

Corsi di aggiornamento

# Progettazione strutturale e Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

## 3. Progetto di edifici antisismici in c.a. con struttura a telaio

01 - Obiettivi della progettazione sismica

Spoletto

1-2 marzo 2018

Aurelio Ghersi

# Terremoti

brevi richiami (da Risposta sismica)

- Per ogni sito è possibile individuare l'intensità (accelerazione di picco PGA) dei terremoti previsti, in funzione del periodo di ritorno
  - A periodi di ritorno più brevi corrispondono accelerazioni minori, a periodi di ritorno più lunghi corrispondono accelerazioni maggiori
  - Ad esempio:

Periodo di ritorno	Terremoto	PGA (a Spoleto)
30	frequente	0.069 g
50	occasionale	0.087 g
475	raro	0.216 g
975	estremamente raro	0.277 g

# Obiettivi

## della progettazione sismica

- Nel progettare una struttura in zona sismica occorre garantirle opportune prestazioni in funzione del periodo di ritorno del terremoto
  - Si parla di "stato limite da rispettare" per quell'evento sismico

Terremoto	Prestazione richiesta	SL
frequente	mantenere l'operatività	SLO
occasionale	consentire un rapido ripristino dell'operatività	SLD
raro	evitare perdite di vite umane	SLV
estremamente raro	evitare il crollo	SLC

# Livelli di prestazione

## Ovvero Stati Limite da rispettare

### Stati Limite di Esercizio

#### Stato Limite di Operatività - SLO

Danni ad elementi strutturali, non strutturali e impianti talmente modesti da non creare interruzioni d'uso significative

#### Stato Limite di Danno - SLD

Danni ad elementi strutturali, non strutturali e impianti modesti, tali da non compromettere significativamente resistenza e rigidità. L' opera dopo il sisma deve rimanere utilizzabile, pur se con limitazione d'uso di attrezzature

# Livelli di prestazione

## Ovvero Stati Limite da rispettare

### Stati Limite Ultimi

#### Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLV

Rottura di elementi non strutturali e impianti, danni significativi agli elementi strutturali con perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali. Esiste ancora un margine di sicurezza nei confronti del collasso.

#### Stato Limite di prevenzione del Collasso - SLC

Rottura di elementi non strutturali e impianti, danni molto gravi agli elementi strutturali. Esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso.

# Obiettivi

## della progettazione sismica

- In particolare, secondo l'approccio tradizionale per la maggior parte degli edifici occorre garantire:
  - Una adeguata **rigidezza**, per limitare il danno non strutturale  
Verifica allo SLD = controllo degli spostamenti
  - Una adeguata **resistenza**, per sopportare forze opportunamente ridotte rispetto a quelle reali (mediante un fattore di struttura  $q$ )  
Verifica allo SLV = controllo delle caratteristiche di sollecitazione
  - Una adeguata **duttilità**, per garantire di superare le accelerazioni realmente indotte dal sisma  
Implicita nella verifica allo SLV

# Obiettivi

## della progettazione sismica

- Note:
  - Approccio tradizionale  
Verifica o progetto basato sul metodo delle forze, cioè applicando alla struttura forze (accelerazioni) ridotte mediante il fattore di struttura  $q$
  - Maggior parte degli edifici  
Solo in alcuni casi si richiedono verifiche allo SLO oppure allo SLC

# Normativa

## Vita di riferimento $V_R$

- I livelli di prestazione sono associati a periodi di ritorno (e livelli dell'intensità sismica) legati alla cosiddetta Vita di riferimento  $V_R$  della struttura
- La vita di riferimento è definita dalla normativa (Norme Tecniche per le costruzioni) e dipende da:
  - Vita nominale  $V_N$
  - Classe d'uso

# Normativa

## Vita nominale $V_N$

- **Vita nominale:**  
numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita nominale $V_N$
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	$\leq 10$ anni
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$ anni
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$ anni

# Normativa

## Classe d'uso

- **Classe d'uso:**  
è legata alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche

TIPI DI COSTRUZIONE	Classe d'uso
Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli	I
Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali	II
Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi	III
Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità	IV

