



Napoli, 26 Luglio 1805

PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO E VULCANICO: I COMPITI DELLA POLITICA
E IL RUOLO DEGLI SCIENZIATI

Scenari NDSHA per una progettazione antisismica sicura

C. Nunziata

con il prezioso contributo di molti altri...

*Dip. Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Università di Napoli Federico II
International Seismic Safety Organization (ISSO)*

www.ogsism.unina.it

Una strategia efficace per la **mitigazione del rischio sismico** dipende sostanzialmente da tre fattori:

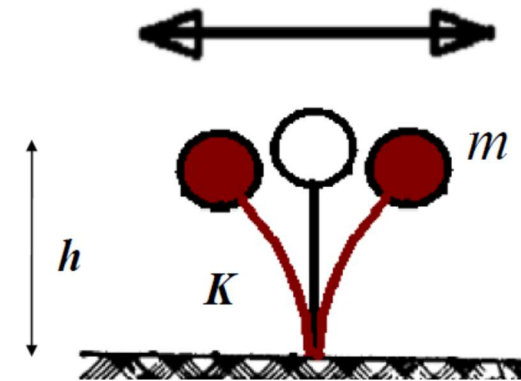
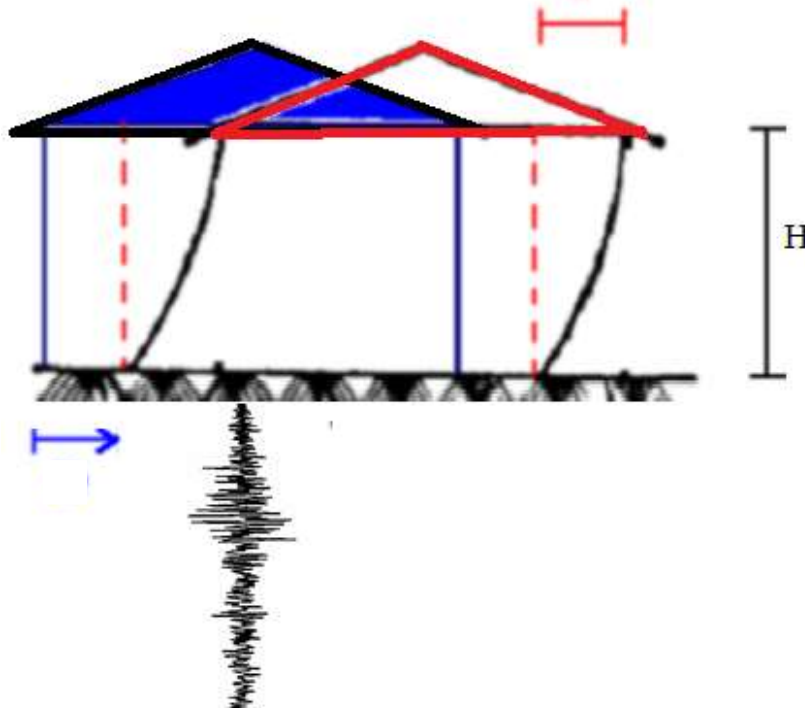
la stima adeguata della pericolosità sismica, ossia la descrizione realistica dei terremoti attesi e degli effetti legati alla propagazione delle onde sismiche;

la valutazione della vulnerabilità delle strutture ed infrastrutture presenti nella regione in esame in funzione delle loro caratteristiche tecnico-strutturali e del moto del suolo atteso nell'eventualità di un forte terremoto;

la valutazione dell'esposizione di tali strutture ed infrastrutture (cioè del loro “valore”, tenendo conto dei contenuti in termini sia di vite umane che di oggetti).

Cosa accade durante un terremoto?

Il palazzo (pendolo capovolto) è sottoposto ad una oscillazione alle fondazioni. Lo scuotimento del palazzo è la risposta di un filtro (periodo proprio della struttura) ad un input sismico. Se conosco l'input, posso definire l'oscillazione del palazzo e intervenire sulla struttura per ridurre l'ampiezza delle oscillazioni.



Quando H è minore di 40m e la massa è uniformemente distribuita il periodo proprio è

$$T \approx CH^{3/4} \approx N/10$$

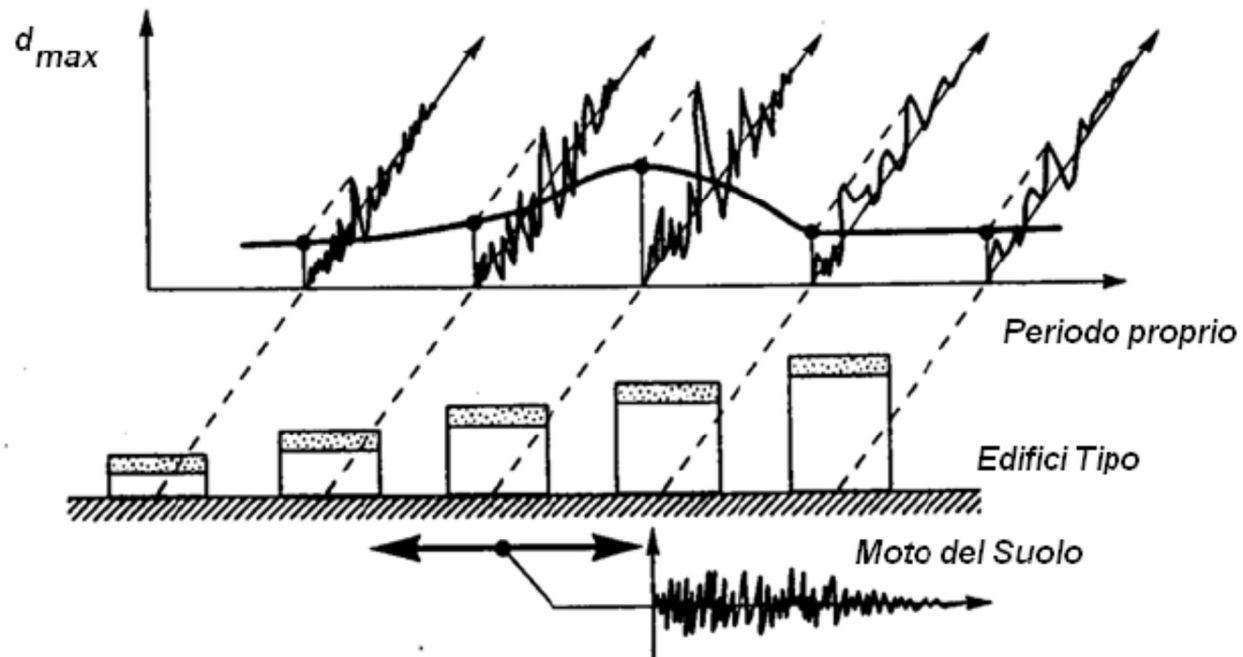
$C=0.085$ telaio in acciaio

$C=0.075$ telaio in calcestruzzo armato

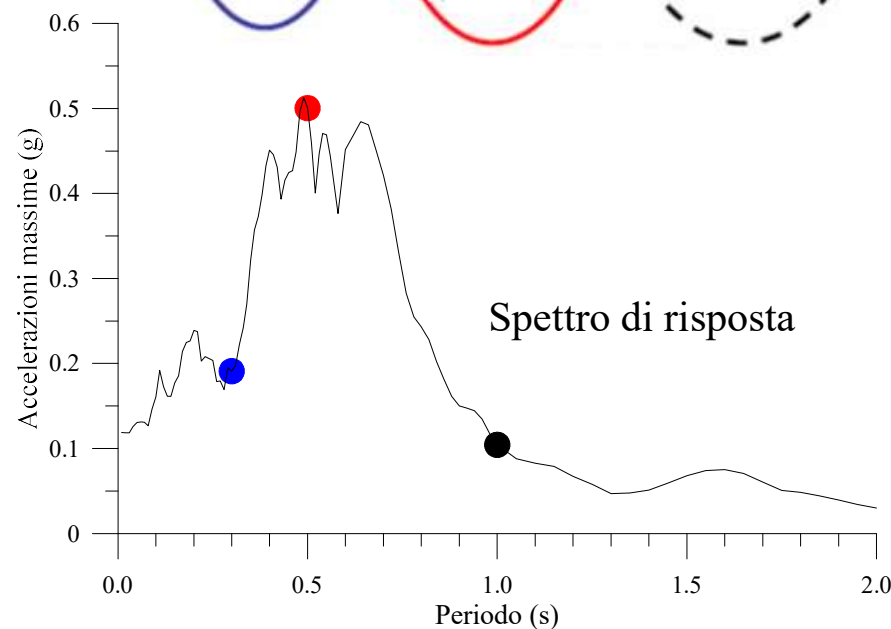
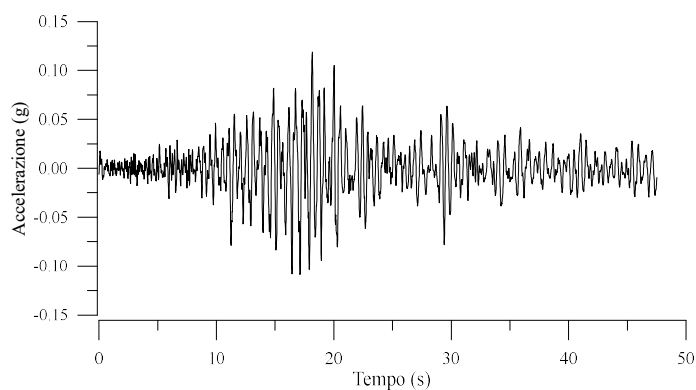
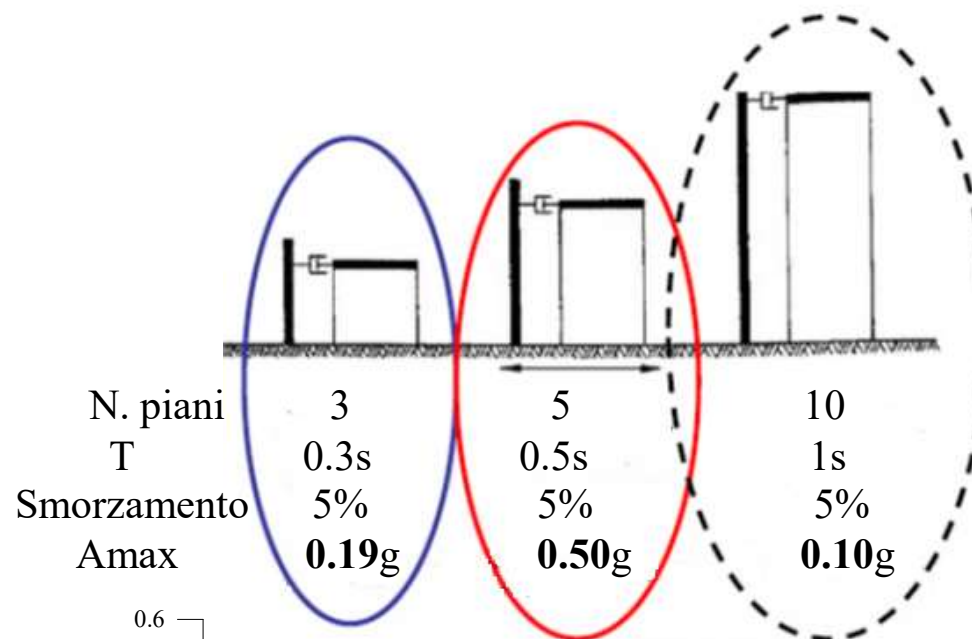
$C=0.050$ strutture in muratura

Quando il periodo predominante dello scuotimento alle fondazioni è uguale a quello proprio della struttura l'ampiezza dello scuotimento è massima (risonanza)

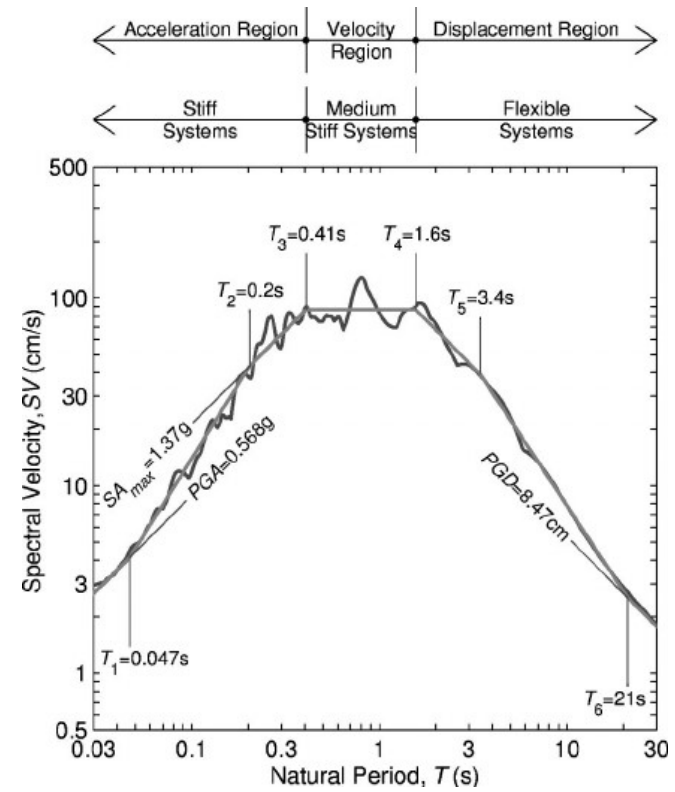
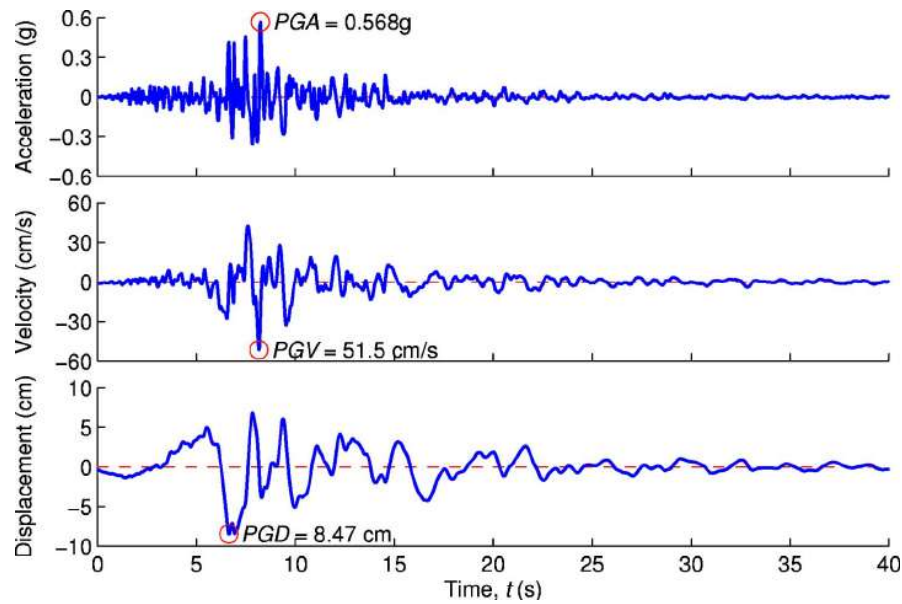
Lo spettro di risposta descrive la **massima** risposta di un edificio ad un particolare input sismico al suolo in funzione del periodo proprio e dello smorzamento (materiale di costruzione).



