

# EFFETTI DI SITO

## MICROZONAZIONE SISMICA E RISPOSTA SISMICA LOCALE



## PARTE PRIMA: CENNI DI SISMOLOGIA – PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO – MACROZONAZIONE SISMICA

“MICROBREAK”

## PARTE SECONDA: EFFETTI DI SITO E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE (MICROZONAZIONE SISMICA)



## PARTE TERZA: PROGETTAZIONE E RISPOSTA SISMICA LOCALE

“MICROBREAK”

## PARTE QUARTA: STRUMENTAZIONE, TECNICHE DI PROSPEZIONE, ANALISI DEI DATI

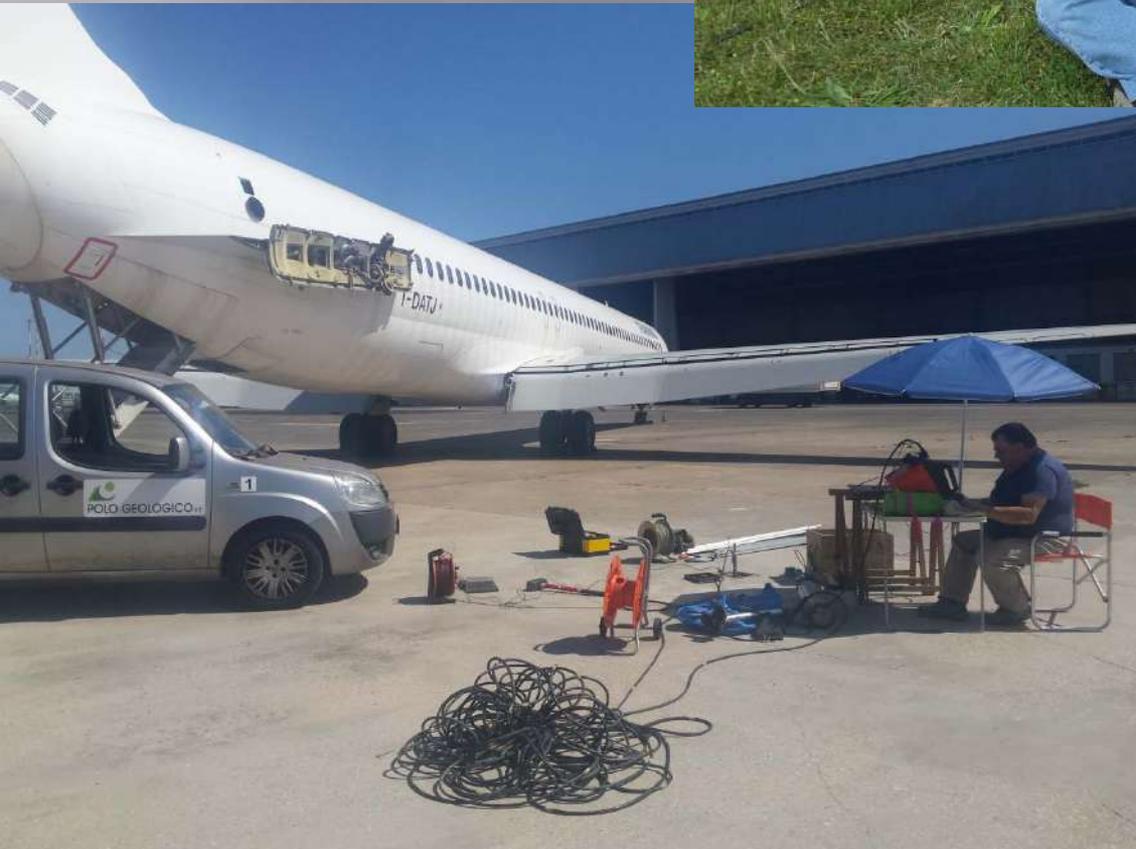
# LA SISMOLOGIA E LA PROFESSIONE DEL GEOLOGO

## Parte Prima - Cenni di Sismologia

**DUE PAROLE SULLA .....**

**PROFESSIONE DEL GEOLOGO**

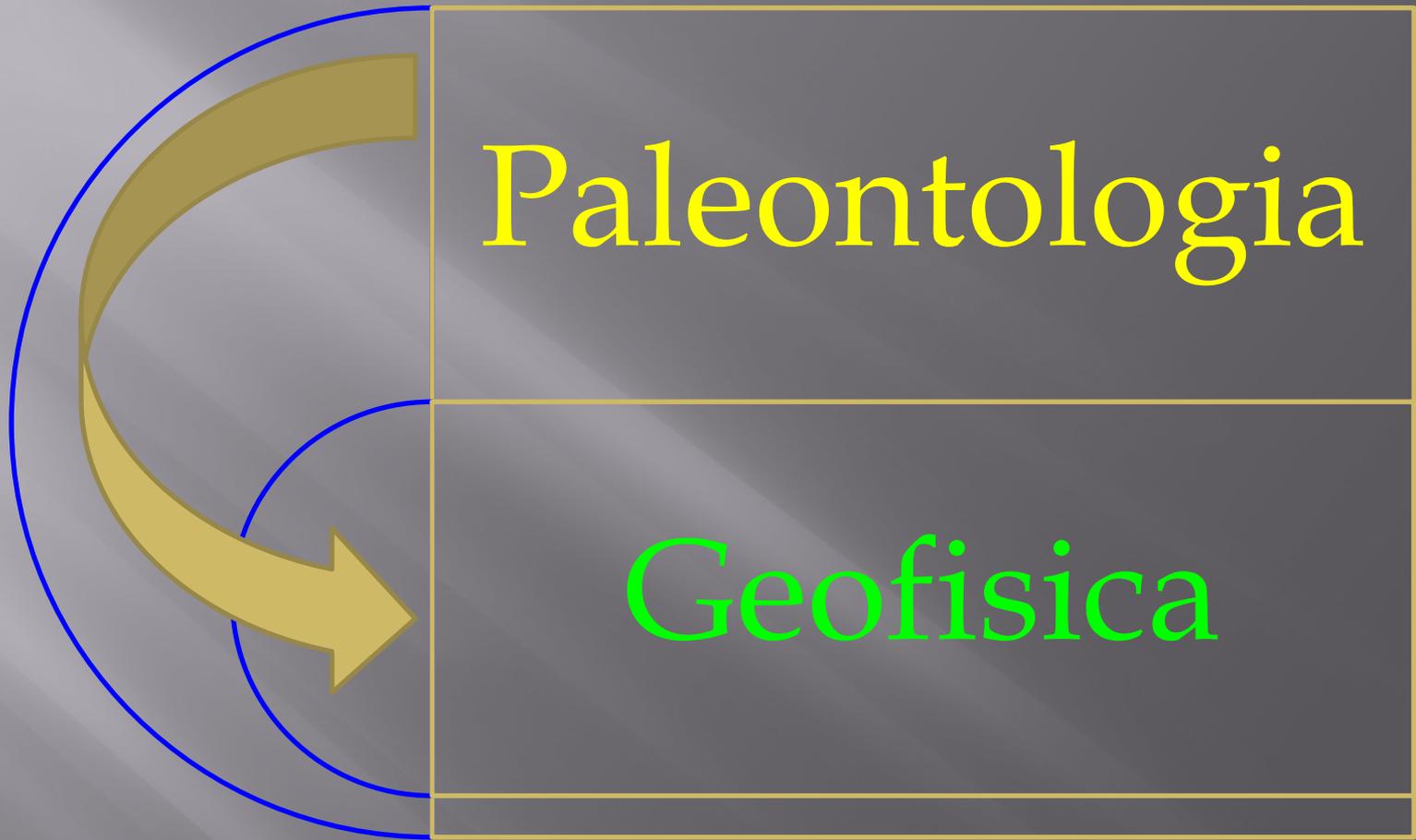
# Pierluigi Friello "Giggi" Geologo



Giggi era scientificamente,  
culturalmente ed  
umanamente il “Figlio” di  
Giovanni “Jack” Pallini







**RICERCA & DIDATTICA**

# Un po' di Storia Sismica "recente" della nostra Nazione

Molise 2002 M 5,8; 30 vittime

	Lat	Lon	Prof.	Io	Mw	TMw	Rt	Np	Imax (MCS)	DBMI11
CPTI11	★	41.716	14.893		5.74 ± 0.09	Inso				
macro-sismico	□	41.695	14.925	7-8	5.18 ± 0.23	Bx	Bosi et al., 2002	51	8-9	visualizza mdp
strumentale	★	41.716	14.893	25.00	5.74 ± 0.09	MT	Castello et al., 2006			

terremoto con effetti cumulati

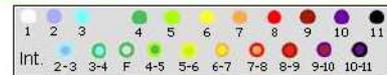
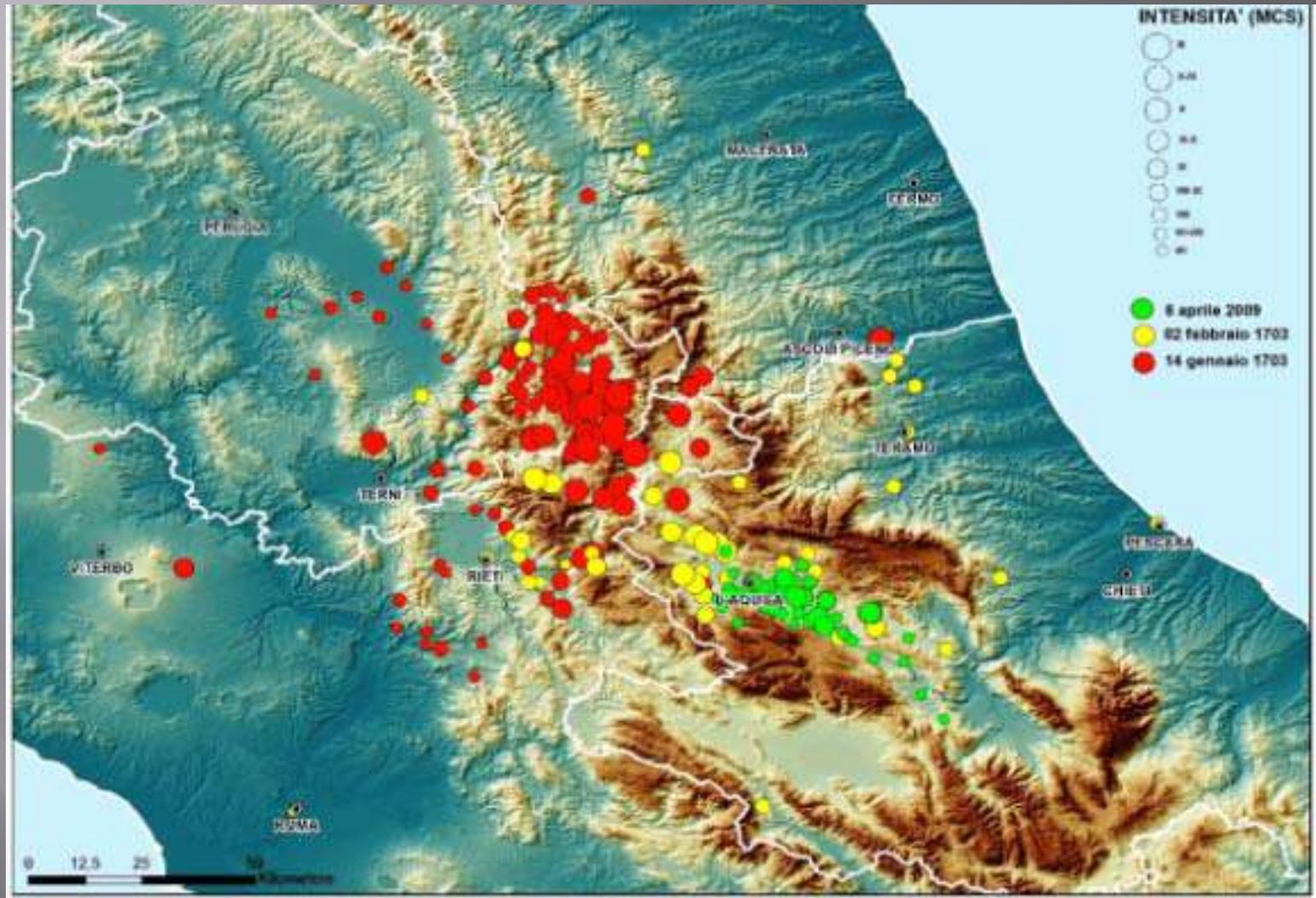




