



***Esempio sulla valutazione del livello di affidabilità richiesto per strutture esistenti soggette a forze sismiche.***

# Contenuti

1

Criteri di affidabilità strutturale secondo il metodo del valore di progetto

---

2

Scelta del sito e valutazione della curva di pericolosità sismica

---

3

Valutazione dell'indice di affidabilità  $\beta$

---

4

Nuovi livelli di affidabilità strutturale

---



# Valutazione dell’Affidabilità Strutturale

- Metodo del valore di progetto

$$\beta = \frac{\mu_Z}{\sigma_Z}$$

$Z = R - E \rightarrow$  Funzione di Stato Limite

$\mu_Z, \sigma_Z \rightarrow$  Descrittori della Funzione di Probabilità

$$P_f = \Phi[-\beta]$$

- Struttura soggetta a Forze Sismiche

$$T = \frac{1}{\Phi[\alpha\beta]}$$

$T \rightarrow$  Periodo di ritorno

$\Phi[\alpha\beta] \rightarrow$  Funzione di ripartizione dell’intensità del terremoto



# Azione Sismica

- Massima intensità dell'azione;
- Durata dell'evento;
- Picco dell'accelerazione al suolo (PGA);
- Picco della velocità al suolo (PGV);
- Picco dello spostamento al suolo (PGD);
- Accelerazione spettrale



