



GRUPPO NAZIONALE DI GEOFISICA DELLA TERRA SOLIDA **33° Convegno Nazionale Bologna**

REALIZZAZIONE DI ABACHI REGIONALI PER AMPLIFICAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE FINALIZZATI ALLA REDAZIONE DI CARTOGRAFIE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2 IN TOSCANA



Dario Albarello, G. Peruzzi, D. Pileggi
Università degli Studi di Siena



M Baglione, V. D'Intinosante, P. Frabboni
Regione Toscana

Gli abachi

Nel contesto della microzonazione sismica, gli abachi sono **tabelle** pre-confezionate utili a calcolare gli **effetti di amplificazione attesi** a causa dell'assetto stratigrafico locale

Questi effetti sono parametrizzati in modo sintetico mediante un fattore numerico rappresentativo (FA), in funzione di un **numero limitato** di parametri **stimabili empiricamente con costi contenuti da professionisti che operano sul territorio**

Tutti gli abachi possono essere utilizzati solo se la situazione di interesse ricade nella tipologie fissate dagli estensori dell'abaco

Procedura per la costruzione degli abachi in Toscana

PRIMA FASE

1. Individuazione delle tipologie lito-stratigrafiche (TLS)
2. Parametrizzazione delle unità lito-stratigrafiche (V_s , curve di degrado con relative incertezze)
3. Selezione moto di input

SECONDA FASE

1. Generazione casuale di profili V_s e curve di degrado
2. Selezione profili V_s e curve di degrado compatibili con le osservazioni
3. Costruzione delle Funzioni di Amplificazione e dei Fattori di Amplificazione (FA) per le singole tipologie lito-stratigrafiche e i gruppi di accelerogrammi

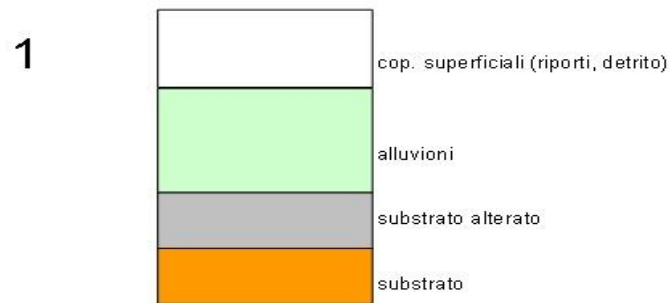
TERZA FASE

1. Caratterizzazione statistica della distribuzione dei valori di FA per le singole tipologie lito-stratigrafiche e i gruppi di accelerogrammi
2. individuazione dei parametri sperimentali caratterizzanti le diverse situazioni lito stratigrafiche

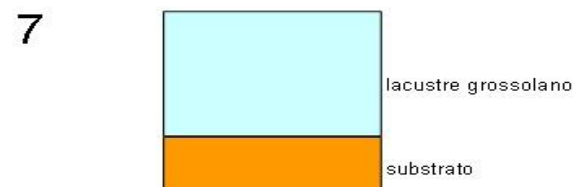
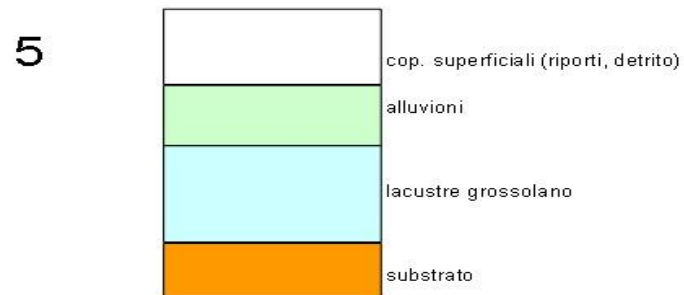
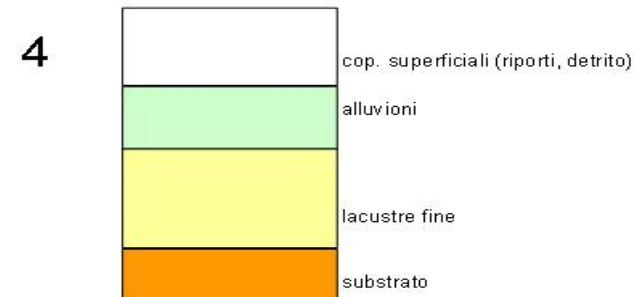
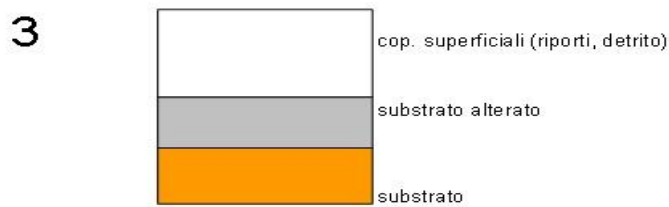
QUARTA FASE