Lo spettro di risposta consente al progettista di sostituire, nel calcolo delle azioni sismiche, una sola forza costante applicata al baricentro al posto delle numerose forze variabili nel tempo cui in realtà sono soggette le singole parti del fabbricato.



Parametri importanti di un terremoto: PGA, PGV, PGD; durata; contenuto in frequenze



LEZIONE DA UN TERREMOTO

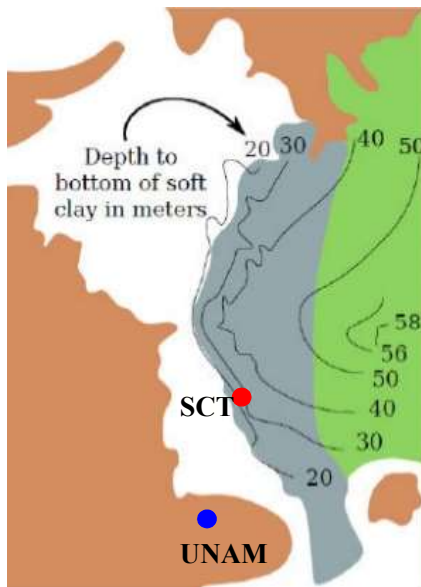
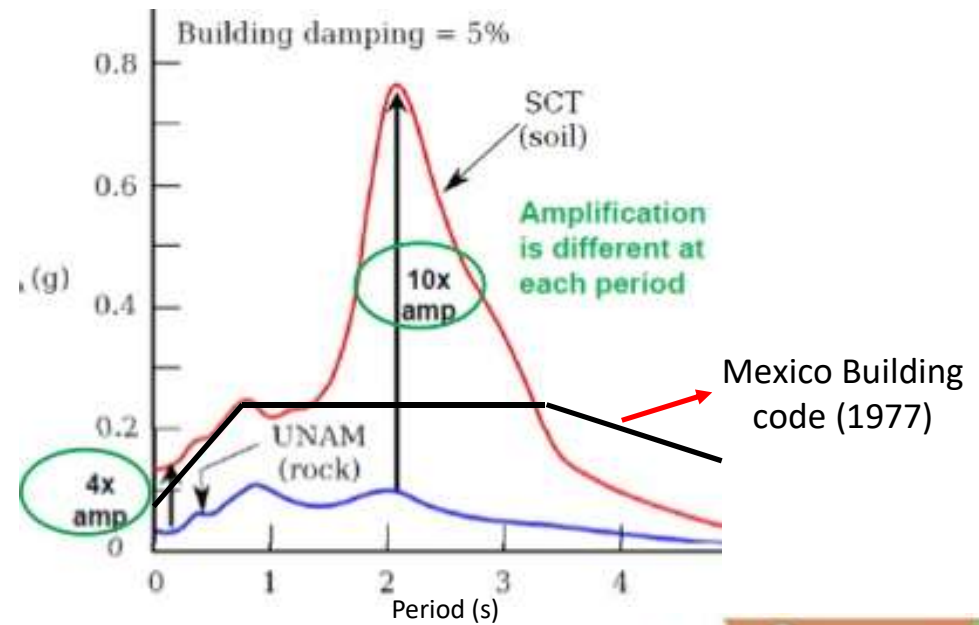
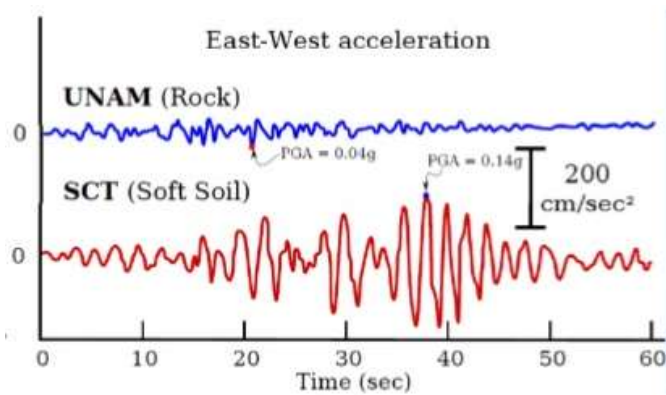


Terremoto Messico 1985 (M=8.1)

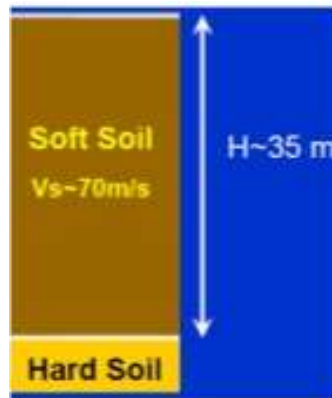
Danni moderati vicino all'epicentro,
danni estesi a Città del Messico,
distante 350-360 km.

Oltre 10.000 vittime



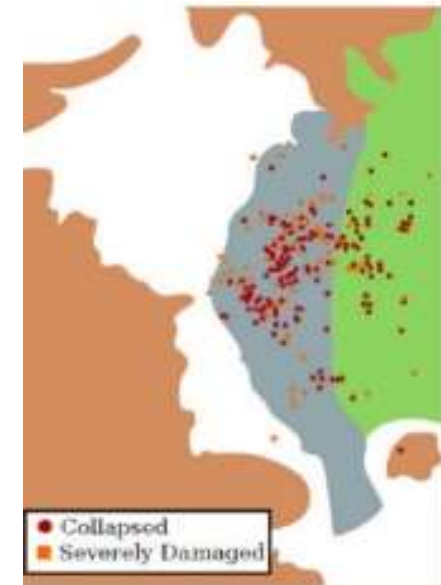


$$T_s = 4H/V_s \approx 2 \text{ s}$$

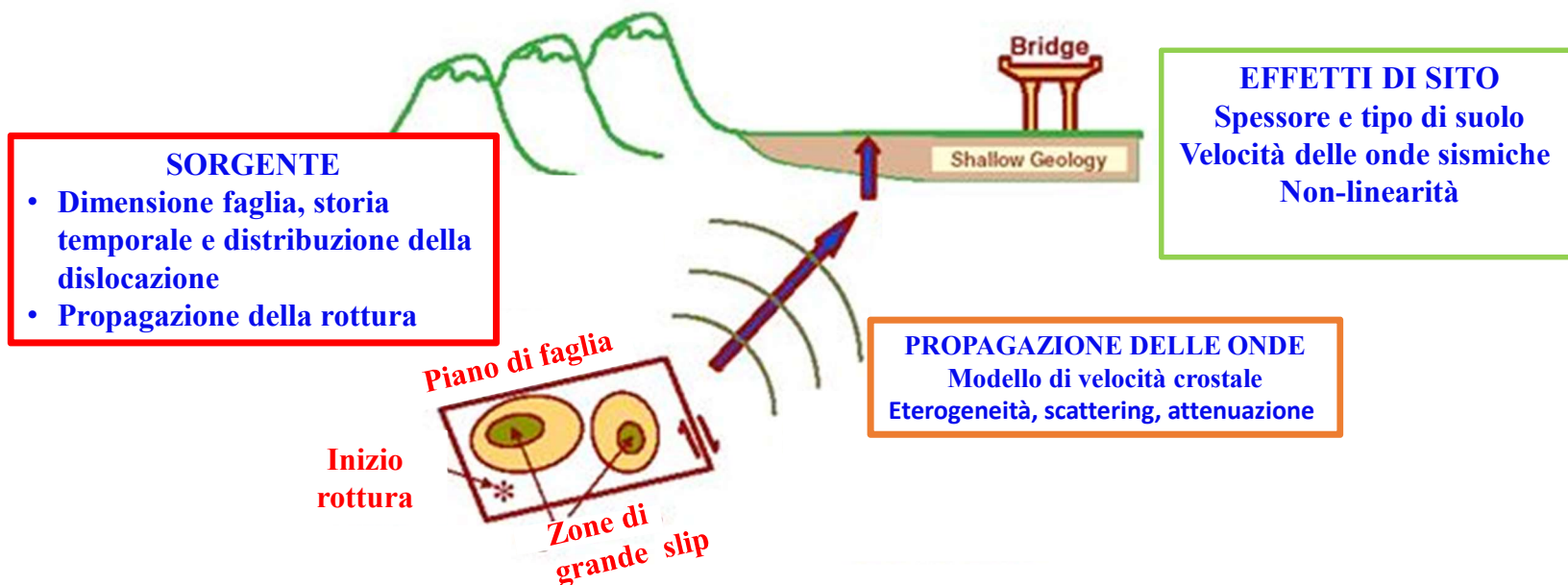
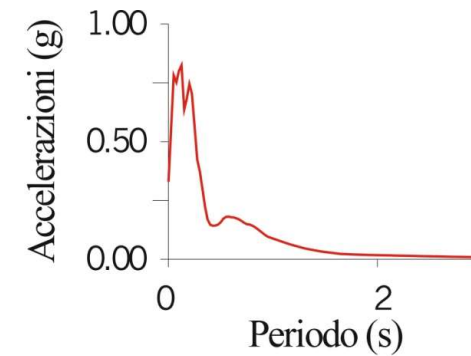
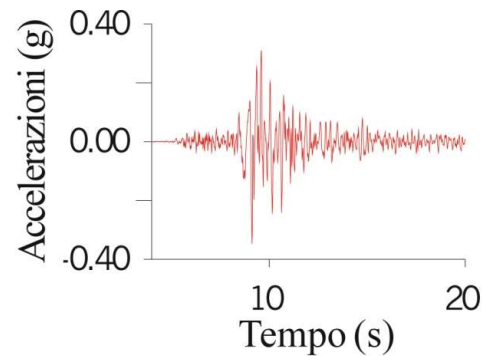


Estesi danni
a palazzi alti $T \approx 2 \text{ s}$

Tragico caso di risonanza



Zonazione sismica è la stima del moto al suolo (input alle fondazioni)

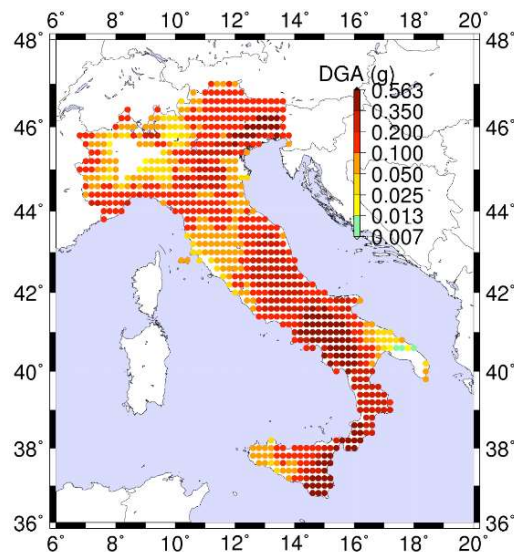


STIMA NEO-DETERMINISTICA DI SCENARI DI PERICOLOSITA' (metodo NDSHA Panza et al., 2001; 2012)

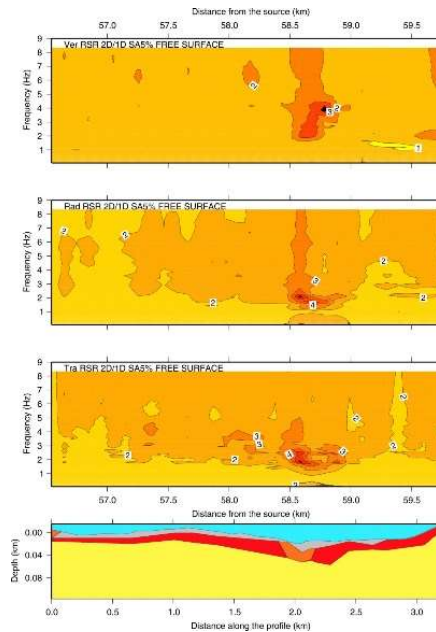
Il metodo NDSHA (Neo-Deterministic Seismic Hazard Analysis) è basato sulla modellazione fisica della generazione e della propagazione delle onde sismiche.

