



Convegno

**RISCHIO SISMICO E INGEGNERIA:
GESTIRE L'EMERGENZA, CONOSCERE LA STORIA,
GUARDARE AL FUTURO**

Lunedì, 14 Maggio 2018

Aula Magna "L.Massimilla" Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Università degli Studi di Napoli Federico II
Piazzale Tecchio 80, Napoli



Sicurezza Strutturale, Rischio Sismico, Agibilità Post-Sisma



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

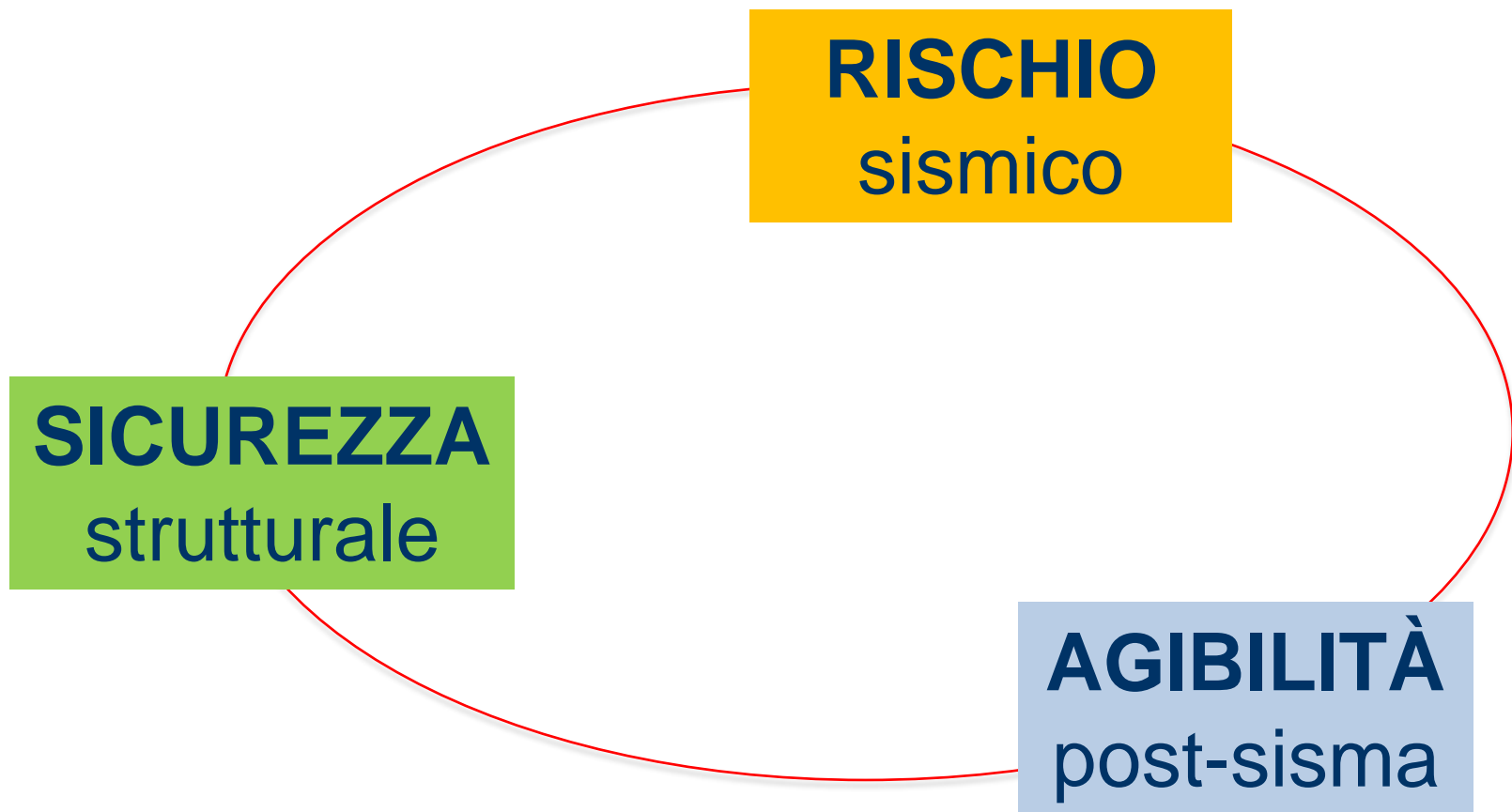
Mauro Dolce

Direttore Generale, Dipartimento della Protezione Civile

Ordinario di Tecnica delle Costruzioni, Università di Napoli Federico II

- I concetti di sicurezza, rischio e agibilità (post-sismica) si applicano agli stessi oggetti (le costruzioni e le loro prestazioni per azioni esterne), ma possono apparire come totalmente diversi
- essi sono anche espressi con termini l'uno negativo (rischio) gli altri positivi (sicurezza, agibilità)
- eppure sicurezza, rischio e agibilità sono strettamente legati da un filo rosso

Lo scopo di questa presentazione è individuare questo filo rosso e dimostrare quanto sia robusto





The diagram consists of three rectangular boxes connected by a large, light gray oval. The top box contains the text 'RISCHIO sismico'. The bottom-right box contains 'AGIBILITÀ post-sisma'. The left box, which is highlighted in green, contains 'SICUREZZA strutturale'. The oval connects these three concepts in a clockwise cycle.

RISCHIO
sismico

SICUREZZA
strutturale

AGIBILITÀ
post-sisma

GAZZETTA  UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA

Roma - Martedì, 20 febbraio 2018

SI PUBBLICA TUTTI I
GIORNI NON FESTIVI

**precedente decreto: DM 14 GENNAIO 2008 – NTC08
(pienamente in vigore dal 01.07.2009)**

A ritroso: DM SETTEMBRE 2005 – NTC05 (NON OBBLIGATORIE)

OPCM 3274/03 (solo norme sismiche) (NON OBBLIGATORIE)

DM GENNAIO 1996 e precedenti (OBBLIGATORI)

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

**Aggiornamento delle «Norme tecniche per
le costruzioni».**

1. **Oggetto**
2. **Sicurezza e prestazioni attese**
3. **Azioni sulle costruzioni**
4. **Costruzioni civili e industriali**
5. **Ponti**
6. **Progettazione geotecnica**
7. **Progettazione per azioni sismiche**
8. **Costruzioni esistenti**
9. **Collaudo statico**
10. **Redazioni dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo**
11. **Materiali e prodotti ad uso strutturale**
12. **Riferimenti tecnici**

1.1 OGGETTO

Le presenti Norme tecniche per le costruzioni **definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni**, nei riguardi delle **prestazioni** loro richieste in termini di **requisiti** essenziali di **resistenza meccanica e stabilità**, anche in caso di **incendio**, e di **durabilità**.

Esse **forniscono** quindi i

criteri generali di sicurezza,

precisano le

azioni

che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono

le caratteristiche dei materiali e dei prodotti

e, più in generale, **trattano** gli aspetti attinenti alla

sicurezza strutturale delle opere

.....
La **sicurezza** e le **prestazioni** di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli

stati limite che si possono verificare durante la vita nominale di progetto.

.....

... le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti **requisiti:**

- **sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU):**
capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere **l'incolumità delle persone** ovvero comportare la **perdita di beni**, ovvero provocare **gravi danni ambientali e sociali**, ovvero mettere **fuori servizio** l'opera;
- **sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)**
capacità di garantire le prestazioni previste per le **condizioni di esercizio**.

SLE-SLO: stato limite di operatività →

Non ci sono danni ed interruzioni d'uso significativi

SLE-SLD: stato limite di danno →

danni che non comportano rischi alle persone, né modifiche significative di resistenza e rigidezza a forze orizzontali, consentendo l'immediata utilizzabilità anche se con interruzione d'uso di parte delle apparecchiature

SLU-SLV: stato limite di salvaguardia della vita →

Rotture e crolli non strutturali, danni significativi strutturali, margine di sicurezza rispetto al collasso per azioni sismiche orizzontali

SLU-SLC: stato limite di prevenzione del collasso →

rotture e crolli non strutturali, danni molto gravi strutturali; margine di sicurezza al collasso per azioni verticali, ed esiguo al collasso per azioni orizzontali

METODO SEMIPROBABILISTICO AGLI STATI LIMITE

... la **sicurezza strutturale** nei confronti degli **stati limite ultimi** deve essere verificata confrontando:

$$E_d \leq R_d$$

R_d → **capacità di progetto** (resistenza, duttilità e/o spostamento) della struttura o della membratura strutturale, funzione di:

X_d → caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono

a_d → valori nominali delle grandezze geometriche interessate,

E_d → **valore di progetto della domanda**, funzione di

F_d → valori di progetto delle azioni

a_d → valori nominali delle grandezze geometriche della struttura

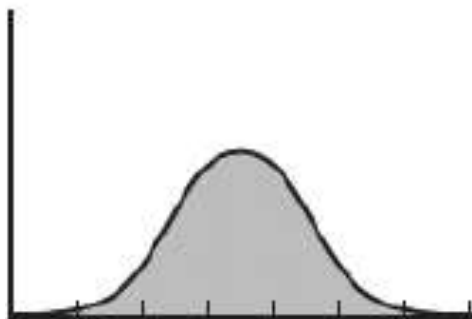
INCERTEZZA SULLA VALUTAZIONE DI R_d ED E_d

Le grandezze relative alle capacità ed alle azioni sono affette, alcune notevolmente, da **incertezze**.

Le variabilità si dividono in due grandi famiglie:

- **Aleatorie** → connaturate al fenomeno
- **Epistemiche** → dovute alla non perfetta conoscenza

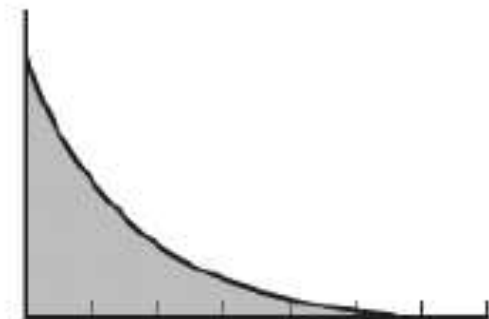
*Le variabilità possono essere rappresentate con **funzioni di probabilità** con differenti andamenti.*



Valori di X
**Distribuzione
normale**



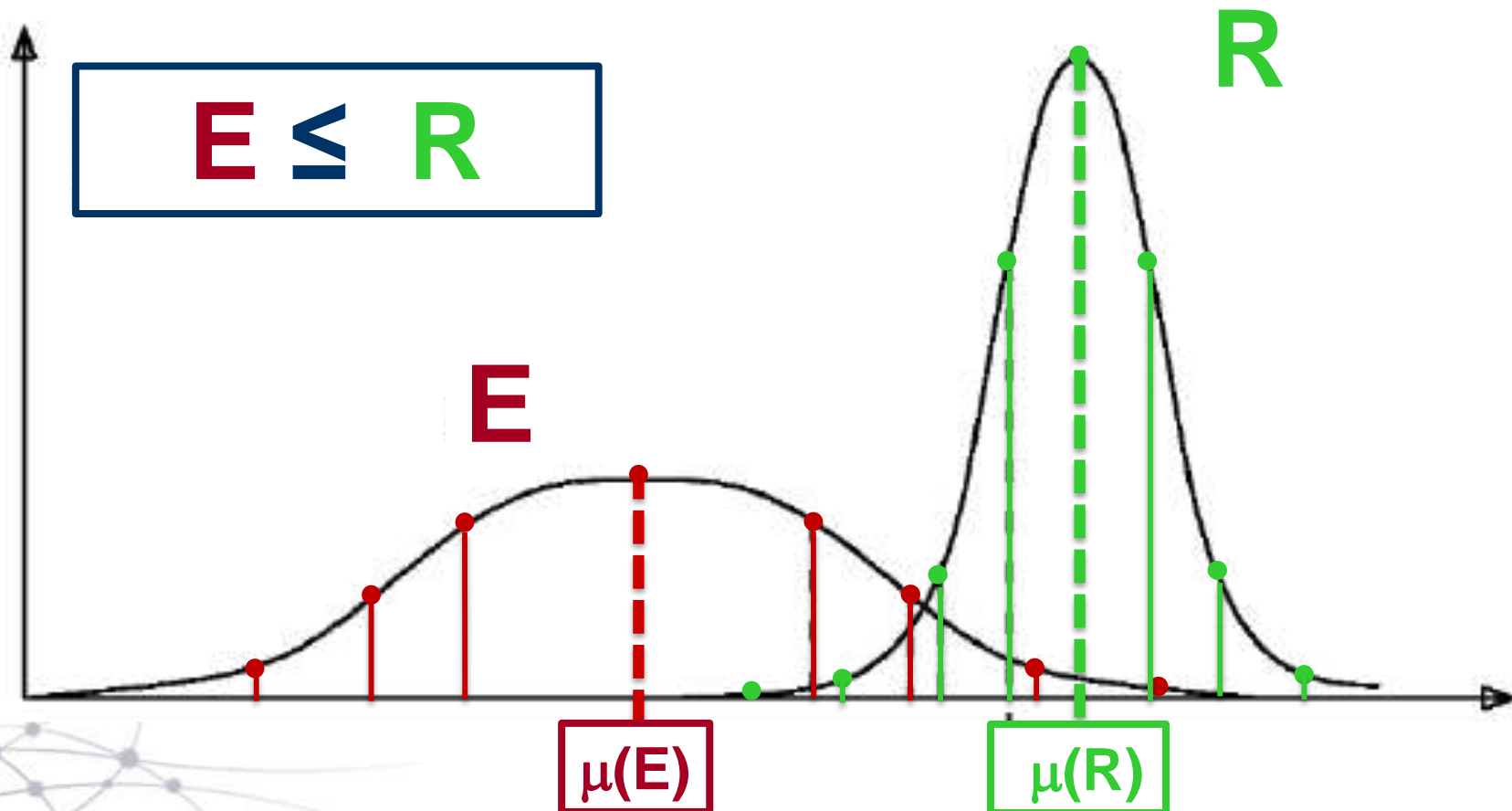
Valori di X
**Distribuzione
uniforme**



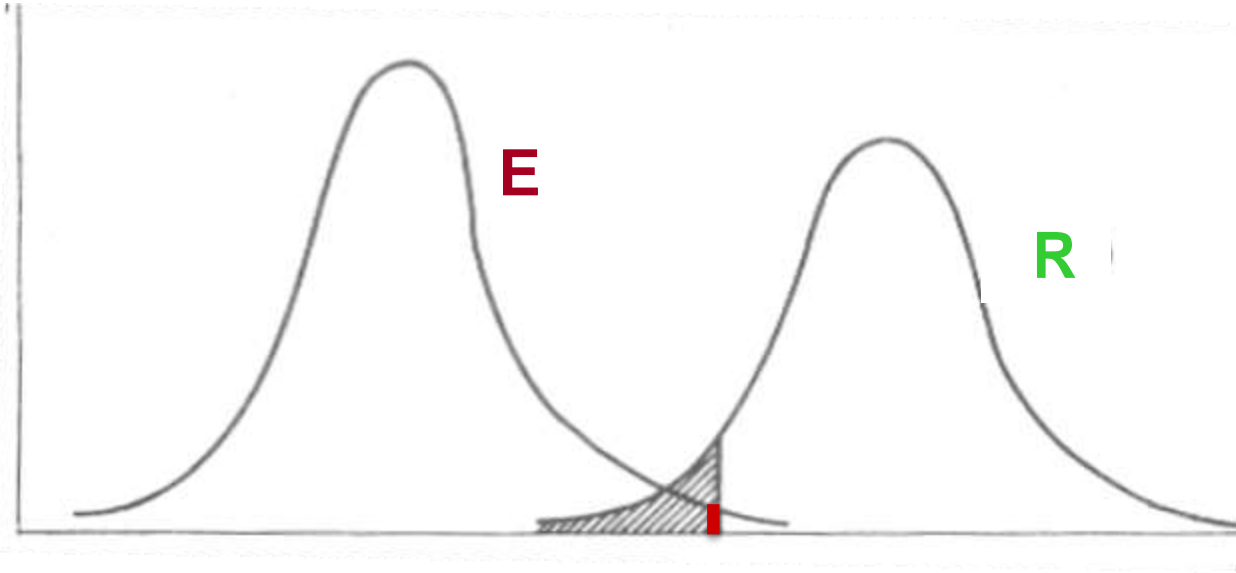
Valori di X
**Distribuzione
esponenziale**

CONFRONTO PROBABILISTICO TRA R ED E

La capacità R_d e la domanda E_d sono caratterizzate da due distribuzioni di probabilità (in questo caso normali).



METODO PROBABILISTICO: CONVOLUZIONE DI CAPACITÀ E DOMANDA



La Probabilità (di «rottura-Failure») P_F che la capacità risulti minore della domanda è data dall'integrale di convoluzione:

$$P_F = \int_0^{\infty} f_E(e) \left[\int_{-\infty}^e f_R(r) dr \right] de$$

METODO SEMIPROBABILISTICO AGLI STATI LIMITE

$X_d = X_k / \gamma_M \rightarrow$ valore di progetto della resistenza

$X_k \rightarrow$ valore caratteristico della resistenza, definito come frattile 5 % della distribuzione statistica della grandezza

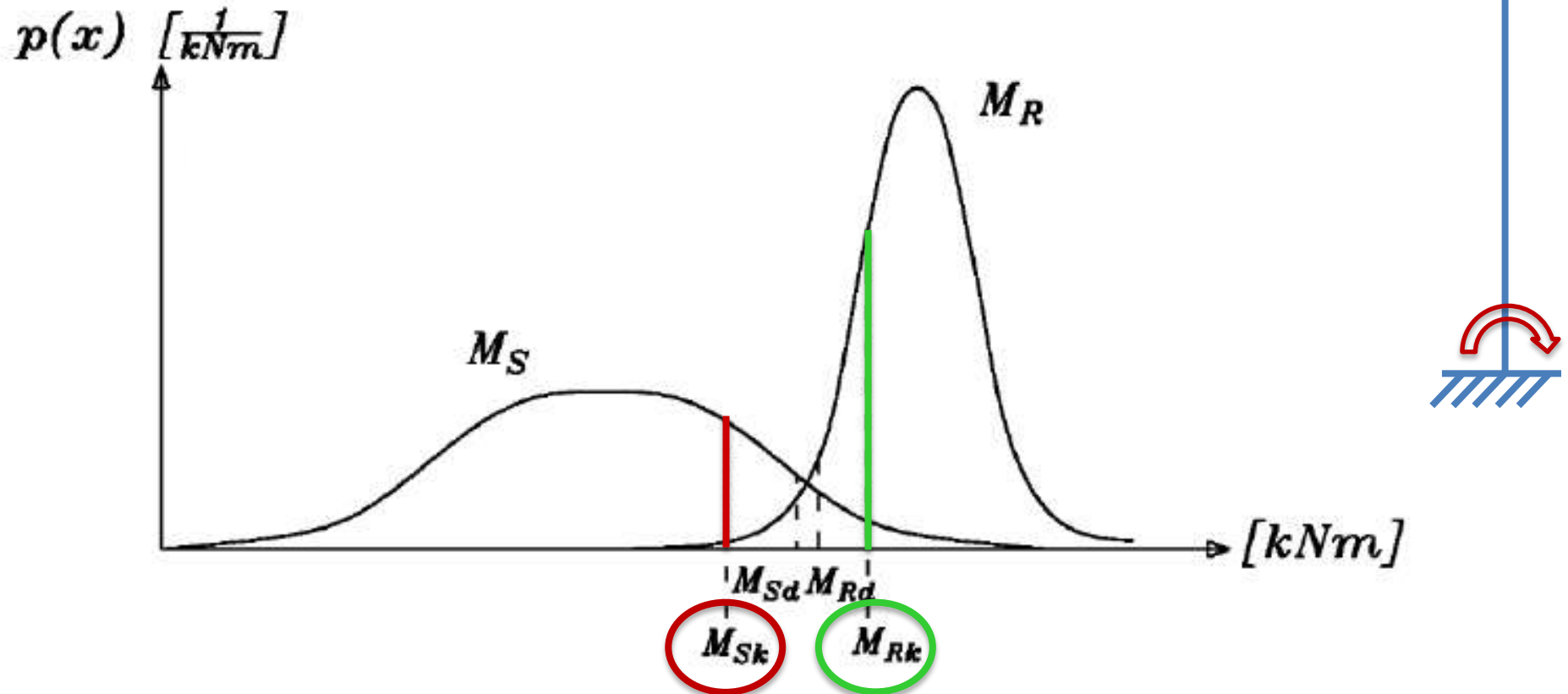
$\gamma_M \rightarrow$ fattore parziale associato alla resistenza del materiale.