1. Costruzione degli abachi
2. Validazione degli abachi

Individuazione delle tipologie lito-stratigrafiche (TLS)



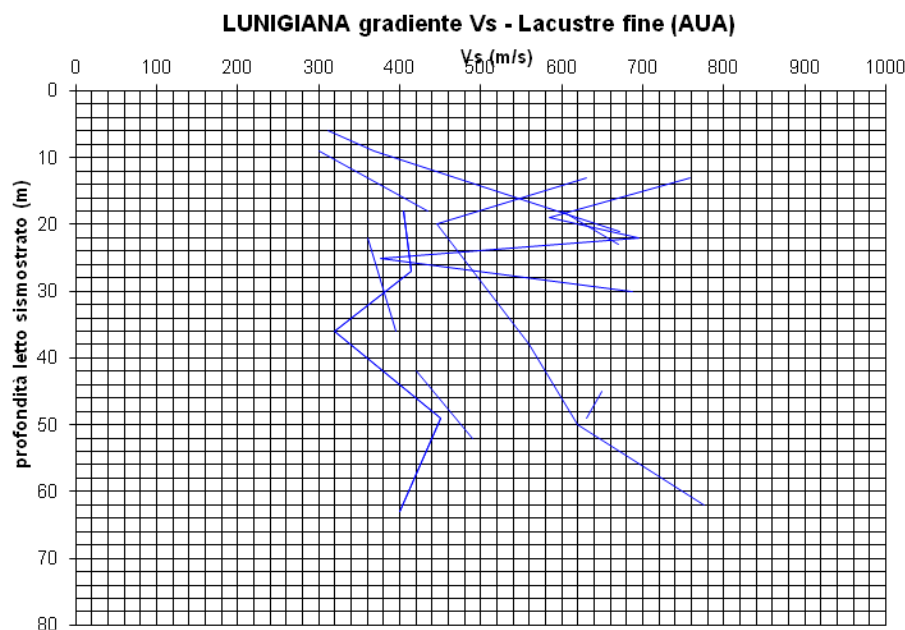
Singola
Unità Lito-
stratigrafica
(ULS)



*Esempio relativo all'area della
Garfagnana e dati forniti dalla
Regione Toscana*