IL LEGAME TRA PGA E PROBABILITA' DI SUPERAMENTO ANNUALE E' FORNITO DALLA  
**CURVA DI PERICOLOSITA' SISMICA**



# Curva di pericolosità sismica

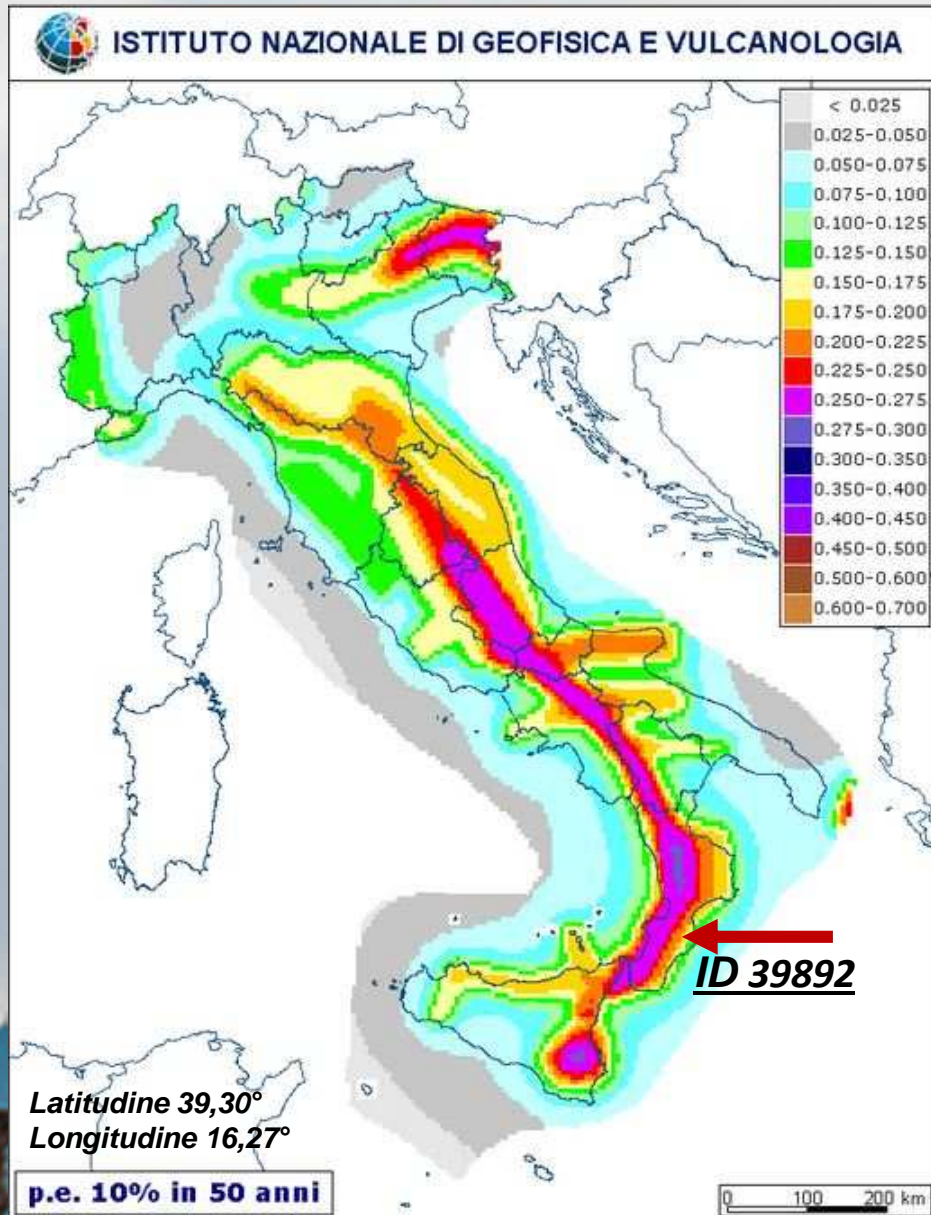


$a$ : Accelerazione al suolo (PGA)

$p$ : Probabilità di superamento annuale  $\rightarrow p = \frac{1}{T}$

$c_1, c_2$ : Costanti che dipendono dal sito scelto

