



ORDINE DEGLI  
**INGEGNERI**  
DELLA PROVINCIA  
DI CASERTA



ordine degli **architetti**  
pianificatori paesaggisti conservatori  
della provincia di **caserta**



CONSIGLIO NAZIONALE  
DEGLI INGEGNERI



CONSIGLIO NAZIONALE  
DEGLI ARCHITETTI  
PIANIFICATORI  
PAESAGGISTI  
E CONSERVATORI

## *PRESENTAZIONE DELLA 1° GIORNATA DELLA PREVENZIONE SISMICA*

# LA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Caserta, 17 settembre 2018

**PROF. ING. GIANFRANCO DE MATTEIS**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA CAMPANIA “LUIGI VANVITELLI”

[gianfranco.dematteis@unicampania.it](mailto:gianfranco.dematteis@unicampania.it)

*PRESENTATA DA:*

**DOTT. MATTIA ZIZI**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA CAMPANIA “LUIGI VANVITELLI”

[mattia.zizi@unicampania.it](mailto:mattia.zizi@unicampania.it)

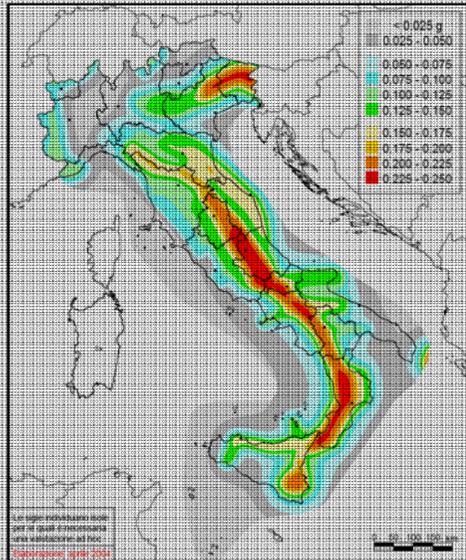


Università  
degli Studi  
della Campania  
*Luigi Vanvitelli*

$$\text{RISCHIO SISMICO} = P \times V \times E$$

## PERICOLOSITÀ

probabilità che un determinato evento, dotato di una certa intensità, possa verificarsi in un dato luogo in un periodo di tempo definito.



## VULNERABILITÀ

propensione di una struttura a subire un danno di un determinato livello, a fronte di un evento sismico



## ESPOSIZIONE

estensione, la quantità, la qualità dei diversi elementi antropici che compongono la realtà territoriale le cui condizioni e/o il cui funzionamento possono essere danneggiati, alterati o distrutti da un evento sismico.



*Il compito dell'ingegneria è favorire la riduzione della «vulnerabilità delle costruzioni»*



14 Agosto 2018  
*crollò porzione viadotto Morandi A10,  
Genova*



14 Maggio 2018  
*crollò porzione tetto Istituto "Montani",  
Fermo*

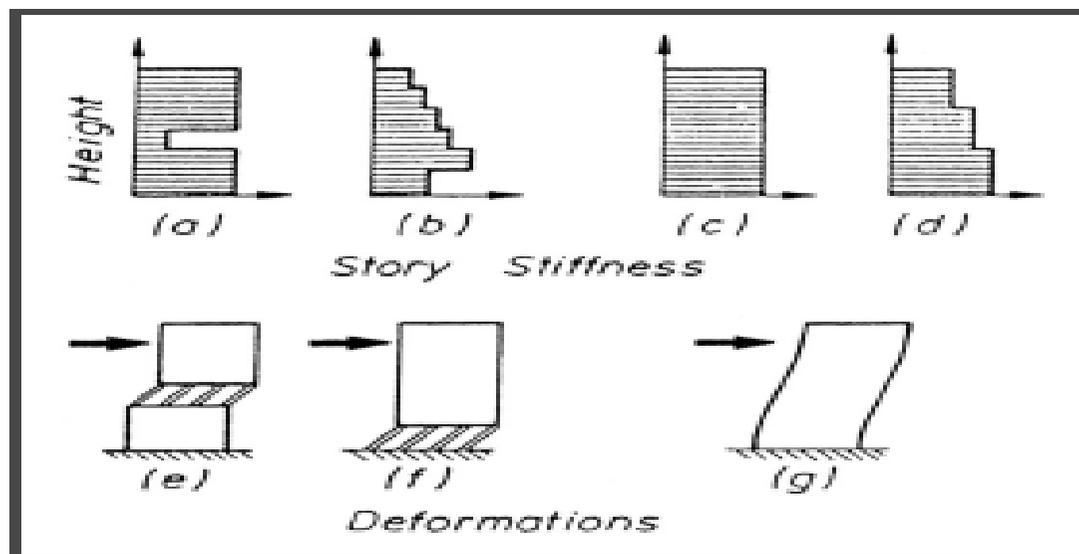


30 Agosto 2018  
*crollò copertura Chiesa San Giuseppe dei Falegnami,  
Roma*

... NON SEMPRE SI PROGETTA BENE!



© Reluis 2009  
www.reluis.it



**... NON SEMPRE SI ESEGUE BENE!**



Dettagli costruttivi ??



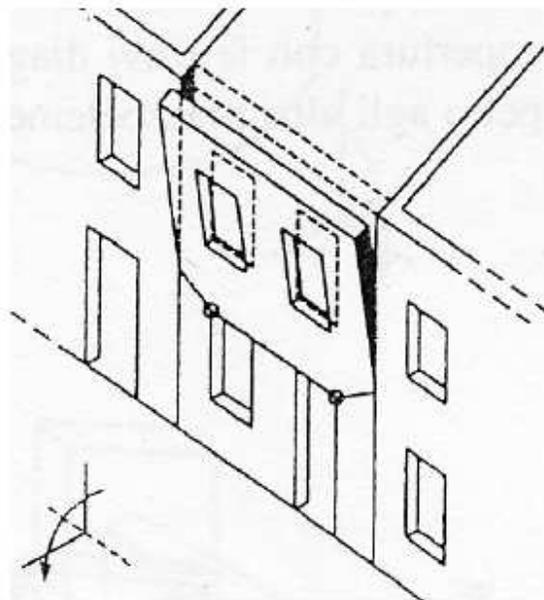
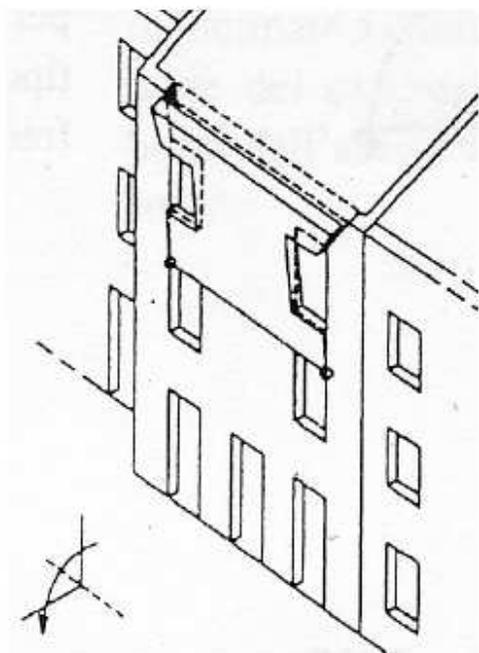
*Collasso nodo trave-pilastro  
a causa di insufficienza di  
staffe*



Qualità dei materiali ???

