



Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturale



6 / 13
OTTOBRE
2024

#settimanadiPC

SCUOLA DI INGEGNERIA STRUTTURALE – RELUIS

Bologna, 9-11 ottobre 2024

IL RISCHIO SISMICO E LE AZIONI PER LA SUA MITIGAZIONE (parte 2)

Mauro Dolce

Presidente del Consorzio Interuniversitario ReLUIS

- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE
- PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003
- PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003
- PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009
 - PREVENZIONE NON STRUTTURALE – MICROZONAZIONE SISMICA (MS)
 - PREVENZIONE NON STRUTTURALE – CONDIZIONE LIMITE DI EMERGENZA (CLE)
 - PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PUBBLICI E INFRASTRUTTURE
 - PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PRIVATI
- CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA

$$R = f (H, E, V, C)$$

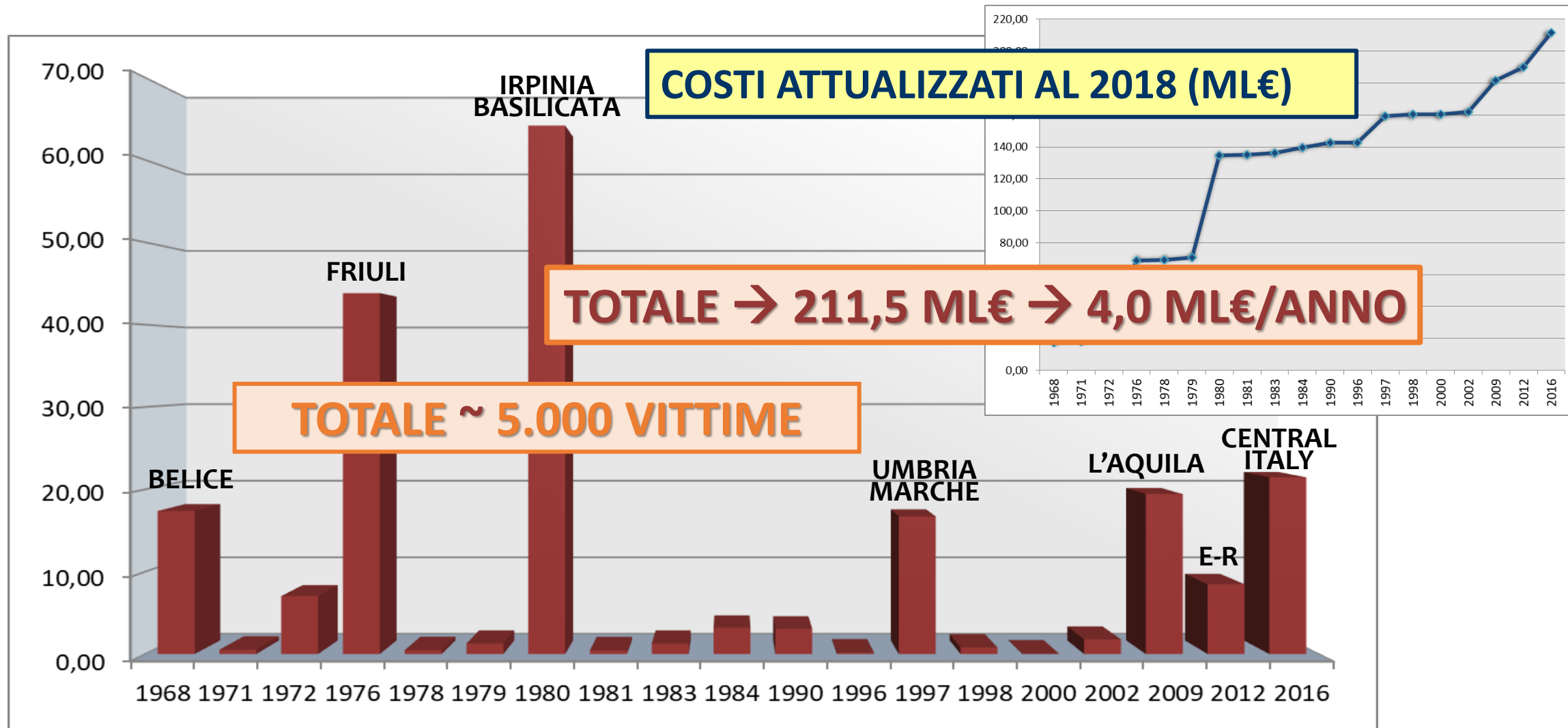
Potenziali **vittime, lesioni o proprietà danneggiate o distrutte** che potrebbero verificarsi a un sistema, società o comunità in uno specifico periodo di tempo, **determinate probabilisticamente** in base al **pericolo (H)**, **all'esposizione (E)**, **alla vulnerabilità (V)** e alla **capacità (C)**.

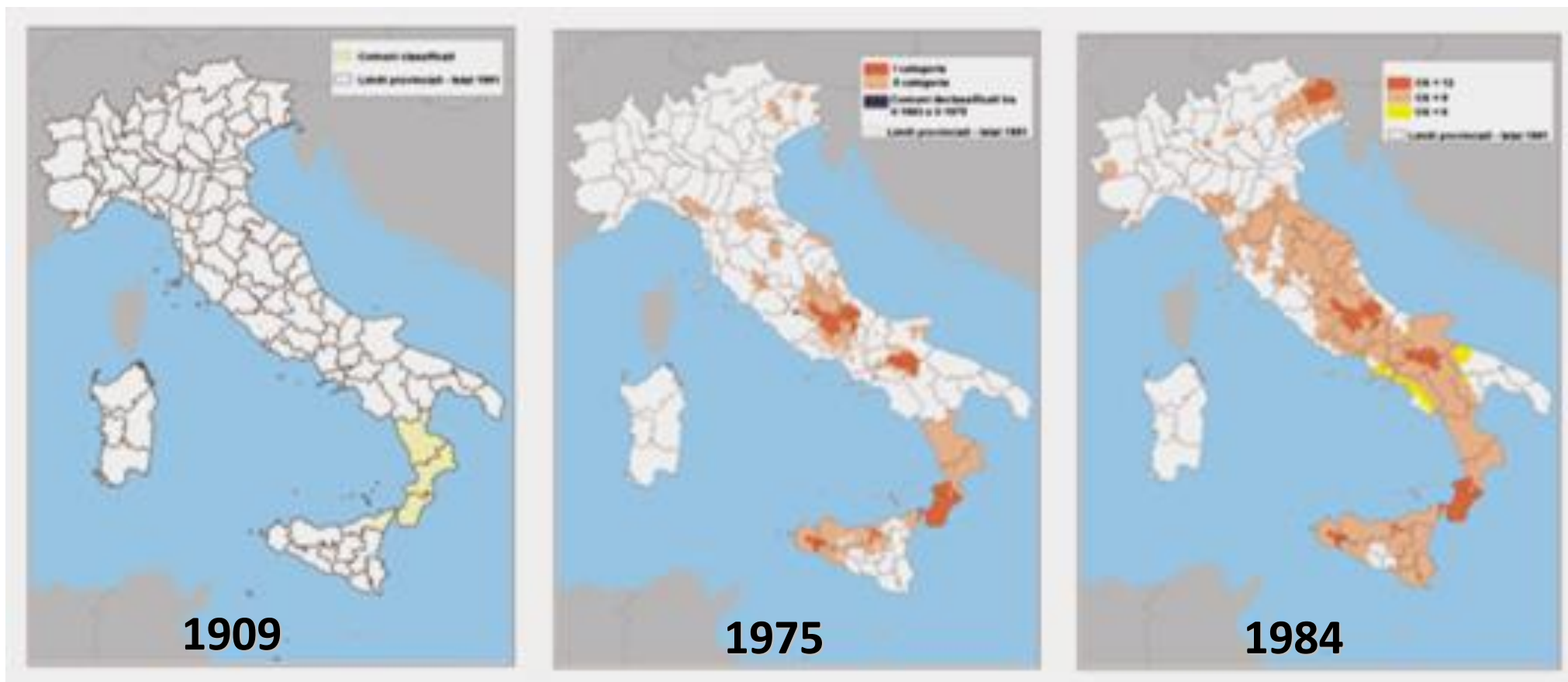
United Nations - Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction, 2016

Per **RIDURRE IL RISCHIO** è necessario:

- **Ridurre** la pericolosità (non per i terremoti!), l'esposizione e/o la vulnerabilità
- **Migliorare** la capacità (ad es. gestione delle emergenze)

PERDITE DOVUTE AI TERREMOTI ITALIANI DAL 1968



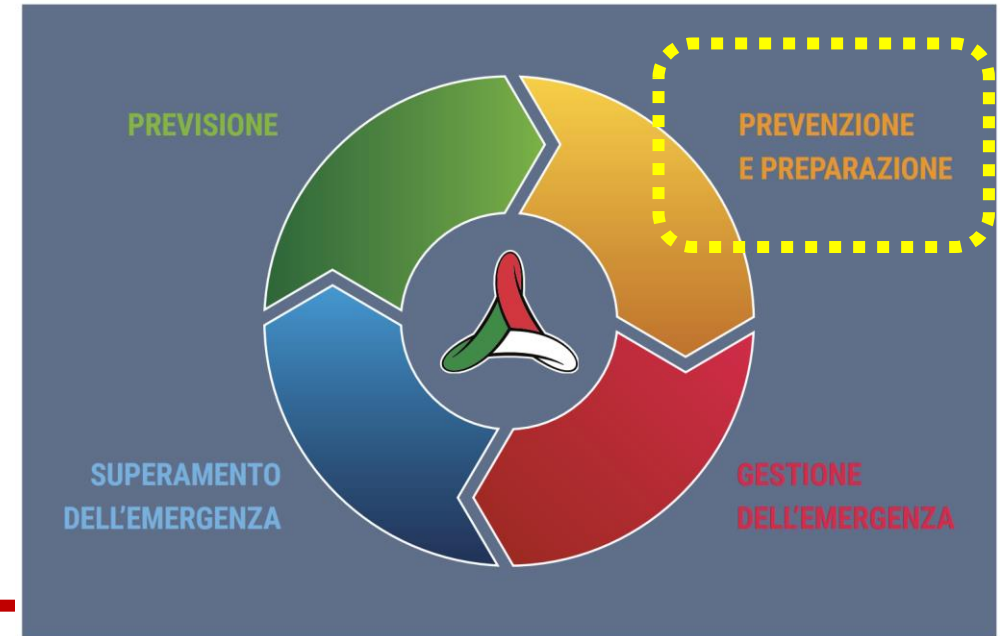


Prima del 1980, erano stati classificati in zona sismica i comuni che avevano subito eventi sismici significativi dal 1905.

- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE**
- PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003
- PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003
- PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009
 - PREVENZIONE NON STRUTTURALE – MICROZONAZIONE SISMICA (MS)
 - PREVENZIONE NON STRUTTURALE – CONDIZIONE LIMITE DI EMERGENZA (CLE)
 - PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PUBBLICI E INFRASTRUTTURE
 - PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PRIVATI
- **CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA**

PREVENZIONE STRUTTURALE E NON STRUTTURALE

La gestione del rischio di disastro riguarda l'intero ciclo del rischio, che include la prevenzione e la preparazione, la previsione, la gestione dell'emergenza e il suo superamento



La prevenzione secondo il Codice della Protezione Civile (D. Lgs n.1/2018)
Prevenzione. l'insieme delle attività di natura strutturale e non strutturale, svolte anche in forma integrata, dirette a evitare o a ridurre la possibilità che si verifichino danni conseguenti a eventi calamitosi anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione.

PREVENZIONE STRUTTURALE E NON STRUTTURALE

MIGLIORAMENTO DELLE CONOSCENZE

Conoscenza tecnico-scientifica

Conoscenza del territorio e del costruito

AZIONI PER RIDUZIONE DI VULNERABILITÀ ED ESPOSIZIONE

Prevenzione
strutturale

Azioni indirette – miglioramento degli strumenti

Azioni dirette – riduzione della vulnerabilità del costruito

AZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA CAPACITÀ (mitigazione degli effetti)

Miglioramento organizzazione del sistema di protezione civile

Diffusione conoscenza del rischio e cultura di protezione civile

Esercitazioni per la verifica dei piani di protezione civile

Monitoraggio strumentale e sorveglianza

.....

AZIONI PER RIDURRE LA VULNERABILITÀ E L'ESPOSIZIONE

AZIONI INDIRETTE [PREVENZIONE NON STRUTTURALE]

→ miglioramento degli strumenti per

- **Progettazione**
 - Pericolosità, Classificazione, Norme
- **Pianificazione**
 - Microzonazione Sismica
 - Pianificazione di emergenza
 - Pianificazione urbanistica

AZIONI DIRETTE [PREVENZIONE STRUTTURALE]

- **Rafforzamento sismico di edifici pubblici e infrastrutture**
 - Ospedali,
 - Scuole,
 - Infrastrutture di trasporto, etc.
- **Rafforzamento sismico di edifici privati**

- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – MICROZONAZIONE SISMICA (MS)**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – CONDIZIONE LIMITE DI EMERGENZA (CLE)**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PUBBLICI E INFRASTRUTTURE**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PRIVATI**
- **CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA**

PREVENZIONE NON STRUTTURALE PRIMA DEL 2003

Le norme sismiche prima del 2003

D.M. 19.06.1984, D.M. 24.01.1986 e relative Istruzioni ministeriali

- *Differenziazione del livello di protezione sismica per particolari categorie di edifici*
- *Nuovo capitolo (C.9) per gli interventi sugli edifici esistenti*

*CNR-GNDT – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche – Documento di studio, Dicembre 1984.
Inserito della rivista “Ingegneria Sismica”, n. 1, 1985*

DM 16.01.96 e Circolare n. 65/AA.GG./1997

- *Metodo di verifica agli **stati limite** oltre a quello delle tensioni ammissibili.*
- *Limitazione dei danni alle parti non strutturali e agli impianti attraverso il **controllo degli spostamenti**.*
- *La **Circolare** (non cogente) richiamava alcune specifiche riportate nel GNDT-84 e nell’Eurocodice EC8 per il miglioramento della **duttilità delle strutture**.*

Dal 1986 al 2003 si è investito molto poco in prevenzione strutturale sismica, e quasi esclusivamente su edifici pubblici strategici e rilevanti (ospedali, scuole, etc.): L. n. **730/1986** (edifici pubblici), L. n. **400/1987** (edifici pubblici), L. n. **433/1991** (edifici pubblici e privati), L. n. **195/1991** (scuole), L. n. **449/97** (incentivi 10%)

Complessivamente sono stati investiti circa **316 M€** (equivalenti) in circa venti anni, oltre agli interventi di ricostruzione post-sisma, di cui 66 M€ per l'edilizia privata in Sicilia (L. 433/91)

- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – MICROZONAZIONE SISMICA (MS)**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – CONDIZIONE LIMITE DI EMERGENZA (CLE)**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PUBBLICI E INFRASTRUTTURE**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PRIVATI**
- **CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA**

