1. PROGETTAZIONE STRUTTURALE

1.1. La terminologia

L'Eurocodice 2 "*Design of concrete structures*" riporta alcune definizioni comuni a tutti gli EC:

- Costruzione: "*Qualsiasi cosa che venga costruita o sia il risultato di operazioni di costruzione. Questo termine riguarda sia gli edifici, sia le opere di ingegneria civile. Esso si riferisce all'intera costruzione e comprende gli elementi strutturali e quelli non strutturali*"
- Esecuzione: *"L'attività di creare un edificio o un'opera di ingegneria civile."*
- Sistema costruttivo: *"Indicazione del principale materiale strutturale (cemento armato, acciaio, muratura, ecc...)"*
- Procedimento esecutivo: *"Metodo col quale la costruzione viene realizzata (gettata in sito, prefabbricata)"*
- Struttura: *"Insieme organizzato di parti fra loro connesse e progettate in modo tale da ottenere una resistenza e rigidezza adeguata."*

1.2. Finalità e requisiti

Le finalità funzionali primarie di una costruzione sono:

- *Isolare* un certo volume di spazio per difenderlo dalle azioni dell'ambiente esterno (vento, neve, pioggia, variazioni di temperatura, incendio ecc…)
- *Sostenere* i carichi verticali fissi o mobili (azioni antropiche ed ambientali)
- *Contenere* le spinte o le azioni orizzontali

Limitandosi alla parte strutturale si possono individuare alcuni *requisiti essenziali* da soddisfare:

- Resistenza e stabilità – *Sicurezza nei confronti di Stati Limite Ultimi (SLU)*: capacità della struttura di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera. Questo implica la necessità di tener conto in fase progettuale dei valori estremi delle azioni, caratterizzati da un periodo di ritorno, ad esempio 50 anni o più, nonché dai danneggiamenti indotti dalla fatica e dalla corrosione.

- Efficienza funzionale o funzionalità – *Sicurezza nei confronti di Stati Limite di Esercizio (SLE)*: capacità della struttura di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio, ovvero capacità della struttura di rimanere adeguata al normale uso per cui è stata concepita. Consiste, ad esempio, nel controllo delle deformazioni, delle vibrazioni e della fessurazione del calcestruzzo.

- Durabilità: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione.

  Conservazione nel tempo delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture; è una proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano garantiti durante tutta la vita utile di progetto (vita nominale) dell'opera.

- Robustezza: capacità della struttura di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti (ed errori umani in genere).

- Sicurezza antincendio: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto.

Riassumendo:

l'obbiettivo principale della progettazione è quindi garantire che la struttura sia in grado di svolgere la sua funzione, con il richiesto grado di affidabilità e con costi contenuti, durante la vita di progetto prevista, il che implica che le strutture e gli elementi strutturali devono essere progettati, eseguiti e mantenuti soddisfacendo i requisiti fondamentali di resistenza ultima, di funzionalità, durabilità, di robustezza e sicurezza antincendio.

La struttura deve quindi risultare "*idonea*" durante tutto il suo utilizzo e se ciò non accade ne sono responsabili tutti i soggetti coinvolti nella progettazione ed esecuzione (progettista, direttore dei lavori, costruttore, collaudatore, ecc..).

