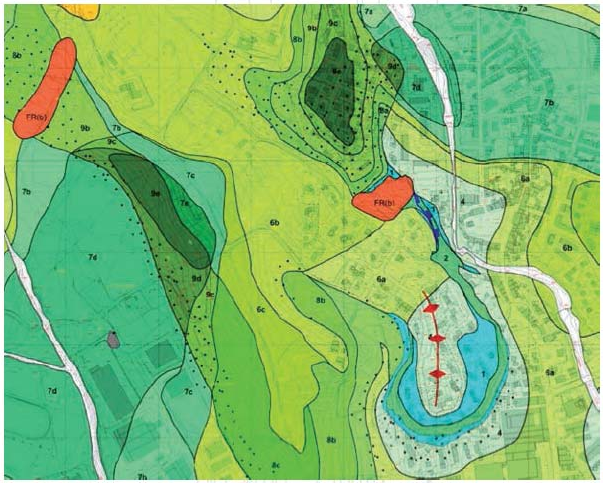
Le attività regionali per la microzonazione sismica in Toscana



REGIONE TOSCANA

Definizione dell'Input Sismico di Riferimento per la Regione Toscana

Carlo G. Lai, Elisa Zuccolo

UNIVERSITÀ DI PAVIA

DICAr

EUCENTRE™

European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering

FIrenze
12 giugno 2014

Cenacolo di Santa Apollonia
Auditorium - Sala Poccetti
Via San Gallo, 25/A

Sommario

- Rischio sismico, pericolosità, esposizione
- Definizione input sismico (spettri e accelerogrammi)
- Riferimenti Normativi (NTC 2008 – 2015 ?)
- Selezione degli accelerogrammi (naturali)
- Progetti “*Regione Toscana*”
- Procedura definizione input sismico in Toscana
- Utilizzo del software (SCALCONA 2.0)
- Considerazioni conclusive

Rischio sismico, pericolosità, esposizione

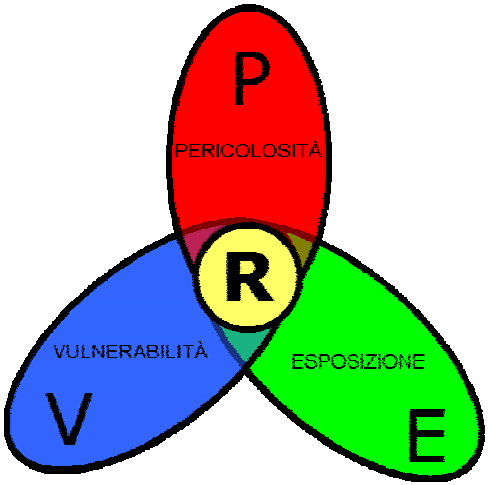
operazione matematica che consiste nel comporre per "*sovrapposizione degli effetti*" più enti concomitanti, ad esempio pericolosità, vulnerabilità ed esposizione sismica, che interagiscono vicendevolmente.

sismico e pericolosità

SISMICO

Rischio sismico indica molto lato, le perdite attese (vittime e danni diretti, ma anche dan tti) per effetto dei terremoti. In senso probabilistico, esso defini obabilità che un livello prefissato di perdite causate da terremoti sia sup ntro un dato periodo di tempo in un sito, insieme di siti oppure un area ti che, per effetto di questa definizione il rischio è cumulativo, cioè mett conto le perdite complessive generate da terremoti diversi, eventualmente ri ate su base annua. (Faccioli, 2003)

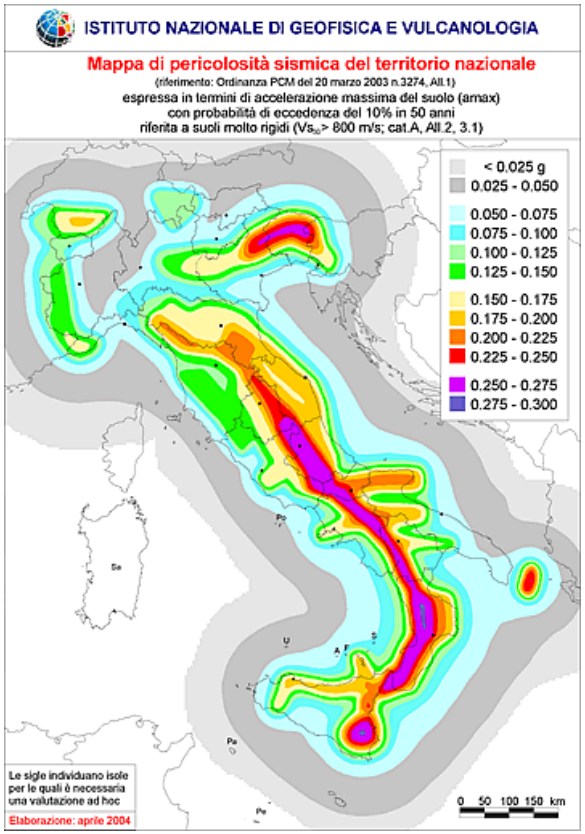
Il *rischio sismico* è definito dalla *convoluzione* della pericolosità sismica con la vulnerabilità ed esposizione della struttura e del sito di costruzione agli effetti dei terremoti.



rischio sismico e pericolosità

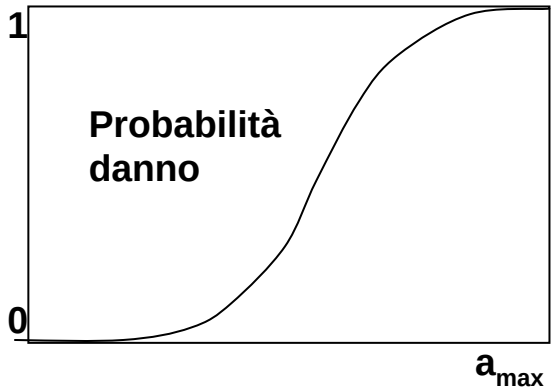
PERICOLOSITÀ

Propensione di un sito ad essere soggetto all ' azione diretta o indiretta dei terremoti (dipende sismicità/ geologia)



VULNERABILITÀ

Intrinseca propensione di struttura a subire un certo danno per un terremoto di prefissata severità.



ESPOSIZIONE

Misura quantitativa del valore economico e sociale (in termini di vite umane) di una struttura o costruzione

MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Non è possibile ridurre la pericolosità sismica, ma è possibile mitigare il rischio riducendo le conseguenze dei terremoti, mediante azioni per la riduzione di vulnerabilità ed esposizione:

- Progettare e costruire adeguatamente, riducendo la vulnerabilità del costruito
- Pianificare opportunamente l'uso del territorio (suscettibilità alla liquefazione, frane, etc.)
- Predisporre un sistema efficace di protezione civile: sensibilizzazione e diffusione di informazione, sistemi di gestione dell'emergenza
- Per realizzare le azioni di mitigazione, è necessario innanzitutto definire quali sono le zone sismicamente pericolose di un territorio: la conoscenza della pericolosità è essenziale per progettare e pianificare l'uso del territorio, ed ottimizzare le politiche di spesa.

Per definire la pericolosità del territorio occorrono studi specifici di tipo storico, geologico, geofisico. Per illustrare i concetti di base di pericolosità sismica occorrono alcune nozioni di geodinamica, di sismologia e di probabilità.

Definizione input sismico (*di riferimento*)

input sismico

Macrozonazione sismica

Microzonazione sismica

AZIONE SISMICA

spettri di risposta

orizzontali/verticali
elastici/di verifica
acceleraz./spostam.

accelerogrammi

naturali
artificiali
sintetici

T_R = periodo di ritorno $\Rightarrow$ pericolosità "di base"

a_g = accelerazione orizzontale di picco

F_0 = rapporto di amplificazione massima

T_C^* = periodo inizio tratto a velocità costante

amplificazione litostratigrafica (S_S, C_C)

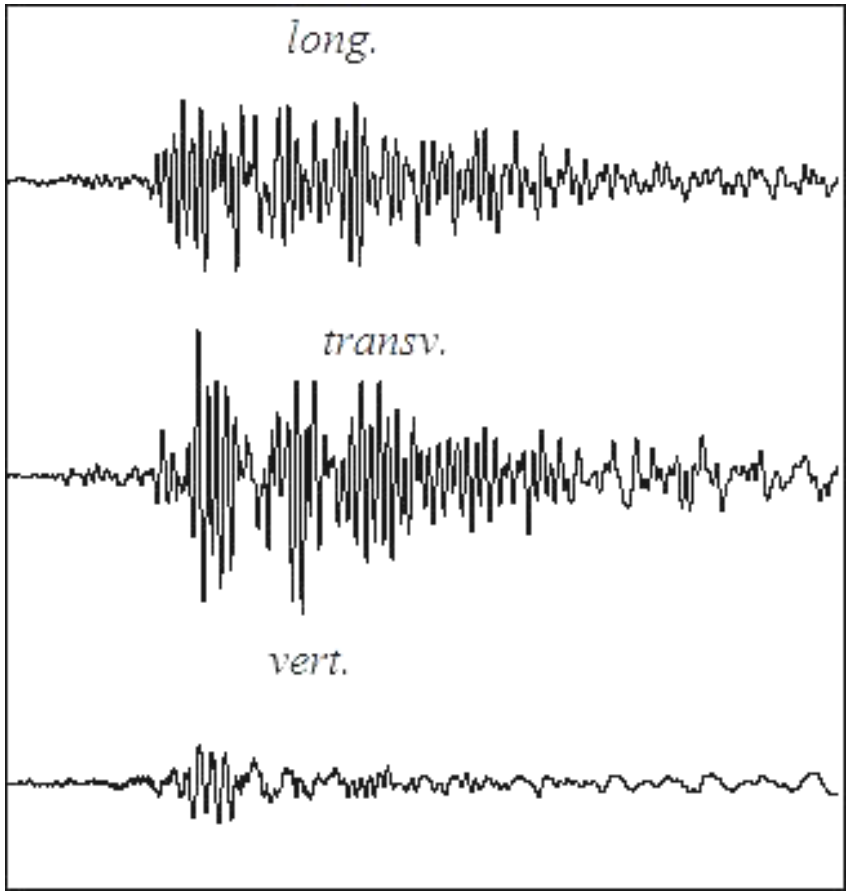
amplificazione topografica (S_T)

DIAGRAMMA DI FLUSSO PER IL CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA

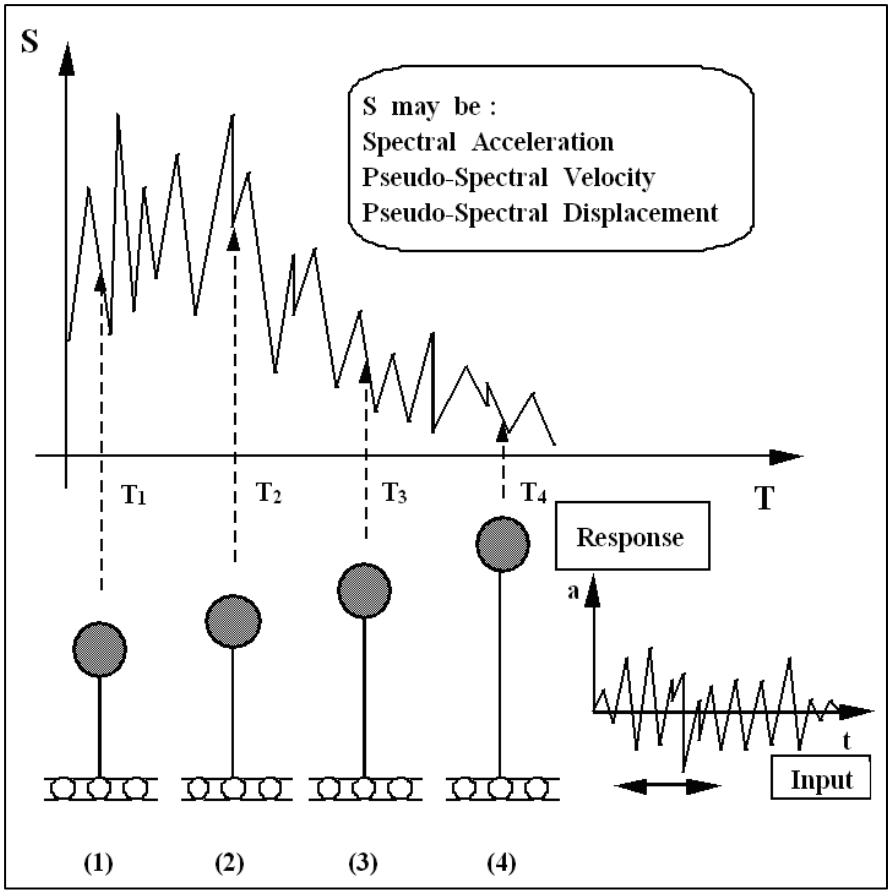
(da *NTC 14-01-2008*)

input sismico

Rappresentazione azione sismica



storie temporali (accelerogrammi)



spettro di risposta elastico

Riferimenti Normativi
(NTC 2008 – 2015 ?)

input sismico

3.2 AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A** quale definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{V_R}, come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R, come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

Impiego di accelerogrammi

Le NTC 14/01/2008 al § 3.2.3.6 recitano quanto segue:

- Gli stati limite, ultimi e di esercizio, possono essere verificati mediante l'uso di accelerogrammi, o artificiali o simulati o naturali.

- Ciascun accelerogramma descrive una componente, orizzontale o verticale, dell'azione sismica; l'insieme delle tre componenti (due orizzontali, tra loro ortogonali ed una verticale) costituisce un gruppo di accelerogrammi.

- La durata degli accelerogrammi artificiali deve essere stabilita sulla base della magnitudo e di altri parametri fisici che influenzano la scelta di a_g e S_S. In assenza di studi specifici la durata della parte pseudo-stazionaria deve essere almeno pari a 10 s.

input sismico

Impiego di accelerogrammi

Le NTC 14/01/2008 al § 3.2.3.6 recitano quanto segue:

- L'uso di accelerogrammi generati mediante simulazione meccanismo di sorgente e della propagazione è ammesso a condizione che siano adeguatamente giustificate le ipotesi relative alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente e del mezzo di propagazione.

- L'uso di accelerogrammi registrati è ammesso, a condizione che la loro scelta sia rappresentativa della sismicità del sito e adeguatamente giustificata in base alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente, alle condizioni del sito di registrazione, alla magnitudo, alla distanza dalla sorgente e alla accelerazione orizz. di picco attesa al sito.

- Gli accelerogrammi registrati devono essere selezionati e scalati in modo da approssimare spettri di risposta nel campo di periodi di interesse per problema in esame.