**S. Giuliano di Puglia 31.10.2002
M=5.6, 30 vittime in una scuola**

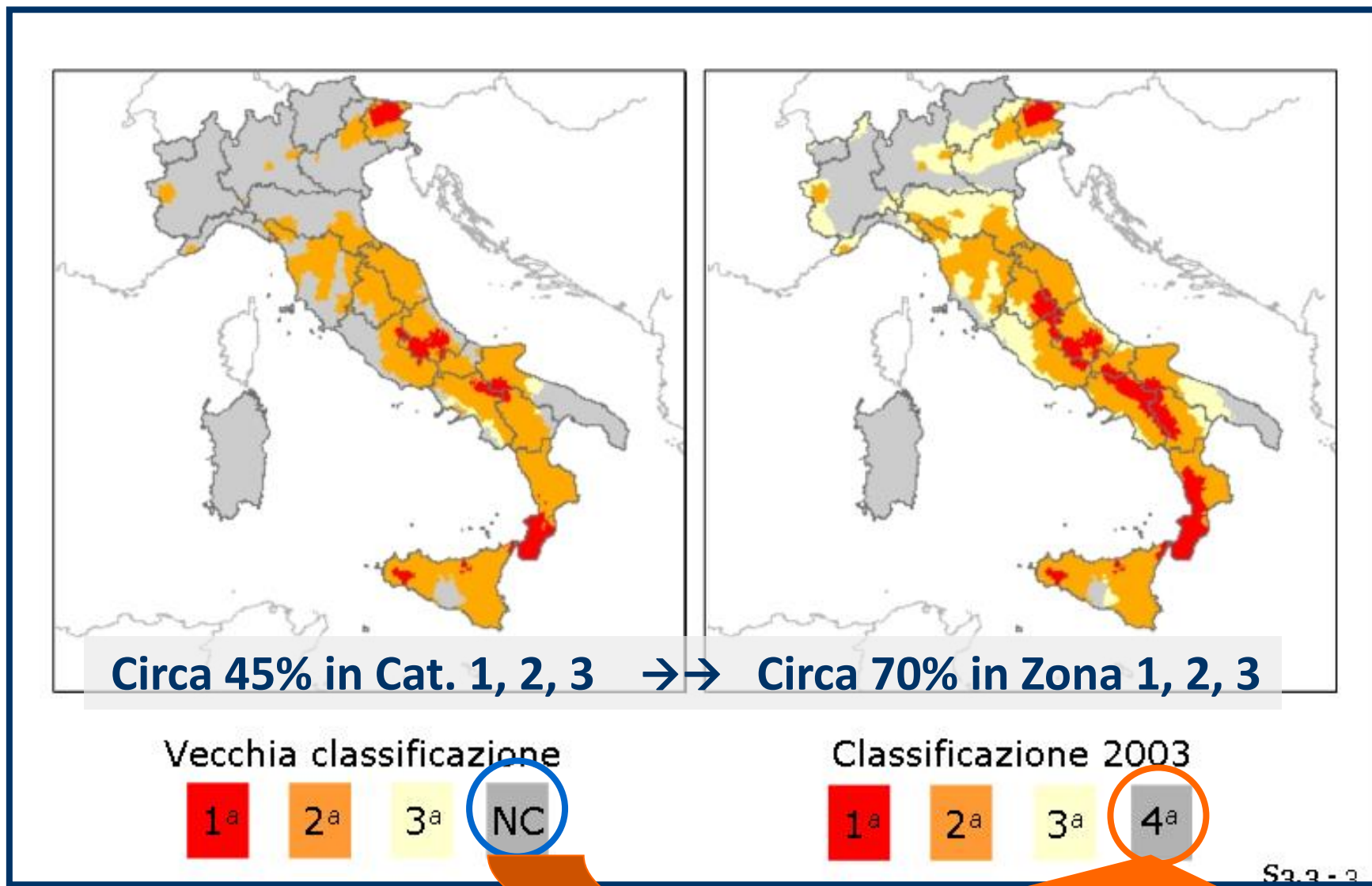


OPCM 3274/2003 →

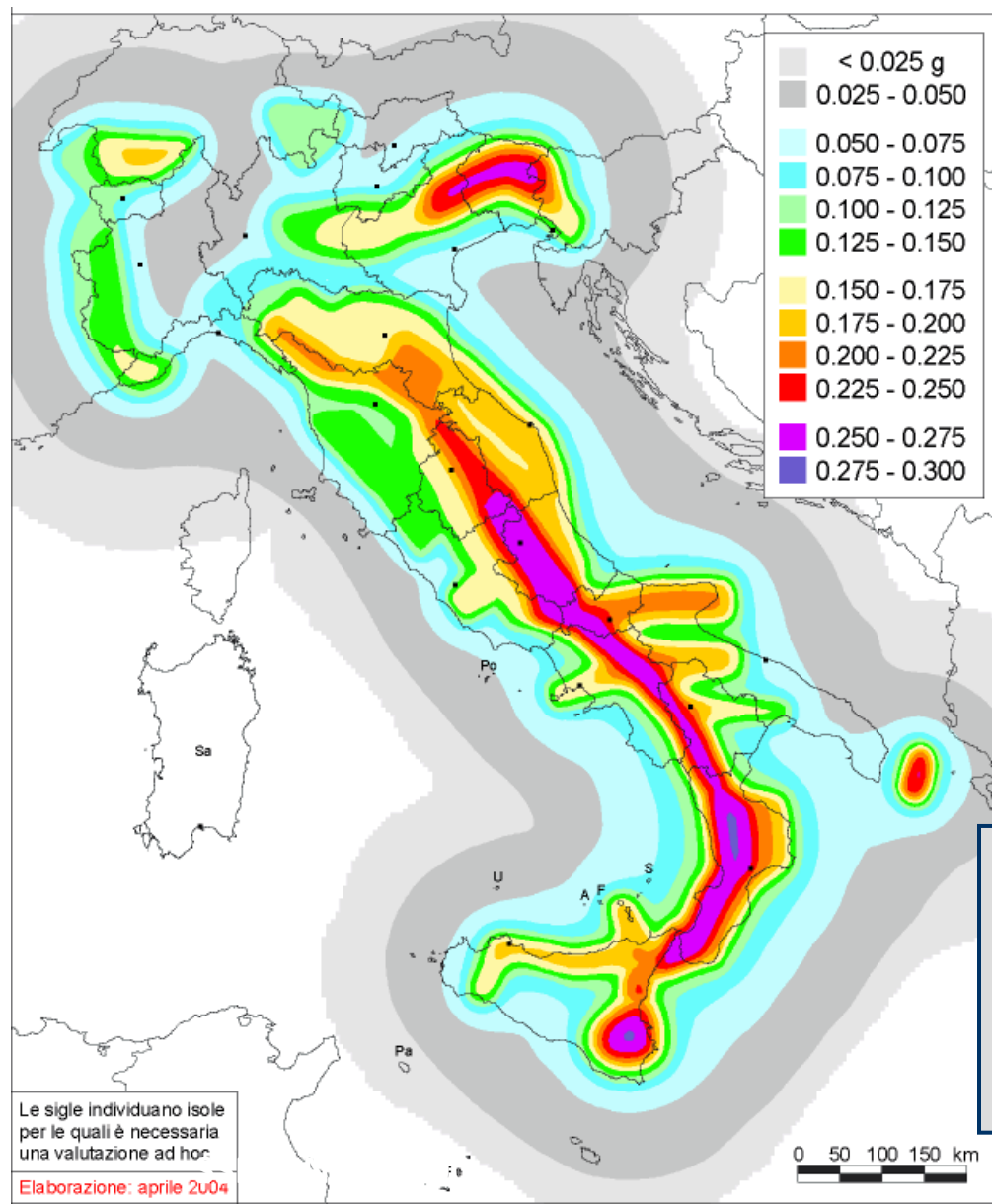
- Nuova classificazione sismica
- Nuove norme sismiche

PREVENZIONE NON STRUTTURALE DOPO IL 2003 (Art.11 DL 39/09)

La Classificazione sismica con l'OPCM 3274/2003



PREVENZIONE NON STRUTTURALE DOPO IL 2003 (Art.11 DL 39/09)



MPS04 - PERICOLOSITÀ SISMICA DELL'ITALIA

→ *OPCM 3519/2006*

→ *Recepita nelle NTC2008*

Mappa di pericolosità sismica in termini di Accelerazione massima al suolo con periodo di ritorno 475 anni (P. 10% in 50 anni)

PREVENZIONE NON STRUTTURALE DOPO IL 2003 (Art.11 DL 39/09)

Le Norme sismiche dell'OPCM 3274/2003 (non obbligatorie)

Allineamento alle moderne normative e all'EC8, con un approccio prestazionale anziché prescrittivo:

- Chiara definizione degli **obiettivi**
 - Esplicitazione dei **requisiti** da soddisfare
 - Chiara definizione dei **criteri** di progetto
 - Approccio agli **stati limite**

PREVENZIONE NON STRUTTURALE DOPO IL 2003

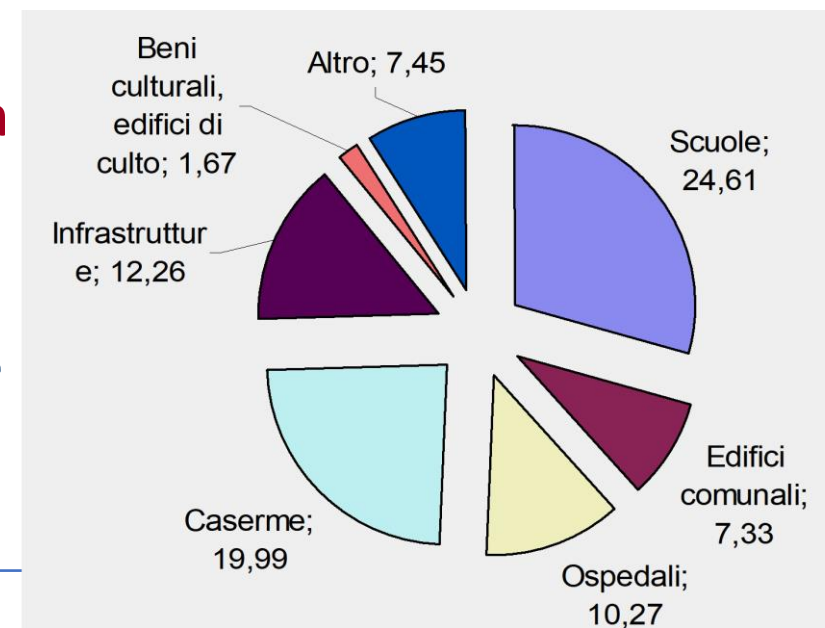
IL PIANO DELLE VERIFICHE SISMICHE

L'Ordinanza PCM 3274 del 20.03.2003 introduce anche un **Piano delle Verifiche per edifici strategici e rilevanti** ai fini del collasso:

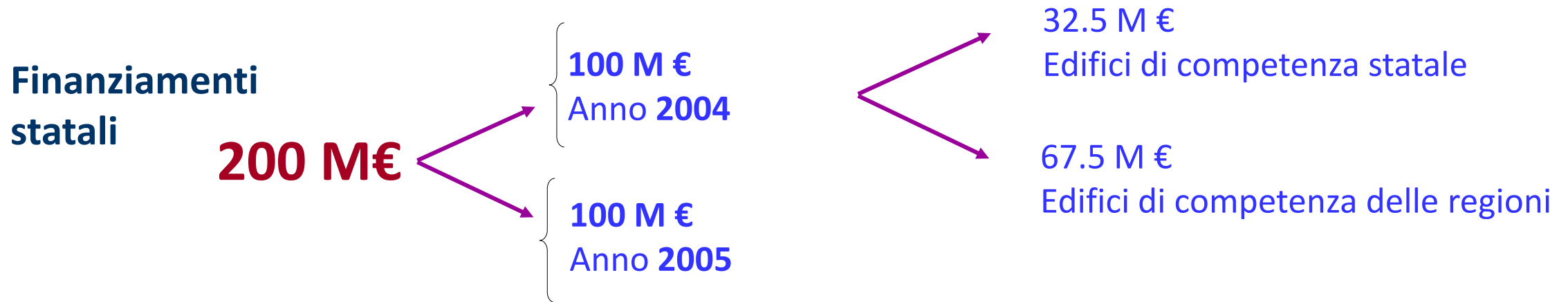
- **obbligo di verifica** da parte dei proprietari entro 5 anni → termine più volte prorogato
- per edifici e opere infrastrutturali **strategici e rilevanti ai fini del collasso**
- priorità per **zone sismiche 1 e 2** e per edifici realizzati prima del **1984** o in comuni riclassificati

Le verifiche vengono in parte finanziate con i fondi stanziati con i fondi ex-art. 32-bis della legge n. 326 del 24.11.2003:

- **7000** verifiche di sicurezza per una spesa dello Stato di **83 M€** (cui si aggiunge il cofinanziamento delle regioni e degli enti)
- Di cui **2400** verifiche di edifici scolastici (**24.6 M€**)



Legge n. 326, art. 32bis



Interventi ammessi a finanziamento

Verifiche sismiche;

- A.** Interventi di adeguamento sismico a seguito di verifiche;
- B.** Interventi di adeguamento sismico sulla base di studi pregressi, anche in assenza di verifiche.



Circa 230 interventi

Legge n. 289/2002, art. 80 - Piano straordinario per la messa in sicurezza degli edifici scolastici

- Programma finanziato con circa **500 M€** (anni 2004 e 2005)
- circa **1600** interventi di miglioramento sismico delle scuole a più alto rischio.

Legge n. 244/2007 (L. bilancio 2008) – per gli edifici scolastici

- **20 M€/anno** disponibili dal 2008
- Demolizione/ricostruzione o adeguamento
- Finanziati mediamente **40-50 Interventi / anno**

- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Microzonazione Sismica (MS)**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Condizione Limite di Emergenza (CLE)**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici pubblici e infrastrutture**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici privati**
- **CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA**

D.L. n. 39/2009 "Abruzzo" (convertito dalla Legge n. 77/2009)

Oltre alle misure volte al superamento dell'emergenza e alla ricostruzione, sono state adottate anche due importanti misure per la **Prevenzione sismica a livello nazionale**:

- **Piena applicazione delle nuove Norme Tecniche (DM 14.01.08) dal 1.07.09**
- Stanziamento di 965 M€ in 7 anni per la prevenzione sismica, affidata al DPC (*dal 2018, 50 M€/anno*)



PREVENZIONE NON STRUTTURALE DOPO IL 2009

8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

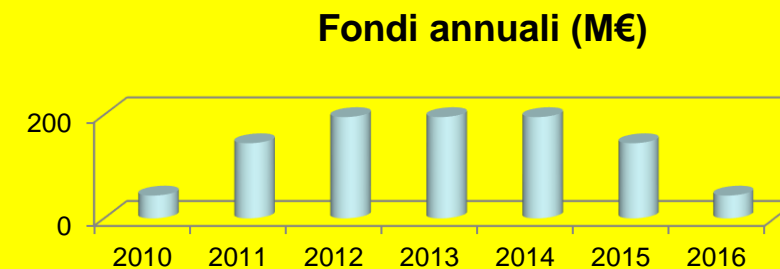
Vengono individuate le seguenti categorie di intervento:

- **riparazione o interventi locali:** interventi che interessano i singoli elementi strutturali e che, in ogni caso, non riducono le condizioni di sicurezza preesistenti;
- **interventi di miglioramento:** interventi finalizzati all'incremento della sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza previsti § 8.4.3 (*i.e. per nuove costruzioni*);
- **interventi di adeguamento:** interventi finalizzati all'incremento della sicurezza strutturale preesistente, al raggiungimento dei livelli di sicurezza previsti al § 8.4.3 (*i.e. per nuove costruzioni*).

