



**.... conoscere il fenomeno sismico,
LO STUDIO DI MICROZONAZIONE
SISMICA DEL COMUNE DI NEGRAR**

Dott. Geol. Enrico Castellaccio – 13 febbraio 2012



Terremoto dell'Aquila

6 aprile 2009

$M_r = 5,9$ $M_w = 6,3$ $T_r = 300-350$ anni

Profondità = 8,8 km

Durata = 40 s ca.

308 vittime, 1600 feriti, 65000 sfollati

10 miliardi di euro di danni



COME DIFENDERCI DAI TERREMOTI

- ➔ **LA PREDIZIONE**
sapere in anticipo la data, l'intensità e l'epicentro di un terremoto
- ➔ **LA PERICOLOSITA' SISMICA**
sulla base degli studi tettonico-strutturali, dei cataloghi storici sui terremoti e delle elaborazioni statistiche
- ➔ **LA PREVENZIONE**
misure da attuare per rendere minimi i danni causati dagli eventi attesi: microzonazione sismica, applicazione della normativa antisismica, piani di protezione, civile, formazione e informazione della popolazione

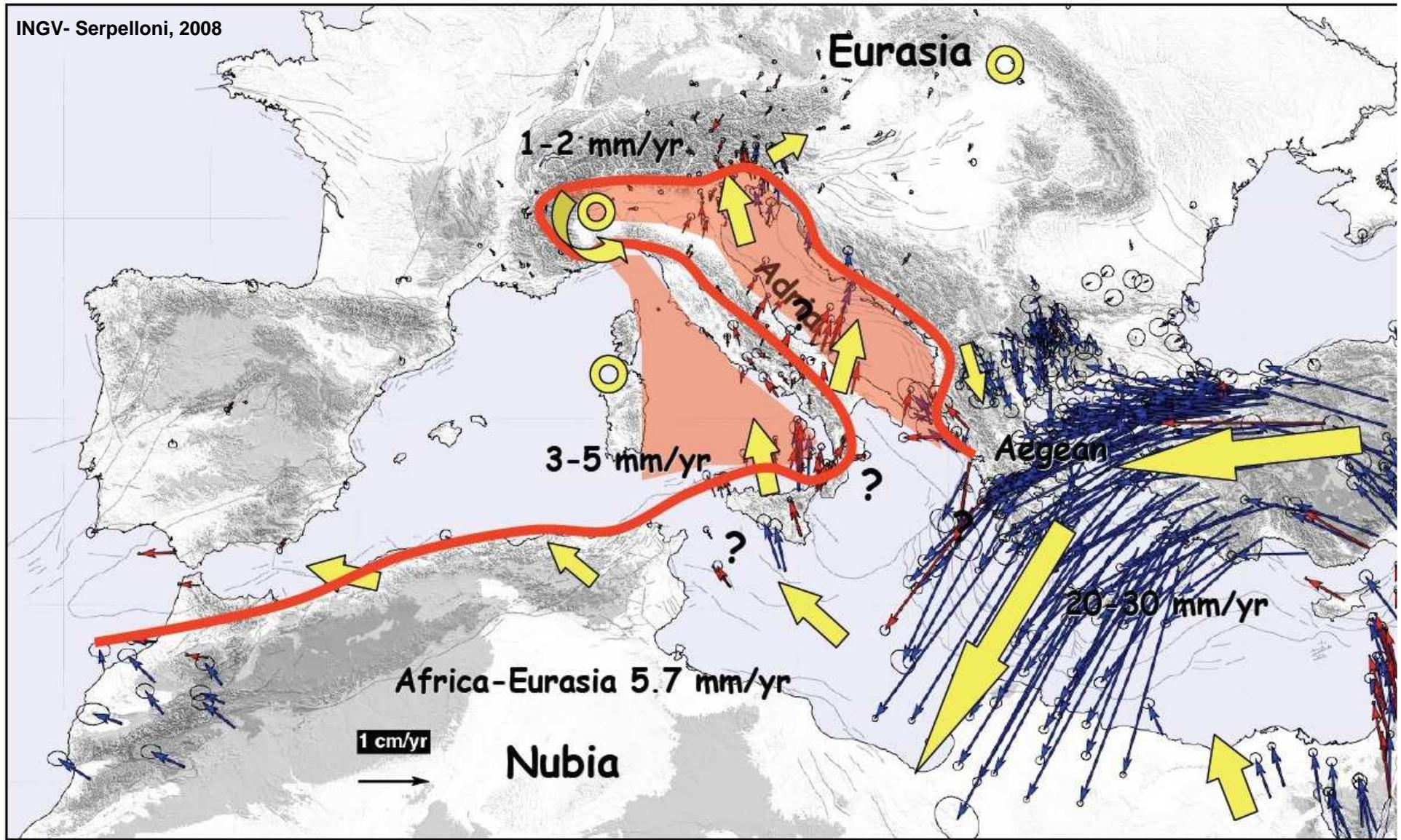
In un comune sismico come quello di Negrar è necessario CONVIVERE con il fenomeno «terremoto» e la popolazione non deve essere lasciata sola.

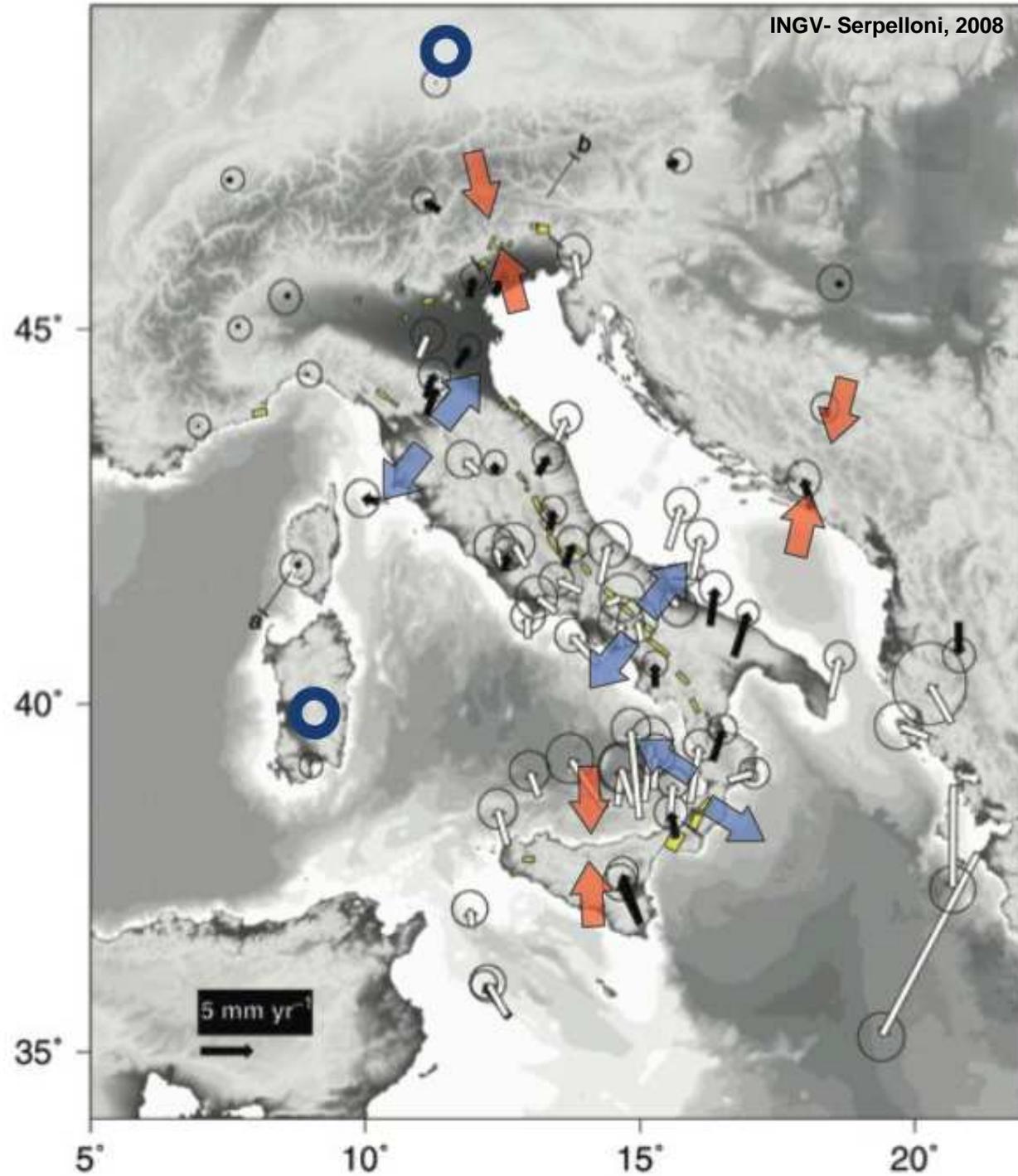
L'ansia emotiva e talora il panico connesso con la periodicità degli eventi sismici va affrontato conoscendo meglio il fenomeno e come ci si deve comportare in caso di terremoto.