(PRESCRIZIONE ATTUALMENTE IN FASE DI REVISIONE IN AMBITO NTC 2012)

(DISPOSIZIONE PIÙ RESTRITTIVA !)

SCELTA TIPOLOGIA DEGLI ACCELEROGRAMMI

Gli accelerogrammi REALI sono preferibili rispetto a quelli ARTIFICIALI in quanto rappresentano in modo più realistico le caratteristiche dello scuotimento per quanto riguarda:

- contenuto energetico e in frequenza (numero di cicli)
- durata in relazione ai parametri sismogenetici di scenario
- giusta correlazione temporale tra le componenti del moto H e V
- corrispondenza tra le fasi e non solo sulle ampiezze (spettrogrammi)
- corrispondenza con gli scenari (sismotettonica) di interesse al sito

Le NTC 14/01/2008 al § 3.2.3.6 recitano quanto segue:

3.2.3.6 Impiego di accelerogrammi

L'uso di accelerogrammi artificiali non è ammesso nelle analisi dinamiche di opere e sistemi geotecnici.

Circolare 2 Febbraio 2009 , n. 617 delle NTC 2008

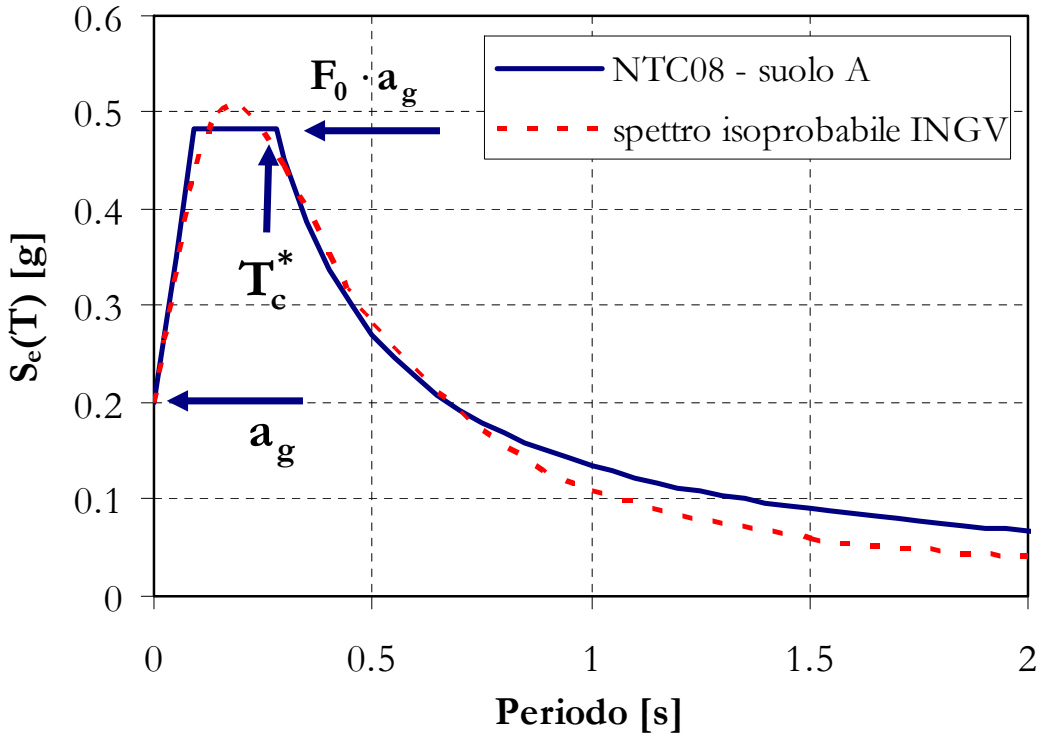
C3.2.3.6 Impiego di accelerogrammi

Nel § 3.2.3.6 delle NTC08 “E’ specificato come gli accelerogrammi **artificiali** debbano rispettare vincoli di compatibilità media con lo spettro elastico di riferimento, mentre per quanto riguarda quelli **simulati e naturali** è prudentemente indicato che si qualifichi la scelta in base alle effettive caratteristiche della sorgente, della propagazione e/o dell’evento dominante.

Tuttavia, non sono sempre disponibili informazioni dettagliate sui meccanismi di sorgente nonché sulla magnitudo e la distanza determinanti lo spettro di sito nell’intervallo di periodi di interesse per la struttura in esame. E’ quindi possibile, in alternativa, utilizzare le condizioni di compatibilità spettrale media definite per i segnali artificiali anche per quelli naturali, avendo cura in ogni caso di rispettare le condizioni geologiche di sito e di scegliere accelerogrammi il cui spettro è, per quanto possibile, generalmente simile a quello di riferimento.”

Gli accelerogrammi possono essere scalati linearmente in ampiezza limitando il fattore di scala nel caso di segnali provenienti da eventi di piccola magnitudo.

Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14.1.2008



- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14.1.2008

Allegato B – NTC08

9 periodi di ritorno (T_R=30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975, 2475 anni)

			T_R=30			T_R=50			T_R=72			T_R=101		
ID	LON	LAT	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*
13111	6,5448	45,134	0,263	2,50	0,18	0,340	2,51	0,21	0,394	2,55	0,22	0,469	2,49	0,24
13333	6,5506	45,085	0,264	2,49	0,18	0,341	2,51	0,21	0,395	2,55	0,22	0,469	2,49	0,24
13555	6,5564	45,035	0,264	2,50	0,18	0,340	2,51	0,20	0,393	2,55	0,22	0,466	2,50	0,24
13777	6,5621	44,985	0,263	2,50	0,18	0,338	2,52	0,20	0,391	2,55	0,22	0,462	2,51	0,24
12890	6,6096	45,188	0,284	2,46	0,19	0,364	2,51	0,21	0,431	2,50	0,22	0,509	2,48	0,24
13112	6,6153	45,139	0,286	2,46	0,19	0,366	2,51	0,21	0,433	2,50	0,22	0,511	2,48	0,24
13334	6,621	45,089	0,288	2,46	0,19	0,367	2,51	0,21	0,434	2,50	0,22	0,511	2,49	0,24
13556	6,6268	45,039	0,288	2,46	0,19	0,367	2,51	0,21	0,433	2,51	0,22	0,510	2,49	0,24
13778	6,6325	44,989	0,288	2,46	0,19	0,366	2,52	0,21	0,430	2,51	0,22	0,507	2,50	0,24
14000	6,6383	44,939	0,286	2,47	0,19	0,363	2,52	0,21	0,426	2,52	0,22	0,502	2,50	0,24
14222	6,6439	44,889	0,284	2,47	0,19	0,360	2,53	0,21	0,421	2,53	0,22	0,497	2,50	0,24

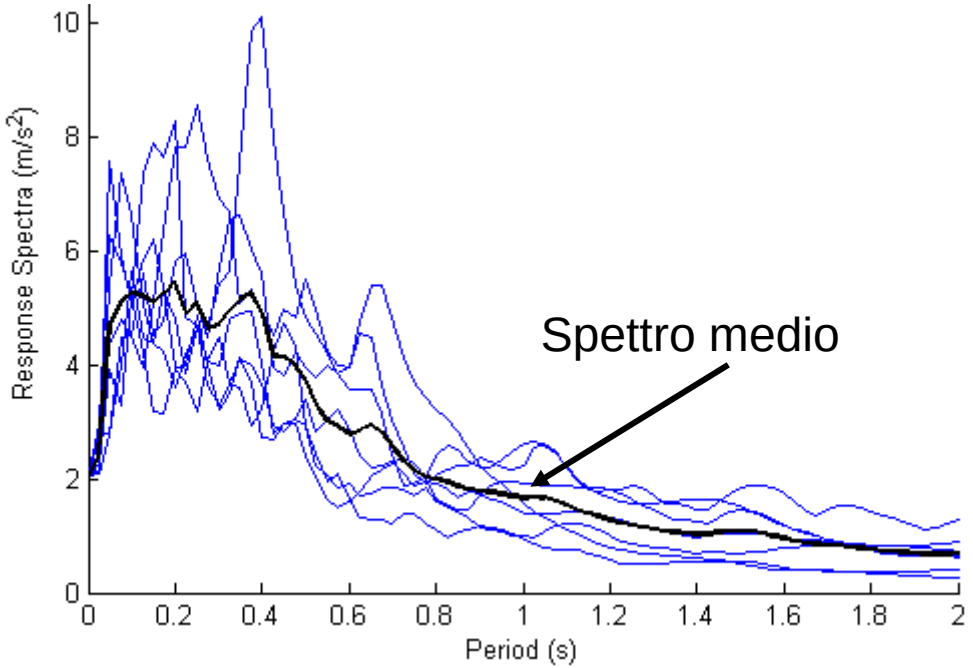
10751 nodi sulla terraferma

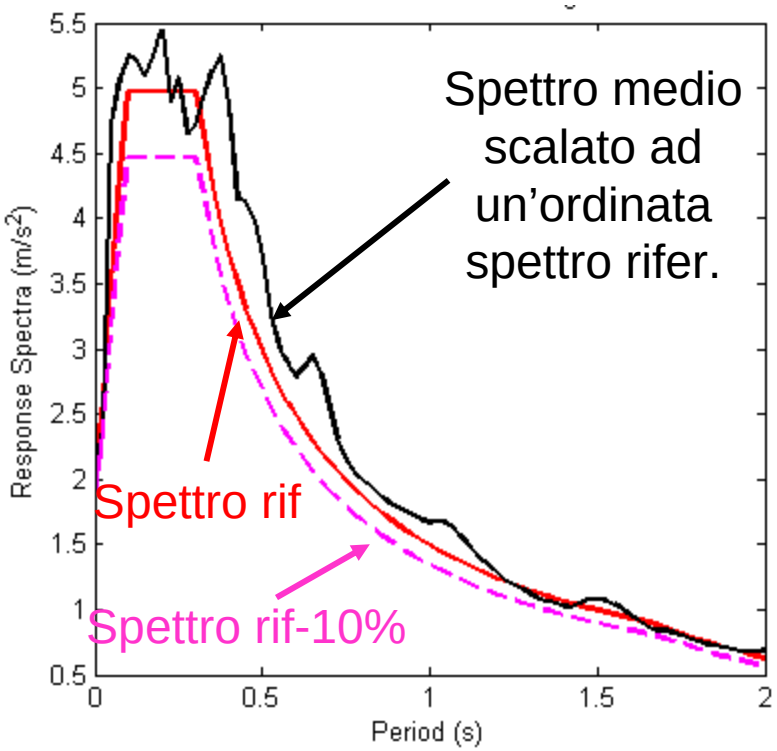
	T_R=30			T_R=50			T_R=72			T_R=101			T_R=140			T_R=201			T_R=475			T_R=975			T_R=2475		
Isole	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Isole

Criterio della Spettro-Compatibilità (NTC 2008)

La coerenza con lo spettro elastico è da verificare in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi, per un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ del 5%. L'ordinata spettrale media non deve presentare uno scarto in difetto superiore al 10%, rispetto alla corrispondente componente dello spettro elastico, in alcun punto del maggiore tra gli intervalli 0,15s ÷ 2,0s e 0,15s ÷ 2T, in cui T è il periodo fondamentale di vibrazione della struttura in campo elastico, per le verifiche agli stati limite ultimi,

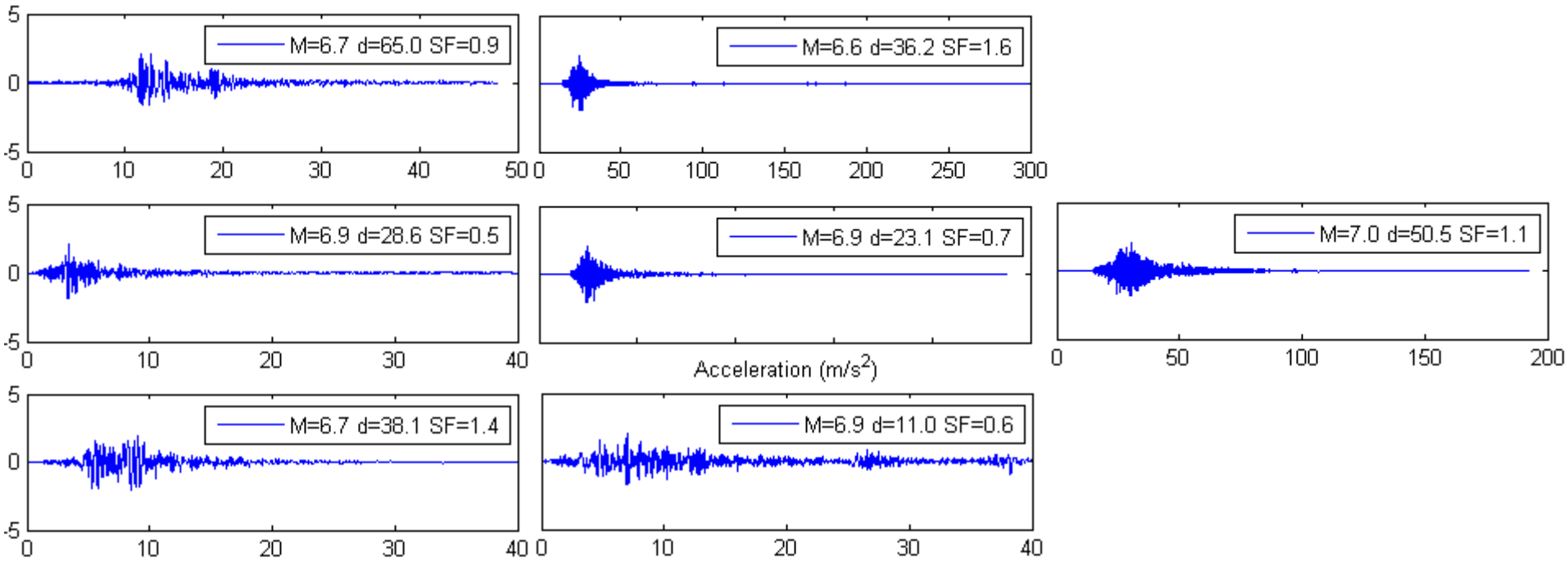




Criterio della Spettro-Compatibilità (NTC 2008)

7.3.5 RISPOSTA ALLE DIVERSE COMPONENTI DELL'AZIONE SISMICA ED ALLA VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO

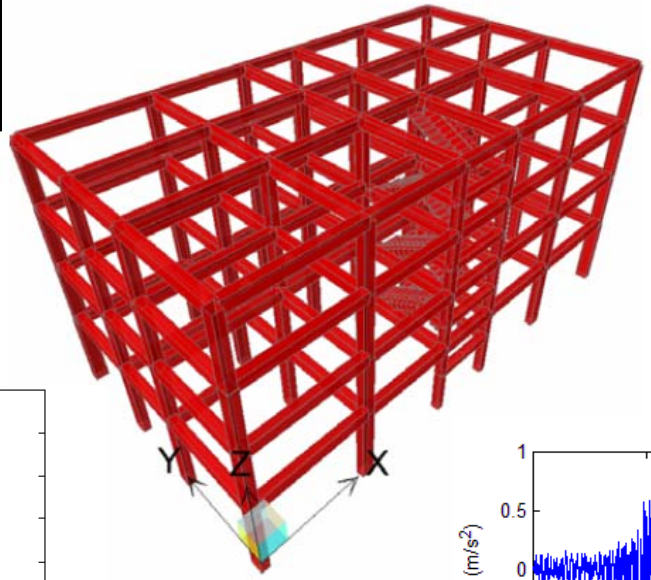
Se la risposta viene valutata mediante analisi dinamica con integrazione al passo, in campo lineare o non lineare, le due componenti accelerometriche orizzontali (e quella verticale, ove necessario) sono applicate simultaneamente a formare un gruppo di accelerogrammi e gli effetti sulla struttura sono rappresentati dai valori medi degli effetti più sfavorevoli ottenuti dalle analisi, se si utilizzano almeno 7 diversi gruppi di accelerogrammi, dai valori più sfavorevoli degli effetti, in caso contrario. In nessun caso si possono adottare meno di tre gruppi di accelerogrammi.