Foto fornite dal Geol. Antonio Colombi

# Abruzzo 2009 M 5,9; 308 vittime

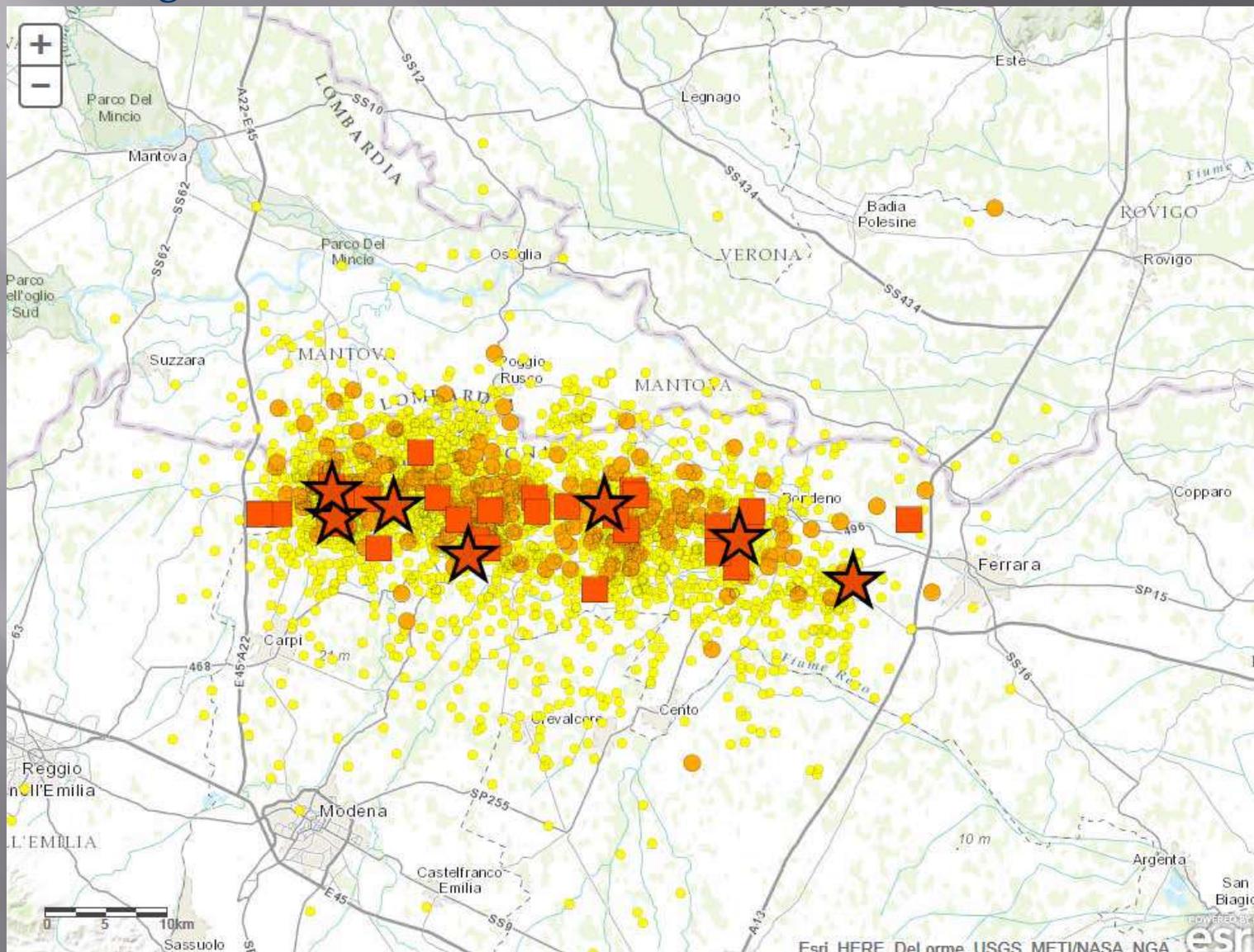








# Emilia Romagna 2012 M 5,9; 27 vittime



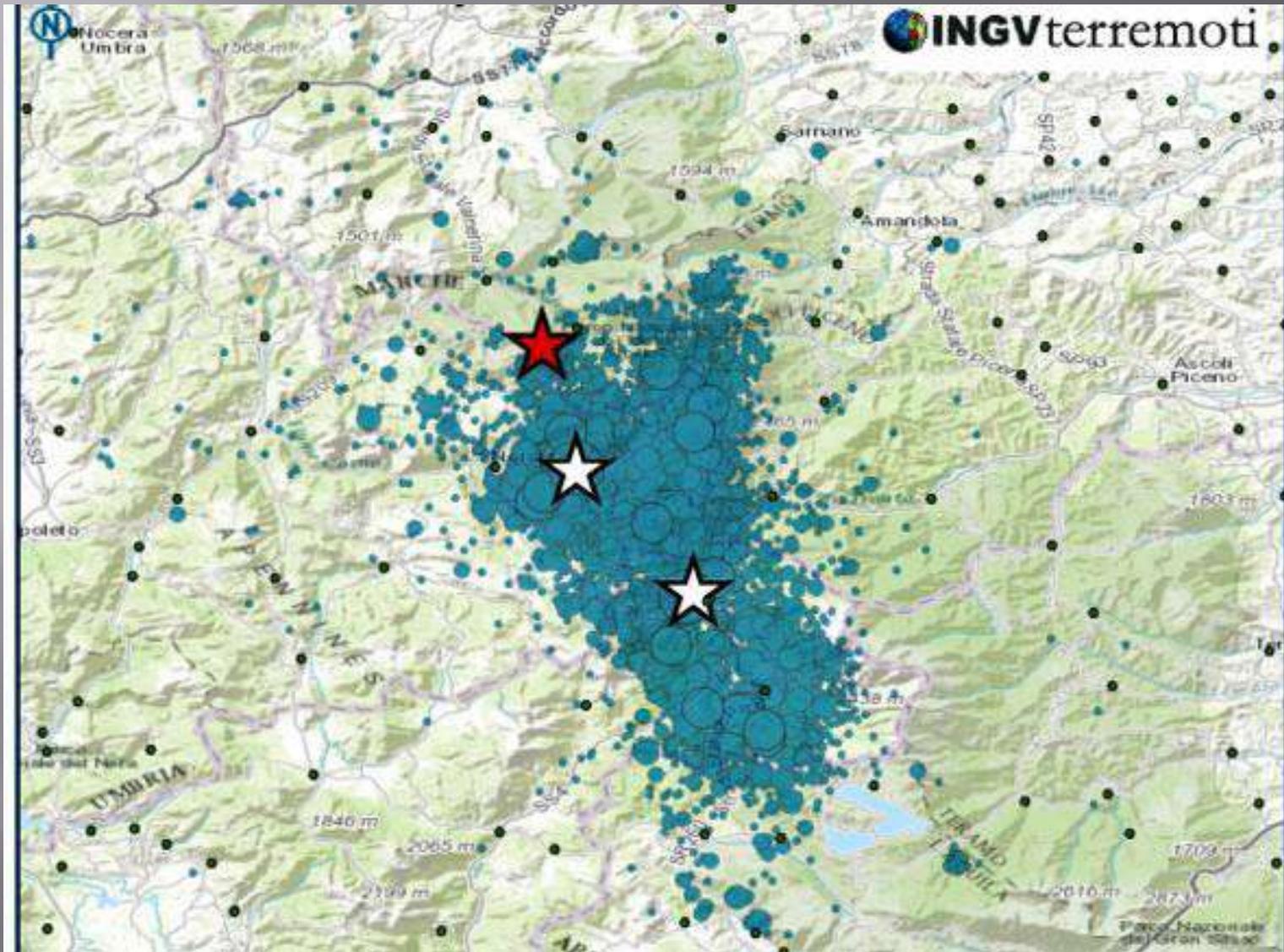


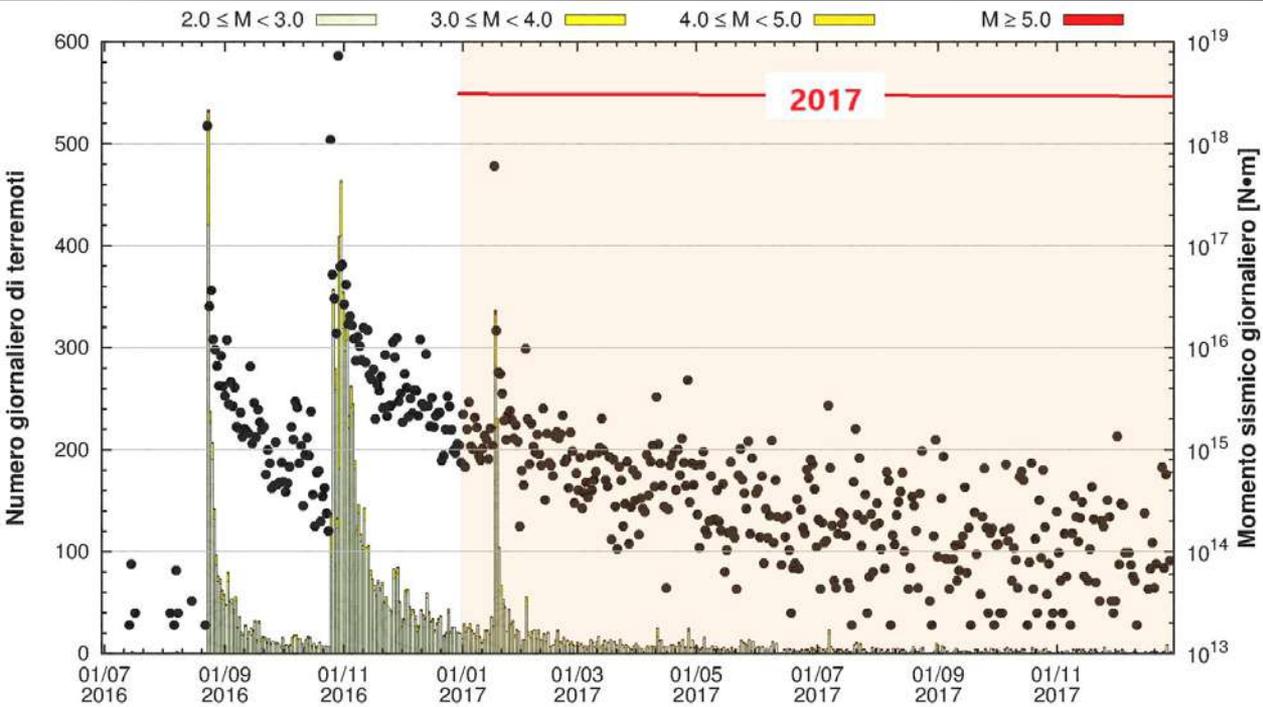




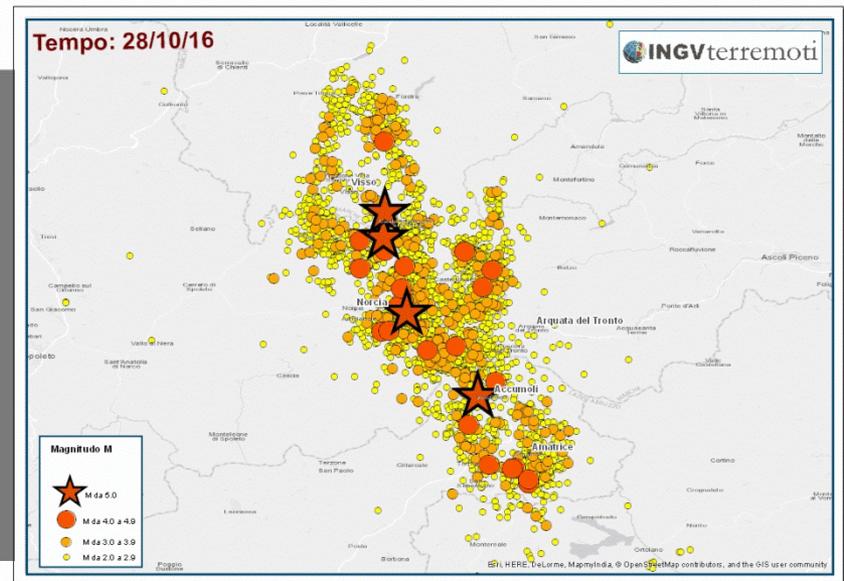
# Lazio - Marche - Abruzzo - Umbria 2016