*Collasso a taglio del pilastro*

## ... I "NON INTERVENTI" E IL DEGRADO



*Impoverimento delle costruzioni, mancanza di presidi antisismici (es. catene)*

**... NON SEMPRE SI INTERVIENE BENE!**



*Superfettazioni e abusivismo edilizio*



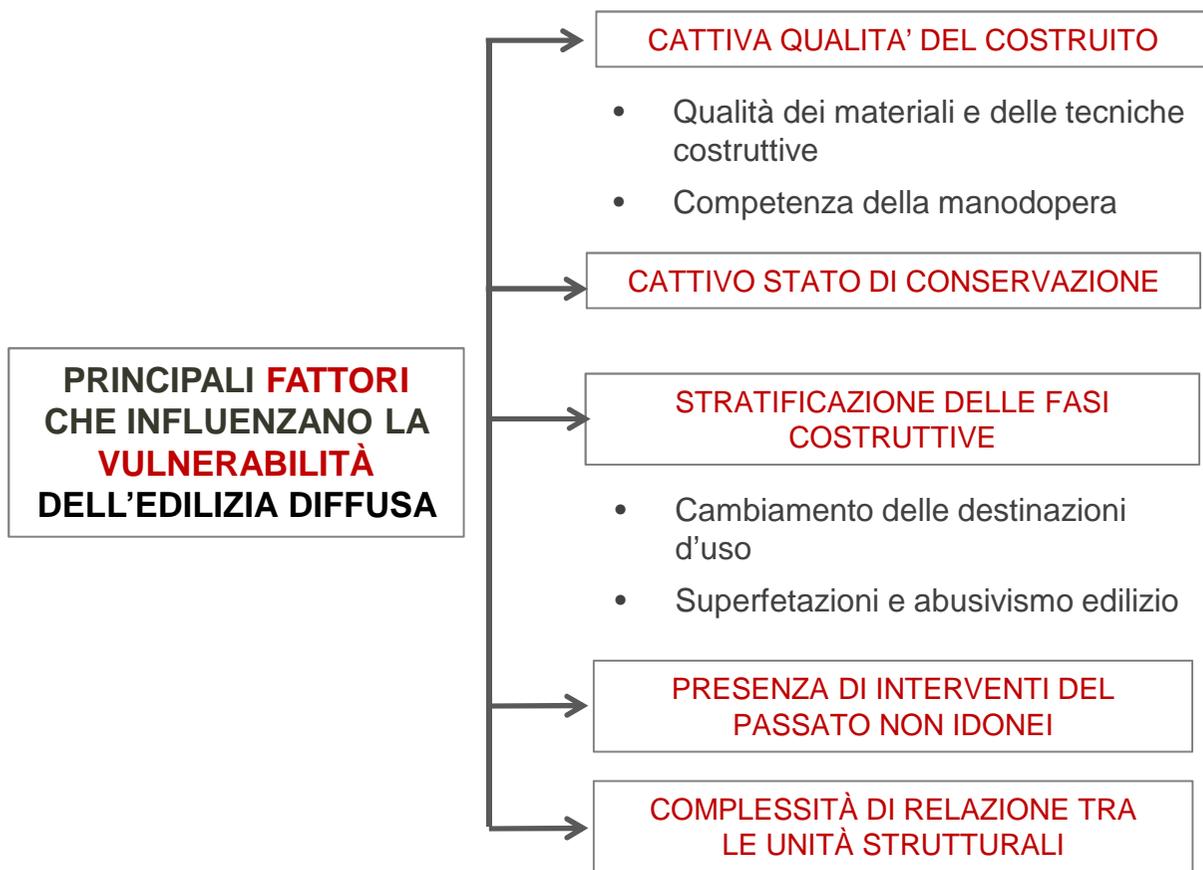
*Coperture pesanti su edifici esistenti*



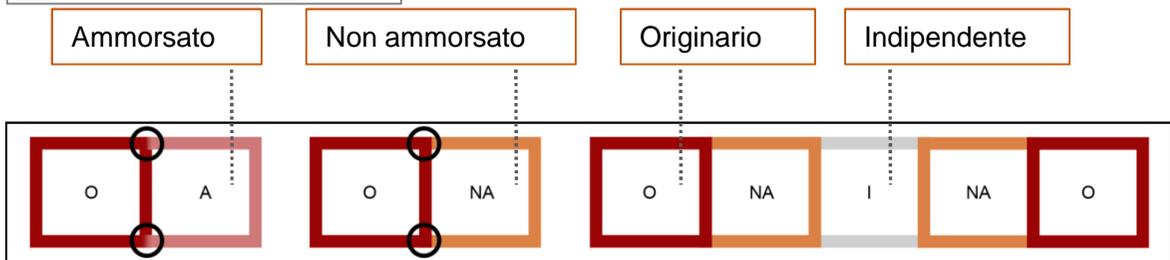
*Aggiunta elementi non strutturali*



*Contiguità con edifici costruiti in epoca diversa*



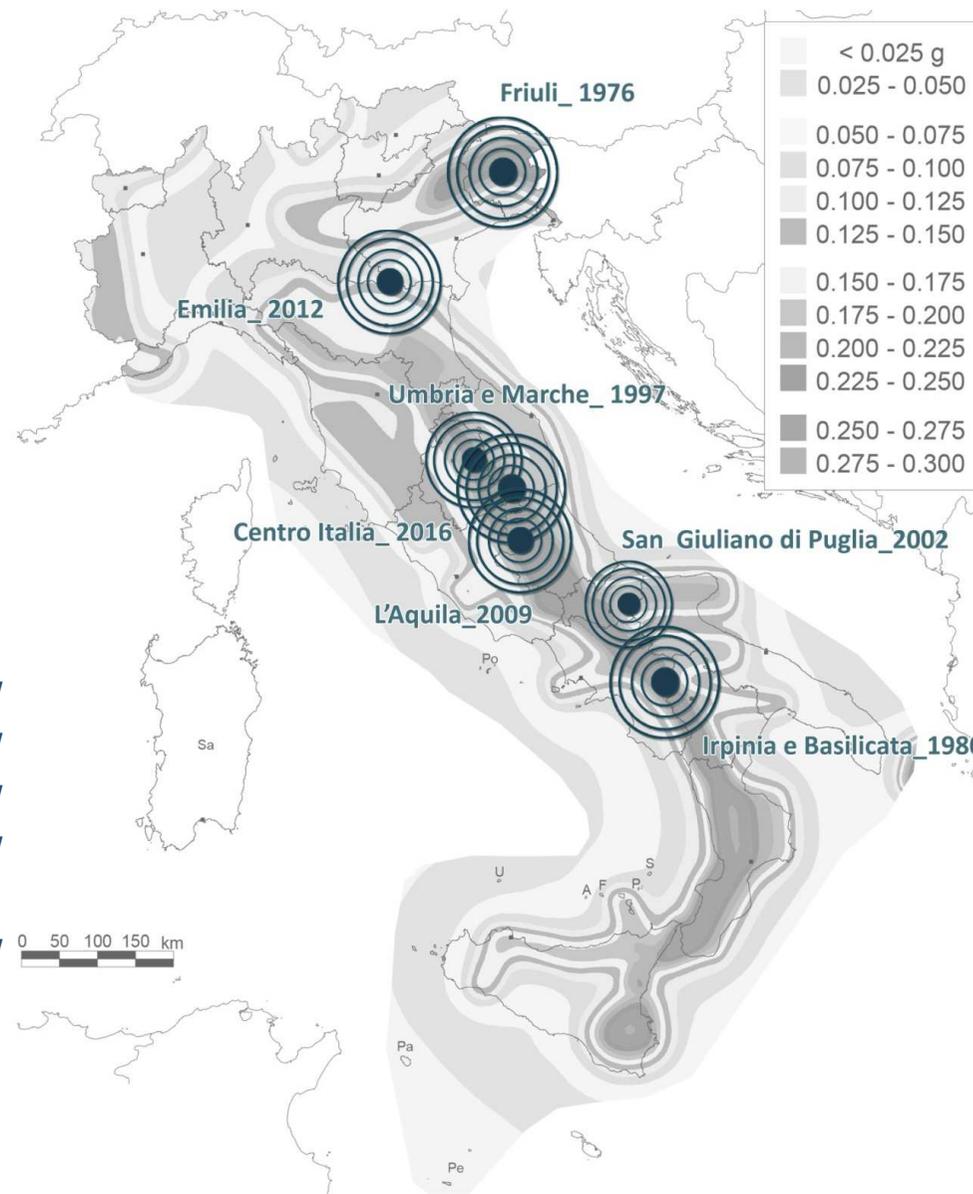
**L'AGGREGATO EDILIZIO**



# PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO ITALIANO

[Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale  
(Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All. 1b)]