Calcola sismogrammi realistici associati ad un ampio insieme di potenziali terremoti, che condizionano la pericolosità dell'area studiata.

- Scala nazionale



- Scala locale



Terremoti di
scenario

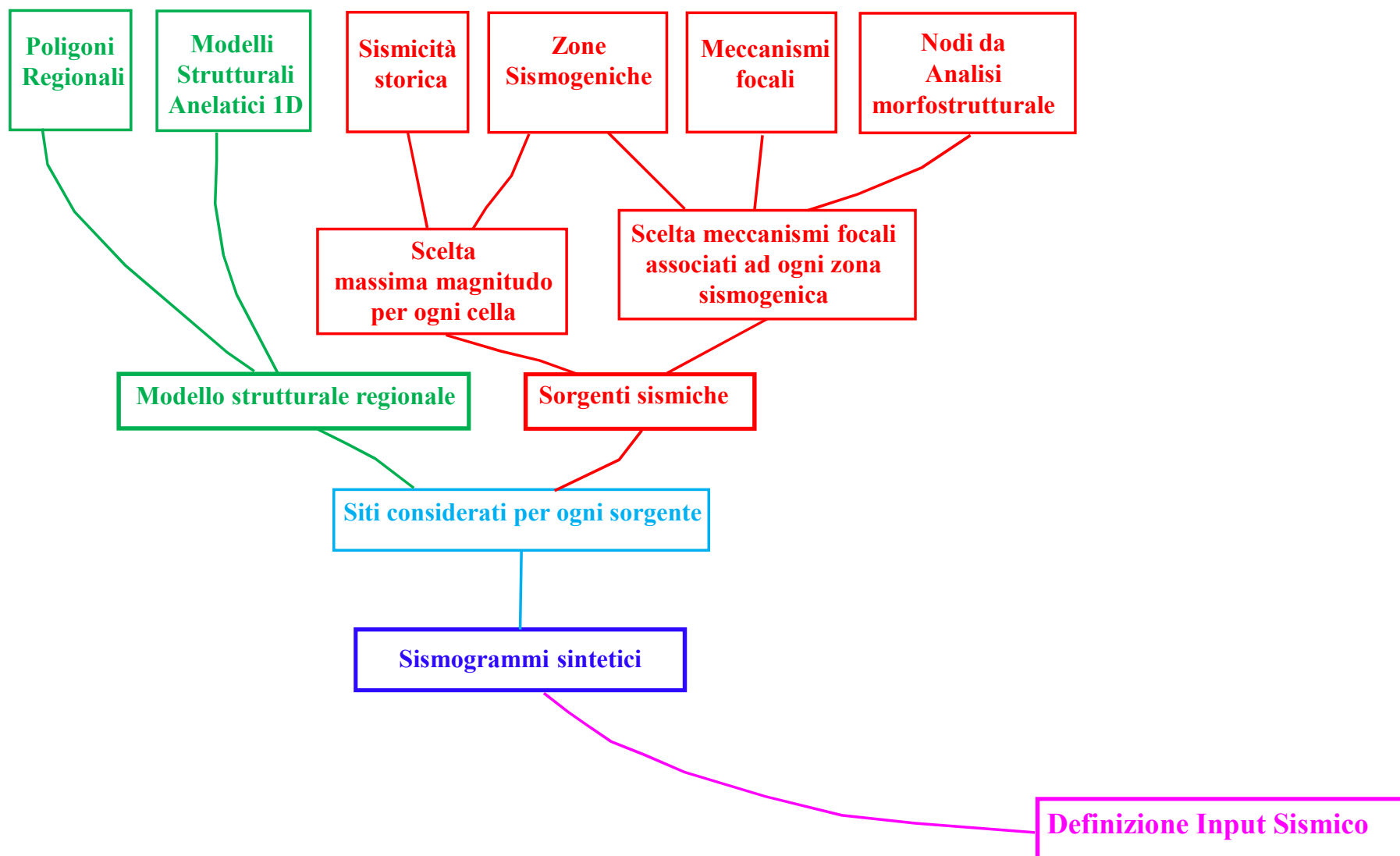


Sismogrammi
sintetici

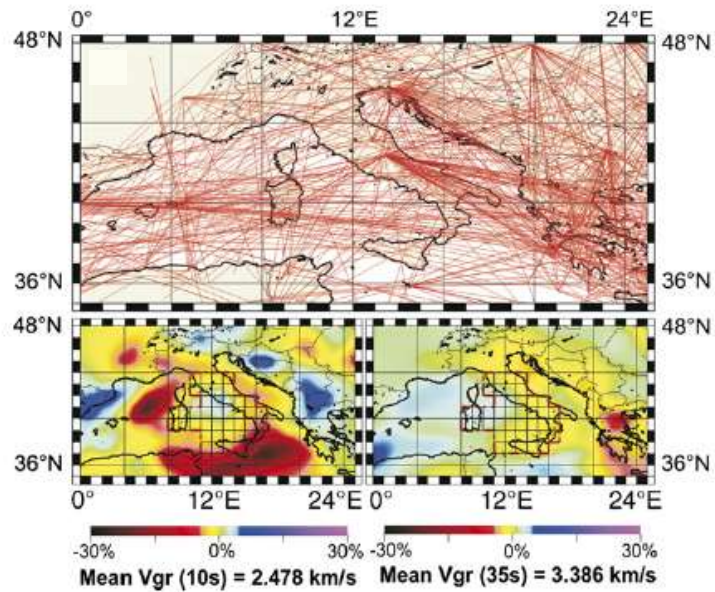


Mappe di
pericolosità

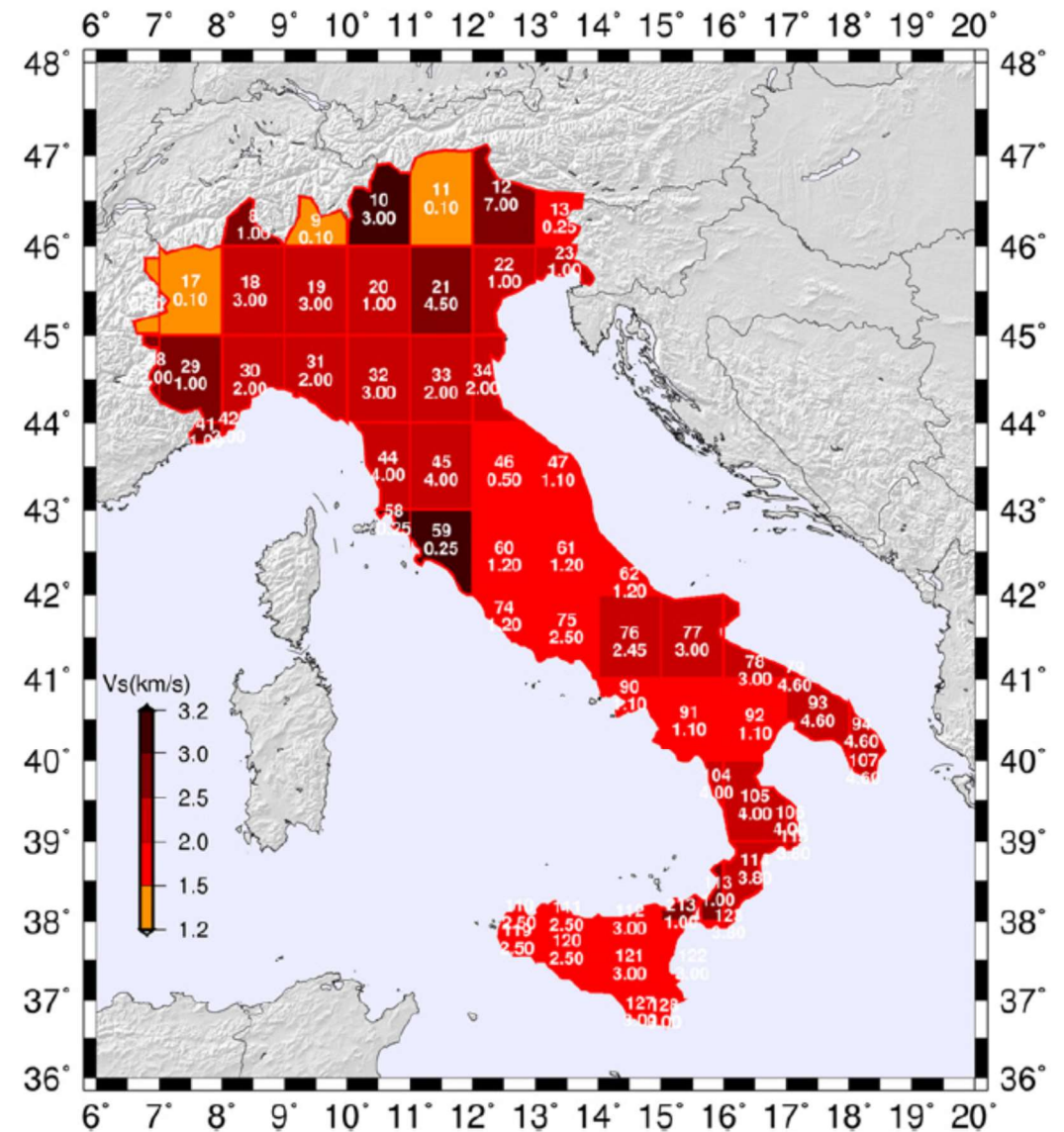
Scala Nazionale – Diagramma di flusso



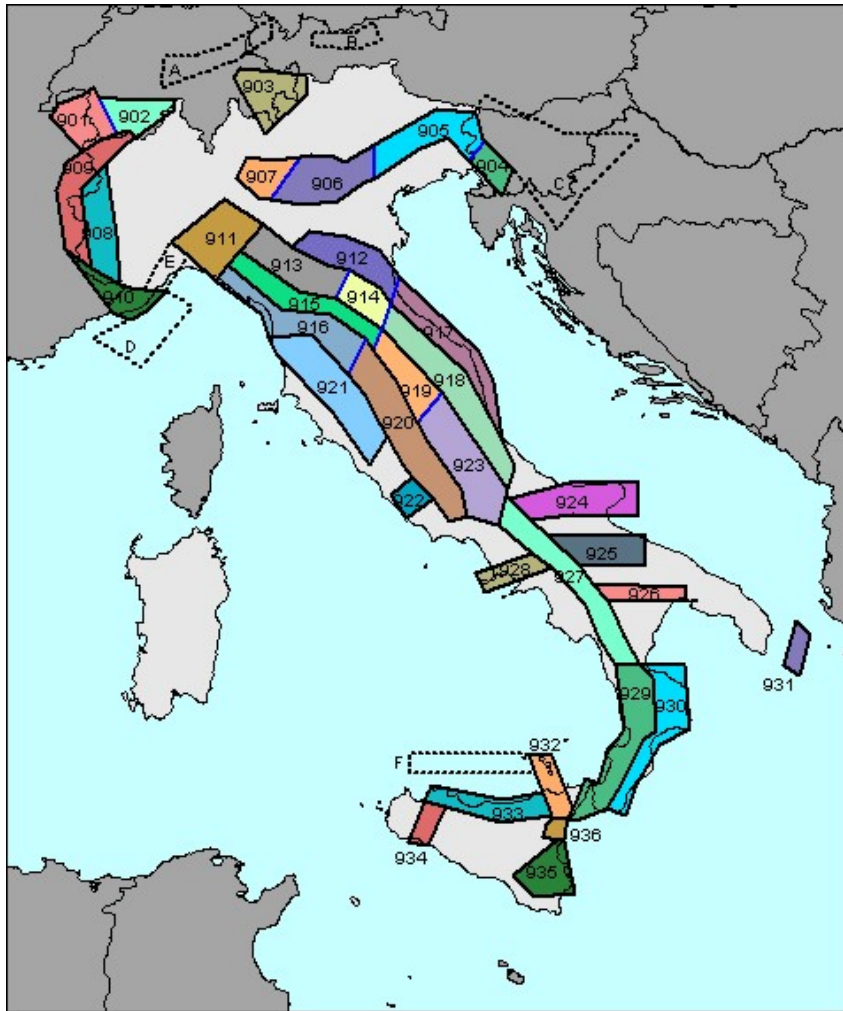
Modello strutturale regionale



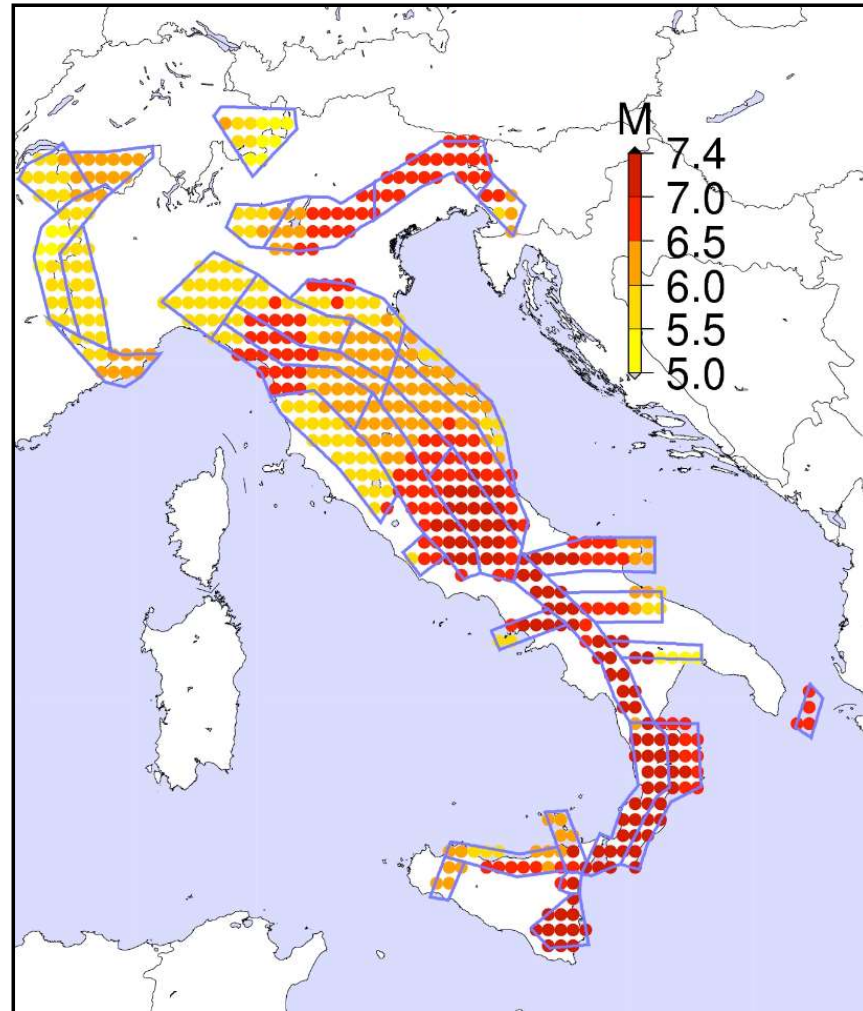
H	ρ	V_P	V_S	Q_P	Q_S
1.2	2.30	2.70	1.55	440	200
0.8	2.50	3.70	2.13	418	190
1.5	2.60	5.35	3.10	418	190
12.0	2.75	5.70	3.30	330	150
20.0	2.80	6.40	3.70	198	90