1.3. Processo progettuale

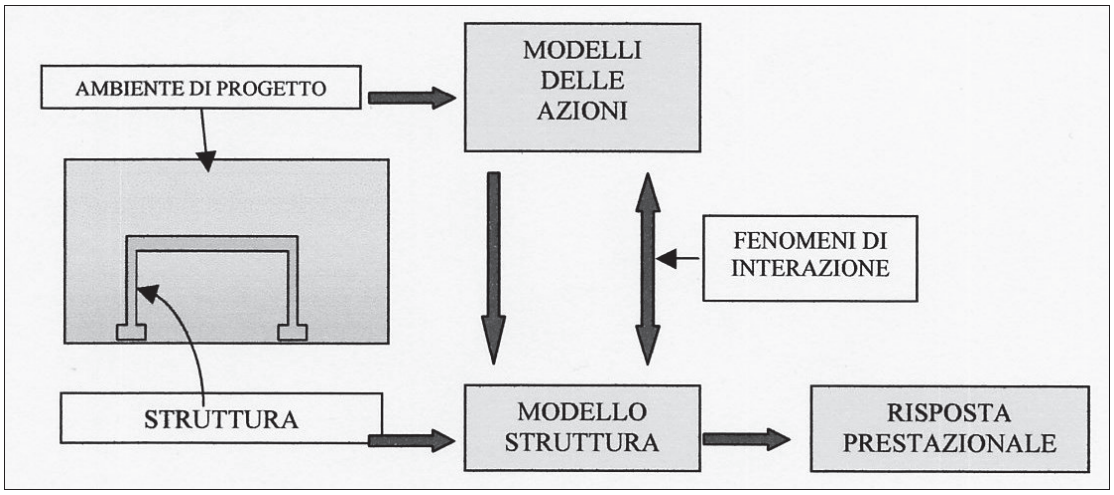
Il primo passo del processo progettuale, il più delicato, è certamente la "concezione del sistema strutturale". La scelta del sistema costruttivo e dello schema/sistema strutturale deve necessariamente tener conto di:

- natura del suolo,
- aspetti realizzativi / esecutivi,
- aspetti estetici,
- aspetti economici.

Il buon esito dell'opera, dipende essenzialmente dalla concezione della struttura, più che da elaborati processi di calcolo e perfezionamenti.

Successivamente si passa
- alla definizione di un modello per lo schema geometrico, per il materiale e per i carichi;
- alla sua risoluzione (analisi strutturale), cioè alla determinazione di deformazioni e tensioni;

Infine, si esegue
- il dimensionamento degli elementi strutturali,
- la verifica degli elementi strutturali, per controllare che la struttura sia in grado di sopportare le azioni che la sollecitano durante la sua vita utile.



Progettare significa dunque

ideare, disegnare, calcolare e realizzare

la struttura *più adatta* per risolvere razionalmente il problema specifico proposto, sotto

l'aspetto statico, esecutivo, estetico ed economico.

1.4. Definizione dei modelli di calcolo

Modellare significa essenzialmente "*schematizzare semplificando*"

Un modello di calcolo:

- è un modello matematico che correla l'azione con l'effetto dell'azione (es. azione e sollecitazione, azione e tensione, azione e spostamento, azione e risposta statica/dinamica);
- costituisce una schematizzazione del comportamento dell'organismo o del componente strutturale in esame;
- comporta l'introduzione di alcune ipotesi semplificative del comportamento reale (del sistema considerato e/o dei suoi vincoli e/o dei carichi agenti);
- fornisce risultati tanto più vicini ai regimi sollecitativi, tensionali e deformativi reali quanto più la schematizzazione è aderente alla realtà;
- comporta inevitabilmente la necessità di una valutazione critica dei risultati dell'analisi strutturale conseguente, tanto più attenta quanto maggiore è il livello di semplificazione raggiunto;
- non dovrebbe mai condurre ad una diminuzione della sicurezza e quindi va adottato dopo una attenta valutazione della tipologia strutturale e dei suoi vincoli;

Il processo progettuale richiede inevitabilmente la definizione di:

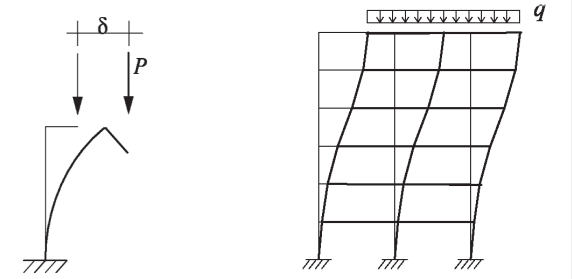
- un modello per lo schema geometrico
  di strutture complesse,
  di singoli elementi strutturali
  di singoli dettagli del comportamento di elementi strutturali.
- un modello per i carichi applicati / azioni agenti
- un modello per i vincoli
- un modello per i legami costitutivi dei materiali

In linea generale occorre usare in ogni situazione il modello più semplice (tra quelli validi per il caso in esame) e soprattutto usare *solo modelli di cui si capisca bene il significato*. Nello stesso tempo è importante usare modelli elementari, semplificati, "grossolani", che forniscano immediatamente l'ordine di grandezza delle sollecitazioni e del comportamento globale della struttura, in modo da poter controllare i risultati di modelli più sofisticati e, generalmente, difficili da dominare.

