PROGETTO DI EDIFICI ANTISISMICI IN CEMENTO ARMATO

Ascoli Piceno, 17-18 maggio 2019

01 – Evoluzione della normativa e obiettivi della progettazione

Docente del corso

AURELIO GHERSI

Corso organizzato da: FONDAZIONE DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

Evoluzione della normativa

EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA - fine del XX secolo e inizio del XXI

FONDAZIONE INGEGNERI ASCOLI PICENO

Normativa italiana

- Decreti Ministeriali Fondati sulle leggi 1086/71 e 64/74 (poi unificate nel Testo Unico per l'Edilizia DPR 380/01)

- Norme sintetiche (poche decine di pagine)
- Intese come prescrittive, cogenti (cioè da applicare nei singoli dettagli)

Normativa europea

- Eurocodici
  Anni '90 come ENV, norme europee provvisorie
  Dopo il 2000 come EN, norme europee

- Norme molto ampie (molte centinaia di pagine)
- Intese come prestazionali (distinzione tra principi e regole applicative)

Normativa italiana, inizio XXI secolo

- **2003 – OPCM 3274 e successive**

  Riprendono sostanzialmente gli Eurocodici

- **2005, 2008 ed infine 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni**

  Ribadiscono la concordanza con gli Eurocodici

- **È oggetto di lunghi dibattiti il termine "norme prestazionali" …**

  … ma in sostanza non ha senso applicarle se non accettando la distinzione tra principi e regole applicative

FONDAZIONE INGEGNERI ASCOLI PICENO

Distinzione tra

- **Principi**
  obiettivi da raggiungere, obbligatori
- **Regole applicative**
  come farlo, consigli autorevoli ma non obbligatori

è alla base della normativa europea e deve esserlo anche per la normativa italiana

I principi non cambiano

Le regole applicative si modificano
(perché le conoscenze scientifiche evolvono)

Si noti che anche in passato esistevano

- **Le norme, molto sintetiche**
- **I criteri di buona progettazione, non scritti nella normativa, ma fondamentali per realizzare una buona opera**

I principi non cambiano

Le regole applicative si modificano
(perché le conoscenze scientifiche evolvono)

FONDAZIONE INGEGNERI ASCOLI PICENO

Oggi:

- **Nuova versione delle Norme Tecniche per le Costruzioni**
  - **D.M. 17/1/2018**
- **Nuova versione della Circolare applicativa**
  - **Circolare 21/1/2019**

Ma anche:

- **Definizione di classe di rischio sismico**
  - **Contenuta nel D.M. 28/2/2017**

Nel prossimo futuro:

- **Nuova versione degli Eurocodici**
  - **lavoro in corso, con tempi non ben definiti, ma che toccherà un po' tutti gli Eurocodici**

In tutto questo:

- **I principi non cambiano …**
  … ma le regole applicative si modificano?

FONDAZIONE INGEGNERI ASCOLI PICENO

Aspetti di immediata percezione:

- **Nuova terminologia**
- **Nuova organizzazione del testo di alcuni capitoli delle NTC**

Nuova terminologia

- **q, fattore di struttura →** **fattore di comportamento**
- **criterio di gerarchia delle resistenze →** **progettazione in capacità**
- **classe di duttilità B (bassa duttilità) →** **(media duttilità)**
- **zone critiche →** **zone dissipative**

Con un po' di fatica ci abitueremo ad usarli

Aspetti di immediata percezione:

- **Nuova terminologia**
- **Nuova organizzazione del testo di alcuni capitoli delle NTC**

Nuova organizzazione del testo di alcuni capitoli delle NTC

- **Informazioni riunite in tabelle che prima non esistevano**
- **Informazioni spostate in altri punti**

È sicuramente una razionalizzazione del testo, ma richiede un po' di studio per abituarsi e ritrovare le informazioni

Rende meno facile il confronto con la versione precedente delle NTC

FONDAZIONE INGEGNERI ASCOLI PICENO

Aspetti nascosti nel testo:

- **Modifiche di regole applicative**
- **Modifica di coefficienti**

⬇

- **Il modo di procedere nella progettazione strutturale non cambia in maniera sostanziale**
- **I risultati numerici possono essere diversi**

Ma che ce ne importa?
Tanto c'è il programma di calcolo che ne tiene conto

Non è vero:

- **Queste variazioni possono incidere sulle scelte di base del progettista**

Cosa hanno prodotto 10 anni di applicazione delle NTC (accoppiate all'uso di programmi molto sofisticati) ?