60.0	3.30	7.90	4.40	176	80
60.0	3.30	8.00	4.35	176	80
110.0	3.30	8.70	4.60	220	100
84.5	3.60	8.95	4.75	330	150



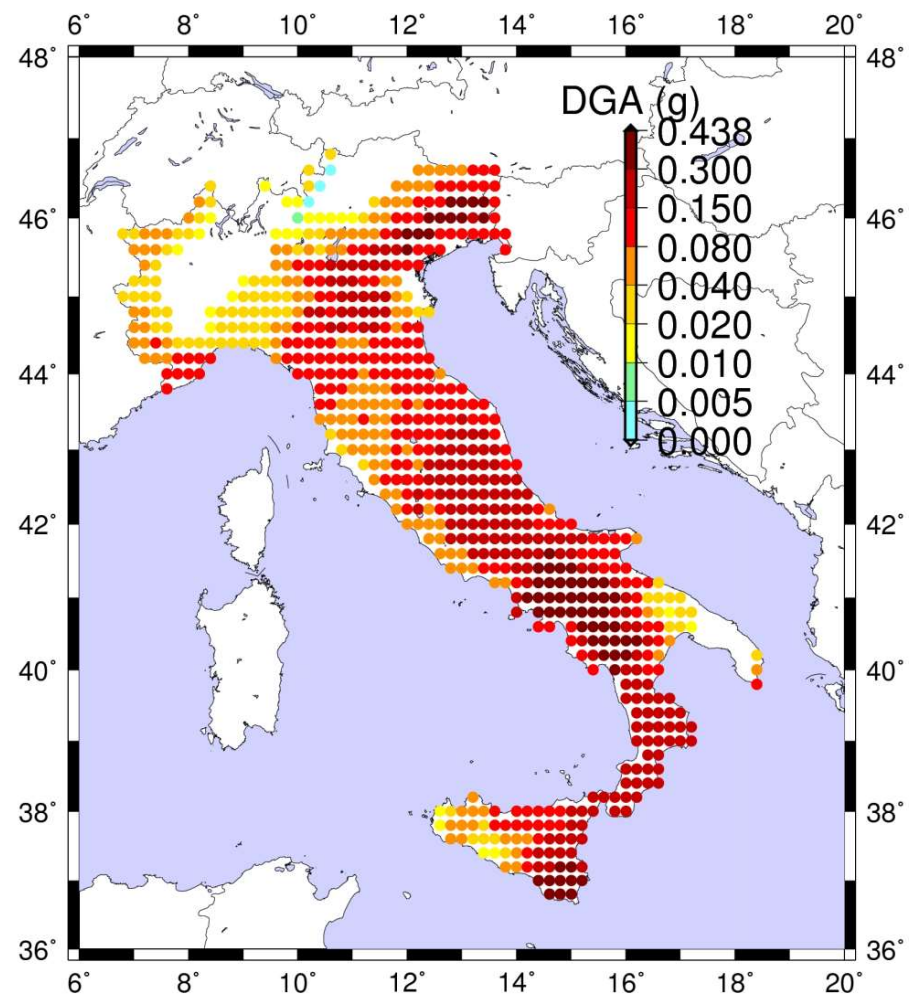
Sorgenti sismiche



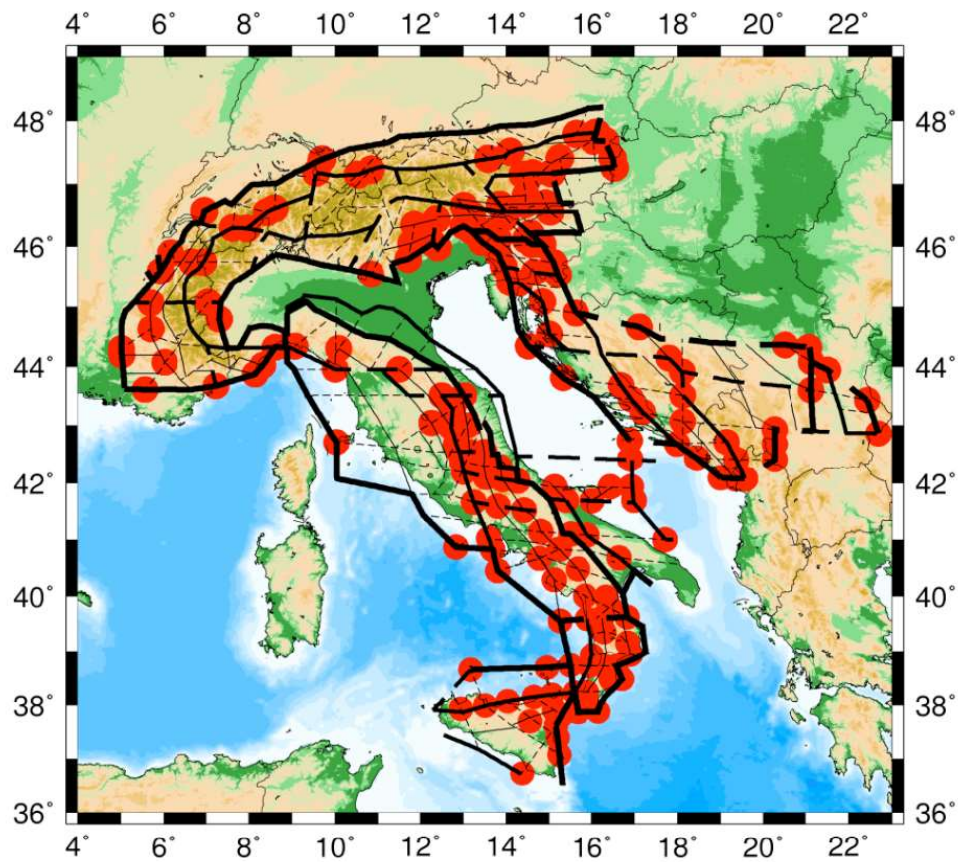
Zone sismogenetiche ZS9
(Meletti and Valensise, 2004)



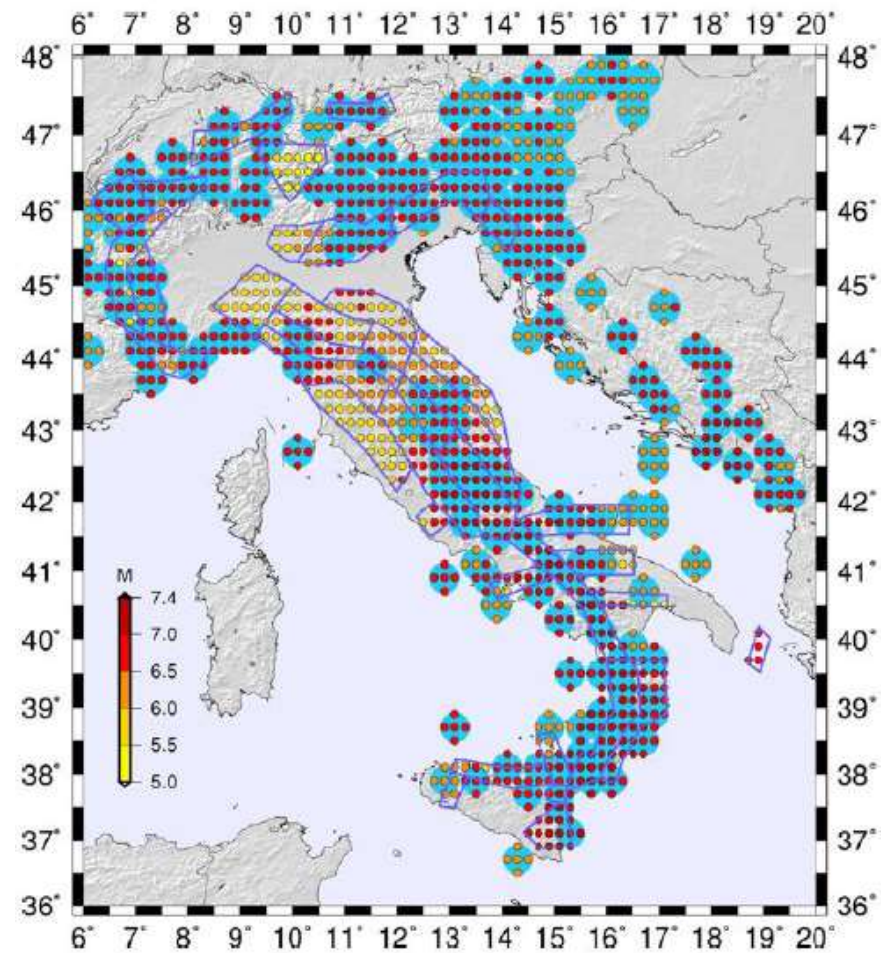
Sorgenti sismiche dal catalogo CPTI04 della
sismicità storica (Gasperini et al., 2004)



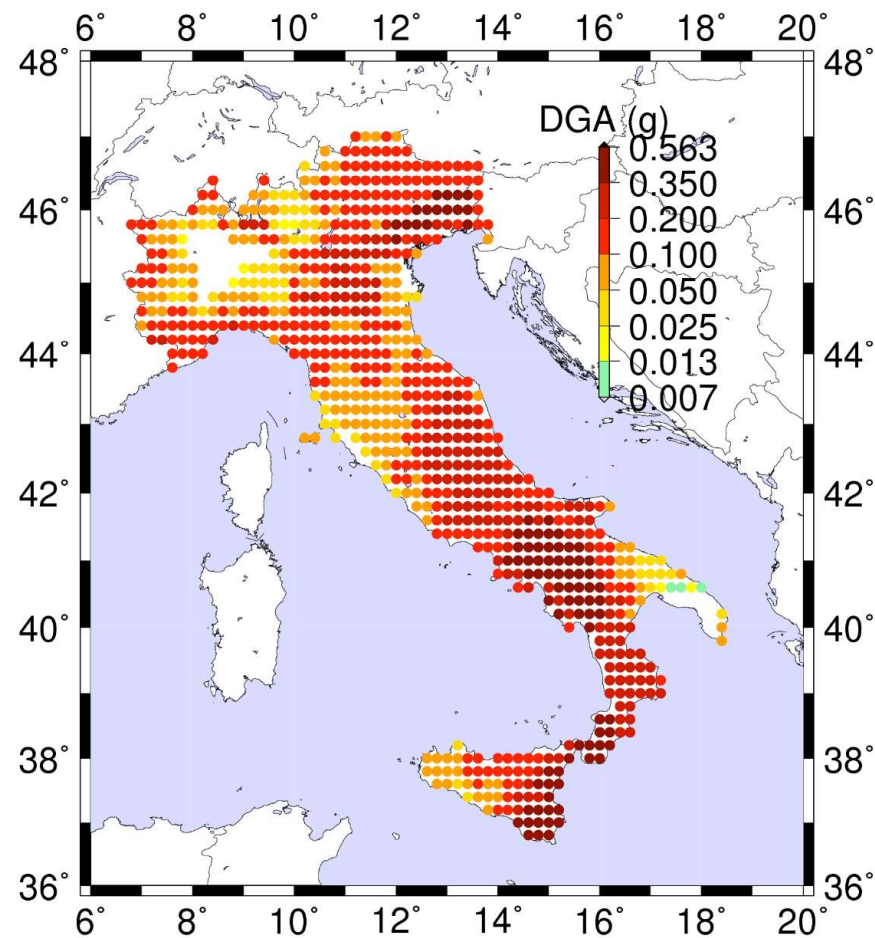
Mappa delle accelerazioni di progetto
(Design Ground Acceleration)



Mappa morfostrutturale d'Italia
(Gorshkov et al., 2002; 2004). I cerchi rappresentano
i nodi in cui si possono verificare terremoti $M \geq 6$.