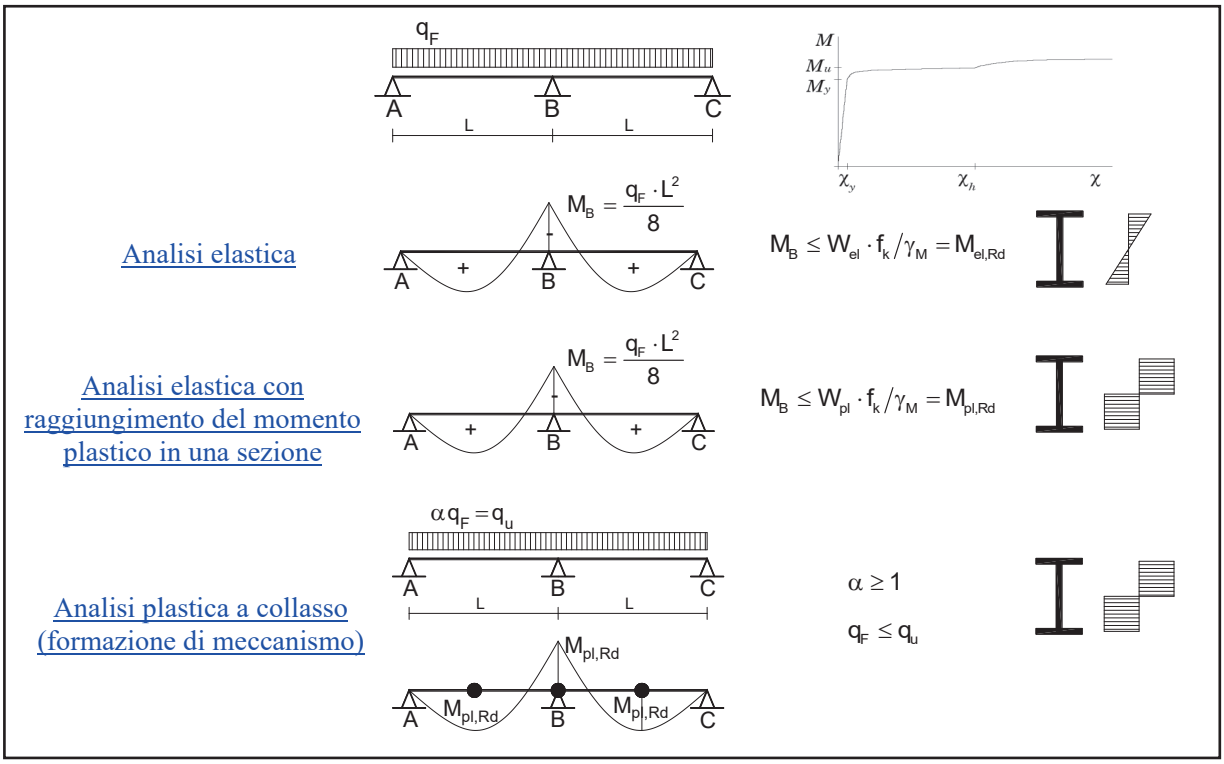
1.5. Analisi strutturale

Determinazione della risposta della struttura in termini di sollecitazioni (tensioni) e deformazioni.

1) Chiarire e capire come il comportamento della struttura sia influenzato da:

Variabilità nel tempo delle azioni agenti →	− azioni transitorie in fase di costruzione − azioni permanenti (pesi propri) − azioni variabili statici o dinamici (analisi statica o dinamica)
Legge costitutiva dei materiali →	− comportamento elastico − comportamento elastico-perfettamente plastico − comportamento elasto-plastico
Non linearità geometriche →	

2) Scelta del tipo di analisi



Riferimenti bibliografici essenziali

- "Il cemento armato" – A. Ghersi – Flaccovio Editore
- "Progettare costruzioni in acciaio" – G. Ballio e C.Bernuzzi – Heopli
- "Norme tecniche per le costruzioni" a cura di D. Guzzoni - Il Sole24 ore
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC2008"
- Circolare 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC2018"
- Circolare 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018