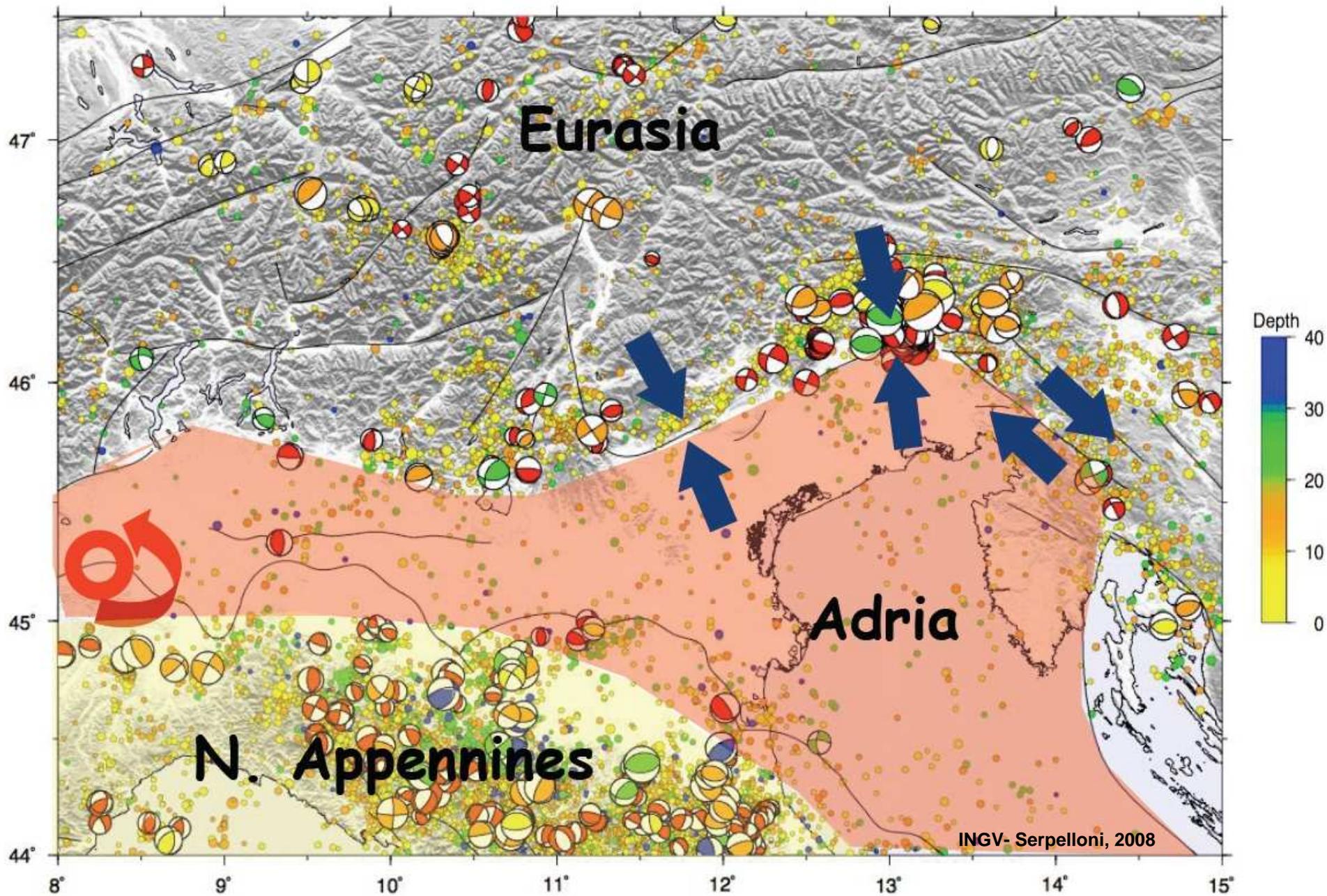
Importante è sapere che esistono provvedimenti edilizio-urbanistici intrapresi dalla pubblica amministrazione.

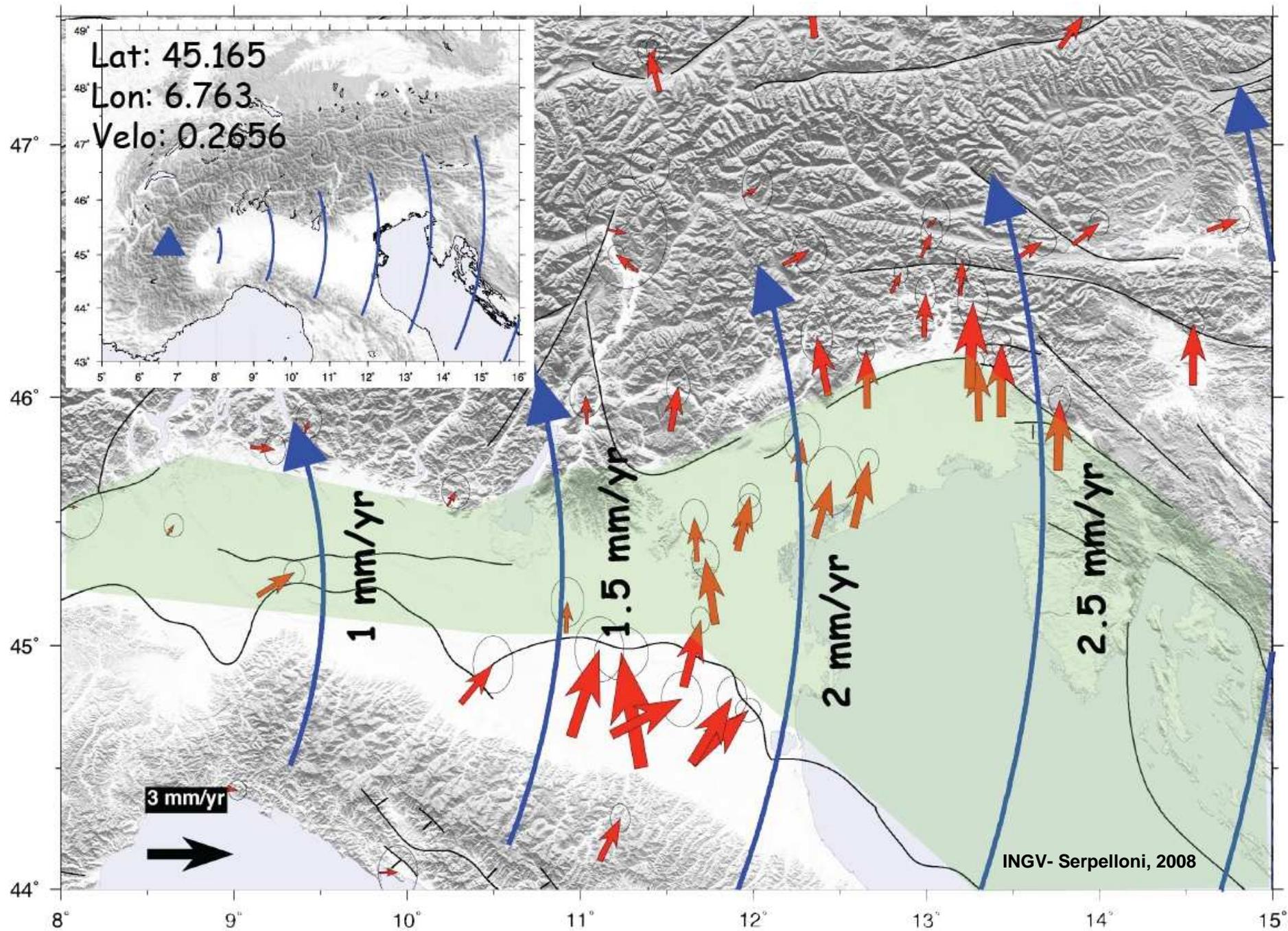
In questa sede si vuole informare sui seguenti aspetti:

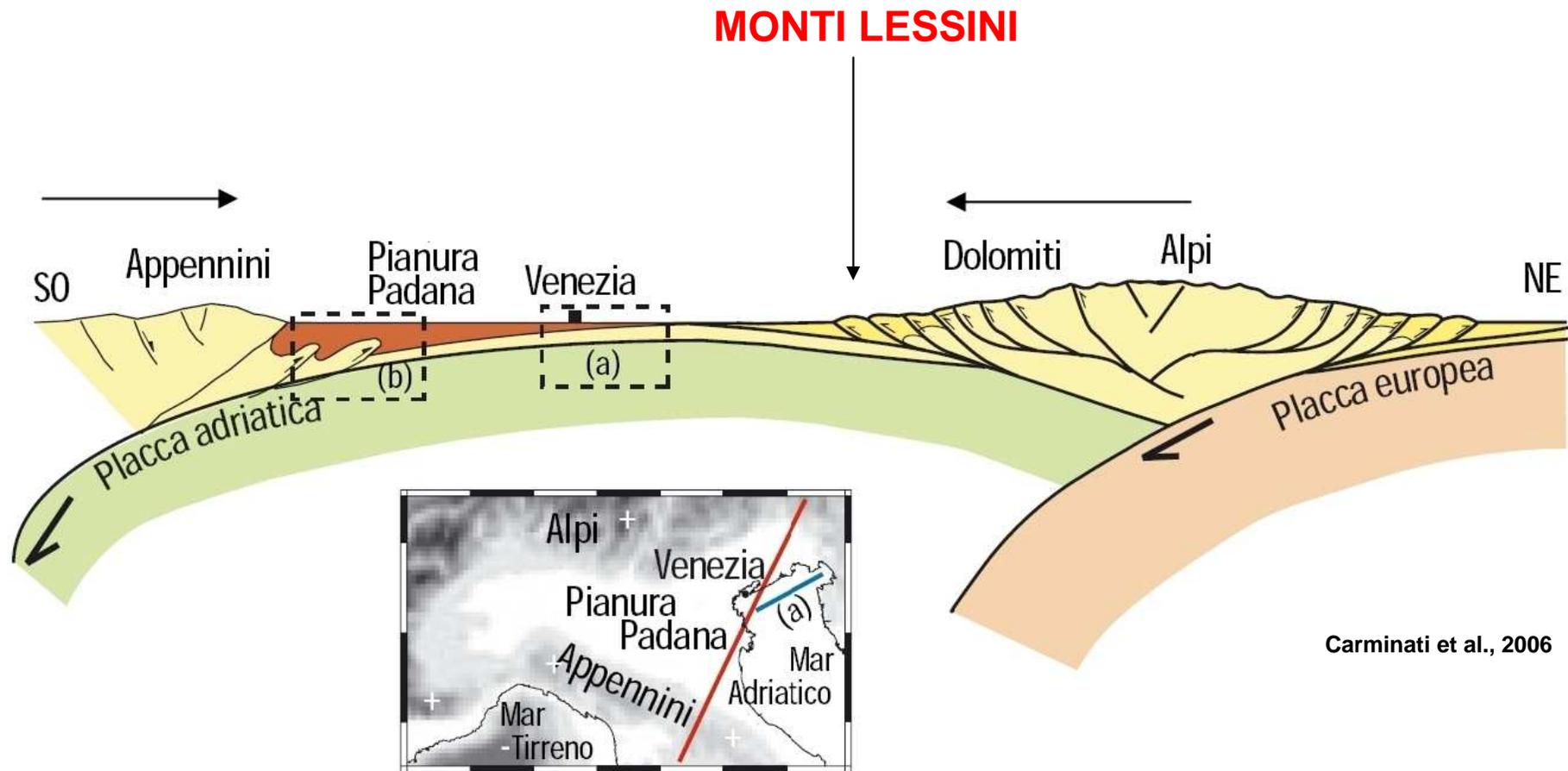
- 1) La causa dei terremoti nella nostra regione
- 2) L'intensità sismica attesa nel nostro territorio
- 3) I provvedimenti di prevenzione attuati da parte della pubblica amministrazione
- 4) La prevenzione sismica nel concreto