$F_d = \gamma_F \cdot F_k \rightarrow$ valore di progetto delle azioni agenti sulla struttura

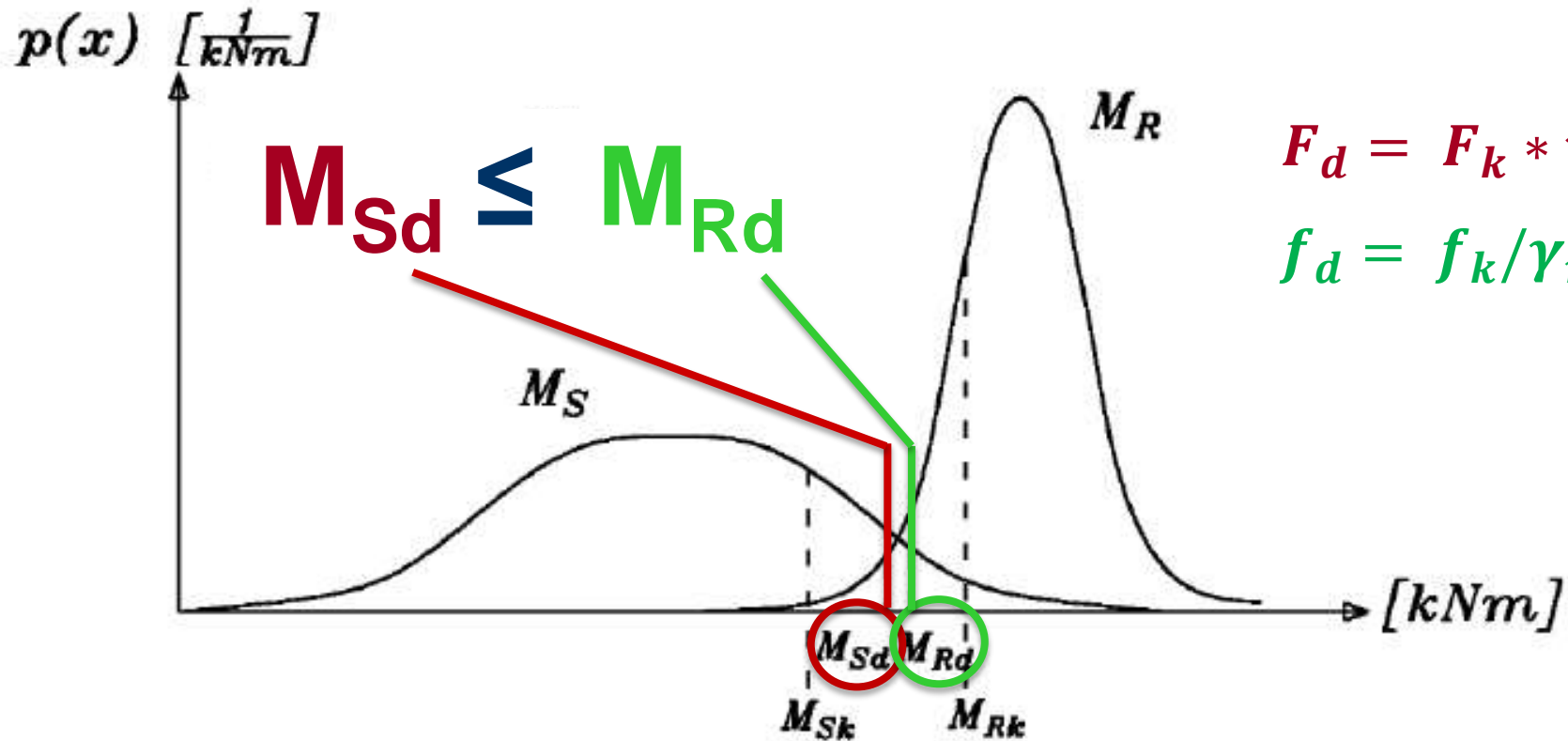
$F_k \rightarrow$ valore caratteristico dell'azione, definito come frattile 95% della distribuzione statistica della grandezza o come valore caratterizzato da un assegnato periodo di ritorno

$\gamma_F \rightarrow$ fattore parziale relativo alle azioni.

METODO SEMI-PROBABILISTICO: VALORI CARATTERISTICI



Per i valori caratteristici si assume il frattile 5%, per le
grandezze di Capacità, e 95 %, per le grandezze di Domanda.



$$F_d = F_k * \gamma_{azioni}$$

$$f_d = f_k / \gamma_{materiali}$$

Il metodo semiprobabilistico applica poi anche dei **coefficienti di sicurezza** che spostano ancor più a sinistra le «resistenze» e più a destra le «sollecitazioni».

7.0 Generalità

7.1 Requisiti delle costruzioni nei confronti degli stati limite

7.2 Criteri generali di progettazione e modellazione

7.3 Metodi di analisi e criteri di verifica

7.4 Costruzioni di calcestruzzo

7.5 Costruzioni d'acciaio

7.6 Costruzioni composte di acciaio-calcestruzzo

7.7 Costruzioni di legno

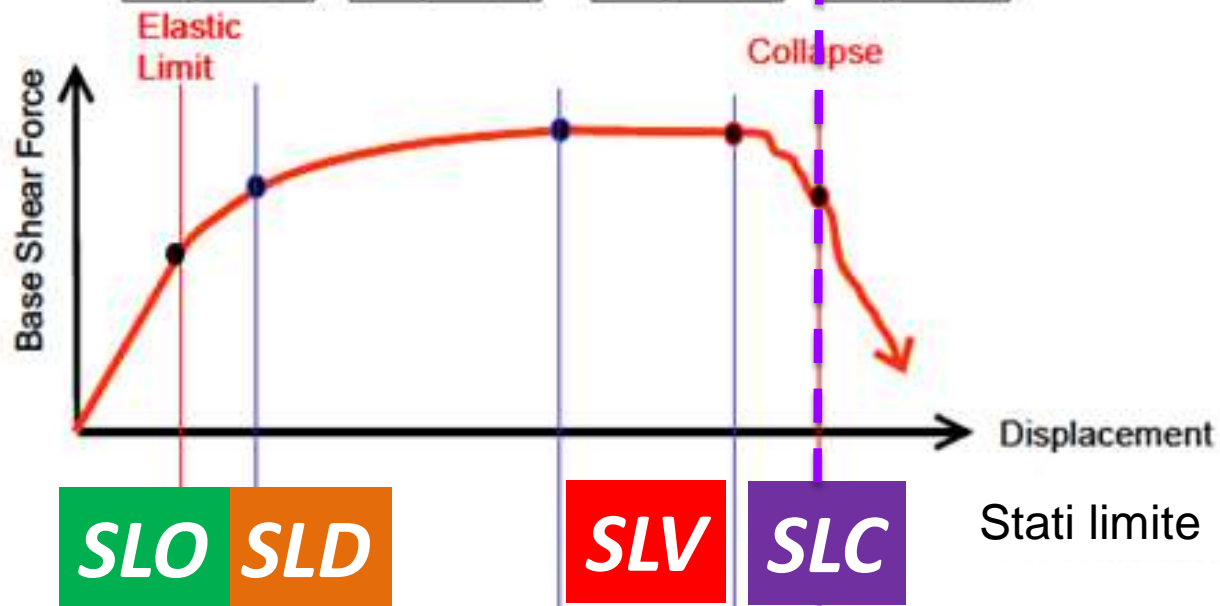
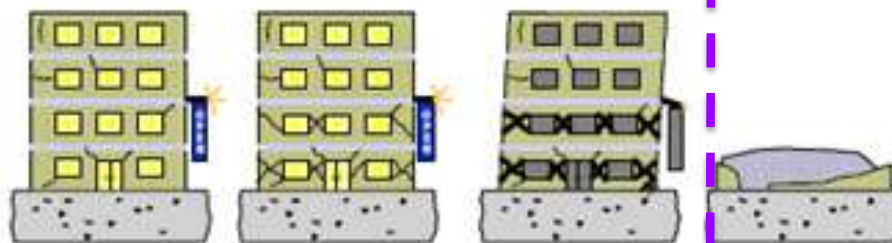
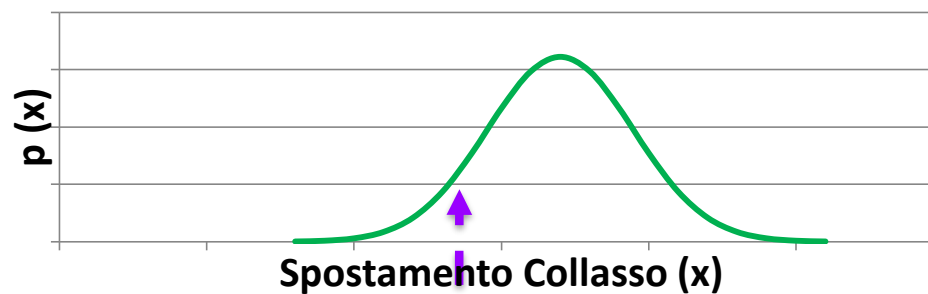
7.8 Costruzioni di muratura

7.9 Ponti

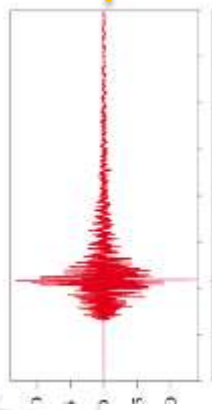
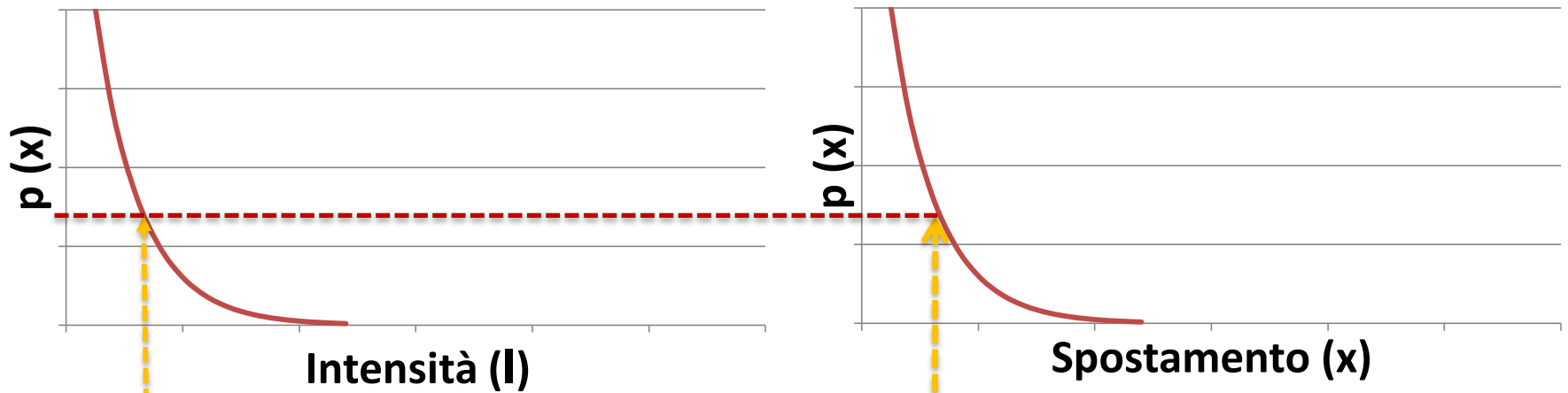
7.10 Costruzioni con isolamento e/o dissipazione

7.11 Opere e sistemi geotecnici

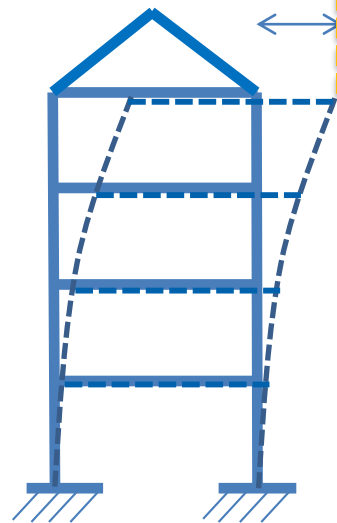
VERIFICA SISMICA CAPACITÀ IN SPOSTAMENTO

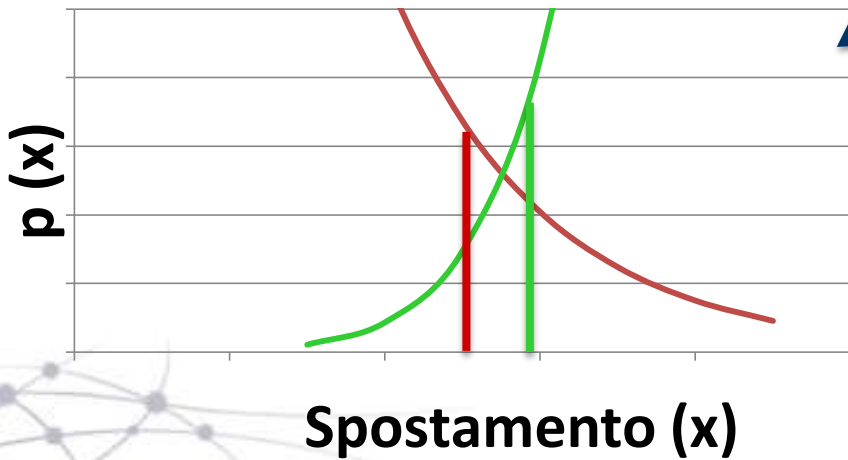
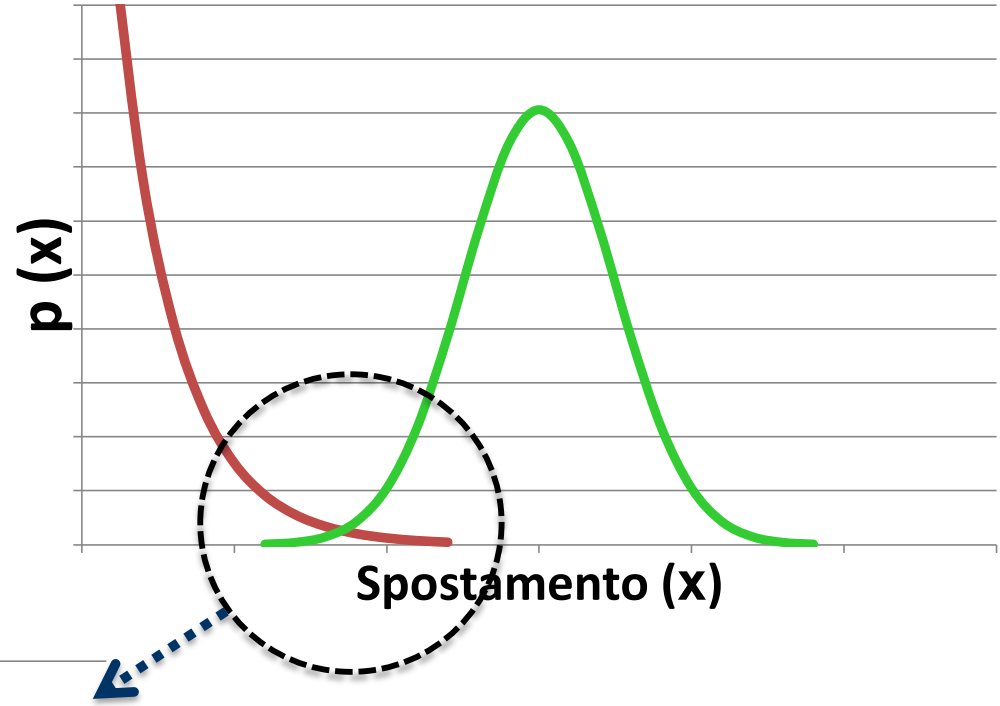