D.L. n. 39/2009 "Abruzzo" (convertito dalla Legge n. 77/2009)

Oltre alle misure volte al superamento dell'emergenza e alla ricostruzione, sono state adottate anche due importanti misure per la **Prevenzione sismica a livello nazionale**:

- **Piena applicazione delle nuove Norme Tecniche (DM 14.01.08) dal 1.07.09**
- **Stanziamiento di 965 M€ in 7 anni per la prevenzione sismica, affidata al DPC (dal 2018 €50 M€/anno)**



STRATEGIA GENERALE DEL PROGRAMMA NAZIONALE DI PREVENZIONE SISMICA

- Puntare alla **riduzione del rischio di perdite umane**, → interventi nelle **Aree a più alta pericolosità** ($ag[475 \text{ anni}] \geq 0.125g$);
- **Ampio spettro di azioni:**
 - **Prevenzione Non Strutturale**
Miglioramento degli strumenti: **microzonazione sismica, pianificazione urbanistica e per la gestione dell'emergenza**
 - **Prevenzione Strutturale**
Riduzione della vulnerabilità: **rafforzamento di edifici pubblici e infrastrutture urbane**
 - **Prevenzione Strutturale**
Riduzione della vulnerabilità: **rafforzamento di edifici privati**
- **Cofinanziamento da parte delle amministrazioni pubbliche locali e dei proprietari privati**

Distribuzione dei fondi per le diverse azioni basata su **giudizio esperto**:

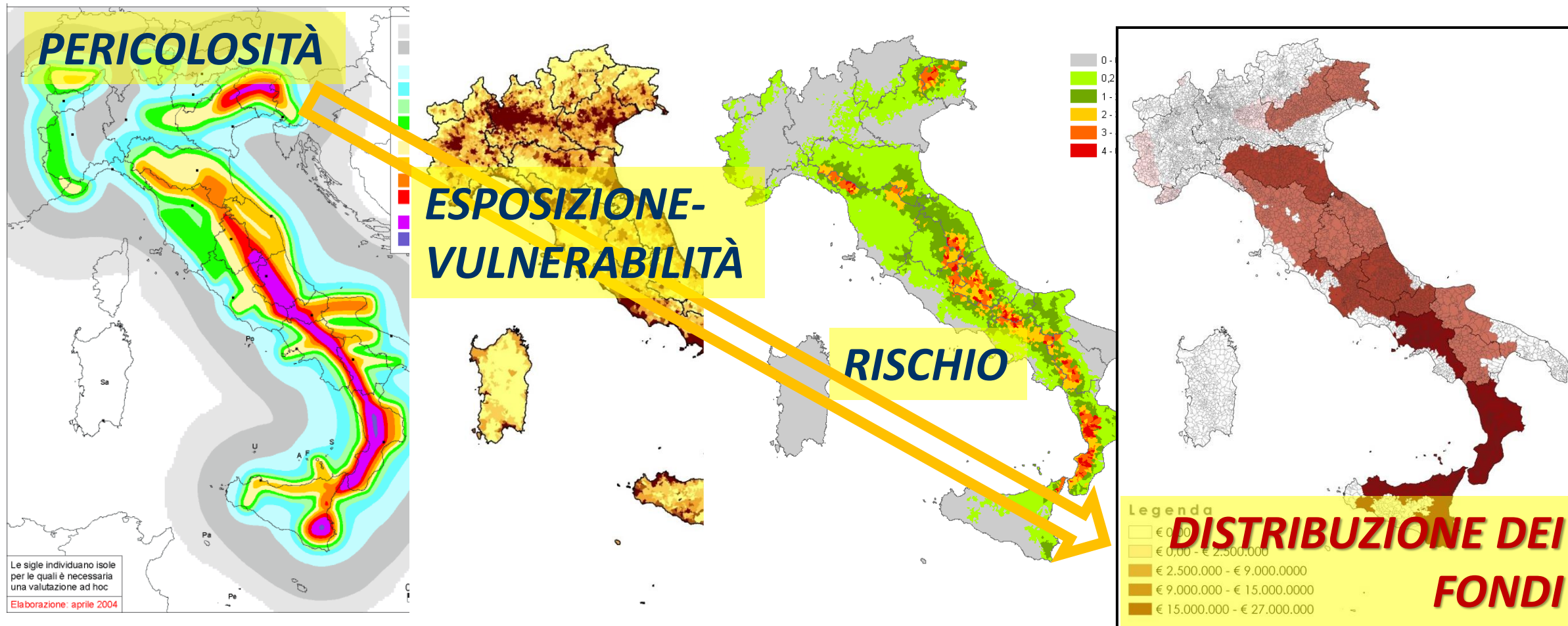
- **~90% dei fondi per la Prevenzione Strutturale**
→ **Effetto a breve termine** (Rafforzamento di edifici e ponti)
- **~10% dei fondi per la Prevenzione Non Strutturale**
→ **Effetto a lungo e medio termine** (microzonazione sismica, pianificazione urbanistica e per la gestione dell'emergenza, miglioramento della progettazione)

Distribuzione dei fondi tra le regioni effettuata dal DPC → secondo il **rischio sismico delle regioni** (globale e individuale) e della **pericolosità** ($a_g > 0.125g$)

Selezione dei comuni da parte delle Regioni per la prevenzione non strutturale (MS, CLE) → secondo la **pericolosità sismica**

Selezione degli edifici per la prevenzione strutturale effettuata **dalle Regioni**, secondo le richieste dei **comuni** e il livello di **sicurezza sismica**

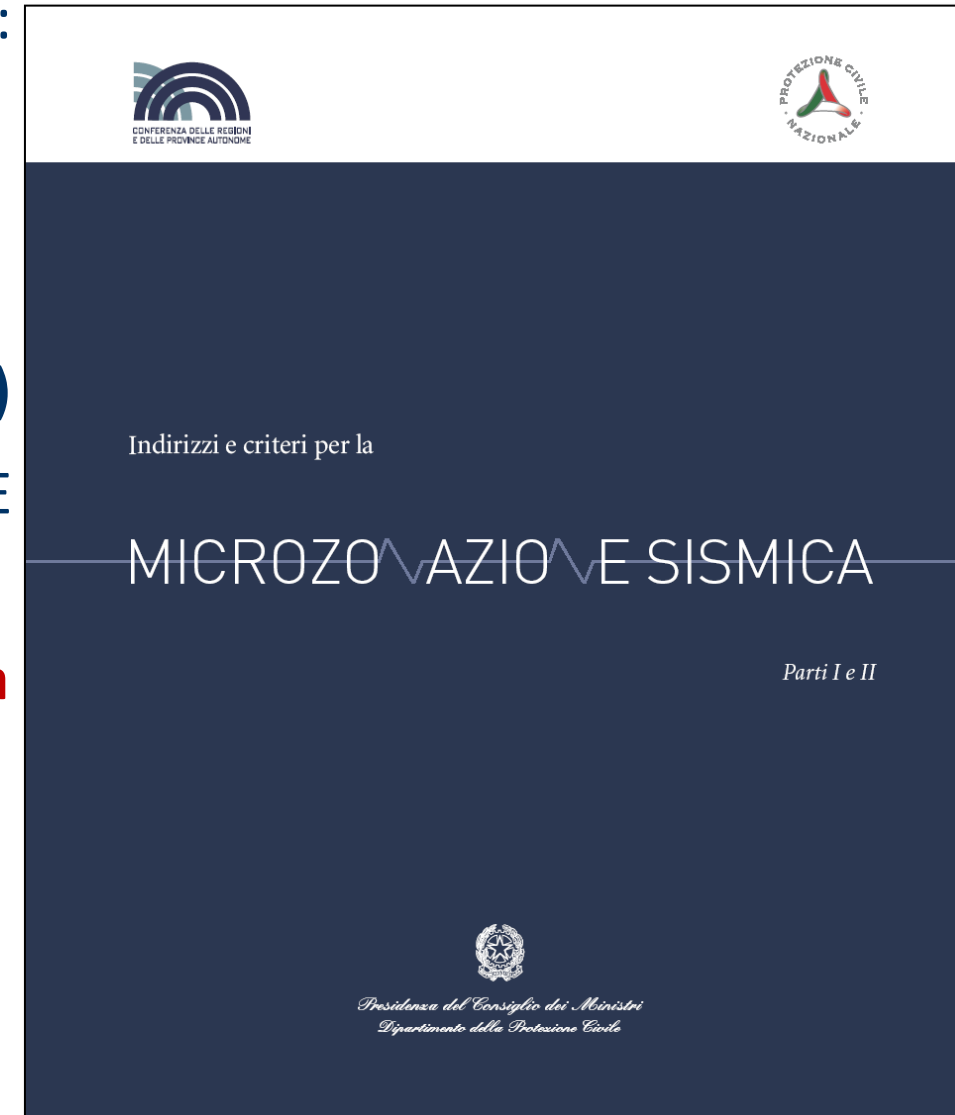
Basata sulla **pericolosità sismica** e sul **rischio sismico**



- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Microzonazione Sismica (MS)**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Condizione Limite di Emergenza (CLE)**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici pubblici e infrastrutture**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici privati**
- **CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA**

PREVENZIONE NON STRUTTURALE DOPO IL 2009 (Art.11 DL 39/09)

- Il Programma Nazionale di Prevenzione è stato rivolto a:
attività di prevenzione non strutturale a livello comunale, attraverso:
 - ✓ Studi di **Microzonazione sismica (MS)**
 - ✓ Analisi della **Condizione limite per l'emergenza (CLE)**
- Questo investimento consente di dotare di MS e CLE circa **la metà dei comuni italiani**.
 - **Gli esiti della MS, che definiscono la pericolosità sismica a livello locale, sono utilizzati per:**
 - **gestione del territorio,**
 - **pianificazione di emergenza**
 - **ricostruzione post-sisma**
 - **progettazione strutturale**