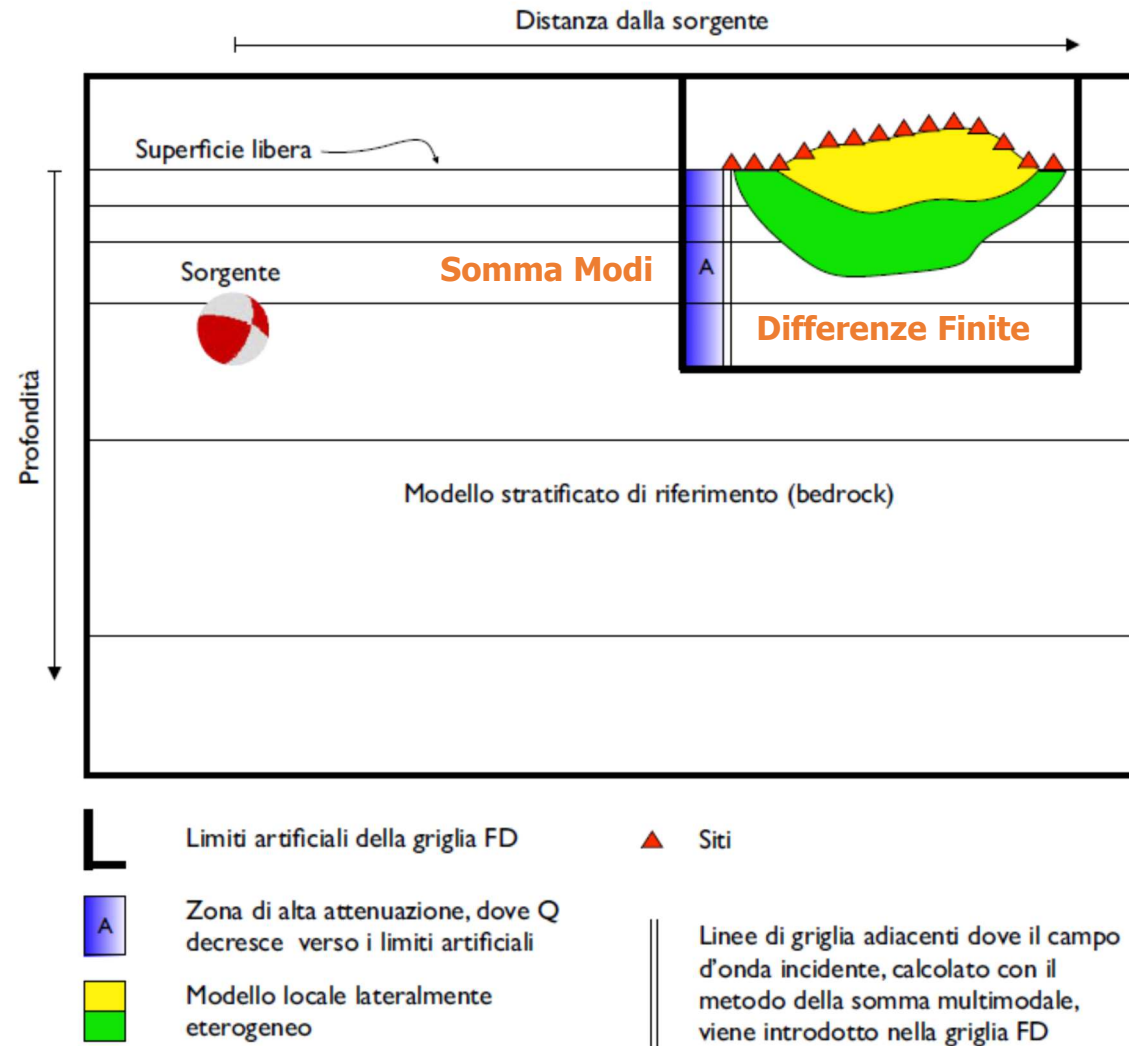
Mappa delle sorgenti sismiche in Italia
(Panza et al., 2012). Le aree azzurre rappresentano
i nodi sismogenetici.



Mappa delle accelerazioni di progetto considerando sia le zone sismogenetiche (Meletti and Valensise, 2004) sia i nodi sismogenici (Gorshkov et al., 2002; 2004).

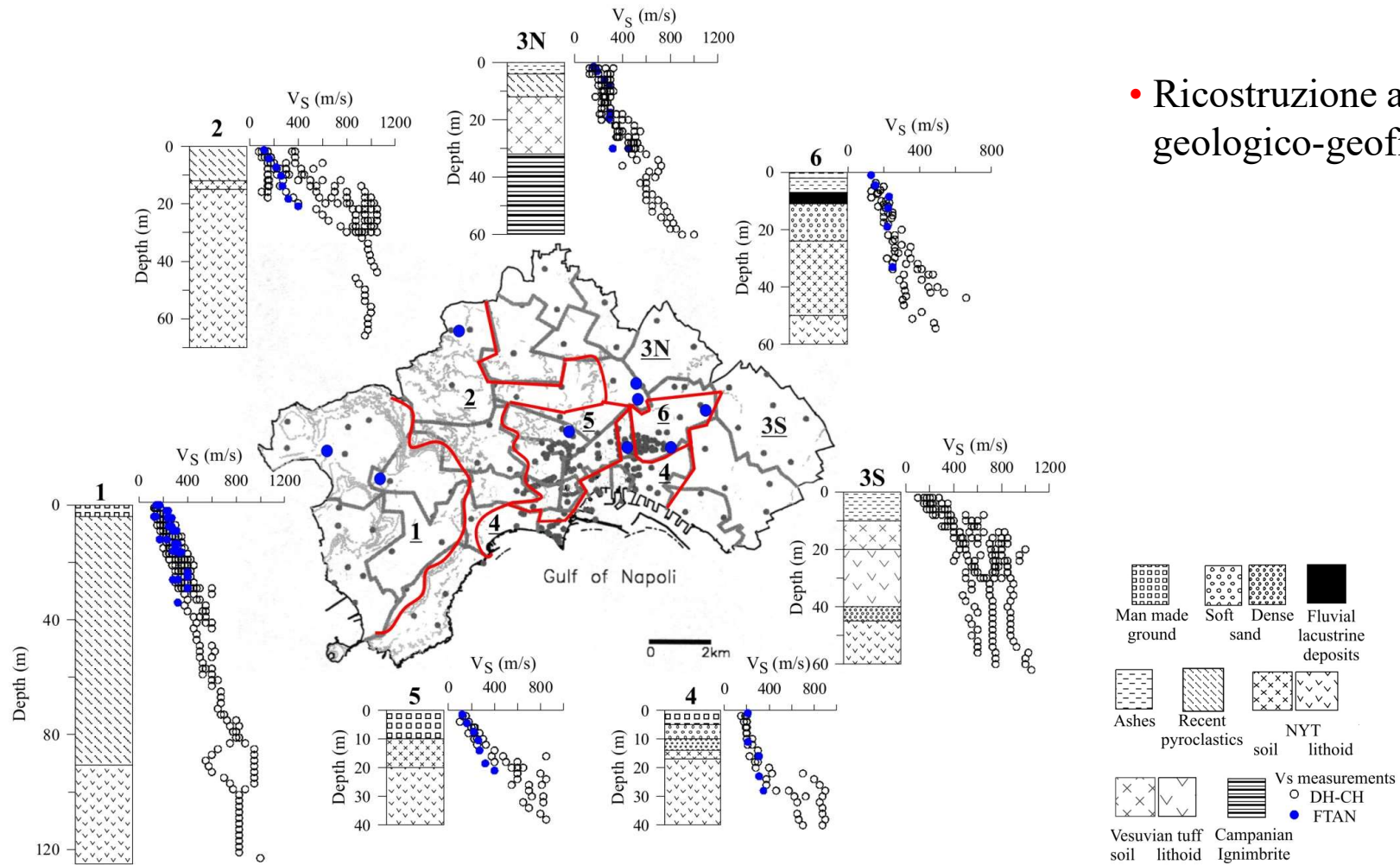
Scala locale (Microzonazione)

- 3D (La Mura et al., 2010)



ESEMPIO: Microzonazione sismica di Napoli

Progetti UNESCO-IUGS-IGCP *Seismic Ground Motion in Large Urban Areas*; PON Petit-Osa, SNECS, METRICS

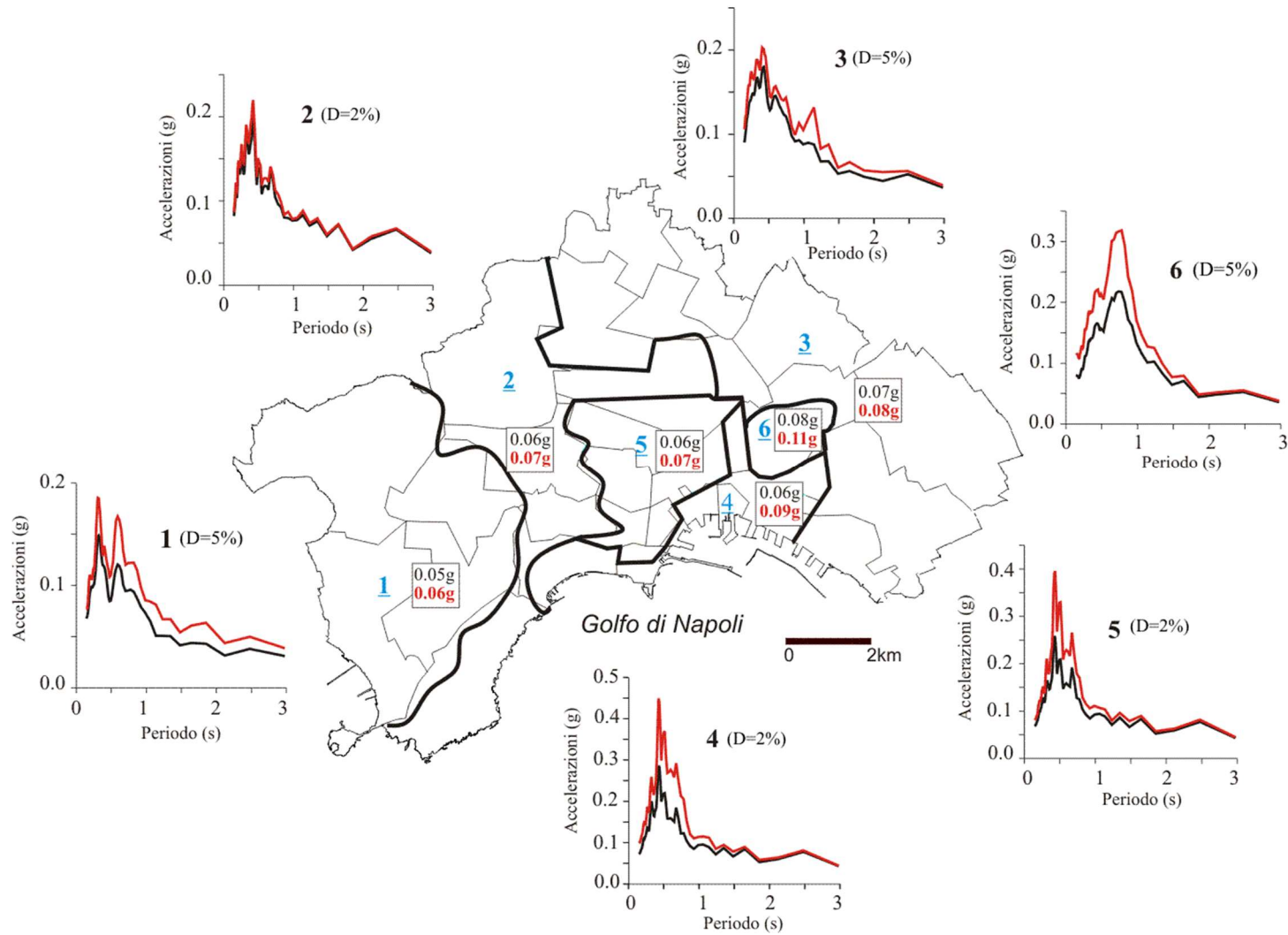


- Ricostruzione assetto geologico-geofisico

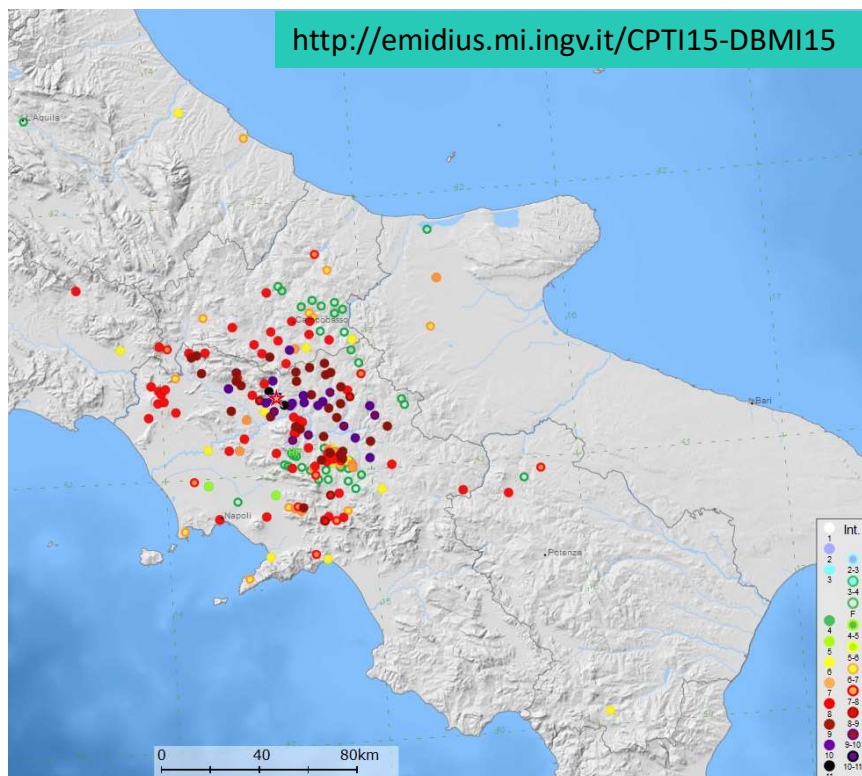
Nunziata et al., 2004

Terremoto 23 Novembre 1980 ($M_s=6.9$)