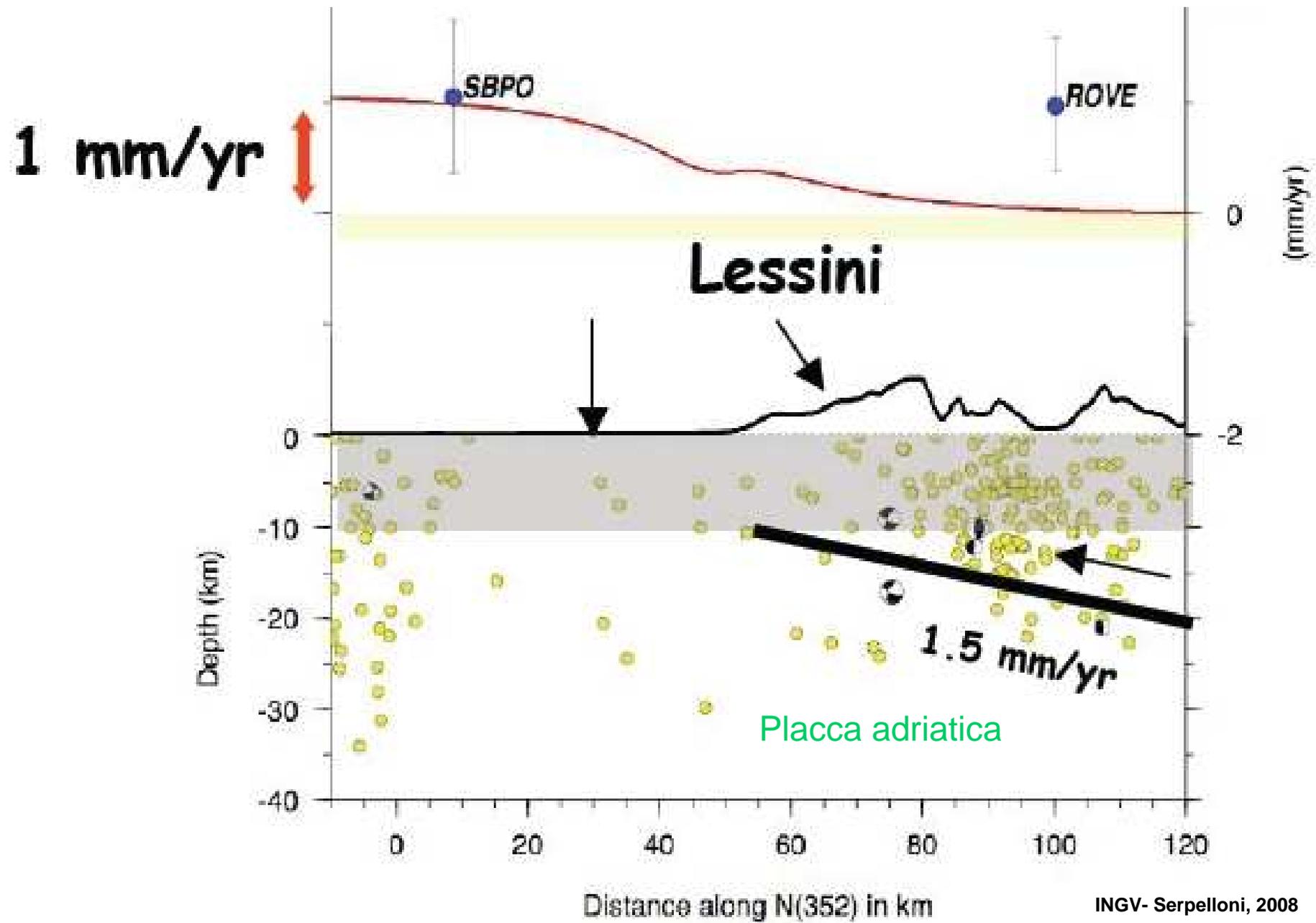


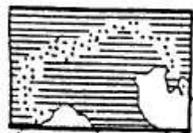




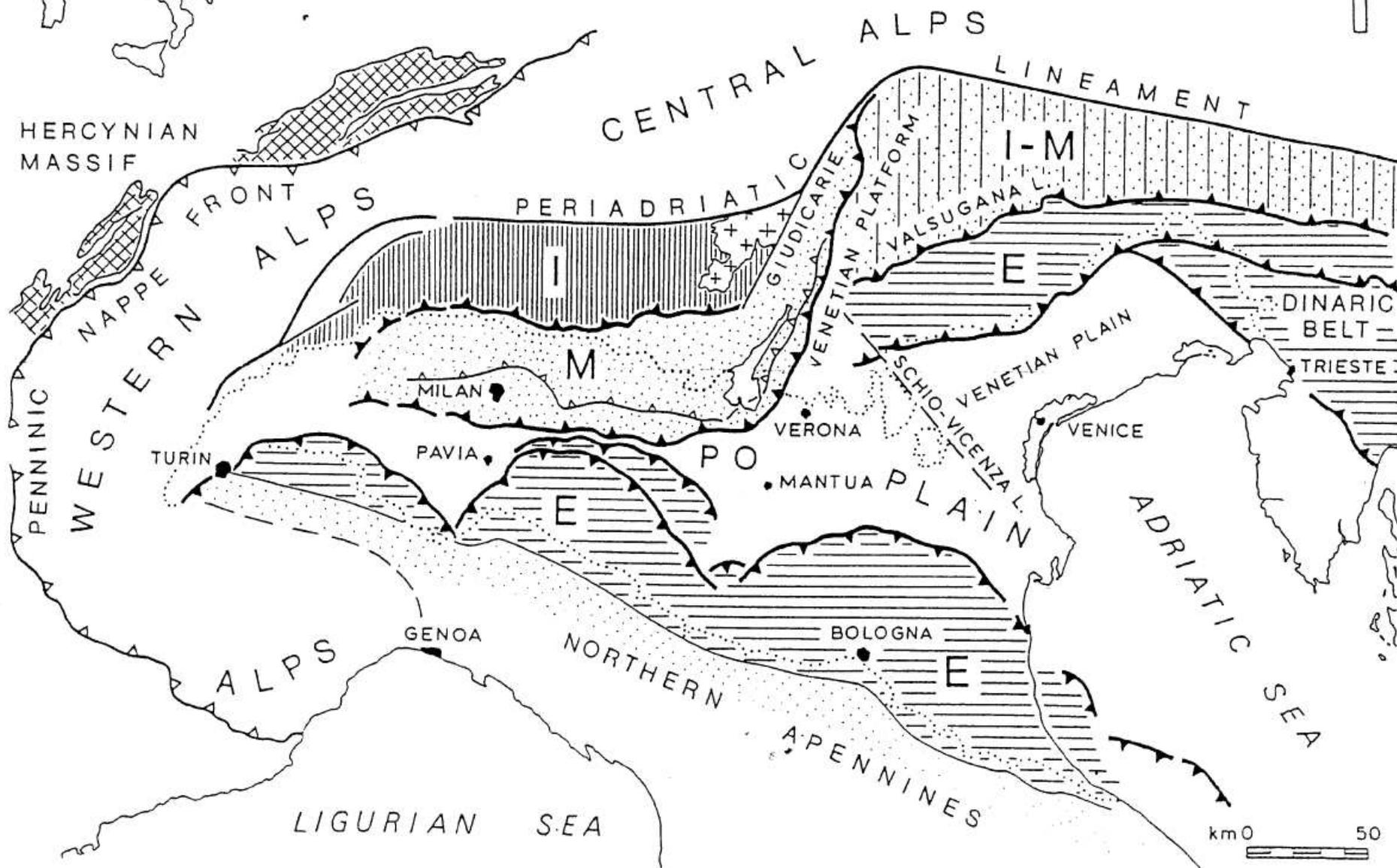


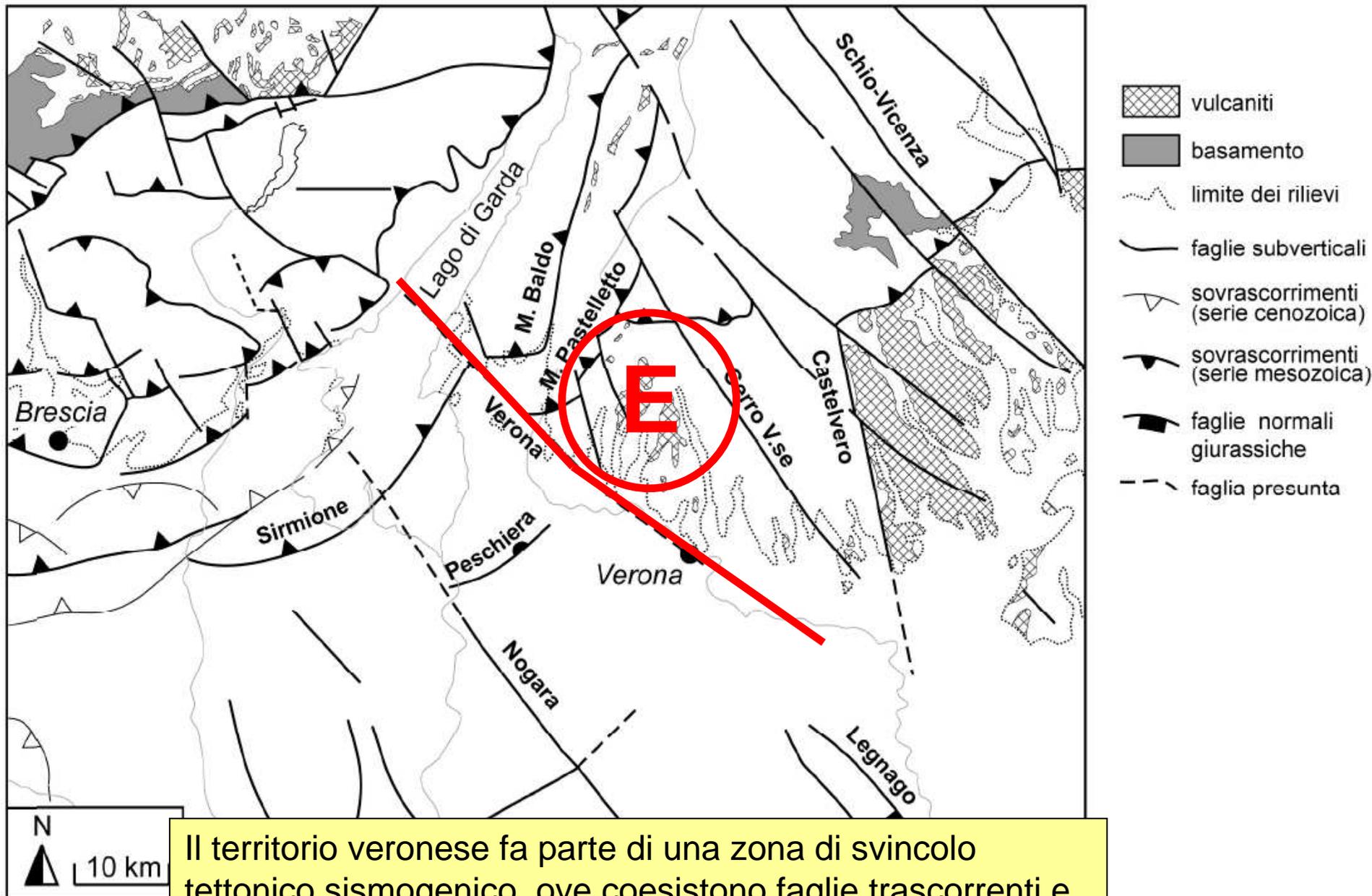
Secondo i recenti studi dell'INGV i volumi focali dei terremoti studiati indicano che la placca Europea si inflette sotto quella Adriatica dando origine alle Alpi che avanzano verso Sud.



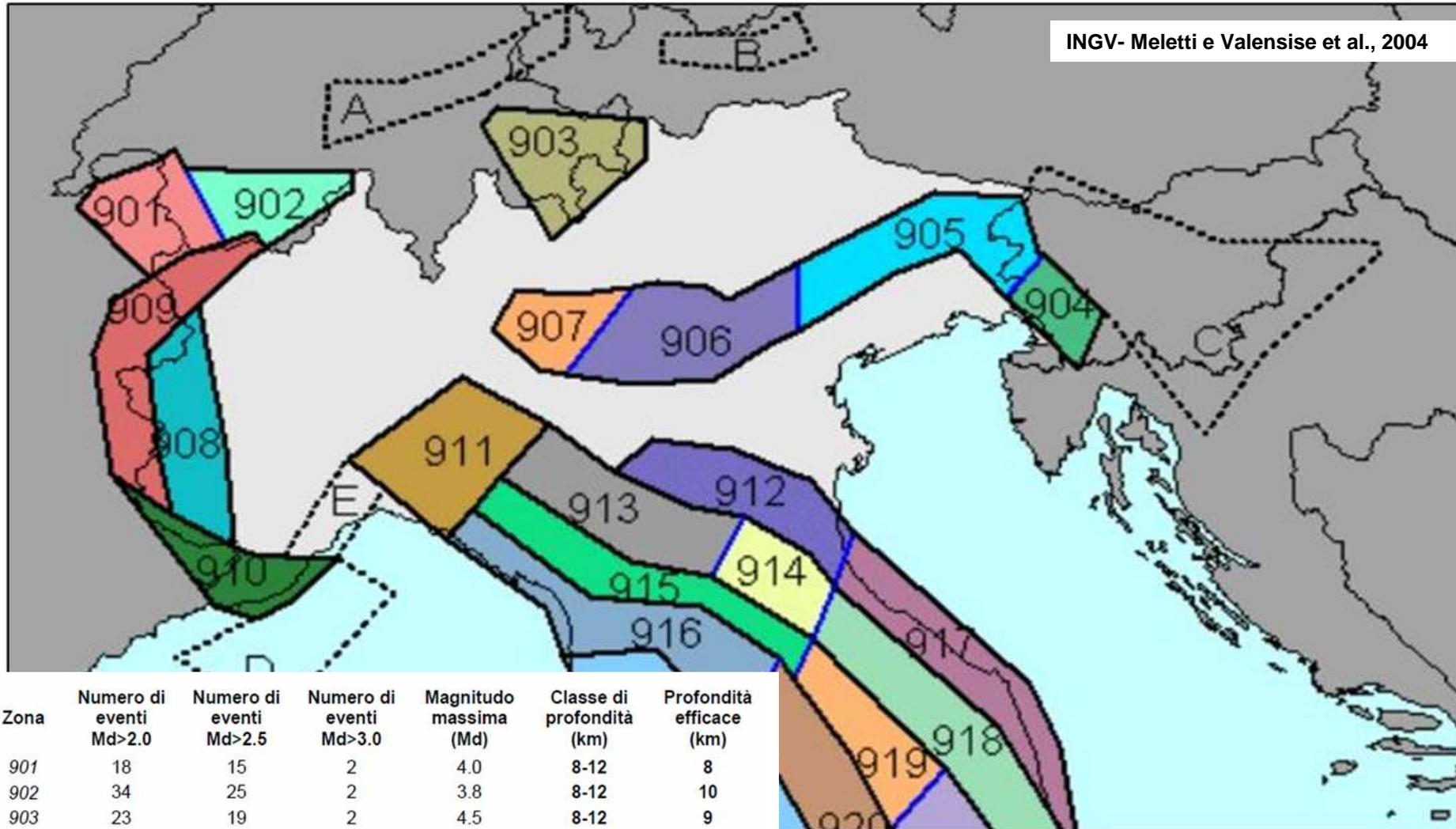


- E EXTERNAL ARCS MESSINIAN - PLIOCENE (?) QUATERNARY DEFORMATIONS
- M INTERMEDIATE ARCS MID-MIOCENE-TORTONIAN DEFORMATIONS
- I-M INTERNAL + INTERMEDIATE ARC
- I INTERNAL ARC CRETACEOUS - PALEOGENE DEFORMATIONS





Il territorio veronese fa parte di una zona di svincolo tettonico sismogenico, ove coesistono faglie trascorrenti e faglie inverse caratterizzate da una dinamica compressiva



Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
901	18	15	2	4.0	8-12	8
902	34	25	2	3.8	8-12	10
903	23	19	2	4.5	8-12	9
904	13	9	1	3.4	5-8	7*
905	181	110	32	4.8	5-8	8*
906	41	34	13	4.7	5-8	8*
907	33	19	7	4.2	5-8	8*
908	495	128	25	3.7	8-12	10
909	263	94	9	4.1	8-12	10
910	80	24	2	3.4	8-12	10
911	126	91	18	4.1	8-12	8
912	180	141	54	4.6	5-8	7
913	767	362	100	4.8	12-20	13
914	878	542	131	4.5	12-20	13

La zonazione sismica italiana attualmente in vigore è denominata ZS9 (INGV, 2004)

La zona sismogenetica del veronese è la n. 906 in cui si prevede una $M_{max} = 4,7$



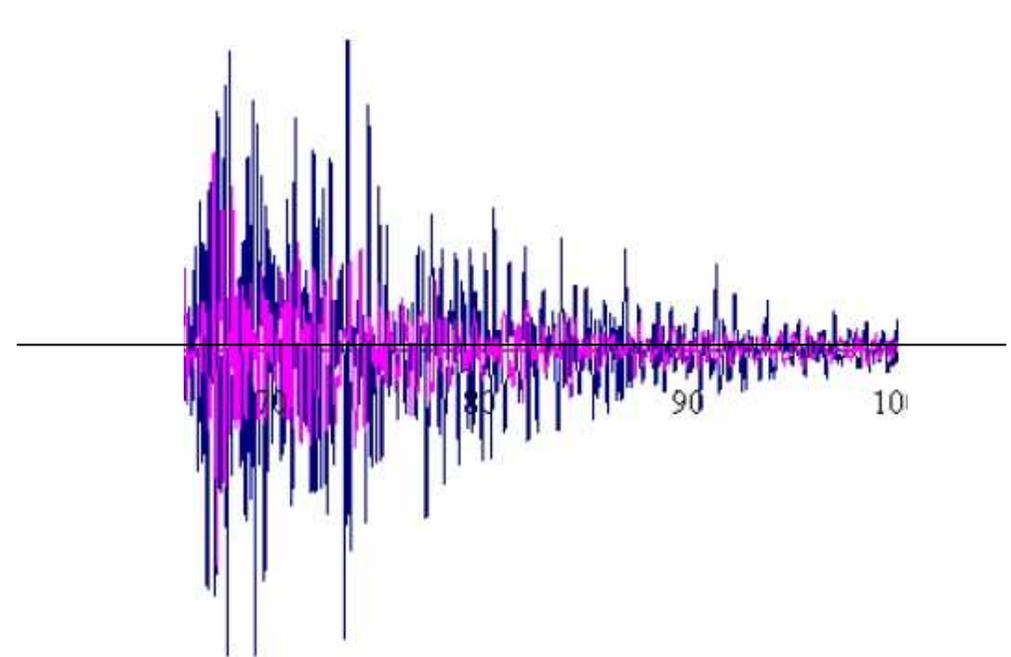
Dalle *Linee guida per la microzonazione sismica*, i terremoti attesi per il comune di Negrar assumono il valore **M = 5,0 ÷ 5,5** con tempi di ritorno **Tr = 475 anni** (Spallarossa e Barani, 2007).

Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Secondo la Protezione Civile si deve assumere come valore di magnitudo attesa quella massima della zona sismogenetica di appartenenza che per il territorio di Negrar (zona n. 906) vale $M_{max} = 6,60$ con tempo di ritorno $Tr = 1000$ anni, riferito al terremoto veronese di Belfiore-Zevio ($I_0 = 9-10$ MCS) avvenuto il giorno 3 gennaio dell'anno 1117 (Bramerini et al., 2008)

.... in definitiva



... i Monti Lessini sono caratterizzati da una sismicità medio-bassa.

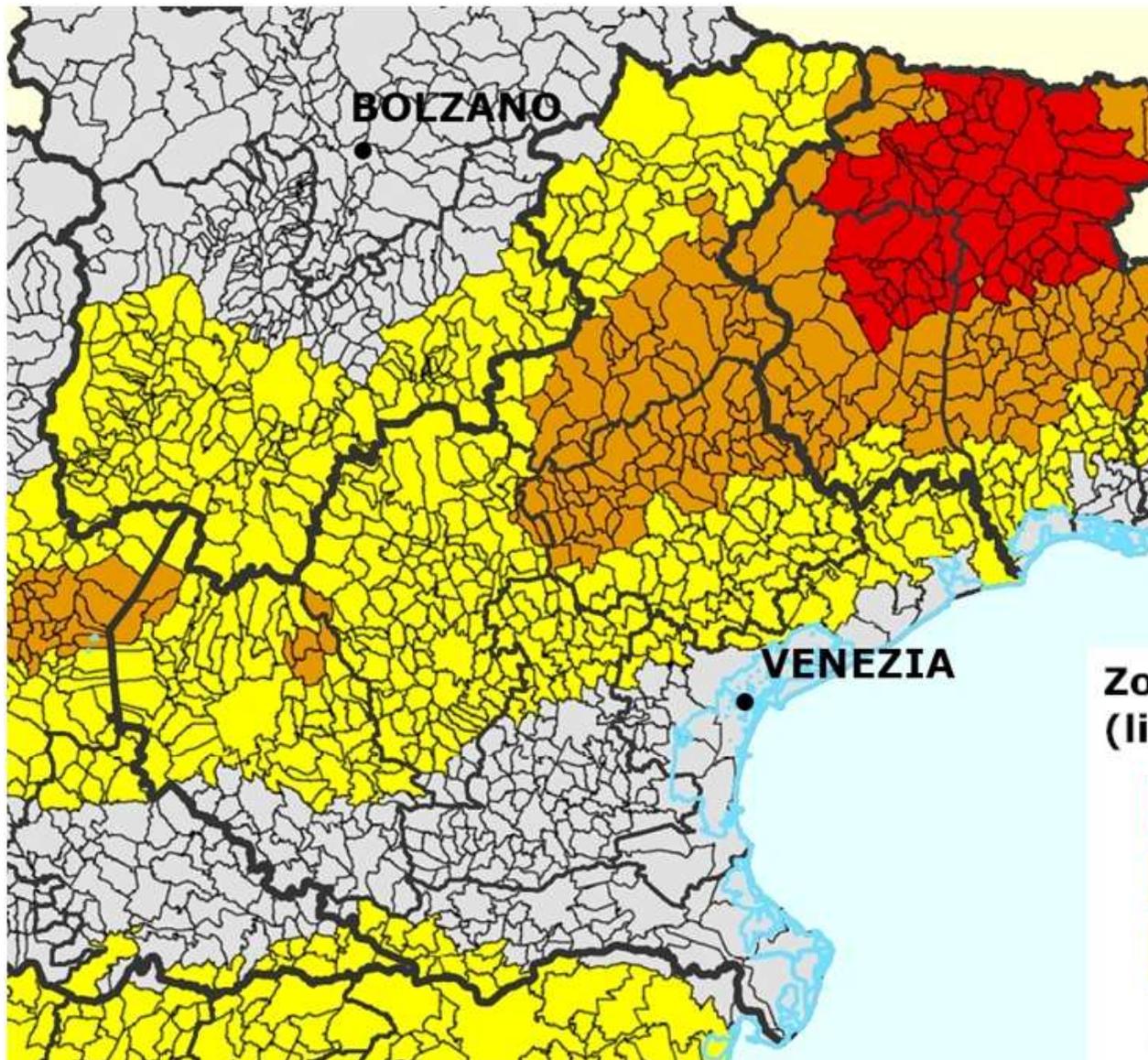
Tale classificazione deriva essenzialmente dal fatto che i terremoti registrati sono per lo più di tipo strumentale, mentre quelli più importanti presentano tempi di ritorno molto elevati.

Storicamente l'area è stata colpita da pochi eventi di magnitudo rilevante:

anno 1117 con $M = 6,6$

anno 1891 con $M = 5,8$

fonte INGV



dall'anno 2003

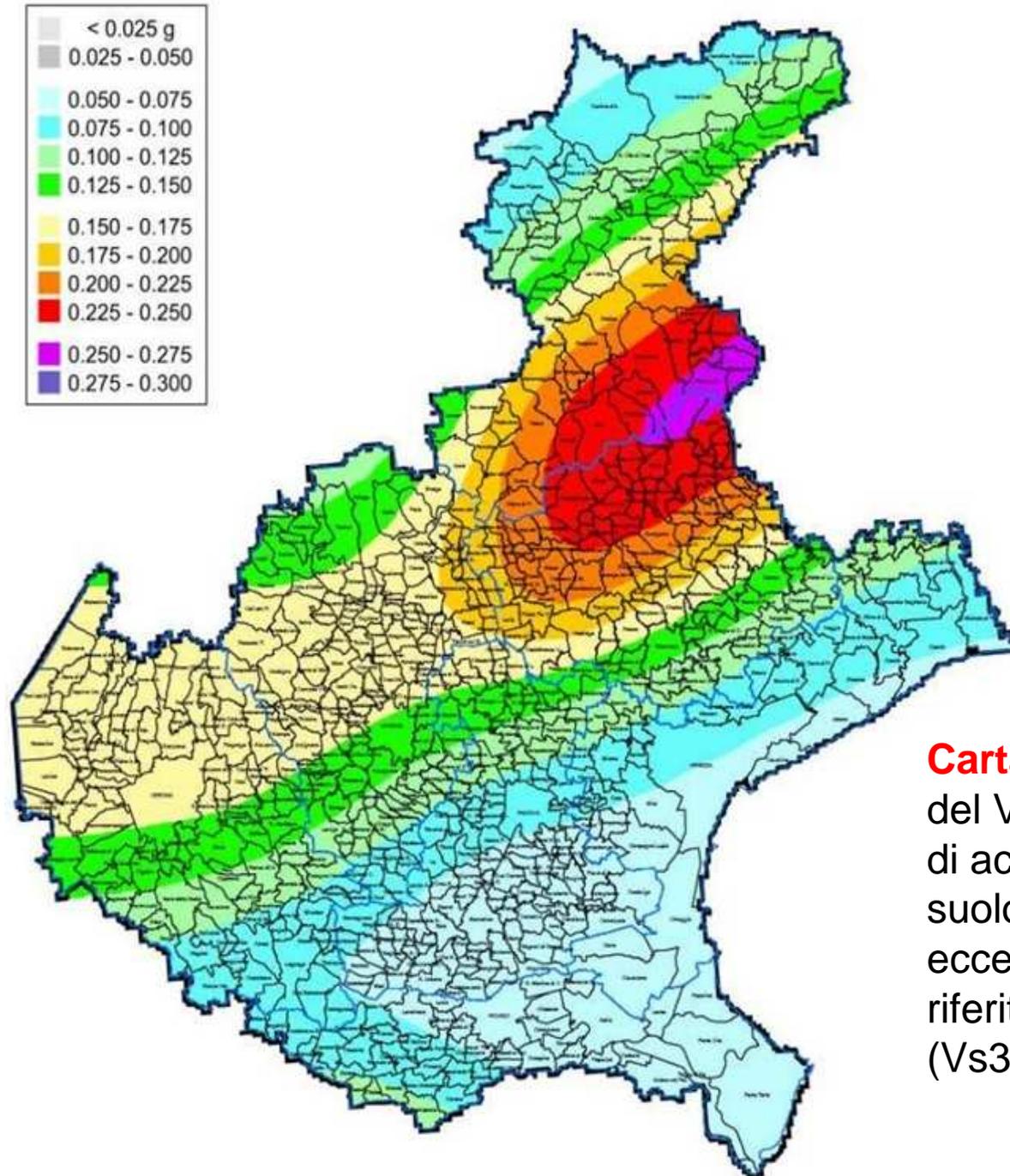
**Zone sismiche
(livello di pericolosità)**

- zona 1 (alto)
- zona 2 (medio)
- zona 3 (basso)
- zona 4 (minimo)