In media:

- **Sicuramente strutture con sezioni maggiori che nel passato (e armature molto maggiori)**

In molti casi:

- **Strutture concepite senza tener conto dei "criteri di buona progettazione"**
  (ad esempio, nessun rispetto di regolarità)
- **Strutture sproporzionatamente costose**

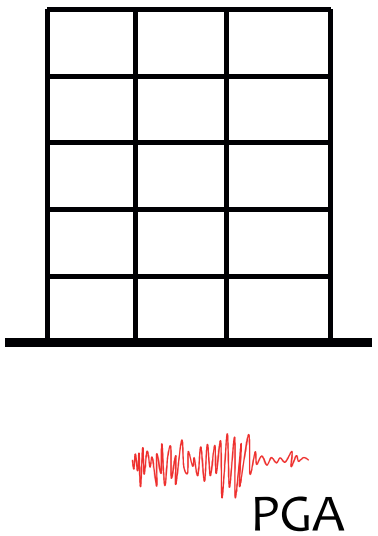
Cosa ho riscontrato in sopraluoghi dopo gli eventi sismici degli ultimi quasi 40 anni?

- **Numerosi crolli in edifici in c.a. non progettati per azione sismica**
- **Frequenti danni strutturali collegati a irregolarità**
- **Frequenti danni molto rilevanti agli elementi di tamponatura, anche in edifici progettati per azione sismica che non hanno avuto danni strutturali rilevanti**

Ho la sensazione che le norme sismiche siano efficaci nell'evitare il crollo, ma colgano meno bene gli aspetti della regolarità e del danneggiamento non strutturale

Problematiche
della progettazione antisismica

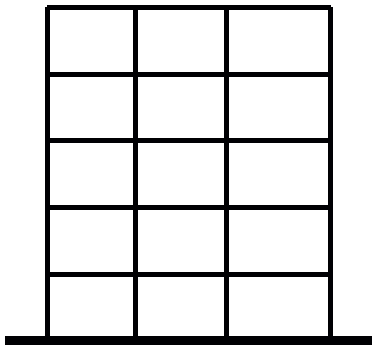
La struttura è soggetta ad azione sismica



Terremoto = movimento della terra

Quali effetti può produrre?

La struttura è soggetta ad azione sismica



Terremoto = movimento della terra

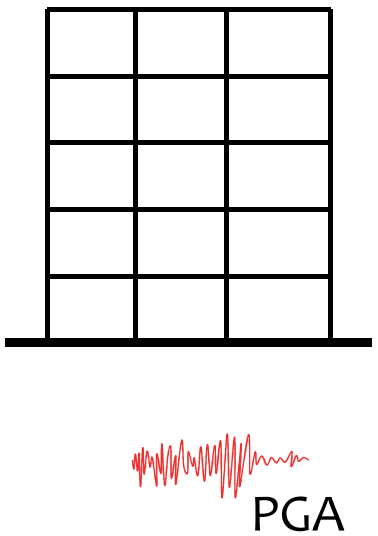
PGA

1. Quale azione sismica considerare nel sito ove sorgerà la costruzione?

⇩

Pericolosità sismica di un sito

La struttura è soggetta ad azione sismica

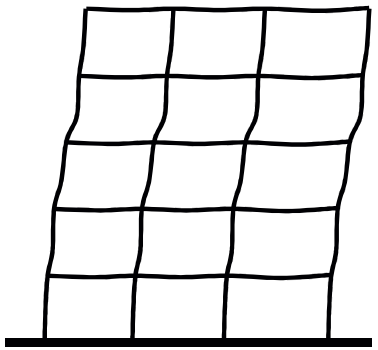


Terremoto = movimento della terra

2. In che modo tener conto dell'azione sismica?

La struttura è soggetta ad azione sismica

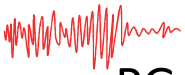
Per intensità del sisma (PGA) crescente



Risposta dinamica:

Schema a un grado di libertà

Schema a più gradi di libertà



PGA_1

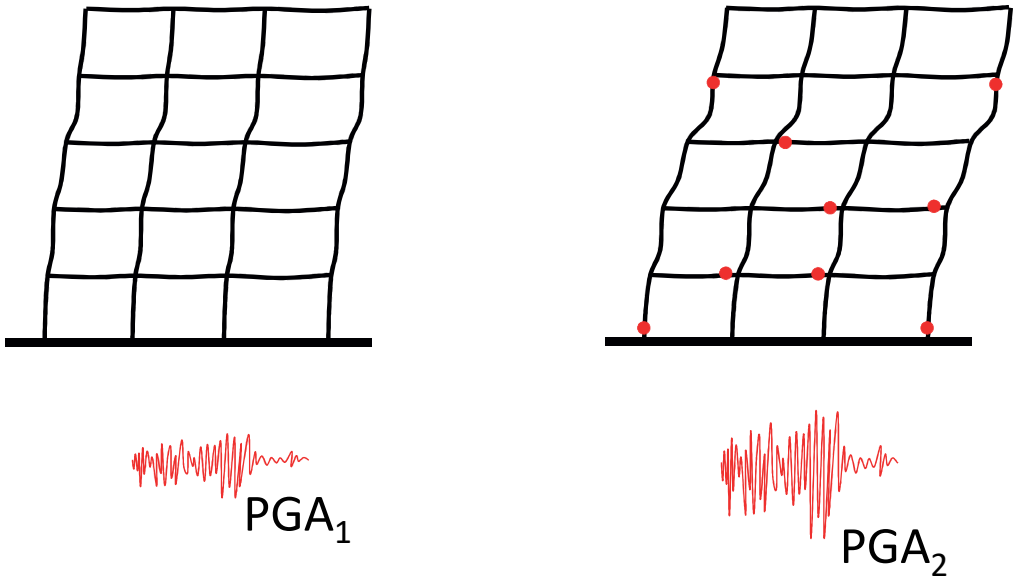
2. In che modo tener conto dell'azione sismica?

Accelerazione modesta: comportamento elastico

- Occorre valutare la risposta dinamica in campo elastico

La struttura è soggetta ad azione sismica

Per intensità del sisma (PGA) crescente



Risposta dinamica:

Comportamento di schemi oltre il limite elastico

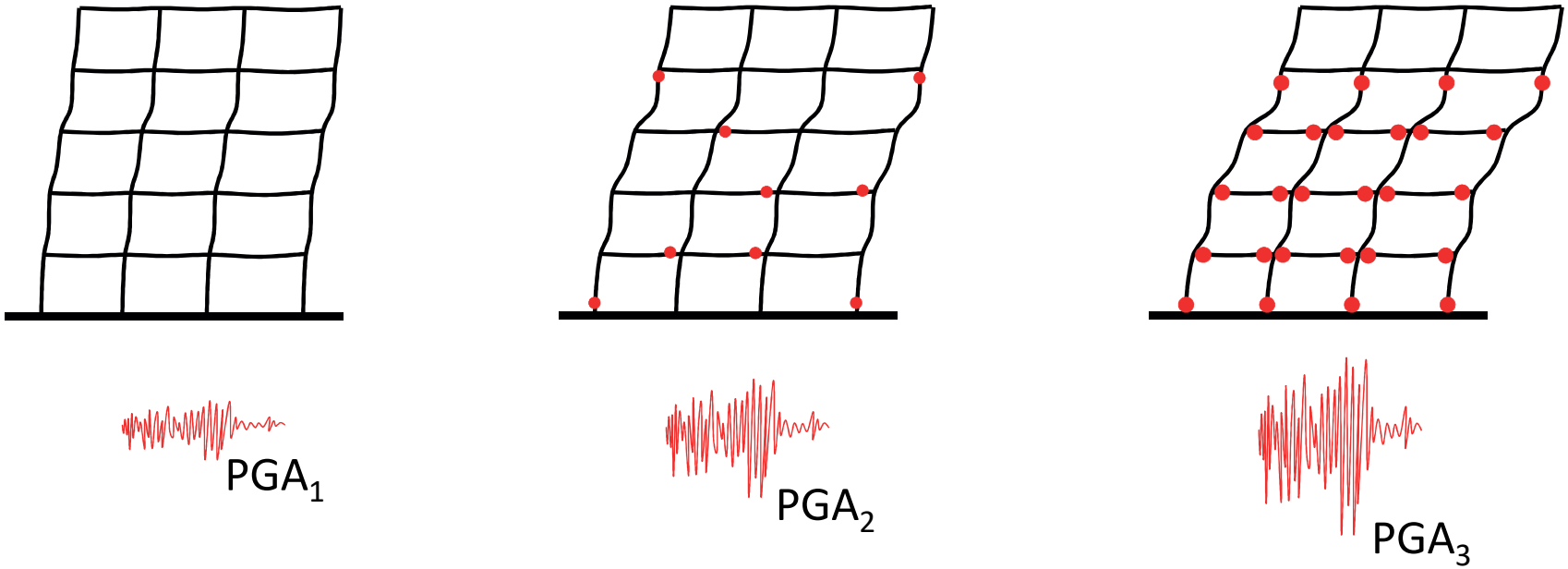
2. In che modo tener conto dell'azione sismica?