Espressa in termini di accelerazione  
massima del suolo con probabilità  
di eccedenza del 10% in 50 anni]



<b>1976_</b>	<i>Friuli</i>	6.4 MI
<b>1980_</b>	<i>Irpinia e Basilicata</i>	6.9 MI
<b>1997_</b>	<i>Umbria e Marche</i>	6.1 MI
<b>2002_</b>	<i>San Giuliano di Puglia</i>	5.4 MI, 5.8 MW
<b>2009_</b>	<i>L'Aquila</i>	5.9 MI, 6.3 MW
<b>2012_</b>	<i>Emilia Romagna</i>	5.8 MI, 5.6 MW
<b>2016_</b>	<i>Centro Italia</i>	6.0 MI, 6.0 MW
		(24 Agosto)
		6.1 MI, 6.5 MW
		(30 Ottobre)

## I DANNI: il terremoto come problema sociale

DATA	EPICENTRO	MAGNITUDO	INTENSITÀ MACROSISMICA	VITTIME
26 Settembre 1997	Colfiorito (PG)	6.1	IX	11
6 Aprile 2009	Roio (L'Aquila)	5.9	IX-X	309
20-29 Maggio 2012	Finale Emilia, Medolla (MO)	5.8	VII-VIII	27
24 Agosto 2016 30 Ottobre 2016 18 Gennaio 2017	Accumoli (RI) Norcia (PG), Capitignano (AQ)	6 6.5 5.5	X-XI	303

Torre dell'orologio, Finale Emilia (MO), 2012



Palazzo del Governo, L'Aquila, 2009



Volta Giottesca, Basilica S.  
Francesco D'Assisi, 1997



Basilica S. Benedetto a Norcia  
(PG), 2016

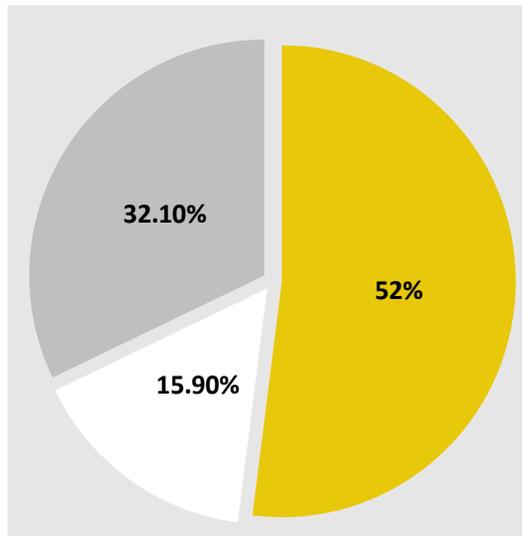


## RILIEVI DEL DANNO (TERREMOTO AQUILANO DEL 2009)

### 57 COMUNI COLPITI

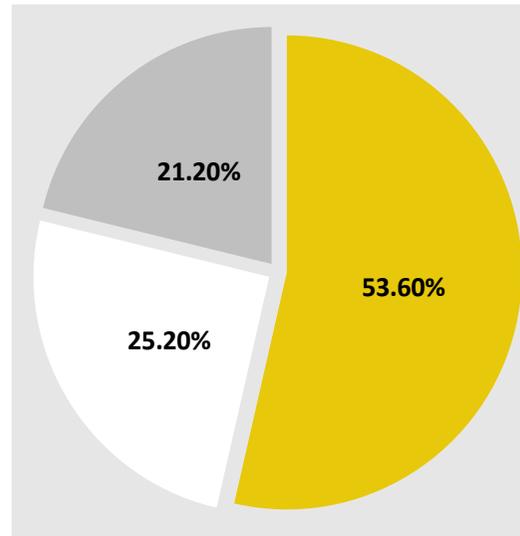
#### Edifici privati

Esiti definitivi di agibilità : 71302



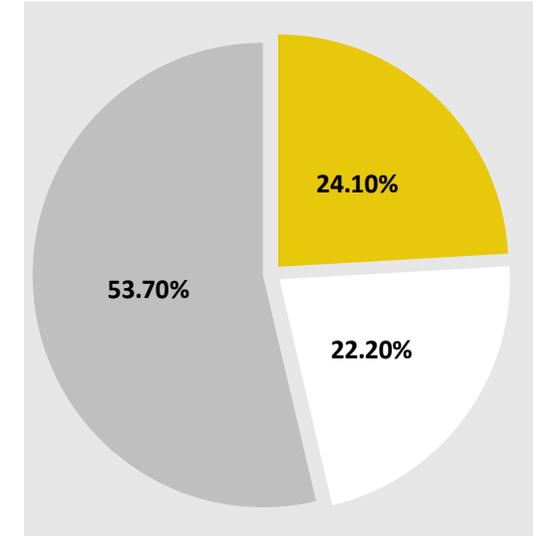
#### Edifici pubblici

Esiti definitivi di agibilità : 2219



#### Patrimonio culturale

Esiti definitivi di agibilità : 1800



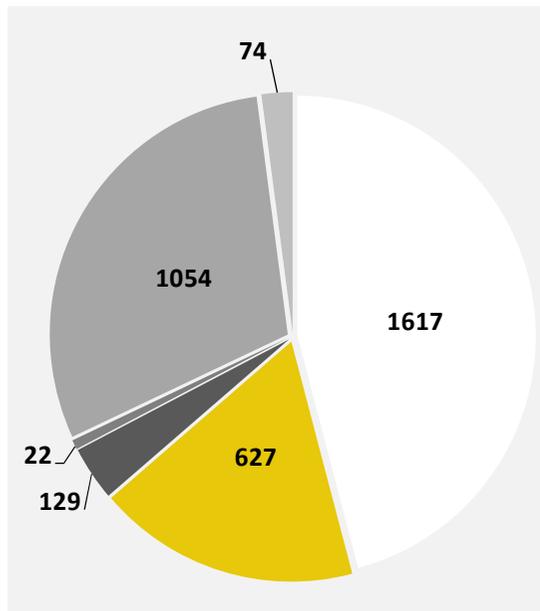
- AGIBILE
- AGIBILE CON PROVVEDIMENTI
- INAGIBILE

Esiti delle verifiche di agibilità aggiornati a marzo 2010  
*Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento di Protezione civile*

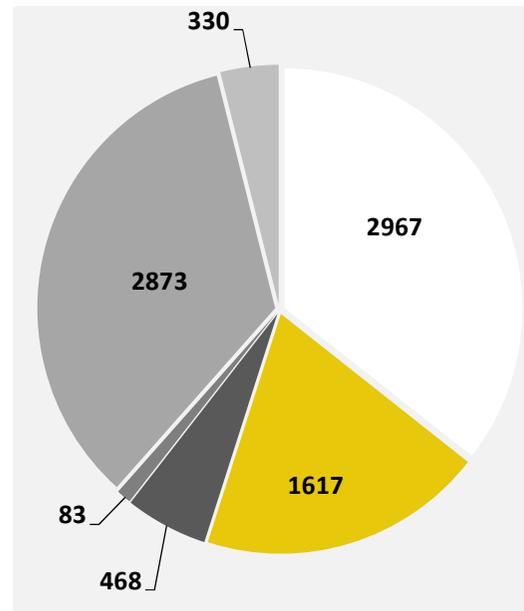
## RILIEVI DEL DANNO (TERREMOTO DELL'EMILIA 2012)

