seriana e Val Brembana (seconda via sulla destra).

Alla seconda rotonda con semaforo proseguire ancora in direzione valli bergamasche.

All'altezza del distributore API (sulla destra) girare a sinistra in direzione Val Brembana e Ponte Ranica, scendendo nel sottopasso.

Proseguire sul cavalcavia e girare a destra alla prima traversa seguendo le indicazioni per il Centro Don Orione.

La sede EnginSoft si trova immediatamente a destra, accanto alla ditta di trasporti.

*Per maggiori informazioni sulla sede del corso visitare il sito [www.consorziotcn.it](http://www.consorziotcn.it)*

## PER ULTERIORI INFORMAZIONI

**Segreteria Organizzativa - Sig.ra Mirella Prestini**

**Consorzio TCN**

Via Galimberti, 8/D - 24124 Bergamo

Tel. 035-368711 - Fax. 035-362970

[info@consorziotcn.it](mailto:info@consorziotcn.it)

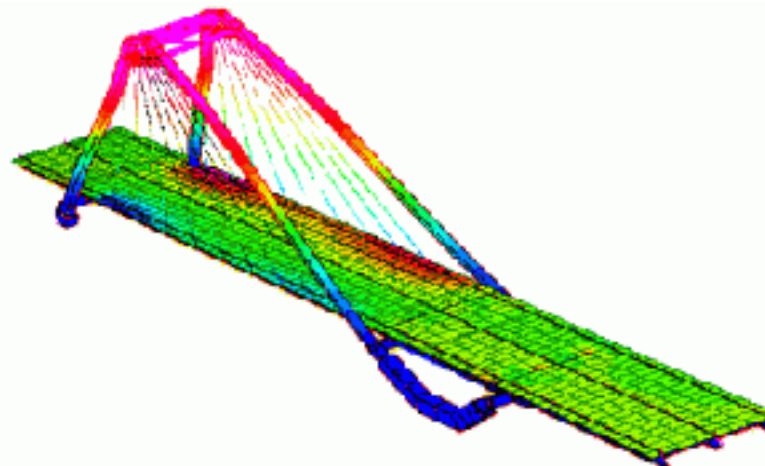
# TCN

Tecnologie per il calcolo numerico  
:: Centro Superiore di Formazione

CORSI DI FORMAZIONE 2005

INGSBTA04-05

## Metodo degli elementi finiti Applicazioni per l'ingegneria civile



Bergamo - Aprile 5-6, 2005

Il corso è inserito nel programma di formazione 2005 del Consorzio TCN (Tecnologie per il Calcolo Numerico). Fondato dal CRS4 (Cagliari), dal Centro Ricerche Fiat (Orbassano), dall'ITC-IRST (Trento) e dalla EnginSoft (Trento), il Consorzio ha l'obiettivo di promuovere attività di Alta Formazione per preparare, attraverso percorsi formativi mirati, le risorse chiave per assicurare la competitività delle imprese, sfruttando le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie. [www.consorziotcn.it](http://www.consorziotcn.it)

# Metodo degli elementi finiti

## Applicazioni per l'ingegneria civile

INGSBTA04-05

*Livello: base*

*Tipologia: corso teorico/applicativo*

*Docenti: prof. Stefano Odorizzi, Università di Padova*

### DESCRIZIONE INTRODUTTIVA

Il calcolo delle strutture pone al progettista ed allo strutturista una varietà di problemi di diversa complessità, affrontati, nel passato, con metodi specifici e formulazioni variamente approssimate. Oggi i codici di calcolo commerciali basati sul metodo degli elementi finiti, o, quanto meno, sulle formalizzazioni di questo, permettono di utilizzare un unico strumento per ampie categorie di problemi, sia in analisi di insieme, che di dettaglio.

L'impiego dei modelli può fornire - se l'utilizzazione è consapevole e consistente rispetto agli obiettivi del calcolo - informazioni di dettaglio e precisione capaci di far apprezzare i margini di sicurezza con cui si opera e di valorizzare, quindi, l'intuizione e la capacità progettuale del professionista.

### OBIETTIVI

Come tutti i metodi numerici anche il metodo degli elementi finiti fornisce soluzioni approssimate. Queste dipendono dalla formulazione, ed hanno implicazioni dirette sulla scelta del modello adatto, sulla suddivisione in elementi, sull'imposizione delle condizioni al contorno e delle condizioni di carico, e sui valori assegnati ai parametri che controllano la soluzione. Una volta risolto il modello, occorre poi saper analizzare i risultati, traendo informazioni utili per le finalità progettuali.