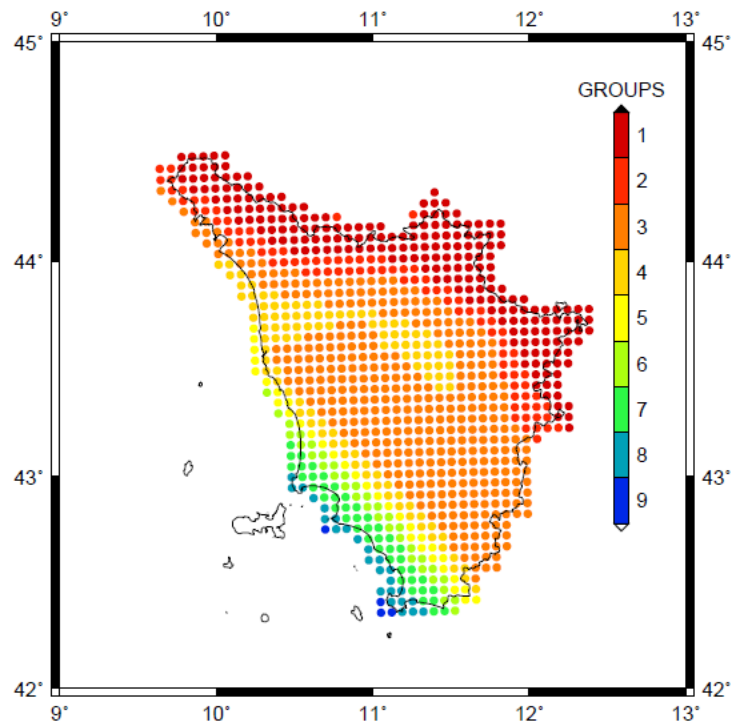
Parametrizzazione delle TLS

LITOLOGIA	Vs (m/sec)					SPESSORE (m)				
	val. min.	val. max	media	mediana	dev stand	val. min.	val. max	media	mediana	dev stand
riporti-suoli	179	311	245	270	44	1.5	4	2	2	1
detrito di versante (a)	190	610	390	328	145	1	7	4	4	2
detrito di frana (A1q)	150	840	339	301	153	2	10	5	4	2
b (Alluvioni)	140	1279	497	453	230	1	39	7	6	6
AUA (lacustre fine)	270	775	518	500	140	2	28	10	8	7
OLP (lacustre grossolano)	335	1070	731	748	201	2.5	11	6	7	2
Substrato alterato	280	760	593	600	138	2	20	7	5	4
Substrato	800	1780	1176	1147	263	-	-	-	-	-



La parametrizzazione tiene conto delle variazioni di Vs in funzione della profondità dedotte sperimentalmente per le singole Unità Lito-Stratigrafiche (ULS)

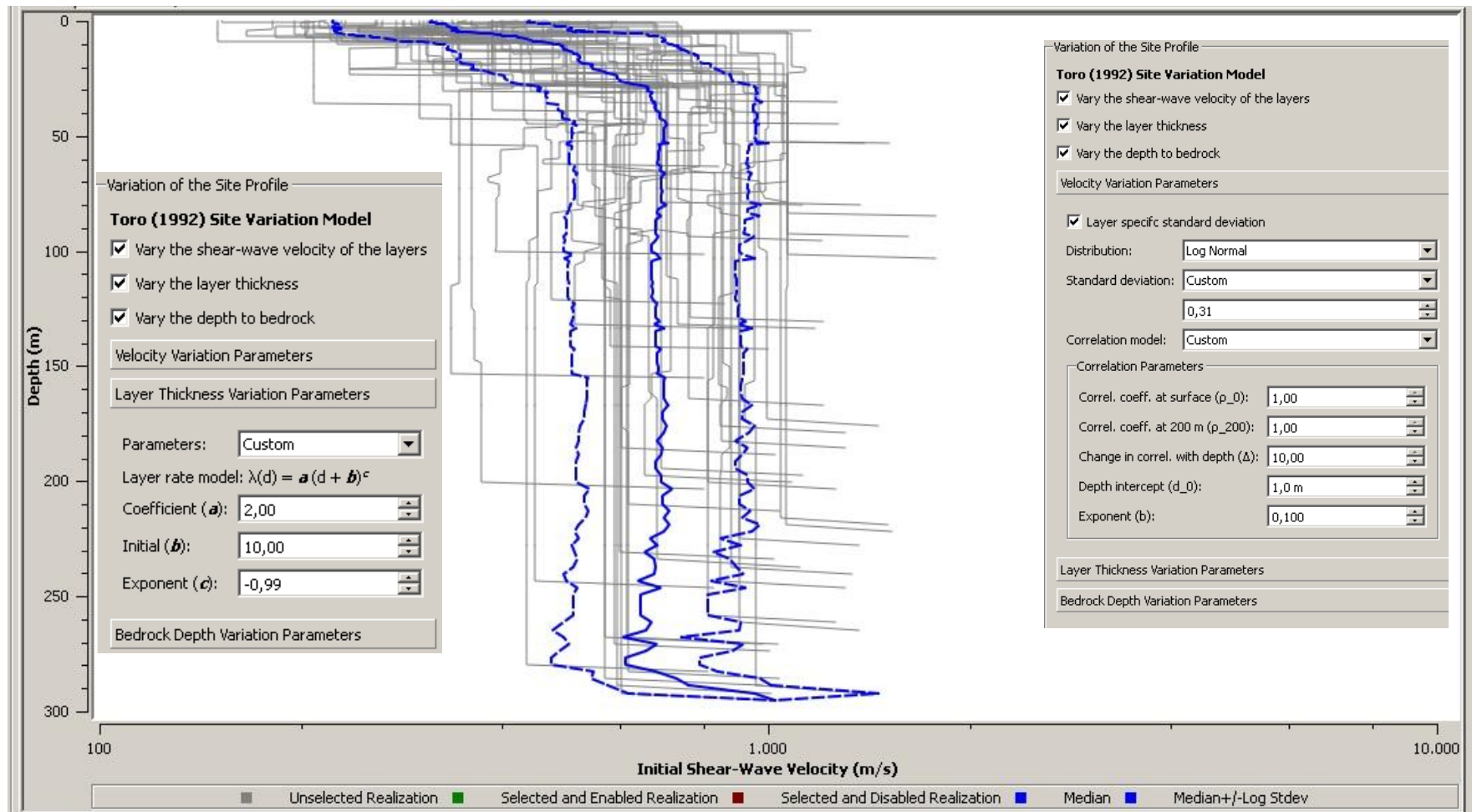
Selezione del moto di riferimento in funzione del livello di pericolosità sismica