### EDIFICI PUBBLICI E PRIVATI

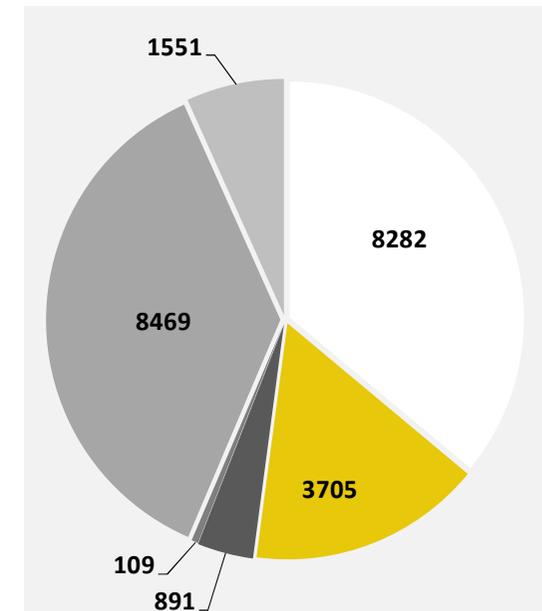
**Bologna**



**Ferrara**



**Modena**



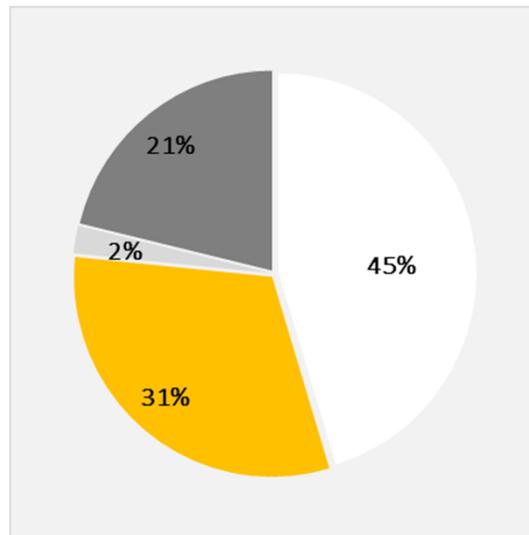
- AGIBILE
- PARZIALMENTE INAGIBILE
- AGIBILE CON PROVVEDIMENTI
- TEMPORANEAMENTE INAGIBILE
- INAGIBILE
- INAGIBILE PER RISCHIO ESTERNO

Verifiche di agibilità al 1° agosto 2012  
Verifiche di agibilità con scheda Aedes  
su edifici pubblici e privati: 39.122  
*Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento di Protezione civile*

## RILIEVI DEL DANNO (TERREMOTO CENTRO ITALIA 2016)

### EDIFICI PRIVATI

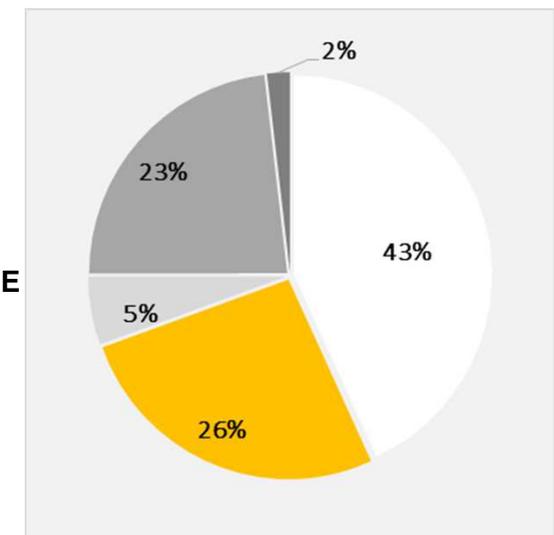
#### Schede FAST



- AGIBILE
- INAGIBILE
- INAGIBILE PER RISCHIO ESTERNO
- PARZIALMENTE O TEMPORANEAMENTE INAGIBILE
- ESITO NON ATTRIBUITO

### EDIFICI PUBBLICI E PRIVATI

#### schede AeDES e GL-AeDES



Verifiche di agibilità al 3 aprile 2018 (Abruzzo, Lazio, Umbria e Marche)

Verifiche spedite di agibilità con scheda FAST su edifici residenziali privati: 138.624

Verifiche di agibilità con scheda AeDES e GL-AeDES (Grandi Luci) su edifici pubblici e privati: 80.437

*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

*Dipartimento di Protezione civile*

**EDILIZIA RESIDENZIALE**

**INFRASTRUTTURE *\_PONTI***

**EDILIZIA PUBBLICA *\_SCUOLE***

**EDILIZIA MONUMENTALE *\_CHIESE***



EDILIZIA RESIDENZIALE

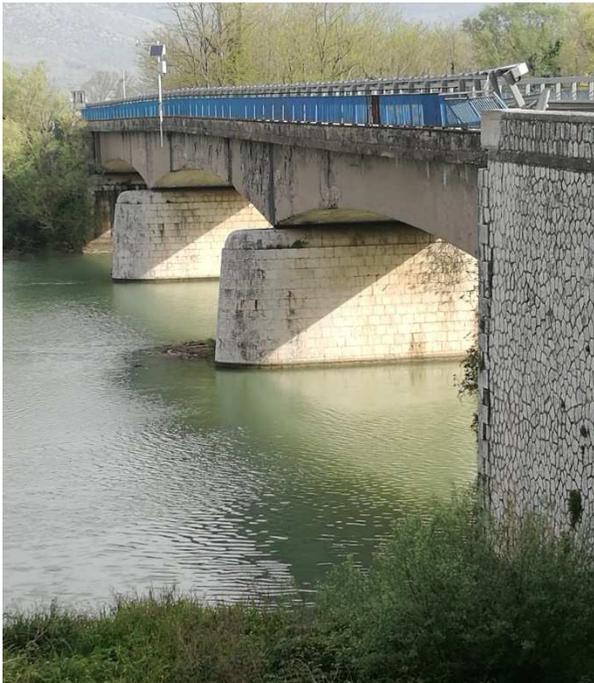
**INFRASTRUTTURE *\_PONTI***

EDILIZIA PUBBLICA *\_SCUOLE*

EDILIZIA MONUMENTALE *\_CHIESE*



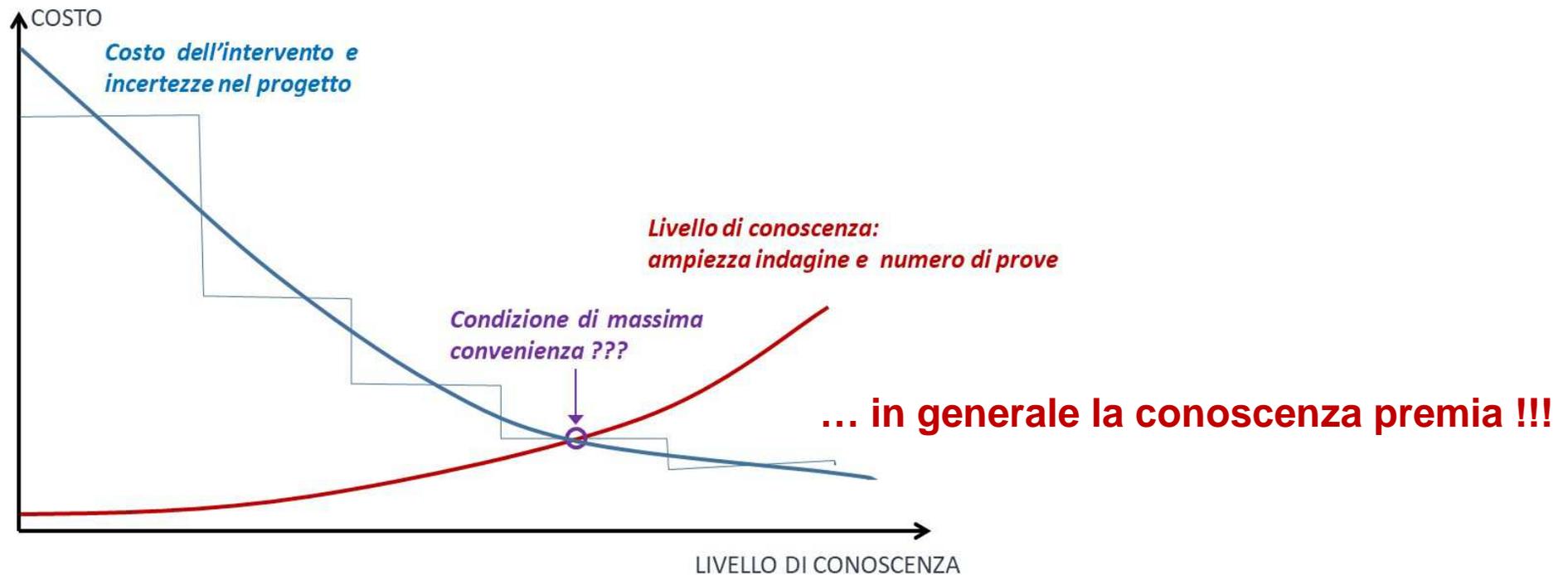
***Supporto tecnico-scientifico fornito dal Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale della Università della Campania “Luigi Vanvitelli” e la Provincia di Caserta – Settore Viabilità per la messa in sicurezza della direttrice Caserta – Monti del Matese.  
(Espletamento attività Maggio 2018)***