# Scelta del sito



Curva di Pericolosità Sismica

a [g]	T [anni]	p <sub>50</sub> [%]	p [%]
0,0713	30	81	3,333
0,0944	50	63	2,000
0,1137	72	50	1,389
0,1349	101	39	0,990
0,1581	140	30	0,714
0,1875	201	22	0,498
0,27	475	10	0,211
0,3651	975	5	0,103
0,5138	2475	2	0,040



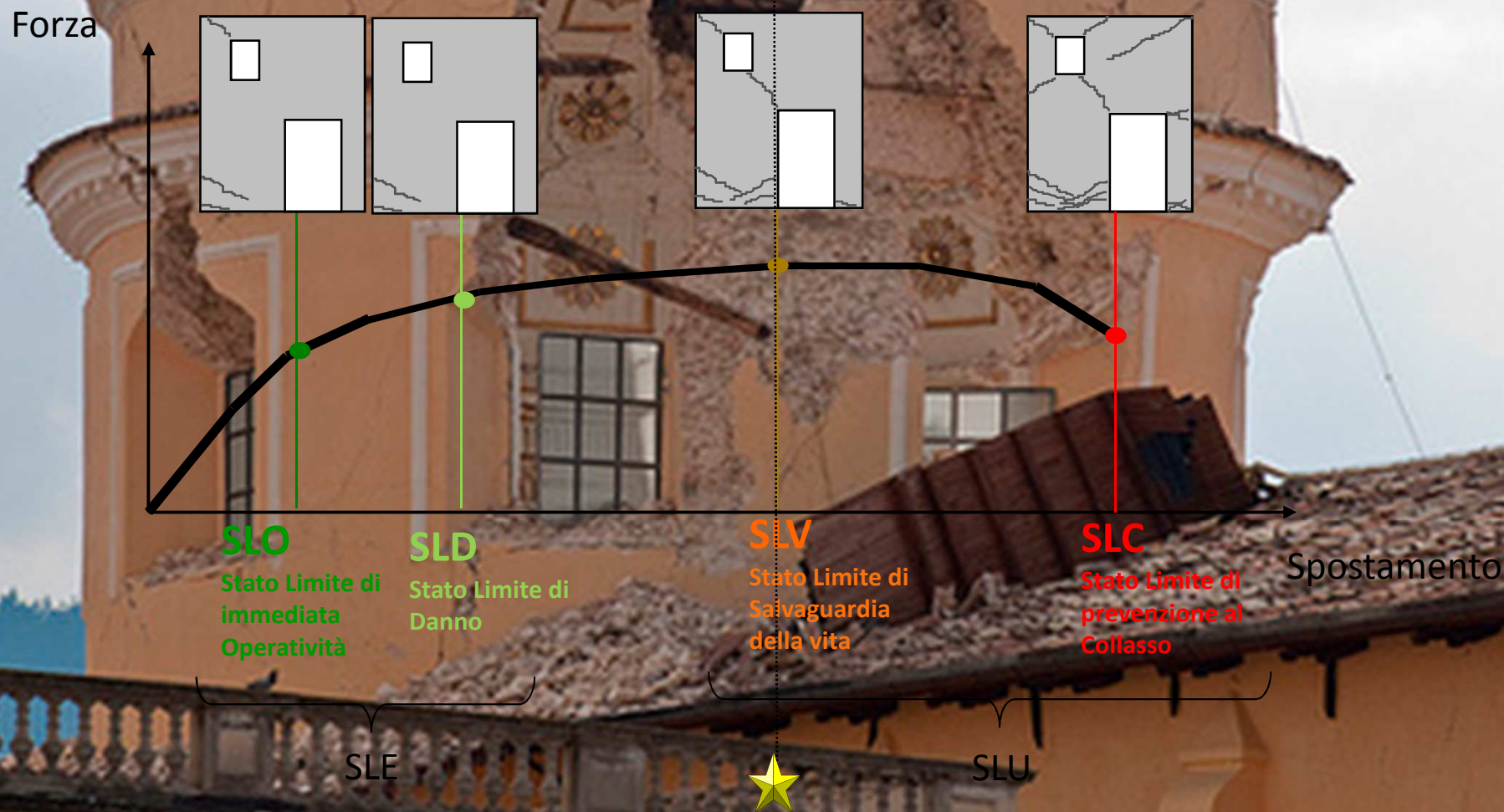
# Curva di pericolosità sismica del Comune di Cosenza