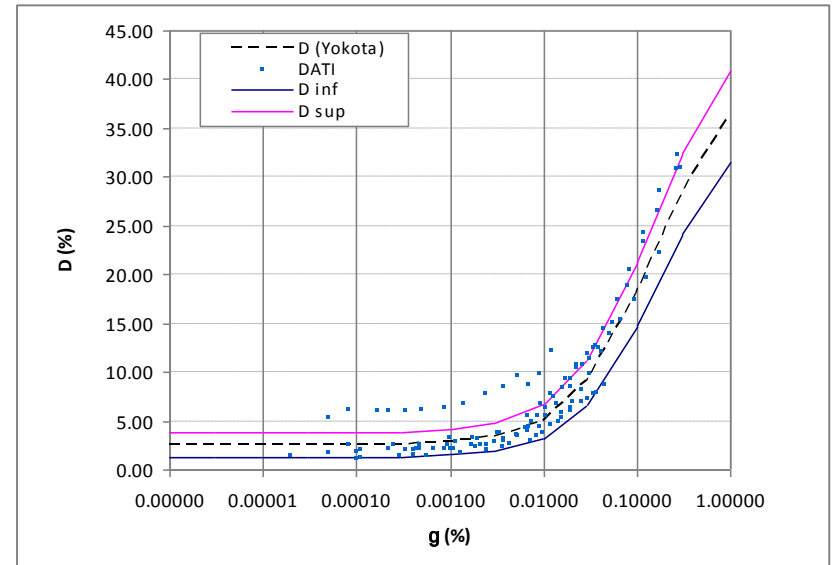
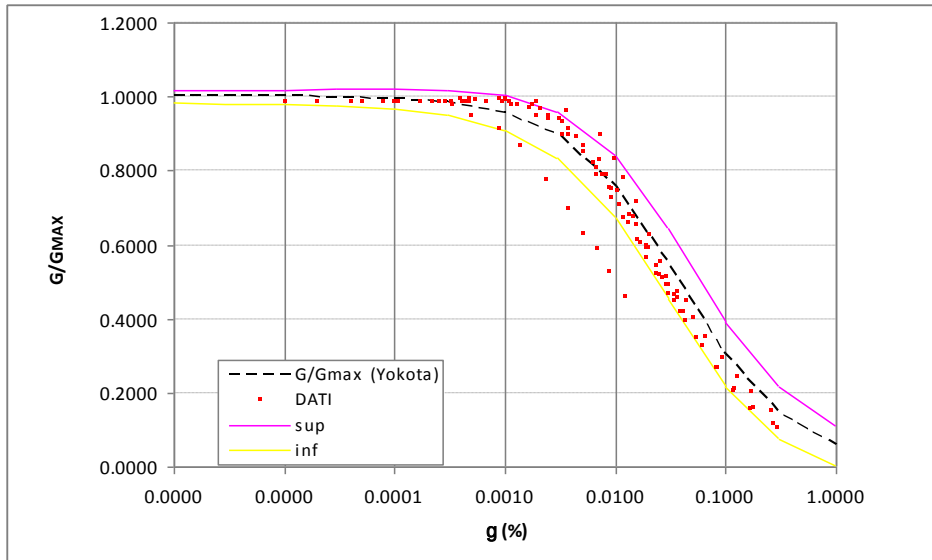
Diversi gruppi di accelerogrammi forniti dalla Regione Toscana in funzione della pericolosità sismica locale