# Normativa

## Vita di riferimento $V_R$

Dipende da:

- Vita nominale  $V_N$
- Classe d'uso

$$V_R = V_N \times C_U \geq 35 \text{ anni}$$

Il coefficiente d'uso  $C_U$  dipende dalla classe d'uso

Classe d'uso	I	II	III	IV
$C_U$	0.7	1.0	1.5	2.0

Ad esempio: per un edificio per abitazione di nuova realizzazione (opera ordinaria, normale affollamento) si ha  $V_R = 50$  anni

# Livelli di intensità sismica

Sono legati alla "vita di riferimento"  $V_R$   
della struttura

Livello	Probabilità di superamento
Frequente	81% in $V_R$ anni
Occasionale	63% in $V_R$ anni
Raro	10% in $V_R$ anni
Estremamente raro	5% in $V_R$ anni

# Livelli di intensità sismica

Sono legati alla "vita di riferimento"  $V_R$   
della struttura

Livello	Probabilità di superamento	Periodo di ritorno *
Frequente	81% in $V_R$ anni	30 anni
Occasionale	63% in $V_R$ anni	50 anni
Raro	10% in $V_R$ anni	475 anni
Estremamente raro	5% in $V_R$ anni	975 anni

# Considerazioni

## Accelerazione e livelli di prestazione

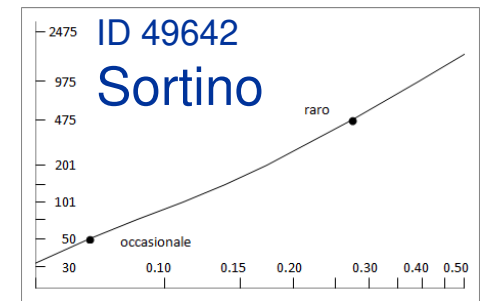
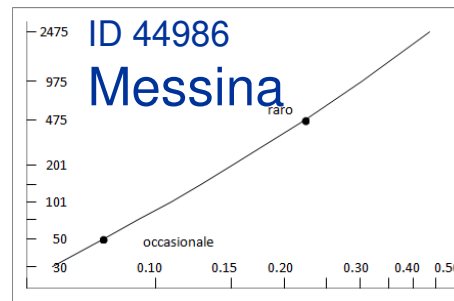
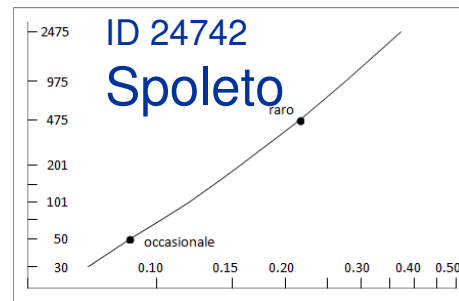
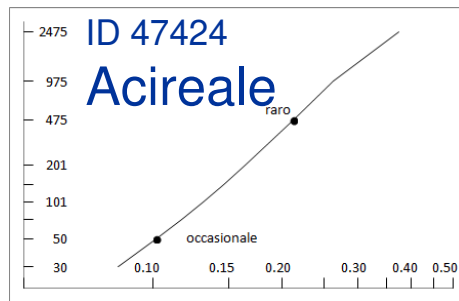
Il rapporto tra le accelerazioni relative a SLV e SLD:

- in una impostazione tradizionale (usata da EC8) è costante e pari a 2.5
- nell'impostazione della normativa italiana, varia da sito a sito
- È opportuno conoscere quale sia il rapporto tra le accelerazioni per SLV e SLD nel proprio sito

# Considerazioni

## Accelerazione e livelli di prestazione

### Esempio - PGA su roccia



	<b>Acireale</b>	<b>Spoleto</b>	<b>Messina</b>	<b>Sortino</b>
PGA - SLV	0.212 g	0.216 g	0.224 g	0.273 g
PGA - SLD	0.102 g	0.087 g	0.075 g	0.067 g
rapporto	2.08	2.49	2.96	4.10

Nota: valori calcolati per  $V_R = 50$  anni