Classificazione sismica al 2010 secondo il Dipartimento della protezione civile - Atto di recepimento al 31.03.2010 dell'OPCM del 20.03.2003 n. 3274 da parte della Regione Veneto con D.C.R. 03.12.2003 n. 67

dall'anno 2006

INGV, 2004 – O.P.C.M. 3519/2006

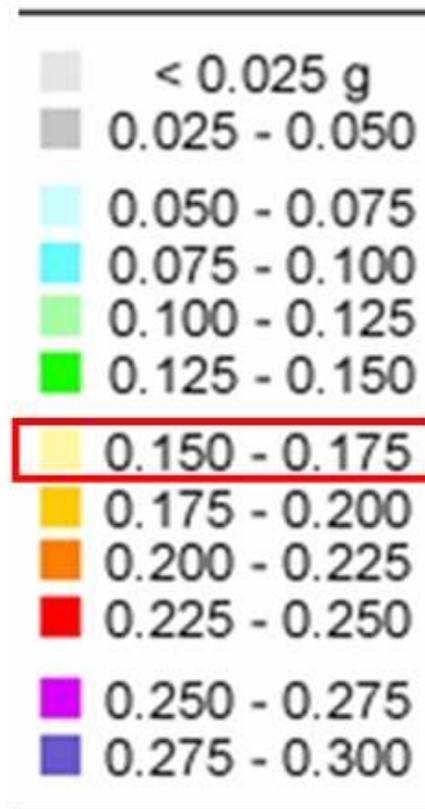
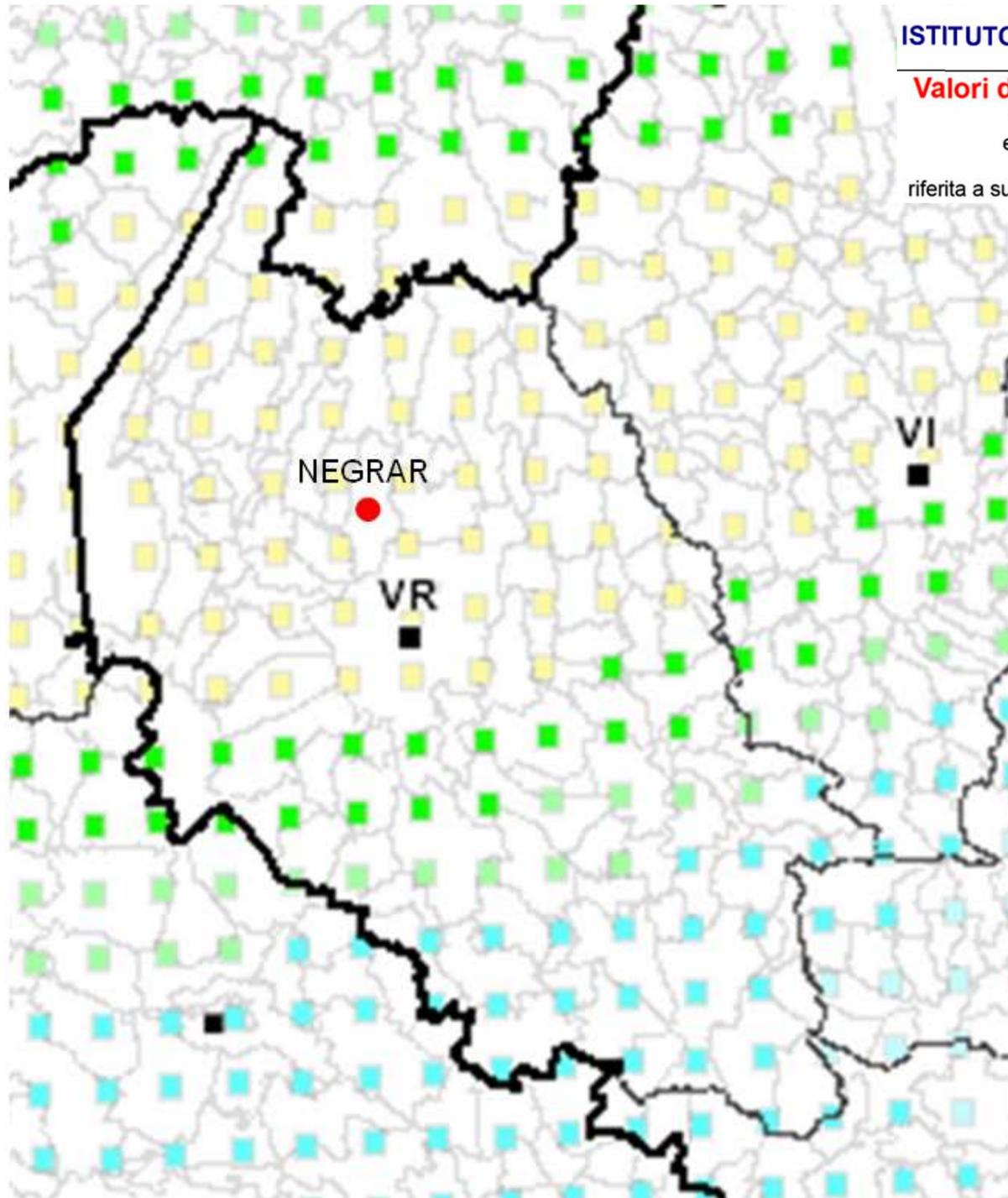


Carta di pericolosità sismica
del Veneto espressa in termini
di accelerazione massima del
suolo (ag) con probabilità di
eccedenza del 10% in 50 anni
riferita a suoli di categoria A
($V_{s30} > 800$ m/s)

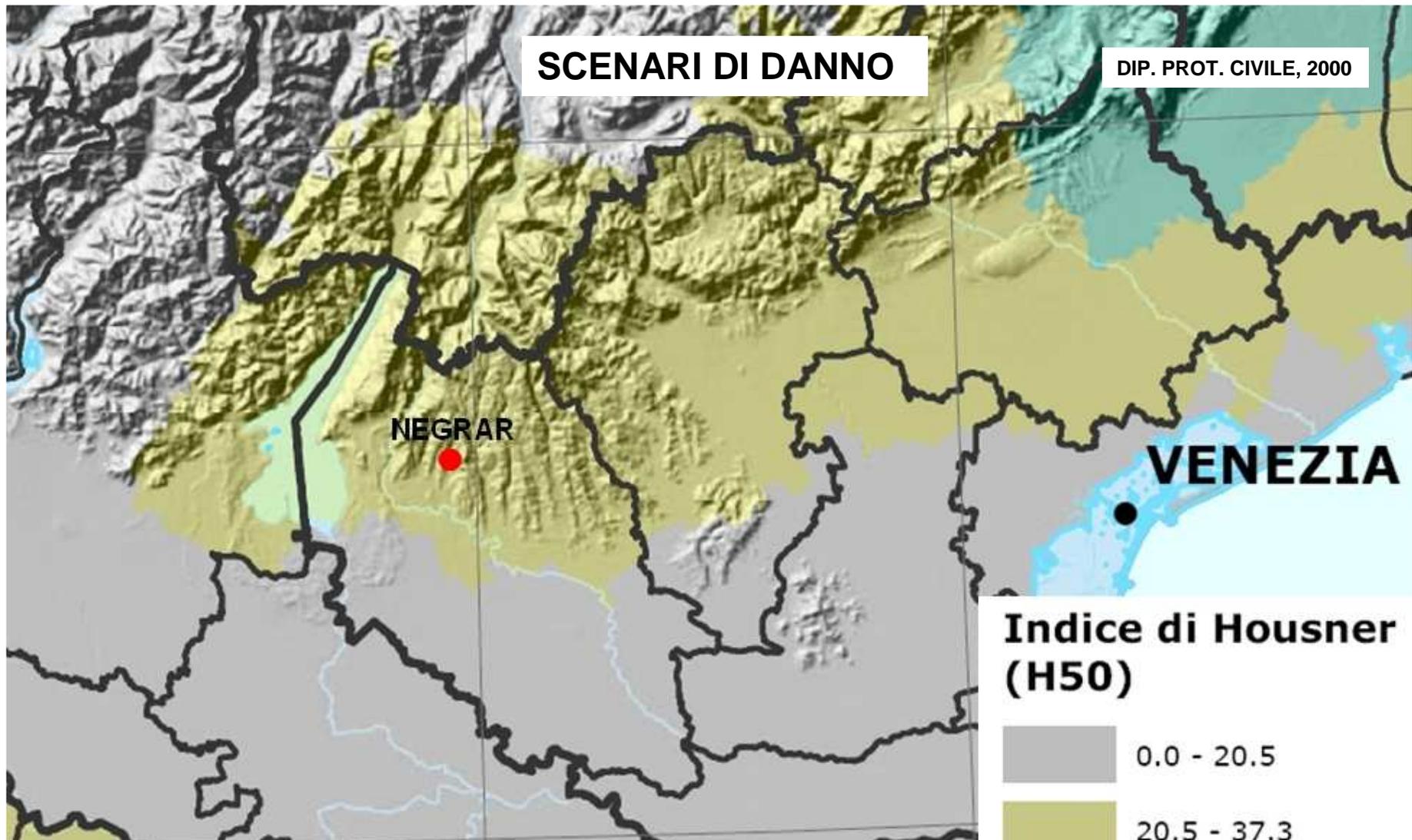
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