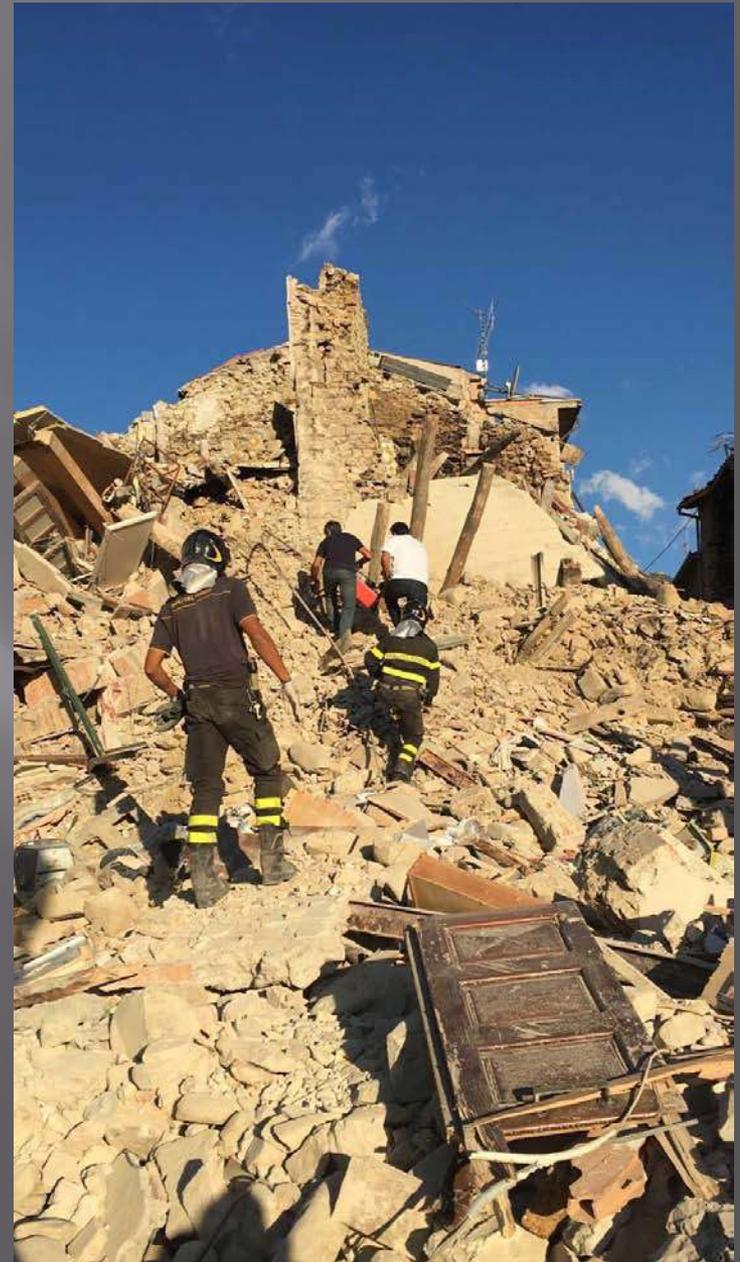
M 5,8; 298 vittime

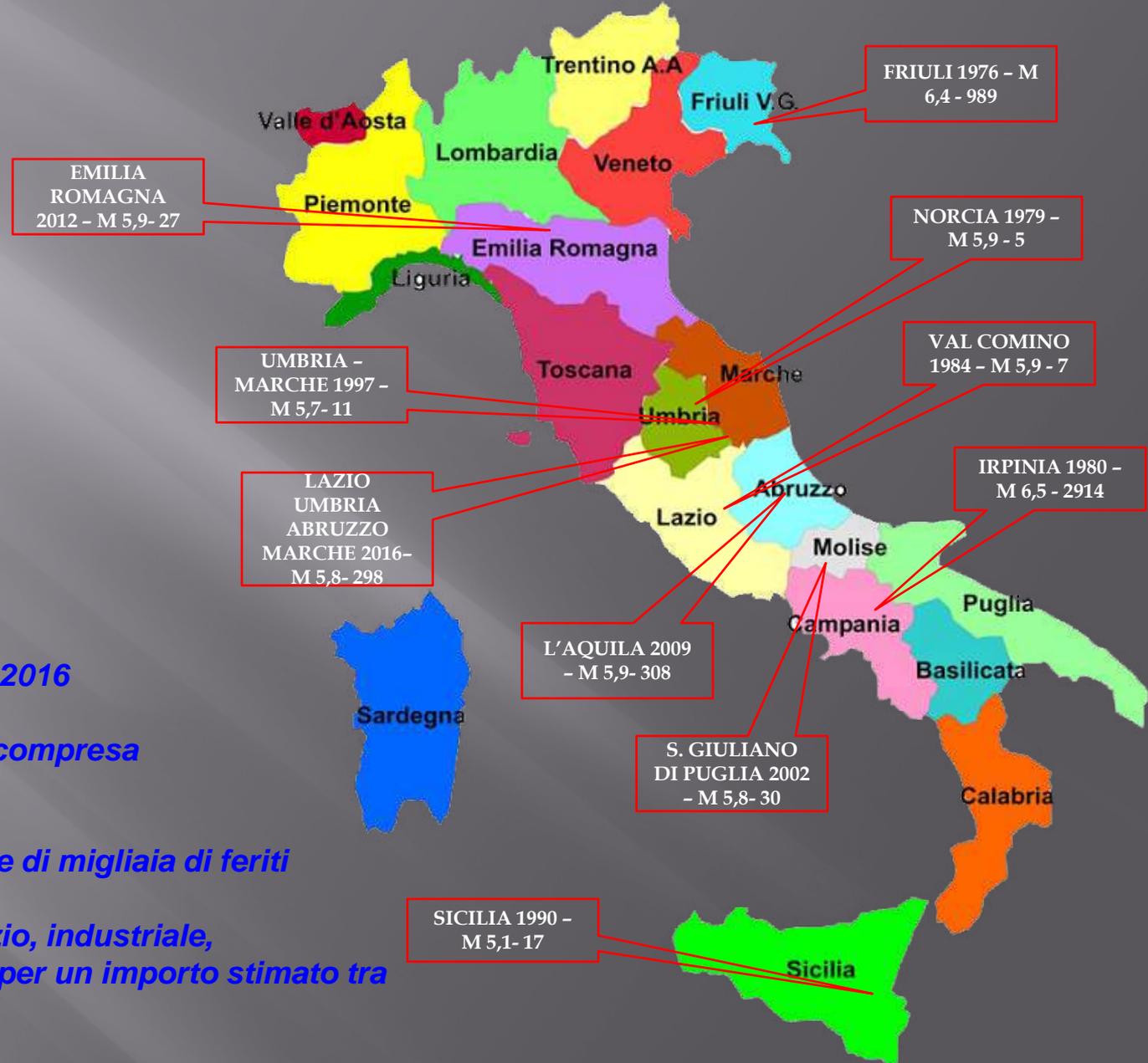




# La sequenza sismica in Italia centrale 2016-2017







**..... NEI 40 ANNI ..... 1976 - 2016**

- **10 eventi sismici con M compresa più o meno tra 5,5 e 6,5**
- **con 4606 vittime e decine di migliaia di feriti**
- **danni al patrimonio edilizio, industriale, artistico e monumentale per un importo stimato tra i 150 e i 250 MLD €**

magnitudo	Esplosivo Equivalente	Frequenza
0 - 0,5	1 chilogrammo	circa 8.000 al giorno
Da 1 a 1,5	Da 31,6 a 178 Kg	circa 3.000 al giorno
Da 1,5 a 2	Fino a 1 tonnellata	circa 1.000 al giorno
Da 2,5 a 3	Da 5,6 ton a 31,6 Ton	circa 130 al giorno
Da 3 a 4	Fino a 1000 Ton	circa 15 al giorno
Da 4 a 5	Fino a 31600 Ton	2-3 al giorno
Da 5 a 6	Fino a 1 milione Ton	120 all'anno
Da 6 a 7	Fino a 5,6 milioni Ton	18 all'anno
Da 7 a 8	Fino a 1 miliardo Ton	1 all'anno
8,5	5,6 miliardi di tonnellate	1 ogni 5 anni
9	31,6 miliardi di tonnellate	1 ogni 20 anni
10	1000 miliardi di tonnellate	sconosciuto

**X 40 anni = 2800**

*Quindi .... in Italia si sono verificati circa lo 0,3 % dei terremoti di Magnitudo compresa tra 5,5 e 6,5 registrati, nello stesso intervallo di tempo, in tutto il Pianeta !!*

**COSA SI PUO' FARE ?**

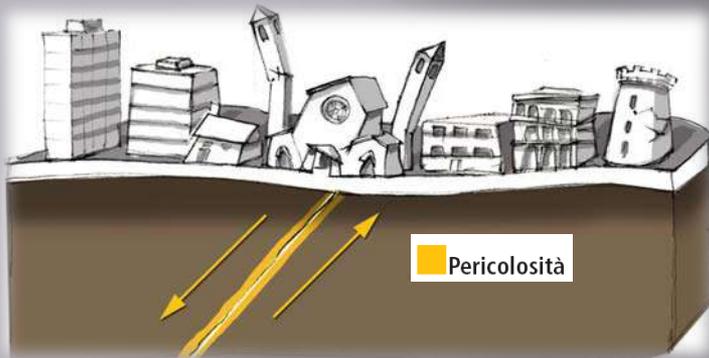
**QUALI GLI ASSETS STRATEGICI DA METTERE IN CAMPO ?**

**QUALI LE LINEE DI RICERCA DA INTRAPRENDERE ?**

**QUALI GLI INPUT DA FORNIRE AL MONDO DEI DECISORI ?**

# Cos'è il RISCHIO sismico?

è il prodotto tra le 3 componenti:



## Pericolosità sismica

probabilità di osservare un certo valore di scuotimento in un fissato periodo di tempo