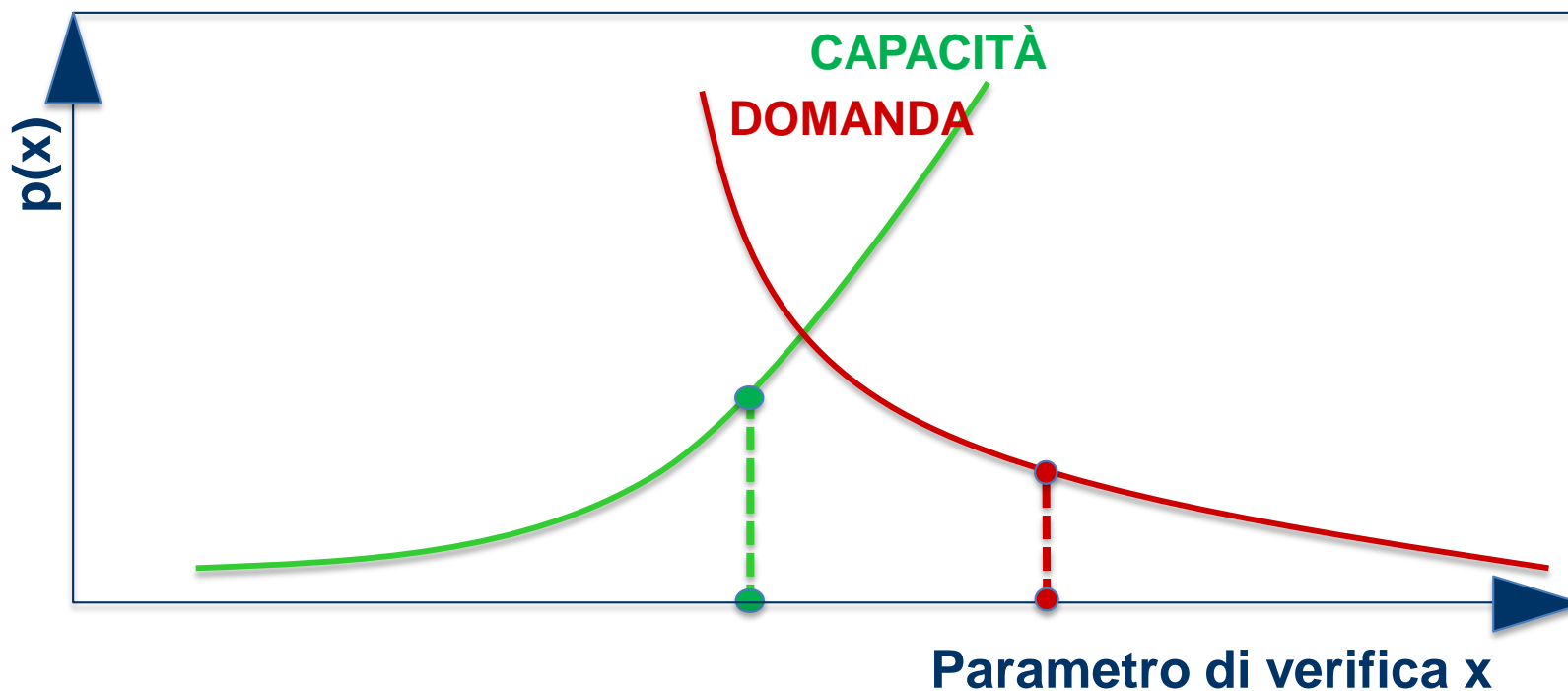
VERIFICA SISMICA DOMANDA IN SPOSTAMENTO



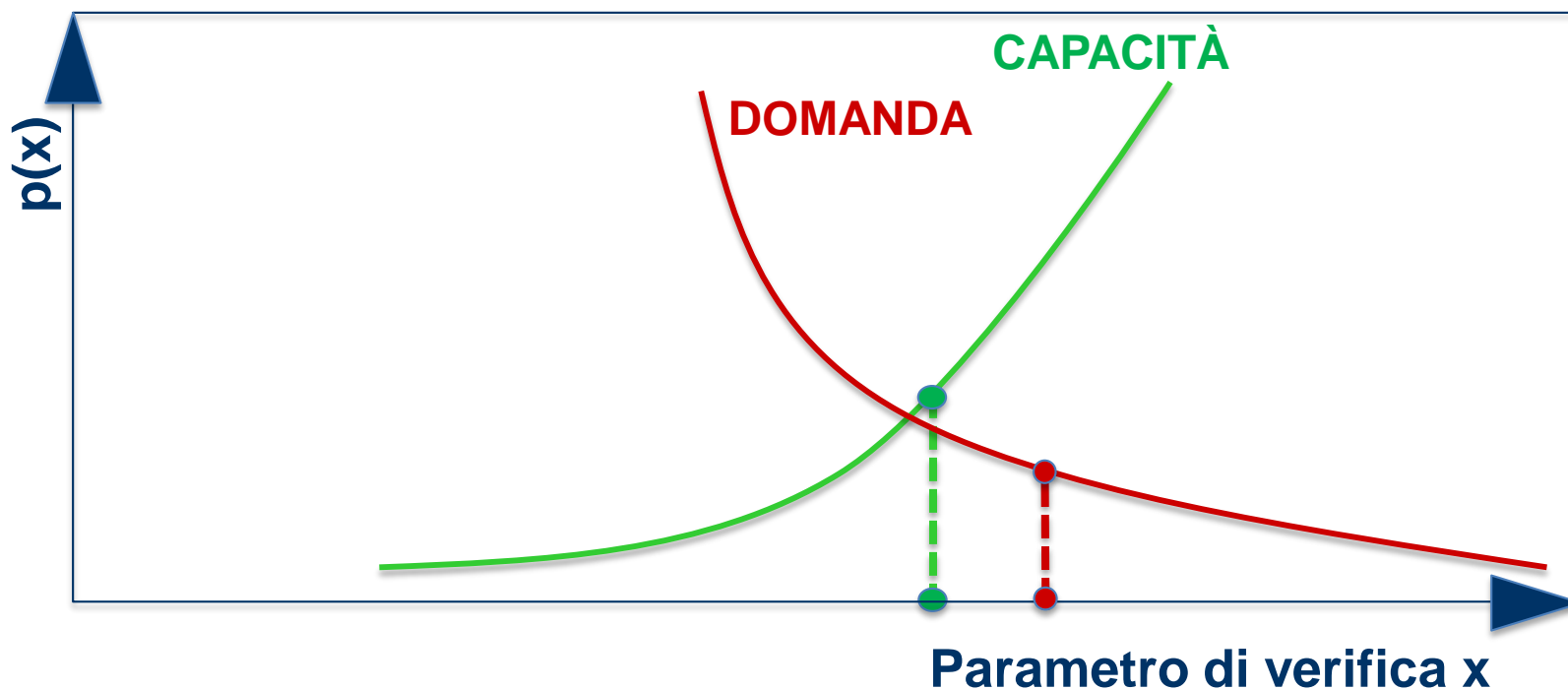
Modello
struttura



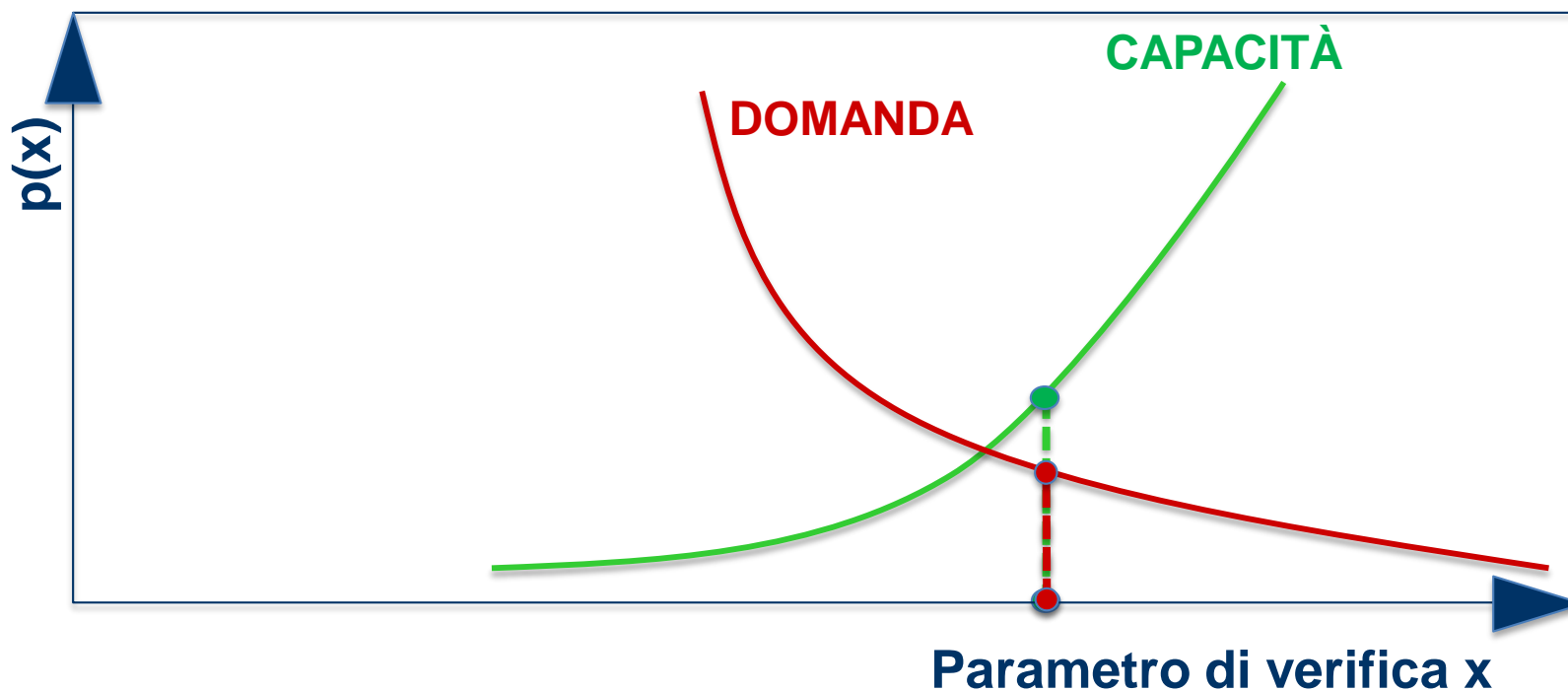




VERIFICA NON SODDISFATTA



VERIFICA NON SODDISFATTA



VERIFICA SODDISFATTA

8. COSTRUZIONI ESISTENTI

- 8.1 **Oggetto**
- 8.2 **Criteri generali**
- 8.3 **Valutazione della sicurezza**
- 8.4 **Classificazione degli interventi**
- 8.5 **Procedure per la valutazione della sicurezza e la redazione dei progetti**
- 8.6 **Materiali**
- 8.7 **Valutazione e progettazione in presenza di azioni sismiche**

La valutazione della sicurezza di una **struttura esistente** è un procedimento quantitativo, volto a determinare **l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa.**

La valutazione della sicurezza, ... , deve permettere di stabilire se:

- **l'uso della costruzione possa continuare** senza interventi;
- **l'uso debba essere modificato** (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia **necessario aumentare la sicurezza strutturale**,

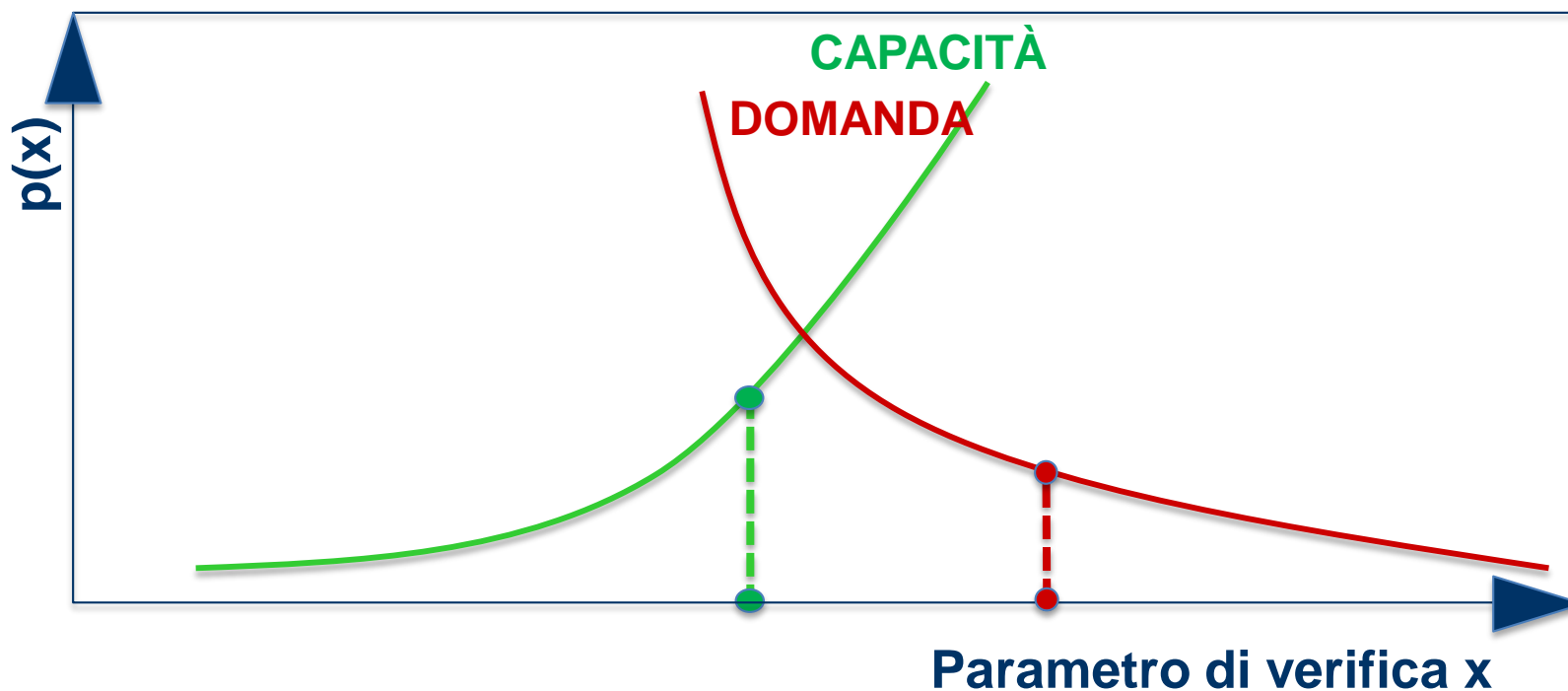
Nella valutazione della sicurezza, da effettuarsi ogni qual volta si eseguano interventi strutturali di miglioramento o adeguamento di cui al § 8.4, il progettista dovrà esplicitare in un'apposita relazione, esprimendoli in termini di **rapporto fra capacità e domanda**, i livelli di sicurezza **precedenti all'intervento e quelli raggiunti con esso.**

Nelle verifiche rispetto alle **azioni sismiche** il **livello di sicurezza** della costruzione è quantificato attraverso il **rapporto ζ_E** tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione;

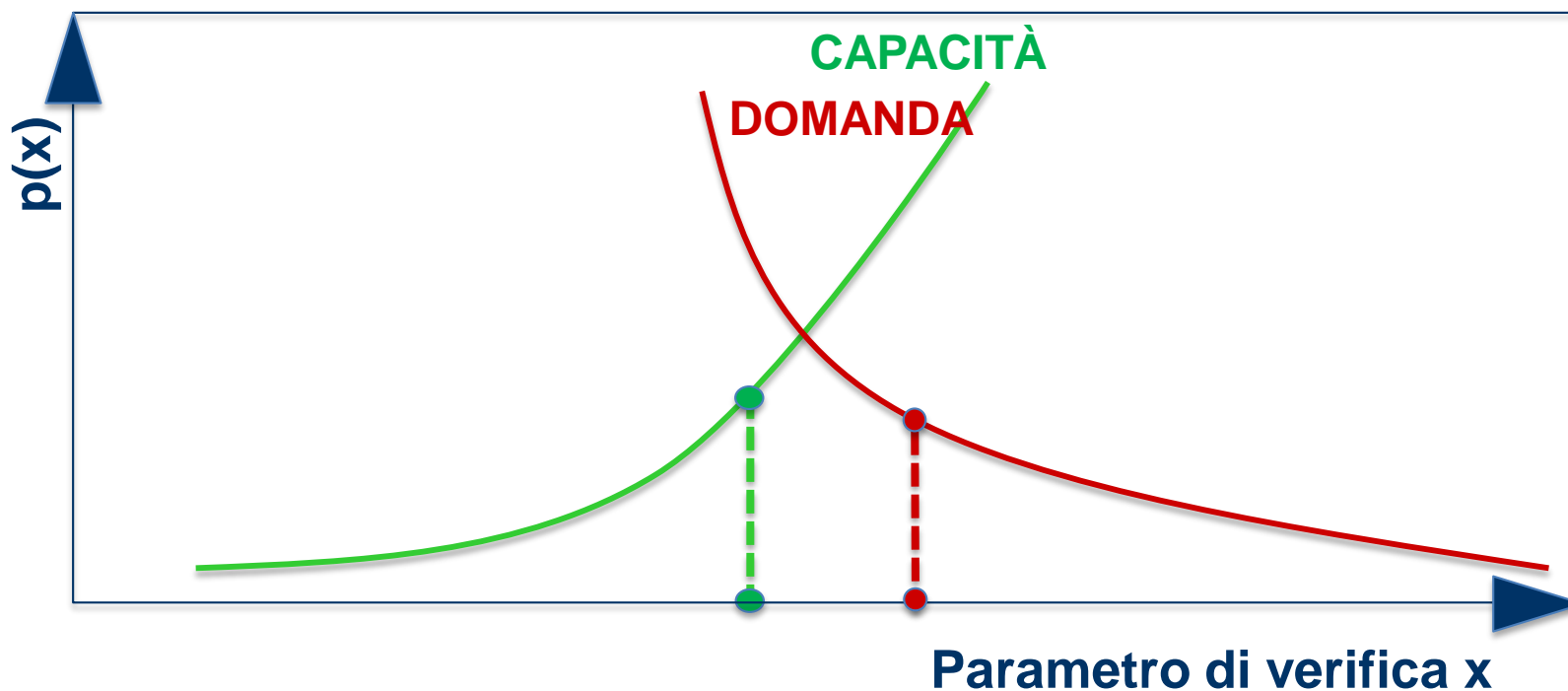
La **restrizione dell'uso** può mutare da porzione a porzione della costruzione e, per l'*i*-esima porzione, è quantificata attraverso il rapporto $\zeta_{V,i}$ tra il valore massimo del sovraccarico variabile verticale ...

È necessario adottare **provvedimenti restrittivi** dell'uso della costruzione e/o procedere ad interventi di miglioramento o adeguamento **nel caso in cui non siano soddisfatte le verifiche relative alle azioni controllate dall'uomo**, ossia prevalentemente ai carichi permanenti e alle altre azioni di servizio.