General Settings Soil Types Soil Profile Motion(s) Output Specification Compute Results							
Motion Input Location							
Specify the location to input the motion(s): Bedrock							
Input Motions							
View							
	Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor	
1	☒ acc\01_1.csv	6.87, ESD 000182xa.cor	Outcrop	0.27	13.85	1.00	
2	☒ acc\01_2.csv	6.2, ESD 000234ya.cor	Outcrop	0.15	12.63	1.00	
3	☒ acc\01_3.csv	5.74, NGA 0146y.txt	Outcrop	0.27	17.44	1.00	
4	☒ acc\01_4.csv	6.93, NGA 0804y.txt	Outcrop	0.21	16.49	1.00	
5	☒ acc\01_5.csv	5.61, NGA 1649y.txt	Outcrop	0.16	6.82	1.00	
6	☒ acc\01_6.csv	6.6, KNET1 SAG0010503201053.N5	Outcrop	0.25	19.14	1.00	
7	☒ acc\01_7.csv	5.6, ITACA 19971014_152309ITDPC_CSC__WEC.DAT	Outcrop	0.16	13.58	1.00	
8	☒ acc\02_1.csv	6.87, ESD 000182xa.cor	Outcrop	0.23	11.70	1.00	
9	☒ acc\02_2.csv	6.2, ESD 000234ya.cor	Outcrop	0.13	10.48	1.00	
10	☒ acc\02_3.csv	5.74, NGA 0146y.txt	Outcrop	0.22	14.71	1.00	
11	☒ acc\02_4.csv	6.93, NGA 0765x.txt	Outcrop	0.16	12.57	1.00	
12	☒ acc\02_5.csv	6.69, NGA 1033y.txt	Outcrop	0.14	12.91	1.00	
13	☒ acc\02_6.csv	6.6, KNET1 SAG0010503201053.N5	Outcrop	0.21	16.14	1.00	
14	☒ acc\02_7.csv	5.6, ITACA 19971014_152309ITDPC_CSC__WEC.DAT	Outcrop	0.14	11.45	1.00	
15	☒ acc\03_1.csv	5.6, ESD 000766xa.cor	Outcrop	0.26	8.44	1.00	
16	☒ acc\03_2.csv	6.87, ESD 000182xa.cor	Outcrop	0.19	9.80	1.00	
17	☒ acc\03_3.csv	6.2, ESD 000234ya.cor	Outcrop	0.11	8.77	1.00	
18	☒ acc\03_4.csv	6.93, NGA 0804y.txt	Outcrop	0.15	11.62	1.00	
19	☒ acc\03_5.csv	5.61, NGA 1649y.txt	Outcrop	0.12	4.78	1.00	
20	☒ acc\03_6.csv	6.6, KNET1 SAG0010503201053.N5	Outcrop	0.17	13.48	1.00	
21	☒ acc\03_7.csv	5.6, ITACA 19971014_152309ITDPC_CSC__WEC.DAT	Outcrop	0.11	9.57	1.00	

Generazione dei profili sismostratigrafici per ciascuna TLS in funzione delle proprietà associate alle singole ULS



Generazione delle curve di degrado e smorzamento per la singola ULS



Nonlinear Curve Variation Parameters

Standard deviation model ([more information](#)):

Normalized shear modulus (G/G_{max}):

Function: Min: Max:

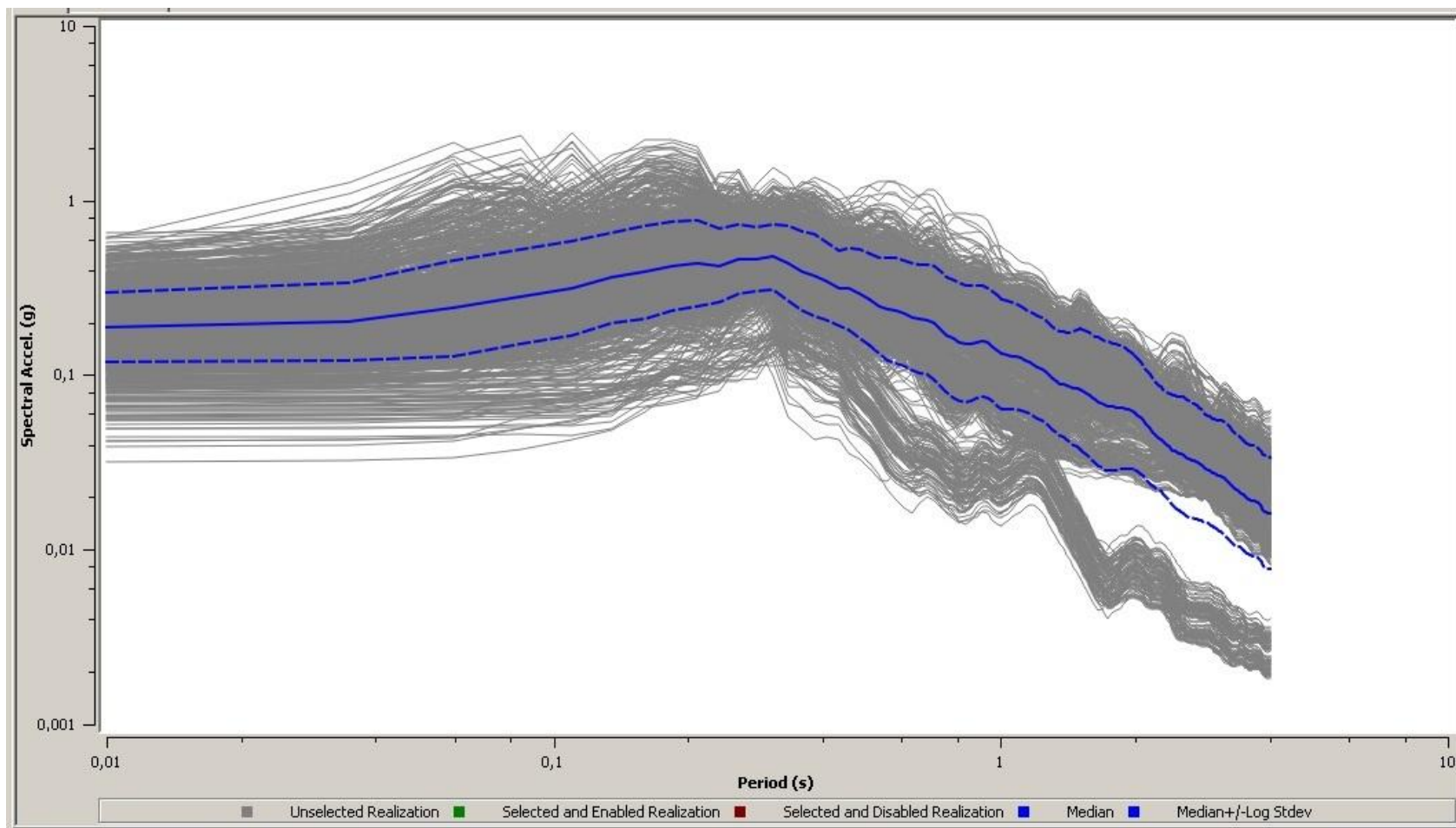
Damping:

Function: Min: Max:

G/G_{max} , Damping Correlation Coefficient (ρ):

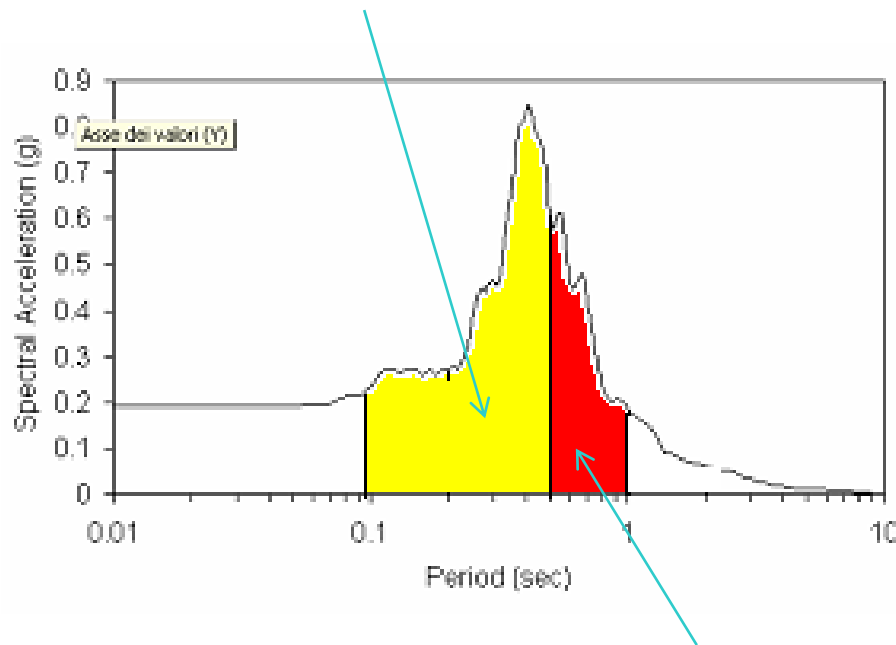
Garfagnana– Lacustre Fine (dati forniti dalla Regione Toscana)