Selezione degli accelerogrammi (naturali)

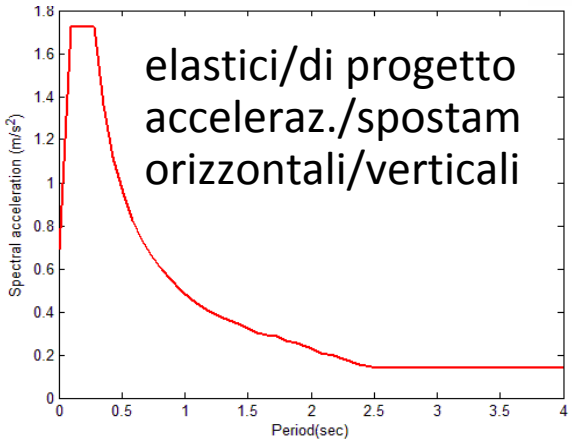
Utilizzo Input Sismico per Analisi Strutturali

ANALISI STATICHE e DINAMICHE LINEARI



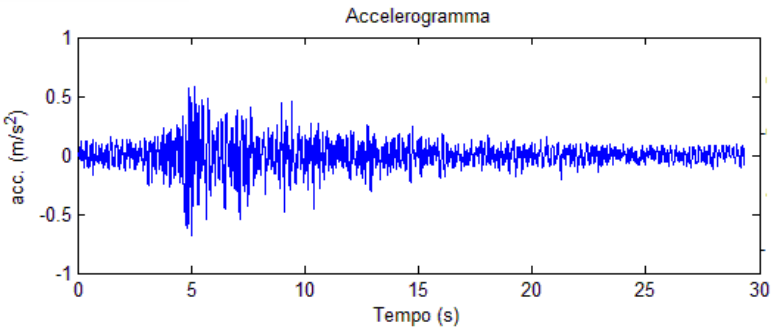
ANALISI DINAMICHE NON LINEARI

SPETTRI DI RISPOSTA



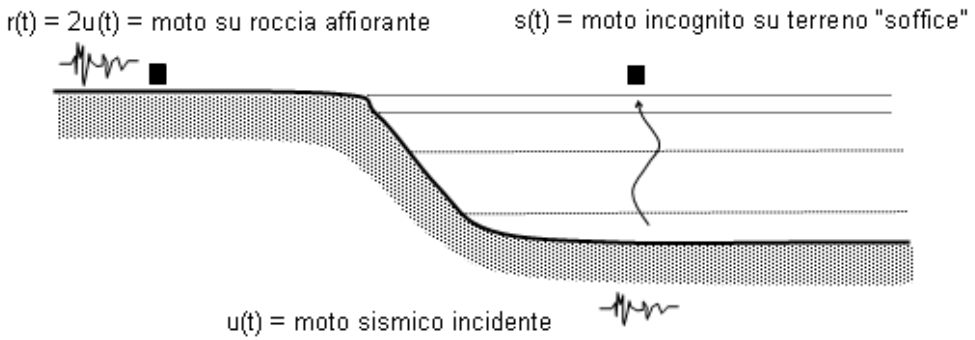
elastici/di progetto
acceleraz./spostam
orizzontali/verticali

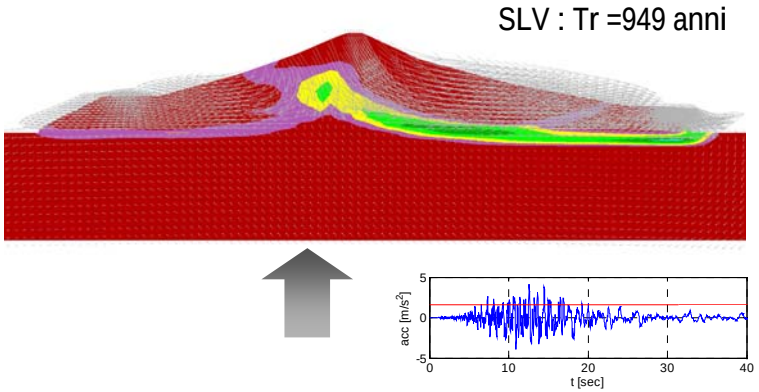
ACCELEROGRAMMI

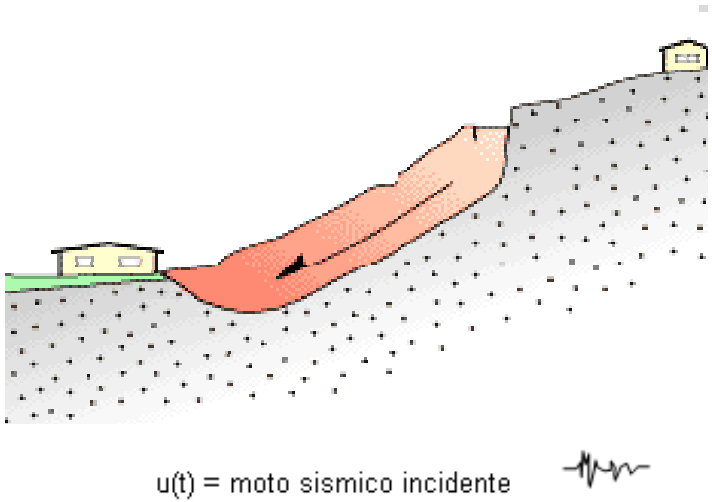


Artificiali, Sintetici, Reali

Input Sismico per Analisi Geotecniche e Geologiche





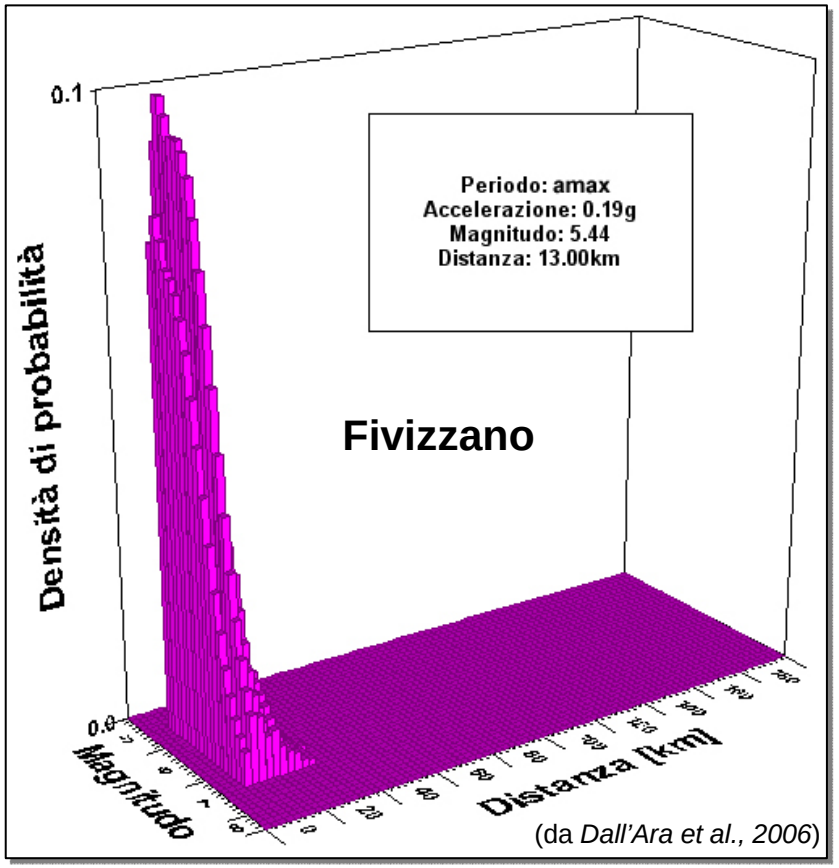


Uso di accelerogrammi:

1. analisi di risposta sismica locale
2. stabilità co-sismica dei pendii
3. stabilità di dighe in terra, scavi
4. suscettibilità alla liquefazione
5. stabilità opere sostegno terre

SELEZIONE ACCELEROGRAMMI NATURALI

- **ESEMPIO: Selezione di accelerogrammi naturali al sito di Fivizzano**
- **PGA_{475} = 0.191g**
- **M = 5.5, d = 13 km**



(da *Dall'Ara et al., 2006*)

Criteri di selezione:

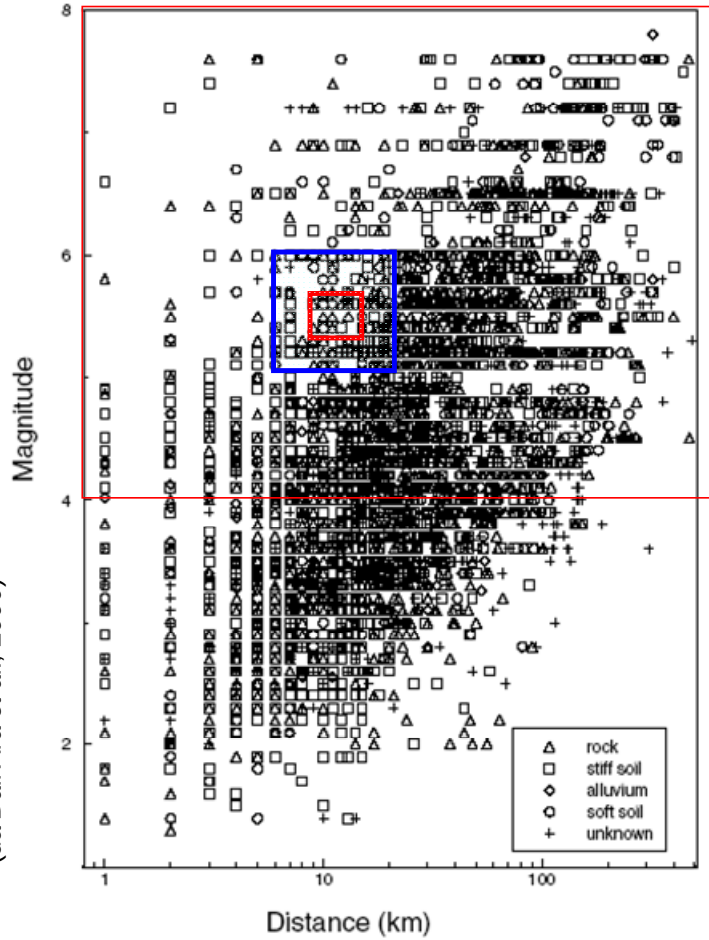
- Stazioni ubicate in siti rocciosi affioranti
- Magnitudo $\Delta = \pm 0.2 \Rightarrow$ M = 5.3 – 5.7
- Distanza $\Delta = \pm 4$ km $\Rightarrow$ d = 9-17 km

- Magnitudo $\Delta = \pm 0.5 \Rightarrow$ M = 5.0 – 6.0
- Distanza $\Delta = \pm 7$ km $\Rightarrow$ d = 6-20 km

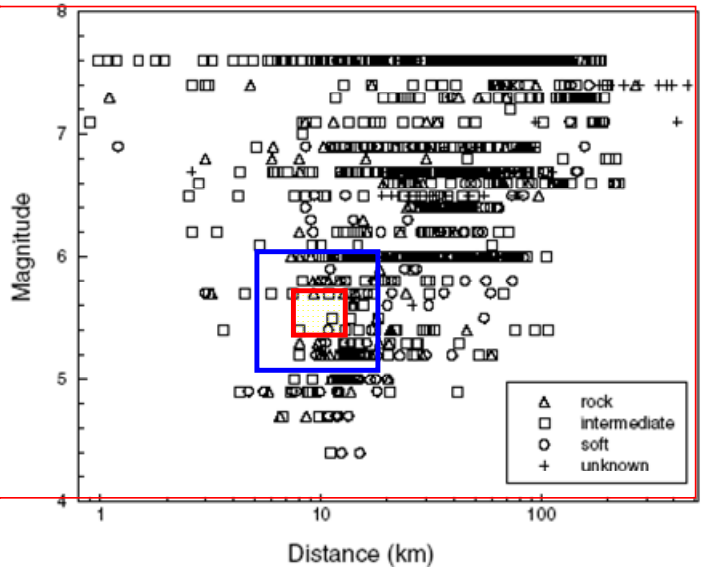
input sismico

SELEZIONE ACCELEROGRAMMI NATURALI

DATI DISPONIBILI f (M,R) | roccia



(da *Dall'Ara et al., 2006*)