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

INGV, 2004 – O.P.C.M. 3519/2006



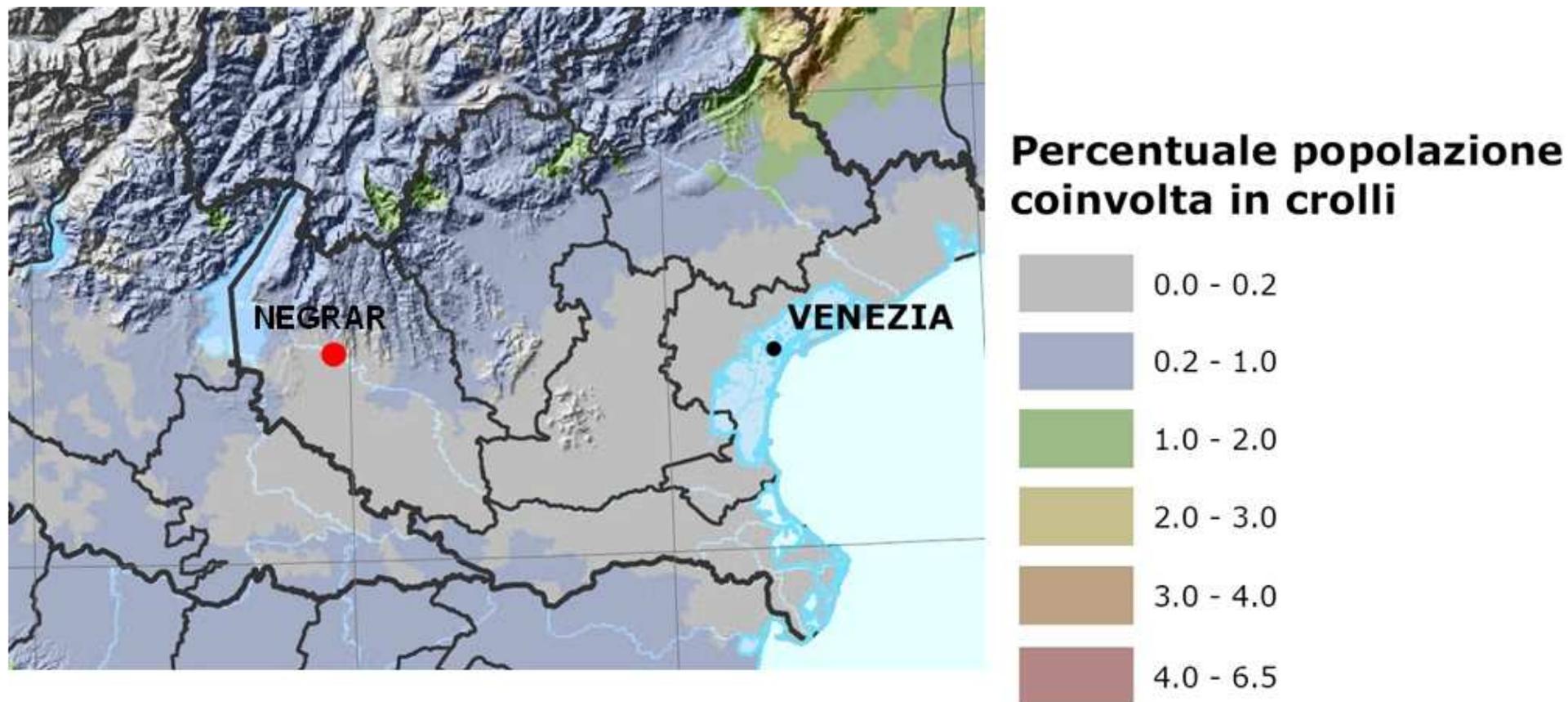
Fonte: MPS04
Griglia: 0.05°



Questa grandezza è direttamente correlata all'energia che viene dissipata dai fabbricati durante un terremoto (in termini di scuotimento e di frequenza) ed è quindi espressione del possibile grado di danneggiamento degli edifici.

SCENARI DI DANNO

DIP. PROT. CIVILE, 2001



Valore atteso di percentuale media annua di popolazione coinvolta in crolli di fabbricati stabilita su base comunale.

Per il territorio comunale di Negrar i valori stimati variano tra 0 e 1%.

Lo studio di microzonazione sismica è un provvedimento a tutela del territorio e della popolazione intrapreso dall'Amministrazione comunale

RISCHIO SISMICO = PERICOLOSITA' x VALORE ESPOSTO x VULNERABILITA'

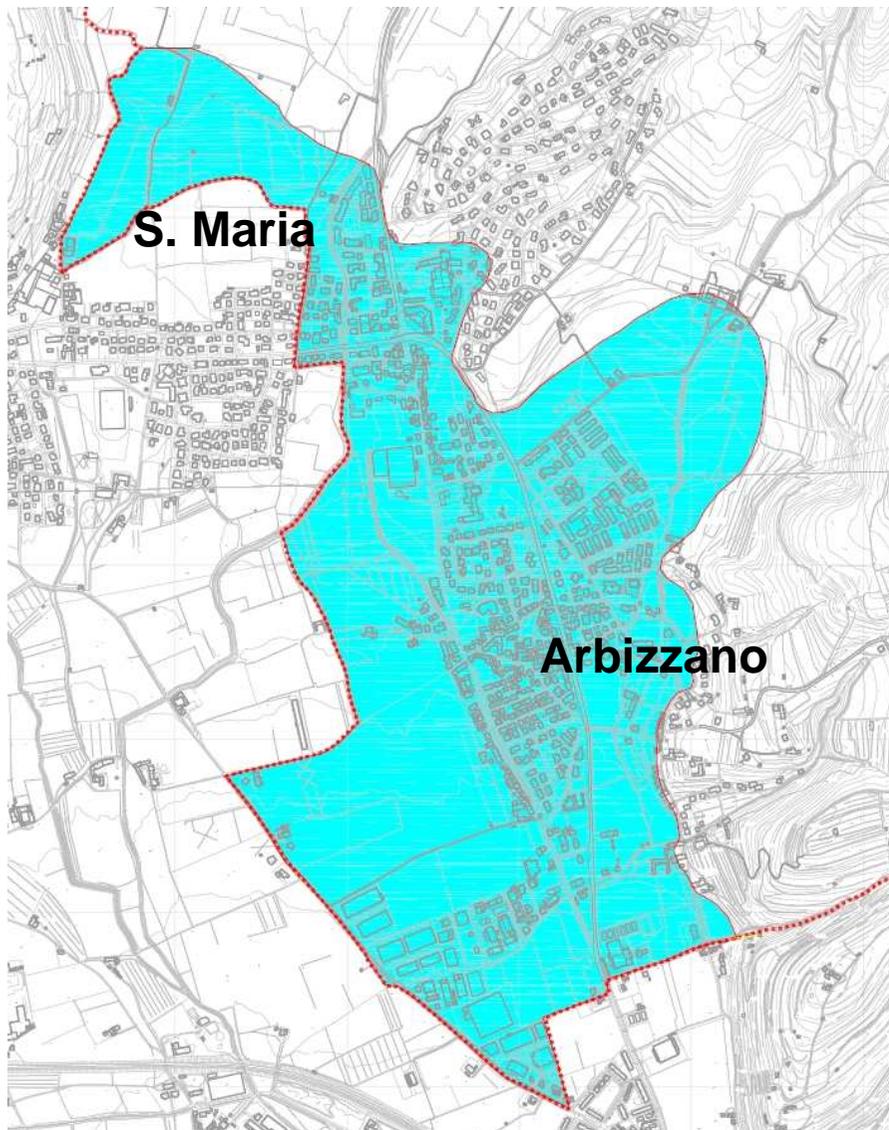
La prevenzione sismica nel concreto:

- Edificare (nuovi fabbricati e ristrutturazioni) secondo la normativa antisismica D.M. 14 gennaio 2008
- Pianificazione territoriale (PAT e Studio di Compatibilità sismica)

LO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA



APPROFONDIMENTO	TIPOLOGIA DEGLI ELABORATI
1° livello	CARTA DELLE INDAGINI DEL SOTTOSUOLO
	CARTA DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI IN PROSPETTIVA SISMICA
	CARTA DELLE ZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA Aree stabili non suscettibili di amplificazione sismica Aree stabili suscettibili di amplificazione sismica Aree instabili per azione sismica
2° livello	CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI
	MISURA DELLE Vs PER VALUTARE IL BEDROCK GEOFISICO
3° livello	VERIFICA CON MODELLAZIONE NUMERICA DEGLI EFFETTI DI SITO Amplificazione stratigrafica e topografica
	CARTA DEI PROFILI DELLA MODELLAZIONE NUMERICA
	INDAGINE SISMICA SU ALCUNE AREE DENSAMENTE ABITATE Fane, Negrar capoluogo-San Vito, S. Maria-Arbizzano
	INDAGINE SULLA FREQUENZA DI RISONANZA DI ALCUNI EFIFICI STRATEGICI