Calcolo degli spettri di risposta per le singole stratigrafie relative ciascuna TLS e per i diversi gruppi di accelerogrammi



Calcolo dei valori dei Fattori di Amplificazione (FA) per ciascuna realizzazione relativa a ciascuna TLS e i diversi moti di riferimento su due intervalli di periodi

$$I_{output} = \int_{0.1}^{0.5} PSA dT$$



$$FA = \frac{I_{output}}{I_{input}}$$

$$I_{input} = \int_{0.5}^1 PSA dT$$

I fattori di amplificazione ottenuti nelle diverse ULS frutto della simulazione casuale nelle diverse zone geografiche per i due intervalli di periodo di vibrazione (0.1s-0.5s e 0.5s-1s) sono stati ordinati in funzione de

- 1. il livello di pericolosità sismica relativo a ciascuna zona*
- 2. il valore della frequenza di risonanza (f_0) della singola realizzazione nell'ambito della rispettiva TLS*
- 3. il valore del Vs_{30} relativo alla stessa realizzazione (se la profondità del basamento è superiore a 30m) o al valore di Vs_H (se la profondità è inferiore a 30m)*

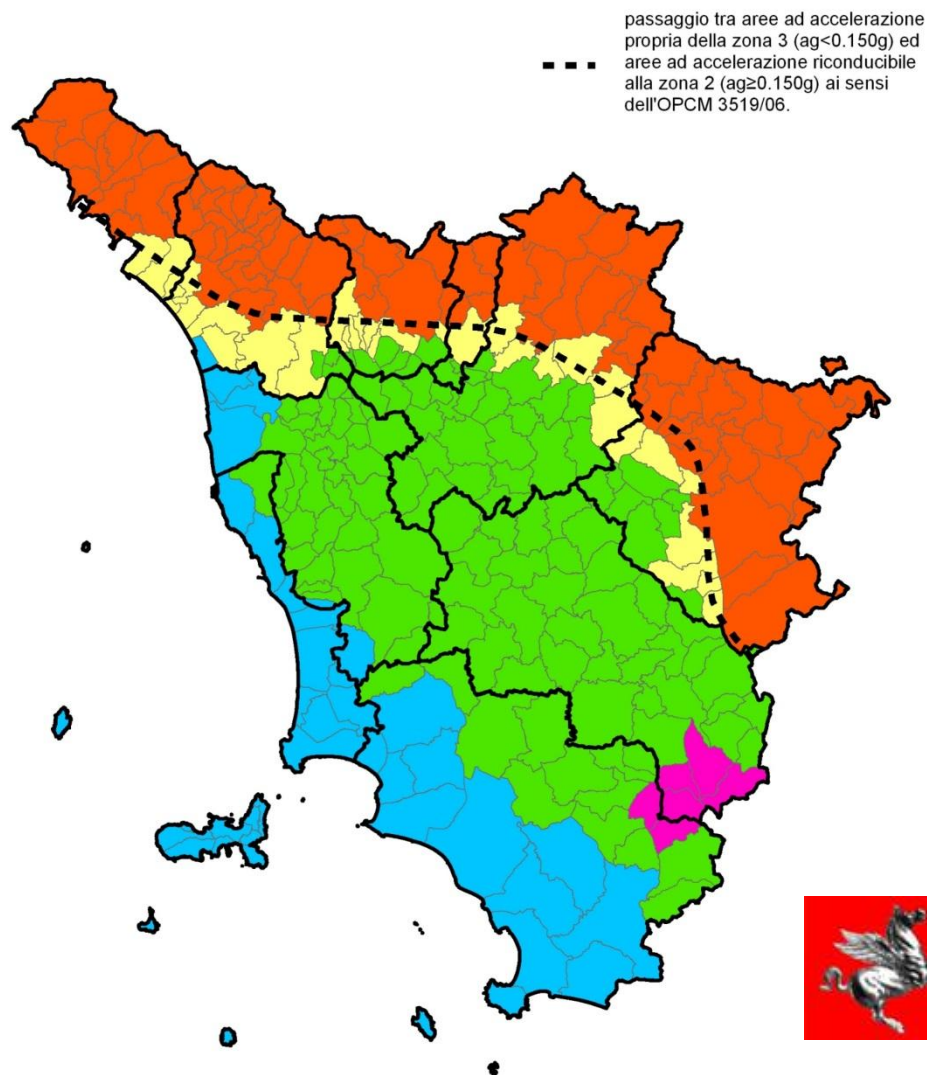
(in pratica vengono forniti due abachi distinti rispettivamente per un basamento a profondità maggiore o minore di 30m)