$$c_1 = 0,0001$$
$$c_2 = 2,218$$



# Stati Limite per l'azione Sismica

★ STRUTTURE ESISTENTI ( $T=475$  anni)





# Stato Limite di Salvaguardia della Vita



# Strutture Esistenti

- Una struttura esistente ha presumibilmente un periodo di vita rimanente minore rispetto ad una nuova;
- Il costo di adeguamento di una struttura esistente non è proporzionale al miglioramento del beneficio della struttura.

**SI PUO' EFFETTUARE UNA  
RIDUZIONE DELLA SICUREZZA  
STRUTTURALE**

→ JCSS (Joint Committee on  
Structural Safety)

→ *CBC 2010 (California Building  
Code)*

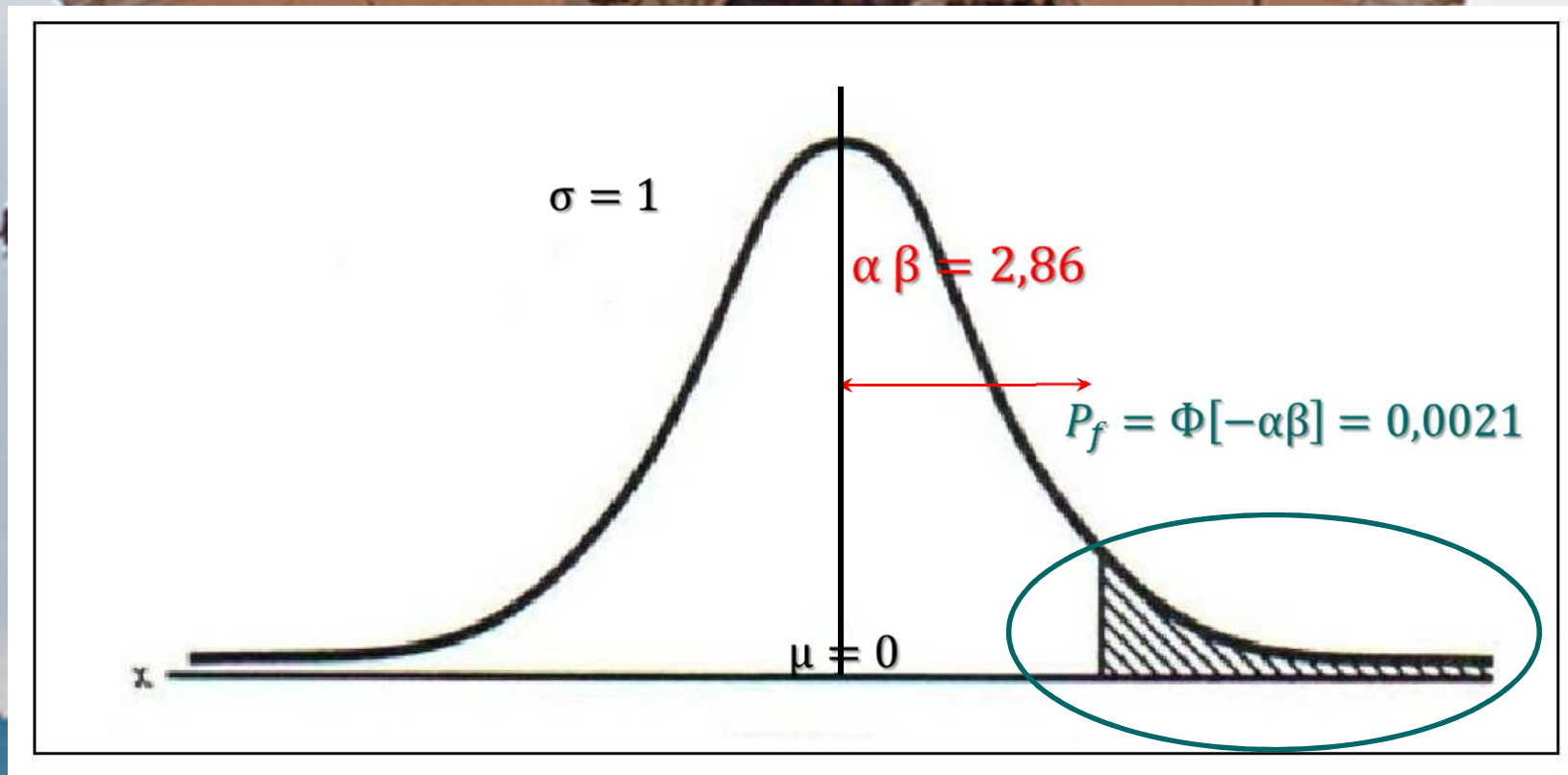




# JCSS: Indice di affidabilità strutturale $\beta$

La riduzione di affidabilità viene effettuata in termini di riduzione di indice di affidabilità

Ipotizzando una **DISTRIBUZIONE NORMALIZZATA** per l'intensità del terremoto



$$\alpha, \beta = 2,86$$

$$\alpha = 0,7$$

$$\beta = 4,09$$

## Riduzione della Sicurezza strutturale

La riduzione di affidabilità viene effettuata in termini di riduzione di indice di affidabilità

$$\Delta\beta = 0,5 \quad \longrightarrow \quad \beta_{EXISTING} = \beta - \Delta\beta = 3,6$$

**Table 1. Reliability classification in accordance with EN [8]**

Reliability classes	Consequences for loss of human life, economical, social and environmental consequences	Reliability index $\beta$		Examples of buildings and civil engineering works
		$\beta_a$ for $T_a=1$ year	$\beta_d$ for $T_d=50$ years	
RC3 – high	High	5,2	4,3	Bridges, public buildings
RC2 – normal	Medium	4,7	3,8	Residential and office buildings
RC1 – low	Low	4,2	3,3	Agricultural buildings, greenhouses