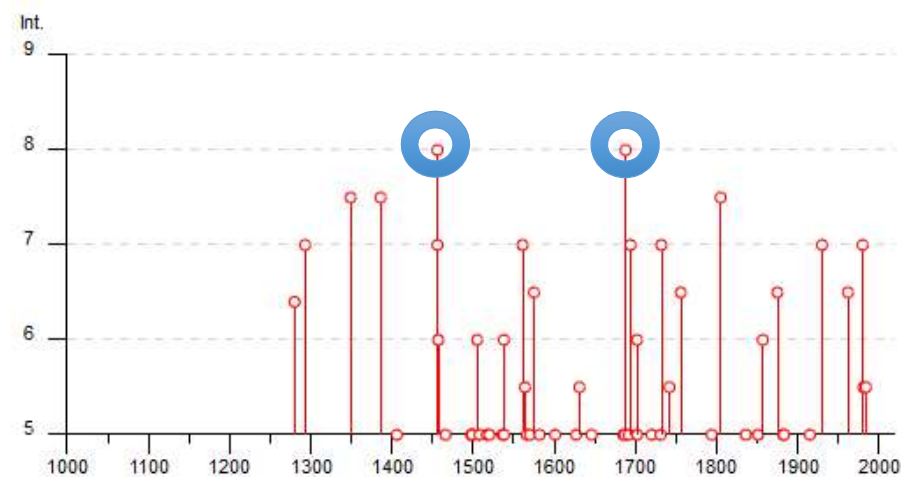
Spettri di risposta medi e massimi



TERREMOTO DI SCENARIO PER NAPOLI



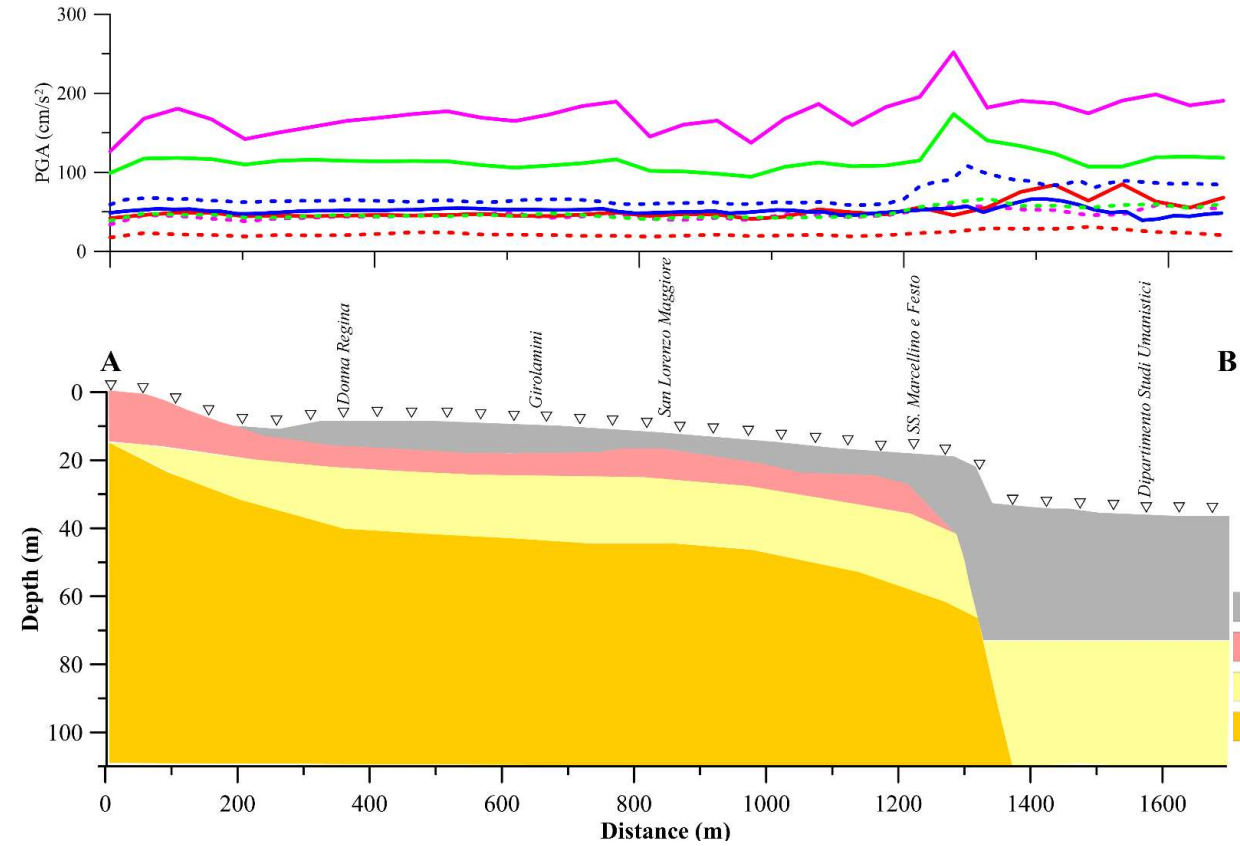
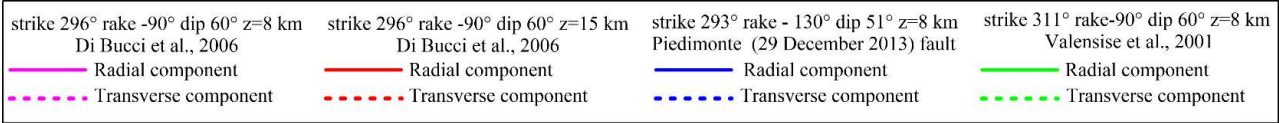
Sismicità storica
I_{max}=VIII (MCS)



MISURE DI VELOCITA' SISMICHE DI TAGLIO NEL CENTRO STORICO DI NAPOLI

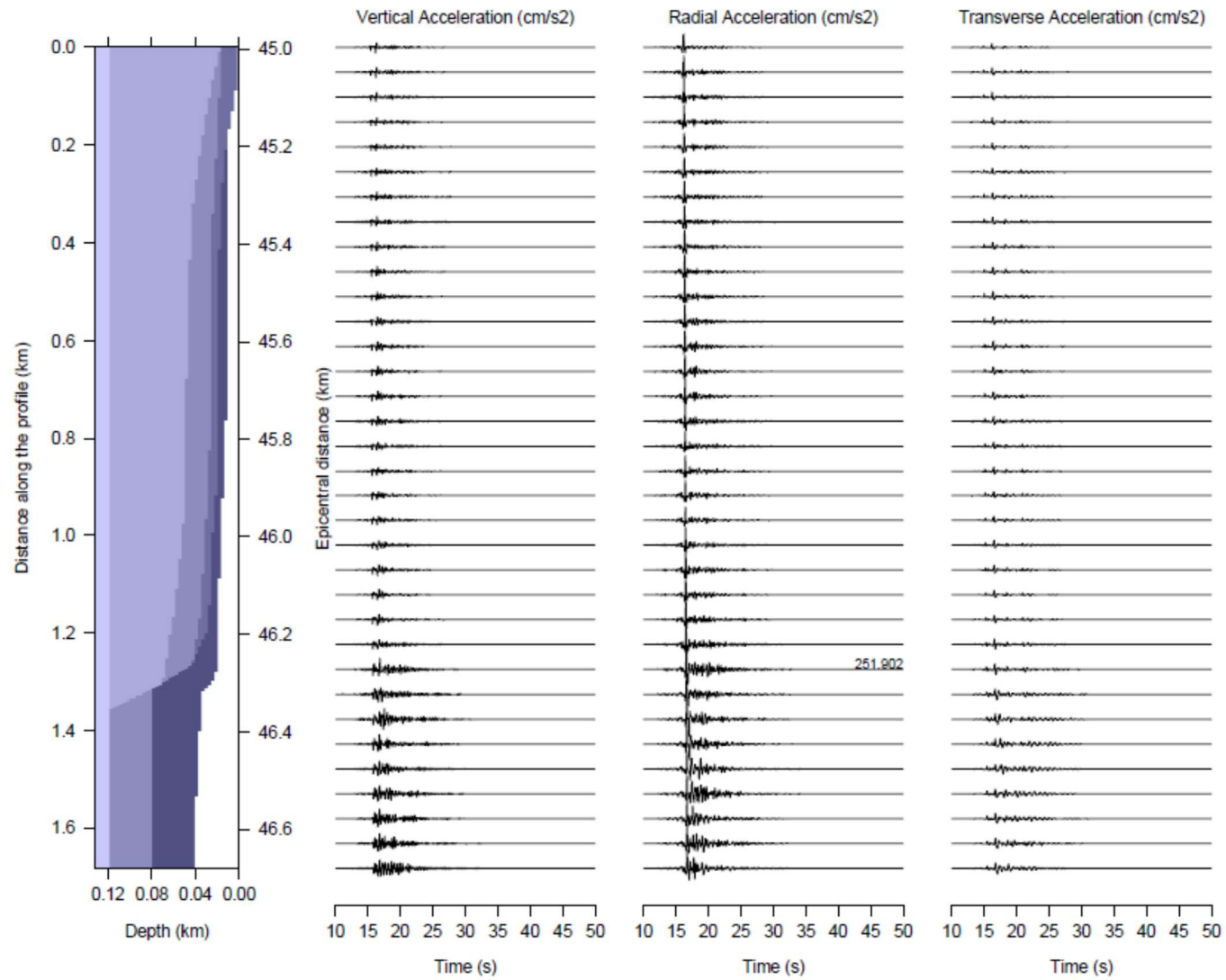


Moto al suolo per il terremoto storico del 1688 (M=7)



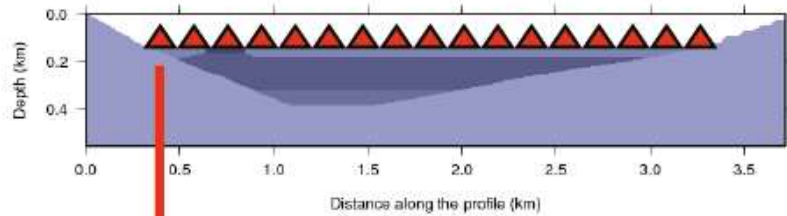
ρ (g/cm ³)	V_s (km/s)	Q_s	V_p (km/s)	Q_p
1.70	0.24	30.0	0.55	66.0
1.75	0.35	30.0	0.81	66.0
1.85	0.66	50.0	1.45	110.0
1.95	0.88	100.0	1.58	220.0

Meccanismi faglia 1688 da Di Bucci et al., 2006



Modellazione - Amplificazioni spettrali 2D/1D

Modello locale (2D)