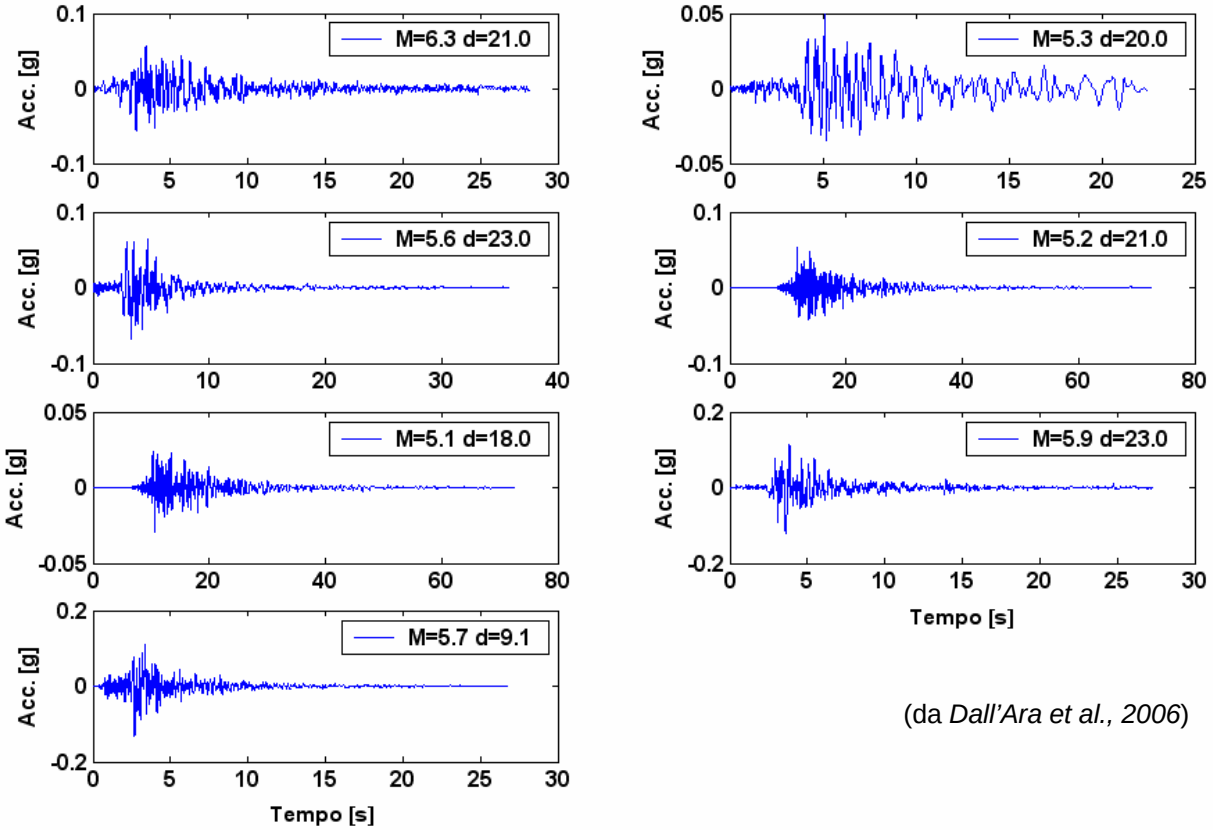
PEER

- coppie (M, R) su siti "rigidi"
- stesso regime tettonico

European Strong Motion Database

SELEZIONE ACCELEROGRAMMI NATURALI

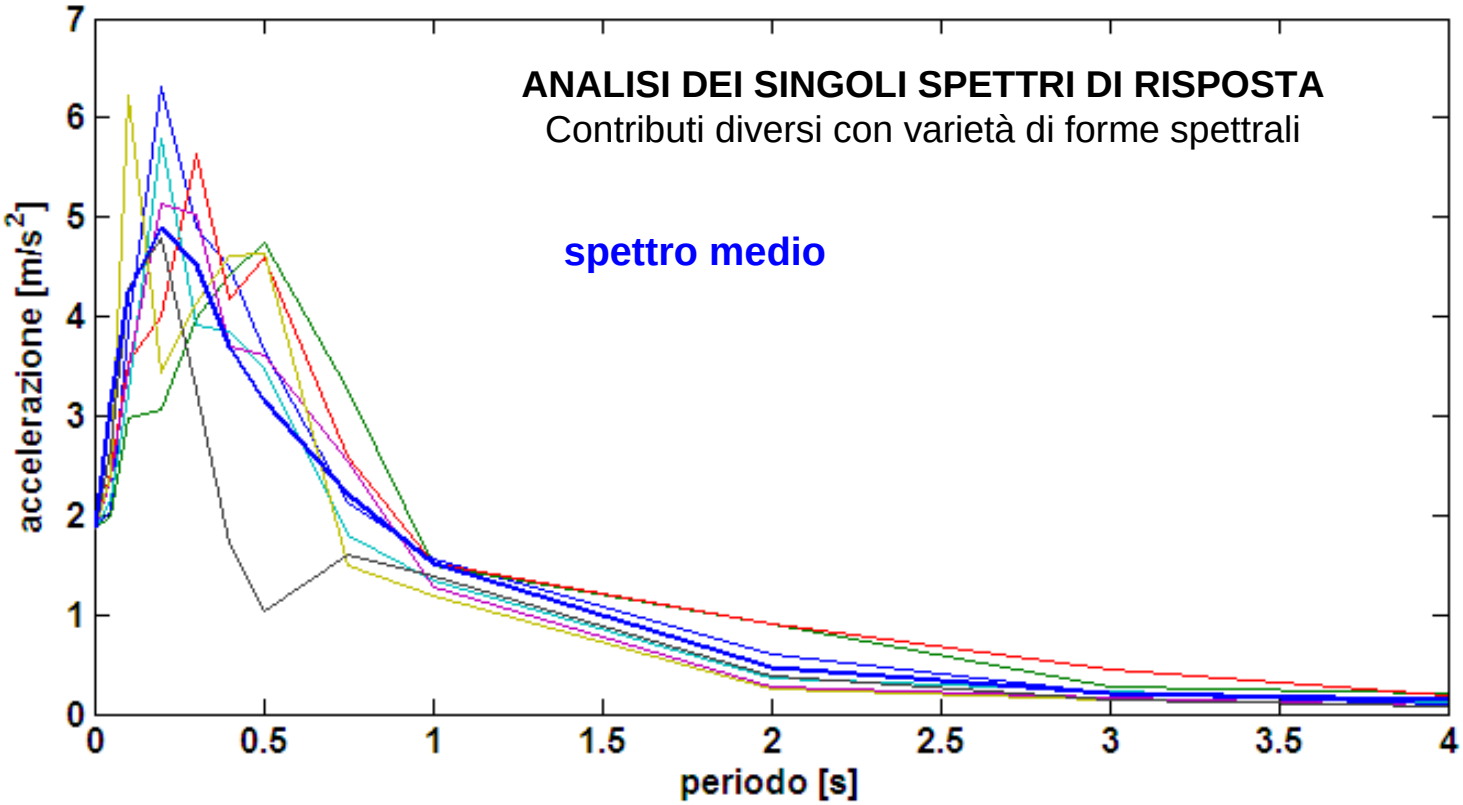
- Selezione di accelerogrammi naturali spettro-compatibili ad uno spettro isoprobabile (T_R = 475 anni) al sito di Fivizzano (Lucca)



(da *Dall'Ara et al., 2006*)

SELEZIONE ACCELEROGRAMMI NATURALI

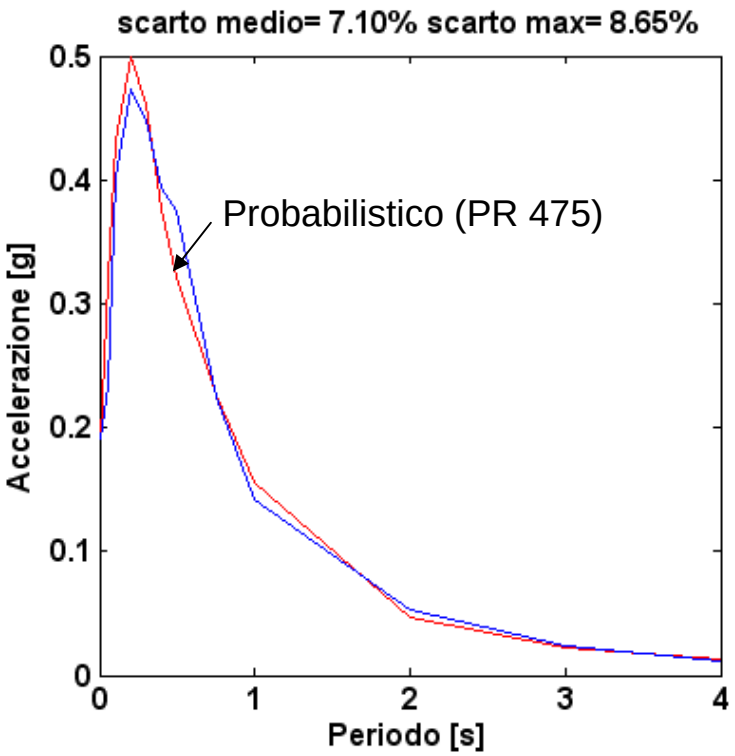
- Selezione di accelerogrammi naturali spettro-compatibili ad uno spettro isoprobabile (T_R = 475 anni) al sito di Fivizzano (Lucca)

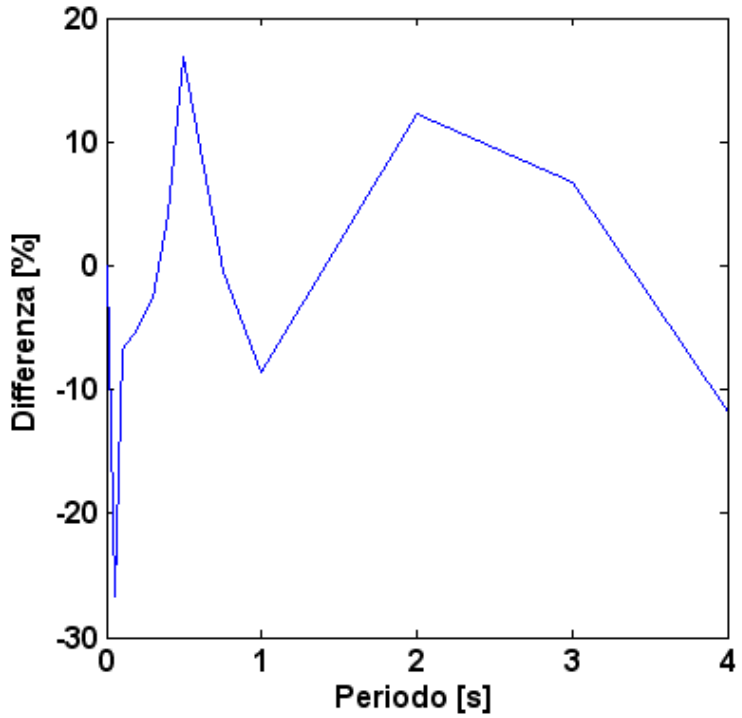


SELEZIONE ACCELEROGRAMMI NATURALI

- Selezione di accelerogrammi naturali spettro-compatibili ad uno spettro isoprobabile (T_R = 475 anni) al sito di Fivizzano (Lucca)

(da *Dall'Ara et al., 2006*)





Progetti “Regione Toscana”

Progetti

	EUCENTRE (2011)	UNIPV (2012)
Territori	Garfagnana, Lunigiana, Mugello, Val di Sieve, Montagna Fiorentina	Regione Toscana
Periodi di ritorno (anni)	30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975, 2475	50, 75, 101, 475, 712, 949
Metodologia	mesozonazione/ spettro riferimento/ selezione accelerogrammi/ scalatura	mesozonazione/ spettro riferimento/ selezione accelerogrammi/ scalatura
Software	SCALCONA	SCALCONA 2.0

Articoli pubblicati (Progetti “Regione Toscana”)

- Zuccolo, E., Corigliano, M., Taverna, L., Lai, C.G., *Meso-Zonazione di un Territorio per la Definizione di Accelerogrammi Reali Spettro-Compatibili*. Atti del 14° Convegno Nazionale in Ingegneria Sismica, ANIDIS 2011, Bari, 18-22 Settembre, 2011.

- Zuccolo, E., Corigliano, M., Lai, C.G. *Selection of Spectrum- and Seismo- Compatible Accelerograms for the Tuscany Region in Central Italy*. Accettato sulla rivista Soil Dynamics and Earthquake Engineering (Agosto 2013).

Articoli pubblicati (SEISM-HOME)

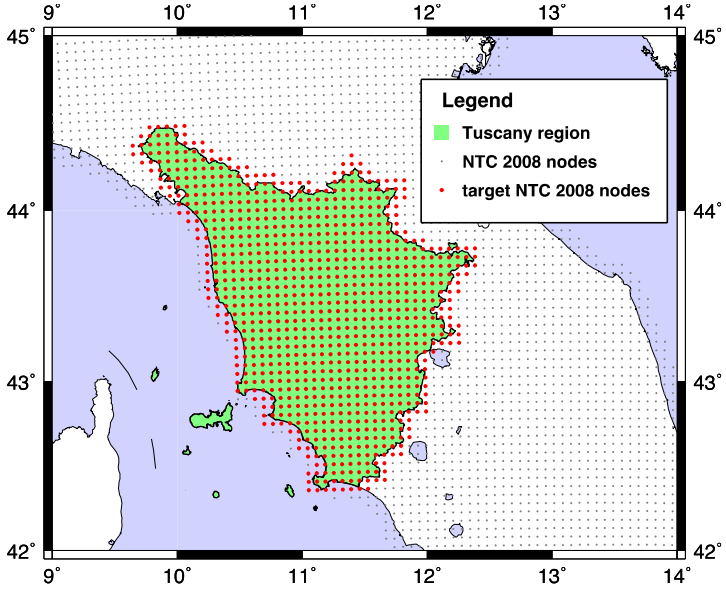
- Rota, M., Zuccolo, E., Taverna, L., Corigliano, M., Lai, C.G., Penna, A. *Mesozonation of Italian Territory for Definition of Compatible Accelerograms*. Bulletin of Earthquake Engineering. Agosto 2012. DOI 10.1007/s10518-012-9369-4.
- Taverna, L., Zuccolo, E., Corigliano, M., Rota, M., Lai, C.G., Penna, A., *Accelerogrammi Reali Spettro-Compatibili per l'Intero Territorio Italiano*. Sottoposto a revisione alla rivista Progettazione Sismica. Novembre 2011.
- Taverna, L., Zuccolo, E., Corigliano, M., Rota, M., Lai, C.G., Penna, A., *SEISM-HOME: Selection of Input Strong-Motion for Homogeneous Megazones*. Atti 30° Congresso Nazionale GNGTS (Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida). Trieste, 14-17 Novembre, 2011.
- Zuccolo, E., Rota, M., Lai, C.G., Taverna, L., Corigliano, M., Penna, A. *Definition of Spectrum-Compatible Natural Records for the Italian Territory*. Proceedings, 15th World Conference on Earthquake Engineering. Lisbon, Portugal, September, 24-28, 2012. Paper Reference No. 1989

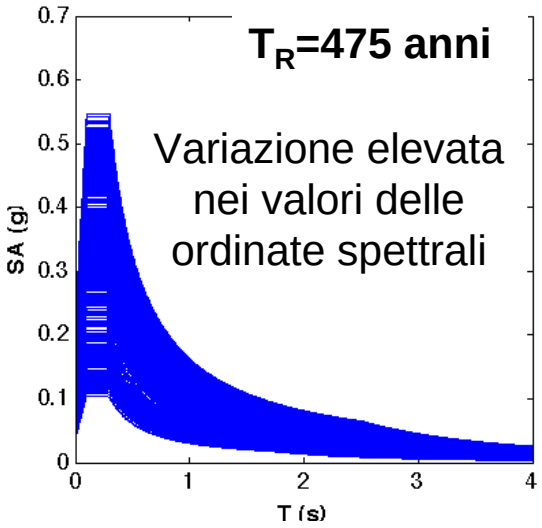
Procedura per la definizione dell’input sismico in Toscana