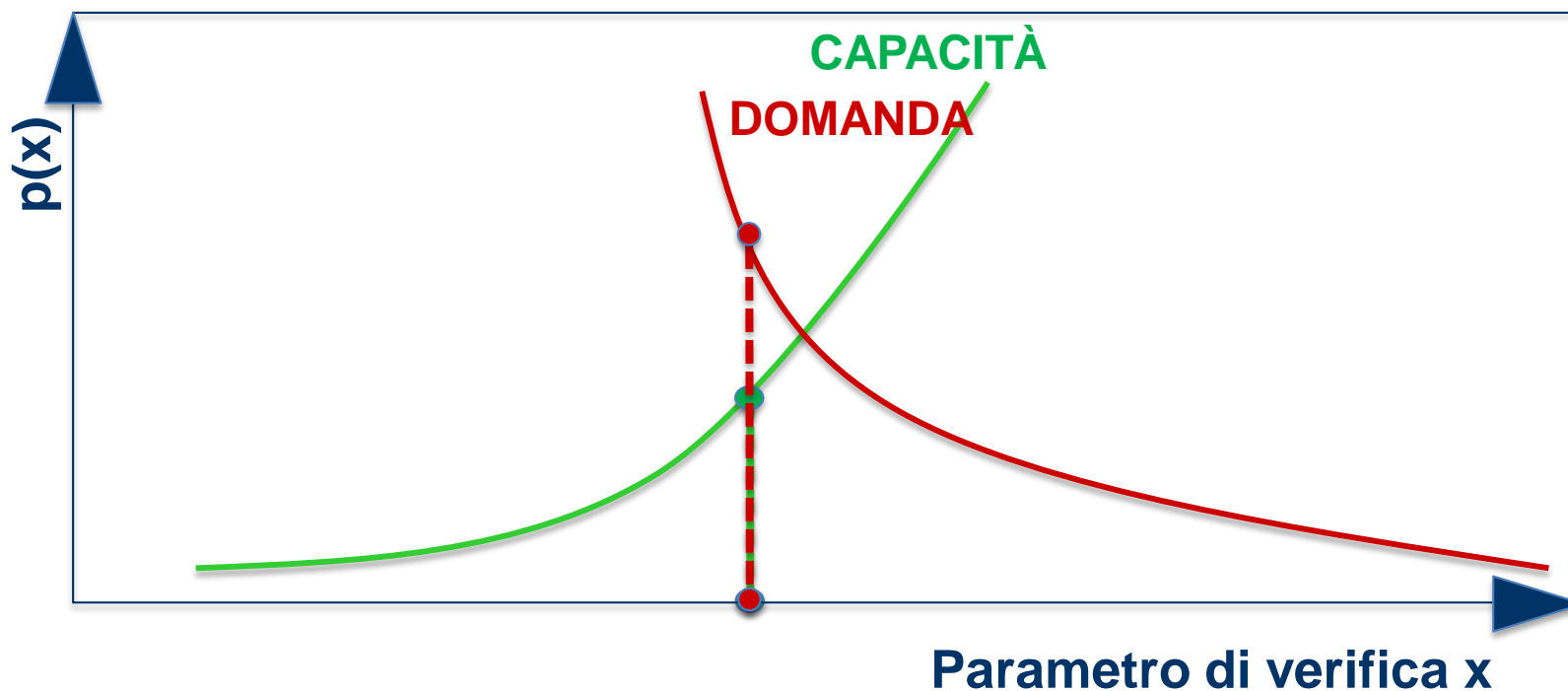
VERIFICA SISMICA – PROGETTAZIONE NUOVE COSTRUZIONI O INTERVENTI



VERIFICA NON SODDISFATTA



VERIFICA NON SODDISFATTA



VERIFICA SODDISFATTA



RISCHIO
sismico

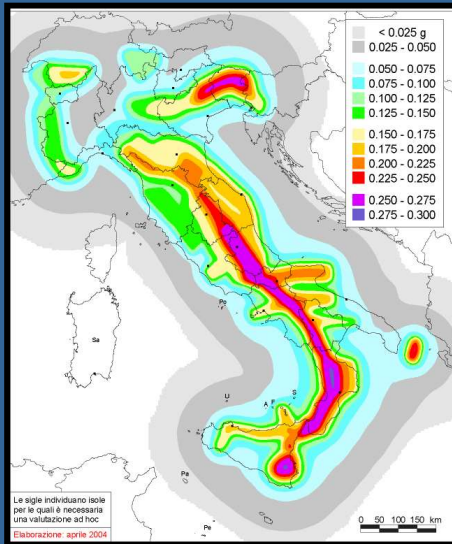
The diagram consists of three rectangular boxes connected by a thin grey line. The top box is yellow and contains the text 'RISCHIO sismico'. The bottom-left box is white with a grey border and contains the text 'SICUREZZA strutturale'. The bottom-right box is white with a grey border and contains the text 'AGIBILITÀ post-sisma'. The boxes are arranged in a roughly triangular shape, with the yellow box at the top and the two white boxes at the bottom.

SICUREZZA
strutturale

AGIBILITÀ
post-sisma

RISCHIO SISMICO

Pericolosità



Vulnerabilità



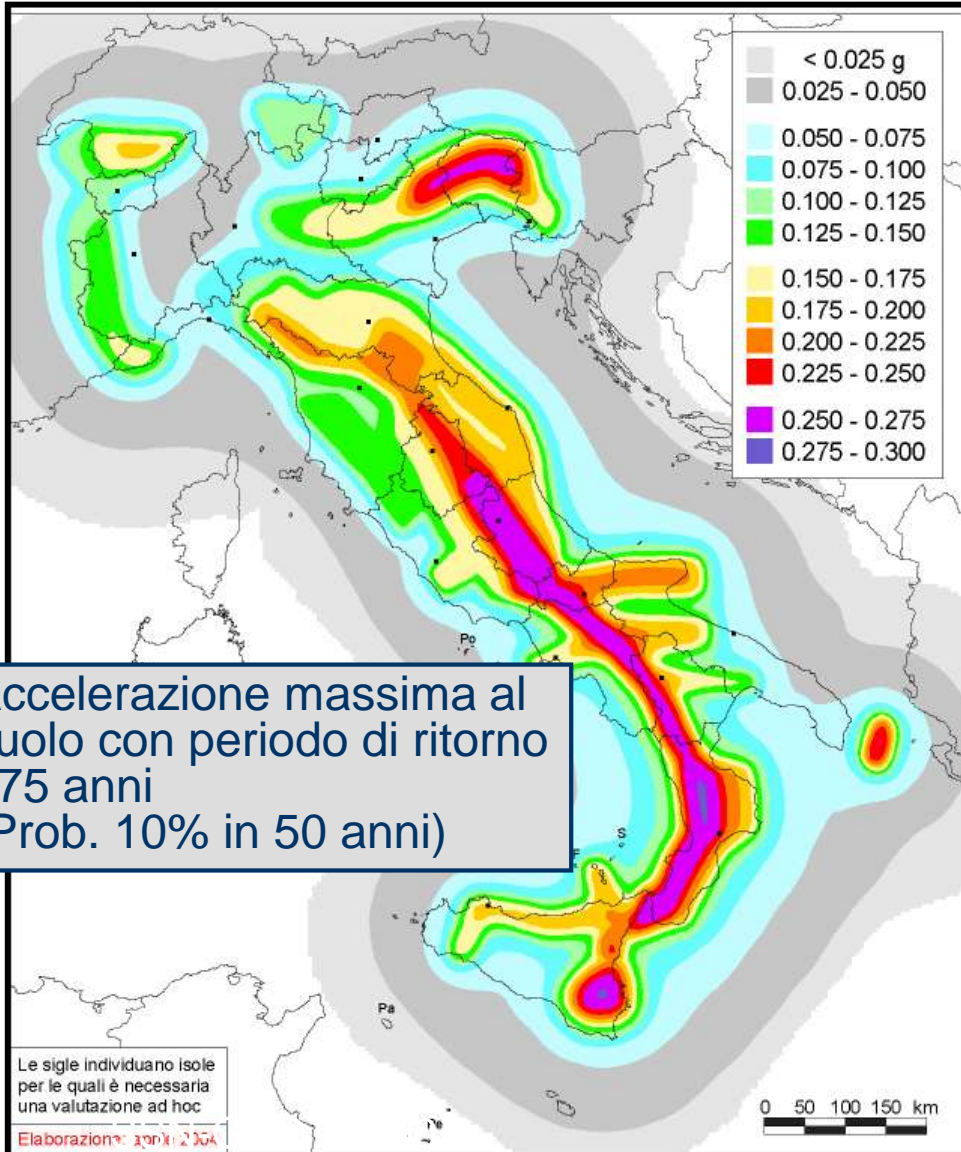
Esposizione



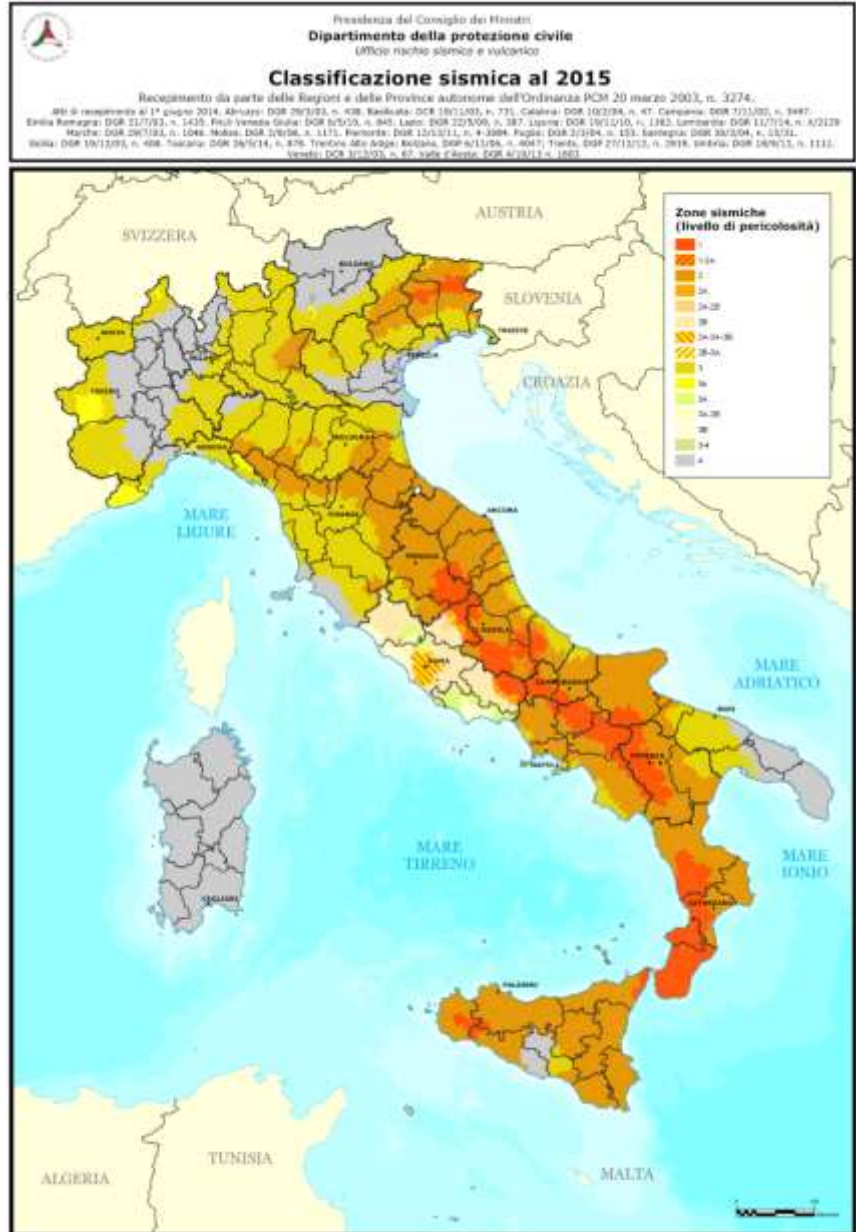
Rischio sismico

Misura (probabilistica) degli effetti (perdite umane, feriti, danni alle proprietà e perturbazioni alle attività economiche) che i terremoti in una data zona determinano sugli elementi esposti

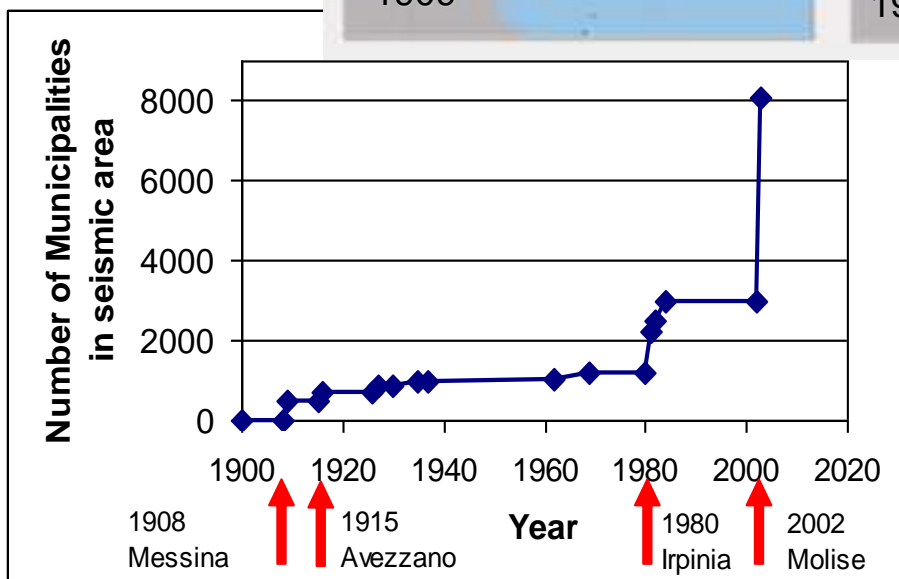
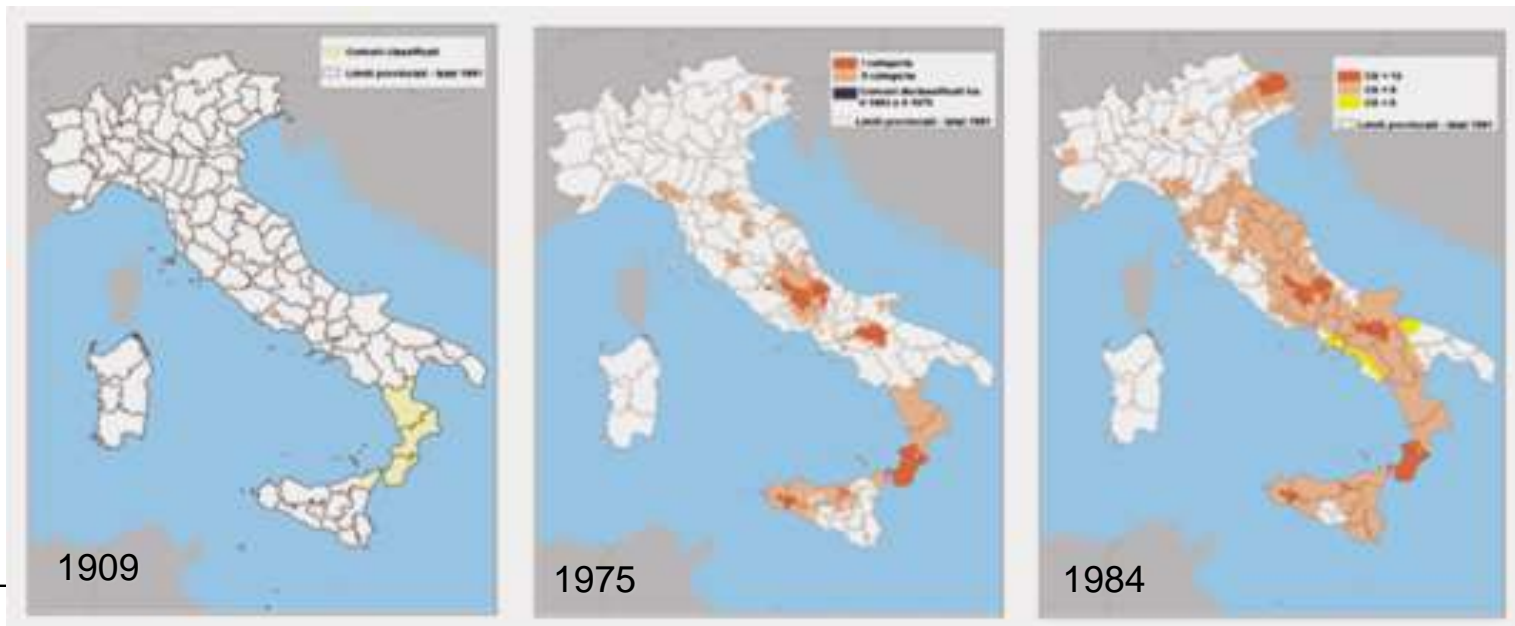
PERICOLOSITÀ SISMICA E CLASSIFICAZIONE



Accelerazione massima al suolo con periodo di ritorno 475 anni (Prob. 10% in 50 anni)



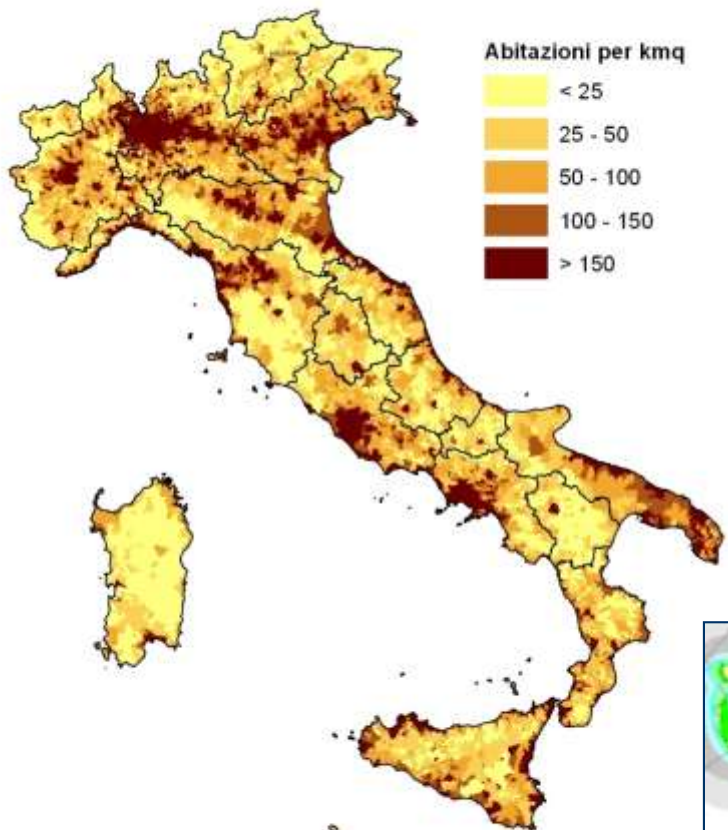
EVOLUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA



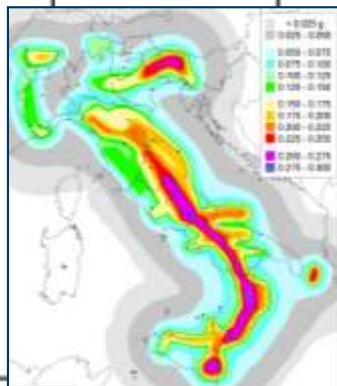
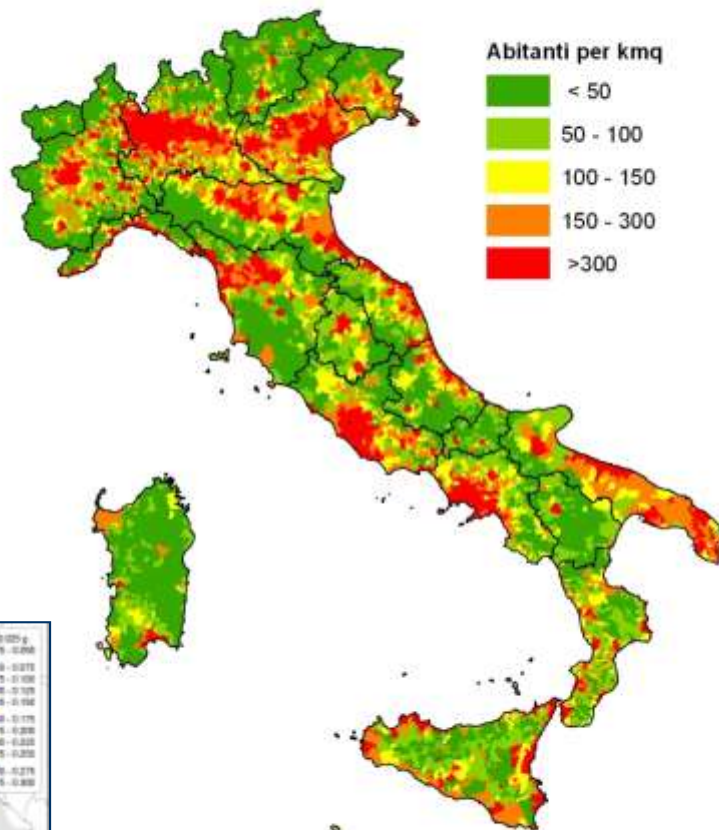
Variazione No. Comuni in zona sismica nelle diverse classificazioni

ESPOSIZIONE ABITAZIONI E POPOLAZIONE

Abitazioni

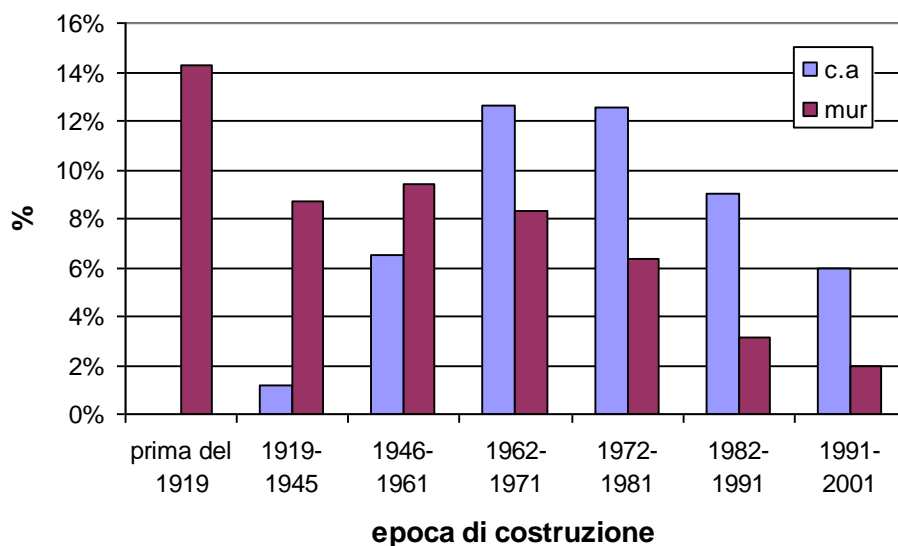


Popolazione



ESPOSIZIONE E VULNERABILITÀ

percentuale di abitazioni per epoca di costruzione e tipologia (ISTAT 2001)

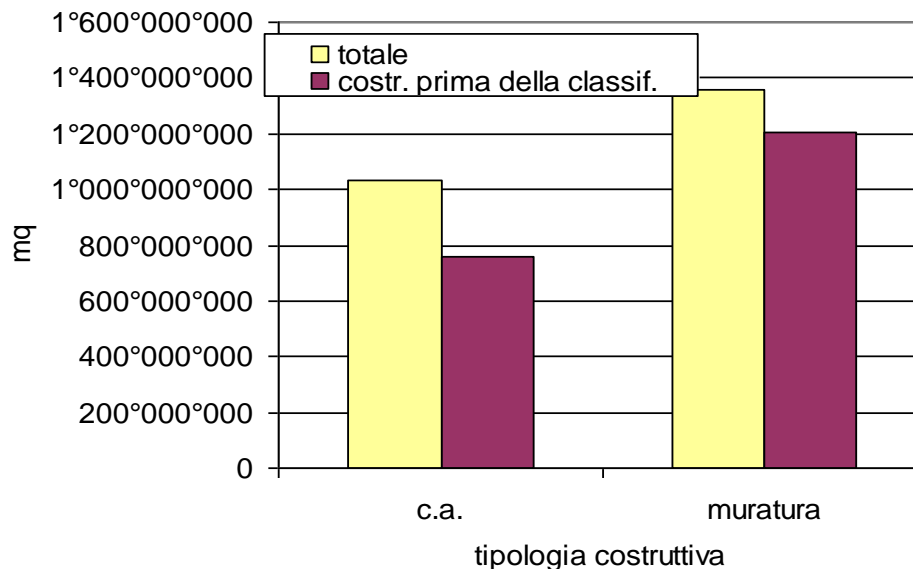


- 5% degli edifici in muratura
- 15% degli edifici in c.a.

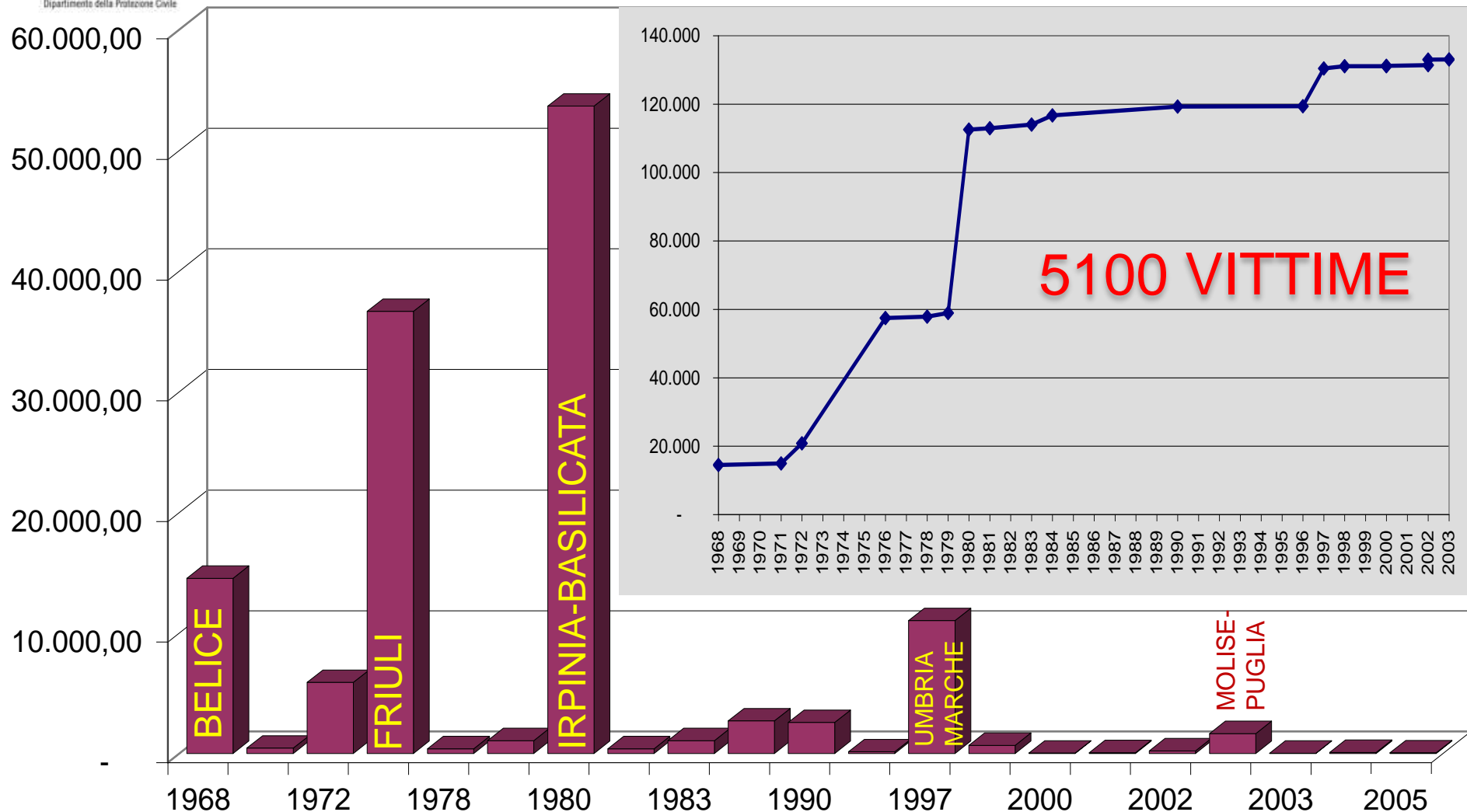
COSTRUITI DOPO IL 1982

Abitazioni – ISTAT 2001

superfici delle abitazioni totali e non protette



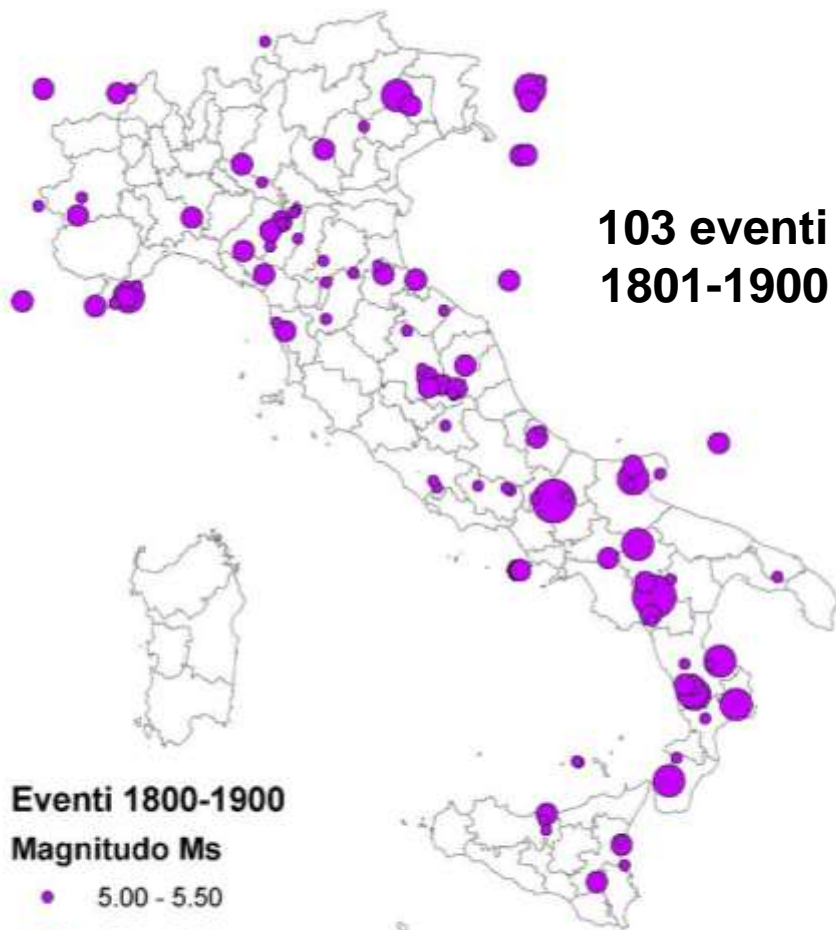
COSTO TERREMOTI ITALIANI - ULTIMI 50 ANNI (M€-2005)



+ ABRUZZO'09 + EMILIA'12 + CENTRO ITALIA '16 ~ € 180 Mld → ~ 3,5 Mld €/an.

Terremoti dei secoli XIX e XX

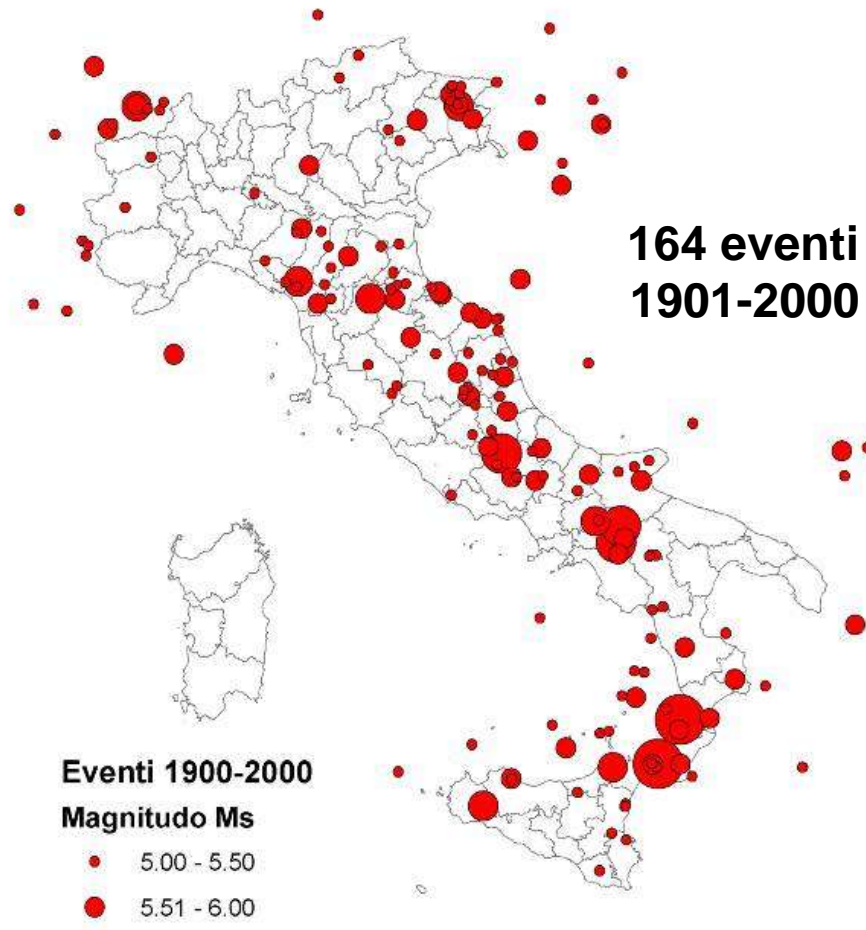
Eventi con $M \geq 5$ considerati nella simulazione degli scenari



Eventi 1800-1900

Magnitudo Ms

- 5.00 - 5.50
- 5.51 - 6.00
- 6.01 - 6.50
- 6.51 - 7.00



Eventi 1900-2000

Magnitudo Ms

- 5.00 - 5.50
- 5.51 - 6.00
- 6.01 - 6.50
- 6.51 - 7.00
- 7.01 - 7.50

RISCHIO SISMICO XXI SECOLO - PROIEZIONI

In base a quanto avvenuto negli ultimi 2 secoli, in questo secolo ci si può aspettare:

500 - 2000 morti+feriti / anno

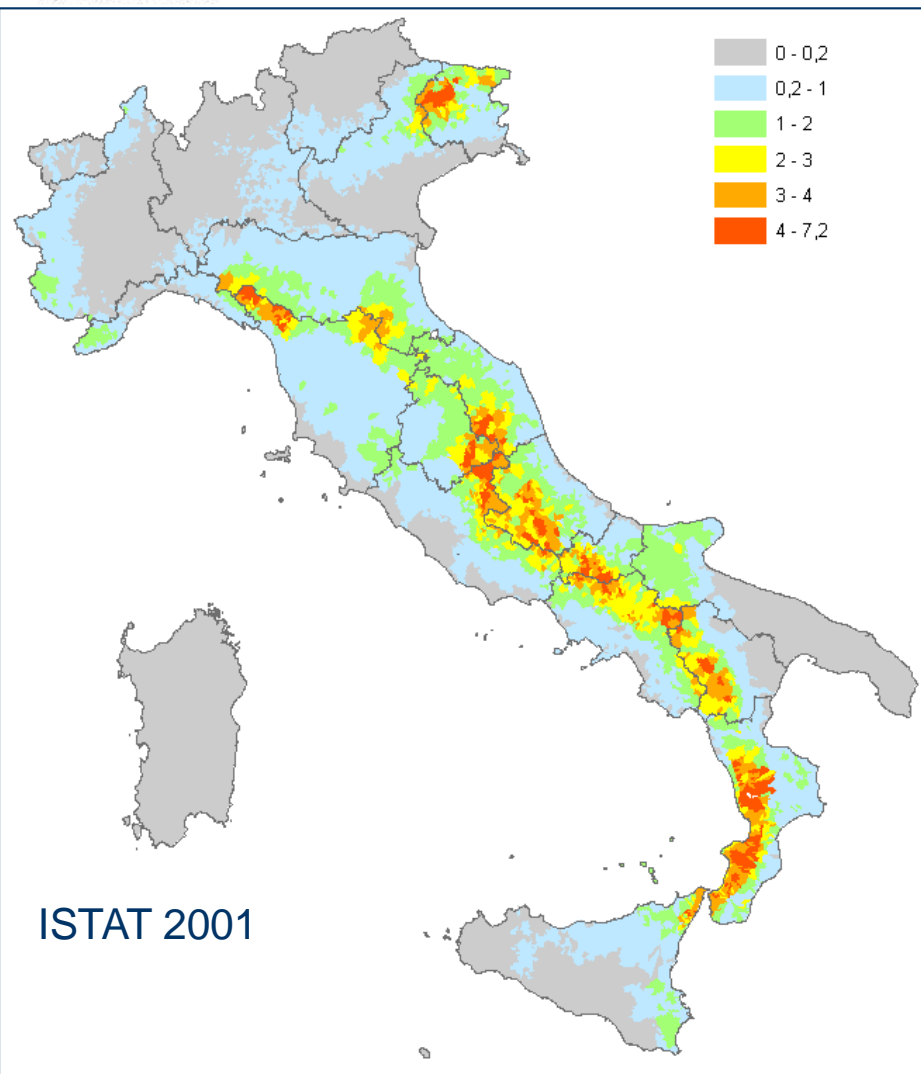
→ 50000-200000 morti+feriti nel XXI sec.