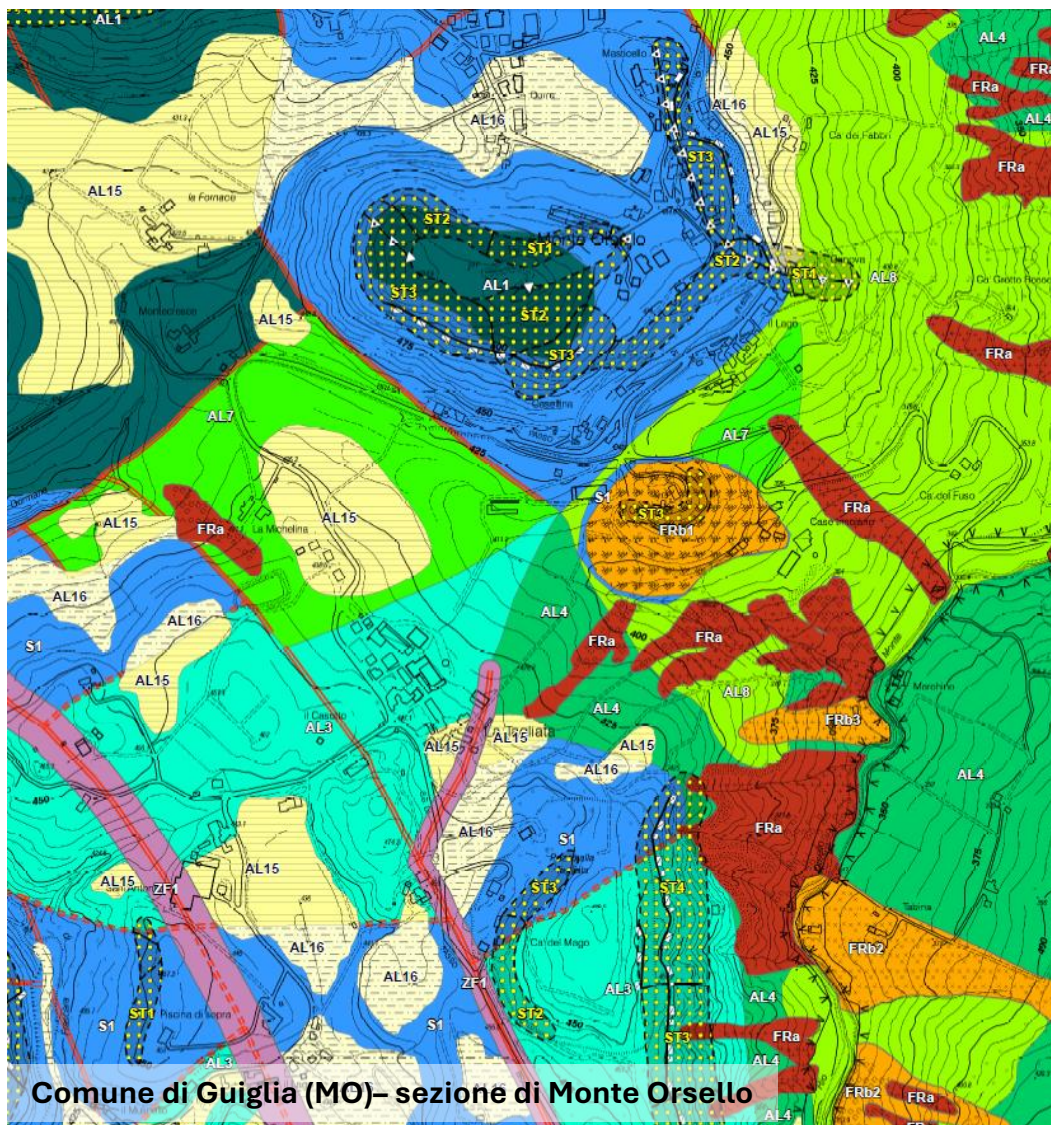
PREVENZIONE NON STRUTTURALE DOPO IL 2009 (Art.11 DL 39/09)

Microzonazione Sismica

Le **microzone** sono classificate in **tre categorie**:

- **Zone stabili** senza effetti di modificazione del moto sismico rispetto ad un terreno rigido (ad esempio un calcare o un granito) e pianeggiante
- **Zone stabili con effetti di modificazione del moto sismico**, amplificazioni dovute a effetti litostratigrafici (terreni del sottosuolo) e morfologici (forma del territorio)
- **Zone instabili** (instabilità dei pendii, liquefazione, densificazione dei terreni granulari, subsidenza dei terreni argillosi soffici, spostamenti differenziali dovuti a discontinuità o eterogeneità, emersione di faglie attive, ecc.)





Comune di Guiglia (MO)– sezione di Monte Orsello

ZONE STABILI
 [F.A. P.G.A.
 F.A. IS 0.1-0.5
 F.A. IS 0.5-1]

S1

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI
 [F.A. P.G.A. / F.A. IS 0.1-0.5 / F.A. IS 0.5-1]

AL1
 1.3-1.4
 1.2-1.4
 1.2-1.4

AL2
 1.6
 1.6
 1.4

AL3
 1.4-1.5
 1.4
 1.3-1.4

AL4
 1.5
 1.5-1.6
 1.4

AL5
 1.5-1.6
 1.5-1.7
 1.4-1.5

AL6
 1.9-2
 1.8-2
 1.5

AL7
 1.6-1.7
 1.6-1.8
 1.4-1.6

AL8
 1.6-1.9
 1.6-1.9
 1.4-1.7

AL9
 1.7-1.9
 1.7-1.8
 1.4-1.5

AL10
 2
 1.8-1.9
 1-1.2

AL11
 1.2
 1.7-1.9
 2

AL12
 1.2
 1.7-1.9
 2

AL13
 2
 1.9
 1.5

AL14
 1.7-1.8
 1.7-1.9
 1.4-1.6

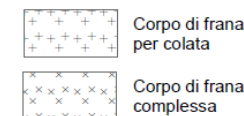
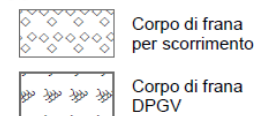
AL15
 1.8-1.9
 1.7-1.9
 1.4-1.5

AL16
 1.5-1.7
 1.4-1.6
 1.1-1.4

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'
 Aree sulle quali effettuare approfondimenti di III livello

Instabilità di versante (FR)

a) attiva
b) quiescente



Frane quiescenti (FRb)
 [F.A. P.G.A. / F.A. IS 0.1-0.5 / F.A. IS 0.5-1]

FRb1
 [1.5-1.6
 1.5-1.6
 1.4]

FRb2
 [1.7-1.9
 1.5-1.6
 1.4]

FRb3
 [1.8
 1.7-1.8
 1.5-1.7]

FRb4
 [1.9
 1.9
 1.5-1.7]

FRb5
 [1.9-2
 1.9-2
 1.5]

FRb6
 [1.9-2
 1.9-2
 1.5-1.7]

FRb7
 [1.9-2
 1.9-2
 1.7-1.8]

Zone ad intensa fratturazione (ZF)
 [F.A. P.G.A. / F.A. IS 0.1-0.5 / F.A. IS 0.5-1]

ZF1
 [2 / 2.3 / 2.4]

ZF2
 [2.2 / 2.2 / 1.7]

ZF3
 [2.2 / 2.5 / 1.9]