Procedura

Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali definiti nelle NTC08 per sito rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria 'A')

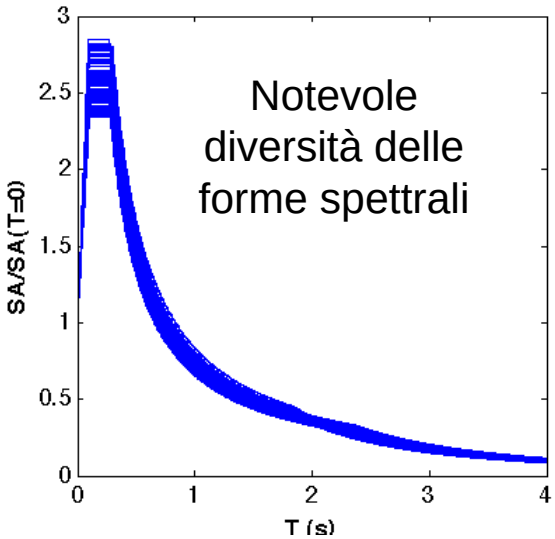
- **Terraferma: spettri relativi ai 923 nodi del reticolo di riferimento (interni al territorio toscano più ricadenti entro una distanza di 0.1 gradi)**





T_R=475 anni

Variazione elevata nei valori delle ordinate spettrali



Notevole diversità delle forme spettrali

necessità di individuare un numero minino di forme spettrali significative, che rappresentino la totalità degli spettri

Procedura

Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali definiti nelle NTC08 per sito rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria 'A')

- **Terraferma: spettri relativi ai 923 nodi del reticolo di riferimento (interni al territorio toscano più ricadenti entro una distanza di 0.1 gradi)**

PROCEDURA:

Step 1: mesozonazione del territorio

Step 2: definizione dello spettro di riferimento

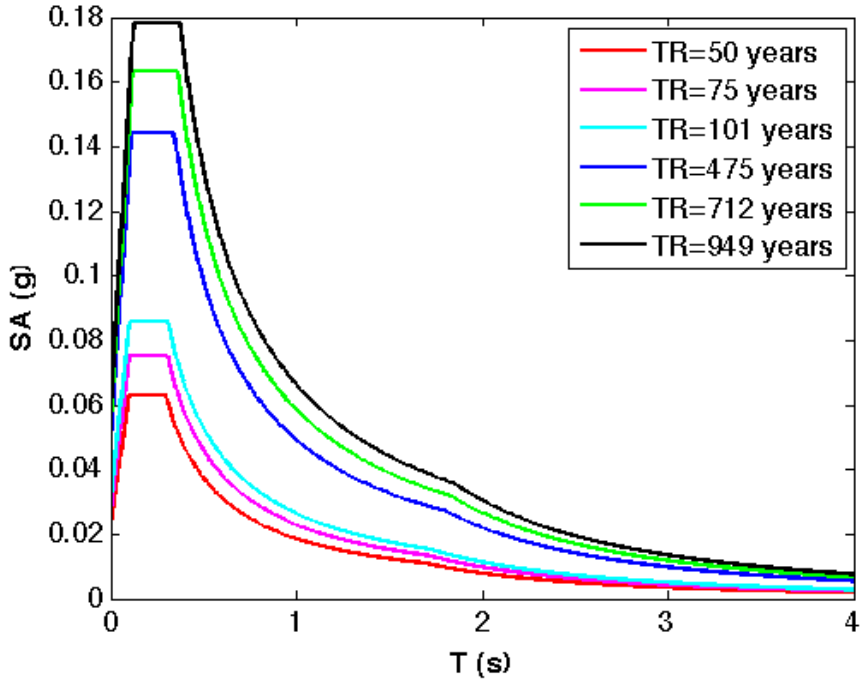
Step 3: selezione degli accelerogrammi reali spettro compatibili allo spettro di riferimento

Step 4: scalatura lineare degli accelerogrammi selezionati (SCALCONA-2.0)

Procedura

Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali definiti nelle NTC08 per sito rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria 'A')

- **Isole: uno spettro per ciascun periodo di ritorno**



PROCEDURA:

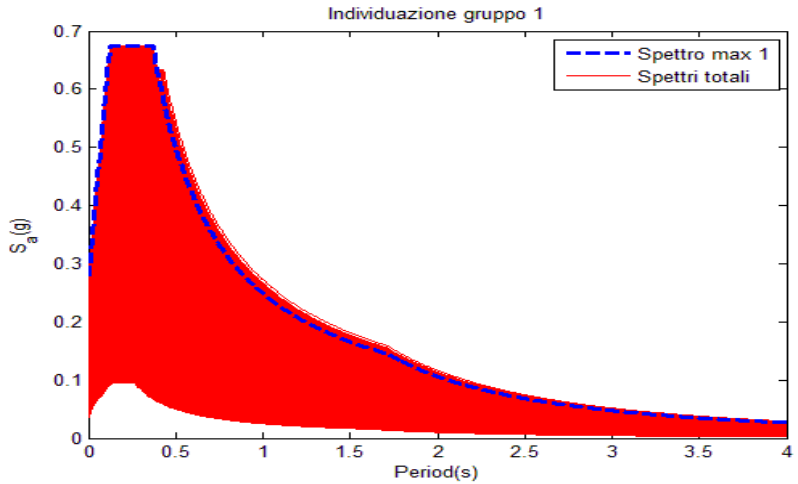
Step 3: selezione degli accelerogrammi reali spettro compatibili a ciascuno spettro

Step 1: mesozonazione del territorio

Identificazione di gruppi di spettri con forma, ampiezza e caratteristiche simili

Procedura iterativa

- Individuazione dello spettro con a_g*F_0 max



- Applicazione di 3 criteri:

1) deviazione spettrale media, δ
(Iervolino et al., 2008)

$$\delta_j < 0.2$$

2) T_C* (NTC08)

$$\left| T^*_{c,\max} - T^*_{c,i} \right| \leq 0.05$$

3) F_0(NTC08)

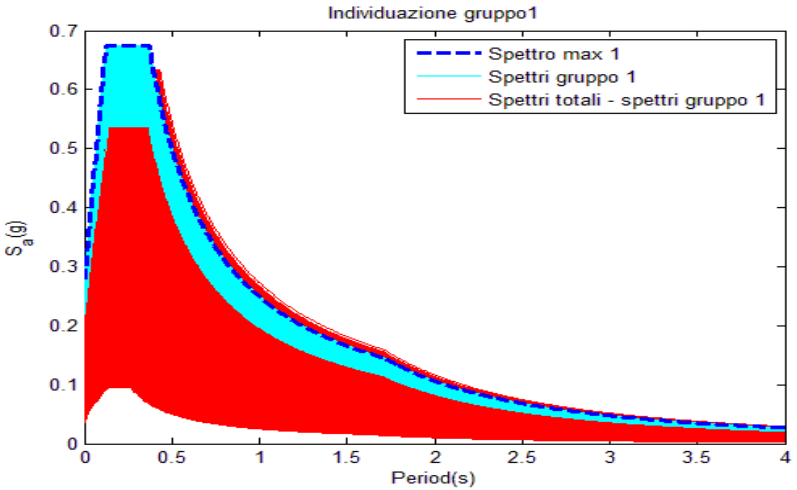
$$(a_{g,i} \cdot F_{0,i}) > a_{g,\max} \cdot (F_{0,\max} - 0.5)$$

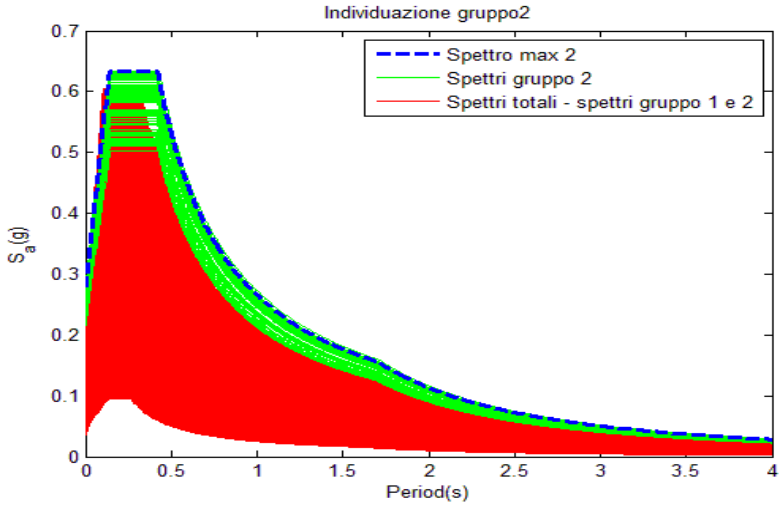
Step 1: mesozonazione del territorio

Identificazione di gruppi di spettri con forma, ampiezza e caratteristiche simili

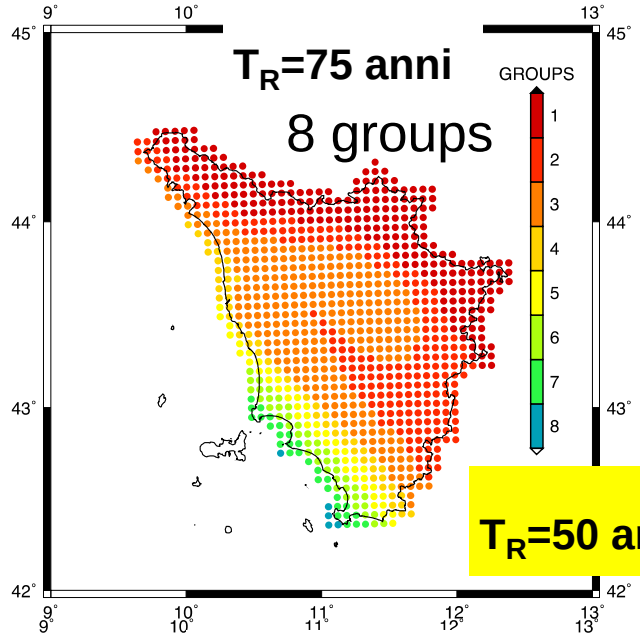
Procedura iterativa

- Individuazione dello spettro con $a_g * F_0$ max
- Applicazione di 3 criteri
- Gruppo 1 = spettri che soddisfano i 3 criteri (n spettri)
- Rimozione spettri Gruppo 1
- Gruppo 2 = ripetizione procedura per gli spettri rimasti (923-n)

