

Corsi di aggiornamento  
Progettazione strutturale  
e Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

## 9. Vulnerabilità e rischio sismico di edifici esistenti in c.a.

19 – Sviluppi futuri?

Villa Redenta, Spoleto, 22-24 novembre 2018  
Aurelio Ghersi

# Analisi non lineare

## per la valutazione della risposta sismica

Impostazione seguita: determinista

- Assegnato uno schema e i modelli da utilizzare, si ottiene in maniera univoca il risultato (cosa avviene per una assegnata accelerazione, qual è la massima accelerazione che la struttura può sopportare)

E tutte le incertezze?

- Non le abbiamo dimenticate, ma le abbiamo considerate come situazioni limite e dal loro esame abbiamo tratto, in base alla nostra esperienza, indicazioni su quale possa essere il comportamento reale della struttura

# E il futuro?

## Istruzioni CNR-DT 212/2013

Istruzioni per la Valutazione Affidabilistica della Sicurezza Sismica di Edifici Esistenti

- Propongono un approccio probabilistico, che mira a valutare la probabilità che un determinato stato limite sia raggiunto

Proposta giusta ma molto ambiziosa,  
testo di notevole difficoltà di lettura e di applicazione

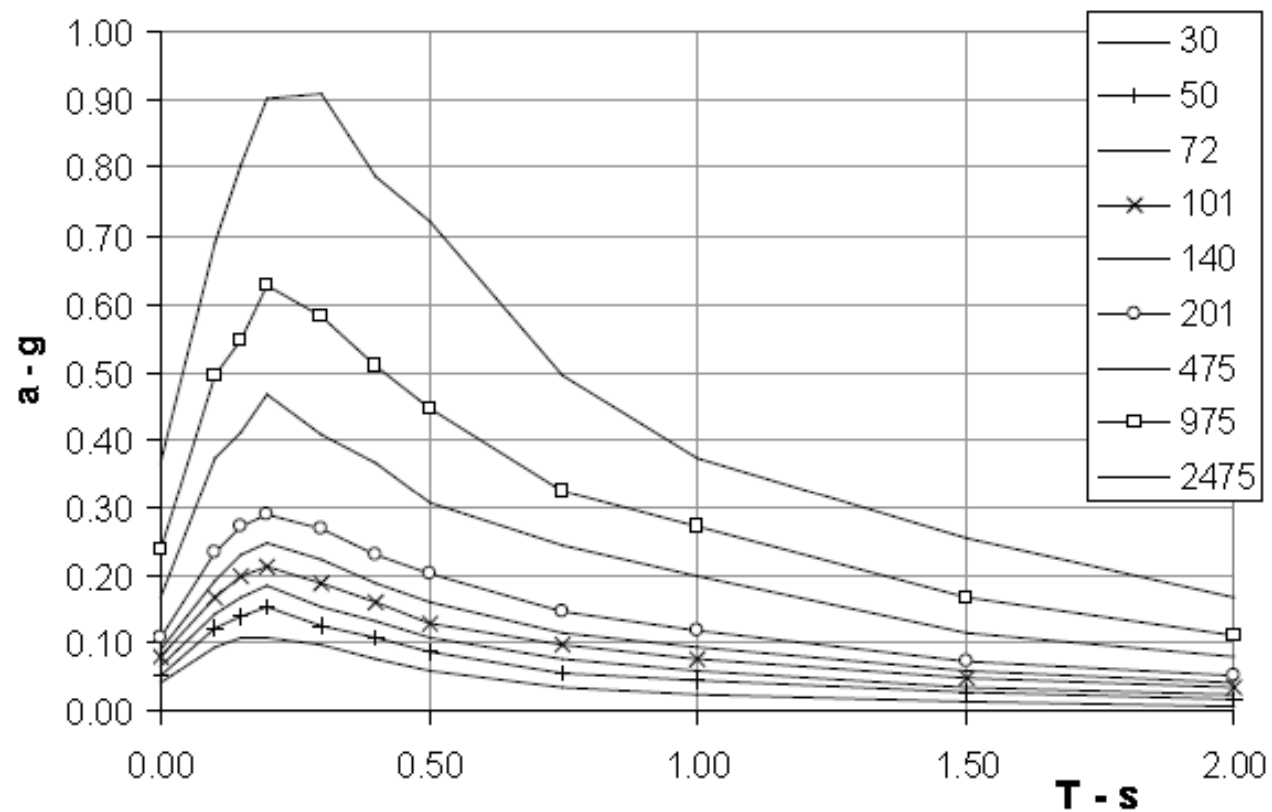
# Valutazione Affidabilistica

In linea di massima:

- 1.Cogliere meglio la pericolosità sismica del sito, definendo uno spettro a pericolosità uniforme (SPU)
2. Individuare un insieme di accelerogrammi che rispecchiano lo SPU
3. Usare questi accelerogrammi per valutare la correlazione tra accelerazione sismica e risposta non lineare
4. Ottenere la curva di fragilità (relazione tra accelerazione e probabilità di superamento SL)
5. Ricavare la probabilità complessiva di superamento dello SL considerato

# 1. Spettro a pericolosità uniforme SPU

- Si ottiene dai dati reperibili nel sito INGV



# 1. Spettro a pericolosità uniforme

## SPU

- Si ottiene dai dati reperibili nel sito INGV
- È una operazione che si può abbastanza facilmente automatizzare
- Lo spettro ottenuto (SPU) per un qualsiasi periodo di ritorno è più verosimile dello spettro elastico di normativa (ma concettualmente analogo e le differenze non mi sembrano veramente rilevanti)

## 2. Accelerogrammi

- Devono essere ricavati in base ai dati ottenuti per il sito ed al periodo proprio della struttura
- Purtroppo non sempre è facile trovare 30 accelerogrammi naturali che rispecchiano le caratteristiche richieste

### 3. Uso degli accelerogrammi nel caso di analisi statica non lineare

Approccio tradizionale seguito, per un qualsiasi punto delle pushover

- Trovare l'oscillatore semplice elastoplastico corrispondente
- Ricavarne la risposta in funzione di  $a_g$  utilizzando lo spettro di risposta elastico con alcune correzioni
- Al punto corrisponde quindi una accelerazione  $a_g$  ben definita



un punto – una accelerazione  $a_g$



### 3. Uso degli accelerogrammi nel caso di analisi statica non lineare

Approccio affidabilistico, per un qualsiasi punto delle pushover

- Trovare l'oscillatore semplice elastoplastico corrispondente
- Ricavare la risposta a ciascuno dei 30 accelerogrammi, in funzione di  $a_g$  (curve IDA)
- Determinare per ciascun accelerogramma il valore di  $a_g$  che porta allo spostamento del punto