***Riscontro di «criticità comuni»...***

## ATTIVITÀ CHE INTERESSA TUTTI I PONTI DI COMPETENZA PROVINCIALE:

- implementazione di una prima schedatura (di **I livello**)
- definizione di una metodologia per il censimento (schedatura di **II livello**)
- applicazione della metodologia di schedatura di II livello
- individuazione di specifici **Piani di Indagine** per manufatti campione



EDILIZIA RESIDENZIALE

INFRASTRUTTURE *\_PONTI*

**EDILIZIA PUBBLICA *\_SCUOLE***

EDILIZIA MONUMENTALE *\_CHIESE*



## EDILIZIA SCOLASTICA

### *L'edilizia scolastica nel nostro Paese rappresenta una vera e propria emergenza nazionale*

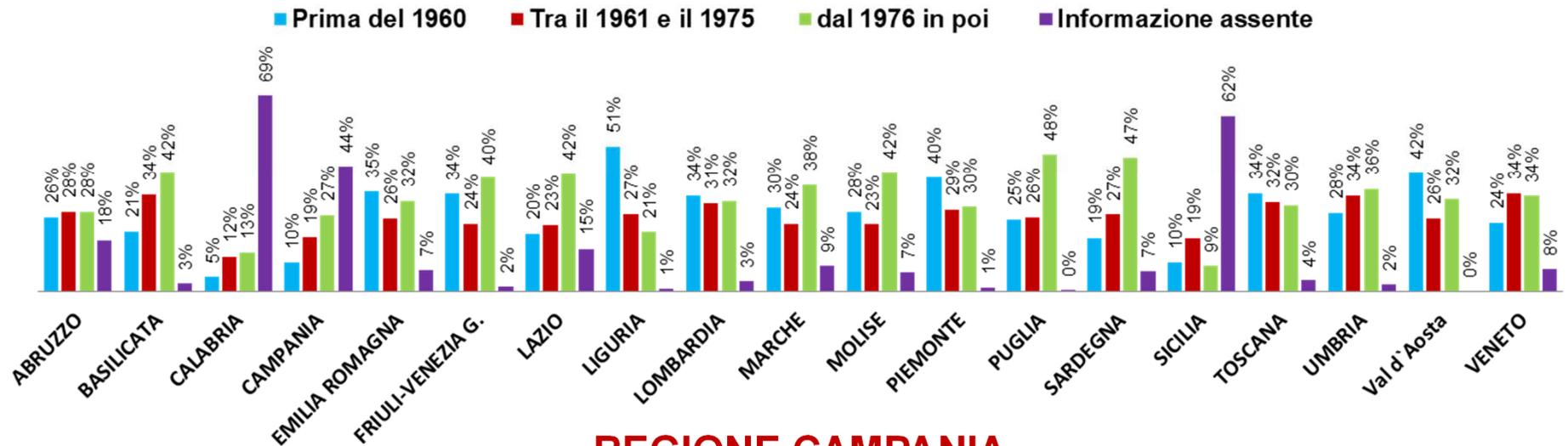
Dal XVIII Rapporto di Legambiente (ottobre 2017) sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi si evince:

- **1 scuola su 2** non possiede il **certificato di idoneità statica**, di **collaudo statico**, di **agibilità** e di **prevenzione incendi**.
- Oltre il **41%** degli edifici scolastici si trova in **zona sismica 1 e 2**, il **43%** di questi risultano **edificati prima dell'1976**, quindi prima dell'entrata in vigore della normativa antisismica.



*Tetto crollato istituto tecnico "Montani", Fermo. 14/05/2018*

## DISTRIBUZIONE REGIONALE EDIFICI PER FASCIA DI ETÀ DI COSTRUZIONE



### REGIONE CAMPANIA dati XVIII rapporto Legambiente (ottobre 2017)

- il 61,2% risulta edificato antecedentemente all'entrata in vigore della normativa antisismica del **1976**;
- solo **2 edifici su 10** sono stati costruiti secondo **criteri antisismici**;
- più di un edificio su 2 (57,6%) necessita di **interventi urgenti di manutenzione**.

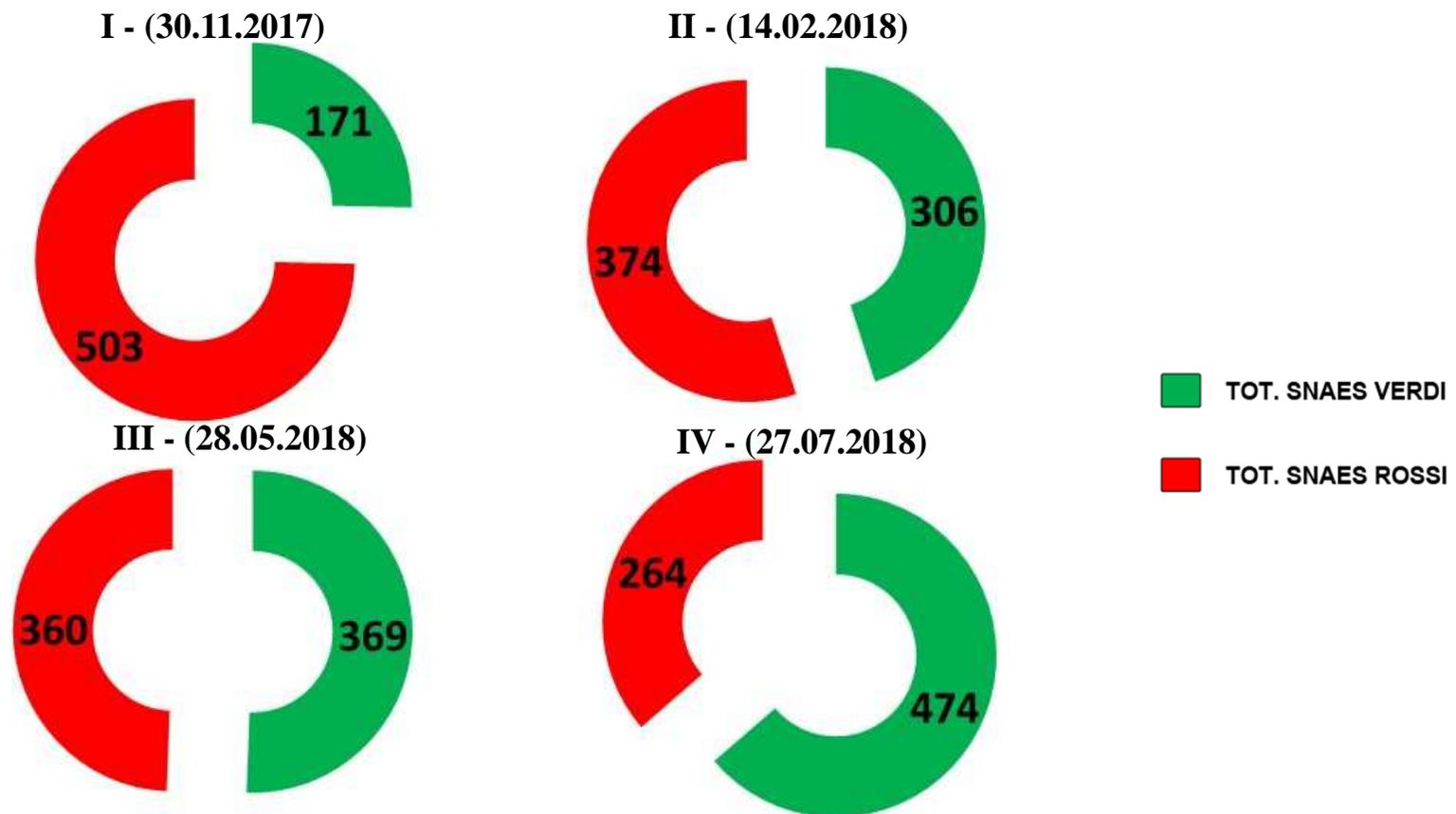
In Campania è in corso un progetto degli Atenei regionali per il potenziamento del **Sistema Nazionale delle Anagrafi dell'Edilizia Scolastica (SNAES)**.