Effetti di amplificazione per condizioni topografiche

ST1
 ST = 1,1

ST2
 ST = 1,15

ST3
 ST = 1,2

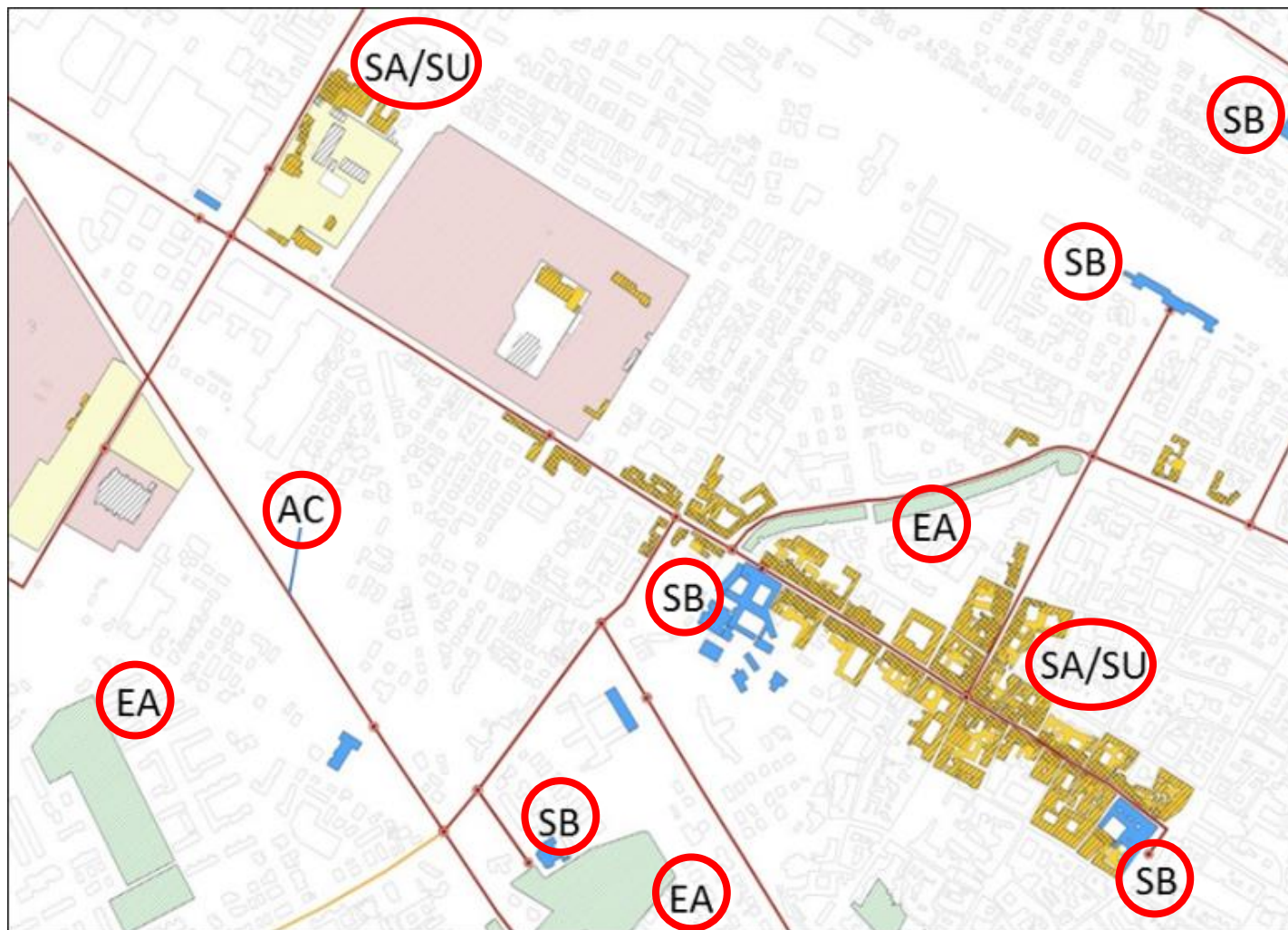
ST4
 ST = 1,25

- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Microzonazione Sismica (MS)**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Condizione Limite di Emergenza (CLE)**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici pubblici e infrastrutture**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici privati**
- **CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA**

La CLE è definita come la condizione per la quale, a seguito di un evento sismico, l'insediamento urbano subisce un danno fisico e funzionale tale da interrompere quasi tutte le sue funzioni urbane, compreso l'abitare, mentre è preservata la *funzionalità* di:

- la maggior parte delle **funzioni strategiche** per la gestione delle emergenze,
- i **percorsi di interconnessione** tra gli elementi strategici
- le **vie di accesso** dal contesto territoriale esterno.

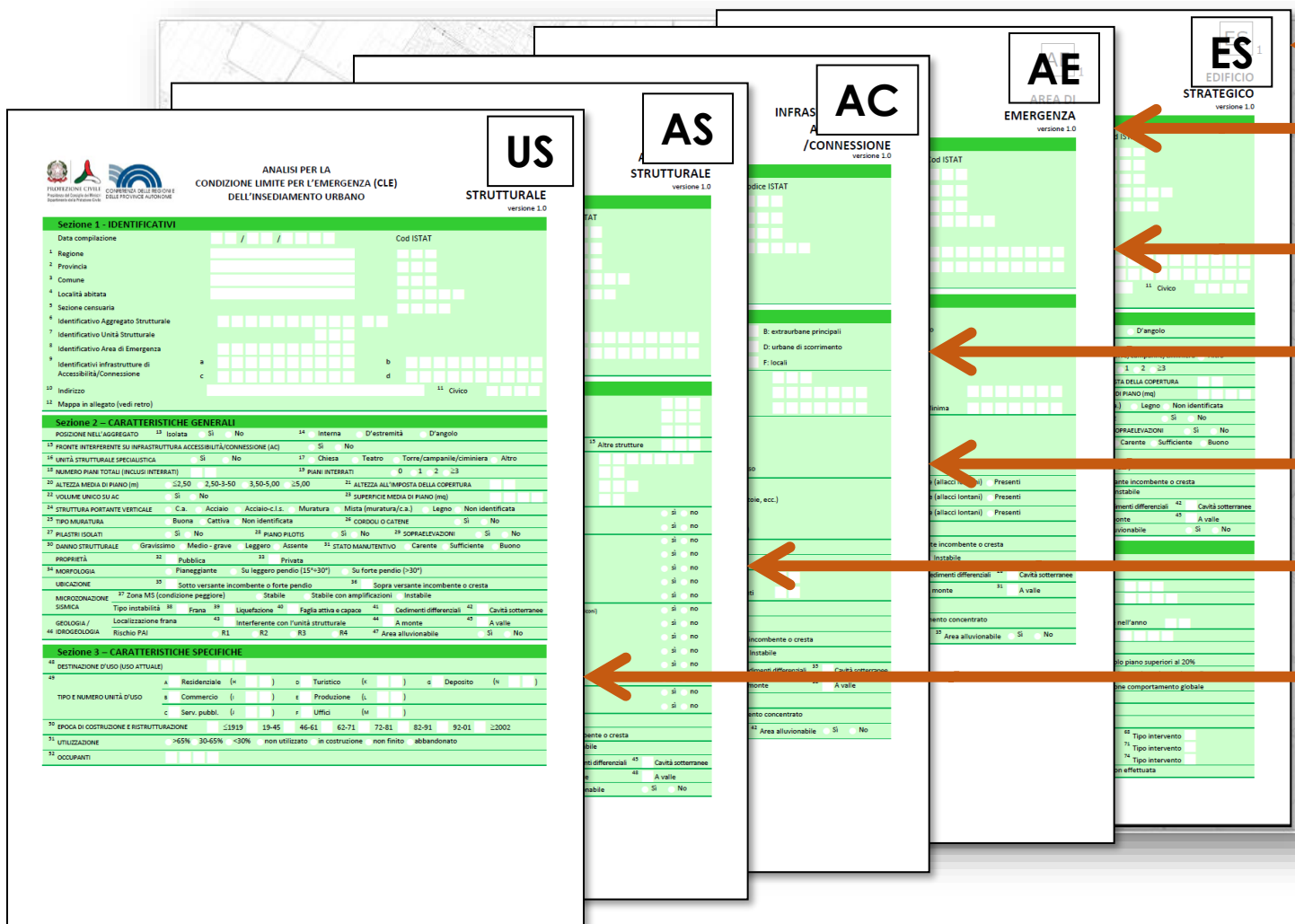
Se la CLE viene raggiunta, il **sistema (minimo) infrastrutturale per la gestione delle emergenze (composto da Edifici Strategici, Aree di Emergenza, Infrastrutture di Accessibilità e Connessione)** deve comunque conservare l'**operatività strutturale**.



- SB** Edifici strategici
- EA** Aree di emergenza
- AC** Infrastrutture di accessibilità e di connessione
- SA** Aggregati strutturali interferenti
- SU** Unità strutturali interferenti

La procedura I.OPà.CLE fornisce la probabilità che l'intero sistema di emergenza infrastrutturale rimanga strutturalmente operativo dopo un evento

Schede raccolta dati



The image shows a stack of data collection sheets for the Emergency Limit Condition (CLE). The sheets are labeled with categories: US (Strutturale), AS (Strutturale), AC (Infrastruttura/Connessione), AE (Area di Emergenza), and ES (Edificio Strategico). The sheets contain various tables and forms for data entry, including sections for identification, general characteristics, and specific characteristics.

- Edifici Strategici
- Aree di Emergenza (AMMASSAMENTO)
- Aree di Emergenza (RICOVERO)
- Infrastrutture di Connessione
- Infrastrutture di Accessibilità
- Aggregato Strutturale interferente
- Unità Strutturali

I.OPà.CLE - Indici di Operatività per la valutazione della CLE

L'indice di Operatività Globale della CLE esprime la probabilità che il sistema infrastrutturale per la gestione dell'emergenza rimanga operativo a seguito di un terremoto con un dato periodo di ritorno.

È calcolato come **prodotto** tra gli indici relativi ai **tre sottosistemi**:



	AREE STABILI	AREE SUSC.AMPLIFICAZIONE	AREE INSTABILI	NON DEFINITE
EDIFICI STRATEGICI	5,3%	72,5%	20,1%	2,1%
AREE DI EMERGENZA	6,5%	70,9%	19,6%	3,0%
INFRASTRUTTURE	5,6%	66,4%	26,2%	1,8%

Tipi di zone MS in cui sono le funzioni strategiche






Frane	Liquefazione	Faglie Att.Cap.	Subsidenze	Cavit�
39%	47%	4%	7%	3%

Distribuzione percentuale dei tipi di instabilit 

PREVENZIONE NON STRUTTURALE DOPO IL 2009 (Art.11 DL 39/09)

STATO DI ATTUAZIONE DI MS E CLE E PROIEZIONE



-  MS e CLE programmati o già effettuati
-  solo MS programmati o già effettuati
-  solo CLE programmate o già effettuate
-  né MS né CLE ancora programmati
-  studi che non possono essere programmati ($ag < 0.125g$)

**Proiezione (a conclusione piano)
sulla base dei costi medi e dei
finanziamenti ad oggi assegnati**



Circa 4.000 comuni
(nelle zone 1 e 2 + parte zona 3)
con **MS** (livello 1 e diverse centinaia di
livello 2 e 3) e **CLE**

- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Microzonazione Sismica (MS)**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Condizione Limite di Emergenza (CLE)**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici pubblici e infrastrutture**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici privati**
- **CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA**

PREVENZIONE STRUTTURALE DOPO IL 2009

(Art.11 DL 39/09)

INTERVENTI SU EDIFICI E OPERE PUBBLICHE

- Edifici e opere infrastrutturali di interesse strategico o rilevanti per le conseguenze del loro collasso
- Contributo dello Stato valutato come **quota del costo parametrico convenzionale**

• rafforzamento locale

100 €/mc di volume lordo edificio

300 €/mq di impalcato di ponte

• miglioramento sismico

150 €/mc di volume lordo edificio

450 €/mq di impalcato di ponte

• demolizione e ricostruzione

200 €/mc di volume lordo edificio

600 €/mq di impalcato di ponte

- ❖ Edifici e opere in comuni con $ag > 0.125g$;
- ❖ **Edifici e opere realizzati prima del 1984**, eccetto edifici e opere situati in comuni la cui classificazione sismica è **variata in senso sfavorevole** dopo il 1984;
- ❖ **Livello di sicurezza (α)** dell'edificio o dell'opera, valutato coerentemente con la pericolosità sismica attuale, **< 0.8** .