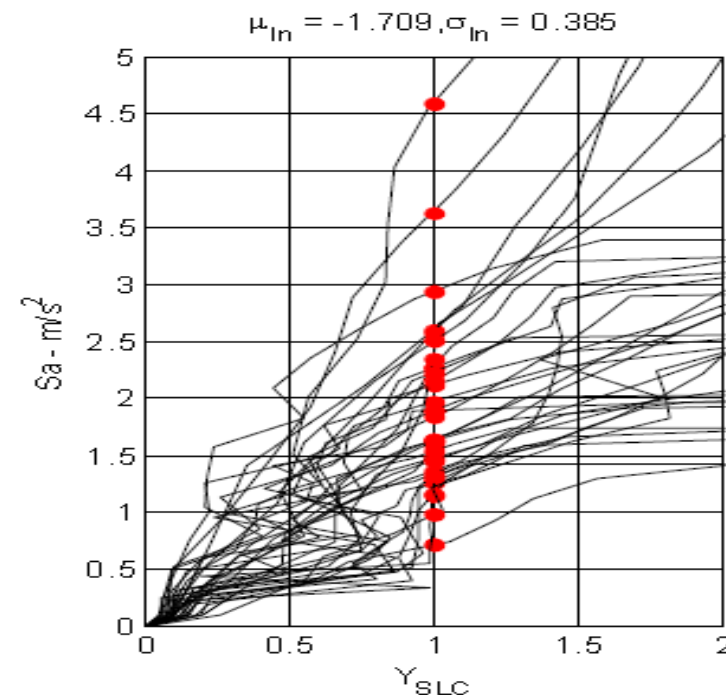


un punto – 30 accelerazioni  $a_g$

### 3. Uso degli accelerogrammi nel caso di analisi statica non lineare

Approccio affidabilistico - segue

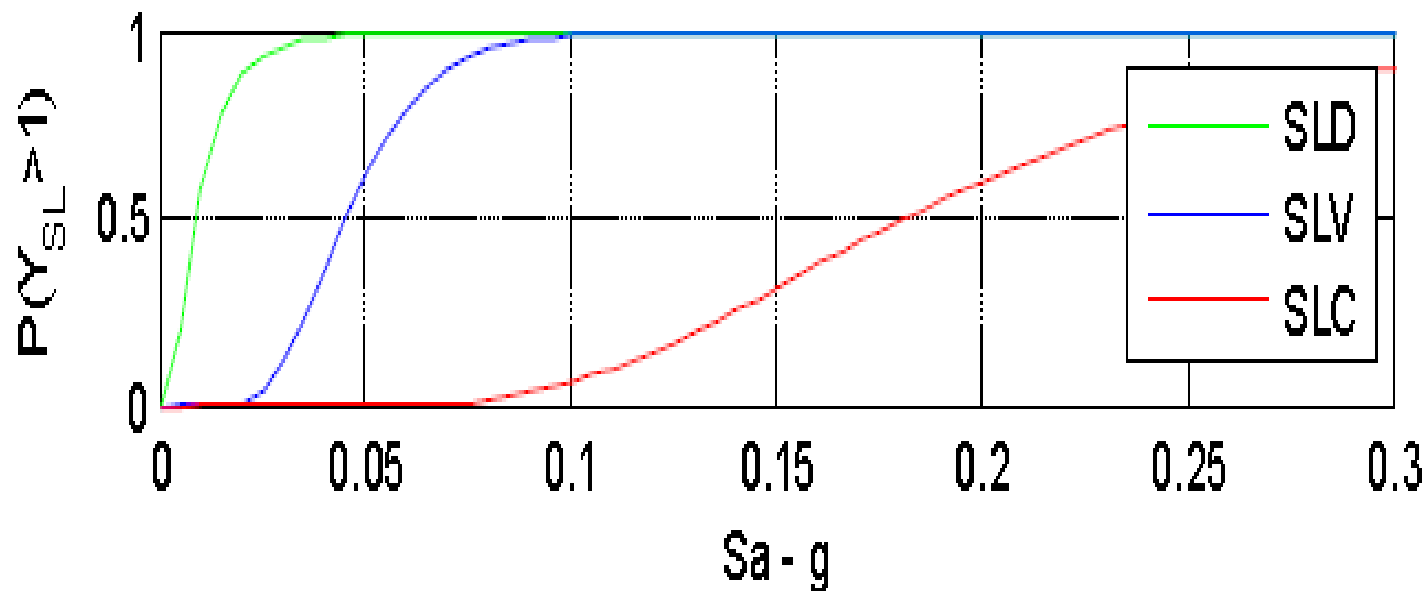
- Avendo 30 relazioni tra spostamento pushover e accelerazione  $a_g$  si possono valutare per ciascun  $a_g$  assegnato 30 spostamenti (e quindi 30 valori di un parametro  $Y$  che rappresenta il danno)



## 4. Curva di fragilità

nel caso di analisi statica non lineare

- Si può così valutare, in funzione di  $a_g$ , la probabilità di avere un valore del parametro  $Y$  maggiore o uguale a 1 (curva di fragilità)



## 5. Probabilità complessiva di superamento di uno SL

- Accoppiando la curva di pericolosità (probabilità di superamento di una qualsiasi accelerazione  $a_g$ ) con i valori della curva di fragilità (integrando) si ottiene un singolo numero, che rappresenta la frequenza media annua di superamento dello SL  
(ad esempio un numero dell'ordine di grandezza di 0.010)
- Questo valore deve essere confrontato con i limiti che si considerano accettabili