Accelerazione più forte: la struttura inizia a danneggiarsi

- Occorre valutare la risposta dinamica oltre il limite elastico

La struttura è soggetta ad azione sismica

Per intensità del sisma (PGA) crescente

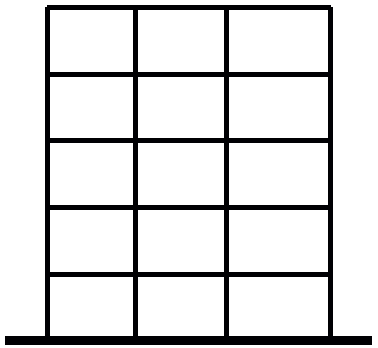


2. In che modo tener conto dell'azione sismica?

Accelerazione molto forte: il danneggiamento si diffonde sempre più

- Per evitare il collasso occorre controllare se vengono raggiunti i limiti di deformazione in campo plastico

La struttura è soggetta ad azione sismica



PGA

L'azione sismica equivale a forze orizzontali:

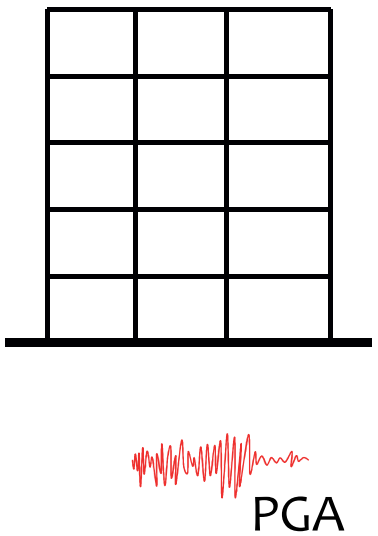
Progetto per azioni orizzontali

3. Come progettare una struttura affinché resista al terremoto?

- Progetto per azioni orizzontali, con analisi lineare e valori delle forze corrispondenti ad accelerazioni modeste

PGA_1

La struttura è soggetta ad azione sismica



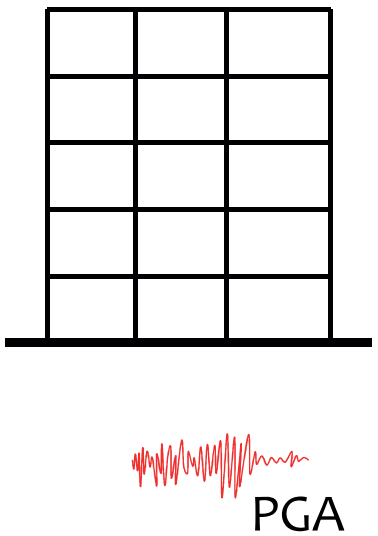
Attenzione: il collasso può verificarsi anche per bassi livelli di PGA a causa di