$\alpha \leq 0,2$ > **100%** del costo convenzionale

$\alpha > 0,8$ > **0%** del costo convenzionale

$0,2 < \alpha \leq 0,8$ > **$[(380-400 \alpha)/3]$** % del costo convenzionale

I costi parametrici sono stati successivamente aggiornati

PREVENZIONE STRUTTURALE DOPO IL 2009

(Art.11 DL 39/09)

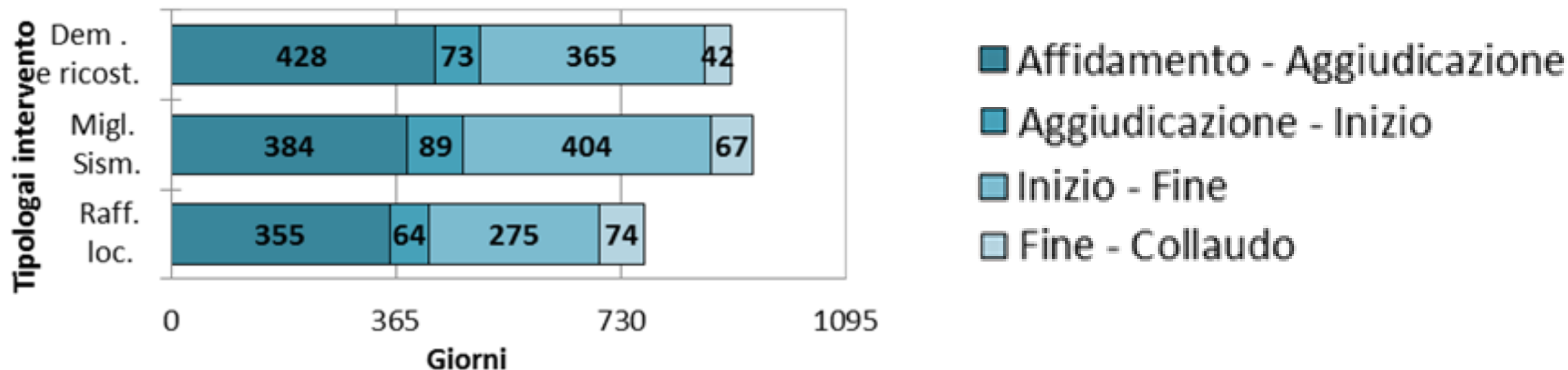
INTERVENTI STRUTTURALI SU EDIFICI PUBBLICI E PONTI

INTERVENTI FINANZIATI



1.226

TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE PER LE DIVERSE TIPOLOGIE DI INTERVENTO



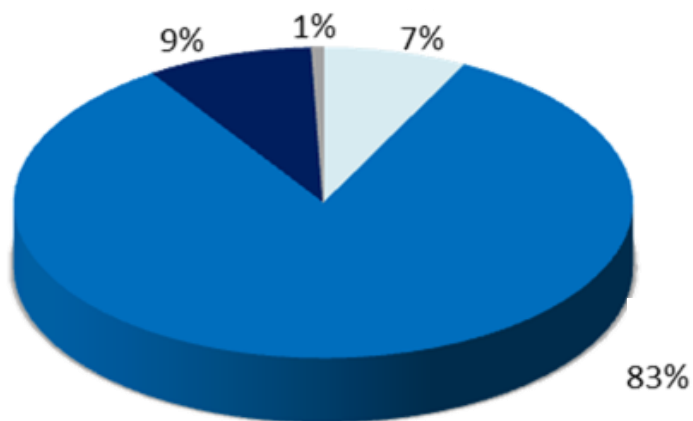
tempistiche medie di attuazione degli interventi, di circa **due anni e mezzo** (per il miglioramento sismico).

PREVENZIONE STRUTTURALE DOPO IL 2009

(Art.11 DL 39/09)

INTERVENTI STRUTTURALI SU EDIFICI PUBBLICI E PONTI

Analisi statistica relativa a *interventi su circa 1000 edifici*



- RAFFORZAMENTO LOCALE
- MIGLIORAMENTO SISMICO
- DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE



83% Miglioramento sismico



51%

Municipi



6%

Sicurezza



25%

Scuole



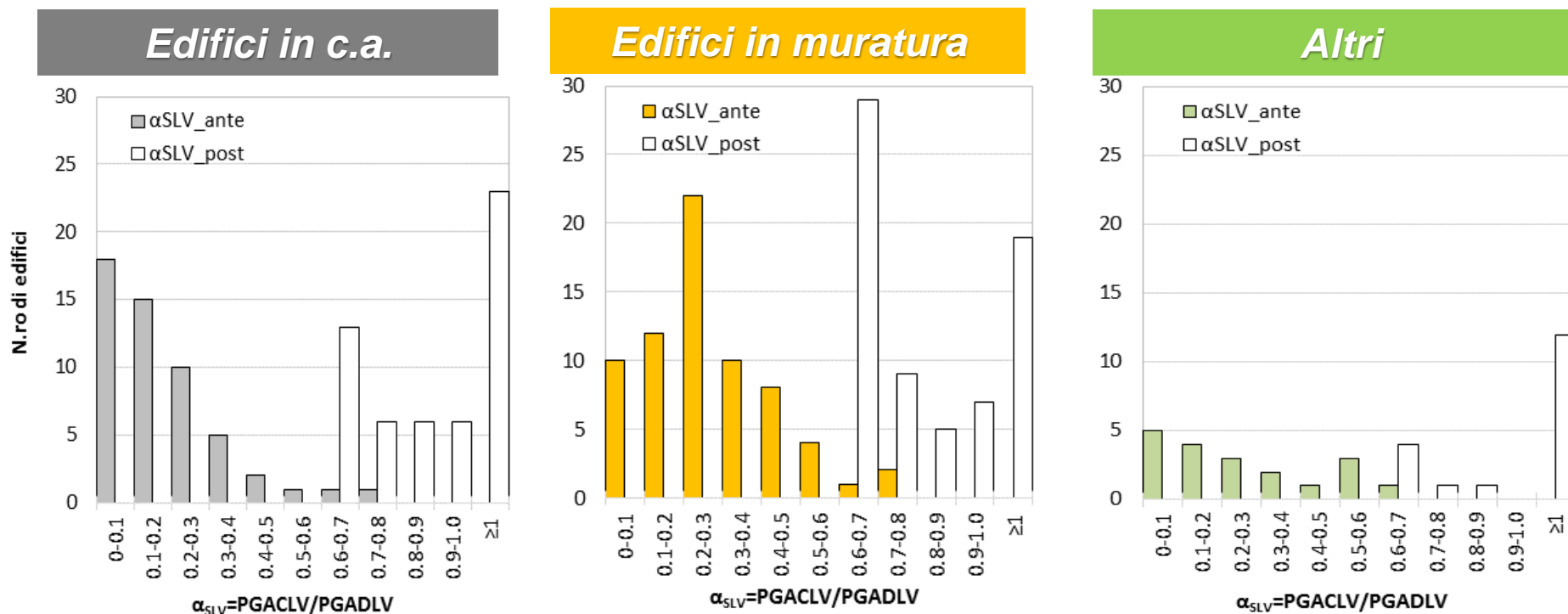
5%

Ospedale

PREVENZIONE STRUTTURALE DOPO IL 2009

(Art.11 DL 39/09)

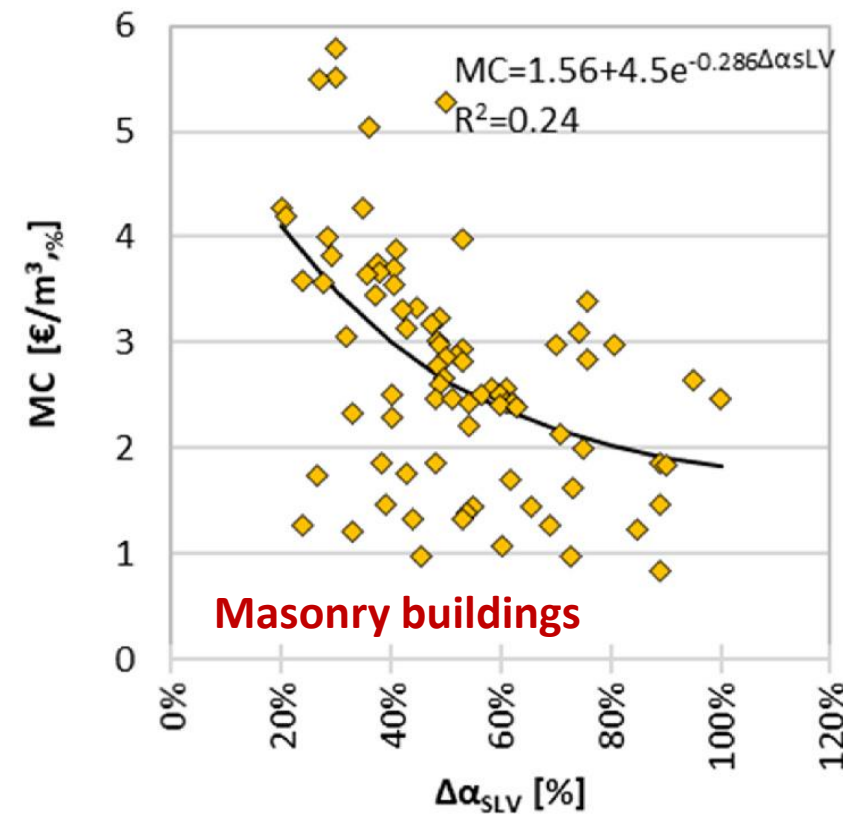
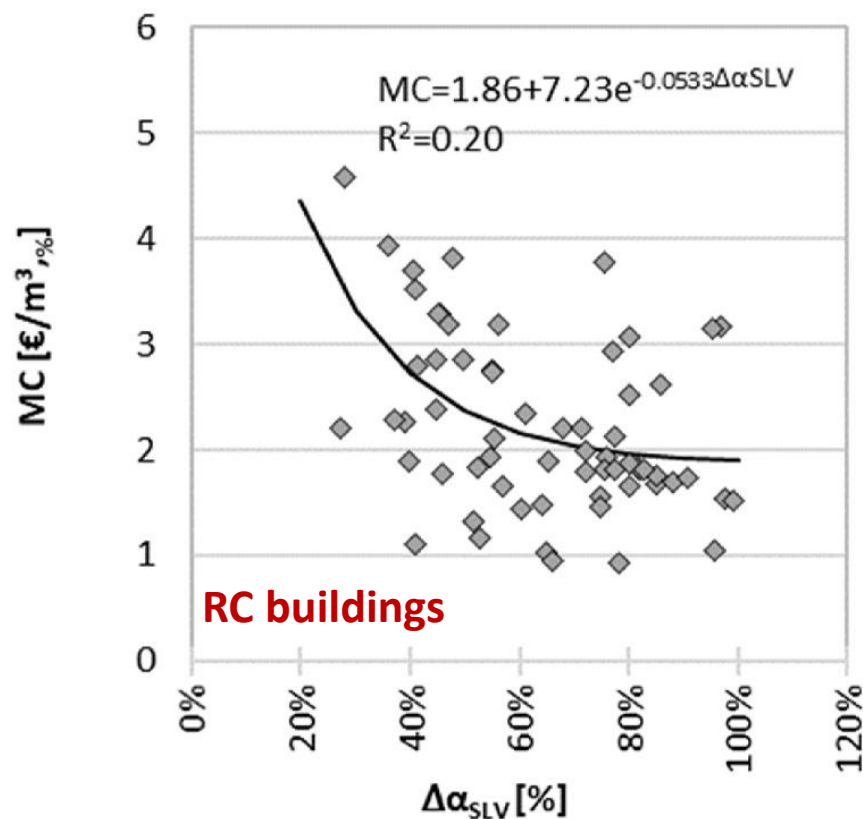
AUMENTO DELLA SICUREZZA NEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO



Analisi su campione di edifici con MIGLIORAMENTO SISMICO completato

- Per il 33% del campione il livello di sicurezza finale α_{slv_post} ha raggiunto 0.6-0.7.
- Per il restante 67% α_{slv_post} è risultato superiore a 0.7

COSTO EFFETTIVO DEGLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI PUBBLICI



- **MC** è il costo (marginale) del miglioramento sismico per unità di volume dell'edificio e per punto percentuale dell'indice di sicurezza sismica del singolo edificio
- **$\Delta\alpha_{SLV}$** è l'incremento dell'indice di sicurezza sismica in punti percentuali

- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Microzonazione Sismica (MS)**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – Condizione Limite di Emergenza (CLE)**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici pubblici e infrastrutture**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – edifici privati**
- **CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA**

PREVENZIONE STRUTTURALE DOPO IL 2009

(Art.11 DL 39/09)

Interventi sugli edifici privati

Il contributo statale è valutato come costo convenzionale per unità di area per l'intervento, dato da:

- **Rafforzamento Locale:**
100 €/mq per la superficie totale dell'edificio (max **€ 20,000** per unità abitativa, **€ 10,000** per unità con altri tipi di uso)
- **Miglioramento Sismico:**
150 €/mq per la superficie totale dell'edificio (max **€ 30,000** per unità abitativa, **€ 15,000** per unità con altri tipi di uso)
- **Demolizione e Ricostruzione:**
200 €/mq per la superficie totale dell'edificio (max **€ 40,000** per unità abitativa, **€ 20,000** per unità con altri tipi di uso)

I costi parametrici sono stati successivamente aggiornati

PREVENZIONE STRUTTURALE DOPO IL 2009

(Art.11 DL 39/09)

Criteri graduazione delle priorità

Le **graduatorie** a livello regionale, a partire dai dati comunali, sono stilate in relazione a un indicatore di **rischio sismico** dei singoli edifici stimato (alleg. 3 alle Ordinanze) tenendo conto di:



- **Tipo** di struttura; → **Vulnerabilità**
- **Anno** di realizzazione; → **Vulnerabilità**
- **Occupazione** giornaliera media; → **Esposizione**
- **Pericolosità** sismica; → **Pericolosità**
- Eventuali **ordinanze di sgombero** pregresse dovute a carenze statiche

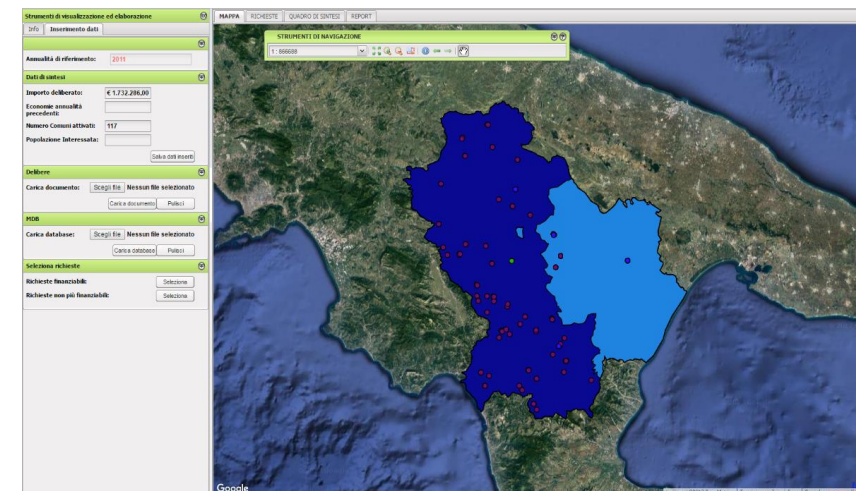
PREVENZIONE STRUTTURALE DOPO IL 2009 (Art.11 DL 39/09)

Interventi sugli edifici privati

RICHIESTE
FINANZIABILI



Circa 3.300



CRITERI

- ❖ Edifici destinati per oltre due terzi dei millesimi a **residenza stabile e continuativa** di nuclei familiari, e/o all'esercizio continuativo di **arte o professione** o **attività produttiva**;
- ❖ In comuni con **ag > 0.125g**;
- ❖ **Realizzati prima del 1984**, eccetto edifici situati in comuni la cui classificazione sismica è **variata in senso sfavorevole** dopo il 1984;
- ❖ Non ricadenti in aree a rischio idrogeologico in **zona R4**;
- ❖ Non ridotti allo stato di **rudere** o **abbandonati**.

Con l'introduzione del SISMA BONUS (l. 232/2016), l'attivazione da parte delle regioni della linea sugli edifici privati è divenuta facoltativa per i fondi 2016 ed esclusa successivamente.

- **DEFINIZIONE DEL RISCHIO E SUA RIDUZIONE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE PRIMA DEL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2003**
- **PREVENZIONE NON STRUTTURALE E STRUTTURALE DOPO IL 2009**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – MICROZONAZIONE SISMICA (MS)**
 - **PREVENZIONE NON STRUTTURALE – CONDIZIONE LIMITE DI EMERGENZA (CLE)**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PUBBLICI E INFRASTRUTTURE**
 - **PREVENZIONE STRUTTURALE – EDIFICI PRIVATI**
- **CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA**

CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PREVENZIONE SISMICA

- E' ben noto che l'azione principale per mitigare il rischio sismico dovrebbe essere la **riduzione generalizzata della vulnerabilità sismica delle costruzioni esistenti**, oltre a garantire un'adeguata sicurezza sismica alle nuove costruzioni.
- Questo obiettivo è il più lungo e di gran lunga il più costoso da raggiungere: **Sono necessari ingenti investimenti e politiche di mitigazione del rischio a lunghissimo termine.**
- L'attuazione progressiva delle misure di riduzione delle vulnerabilità deve essere accompagnata da **altre misure "soft" a breve termine meno costose**, finalizzate a:
 - ✓ **razionalizzare, ottimizzare e accelerare gli interventi,**
 - ✓ **ridurre l'esposizione** e le conseguenze dei terremoti,
 - ✓ aumentare la **capacità** di risposta e la **resilienza** delle comunità.

Dolce M., Miozzo A., Di Bucci D., Alessandrini L., Bastia S., Bertuccioli P., Bilotta D., Ciolli S., De Siervo G., Fabi D., Madeo L., Panunzi E., Silvestri V. (2020). Civil Protection in Italy. Civil Protection Department - Presidency of the Council of Ministers. First edition September 2022, 229 pages. ISBN 9791281195011. <https://www.protezionecivile.gov.it/it/pubblicazione/civil-protection-italy-basic-training-civil-protection>

M. Dolce (2012). The Italian National Seismic Prevention Program, Proc. of 15th World Conference on Earthquake Engineering, September 2012, Lisbona, Portogallo, Invited Lecture.

R. Frascadore, M. Di Ludovico, A. Prota, G.M. Verderame, G. Manfredi, M. Dolce, E. Cosenza (2014). Local strengthening of RC structures as a strategy for seismic risk mitigation at regional scale. Earthquake Spectra, Volume 31, No. 2, pages 1083–1102, May 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1193/122912EQS361M>

M. Dolce, E. Speranza, F. Bocchi, C. Conte (2018). Probabilistic assessment of structural operational efficiency in emergency limit conditions - the I.OPà.CLE method. Bulletin of Earthquake Engineering. Springer. DOI: 10.1007/s10518-018-0327-7

M. Dolce, F. Bramerini, S. Castenetto & Naso G. (2019). The Italian policy for Seismic Microzonation. 7th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering (VII ICEGE). Earthquake Geotechnical Engineering for Protection and Development of Environment and Constructions – Silvestri & Moraci (Eds) © 2019 Associazione Geotecnica Italiana, Rome, Italy.

M. Dolce, E. Speranza, F. Bocchi, C. Conte (2019). Structural operational efficiency indices for Emergency Limit Condition (I.OPà.CLE): experimental results. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata Vol.60, n. 2, pp. 243-262. DOI 10.4430/bgta0246

M. Dolce, E. Speranza, G. De Martino, C. Conte, F. Giordano (2021). The implementation of the Italian National Seismic Prevention Plan: a focus on the seismic upgrading of critical buildings. International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 62, 2021. ISSN 2212-4209, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102391>.



Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturale



6 / 13
OTTOBRE
2024

#settimanadiPC

SCUOLA DI INGEGNERIA STRUTTURALE – RELUIS

Bologna, 9-11 ottobre 2024

IL RISCHIO SISMICO E LE AZIONI PER LA SUA MITIGAZIONE (parte 2)

Mauro Dolce

Presidente del Consorzio Interuniversitario ReLUIS