Ragionare astrattamente su questi temi è relativamente facile: il metodo è consolidato e - se ci si limita alla teoria di base - elementare e ben documentato.

Obiettivo principale del corso è, invece, quello della concretezza. Il punto di vista è quello dell'utilizzo delle tecnologie software disponibili nell'attività quotidiana del progettista e dello strutturista. Va capito quando ha senso ricorrere ad un modello ad elementi finiti, sia in ragione della significatività e precisione dei risultati ottenibili, sia in ragione della complessità formale del calcolo, sia rispetto ai dati disponibili. Si tratta di affrontare un processo di approssimazione in modo coerente: scegliere il modello adatto, utilizzare il miglior compromesso rispetto alla qualità in sede di generazione della suddivisione in elementi, descrivere correttamente il comportamento dei materiali e le condizioni di sollecitazione, rappresentare i risultati e valutarne il grado di precisione.

Questo è vero per qualsiasi applicazione del metodo, ma ha riflessi particolari per le applicazioni all'ingegneria civile. E, questo, - per la tipologia degli elementi finiti più frequentemente utilizzati: non formulazioni nel continuo ma, piuttosto, specializzate a travi, piastre, gusci, funi, ...;

- per i materiali trattati: acciaio, calcestruzzo, murature, strutture miste, terreno, rocce, legno

- per i problemi presentati: strutture massive in cls, che risentono del fluage, strutture precomprese, strutture in acciaio che presentano vari problemi nei confronti della stabilità dell'equilibrio, interazione con il terreno (ed, a volte, con l'acqua), strutture miste, strutture ipostatiche, componenti prefabbricati, ...;

- per le soluzioni richieste: analisi sismica con il metodo dello spettro di risposta, non-linearità particolari, ..

Va poi osservato che le strutture civili sono dei "prototipi", ovvero delle realizzazioni uniche, e che non vi è, per esse, se non una marginale possibilità di aggiustare il tiro ricorrendo alla sperimentazione diretta: ci si deve, cioè, fidare del calcolo.

### DESTINATARI

Progettisti e strutturisti che vogliono accostarsi all'utilizzo del metodo, comprendendone caratteristiche e potenzialità rispetto alla pratica progettuale.

Utenti di codici di calcolo commerciali, che vogliono meglio riferire la propria esperienza ai presupposti del metodo e, soprattutto, affrontare criticamente la varietà delle problematiche di calcolo ricorrenti in ingegneria civile.

### MATERIALE DIDATTICO

Data la natura introduttiva del corso non sono necessarie conoscenze specifiche nel campo dell'analisi numerica. Per tanto si ritiene che il corso possa essere di beneficio non solo ai laureati in ingegneria od in altre discipline scientifiche, ma anche ai diplomati tecnici, qualora essi possiedano una sufficiente cultura matematica e fisica di base. Pur non trattando nel dettaglio gli sviluppi matematici e numerici, se ne danno comunque tutti i riferimenti, per chi volesse approfondire ulteriormente gli argomenti.

### PROGRAMMA

#### **PRIMA GIORNATA**

- 09.30 Benvenuto
- 09.45 Introduzione. Obiettivi del corso. Definizioni intuitive. Consistenza dei processi di approssimazione
- 10.15 Sistemi di travi. Derivazione diretta e numerica delle matrici ricorrenti. Implicazioni dei diversi approcci. Generalizzazioni
- 11.15 Pausa caffè
- 11.30 Definizione del metodo. Assunzioni, fasi della derivazione, approssimazioni.
- 12.30 Formulazione diretta nel continuo
- 13.30 Pausa pranzo
- 14.00 Funzioni di forma. Famiglie di elementi finiti.
- 15.00 Coordinate curvilinee, Integrazione numerica
- 16.00 Pausa caffè
- 16.15 Dominio di analisi e scelta del modello
- 17.30 Conclusione

#### **SECONDA GIORNATA**

- 09.30 Risposta statica lineare. Metodi di soluzione. Esempificazioni
- 10.30 Post-processamento. Significato delle variabili.
- 11.15 Pausa caffè
- 11.30 Analisi dinamiche lineari. Esempificazioni
- 12.30 Il metodo dello spettro di risposta. Esempificazioni
- 13.30 Pausa Pranzo
- 14.00 Stabilità dell'equilibrio. Esempificazioni
- 15.00 Applicazioni non lineari. Cenni
- 16.00 Pausa caffè
- 16.15 Stima dell'approssimazione e dell'errore
- 16.45 Categorie di problemi applicativi
- 17.30 Conclusione