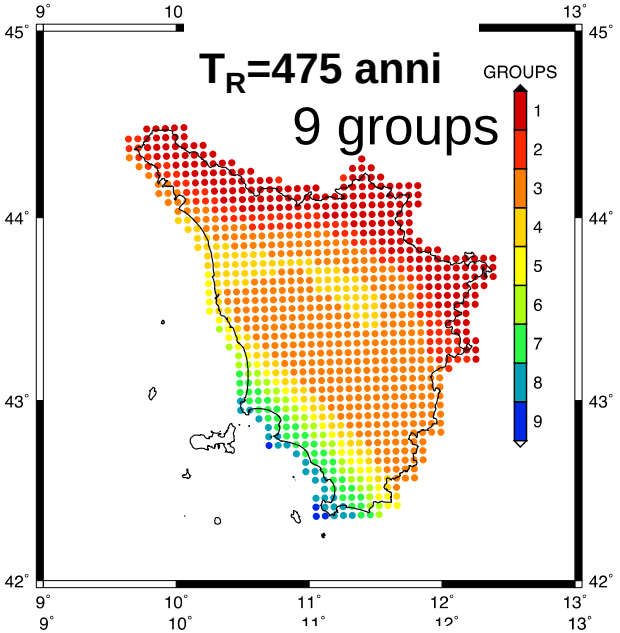


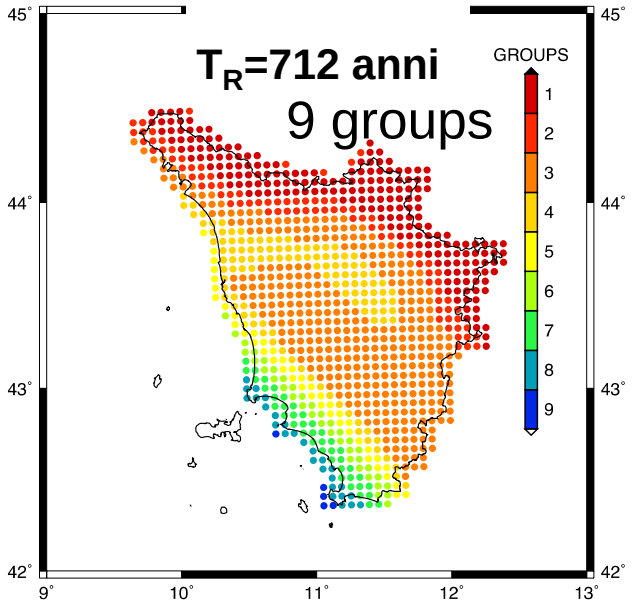


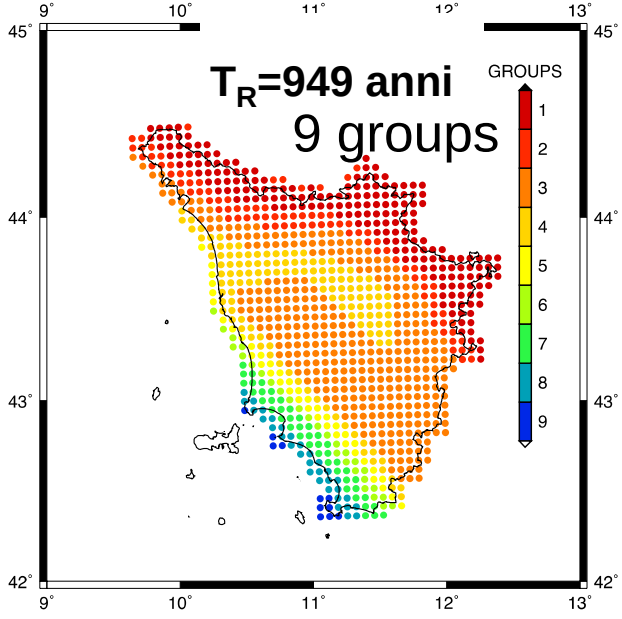
Step 1: mesozonazione del territorio



T_R=50 anni e 101 anni

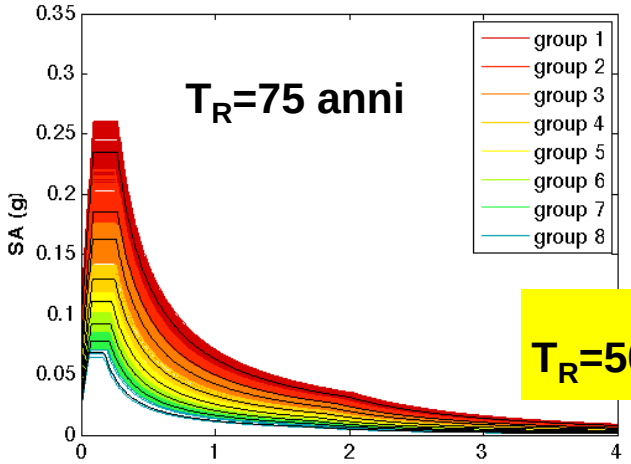




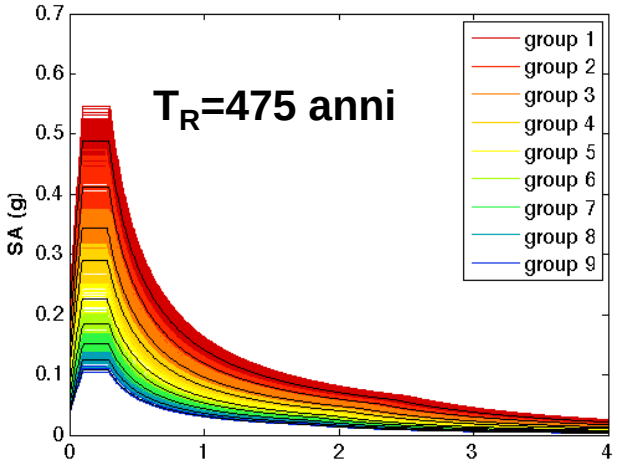


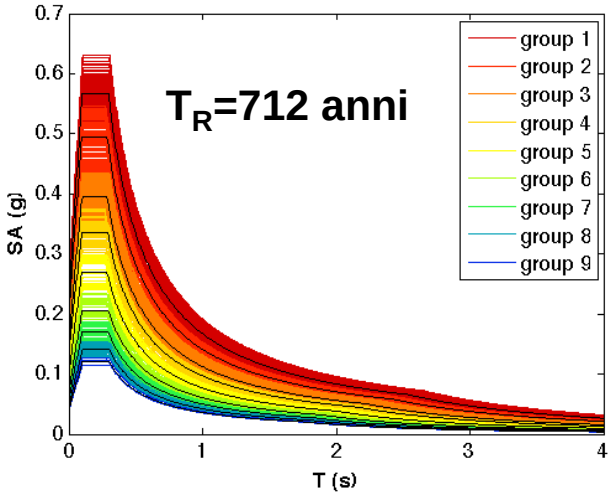
Step 2: definizione dello spettro di riferimento

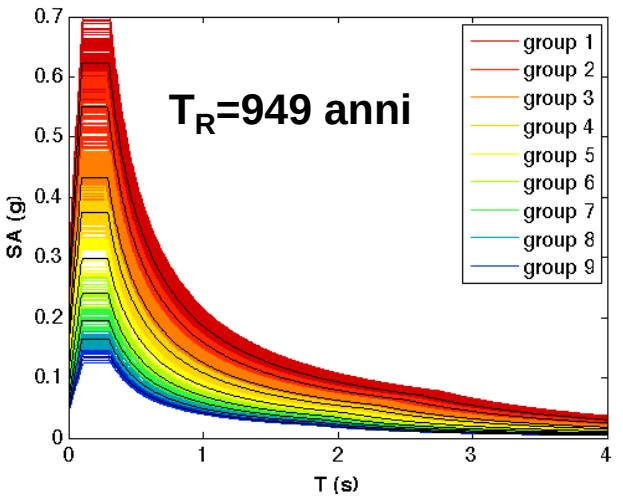
- Calcolo dello spettro medio del gruppo
- Lo spettro con δ minore rispetto allo spettro medio costituisce lo spettro di riferimento del gruppo



T_R=50 anni e 101 anni

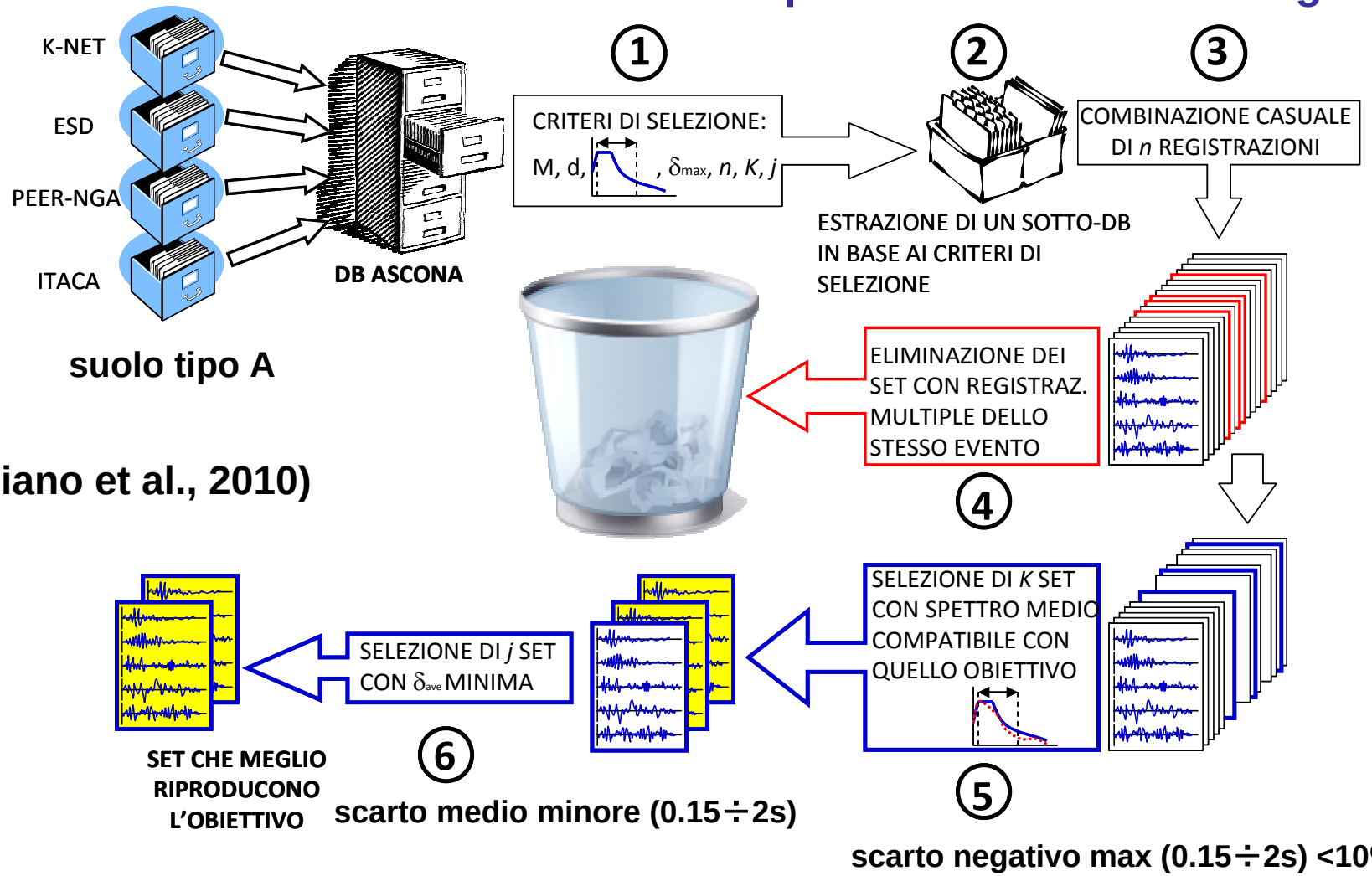






Step 3: selezione degli accelerogrammi reali spettro-compatibili agli spettri di riferimento/isole

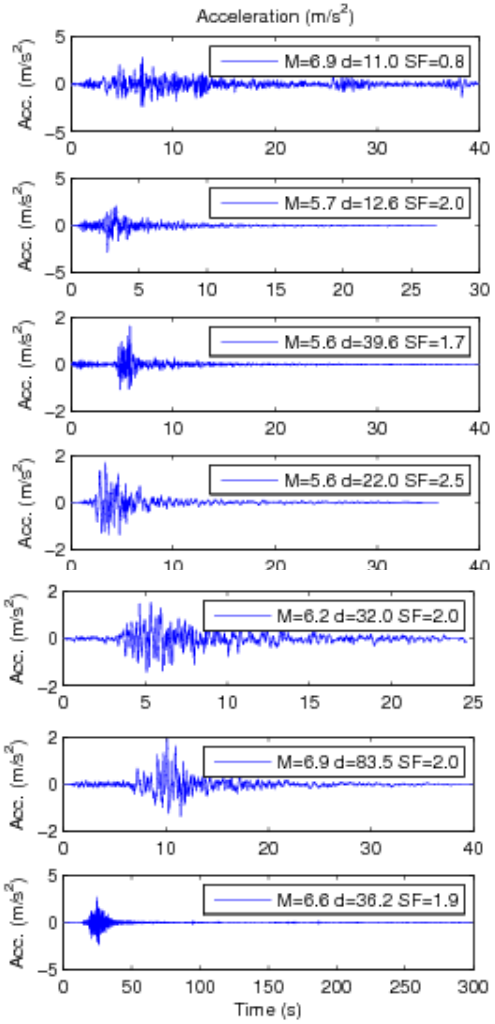
ASCONA -Automated Selection of COmpatible Natural Accelerograms



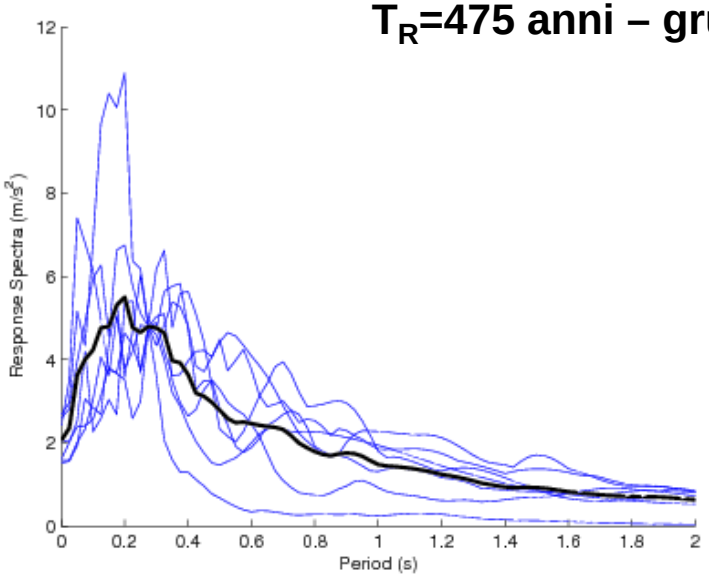
(Corigliano et al., 2010)

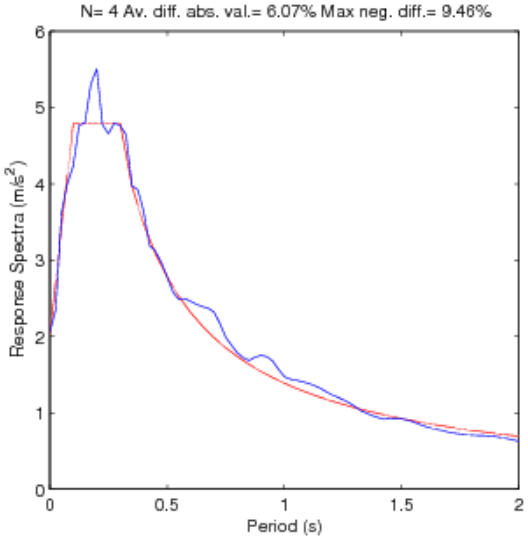
Numero totale di selezioni: 6 (isole) + 35 (terraferma) = 41

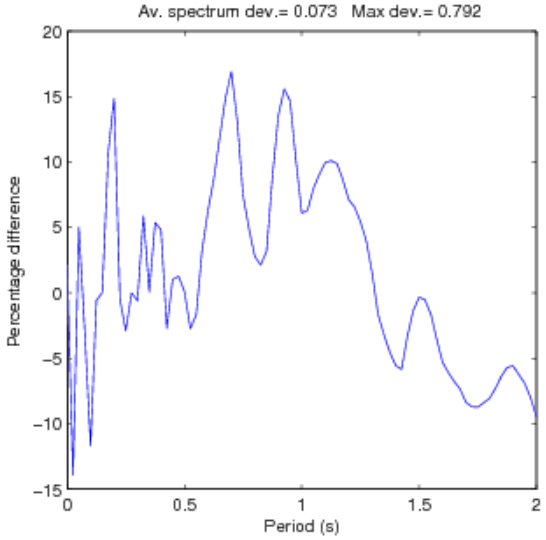
Step 3: selezione degli accelerogrammi reali spettro-compatibili agli spettri di riferimento/isole