1 - 2 miliardi di Euro / anno (*solo edifici di abitazione*)*

→ 100-200 mld di Euro nel XXI sec.

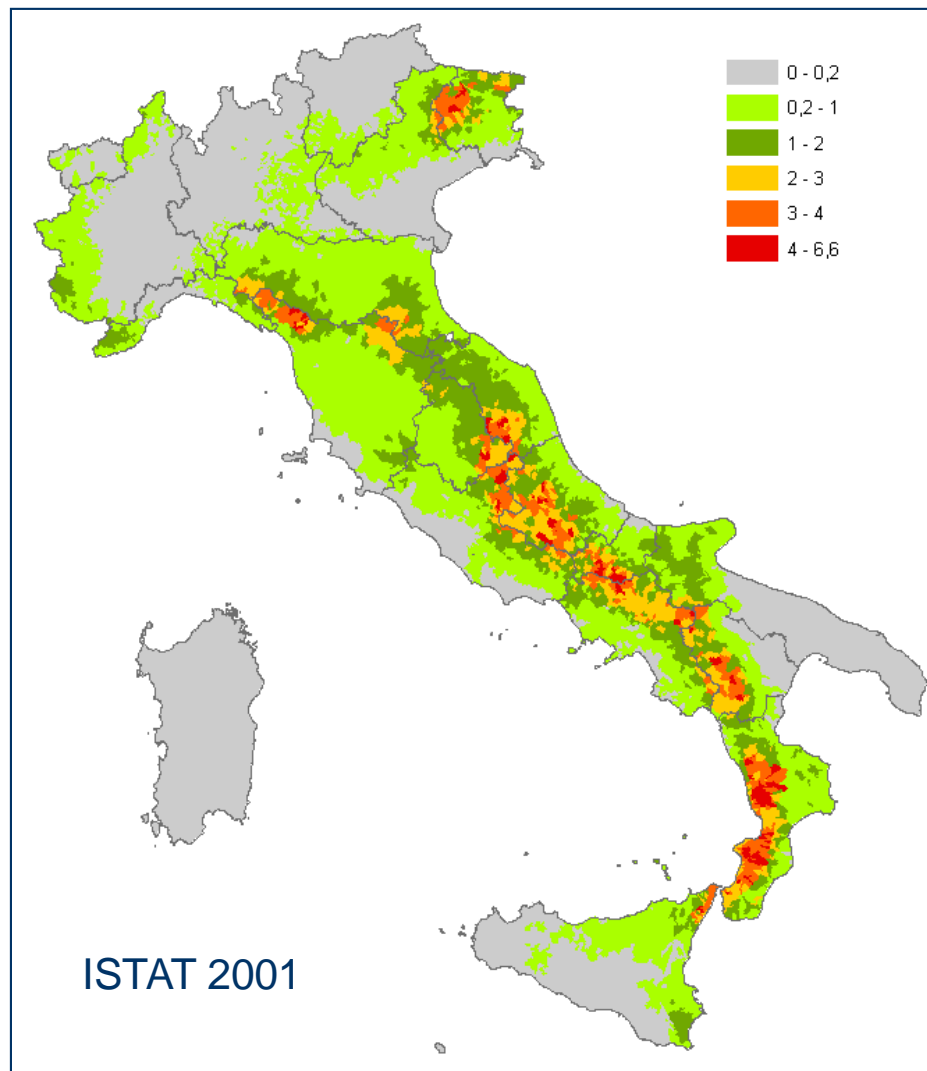
- *La stima dei costi è relativa alle sole abitazioni. I costi complessivi dovrebbero includere anche gli edifici pubblici, gli edifici monumentali e le infrastrutture, i danni alle attività produttive.*
- **L'incremento verosimile è dell'ordine del 50-100% → 3-4 miliardi di Euro/anno**

RISCHIO SISMICO (PxVxE)



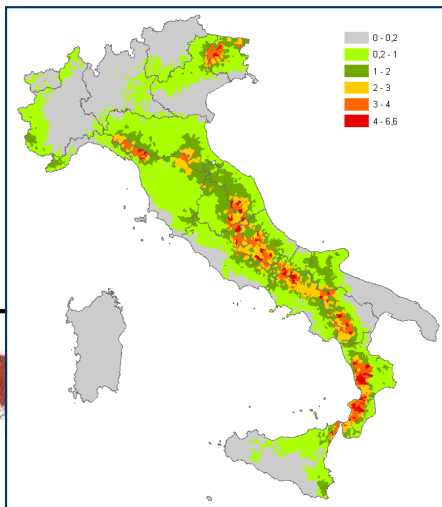
Abitazioni crollate per comune.
Percentuale media in 100 anni

Popolazione coinvolta in crolli per comune.
Percentuale media in 100 anni



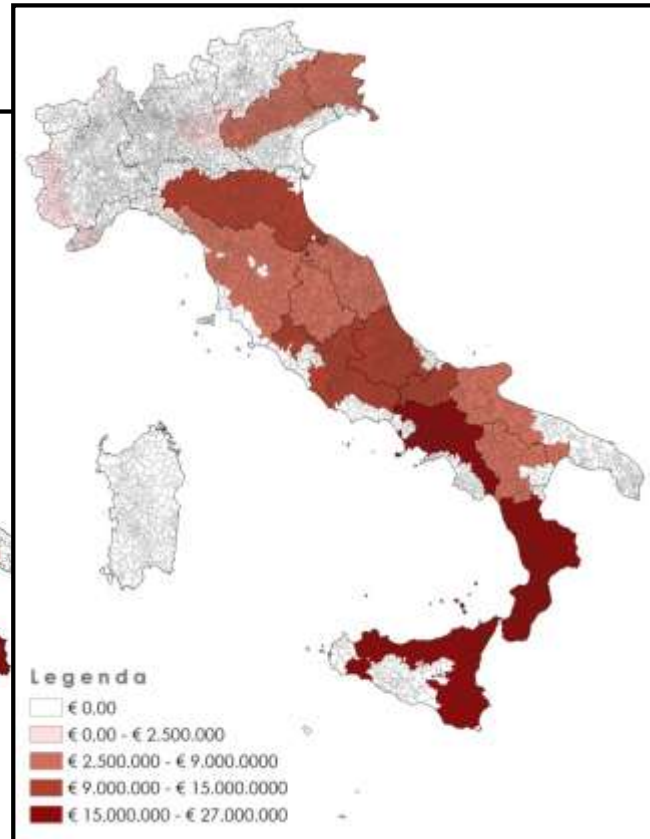
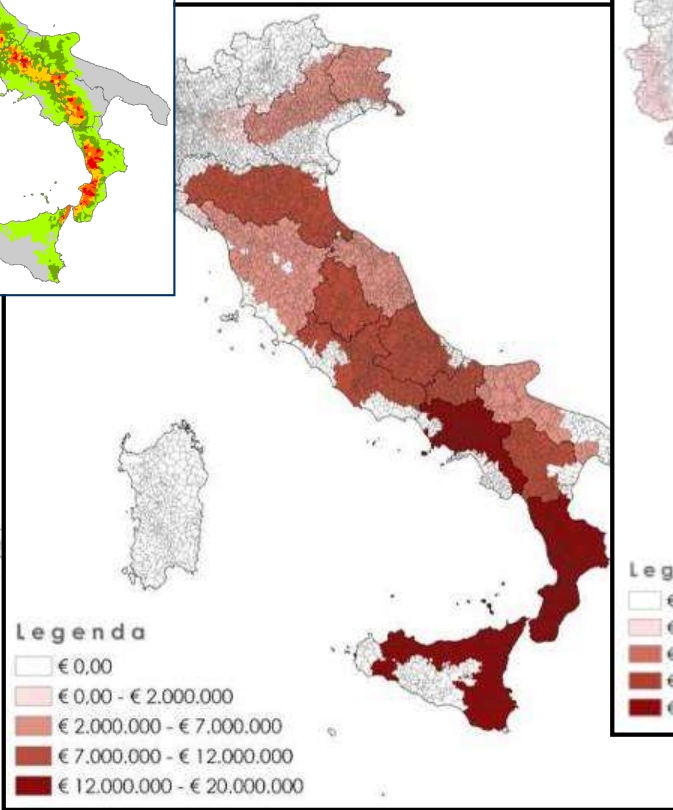
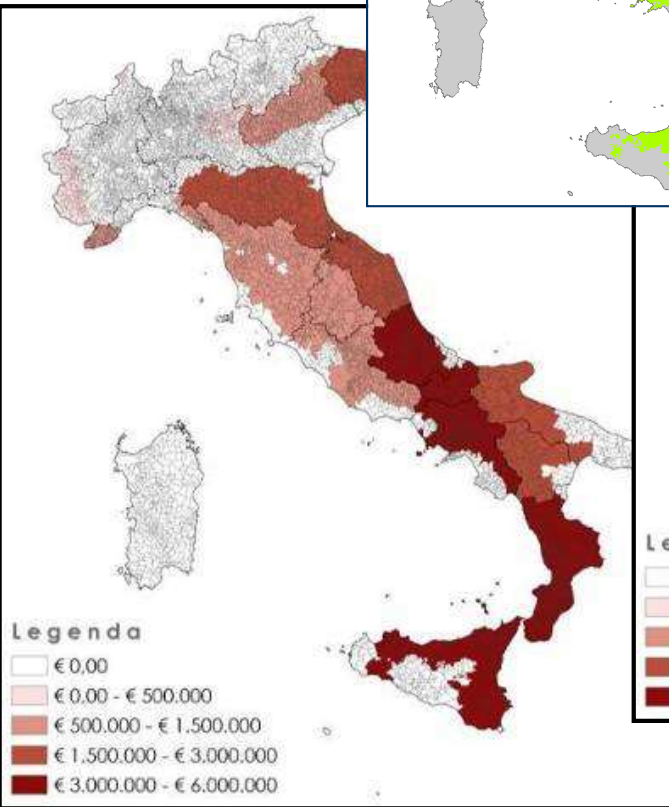
DISTRIBUZIONE FONDI PREVENZIONE ART.11 DL39/09, L.77/09

2010



2011, 2015

2012, 2013, 2014





RISCHIO
sismico

The diagram consists of three rectangular boxes connected by a red line. The top box is yellow and contains the text 'RISCHIO sismico'. The bottom-left box is green and contains the text 'SICUREZZA strutturale'. The bottom-right box is white with a grey border and contains the text 'AGIBILITÀ post-sisma'. A red line starts from the top box, goes down and left, then curves around the bottom-left box, then goes up and right, and finally curves around the bottom-right box to connect back to the top box.

SICUREZZA
strutturale

AGIBILITÀ
post-sisma

LL.GG. PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELLE COSTRUZIONI

Consentono di attribuire alle costruzioni una di **otto classi di rischio**.

La classificazione è analoga a quella attualmente utilizzata in molti altri campi, da quello **energetico** degli **edifici** e degli **elettrodomestici**, a quello degli **pneumatici** degli autoveicoli.



CLASSE EFFETTIVA:

MINIMO FRA LE DUE CLASSI PAM e IS-V

Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,50\%$	A+
$0,5\% < PAM \leq 1,0\%$	A
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	B
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	C
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	D
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	E
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	F
$7,5\% < PAM$	G

Indice di Sicurezza (IS-V)	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A+
$100\% \leq IS-V < 80\%$	A
$80\% \leq IS-V < 60\%$	B
$60\% \leq IS-V < 45\%$	C
$45\% \leq IS-V < 30\%$	D
$30\% \leq IS-V < 15\%$	E
$IS-V \leq 15\%$	F

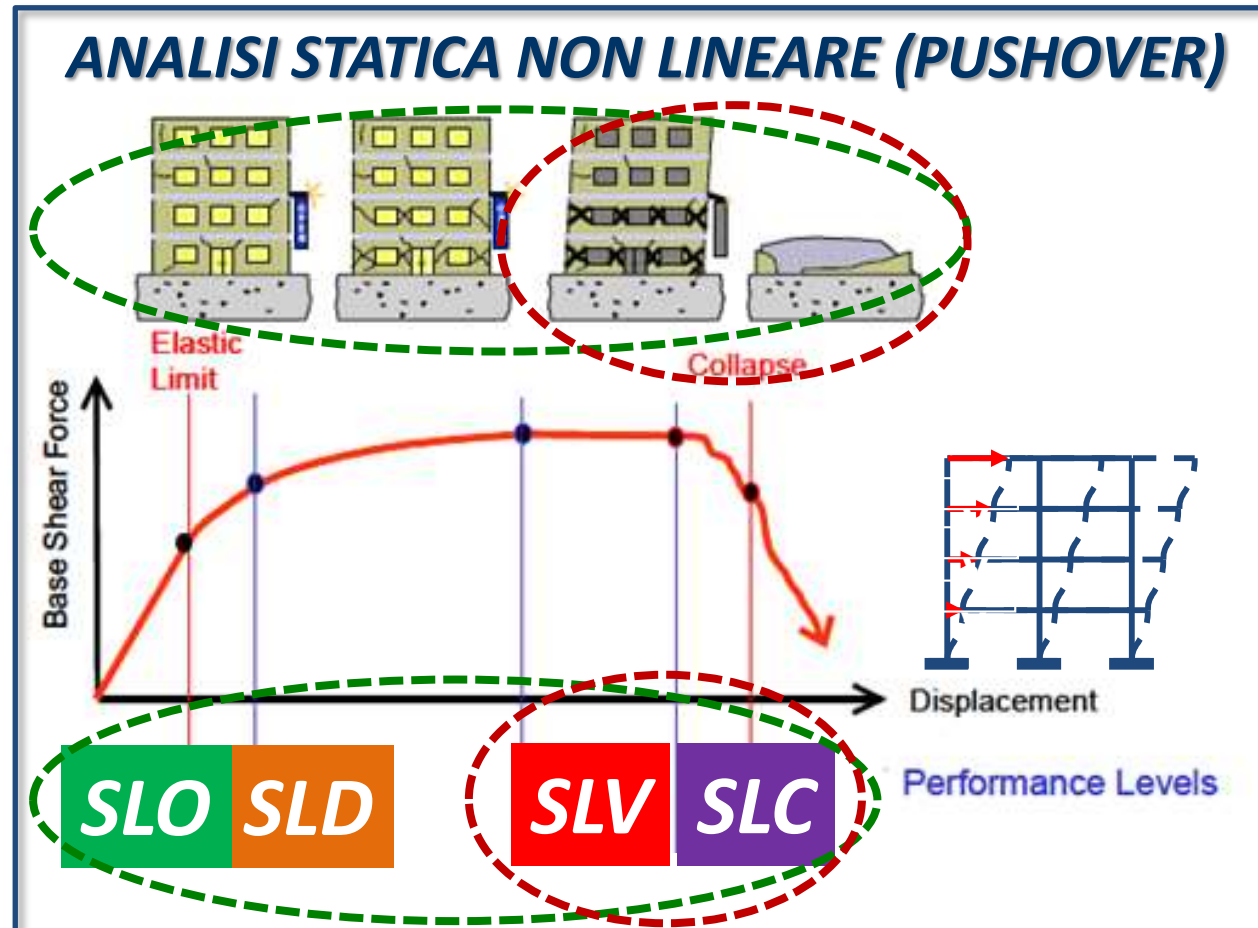
1) Un progetto di rinforzo corretto migliora il PAM in modo equilibrato e tende a verificare anche IS-V

2) IS-V corregge progetti troppo sbilanciati verso lo SLD, che non garantirebbero la Salvaguardia della Vita

La procedura di classificazione non comporta calcolazioni differenti, o aggiuntive, rispetto a quanto si fa per le verifiche previste dalle NTC

PAM → Le perdite economiche sono correlate alla capacità della costruzione di sostenere terremoti, sia frequenti (**SLO, SLD**) che rari (**SLV, SLC**).

IS-V → La salvaguardia della vita umana è correlata soprattutto alla capacità della costruzione di non crollare (**SLV, SLC**) per effetto dei terremoti.