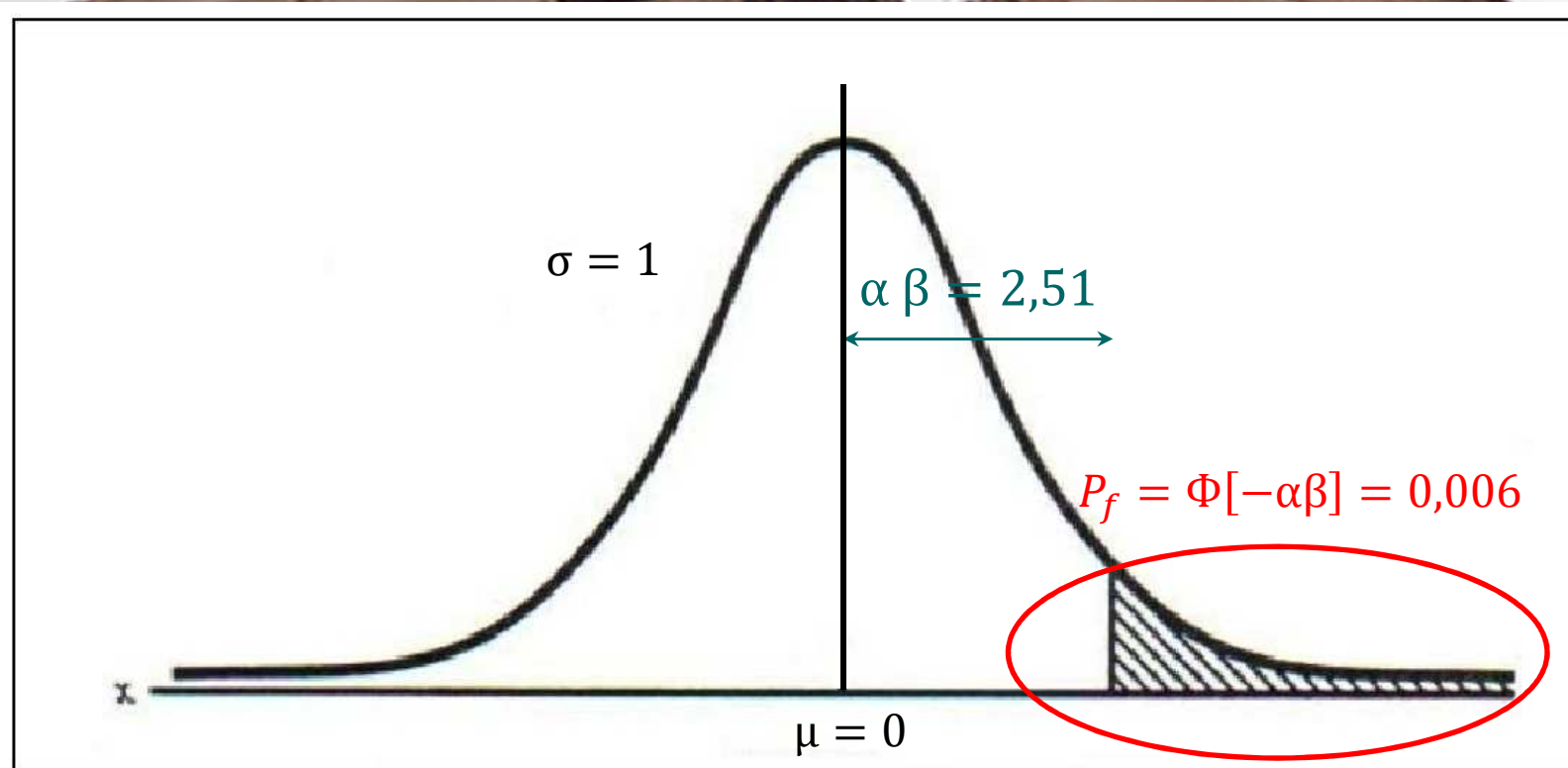
# JCSS

## Riduzione della Sicurezza strutturale

$$\beta = 3,6$$

$$\alpha = 0,7$$

$$\alpha\beta = 2,51$$



$$p = 0,6\% \text{ ANNUALE}$$

$$T = \frac{1}{\Phi[-\alpha\beta]}$$

$$T = 170 \text{ ANNI}$$

$$p_t = 1 - (1 - p)^t$$

$$p = 25\% \text{ per } 50 \text{ ANNI}$$

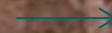
# CBC

## Riduzione della Sicurezza strutturale

La riduzione di affidabilità viene effettuata in termini di riduzione del periodo di ritorno  $T$

- Strutture Nuove

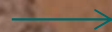
$P = 10\%$  per 50 ANNI



$T = 475$  ANNI

- Strutture Esistenti

$P = 20\%$  per 50 ANNI



$T = 225$  ANNI





# Confronto tra le soluzioni



# Conclusioni

In ambito sismico utilizzare il metodo del valore di progetto significa considerare il periodo di ritorno  $T$  e quindi l'accelerazione al suolo richiesta.

Parlare di riduzione della sicurezza strutturale significa quindi fare riferimento a un Periodo di ritorno minore e ad un minore livello di accelerazione al suolo richiesta.

Questa procedura è giustificata da:

**Disproporzionalità tra costi necessari per l'adeguamento della struttura e livelli di sicurezza raggiungibili.**