T_R=475 anni – gruppo 1

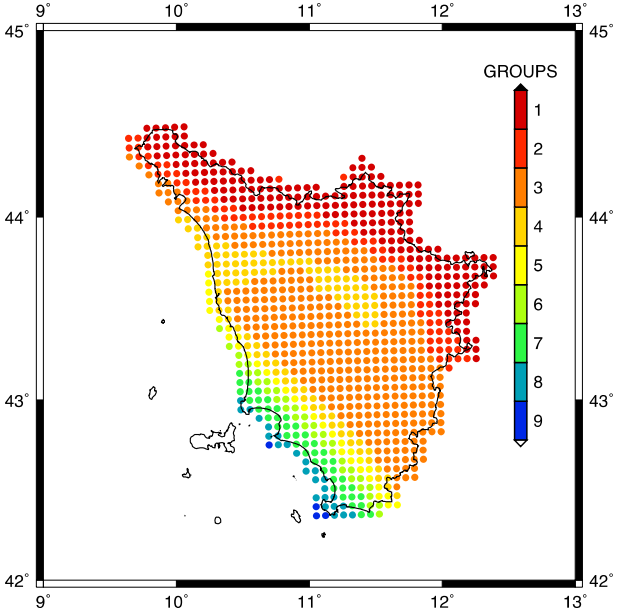




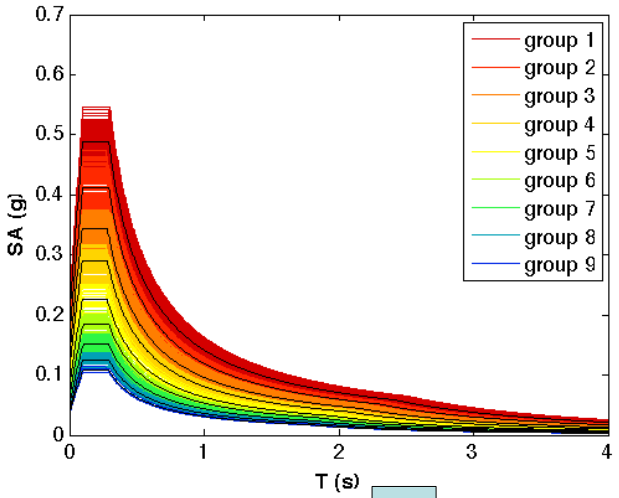


Step 4: scalatura lineare accelerogrammi selezionati

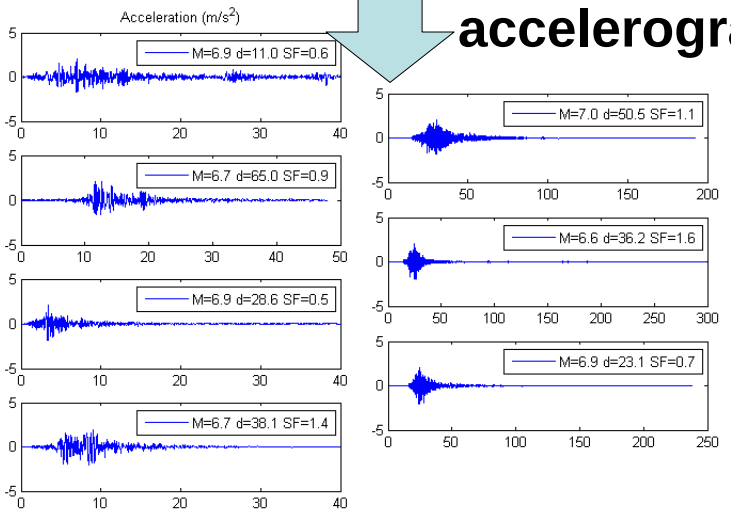
Mesozonazione



Spettro di riferimento



Selezione accelerogrammi



Gruppo di 7 accelerogrammi spettro compatibili agli spettri di risposta diversi da quello di riferimento e agli spettri di risposta per i periodi di ritorno di 50 e 101 anni?

Scalatura lineare degli accelerogrammi

Step 4: scalatura lineare accelerogrammi selezionati

SF=SF1*SF2

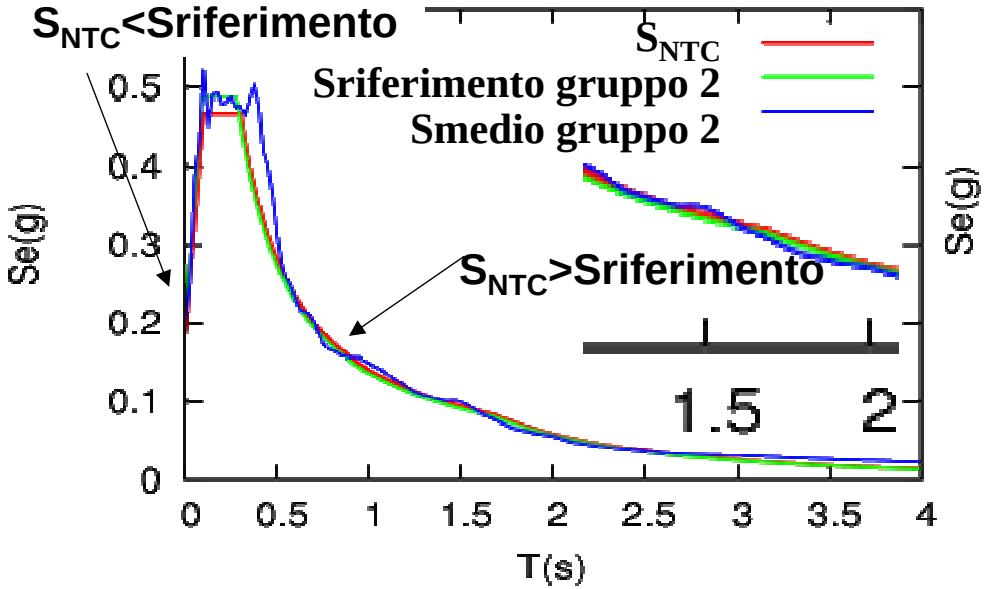
$$SF1 = \frac{S_{NTC}(T = T_{rif})}{S_{medio_gruppo}(T = T_{rif})}$$

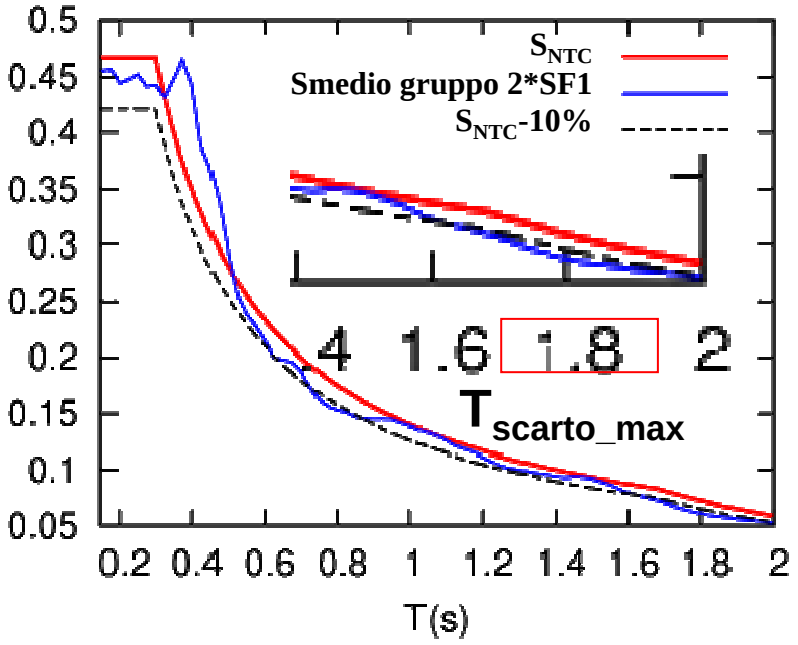
T_{rif} =0 per T_R=75 anni

T_{rif}=T_C* per T_R=475, 712 e 949 anni

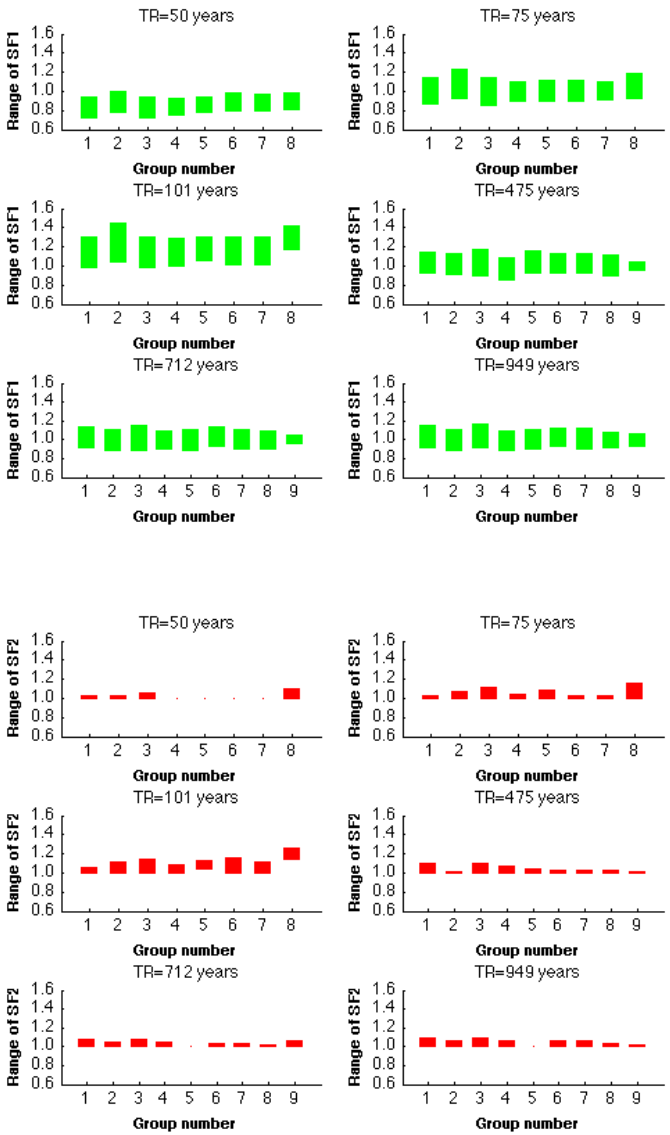
Se spettro-compatibilita' verificata con SF1 allora SF2=1

$$SF2 = \frac{S_{NTC}(T_{scarto_max}) - 0.09999 * S_{NTC}(T_{scarto_max})}{S_{medio_gruppo_scalato_SF1}(T_{scarto_max})}$$



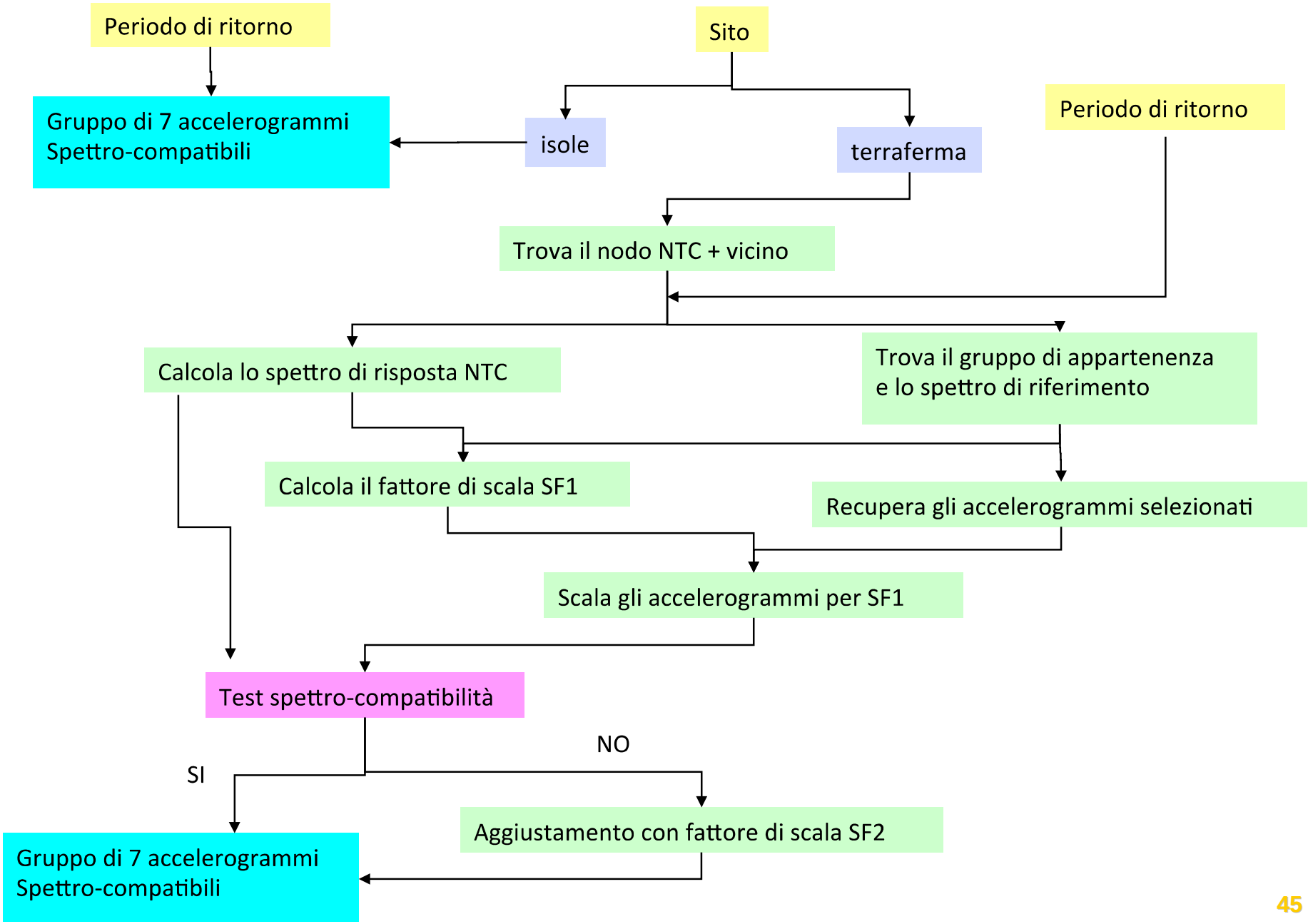


Step 4: scalatura lineare accelerogrammi selezionati

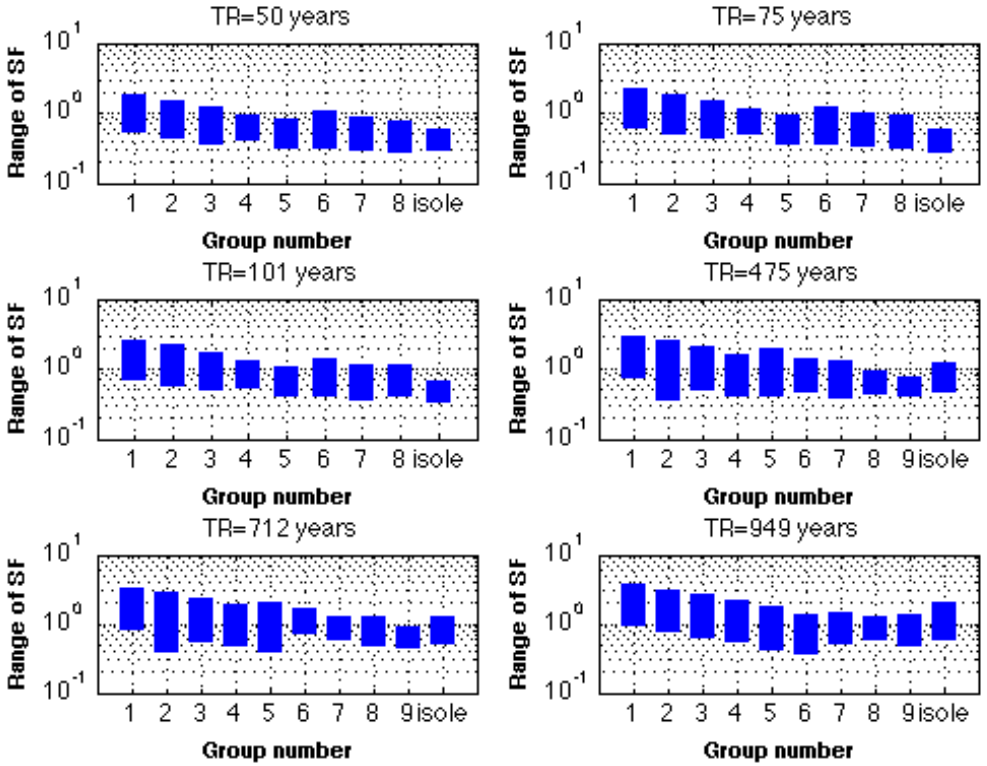


T_R	SF1		SF2	
	Min	Max	Min	Max
50 anni	0.728	0.994	1.	1.097
75 anni	0.857	1.226	1.	1.152
101 anni	0.982	1.445	1.	1.257
475 anni	0.858	1.174	1.	1.099
712 anni	0.891	1.148	1.	1.083
949 anni	0.887	1.164	1.	1.097