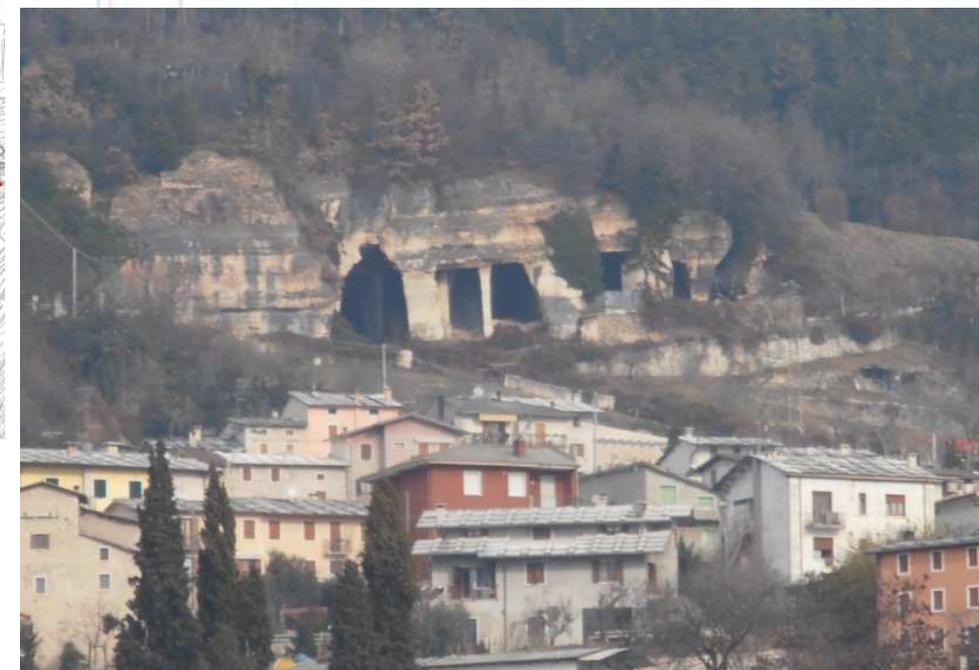


Fenomeni di liquefazione

Zona S. Maria - Arbizzano

EFFETTI COSISMICI

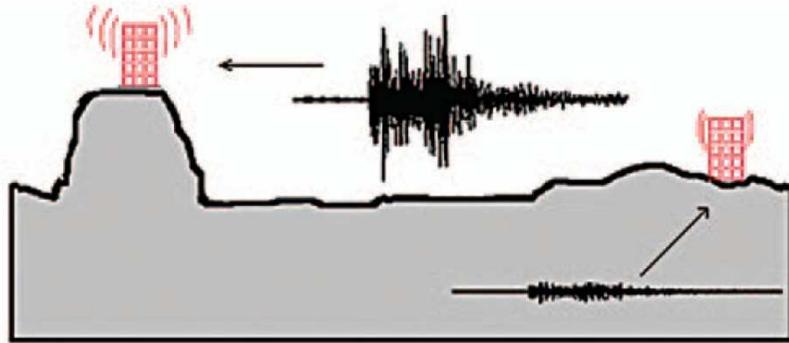
Modificazioni del terreno
a seguito del sisma



Fenomeni di crollo

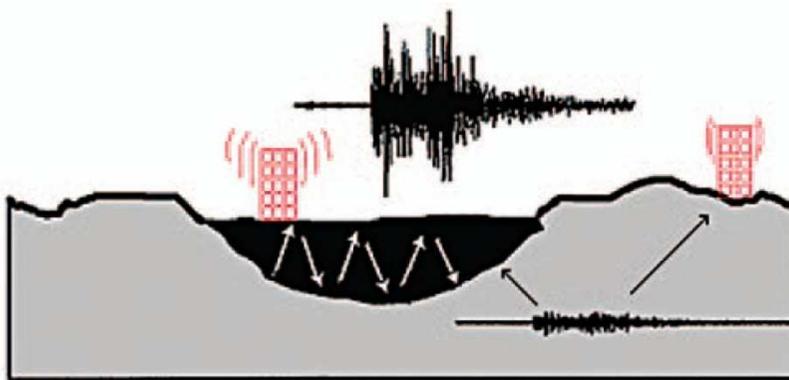
Zona Prun e Preperchiusa

EFFETTI DI SITO



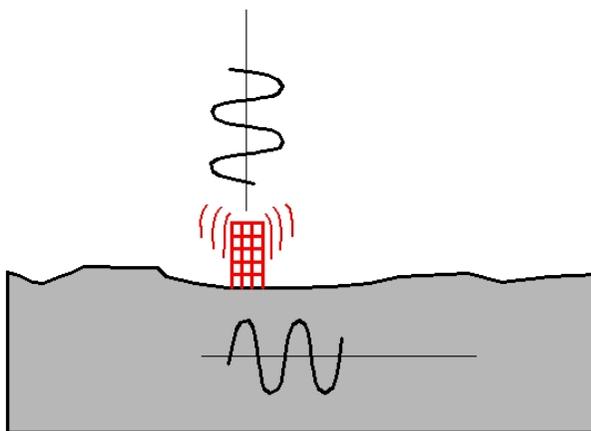
Amplificazione sismica di ordine topografico

Dorsali e linee di cresta



Amplificazione sismica di ordine stratigrafico

Fondovalle e detrito di versante



Condizione di doppia risonanza tra terreno e fabbricato

Tutto il territorio

Carta delle frequenze naturali dei terreni

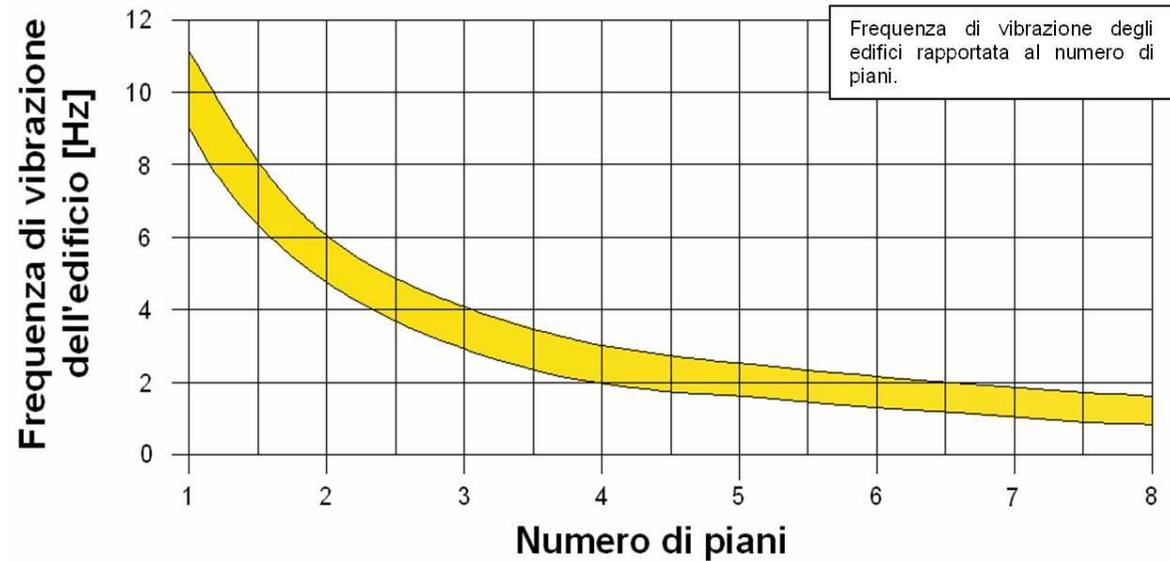
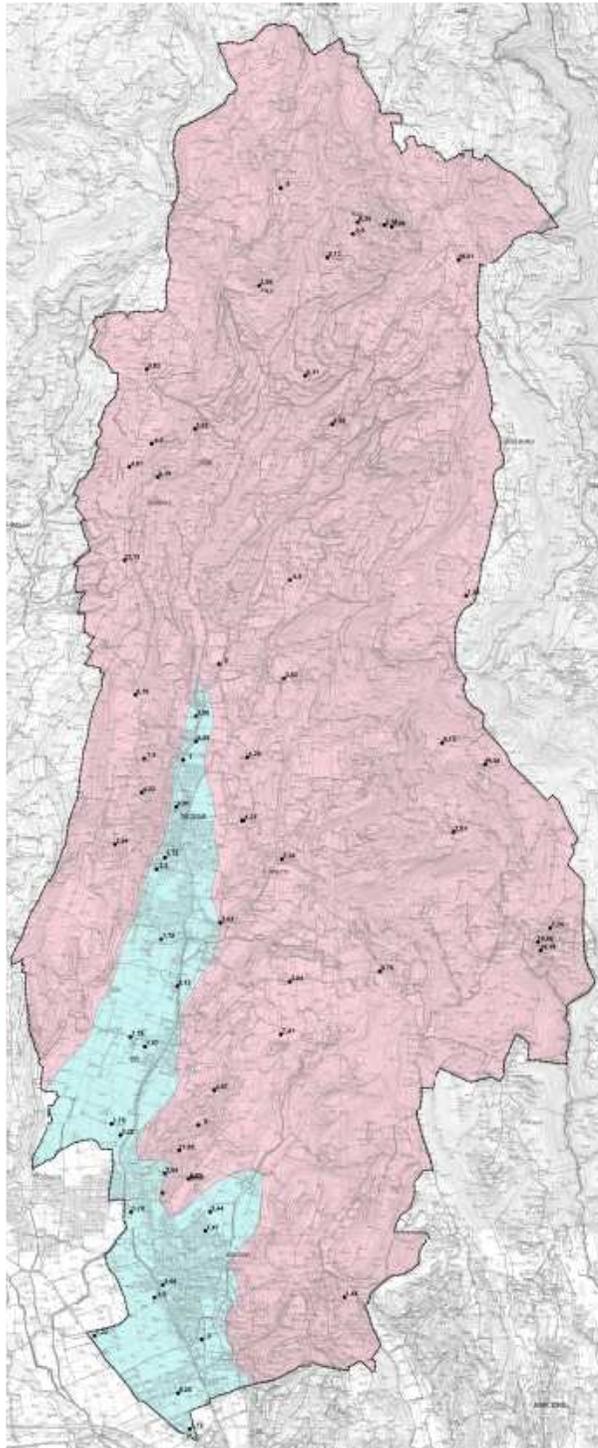
Zona di fondovalle = 1,22 e 3,56 Hz,

Zona collinare = 1,34 e 19,81 Hz.

DOPPIA RISONANZA

freq. naturale edificio \approx freq. fondamentale di risonanza del sito

**RAPPRESENTA UNA DELLE PIU' IMPORTANTI INDAGINI
PER FAR FRONTE AI DANNI CAUSABILI DAL SISMA**



Edificio strategico: SCUOLA ELEMENTARE c/o il Capoluogo

Misura strutturale	
Progressivo	Ts1
Latitudine WGS84	45.53350° N
Longitudine WGS84	10.93941° E
Quota p.c. slm	224 m
Frequenza di risonanza sito	2,91 Hz (range 0,0 - 20 Hz)
Condizione di amplificazione	Si
Anno di misura	2011