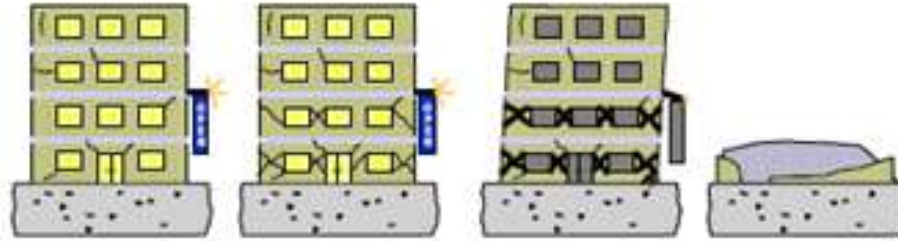
CAMBIO DEL «SISTEMA DI RIFERIMENTO»

Periodo di ritorno (T_r) o frequenza ($1/T_r$)

che genera lo specifico valore di taglio alla base

PGA

del sisma che provoca la specifica PGA



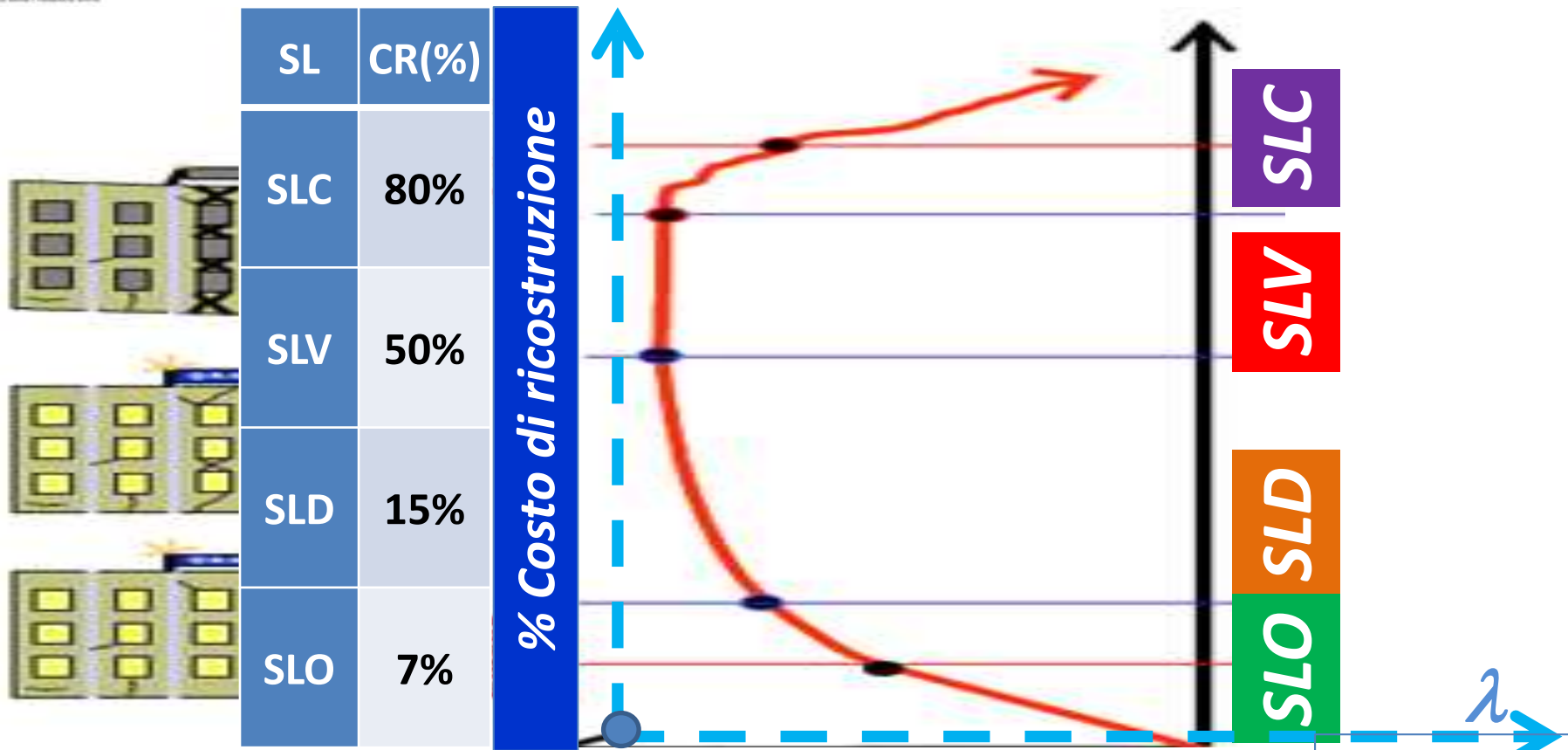
SLO SLD

SLV SLC

Costo normalizzato al costo di ricostruzione

Costo per riparare il danno che si manifesta al raggiungimento di ciascuno stato limite

QUANTIFICAZIONE ECONOMICA DEL DANNO - PAM



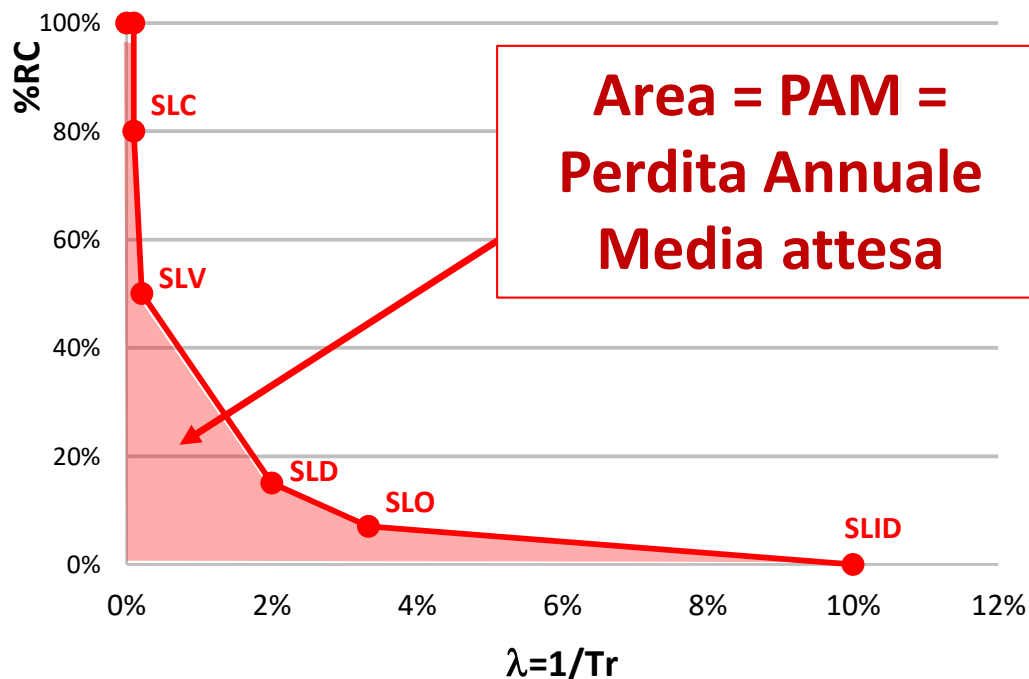
- Rotazione diagramma
- Cambio assi

Stato Limite	SLC	SLV	SLD	SLO
λ	?	?	?	?

Valori ottenuti da verifiche strutturali NTC

CLASSE PAM PER UN EDIFICIO IN CLASSE D'USO II SECONDO NTC

Curva di Riferimento

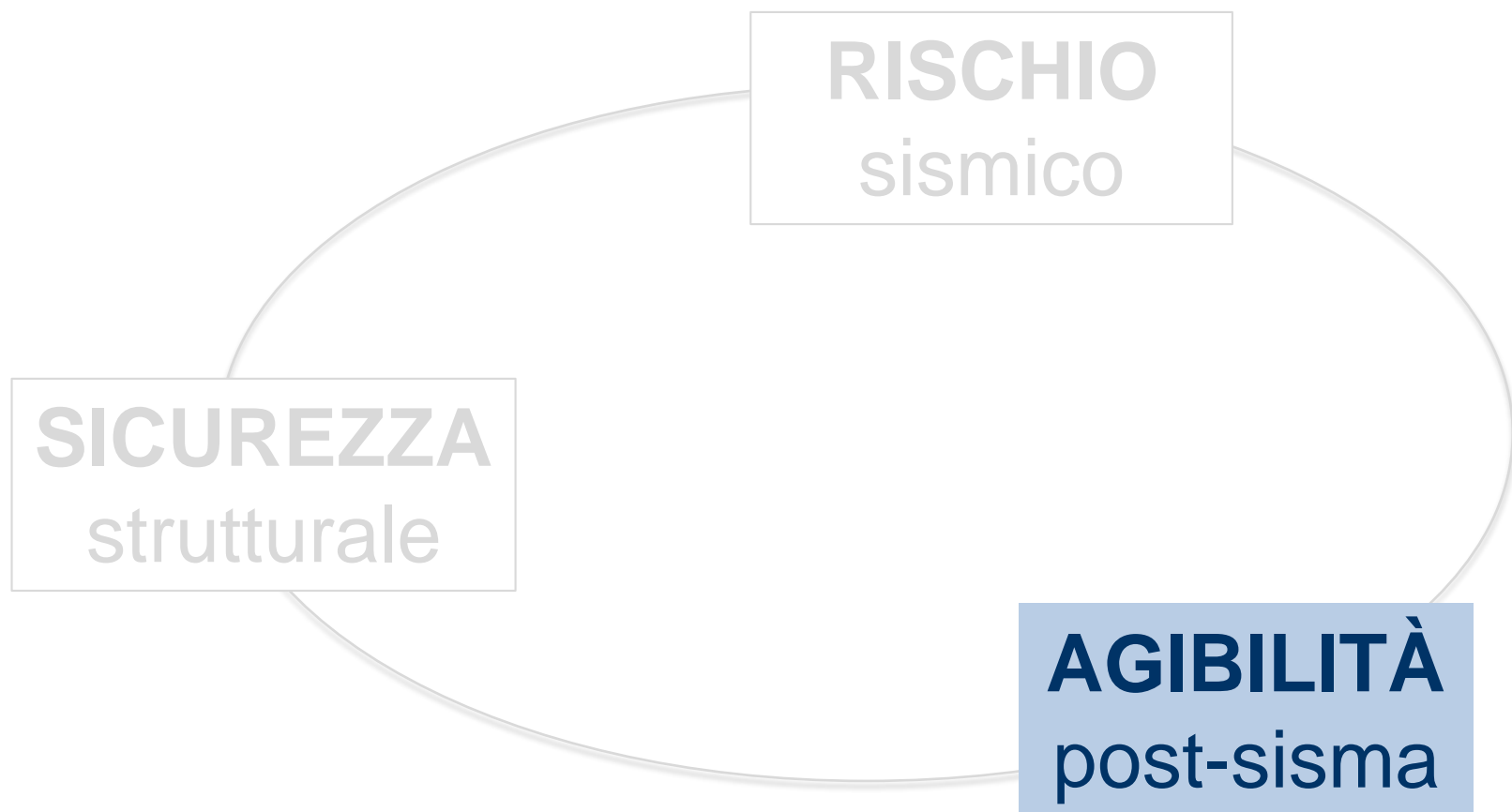


Curva riferita agli SL da norma per un edificio in classe d'uso II con prestazioni pari ai minimi richiesti

PAM = 1,13% < 1,5%
Classe PAM 'B'

Stati Limite		Periodo di riferimento Vr = 50 (Classe d'uso II)		
		Probabilità superamento	Periodo di ritorno	Frequenza superamento
Stati limite di esercizio	SLO	81 %	Tr = 30 anni	λ = 3,3%
	SLD	65 %	Tr = 50 anni	λ = 2,0%
Stati limite ultimi	SLV	10 %	Tr = 475 anni	λ = 0,2 %
	SLC	5 %	Tr = 975 anni	λ = 0,1 %

LA RICERCA DEL FILO ROSSO





La gestione tecnica dell'emergenza sismica

www.protezionecivile.gov.it

Gli strumenti di valutazione:

La scheda Aedes (DPCM 8 luglio 2014)

La scheda ed il suo manuale derivano dall'esperienza maturata in diversi terremoti a partire dal terremoto **dell'Umbria e Marche del 1997**.

Aggiornamenti sono stati effettuati dopo i terremoti del **Pollino 1998** e del **Molise 2002**.




Molti paesi europei che fino a poco tempo fa, per la moderata sismicità, non disponevano di schede di rilievo di agibilità e danno (Spagna, Francia, Portogallo) hanno fatto ampio riferimento alla scheda italiana o a schede redatte in ambito di progetti Europei (Step, Risknat) che derivano direttamente dall'esperienza italiana.



Aedes D.P.C.M. 8/7/2014



Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES)



Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES).

NOTE ESPLICATIVE SULLA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA AeDES 8/7/2014

Sezione 4 - Bassi ed edifici non strutturali

1. Sono da trattare nelle schede AeDES come quelli strutturali, con gli stessi requisiti di qualità. Nella scheda ogni tipo di edificio di un tipo o componente strutturale diverso è indicato come appartenente al livello di danno di classe (I) o di classe (II) di danno proprio alla componente in esame (ossia il componente strutturale o alla singola unità strutturale). La definizione del livello di danno è in funzione della natura e della gravità della lesione riscontrata (ossia della natura e della gravità della lesione riscontrata) e della presenza di danni secondari o terziari, in particolare: danni secondari o terziari di natura strutturale (ad esempio, danni secondari o terziari di natura strutturale) e danni secondari o terziari di natura non strutturale (ad esempio, danni secondari o terziari di natura non strutturale).

Sezione 5 - Altre osservazioni

1. Sono da compilare in questa sezione tutte le osservazioni rilevanti relative all'edificio in esame, in particolare: la presenza di danni secondari o terziari di natura strutturale o non strutturale; la presenza di danni secondari o terziari di natura non strutturale; la presenza di danni secondari o terziari di natura non strutturale; la presenza di danni secondari o terziari di natura non strutturale.