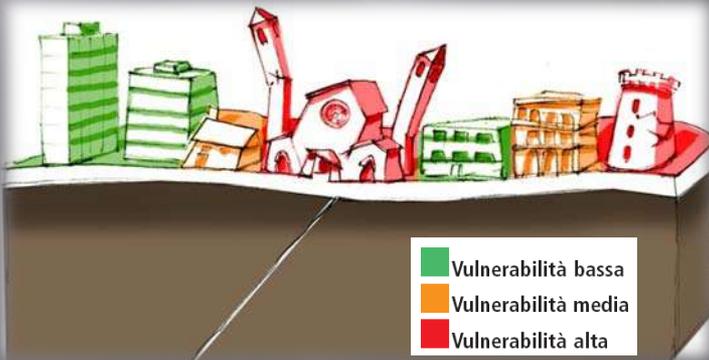
X



## Valore esposto

quantificazione (economica, sociale, ecc.) dell'oggetto esposto a rischio

X

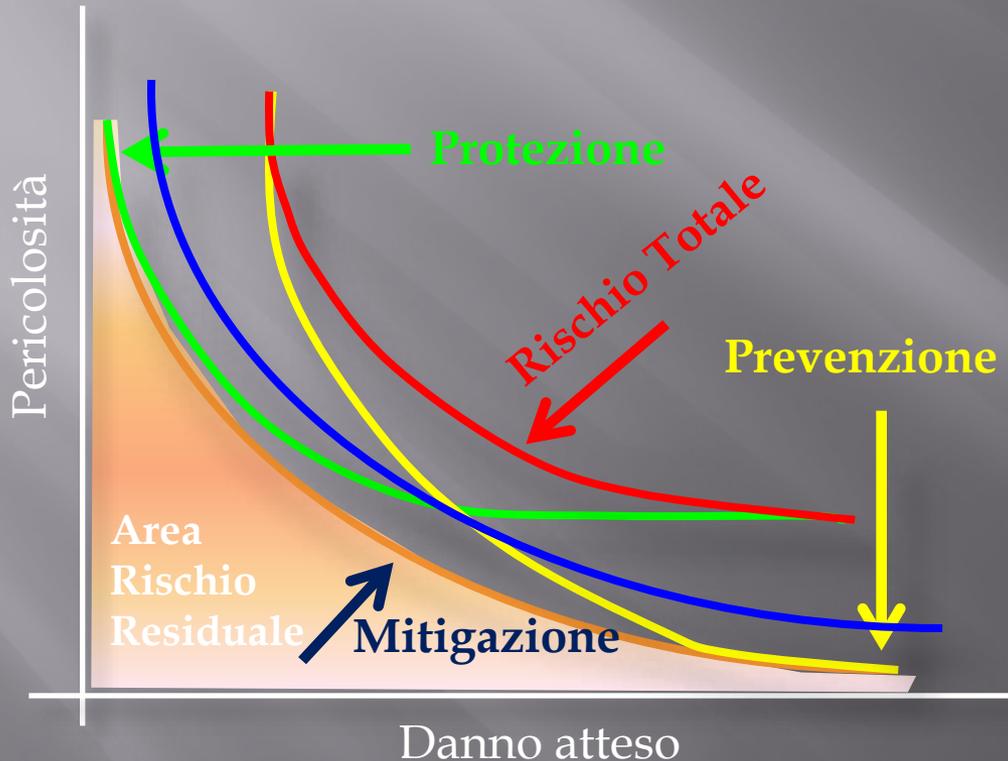


## Vulnerabilità

propensione di un oggetto a subire danni o alterazioni

Per le molte variabili in gioco, l'opzione **RISCHIO ZERO NON è raggiungibile**

$$R = \text{Peric} \times \text{Vuln} \times \text{Espos}$$



nessuna delle attività di **PREVENZIONE**

o di **PROTEZIONE**

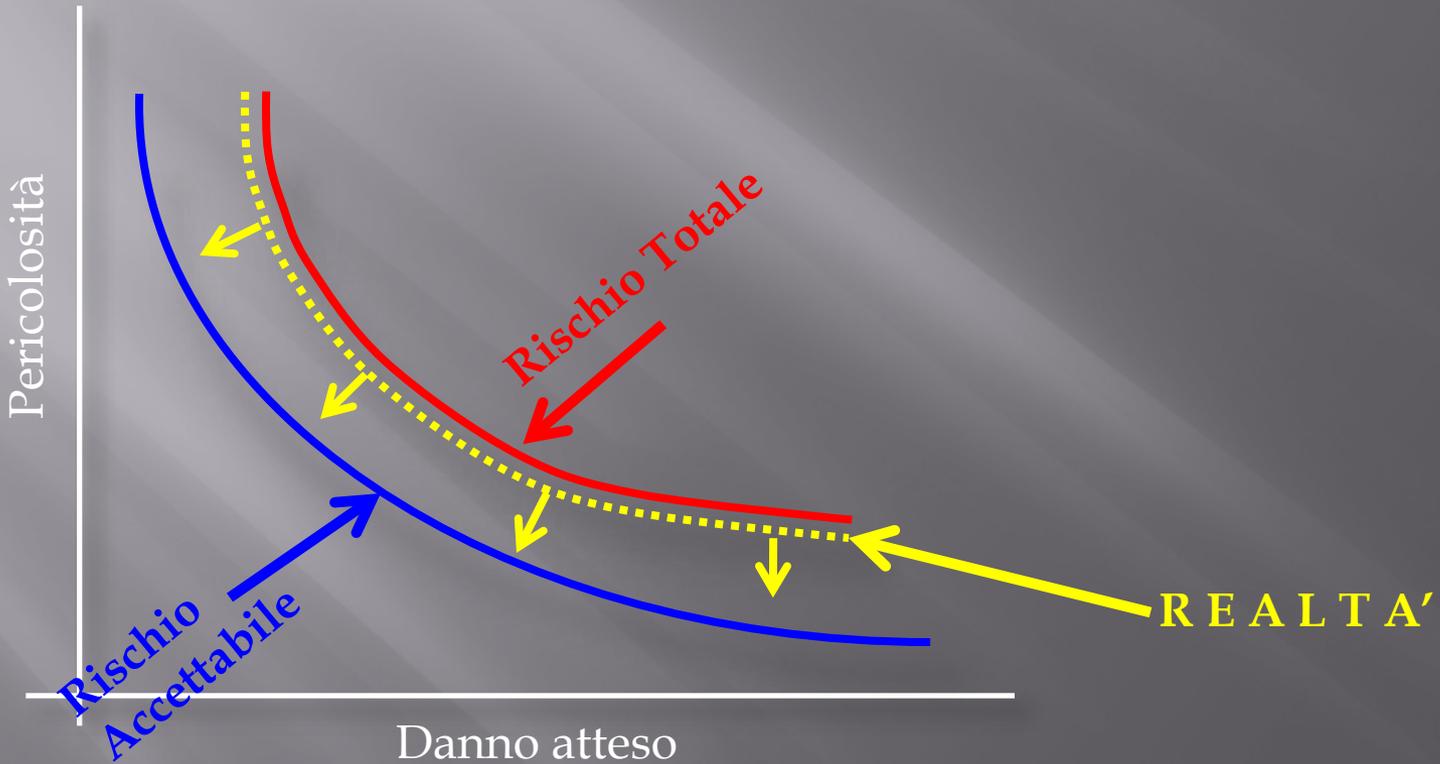
può eliminare completamente la possibilità di rischio soggetta a un regime di pericolosità.

Avremo sempre:

**RISCHIO RESIDUALE**: rischio minimo possibile. Obiettivo della Pianificazione dell'Emergenza, raggiungibile nell'ottica di **MITIGAZIONE**.

**RISCHIO ACCETTABILE**: rischio da accettare dopo aver fatto tutte le azioni di mitigazioni nelle nostre capacità e possibilità economiche..

Ecco spiegato il motivo per cui pur rientrando appieno nella statistica sismologica "planetaria" subendo "solo" 10 di M tra 5 - 6 in 40 anni abbiamo subito danni umani ed economici così ingenti !



Come possiamo portare la curva gialla verso la curva blu ?

# PREVISIONE

= previsione deterministica o "predizione"



**NON E' UN TABU' ..... Esempio di  
PARKFIELD**

**..... IL MONDO DELLA RICERCA HA  
PERSEGUITO QUESTA STRADA PER  
20 – 30 ANNI ....**

**MA OGGI NON E' CONSIDERATO UN  
ASSE PRIMARIO NELLE LINEE DI  
RICERCA SISMOLOGICA**

**ANCHE SE ... NELLE NTC 2018 C'E' DI  
NUOVO QUALCHE ACCENNO .....**

# PREVENZIONE

= riduzione degli effetti



**RICERCA**

**NORMATIVA**

**PROFESSIONE**

**PREVENZIONE  
SI SVILUPPA  
SU 3 LIVELLI**

**CONOSCENZA DELLA  
PERICOLOSITA' SISMICA  
DEL TERRITORIO** (Nazionale e  
Regionale)

- **Definizione Zone Sismogenetiche**
- **Individuazione meccanismi focali**
- **Macrozonazione Sismica**

**PIANIFICAZIONE  
TERRITORIALE**

- **MICROZONAZIONE SISMICA**

**PROGETTAZIONE**

- **Caratterizzazione geologica e sismologica del sito**
- **Risposta Sismica Locale**

**CONOSCENZA DELLA  
PERICOLOSITA'  
SISMICA DEL  
TERRITORIO** (Nazionale e  
Regionale)

**PIANIFICAZIONE  
TERRITORIALE**

**PROGETTAZIONE**

**NORMATIVA**

## **MODIFICHE ULTIMI 3 ANNI**

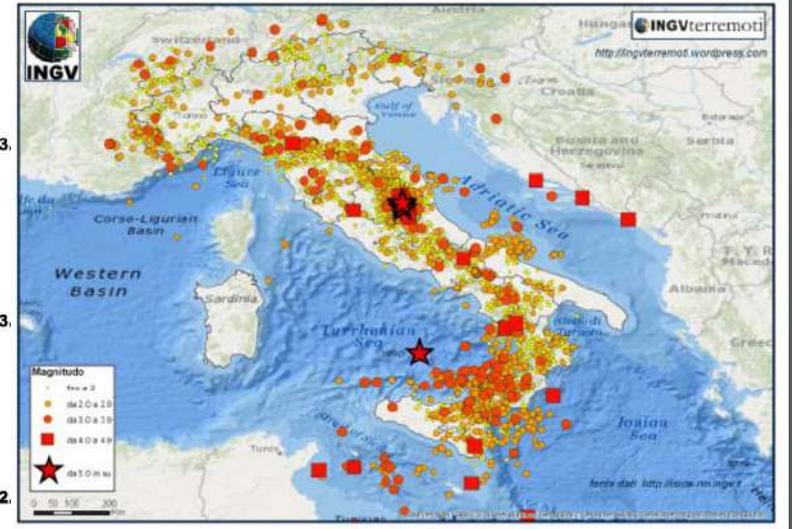
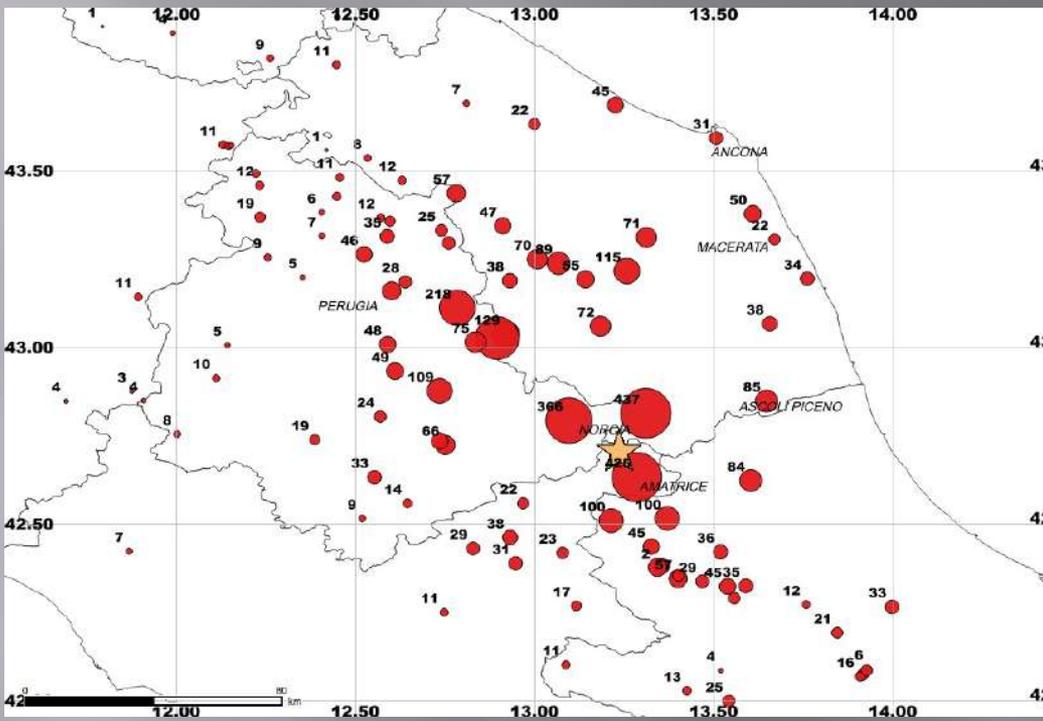
**N.T.C. 2008 → N.T.C. 2018**