I valori di FA ottenuti per le diverse TLS sono raggruppati in funzione di tre parametri: la zona geografica, la frequenza di risonanza e il Vs_{30}/Vs_H

A ciascun gruppo è stato attribuito il valore di FA corrispondente al 75 percentile della relativa popolazione

Le caratteristiche delle popolazioni ottenute per le singole TLS e zone geografiche sono state esaminate e ri-aggregate determinando i quattro domini in cui è stata ripartita la Regione Toscana:

- **Toscana Appenninica**
- **Toscana Interna**
- **Toscana Costiera**
- **Monte Amiata**



Suddivisione aree per l'applicazione degli Abachi di II livello



Amiata (substrato geologico > 30 m)

Gruppo 4

FA calcolato per corti periodi ($0.1 < T < 0.5$ s)

		f0 (Hz)									
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	= 8	75° perc
Vs30 (m/s)	<200	1.4	1.7								1.6
	300	1.5	1.6	2.1	2.5	2.4	2.0	2.3	2.3	2.4	1.9
	500	1.4	1.6	1.9	2.1	2.0	2.0	2.4	2.2	2.1	2.0
	700			2.1	1.8	1.7	1.7			1.9	1.8
	=800										

FA calcolato per lunghi periodi ($0.5 < T < 1$ s)

		f0 (Hz)									
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	= 8	75° perc
Vs30 (m/s)	<200	1.6	2.8								2.7
	300	1.8	2.5	2.1	1.7	2.5	2.1	2.4	1.7	2.1	2.3
	500	1.5	2.3	1.8	1.4	1.2	1.2	1.8	1.7	1.3	1.6
	700			1.6	1.3	1.1	1.1			1.1	1.3
	=800										

Popolosità celle

		f0 (Hz)									
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	= 8	
Vs30 (m/s)	<200	7	14								
	300	256	840	588	128	28	22	47	17	34	
	500	130	121	353	308	97	19	13	15	253	
	700			7	42	21	7			7	
	=800										

Figura 5. Esempio di abaco relativo alle zone del Monte Amiata: in neretto le combinazioni f_0/V_{s30} con più di 5 valori, in grigio chiaro quelle con meno di 10 valori. Le due tabelle più in alto sono relative ai valori di FA ottenuti per le due classi di periodi. In basso ci sono i valori relativi al numero di simulazioni per ciascuna combinazione dei parametri.

In assenza
valori di f_0

Conclusioni

La costruzione degli abachi ha fatto tesoro dei numerosi dati raccolti dalla Regione Toscana nell'ambito dei vari progetti che si sono succeduti nel tempo (VEL ecc.) riguardo alla geologia e alle proprietà sismiche delle diverse formazioni nell'area

Gli abachi non presentano limitazioni legate alle specifiche situazioni locali (p.es. sono ammesse inversioni nel profilo di velocità del onde S o particolari configurazioni litologiche) che sono incluse nelle simulazioni condotte e quindi nei valori di FA proposti

Questi vanno considerati come un limite superiore “ragionevole” ai valori di FA effettivamente possibili

Va notato comunque che, in ogni caso, gli abachi saranno validi per un insieme di situazioni comunque ristretto e che saranno necessari studi specifici ogni volta che questo tipo di strumento risulterà non utilizzabile (MZS di Livello III)

Va quindi prestata la massima attenzione alle “regole” applicative fornite unitamente agli “abachi” evitandone l'applicazione impropria