Sismogramma 2D

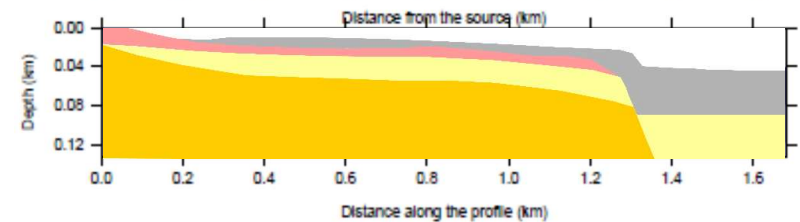
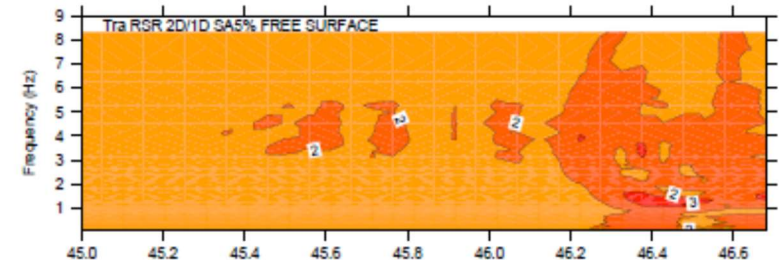
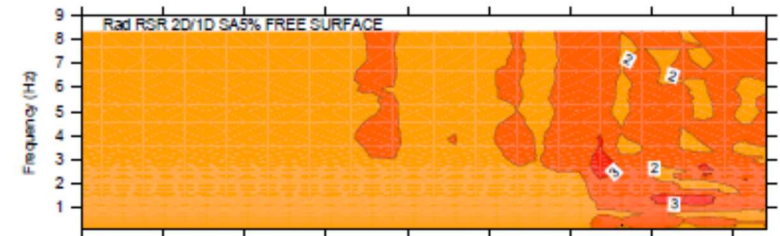
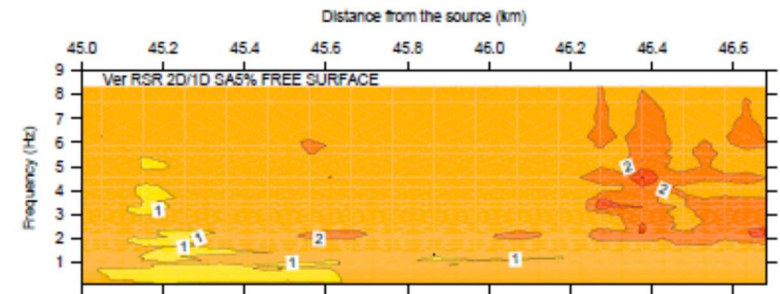
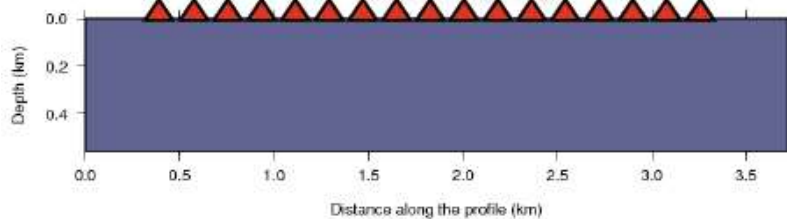
Spettro di risposta 2D

Sismogramma 1D

Spettro di risposta 1D

Rapporto spettrale
2D/1D

Bedrock (1D)



***Stima della pericolosità sismica secondo normativa NTC2008
basata sul metodo probabilistico (PSHA)***

Step 1

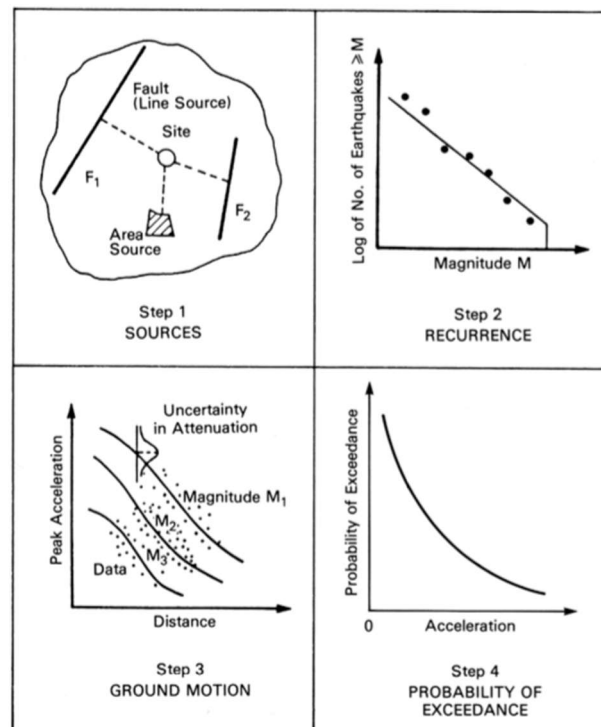
Definizione delle faglie per un sito
Stima PGA dalle intensità ipocentrali dei cataloghi
(CPTI15)

$$M_w = (0.4667 \pm 0.0191) * I_0 + (1.8267 \pm 0.1571)$$

Step 2

Legge di ricorrenza dei
terremoti Gutenberg-Richter
valida a scala globale
 $\log N = a - bM$

Step 3
Legge di attenuazione



nell'assunzione (sbagliata) che:

1. il processo che genera i terremoti sia costante nel tempo
2. le informazioni disponibili siano rappresentative di tutto quanto può succedere in futuro (completezza)
3. gli eventi siano fra loro indipendenti (poissonianità)

Step 4 !!!!

Il metodo PSHA deriva la stima del rischio sismico da Cornell (1968) in termini di **probabilità annuale** di superamento per un dato moto del suolo, in un sito.

Sfortunatamente, la probabilità annuale di superamento è stata erroneamente interpretata e impiegata come frequenza annuale o frequenza di superamento ed il suo reciproco come il periodo medio di ricorrenza (periodo di ritorno)

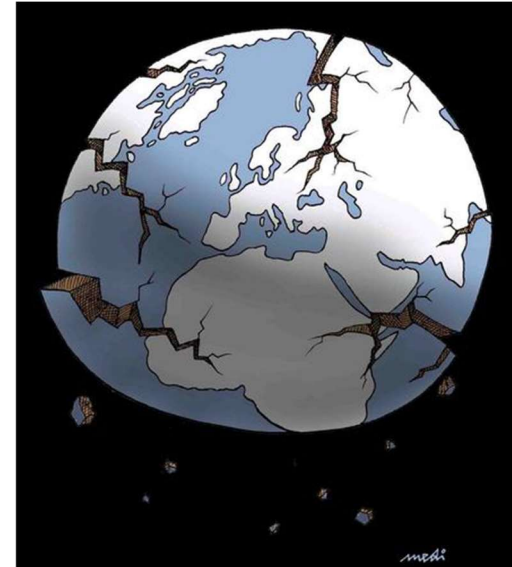
(Mc Guire 2004, 2008).

Formula Normativa - $V_R/T_R = \ln(1-P_{VR})$

Indicando la probabilità annuale di superamento con simbolo P , perché la probabilità di superamento in 50 anni di vita della struttura V_R sia minore del 10% (come richiesto dalla Ordinanza 3274/2003) la probabilità annuale P deve essere minore di 0,002104.

Il passaggio successivo di PSHA, totalmente errato e destituito di ogni fondamento, è che se il terremoto indicato ha una probabilità annuale di superamento pari a 0,002104, allora il suo periodo di ritorno deve essere $(1/0,002104)$ anni, ovvero circa 475 anni. L'errore è simile a quello commesso da chi, stabilito che la probabilità di uscita del 3 con un lancio di dado è $1/6$, volesse concludere che il 3 ritorna ogni 6 lanci.

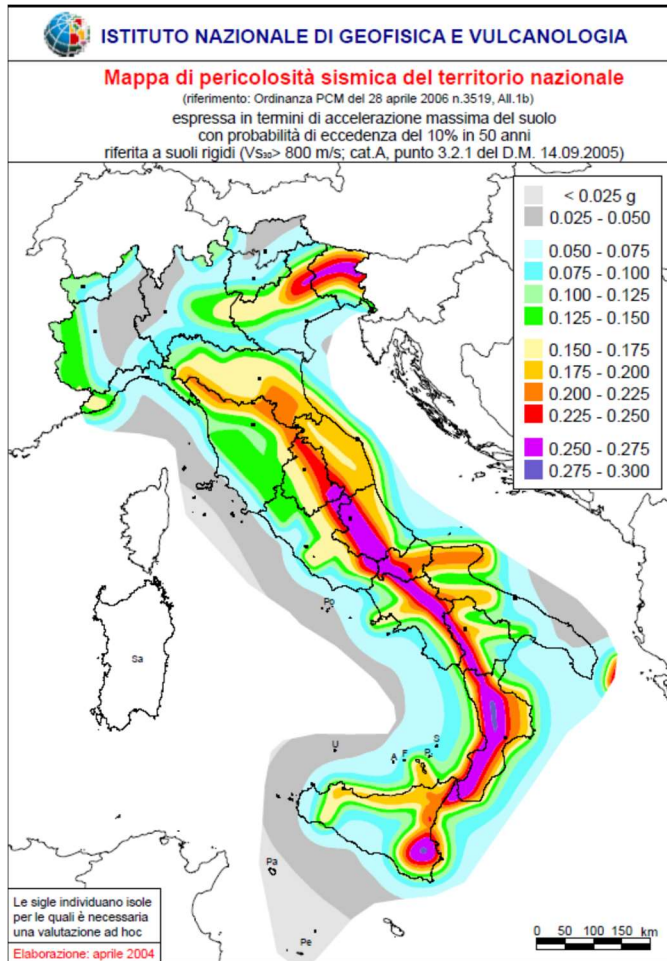
Uno dei limiti principali dell'approccio probabilistico è che, a causa del numero limitato di osservazioni, la pericolosità sismica può essere sottostimata nelle aree caratterizzate da quiescenza prolungata.



GSHAP (Global Seismic Hazard Assessment Program)

PGA(g)	Atteso	Osservato
	Con una probabilità di superamento di 10% in 50 anni (periodo di ritorno 475 anni)	
Kobe (1995)	0.40-0.48	0.7-0.8
Gujarat (2001)	0.16-0.24	0.5-0.6
Boumerdes (2003)	0.08-0.16	0.3-0.4
Bam (2003)	0.16-0.24	0.7-0.8
E-Sichuan (2008)	0.16-0.24	0.6->0.8

Normativa sismica NTC 2008

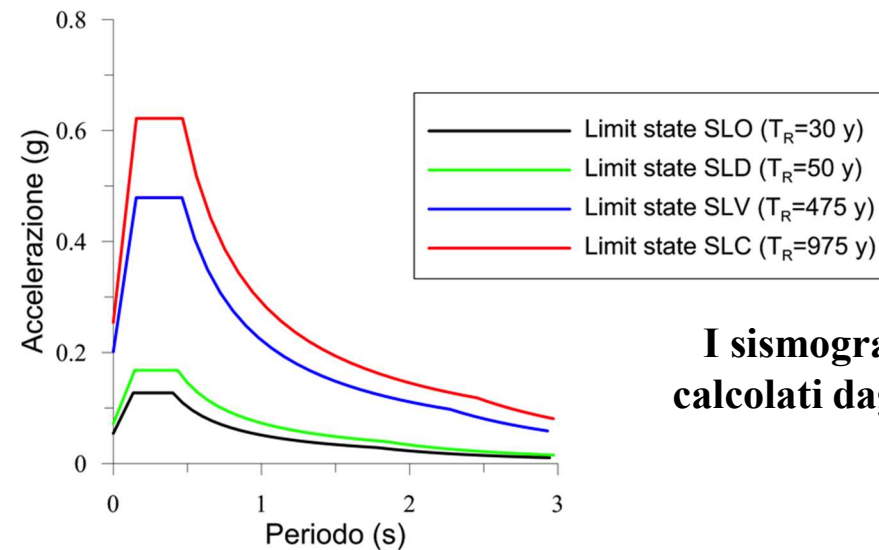


Categorie di suolo di fondazione

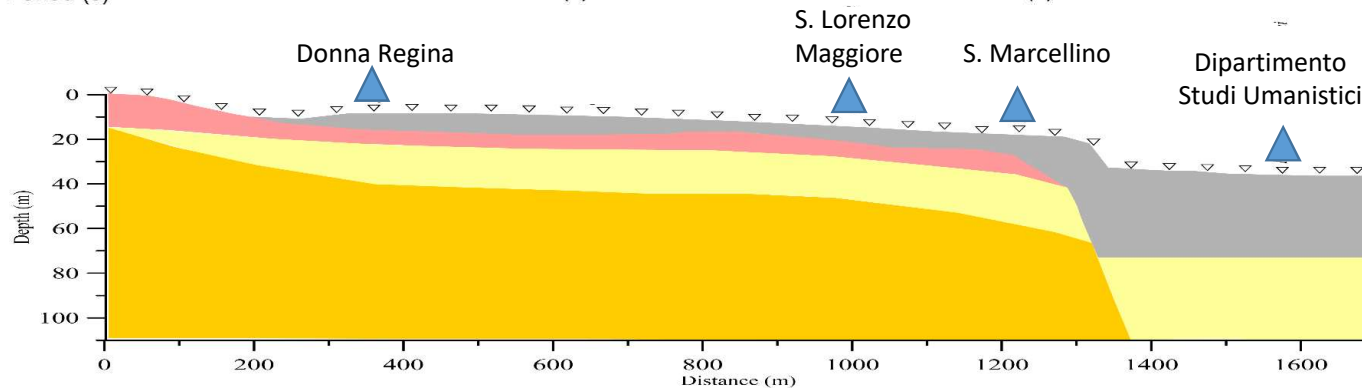
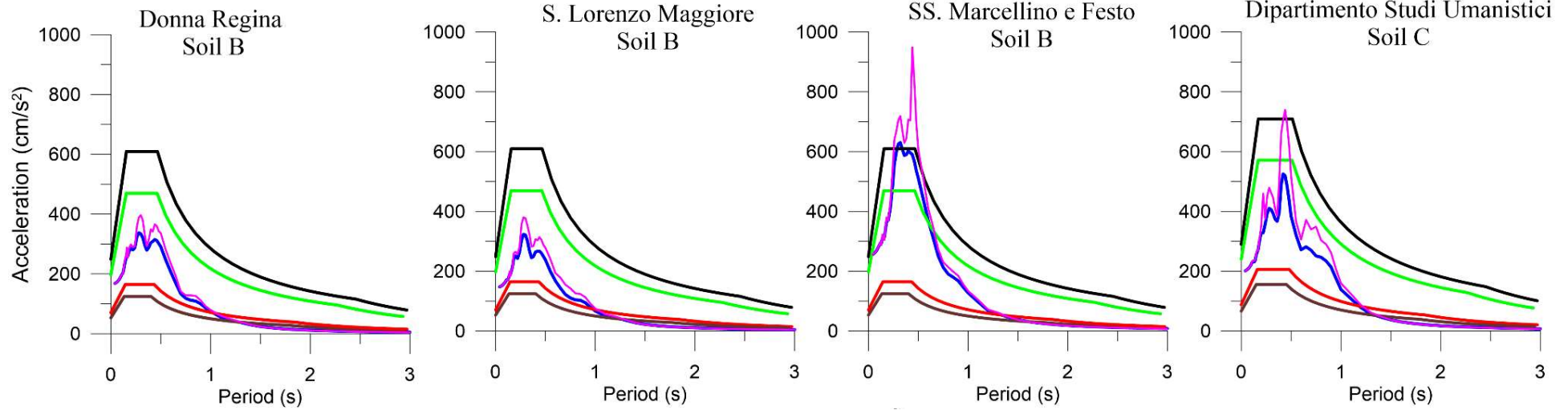
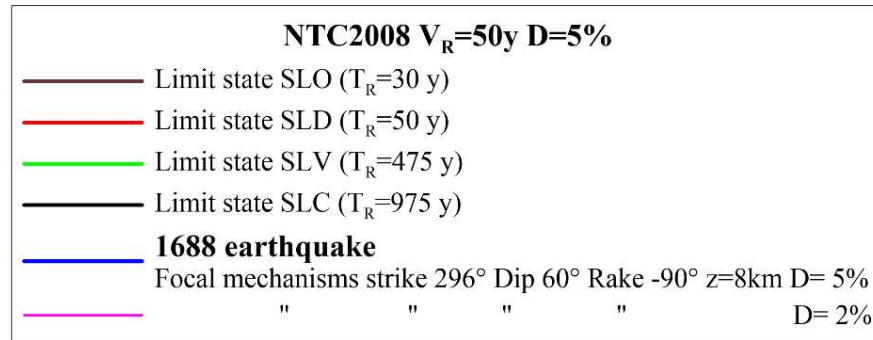
$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