**D.G.R. Lazio 375/2016 → Regolamento  
Sismico n. 26 (ottobre 2020)**

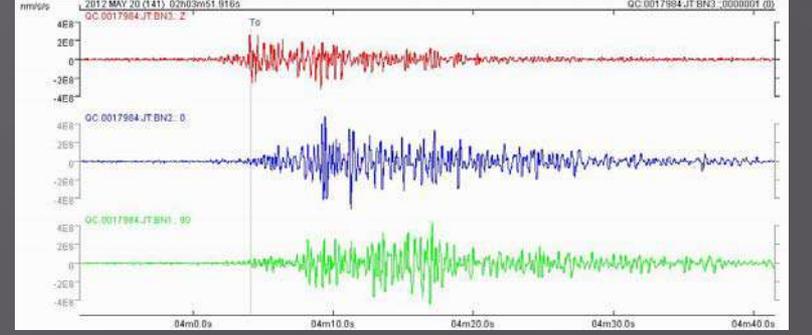
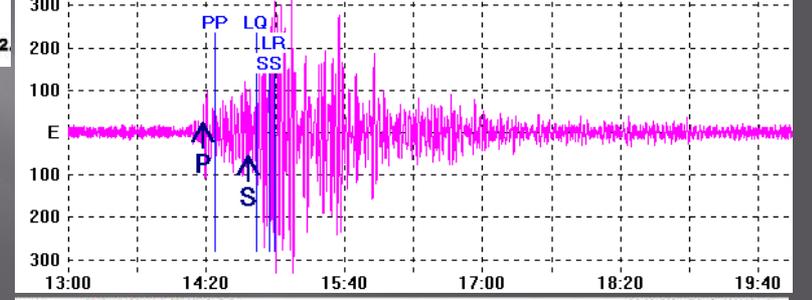
**D.G.R. Lazio 490/2011 → D.G.R. Lazio  
155/2020 (M.S. Liv. 2)**

**D.G.R. Lazio 489/2012 → D.G.R. Lazio  
493/2019**

***DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL  
TERRITORIO  
(Nazionale e Regionale)***

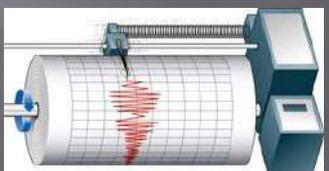


Start: 10/04/97 18:13:00 UTC Station: CARRARA ITALIA 44.005N 10.006E Samples: 136  
 Comment: SISMA COLFIORITO (PG) M. 4.3 Max/Min: 370/-370 X: 7:00 Y: -3  
 Event Mag: ML 4.3  
 Org: 18:13:40.4 P: 18:14:15.9 S: 18:14:42.4 Diff: 26.5sec Dist: 2.16deg 240km 149mi Ma



## COME SI MISURA UN TERREMOTO ?

## COME SI LOCALIZZA UN TERREMOTO?





# RETE SISMICA NAZIONALE

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

<http://cnt.ingv.it>



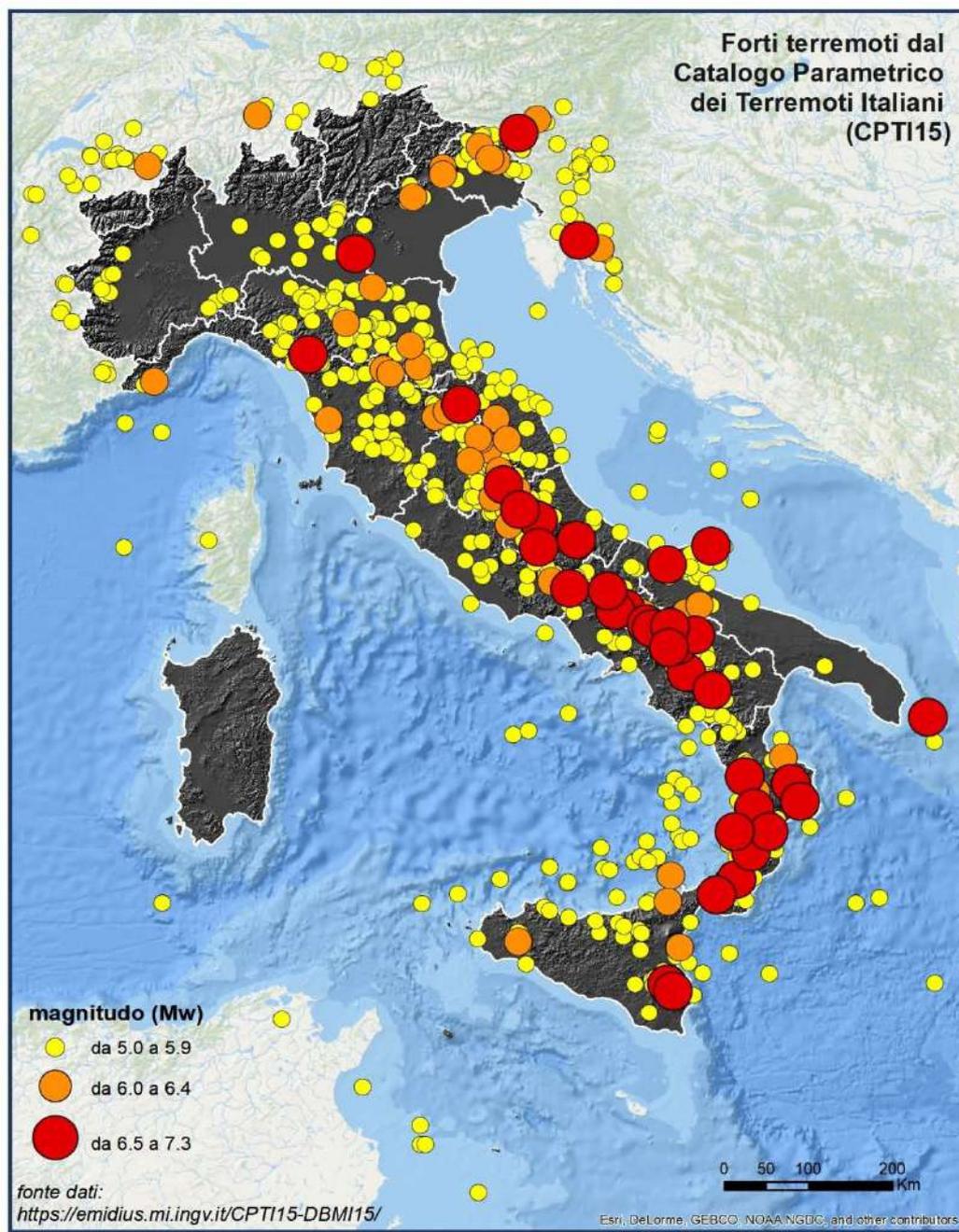
Circa 500 Stazioni sismiche dislocate su tutto il territorio nazionale e tutte teleconnesse con la sala sismica INGV



I forti terremoti del passato  
dall'anno 1000 al 2014  
circa 4500 terremoti

La grandezza del simbolo  
è proporzionale alla  
magnitudo stimata  $M_w$   
ed è una approssimativa  
rappresentazione in  
pianta del volume di  
roccia coinvolto dalla  
rottura. *In mappa quelli  
di  $M_w \geq 5.0$ .*

I terremoti in rosso hanno  
 $M_w \geq 6.5$



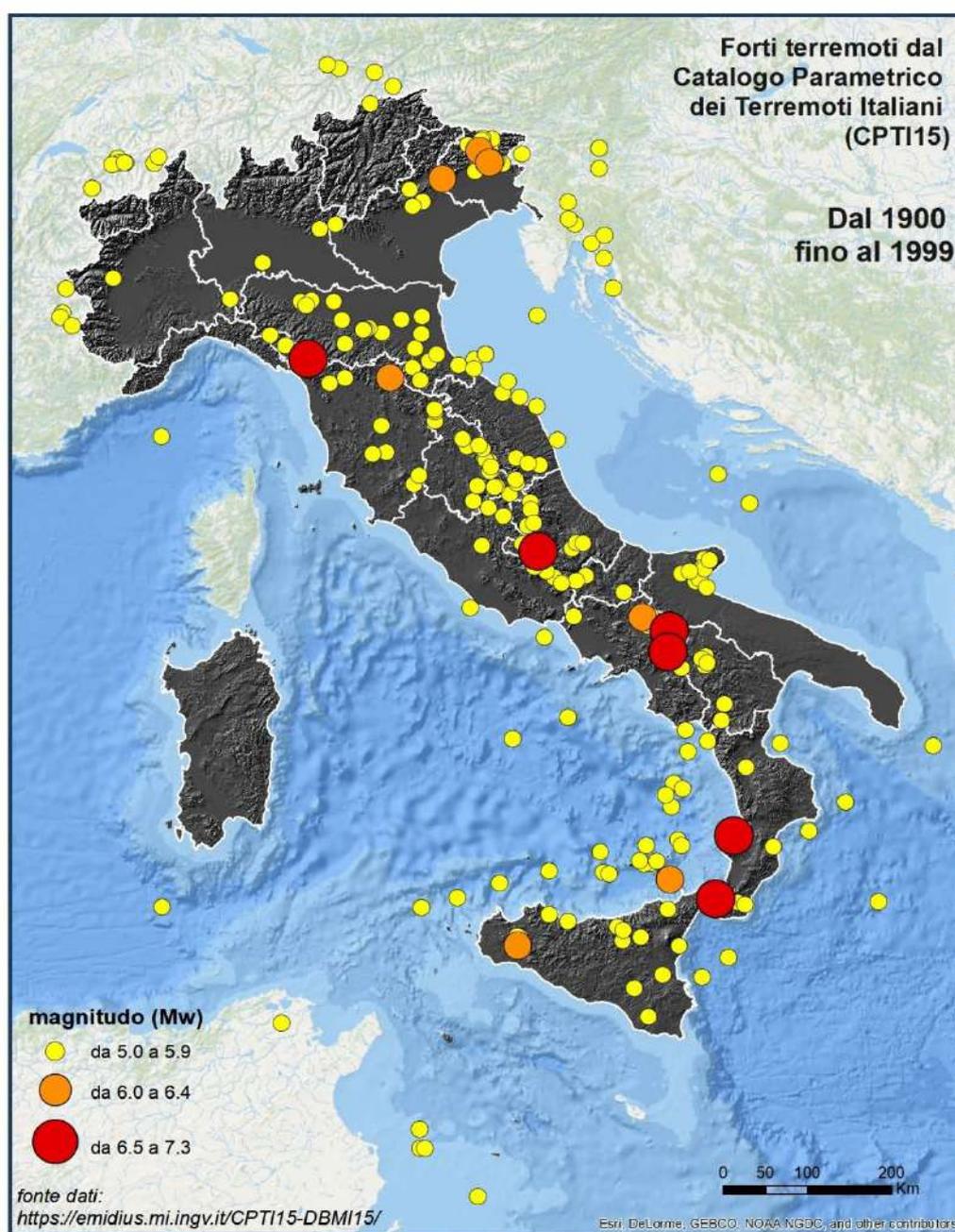
Terremoti sopra la soglia del danno [CPTI15]