- Bassa duttilità locale disponibile

3. Come progettare una struttura affinché resista al terremoto?

- Progetto per azioni orizzontali, con analisi lineare e valori delle forze corrispondenti ad accelerazioni modeste

La struttura è soggetta ad azione sismica



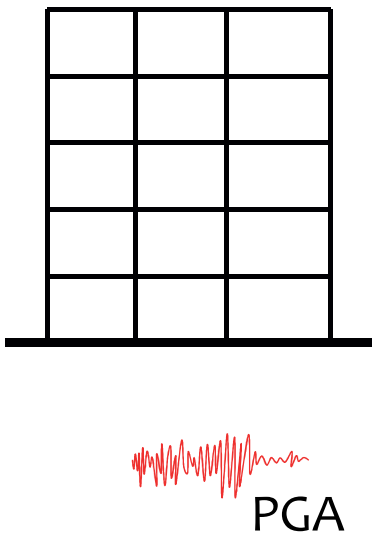
Attenzione: il collasso può verificarsi anche per bassi livelli di PGA a causa di

- Attivazione di meccanismi fragili (rottura a taglio dei pilastri)

3. Come progettare una struttura affinché resista al terremoto?

- Progetto per azioni orizzontali, con analisi lineare e valori delle forze corrispondenti ad accelerazioni modeste

La struttura è soggetta ad azione sismica



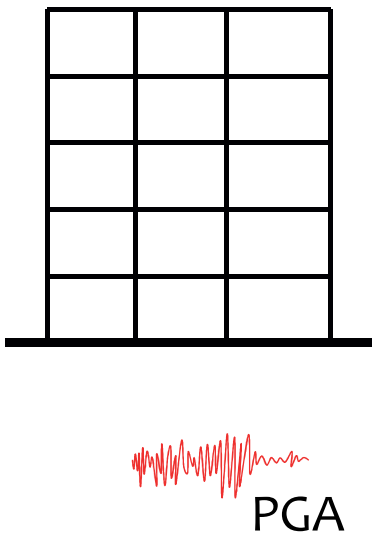
Attenzione: il collasso può verificarsi anche per bassi livelli di PGA a causa di

- Meccanismi di collasso poco dissipativi (meccanismo di piano)

3. Come progettare una struttura affinché resista al terremoto?

- Progetto per azioni orizzontali, con analisi lineare e valori delle forze corrispondenti ad accelerazioni modeste

La struttura è soggetta ad azione sismica



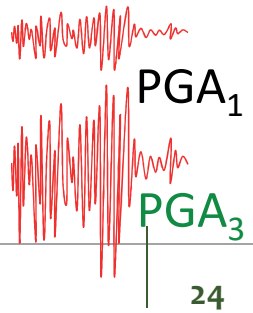
L'azione sismica equivale a forze orizzontali:

Progetto per azioni orizzontali

Criteri per garantire il comportamento oltre il limite elastico

3. Come progettare una struttura affinché resista al terremoto?

- Progetto per azioni orizzontali, con analisi lineare e valori delle forze corrispondenti ad accelerazioni modeste
- Criteri per garantire un buon comportamento oltre il limite elastico



FONDAZIONE INGEGNERI ASCOLI PICENO

Ricerca scientifica e normativa

- La ricerca scientifica ha fatto (e continua a fare) grandi passi per una migliore comprensione degli eventi sismici e di cosa essi producono su una struttura
- Il problema è complesso e i progressi della ricerca, nell'approfondire tanti aspetti, rischiano di rendere sempre più difficile comprendere le "novità" che vengono man mano introdotte
- La normativa introduce tante semplificazioni, ma non spiega quali esse siano e che relazione ci sia tra la realtà e un modo di procedere necessariamente convenzionale

Obiettivi del corso:

- Riflettere insieme sui progressi della ricerca scientifica e sul modo convenzionale proposto dalla normativa per applicare quest'ultimo in maniera consapevole ed appropriata
- Applicare concretamente le indicazioni di normativa per progettare strutture in grado di comportarsi in maniera ottimale durante un sisma