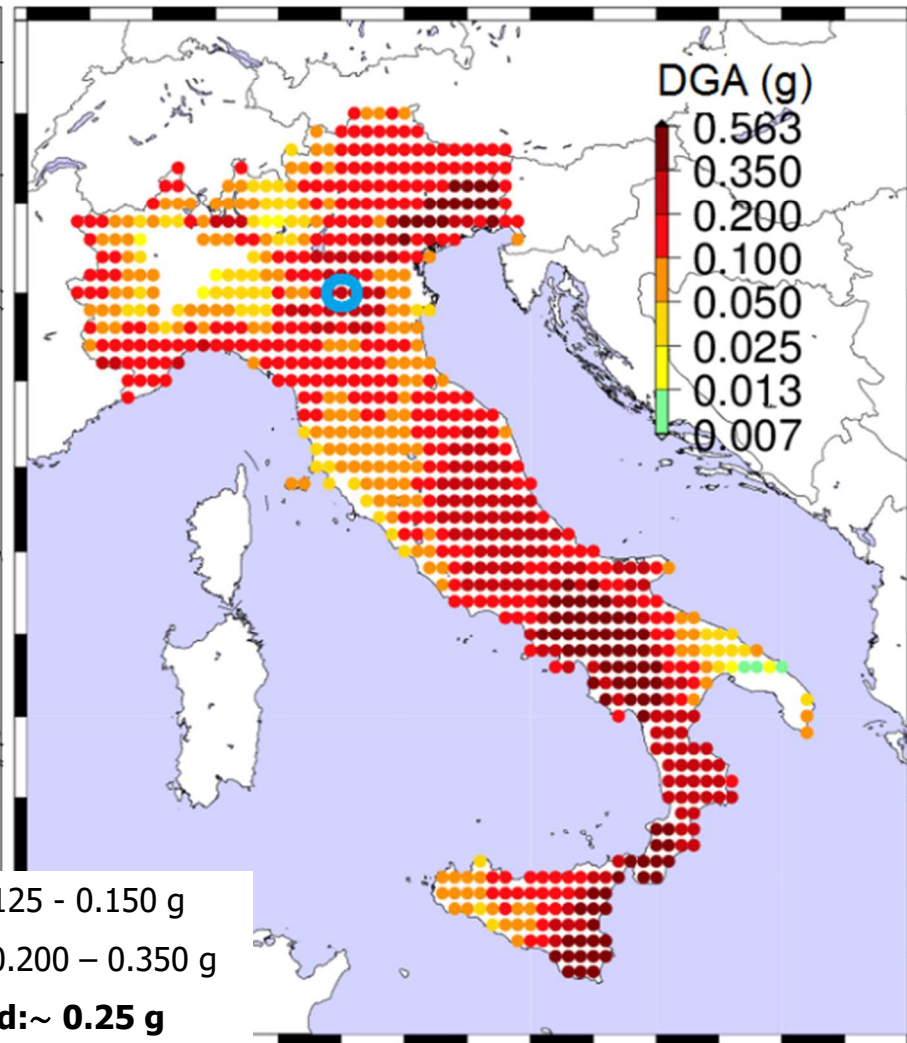
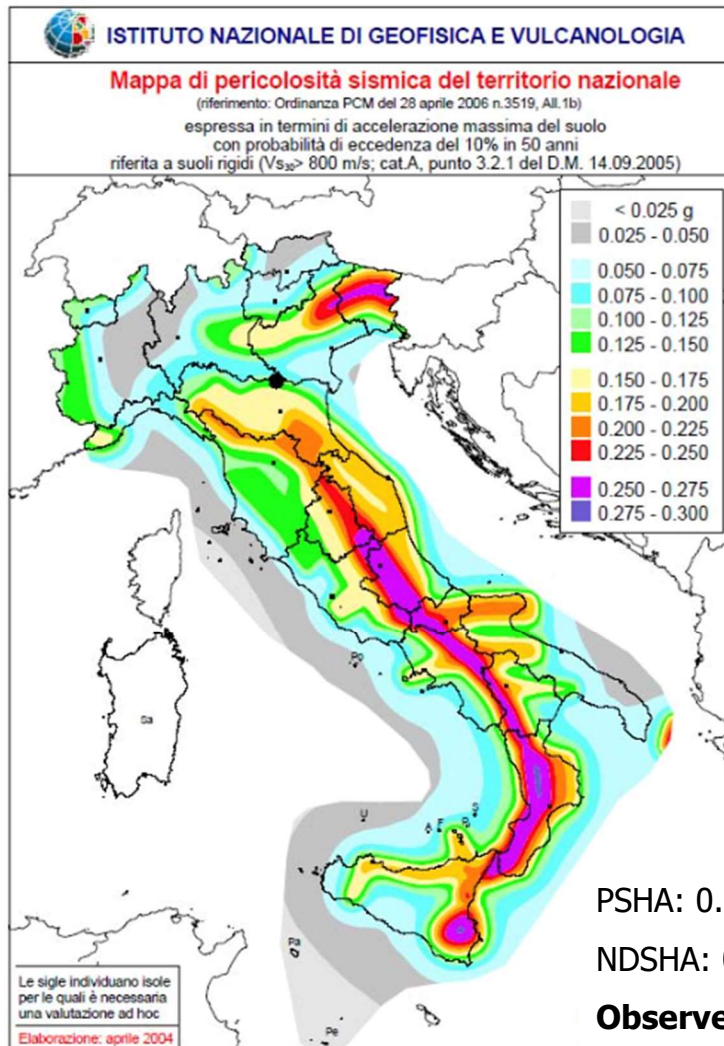
Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

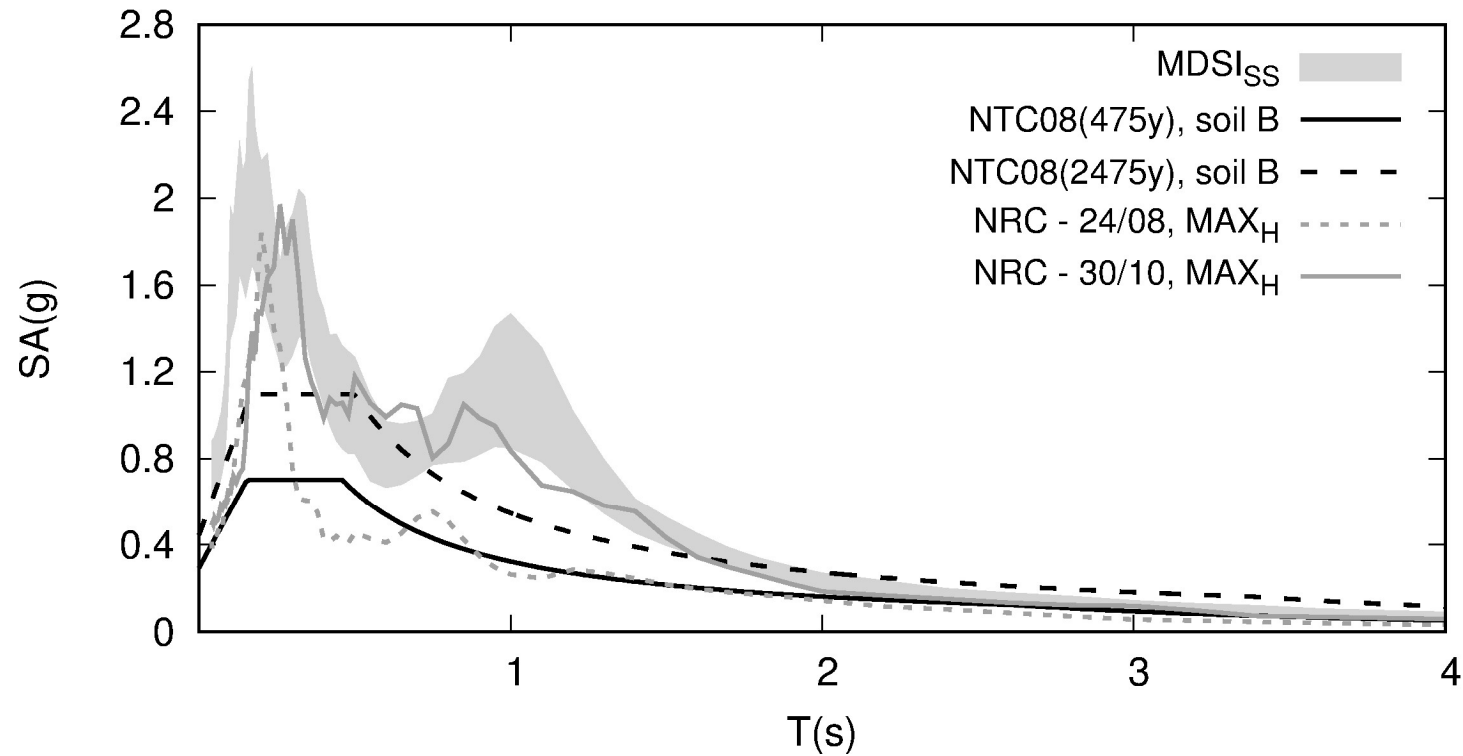


I sismogrammi non possono essere calcolati dagli spettri perché manca la fase





Mappe di pericolosità sismica sviluppate per l'Italia utilizzando: (a) PSHA (mappa di normativa) e (b) NDSHA. L'accelerazione di progetto DGA è equivalente a PGA. L'epicentro del terremoto dell'Emilia (2012) è evidenziato nelle mappe.



Confronto tra SA osservate a Norcia (NRC) per gli eventi 24/08/2016 (M_W 6-6.2) e 30/10/2016 (M_W 6.5), spettri di normativa NTC08 e spettro MDSI (Maximum Deterministic Seismic Input) con valori tra mediana e 95th percentile (Fasan et al., 2016).

CONCLUSIONI

Difendersi dal terremoto si può se progettiamo nuove case e ristrutturiamo costruzioni esistenti in grado di resistere al massimo terremoto atteso.

Le norme tecniche NTC2008 sono basate su dati con grandi incertezze eppure forniscono 3-4 cifre significative. Il periodo di ritorno poi è un artefatto. L'ingegnere deve districarsi tra “periodo di ritorno” del sisma e la probabilità che questo provochi un certo stato limite SLV, per decidere se consolidare la struttura.

I recenti esempi di grandi terremoti che hanno prodotto scuotimenti molto superiori a quelli predetti dalle mappe di pericolosità dimostrano che le mappe della normativa italiana non soddisfano un principio di base della scienza: un metodo deve essere accettato solo dopo verifica sperimentale. Altrimenti, deve essere rigettato.

Quante vittime e quanti danni dobbiamo ancora aspettarci per cambiare ?

Monitoraggio sismico centro storico Napoli

www.ogsism.unina.it



Università degli Studi di Napoli Federico II
Dipartimento di Scienze della Terra,
dell'Ambiente e delle Risorse (DiSTAR)
Osservatorio Geofisico - Sez. Sismologia

Home	Staff	Chi siamo	Pubblicazioni	Monitoraggio	Terremoti	Zonazione Napoli	Rumore	Gallery	Didattica
Home > SMN									

SMN

[Indietro](#)

[aggiorna](#)

SMN_Station

2013-12-29

Applied filter: WSSN-SP