# I forti terremoti del secolo scorso

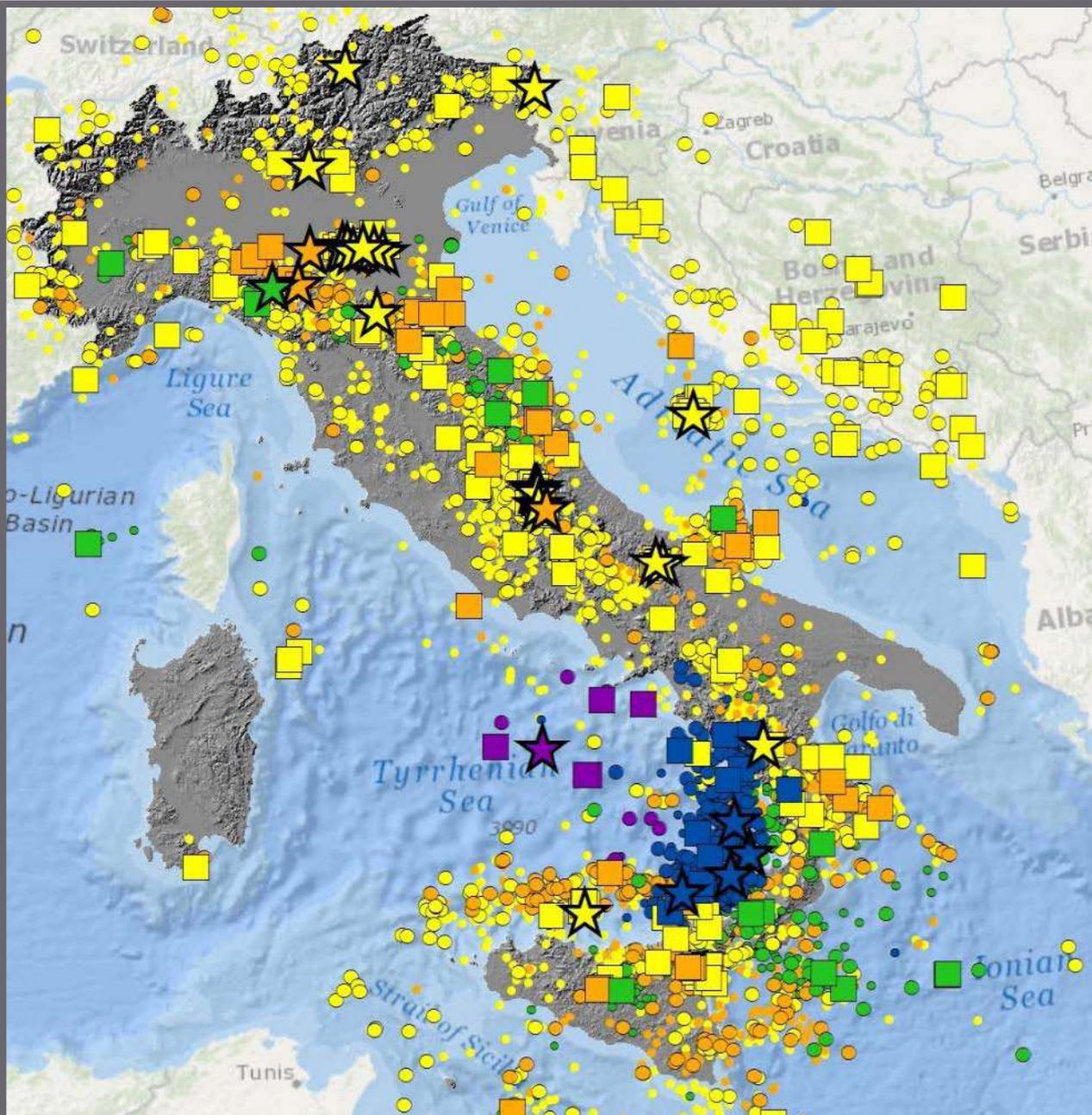
dall'anno 1900 al 1999

La grandezza del simbolo è proporzionale alla magnitudo stimata  $M_w$  ed è una approssimativa rappresentazione in pianta del volume di roccia coinvolto dalla rottura. *In mappa quelli di  $M_w \geq 5.0$ .*

I terremoti in rosso hanno  $M_w \geq 6.5$



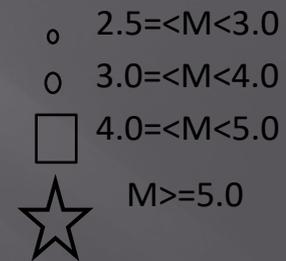
# La sismicità dal 2000 al 2012



Profondità

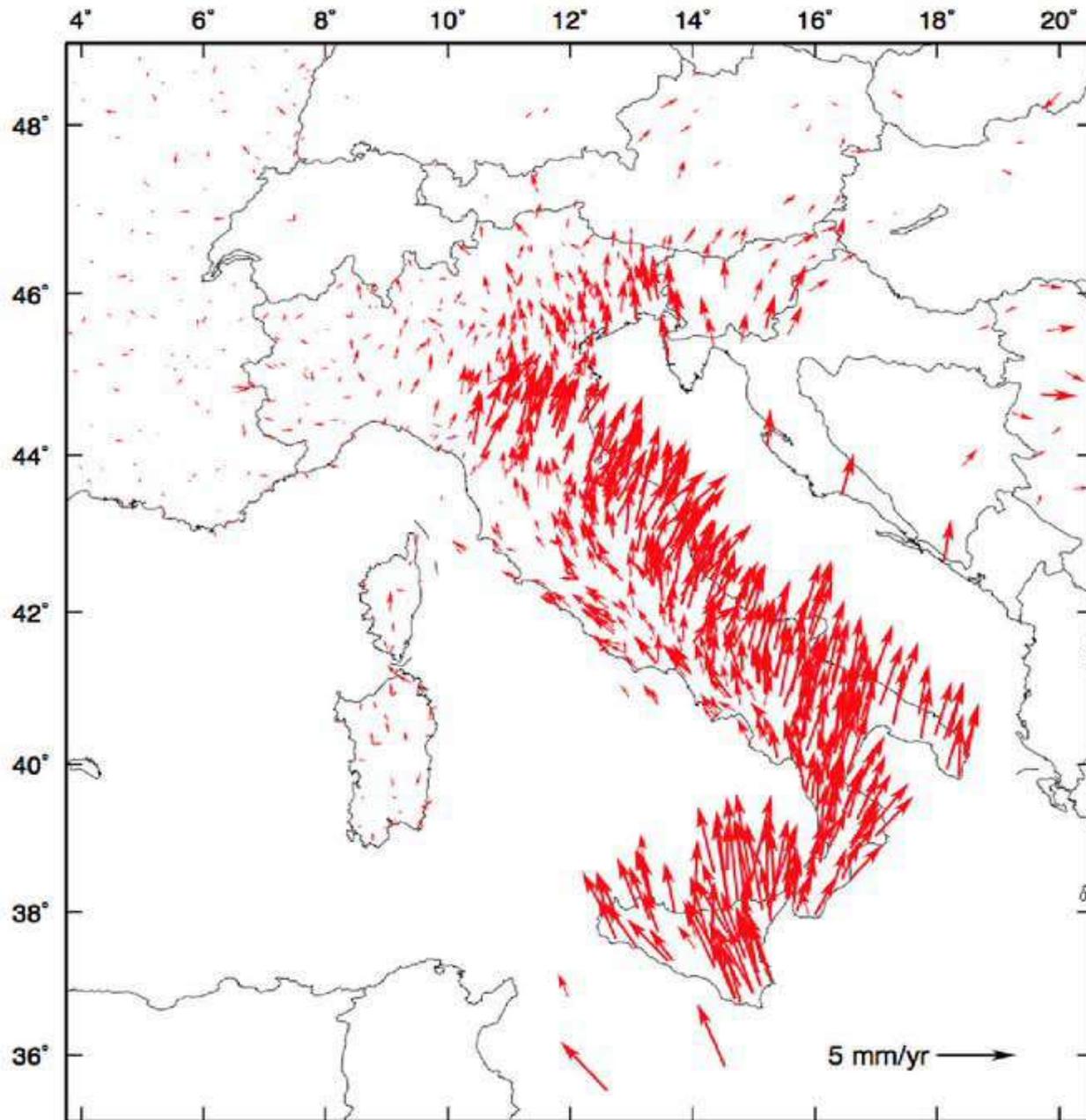


Magnitudo



*Terremoti con  $M \geq 2.5$*

*CSI e [www.iside.ingv.it](http://www.iside.ingv.it)*



## GPS data

- GPS velocity field from CNT-Geodetic Analysis Working Group (Devoti et al., 2016)
- 934 continuous CGPS
- Min. obs. interval 3.5 yrs
- 84 stations excluded (volcanic areas, discrepant with regional velocity)

