

---

**Università degli Studi di Udine**  
**Facoltà di Ingegneria**

---

---

**tesi di laurea di Francesco Alessandrini**  
**relatore prof. Gianpietro Del Piero**

---

---

**analisi limite**  
**applicata ad un**  
**problema di interazione**  
**terreno - fondazione**

---

---

**anno accademico 1982/83**

---

## CAPITOLO 1

## L'ANALISI LIMITE

1.1. Introduzione.

"...ut tensio sic vis"

Robert Hooke, 1679

De Potentia Restitutiva or of a spring (24).

Con questa famosa affermazione, nota da oltre 300 anni come "legge di Hooke", si diede il via alla moderna teoria della elasticità. Essa studia i "materiali elastici" e cioè quelli che, dopo essersi deformati in modo proporzionale al carico applicato, riprendono la forma iniziale una volta che il carico stesso viene rimosso.

Per certi materiali, il modello "elastico" riproduce con sufficiente approssimazione il reale comportamento fino a rottura. Si tratta però di materiali appartenenti a una classe ben particolare, quella dei materiali "fragili".

La massima parte dei materiali si comporta in modo notevolmente diverso: essi, dopo la fase iniziale elastica, presentano un comportamento "duttile", cioè un periodo di grandi deformazioni accompagnato dalla comparsa di deformazioni permanenti, non più recuperabili una volta rimosse le forze agenti (fig. 1.1).

Lo studio dei materiali di questo tipo, sollecitati oltre il limite elastico, forma l'oggetto della teoria della plasticità.

Malgrado la presenza dei fenomeni plastici, la base tradizionale del calcolo strutturale è il metodo delle "tensioni ammissibili" che presuppone un comportamento elastico del materiale fino a rottura, trascurando così le riserve di resistenza che la fase plastica può fornire; di conseguenza, il grado di sicurezza con il quale vengono progettate tradizionalmente le strutture è maggiore di quanto si supponga nel calcolo elastico.

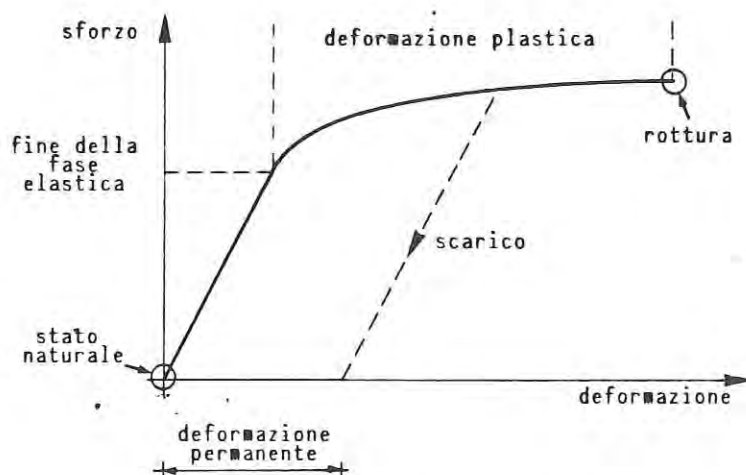


FIGURA 1.1: curva sforzo-deformazione di un materiale elasto-plastico

È noto infatti che la resistenza di una struttura, costituita da materiale duttile, non è esaurita quando si raggiungono gli stati tensionali limite in un solo punto, se la struttura stessa è in grado di ridistribuire le tensioni; non c'è dunque motivo di trascurare queste capacità di "riorganizzare" la resistenza ai carichi.

Inoltre le tensioni massime di esercizio che si usano nel calcolo elastico rappresentano valori medi delle tensioni effettivamente presenti; si trascura infatti l'eventuale presenza di autotensioni (ad es. le tensioni residue presenti nei profilati per effetto della laminazione) ed effetti di concentrazione di tensioni dovuti, ad es., alla presenza di spigoli vivi o intagli. Se si tenesse conto di ciò, si avrebbero in

molti punti tensioni superiori ai limiti di snervamento e, se non si potesse far affidamento sulla duttilità dei materiali, molte strutture progettate con il calcolo elastico non potrebbero sostenere i carichi di progetto. Tanto vale, allora, abbandonare il calcolo elastico, rigoroso solo formalmente, e verificare la sicurezza della struttura con il calcolo plastico.

Il calcolo plastico però presenta degli inconvenienti.

Infatti, nel modello di comportamento elastoplastico, la deformazione non viene a dipendere solo dal carico attuale, come avviene in fase elastica, ma da tutta la storia passata della sollecitazione, e cioè dalla successione dei carichi intermedi attraverso i quali, partendo da un dato valore iniziale, si è pervenuti al valore finale del carico. Di conseguenza lo studio dei materiali elastoplastici richiede un'analisi di tipo "incrementale", che segue cioè passo passo la tensione e la deformazione del corpo nello svolgersi della storia di carico, con notevole aggravio rispetto al calcolo di tipo elastico.

Ora però, dato che è proprio la rottura di tipo plastico la responsabile del collasso in moltissimi problemi strutturali e soprattutto nella meccanica dei suoli, con cui avremo a che fare in questo lavoro, è importante disporre di una tecnica che permetta di calcolare rapidamente e in modo diretto il carico che provoca il collasso.

Una tecnica di questo tipo, alternativa al laborioso approccio incrementale, esiste ed è nota sotto il nome di ANALISI LIMITE.