L'Università della Campania «L. Vanvitelli» si sta occupando degli edifici scolastici presenti sul territorio della Provincia di Caserta, per il potenziamento della piattaforma

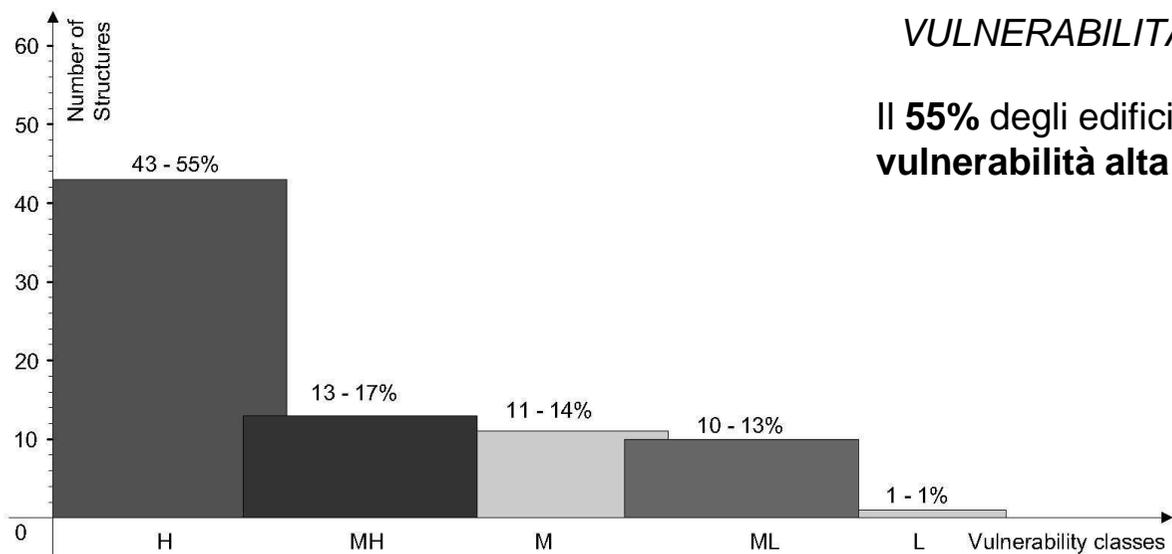


## PROVINCIA DI CASERTA

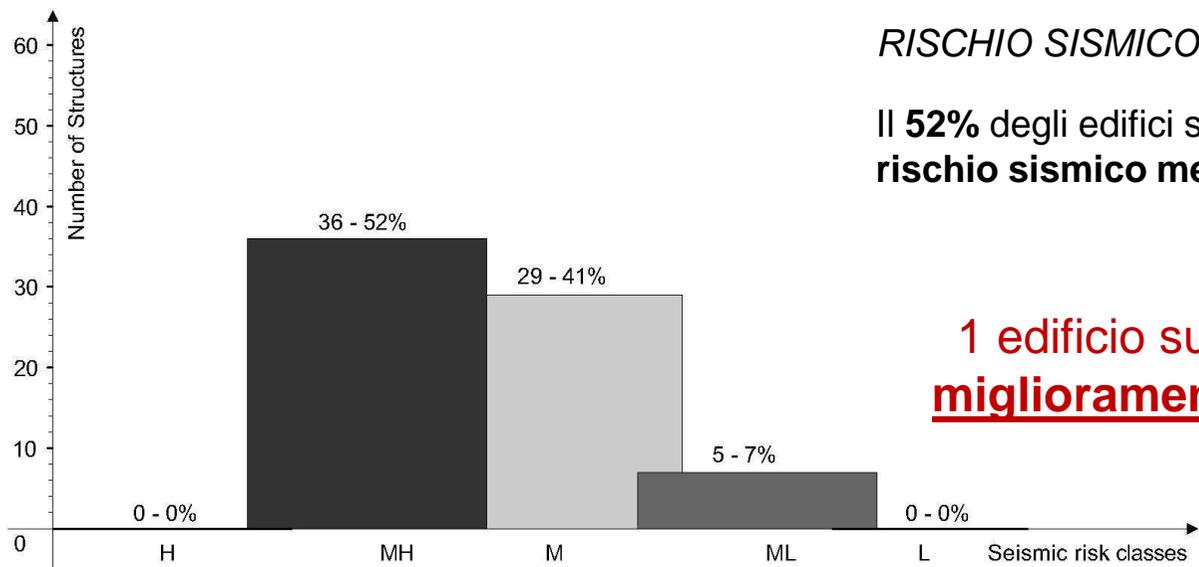
- In 8 mesi di attività si è passati da **674** a **738** edifici scolastici totali
- La percentuale degli edifici con SNAES verde è passata dal 25% al **65%**



## PROCEDURA SPEDITIVA PER LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DI UN CAMPIONE DI 78 EDIFICI SCOLASTICI IN C.A.



Il **55%** degli edifici scolastici risulta avere una classe di **vulnerabilità alta**



Il **52%** degli edifici scolastici risulta avere una classe di **rischio sismico medio-alta**

**1 edificio su 2** necessita di interventi di **miglioramento o adeguamento sismico**

EDILIZIA RESIDENZIALE

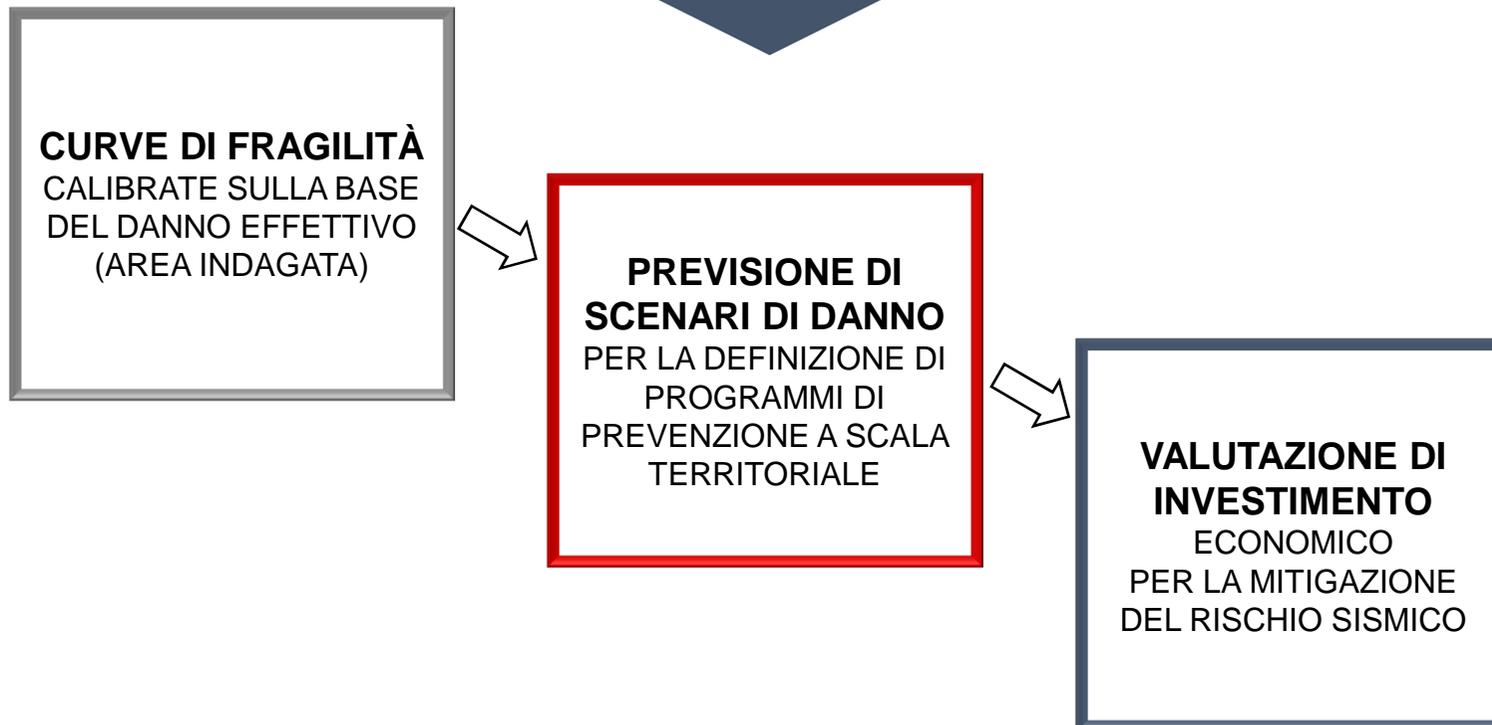
INFRASTRUTTURE *\_PONTI*

EDILIZIA PUBBLICA *\_SCUOLE*

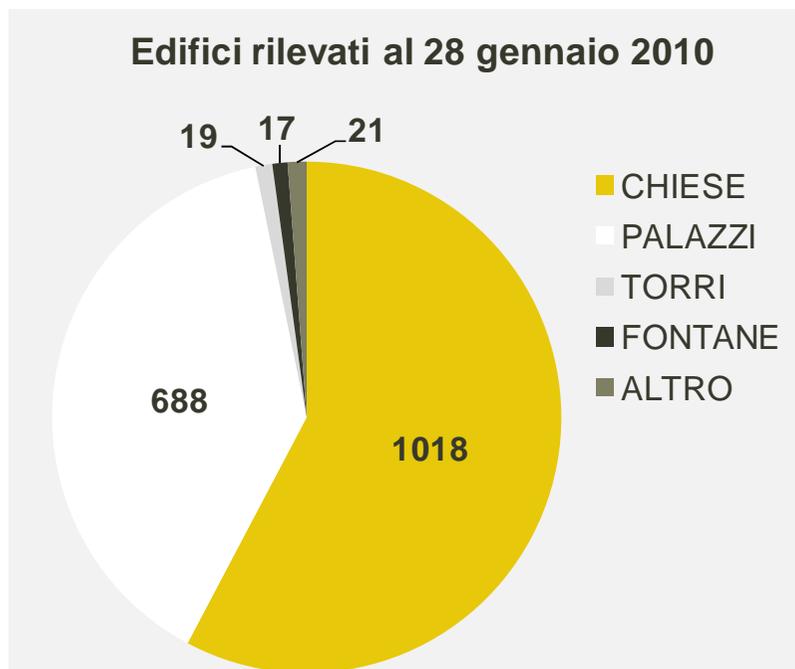
**EDILIZIA MONUMENTALE *\_CHIESE***



## I TRE STEP DEL METODO



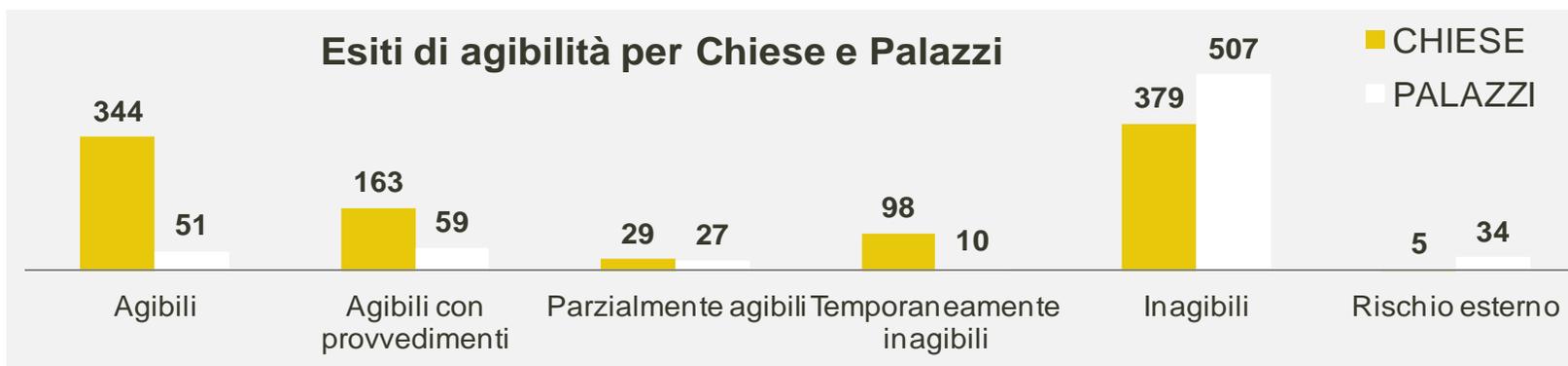
## RILIEVI DEL DANNO SUL PATRIMONIO MONUMENTALE ABRUZZESE (TERREMOTO AQUILANO DEL 2009)



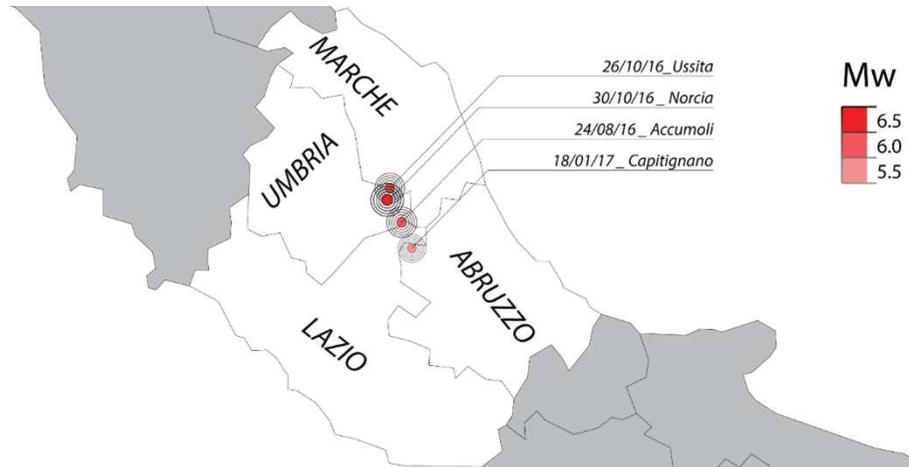
**“ATTIVITÀ DELLA STRUTTURA DEL VICE COMMISSARIO DELEGATO PER LA TUTELA DEI BENI CULTURALI A SEGUITO DEL SISMA DEL 6 APRILE 2009 IN ABRUZZO\*”**

\* dati riferiti alla documentazione ufficiale della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento Della Protezione Civile, Vice-Commissario delegato per la Tutela dei Beni Culturali (28/01/2010).

**STIMA TOTALE DEL DANNO PER IL PATRIMONIO EDILIZIO MONUMENTALE: 3.800.000.000 €**



## I DANNI SUL PATRIMONIO MONUMENTALE DEL CENTRO ITALIA (TERREMOTO CENTRO ITALIA 2016)



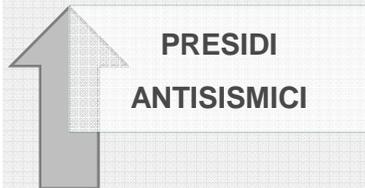
### ALCUNI NUMERI...

- **4 regioni** interessate
- **8 province** interessate
- **140 comuni** nel cratere sismico
- **6.725 beni monumentali** (nei comuni del cratere)
- Circa **5500 edifici monumentali** inagibili
- Circa **4000 chiese** crollate o gravemente danneggiate
- Circa **200 Milioni di Euro** assegnati per 2000 chiese



**VALUTAZIONE GLOBALE DELLA VULNERABILITA' TRAMITE ANALISI LOCALI**

$$i_v = \frac{1}{6} \cdot \frac{\sum_{k=1}^m \rho_k \cdot (V_{ki} - V_{kp})}{\sum_{k=1}^m \rho_k} + 0.5$$



$$V_{kp} = \sum_{p=1}^n w \cdot Z \cdot \eta$$



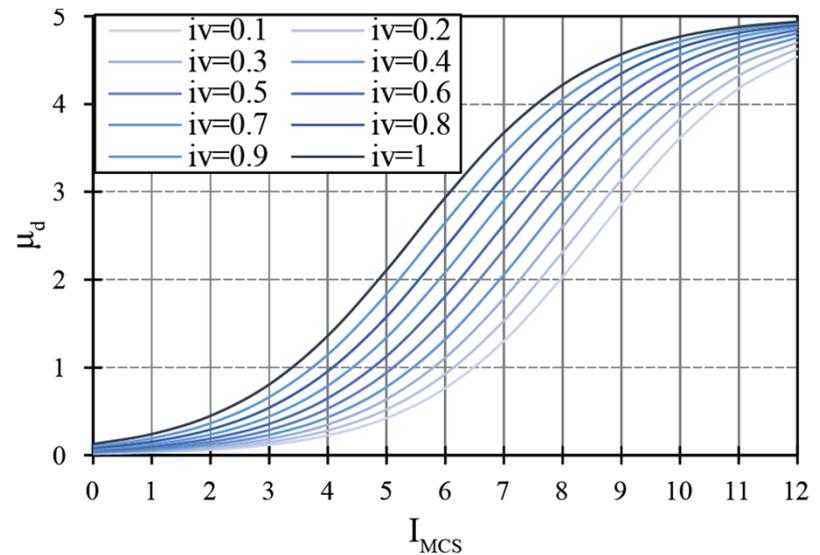
$$V_{ki} = \sum_{f=1}^n w \cdot Z \cdot f$$

**VALUTAZIONE DEL DANNO MEDIO**

$$\mu_D = 2.5 \left[ 1 + \tanh \left( \frac{I + 3.4375 \cdot i_v - 8.9125}{3} \right) \right]$$

La legge **danno medio  $\mu_D$**  in funzione della intensità sismica fornisce la

**CURVE DI FRAGILITA'**



VALUTAZIONE ECONOMICA DI  
INVESTIMENTO PER LA  
MITIGAZIONE DEL RISCHIO  
SISMICO

IL CASO DELL'ABRUZZO

*Ipotesi di interventi diffusi  
su un ampio territorio  
provinciale*

COSTI DI RICOSTRUZIONE :

Terremoto aquilano:

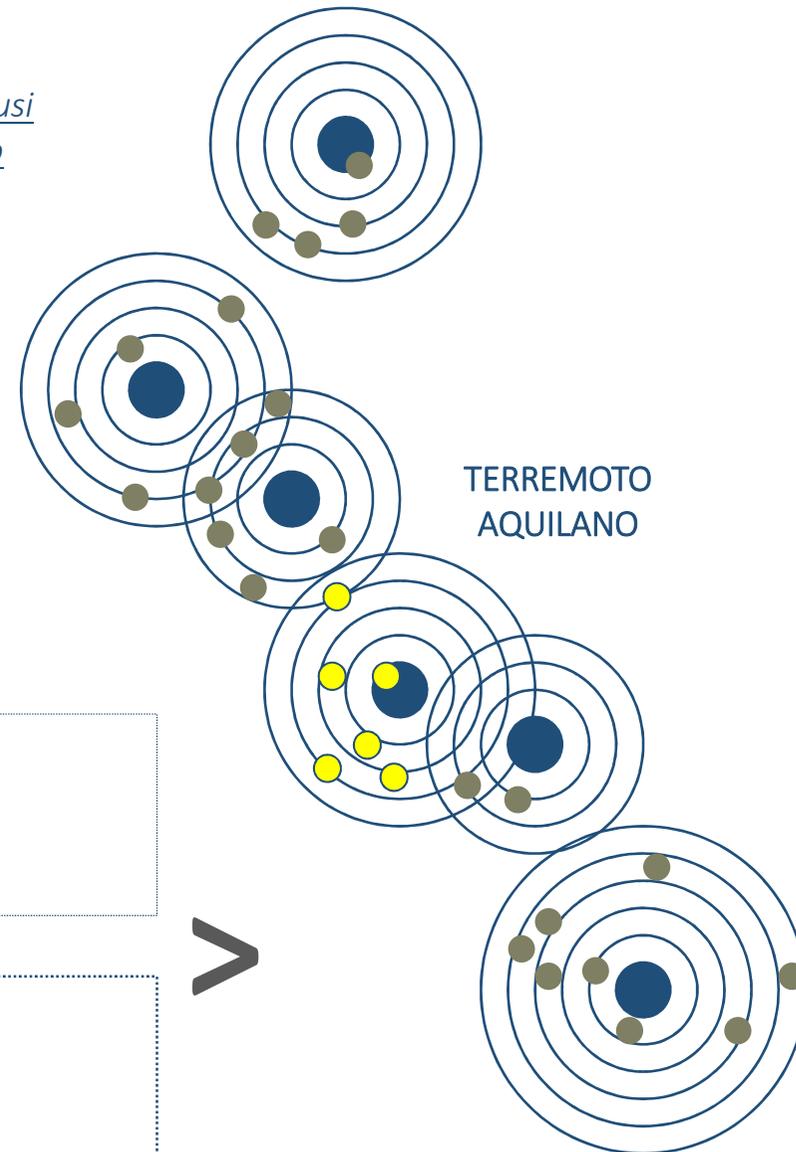
1.300.000.000,00 € danni alle chiese

Danno medio stimato per una chiesa  
(campione di 1018 chiese rilevate sul territorio aquilano):

1.300.000,00 € per ciascuna chiesa

Costo medio per interventi di  
miglioramento sismico di una chiesa  
(volume medio di 5.000 mc e costo medio di 150 €/mc):

750.000,00 € per ciascuna chiesa



*... valori esemplificativi*

...dalla RICOSTRUZIONE (1.300.000,00 €/chiesa)

alla PREVENZIONE (750.000,00 €/chiesa)

## ***come prevenire???***

- ***E' possibile prevenire con un criterio a pioggia?***
- ***Come si sceglie dove intervenire preventivamente?***
- ***I costi sociali prodotti da un terremoto possono essere paragonati ai costi (elevati) della prevenzione???***
- ***Come conviene risanare il patrimonio immobiliare vetusto: intervenire o demolire???***

**TERREMOTO  
AQUILANO**



ORDINE DEGLI  
INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA  
DI CASERTA



ordine degli **architetti**  
pianificatori paesaggisti conservatori  
della provincia di **caserta**



CONSIGLIO NAZIONALE  
DEGLI INGEGNERI



CONSIGLIO NAZIONALE  
DEGLI ARCHITETTI  
PIANIFICATORI  
PAESAGGISTI  
E CONSERVATORI

## PRESENTAZIONE DELLA 1° GIORNATA DELLA PREVENZIONE SISMICA

# LA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Caserta, 17 settembre 2018

## GRAZIE PER L'ATTENZIONE

**PROF. ING. GIANFRANCO DE MATTEIS**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA CAMPANIA "LUIGI VANVITELLI"

[gianfranco.dematteis@unicampania.it](mailto:gianfranco.dematteis@unicampania.it)

PRESENTATA DA:

**DOTT. MATTIA ZIZI**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA CAMPANIA "LUIGI VANVITELLI"

[mattia.zizi@unicampania.it](mailto:mattia.zizi@unicampania.it)



Università  
degli Studi  
della Campania  
*Luigi Vanvitelli*