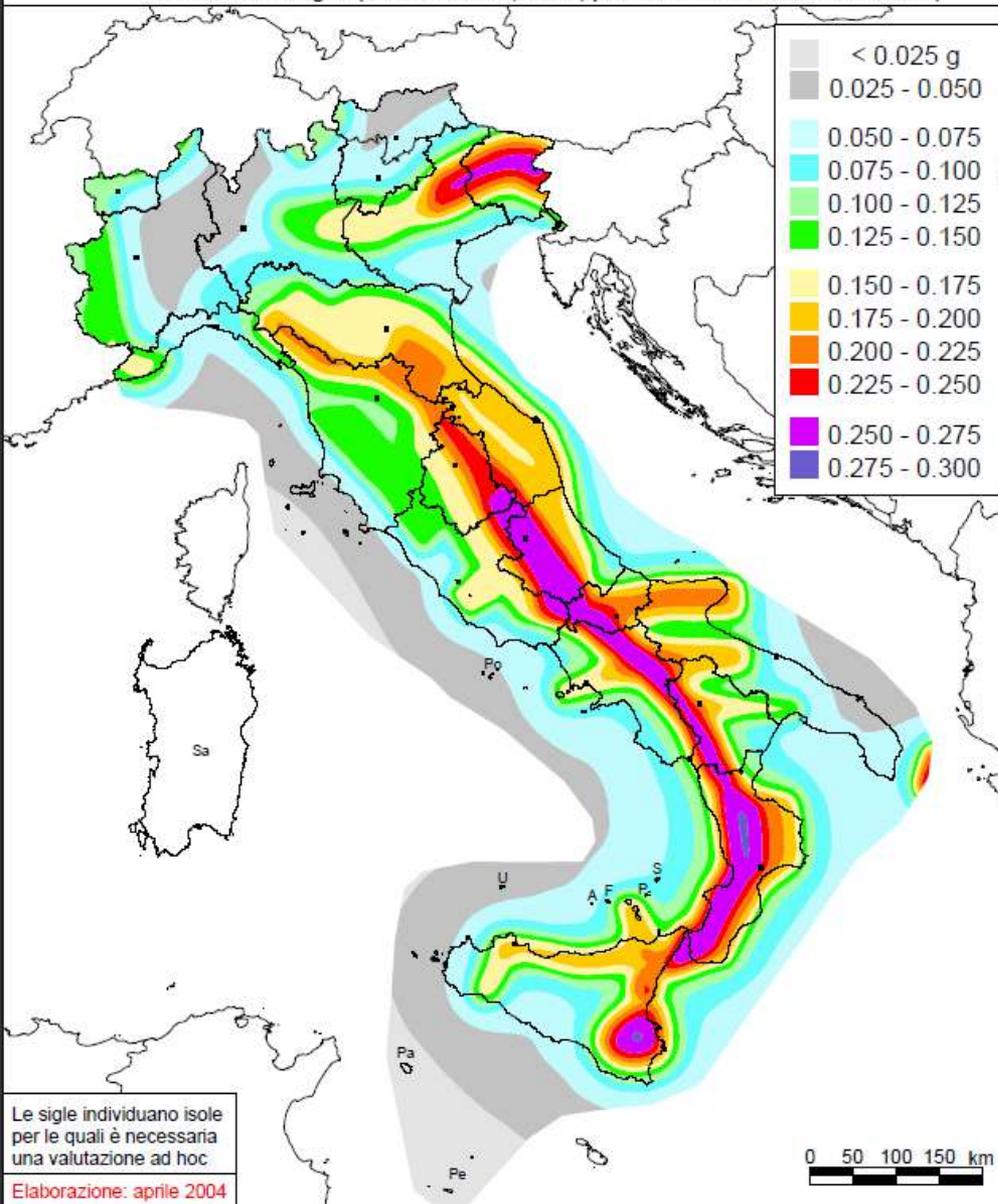


### Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

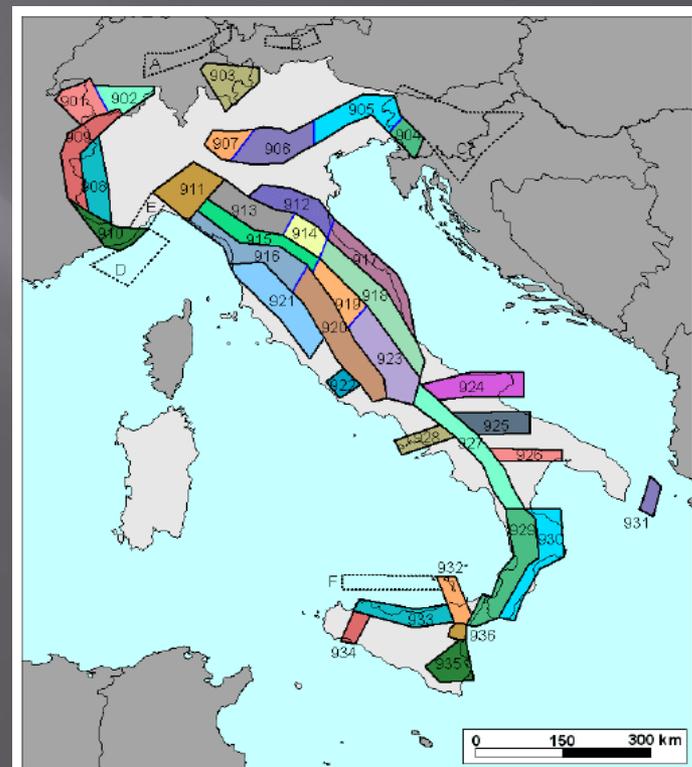
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

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

riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.

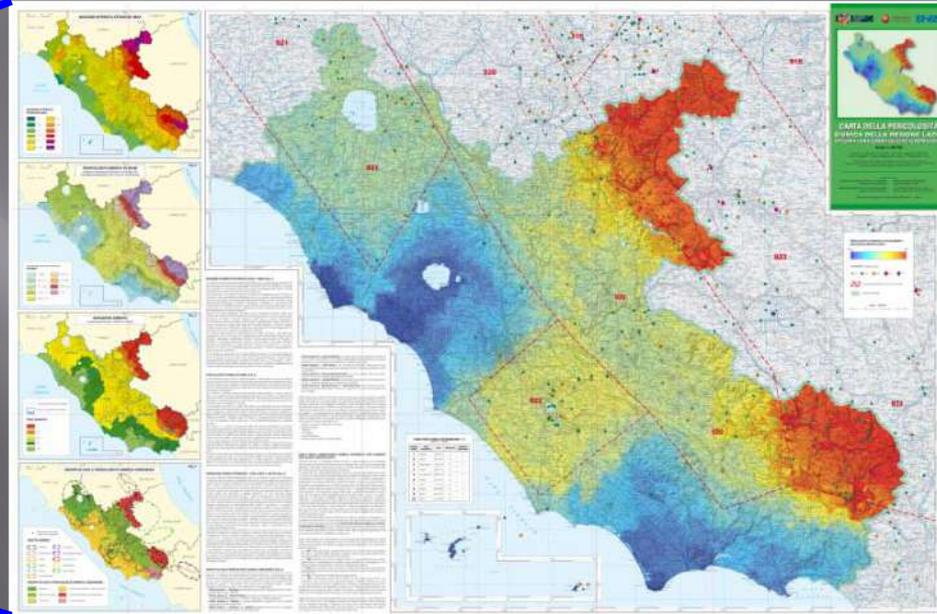
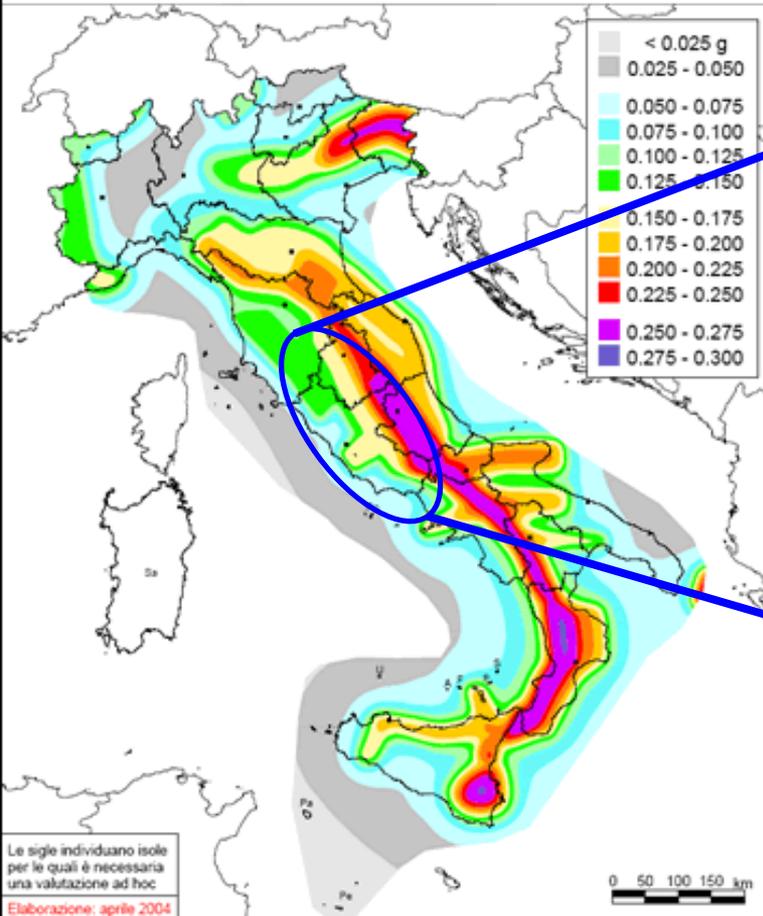




ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

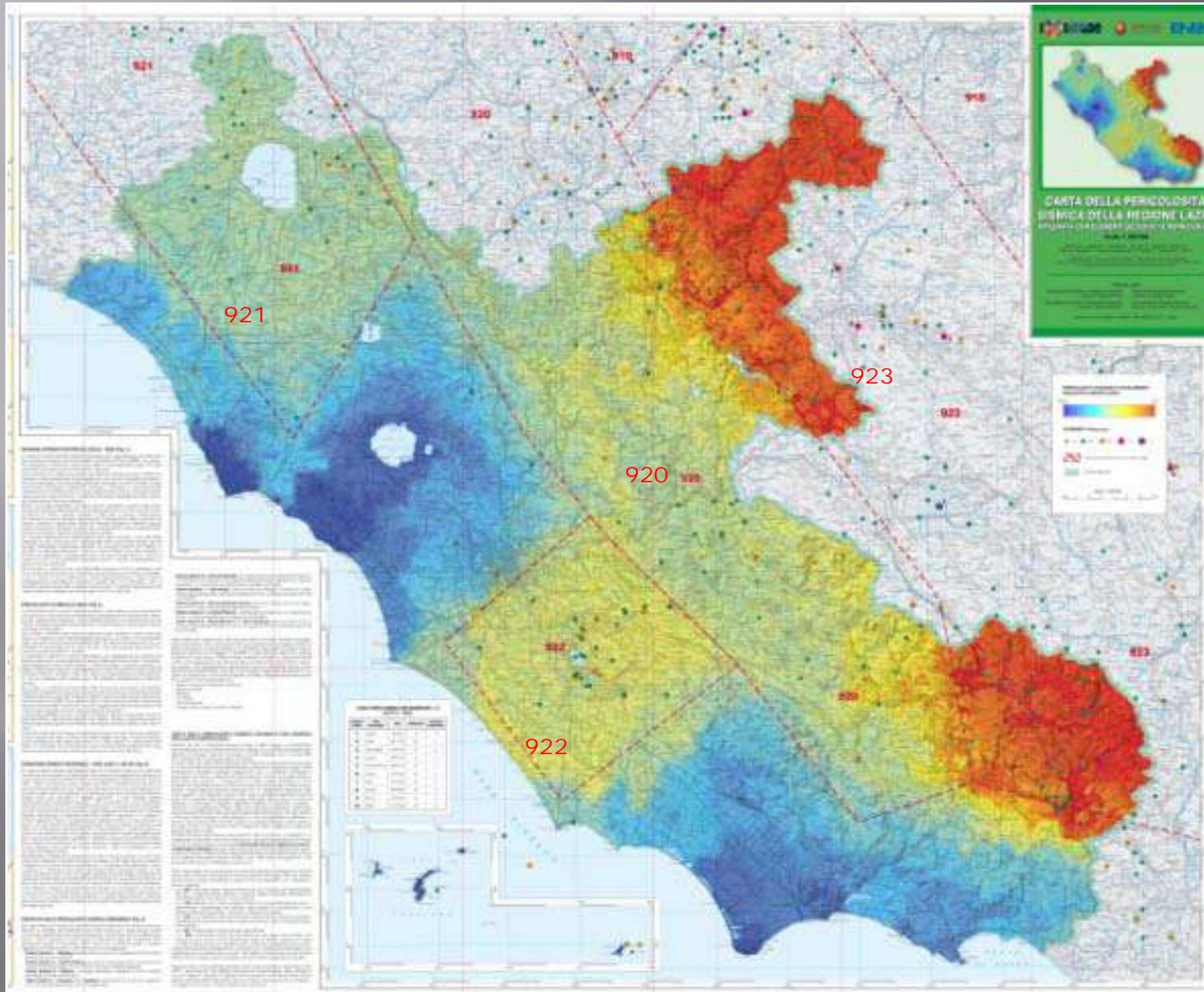
### Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: 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  
riferita a suoli rigidi ( $V_{s,0} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



## LO SCENARIO SISMICO

*Carta della Pericolosità Sismica della Regione Lazio  
combinata con elementi geologici e geomorfologici  
ENEA – Regione Lazio*



## Zone Sismogenetiche (Progetto ZS9)

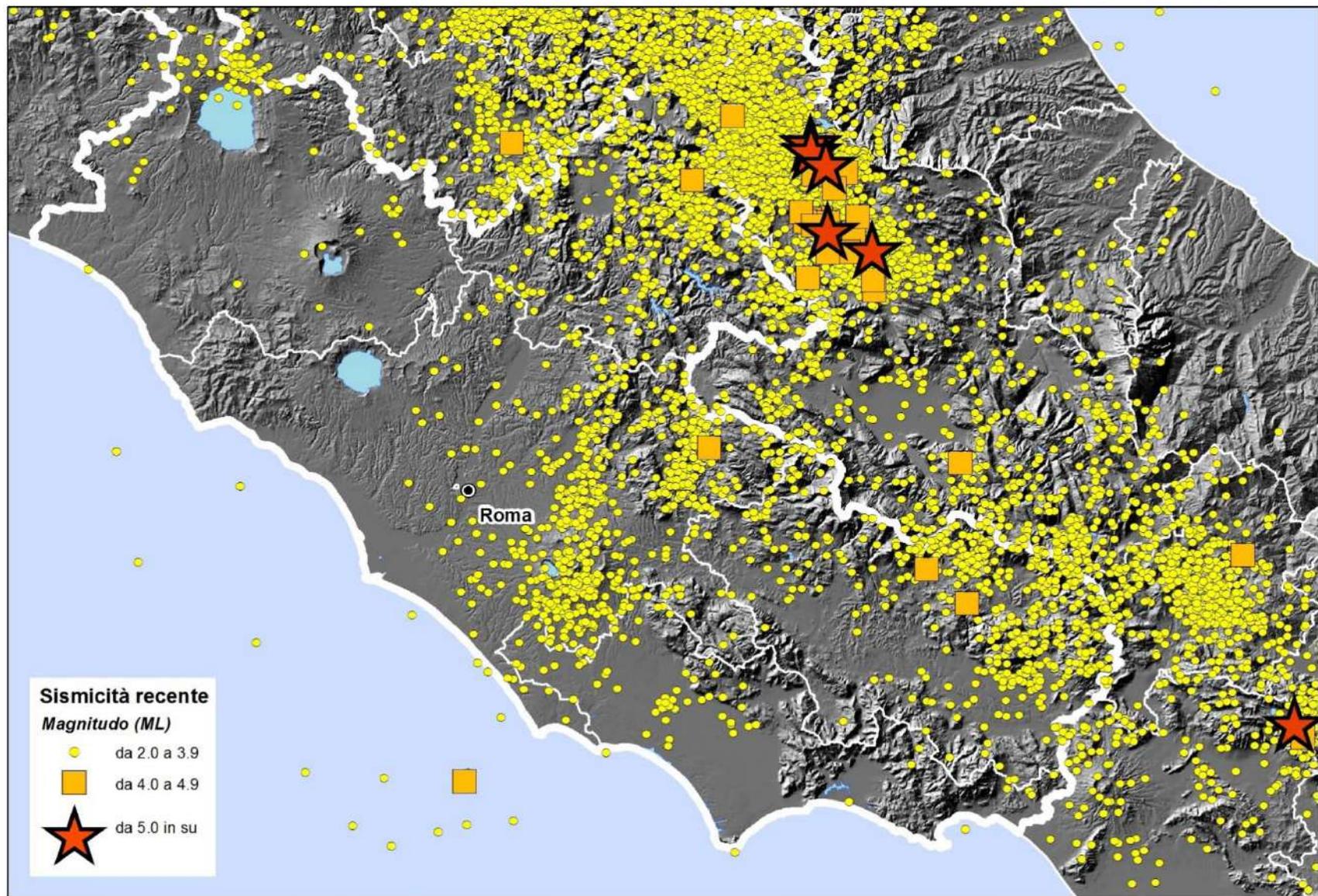
920 – Settore tirrenico a tettonica distensiva "sismicità bassa con sporadici eventi a M relativamente elevata"

921 – Area Vulsina caratterizzata da elevato flusso di calore; "diffusa sismicità di energia moderata, con pochi eventi a M più elevata"

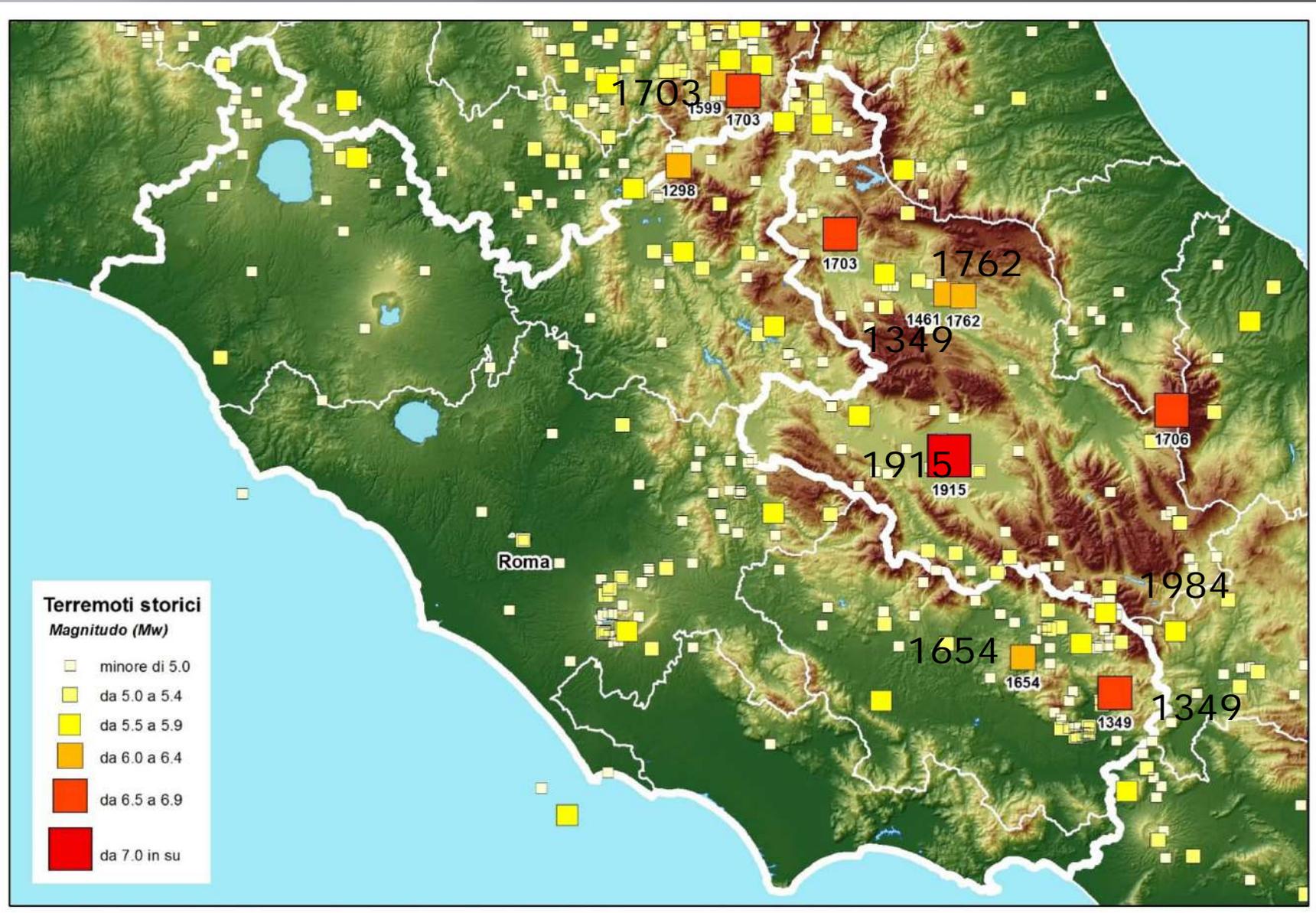
922 – Area Colli Albani "sismicità diffusa con moderato rilascio di energia e pochi eventi a M più elevata"

923 – area che include le "sorgenti sismogenetiche responsabili dei terremoti a M più elevata che hanno interessato l'Appennino centrale"

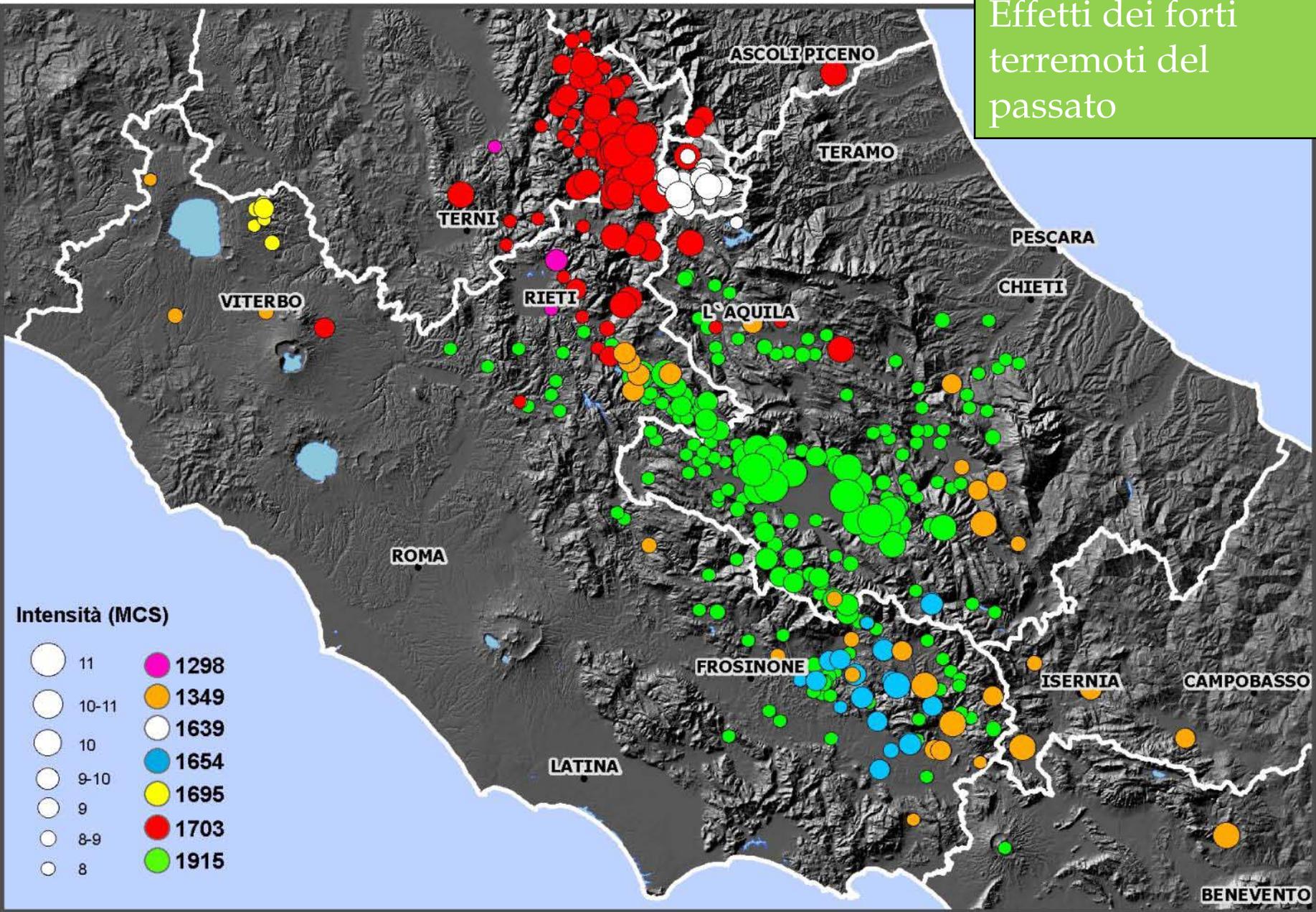
# La sismicità dal 1981 al 2014



# La sismicità storica



Effetti dei forti terremoti del passato



Intensità (MCS)

- |         |        |
|---------|--------|
| ○ 11    | ● 1298 |
| ○ 10-11 | ● 1349 |
| ○ 10    | ● 1639 |
| ○ 9-10  | ● 1654 |
| ○ 9     | ● 1695 |
| ○ 8-9   | ● 1703 |
| ○ 8     | ● 1915 |



Direzione Regionale Ambiente  
Area Difesa del Suolo

# ZONAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LAZIO

DGR n. 387/2009 e n. 835/2009



- Zonazione Sismica**
-  Zona Sismica 1 - 42 UAS
  -  Sottozona Sismica 2A - 20 UAS
  -  Sottozona Sismica 2B - 250 UAS
  -  Sottozona Sismica 3A - 59 UAS
  -  Sottozona Sismica 3B - 31 UAS
  -  laghi