SCALCONA-2.0


Periodo di ritorno
Sito
Gruppo di 7 accelerogrammi Spettro-compatibili
isole
terraferma
Periodo di ritorno
Trova il nodo NTC + vicino
Calcola lo spettro di risposta NTC
Trova il gruppo di appartenenza e lo spettro di riferimento
Calcola il fattore di scala SF1
Recupera gli accelerogrammi selezionati
Scala gli accelerogrammi per SF1
Test spettro-compatibilità
NO
SI
Aggiustamento con fattore di scala SF2
Gruppo di 7 accelerogrammi Spettro-compatibili

Fattori di scala rispetto accelerogrammi originari

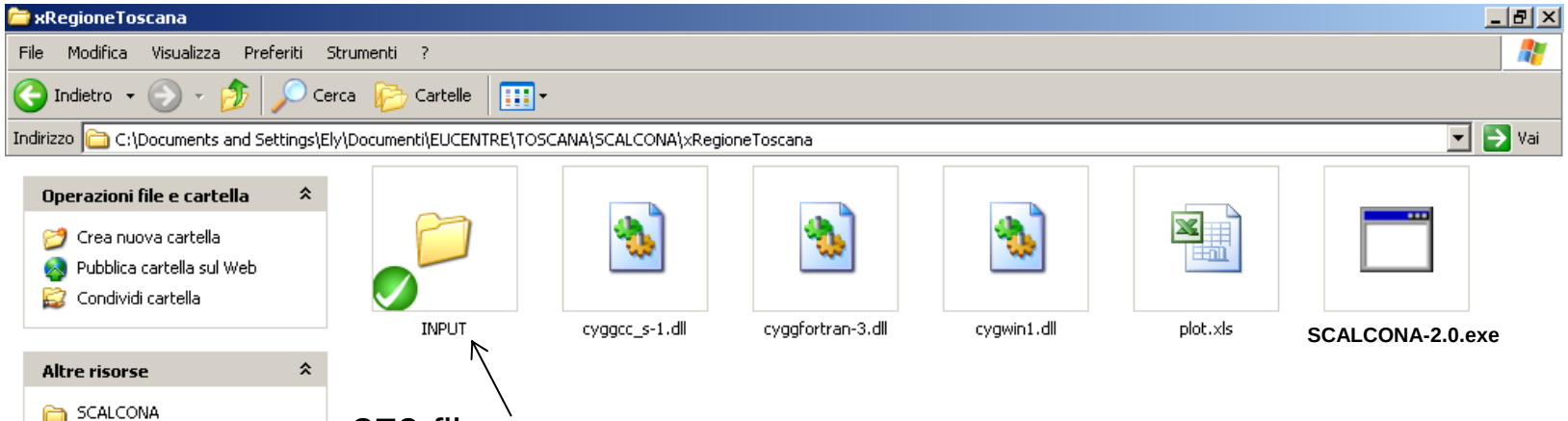


RT (years)	*SF*			% of cases with *SF* between 2/3 and 1.5
	Min	Max	Mean	
50	0.28	1.87	0.83	59
75	0.29	2.27	0.99	69
101	0.35	2.59	1.12	63
475	0.36	2.91	1.33	48
712	0.40	3.33	1.53	35
949	0.37	3.74	1.71	30

Utilizzo del software (*Scalcona 2.0*)

SCALCONA-2.0

SCALing of COmpatible Natural Accelerograms versione 2.0



379 files:

- AllegatoB delle NTC08

-2 files contenenti le coordinate e i nomi dei comuni situati sulle isole/terraferma

-2 files che contengono le coordinate dei poligoni che definiscono le isole/terraferma

-1 file contenente i periodi utilizzati per la scalatura in ASCONA

- 4 files contenti i gruppi

-41 files conenti gli spettri di risposta

-287 files contenti gli accelerogrammi

-41 files contenenti le informazioni sugli accelerogrammi

SCALCONA-2.0 (INPUT)

***Input*: sito e periodo di ritorno di interesse**

```
SCALCONA-2.0 (SCALing of COmpatible Natural Accelerograms)

Per interrompere premere CTRL+C in qualsiasi momento

Inserire il periodo di ritorno (TR=50,75,101,475,712,949):
3000
Il periodo di ritorno non e' corretto o non e' ammesso


Inserire il periodo di ritorno (TR=50,75,101,475,712,949):
475
Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:
```

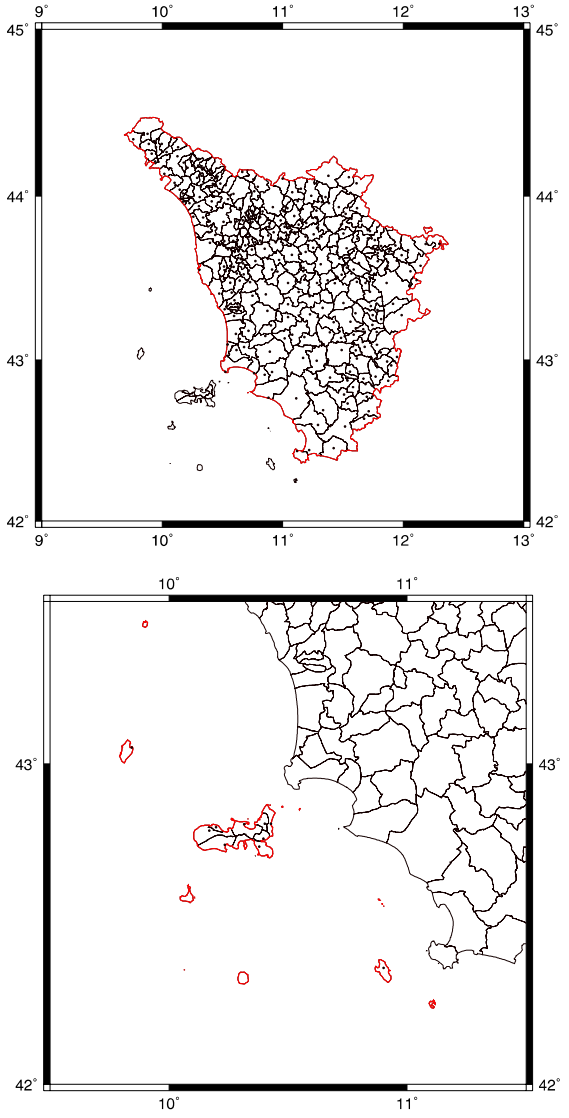
SCALCONA-2.0 (INPUT)

***Input*: sito e periodo di ritorno di interesse**

```
Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:

10.00 44.0

Le coordinate non sono corrette o non sono ammesse

Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:

11.254167 43.771389 oppure Firenze
```

SCALCONA-2.0 (INPUT)

Nome comune	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Nome comune	Latitudine (°)	Longitudine (°)
Abbadia San Salvatore	42.8831296	11.6706481	Montecarlo	43.8523703	10.6693888
Abetone	44.1456415	10.6649791	Montecatini Val di Cecina	43.392473	10.749653
Agliana	43.9075	11.0073703	Montecatini-Terme	43.884537	10.7747037
Altopascio	43.814484	10.674472	Montelupo Fiorentino	43.7339315	11.0213697
Anghiari	43.5418888	12.0606481	Montemignaio	43.7409629	11.6198518
Arcidosso	42.872677	11.5378432	Montemurlo	43.925668	11.040384
Arezzo	43.4712011	11.8630617	Montepulciano	43.092926	11.782389
Asciano	43.233379	11.56151	Monterchi	43.4893888	12.1122037
Aulla	44.2055326	9.9698068	Monteriggioni	43.3896642	11.2244584
Badia Tedalda	43.7089577	12.1864914	Monteroni d'Arbia	43.2303148	11.4220555
Bagni di Lucca	44.011949	10.5907796	Monterotondo Marittimo	43.1466284	10.855959
Bagno a Ripoli	43.7536638	11.3226104	Montescudaio	43.327037	10.627037
Bagnone	44.3153196	9.9956531	Montespertoli	43.642935	11.07658
Barberino di Mugello	44.001045	11.238543	Montevarchi	43.5287701	11.5700069
Barberino Val d'Elsa	43.5420555	11.1707962	Monteverdi Marittimo	43.1784242	10.7156392



SCALCONA-2.0 (OUTPUT)

***Output*: gruppo di 7 accelerogrammi spettro-compatibili allo spettro di risposta elastico prescritto dalle NTC08**

```
Sono stati creati i seguenti files:
sr_TR00475_Firenze.txt
acc_TR00475_Firenze_1.txt
acc_TR00475_Firenze_2.txt
acc_TR00475_Firenze_3.txt
acc_TR00475_Firenze_4.txt
acc_TR00475_Firenze_5.txt
acc_TR00475_Firenze_6.txt
acc_TR00475_Firenze_7.txt
readme_TR00475_Firenze.txt

Il programma e' terminato correttamente
```

Spettri di risposta

Accelerogrammi spettro-compatibili

Caratteristiche degli accelerogrammi

SCALCONA-2.0 (OUTPUT)

SCALCONA — vim — 115×25

vim

```
%Scaled acceleration response spectrum
%Period  Spectral acceleration (NB: the first column of RS is the average, the last column is the NTC08 spectrum)
%(sec)       (m/s2)
0.000      1.4940      2.4349      1.8232      1.0247      1.3767      1.0916      1.6349      1.0722      1.2767
0.025      1.7152      2.7174      2.0137      1.0611      1.3911      1.3650      2.3814      1.0767      1.7236
0.050      2.6877      4.2490      3.5131      1.3131      1.6204      1.7172      5.0334      1.3677      2.1705
0.075      3.0723      5.7750      2.9505      2.0762      1.6407      2.8547      4.6259      1.5835      2.6173
0.100      3.6539      9.4657      4.6424      1.9350      1.7381      1.5418      4.1904      2.0633      3.0642
0.125      3.8151      8.2818      6.5758      1.8233      2.1318      1.7595      3.3707      2.7624      3.0642
0.150      3.5629      5.2071      7.0737      2.9813      2.5935      2.0669      2.5525      2.4648      3.0642
0.175      3.5574      4.1430      6.8439      3.6524      2.4897      1.8239      2.5095      3.4386      3.0642
0.200      3.5009      2.8864      7.4067      2.4338      2.3944      3.6501      3.1572      2.5774      3.0642
0.225      3.1168      3.0426      4.3316      3.1874      1.7587      3.6774      2.9608      2.8595      3.0642
0.250      3.0753      2.8386      4.2064      4.0978      2.0384      2.5026      2.5575      3.2859      3.0642
0.275      3.2604      3.2604      3.2604      3.2604      3.2604      3.2604      3.2604      3.2604      3.0642
0.300      3.2869      3.4511      2.9510      3.4219      4.1986      2.4600      3.2012      3.3246      3.0642
0.325      3.2231      3.1917      3.2915      3.4693      4.5048      1.4049      3.8366      2.8630      2.8285
0.350      2.8034      2.8779      3.6628      2.3701      3.2477      1.0809      3.9225      2.4618      2.6264
0.375      2.7650      2.6292      3.5830      2.0152      3.8084      0.8802      3.9633      2.4756      2.4513
0.400      2.6147      2.5931      3.2727      1.7964      3.8328      0.8770      3.2274      2.7037      2.2981
0.425      2.3392      2.5500      2.6109      1.9067      3.4616      0.7579      2.2315      2.8559      2.1629
0.450      2.3003      2.4357      2.5234      2.2294      3.0117      0.6546      2.3768      2.8700      2.0428
0.475      2.1969      2.2589      2.7641      2.3841      2.3046      0.5255      2.3730      2.7682      1.9353
0.500      2.0425      2.0409      3.0488      2.2346      1.5847      0.4578      1.9199      3.0106      1.8385
"sr_TR00475_Firenze.txt" 164L, 18527C                                                          1,1           Top
```

SCALCONA — vim — 11

vim

```
%Scaled time histories
%Scaling Factor 0.9
%Time Acceleration
%(sec)  (m/s2)
  0.0000 -0.000329
  0.0100  0.000420
  0.0200  0.000766
  0.0300  0.000033
  0.0400  0.000770
  0.0500  0.000263
  0.0600  0.000450
  0.0700  0.000550
  0.0800  0.000263
  0.0900  0.000600
  0.1000  0.000321
  0.1100  0.000452
  0.1200  0.000476
  0.1300  0.000321
  0.1400  0.000526
  0.1500  0.000343
  0.1600  0.000434
  0.1700  0.000440
  0.1800  0.000332
"acc_TR00475_Firenze_1.txt" 2314L, 43967C
```

SCALCONA — vim — 116×24

vim

```
% Magnitude(Mw) Epic.Distance(km) Scaling_Factor Source File_Name
5.60  12.00 0.95 % ESD 000766xa.cor
6.87  11.00 0.55 % ESD 000182xa.cor
6.20  32.00 1.35 % ESD 000234ya.cor
6.93  83.53 1.33 % NGA 0804y.txt
5.61  39.60 1.14 % NGA 1649y.txt
6.60  36.18 1.32 % KNET1 SAG0010503201053.NS
5.60  22.00 1.73 % ITACA 19971014_152309ITDPC_CSC__WEC.DAT
~
~
~
~
~
~
~
~
~
~
~
~
~
~
~
"readme_TR00475_Firenze.txt" 8L, 675C                                                  1,1           All
```

Considerazioni conclusive

Principali risultati ottenuti

1. Procedura per la definizione *semi-automatica* dell'input sismico in termini di storie temporali registrate spettro-compatibili (ASCONA)

2. Risultato finale: programma che consente di ottenere automaticamente l'input sismico all'interno della Regione Toscana per i periodi di ritorno di 50, 75, 101, 475, 712, 949 anni

Grazie per l'attenzione!