SEZIONE 2 - DESCRIZIONE EDIFICIO

Dati generali

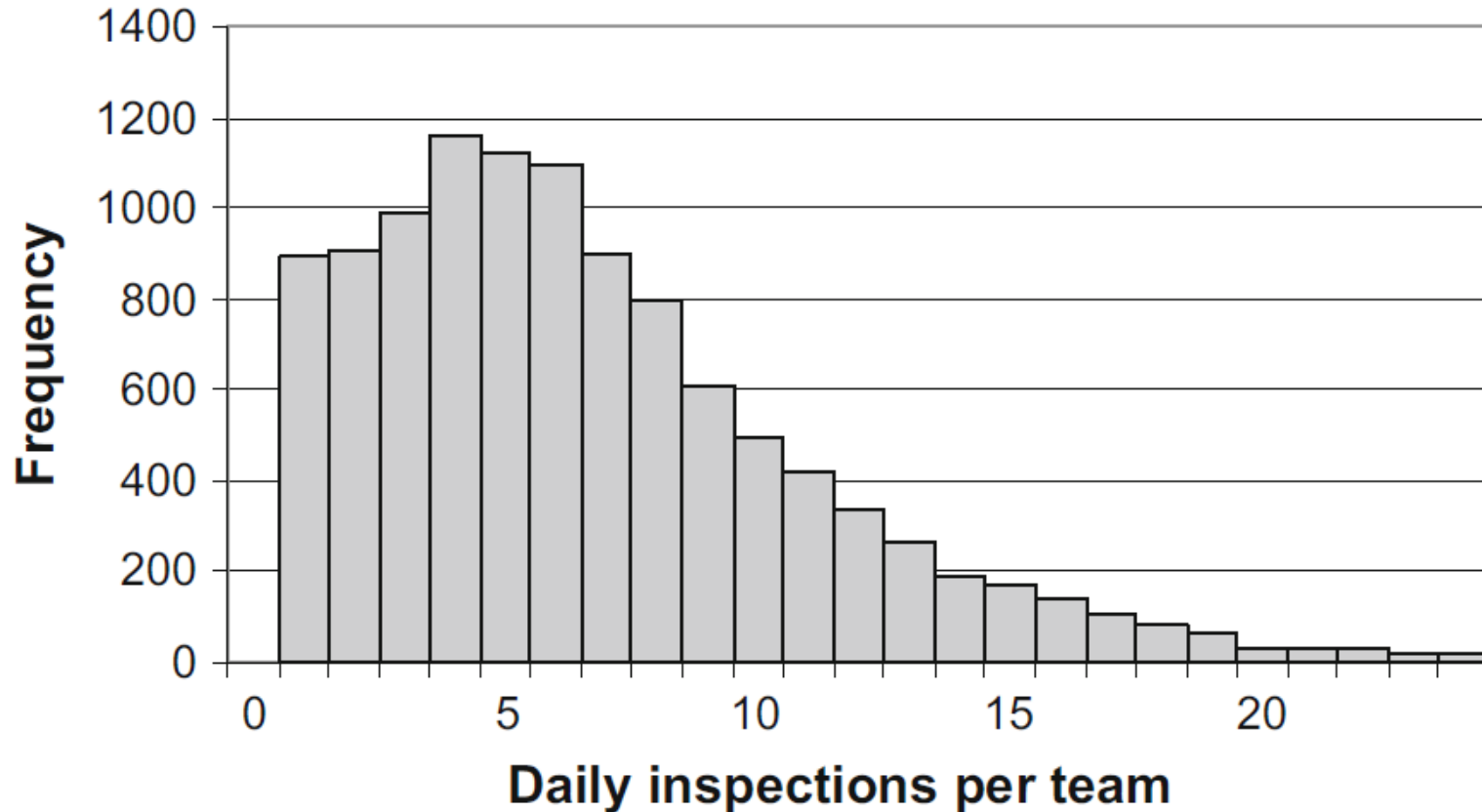
№ piani totali (anziani)	Altezza media al piano (m)	Superficie media al piano (m ²)	Dist. (m)	Ris.	№ piani
☐ 1	☐ 0-3,00	☐ 0-100	☐ 0-100	☐ 1	☐ 1
☐ 2	☐ 3,00-3,99	☐ 100-199	☐ 100-199	☐ 2	☐ 2
☐ 3	☐ 4,00-4,99	☐ 200-299	☐ 200-299	☐ 3	☐ 3
☐ 4	☐ 5,00-5,99	☐ 300-399	☐ 300-399	☐ 4	☐ 4
☐ 5	☐ 6,00-6,99	☐ 400-499	☐ 400-499	☐ 5	☐ 5
☐ 6	☐ 7,00-7,99	☐ 500-599	☐ 500-599	☐ 6	☐ 6
☐ 7	☐ 8,00-8,99	☐ 600-699	☐ 600-699	☐ 7	☐ 7
☐ 8	☐ 9,00-9,99	☐ 700-799	☐ 700-799	☐ 8	☐ 8
☐ 9	☐ 10,00-10,99	☐ 800-899	☐ 800-899	☐ 9	☐ 9
☐ 10	☐ 11,00-11,99	☐ 900-999	☐ 900-999	☐ 10	☐ 10
☐ 11	☐ 12,00-12,99	☐ 1000-1099	☐ 1000-1099	☐ 11	☐ 11
☐ 12	☐ 13,00-13,99	☐ 1100-1199	☐ 1100-1199	☐ 12	☐ 12
☐ 13	☐ 14,00-14,99	☐ 1200-1299	☐ 1200-1299	☐ 13	☐ 13
☐ 14	☐ 15,00-15,99	☐ 1300-1399	☐ 1300-1399	☐ 14	☐ 14
☐ 15	☐ 16,00-16,99	☐ 1400-1499	☐ 1400-1499	☐ 15	☐ 15
☐ 16	☐ 17,00-17,99	☐ 1500-1599	☐ 1500-1599	☐ 16	☐ 16
☐ 17	☐ 18,00-18,99	☐ 1600-1699	☐ 1600-1699	☐ 17	☐ 17
☐ 18	☐ 19,00-19,99	☐ 1700-1799	☐ 1700-1799	☐ 18	☐ 18
☐ 19	☐ 20,00-20,99	☐ 1800-1899	☐ 1800-1899	☐ 19	☐ 19
☐ 20	☐ 21,00-21,99	☐ 1900-1999	☐ 1900-1999	☐ 20	☐ 20
☐ 21	☐ 22,00-22,99	☐ 2000-2099	☐ 2000-2099	☐ 21	☐ 21
☐ 22	☐ 23,00-23,99	☐ 2100-2199	☐ 2100-2199	☐ 22	☐ 22
☐ 23	☐ 24,00-24,99	☐ 2200-2299	☐ 2200-2299	☐ 23	☐ 23
☐ 24	☐ 25,00-25,99	☐ 2300-2399	☐ 2300-2399	☐ 24	☐ 24
☐ 25	☐ 26,00-26,99	☐ 2400-2499	☐ 2400-2499	☐ 25	☐ 25
☐ 26	☐ 27,00-27,99	☐ 2500-2599	☐ 2500-2599	☐ 26	☐ 26
☐ 27	☐ 28,00-28,99	☐ 2600-2699	☐ 2600-2699	☐ 27	☐ 27
☐ 28	☐ 29,00-29,99	☐ 2700-2799	☐ 2700-2799	☐ 28	☐ 28
☐ 29	☐ 30,00-30,99	☐ 2800-2899	☐ 2800-2899	☐ 29	☐ 29
☐ 30	☐ 31,00-31,99	☐ 2900-2999	☐ 2900-2999	☐ 30	☐ 30
☐ 31	☐ 32,00-32,99	☐ 3000-3099	☐ 3000-3099	☐ 31	☐ 31
☐ 32	☐ 33,00-33,99	☐ 3100-3199	☐ 3100-3199	☐ 32	☐ 32
☐ 33	☐ 34,00-34,99	☐ 3200-3299	☐ 3200-3299	☐ 33	☐ 33
☐ 34	☐ 35,00-35,99	☐ 3300-3399	☐ 3300-3399	☐ 34	☐ 34
☐ 35	☐ 36,00-36,99	☐ 3400-3499	☐ 3400-3499	☐ 35	☐ 35
☐ 36	☐ 37,00-37,99	☐ 3500-3599	☐ 3500-3599	☐ 36	☐ 36
☐ 37	☐ 38,00-38,99	☐ 3600-3699	☐ 3600-3699	☐ 37	☐ 37
☐ 38	☐ 39,00-39,99	☐ 3700-3799	☐ 3700-3799	☐ 38	☐ 38
☐ 39	☐ 40,00-40,99	☐ 3800-3899	☐ 3800-3899	☐ 39	☐ 39
☐ 40	☐ 41,00-41,99	☐ 3900-3999	☐ 3900-3999	☐ 40	☐ 40
☐ 41	☐ 42,00-42,99	☐ 4000-4099	☐ 4000-4099	☐ 41	☐ 41
☐ 42	☐ 43,00-43,99	☐ 4100-4199	☐ 4100-4199	☐ 42	☐ 42
☐ 43	☐ 44,00-44,99	☐ 4200-4299	☐ 4200-4299	☐ 43	☐ 43
☐ 44	☐ 45,00-45,99	☐ 4300-4399	☐ 4300-4399	☐ 44	☐ 44
☐ 45	☐ 46,00-46,99	☐ 4400-4499	☐ 4400-4499	☐ 45	☐ 45
☐ 46	☐ 47,00-47,99	☐ 4500-4599	☐ 4500-4599	☐ 46	☐ 46
☐ 47	☐ 48,00-48,99	☐ 4600-4699	☐ 4600-4699	☐ 47	☐ 47
☐ 48	☐ 49,00-49,99	☐ 4700-4799	☐ 4700-4799	☐ 48	☐ 48
☐ 49	☐ 50,00-50,99	☐ 4800-4899	☐ 4800-4899	☐ 49	☐ 49
☐ 50	☐ 51,00-51,99	☐ 4900-4999	☐ 4900-4999	☐ 50	☐ 50
☐ 51	☐ 52,00-52,99	☐ 5000-5099	☐ 5000-5099	☐ 51	☐ 51
☐ 52	☐ 53,00-53,99	☐ 5100-5199	☐ 5100-5199	☐ 52	☐ 52
☐ 53	☐ 54,00-54,99	☐ 5200-5299	☐ 5200-5299	☐ 53	☐ 53
☐ 54	☐ 55,00-55,99	☐ 5300-5399	☐ 5300-5399	☐ 54	☐ 54
☐ 55	☐ 56,00-56,99	☐ 5400-5499	☐ 5400-5499	☐ 55	☐ 55
☐ 56	☐ 57,00-57,99	☐ 5500-5599	☐ 5500-5599	☐ 56	☐ 56
☐ 57	☐ 58,00-58,99	☐ 5600-5699	☐ 5600-5699	☐ 57	☐ 57
☐ 58	☐ 59,00-59,99	☐ 5700-5799	☐ 5700-5799	☐ 58	☐ 58
☐ 59	☐ 60,00-60,99	☐ 5800-5899	☐ 5800-5899	☐ 59	☐ 59
☐ 60	☐ 61,00-61,99	☐ 5900-5999	☐ 5900-5999	☐ 60	☐ 60
☐ 61	☐ 62,00-62,99	☐ 6000-6099	☐ 6000-6099	☐ 61	☐ 61
☐ 62	☐ 63,00-63,99	☐ 6100-6199	☐ 6100-6199	☐ 62	☐ 62
☐ 63	☐ 64,00-64,99	☐ 6200-6299	☐ 6200-6299	☐ 63	☐ 63
☐ 64	☐ 65,00-65,99	☐ 6300-6399	☐ 6300-6399	☐ 64	☐ 64
☐ 65	☐ 66,00-66,99	☐ 6400-6499	☐ 6400-6499	☐ 65	☐ 65
☐ 66	☐ 67,00-67,99	☐ 6500-6599	☐ 6500-6599	☐ 66	☐ 66
☐ 67	☐ 68,00-68,99	☐ 6600-6699	☐ 6600-6699	☐ 67	☐ 67
☐ 68	☐ 69,00-69,99	☐ 6700-6799	☐ 6700-6799	☐ 68	☐ 68
☐ 69	☐ 70,00-70,99	☐ 6800-6899	☐ 6800-6899	☐ 69	☐ 69
☐ 70	☐ 71,00-71,99	☐ 6900-6999	☐ 6900-6999	☐ 70	☐ 70
☐ 71	☐ 72,00-72,99	☐ 7000-7099	☐ 7000-7099	☐ 71	☐ 71
☐ 72	☐ 73,00-73,99	☐ 7100-7199	☐ 7100-7199	☐ 72	☐ 72
☐ 73	☐ 74,00-74,99	☐ 7200-7299	☐ 7200-7299	☐ 73	☐ 73
☐ 74	☐ 75,00-75,99	☐ 7300-7399	☐ 7300-7399	☐ 74	☐ 74
☐ 75	☐ 76,00-76,99	☐ 7400-7499	☐ 7400-7499	☐ 75	☐ 75
☐ 76	☐ 77,00-77,99	☐ 7500-7599	☐ 7500-7599	☐ 76	☐ 76
☐ 77	☐ 78,00-78,99	☐ 7600-7699	☐ 7600-7699	☐ 77	☐ 77
☐ 78	☐ 79,00-79,99	☐ 7700-7799	☐ 7700-7799	☐ 78	☐ 78
☐ 79	☐ 80,00-80,99	☐ 7800-7899	☐ 7800-7899	☐ 79	☐ 79
☐ 80	☐ 81,00-81,99	☐ 7900-7999	☐ 7900-7999	☐ 80	☐ 80
☐ 81	☐ 82,00-82,99	☐ 8000-8099	☐ 8000-8099	☐ 81	☐ 81
☐ 82	☐ 83,00-83,99	☐ 8100-8199	☐ 8100-8199	☐ 82	☐ 82
☐ 83	☐ 84,00-84,99	☐ 8200-8299	☐ 8200-8299	☐ 83	☐ 83
☐ 84	☐ 85,00-85,99	☐ 8300-8399	☐ 8300-8399	☐ 84	☐ 84
☐ 85	☐ 86,00-86,99	☐ 8400-8499	☐ 8400-8499	☐ 85	☐ 85
☐ 86	☐ 87,00-87,99	☐ 8500-8599	☐ 8500-8599	☐ 86	☐ 86
☐ 87	☐ 88,00-88,99	☐ 8600-8699	☐ 8600-8699	☐ 87	☐ 87
☐ 88	☐ 89,00-89,99	☐ 8700-8799	☐ 8700-8799	☐ 88	☐ 88
☐ 89	☐ 90,00-90,99	☐ 8800-8899	☐ 8800-8899	☐ 89	☐ 89
☐ 90	☐ 91,00-91,99	☐ 8900-8999	☐ 8900-8999	☐ 90	☐ 90
☐ 91	☐ 92,00-92,99	☐ 9000-9099	☐ 9000-9099	☐ 91	☐ 91
☐ 92	☐ 93,00-93,99	☐ 9100-9199	☐ 9100-9199	☐ 92	☐ 92
☐ 93	☐ 94,00-94,99	☐ 9200-9299	☐ 9200-9299	☐ 93	☐ 93
☐ 94	☐ 95,00-95,99	☐ 9300-9399	☐ 9300-9399	☐ 94	☐ 94
☐ 95	☐ 96,00-96,99	☐ 9400-9499	☐ 9400-9499	☐ 95	☐ 95
☐ 96	☐ 97,00-97,99	☐ 9500-9599	☐ 9500-9599	☐ 96	☐ 96
☐ 97	☐ 98,00-98,99	☐ 9600-9699	☐ 9600-9699	☐ 97	☐ 97
☐ 98	☐ 99,00-99,99	☐ 9700-9799	☐ 9700-9799	☐ 98	☐ 98
☐ 99	☐ 100,00-100,99	☐ 9800-9899	☐ 9800-9899	☐ 99	☐ 99
☐ 100	☐ 101,00-101,99	☐ 9900-9999	☐ 9900-9999	☐ 100	☐ 100

LA VALUTAZIONE DI AGIBILITÀ POST-SISMA – DPCM 08.07.2014 - MANUALE

*La valutazione di agibilità in emergenza post-sismica è una **VALUTAZIONE TEMPORANEA E SPEDITIVA** – vale a dire formulata sulla base di un **GIUDIZIO ESPERTO** e condotta in **TEMPI LIMITATI**, in base alla semplice **ANALISI VISIVA** ed alla raccolta di informazioni facilmente accessibili – volta a stabilire se, in presenza di una **CRISI SISMICA IN ATTO**, gli edifici colpiti dal terremoto **possano essere UTILIZZATI** restando **RAGIONEVOLMENTE PROTETTA LA VITA umana**.*

Essa si fonda sull'analisi del **quadro di danneggiamento** da valutare con riferimento alle caratteristiche costruttive del manufatto analizzato,

PRODUTTIVITÀ SQUADRE NELLE ISPEZIONI PER AGIBILITÀ POST-SISMA



**Terremoto Abruzzo 2009:
VALOR MEDIO 6.8 Ispezioni/giorno/squadra**

LA VALUTAZIONE DI AGIBILITÀ POST-SISMA – DPCM 08.07.2014 - MANUALE

Le categorie dell'agibilità post-sisma

A) AGIBILE	l'edificio può essere utilizzato senza provvedimenti. Danni lievi, se presenti, determinano rischio trascurabile.
B) AGIBILE CON PROVVEDIMENTI	L'edificio è stato danneggiato, ma può essere utilizzato se si prendono provvedimenti rapidi.
C) PARZIALMENTE AGIBILE	Solo una parte dell'edificio può essere utilizzata in sicurezza
D) TEMPORANEAMENTE INAGIBILE	L'edificio deve essere riesaminato in maggiore dettaglio ed è inagibile fino a nuova visita.
E) INAGIBILE	L'edificio è inagibile a causa dell'elevato rischio strutturale o geotecnico per la vita umana. Non necessariamente c'è rischio imminente di collasso totale.
F) INAGIBILE PER RISCHI ESTERNI	L'edificio è agibile, in relazione al suo livello di danno, tuttavia non può essere utilizzato a causa del rischio causato da fattori esterni (grave danno ad edifici adiacenti, possibile caduta di massi, etc.)

LA VALUTAZIONE DI AGIBILITÀ POST-SISMA – DPCM 08.07.2014 - MANUALE

La definizione della valutazione dell'agibilità post-sismica presuppone la conoscenza delle intensità degli eventi che possono verificarsi al sito nel corso della crisi sismica, e cioè **dell'evento di riferimento** rispetto al quale formulare il giudizio di agibilità.

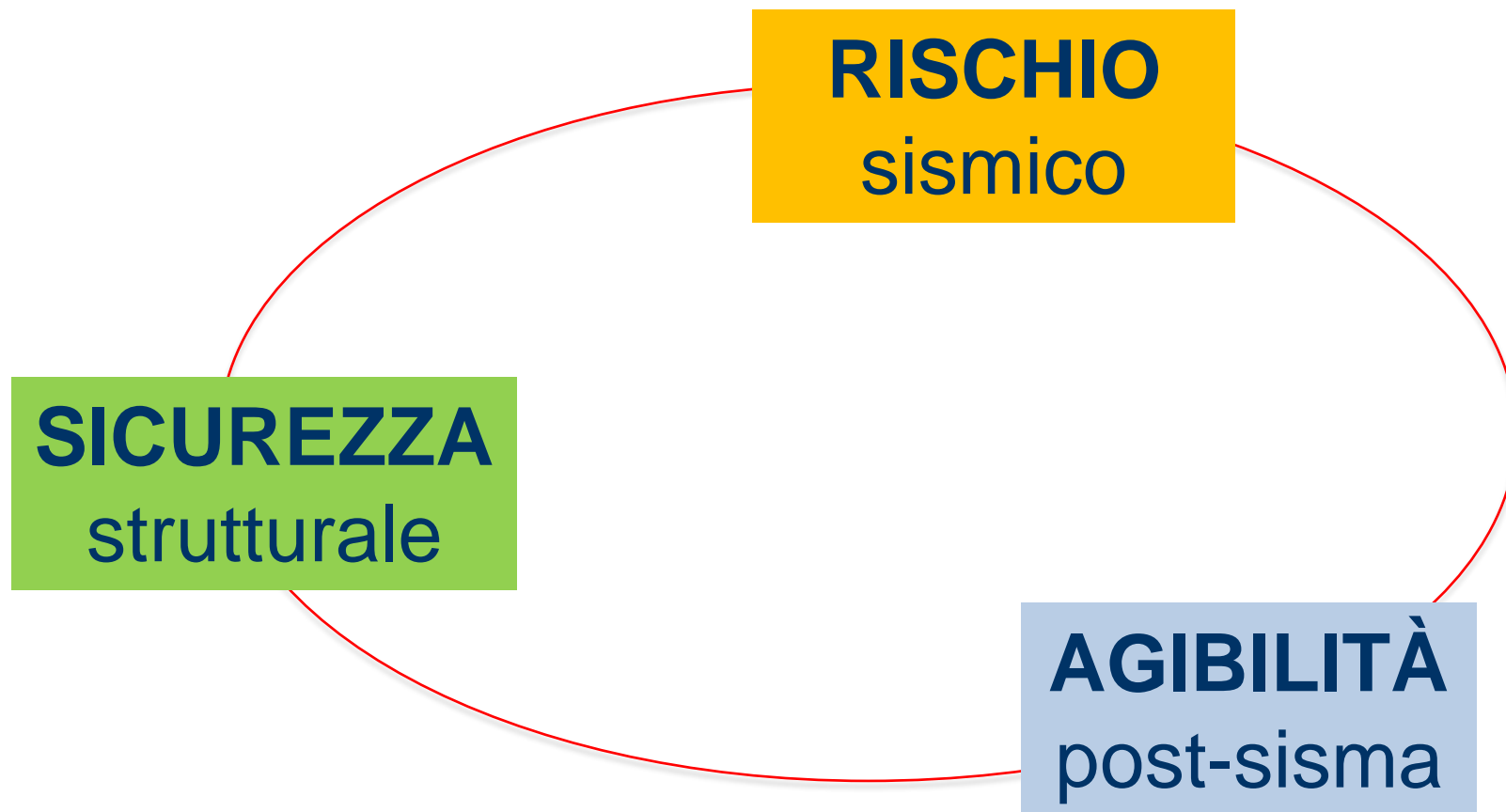
Mentre nel progetto di una struttura nuova è la norma che fissa **l'azione sismica di riferimento**, nel giudizio di agibilità l'evento di riferimento non è stato, ad oggi, codificato.

LA VALUTAZIONE DI AGIBILITÀ POST-SISMA – DPCM 08.07.2014 - MANUALE

Le procedure utilizzate in altri paesi ad alta sismicità, per esempio California e Grecia, indicano chiaramente che l'evento di riferimento per la dichiarazione di agibilità è **paragonabile a quello della scossa che ha motivato le ispezioni.**

Tale impostazione va assunta come criterio di riferimento anche in Italia.

Pertanto, qualora l'evento di riferimento non sia quantificato esplicitamente, si assumerà **quello che ha determinato la scossa che ha motivato le ispezioni.**



AGIBILITÀ POST-SISMA E SICUREZZA NTC18

L'agibilità post-sisma può essere concepita come una **valutazione della sicurezza svolta in termini speditivi** volta a stabilire se una struttura sia in grado di sostenere un terremoto di intensità «pari» a quella subita.

L'operazione nei termini delle NTC è irrealizzabile per:

- **Tempi** → 1-2 ore
- **Scarsità di informazioni** sulla struttura e sulla costruzione
- **Modi** → impossibilità di fare calcoli
- **Complessità aggiuntive** → influenza del danneggiamento

AGIBILITÀ POST-SISMA E SICUREZZA NTC18

Un legame tra sicurezza e agibilità è stabilito dalle definizioni degli **stati limite**, ricordando la definizione di stato limite di **danno**, e di **salvaguardia** della vita:

SLE-SLD: stato limite di danno →

- **danni che non comportano rischi alle persone,**
- **modifica non significativa di resistenza e rigidezza a forze orizzontali,**
- **immediata utilizzabilità** pur se con interruzione d'uso di parte delle apparecchiature

SLU-SLV: stato limite di salvaguardia della vita →

- **Rotture e crolli non strutturali,**
- **danni significativi strutturali,**
- **margini sicurezza rispetto al collasso per azioni sismiche orizzontali**

AGIBILITÀ POST-SISMA E SICUREZZA NTC18

Si tratta di stabilire se la costruzione non abbia superato lo **SLD** e sia comunque abbastanza **lontana dallo SLV**.

Valutazione **SICUREZZA** strutturale secondo NTC18:

- si opera con **modelli di calcolo**, con tutte le informazioni sulla geometria e sui materiali
- il parametro per stabilire il raggiungimento dello SLD è il **drift**.

Valutazione **AGIBILITÀ** post-sisma:

Gli elementi disponibili sono:

- il **quadro di danneggiamento**
- il terremoto che lo ha provocato (di fatto una prova di collaudo)

Il problema si riduce al confronto del danneggiamento reale con quello con quello che ci si aspetta per lo SLD

RISCHIO
sismico

SICUREZZA
strutturale

AGIBILITÀ
post-sisma

Sicurezza Strutturale, Rischio Sismico, Agibilità Post-Sisma

Mauro Dolce

Direttore Generale, Dipartimento della Protezione Civile

Ordinario di Tecnica delle Costruzioni, Università di Napoli Federico II



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile