



DIREZIONE AMBIENTE ED ENERGIA

SETTORE SISMICA REGIONALE

REGOLAMENTO REGIONALE 1R/2022

Linee guida per le analisi di risposta sismica locale in ambito di progettazione

M. Baglione, M. Nocenti, R. Ballati, P. Cortopassi, A. Castaldi,
P. Salvatori, V. D'Intinosante, P. Fabbroni V. Gambicorti,
D. Giomarelli, P. Positano

Settore sismica Regionale

Incontro con geologi
Firenze – 14 Febbraio 2022



Allegato 1 – art.5 Regolamento 1R/2022

LINEE GUIDA SULLE TIPOLOGIE E CLASSI DI INDAGINI GEOLOGICHE, GEOFISICHE E GEOTECNICHE DA ALLEGARE AI PROGETTI DA PRESENTARE AI SENSI DELL'ART. 3 DEL REG.1R/2022

**Tipologia indagini
geofisiche**

**Analisi di RSL in
ambito
progettuale**



Allegato 1 – art.5 Regolamento 1R/2022

Paragrafo 2: Tipologia delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche

2.b) caratterizzazione geofisica dei terreni: la misura delle velocità delle onde di taglio (V_s) è effettuata utilizzando **idonee metodologie sismiche di superficie oppure in foro**, che consentono di giungere, in caso di approccio rigoroso della valutazione dell'azione sismica ed Analisi di Risposta Sismica Locale, alla caratterizzazione sismostratigrafica dell'intero spessore delle coperture sismiche dal piano di posa delle fondazioni fino al tetto del substrato sismico oppure in caso di approccio semplificato, alla definizione della “categoria di sottosuolo” attraverso il valore della velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} come specificato dalla normativa tecnica di riferimento emanata in attuazione dell'articolo 83 del d.p.r.380/2001 fino ad un massimo di 30 m sotto il piano di fondazione. Per idonee metodologie sismiche di superficie ai fini della caratterizzazione dei terreni in termini di V_s si intendano le **indagini sismiche attive ed indagini di sismica passiva in array bidimensionale**;



Per idonee metodologie sismiche di superficie ai fini della caratterizzazione dei terreni in termini di V_s si intendano le **indagini sismiche attive ed indagini di sismica passiva in array bidimensionale**;

Tra le più diffuse indagini geofisiche in ambito progettuale possiamo annoverare:

GEOFISICA IN FORO

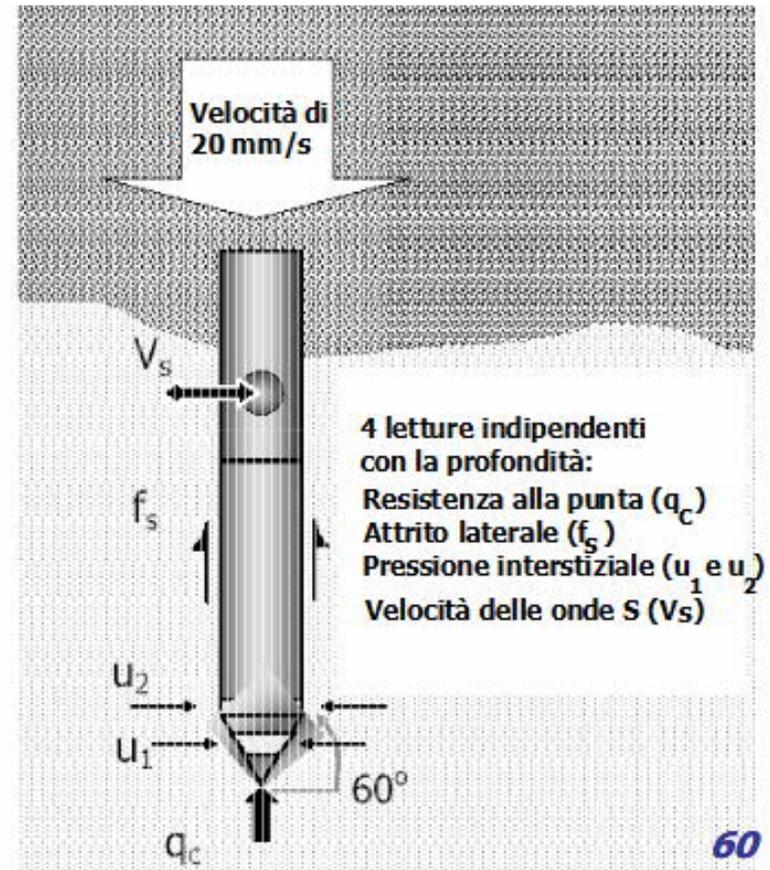
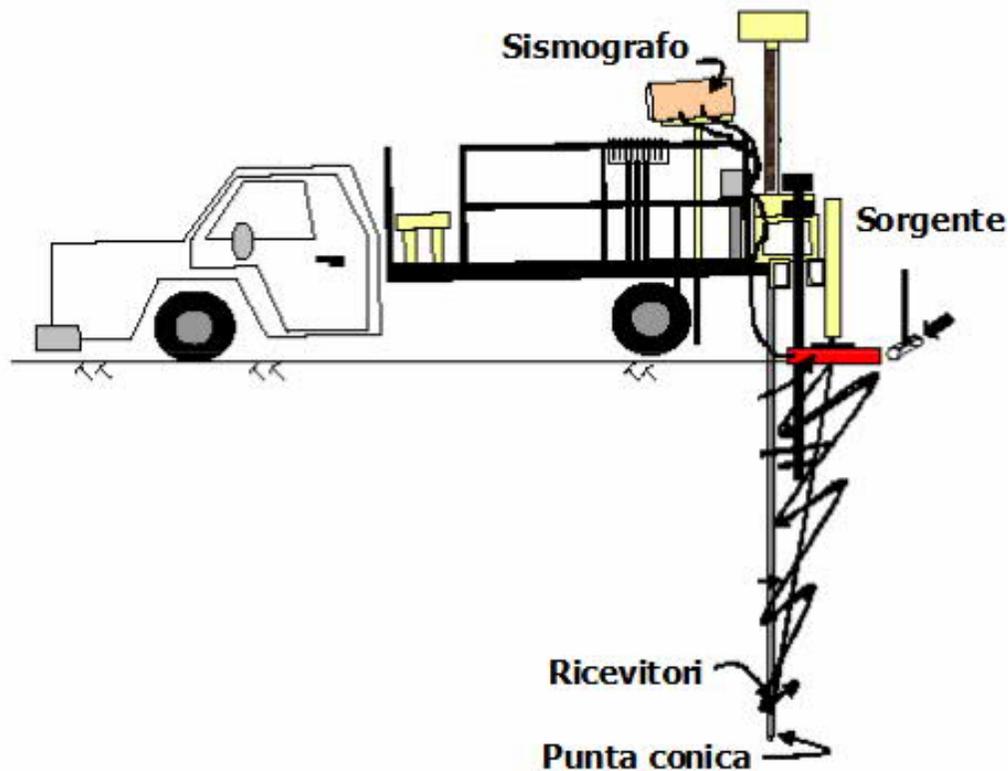
- Down-Hole
- Cross-Hole
- prova del cono sismico
- Dilatometro sismico

GEOFISICA DI SUPERFICIE

- Sismica a Rifrazione
- Prove attive con onde superficiali
- Prove passive 2D (antenna sismica)

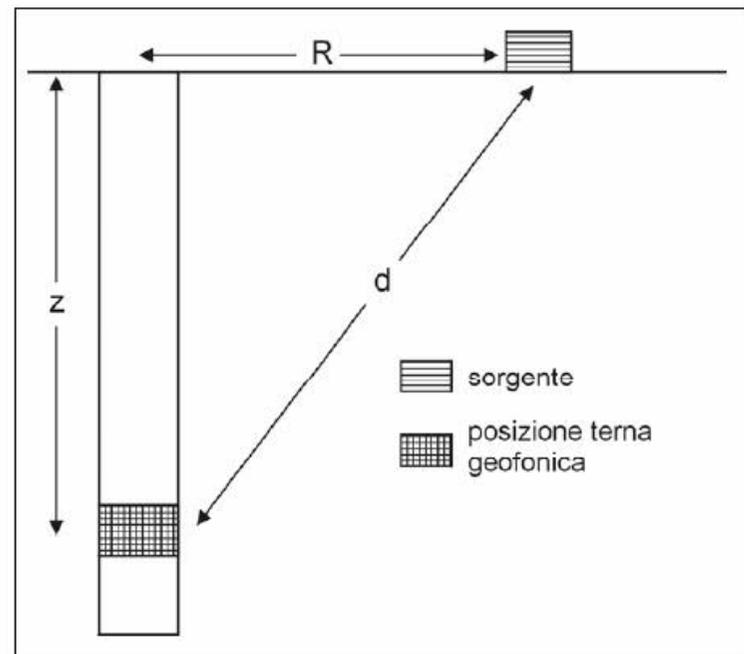
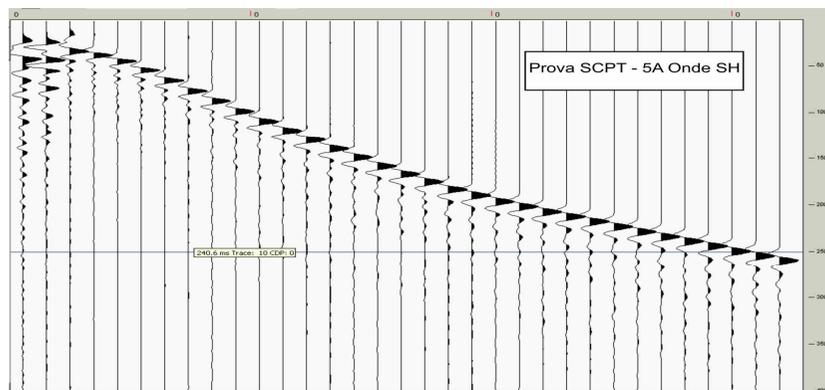
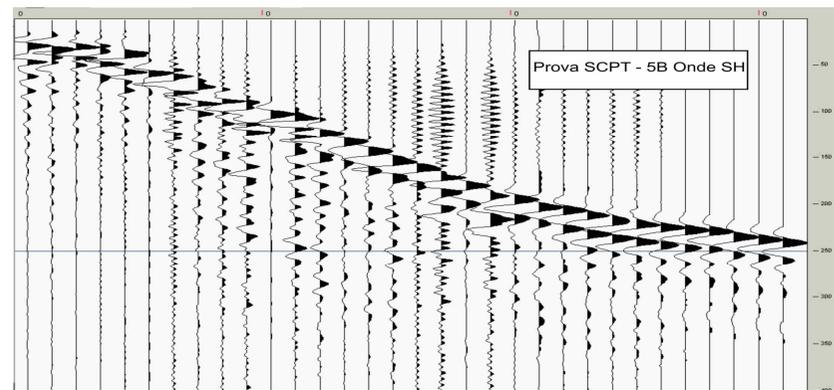
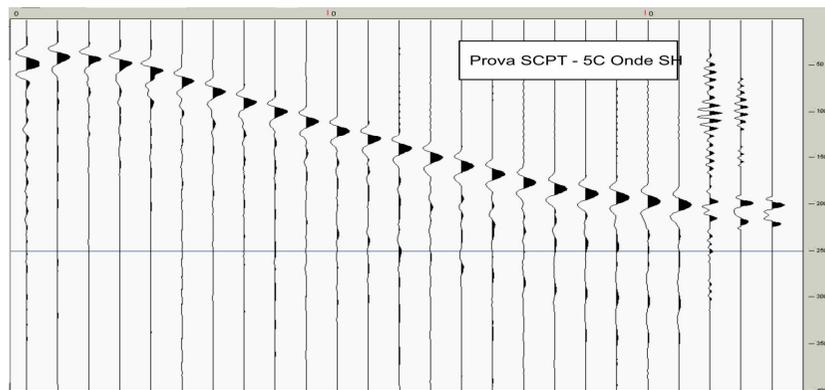


GEOFISICA IN FORO – Prova del cono sismico





GEOFISICA IN FORO – Prova del cono sismico

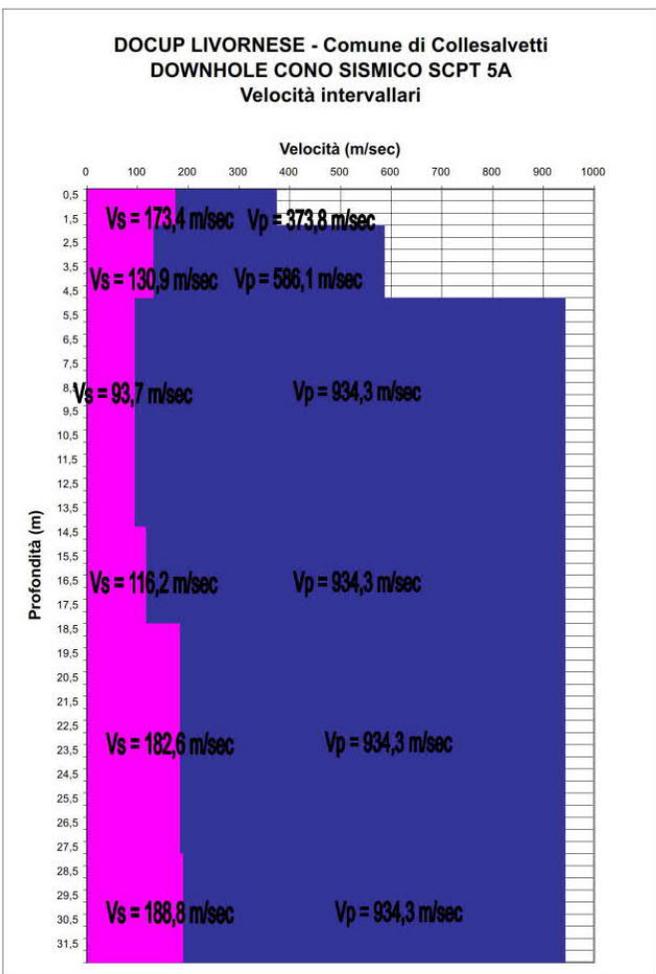
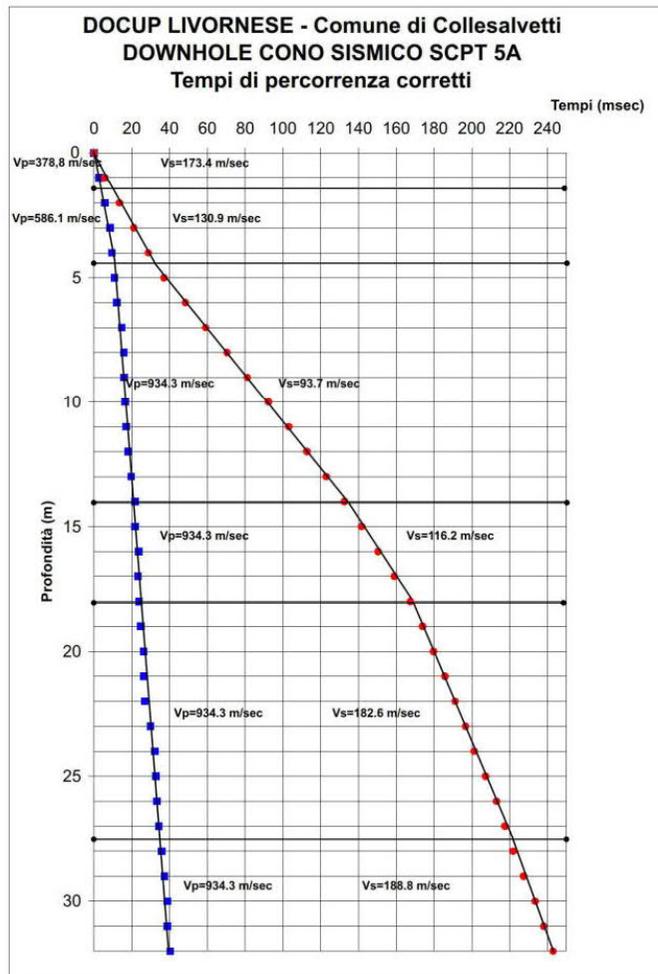




GEOFISICA IN FORO – Prova del cono sismico

 Dir. Gen. delle Politiche Territoriali e Ambientali SERVIZIO SISMICO REGIONALE	DITTA ESECUTRICE: Geoprove s.a.s.	 UNIONE EUROPEA
	DATA ESECUZIONE: 28/09/2005	

Programma DOCUP - Comune di: Collesalvetti - Località: Guasticce - Prova down-hole con cono sismico - SCPT5a





GEOFISICA IN FORO – Prova del dilatometro sismico

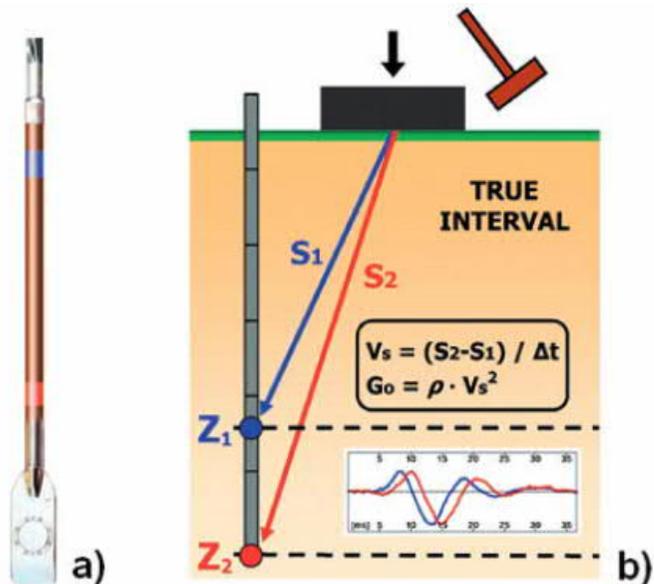


figura 3.4-60 – (a) lama DMt e modulo sismico.
(b) Schema della prova con SDMt

figura 3.4-61 – attrezzatura SDMt.

figura 3.4-62 – Sorgente di energizzazione in superficie.

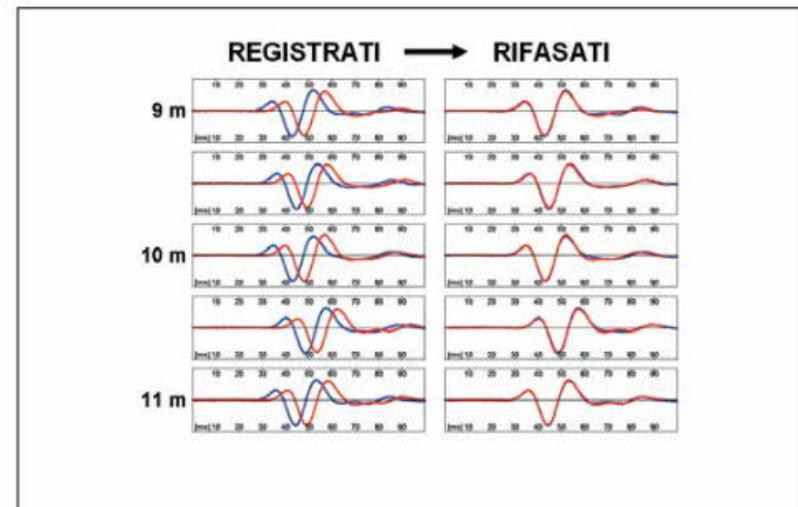


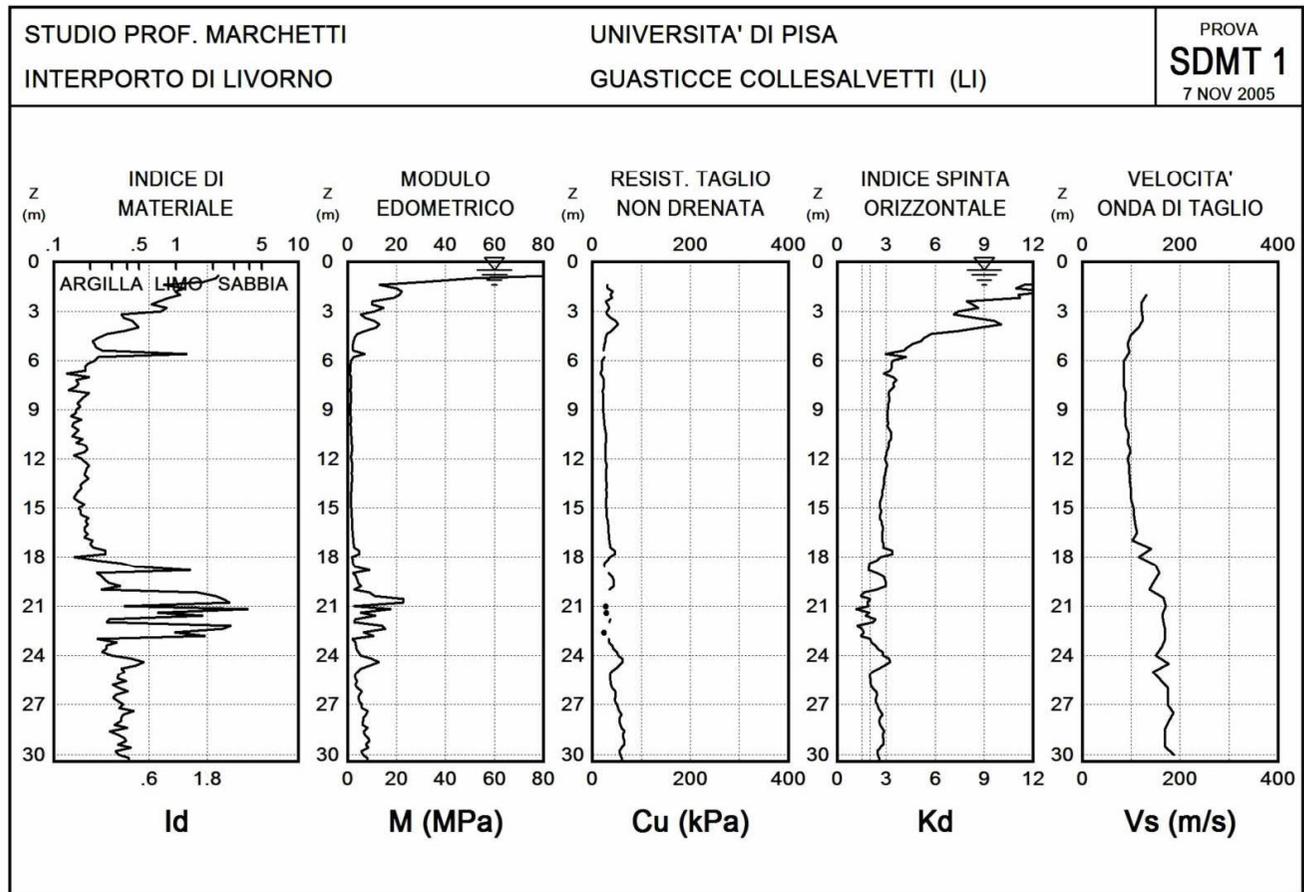
figura 3.4-63 – esempio di sismogrammi ottenuti da SDMt a varie profondità di prova nel sito di telespazio (Piana del fucino, abruzzo), registrati e rifasati secondo il ritardo calcolato.



GEOFISICA IN FORO – Prova del dilatometro sismico

 Dir. Gen. delle Politiche Territoriali e Ambientali SERVIZIO SISMICO REGIONALE	DITTA ESECUTRICE: Studio Prof. Marchetti	 UNIONE EUROPEA
	DATA ESECUZIONE: 7 novembre 2005	

Programma DOCUP - Comune di: Collesalveti - Località: Guasticce - Profili dei principali parametri SDMT 1

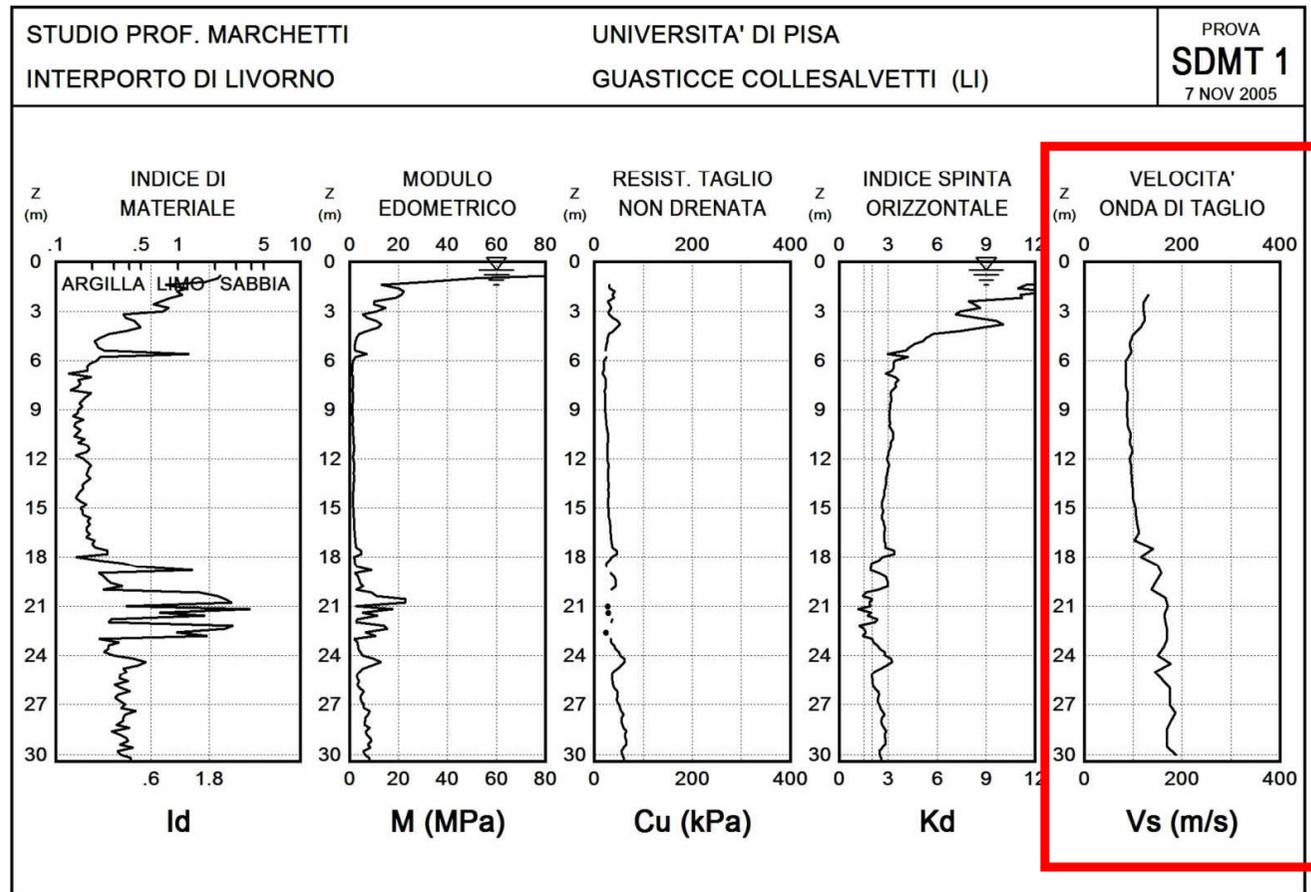




GEOFISICA IN FORO – Prova del dilatometro sismico

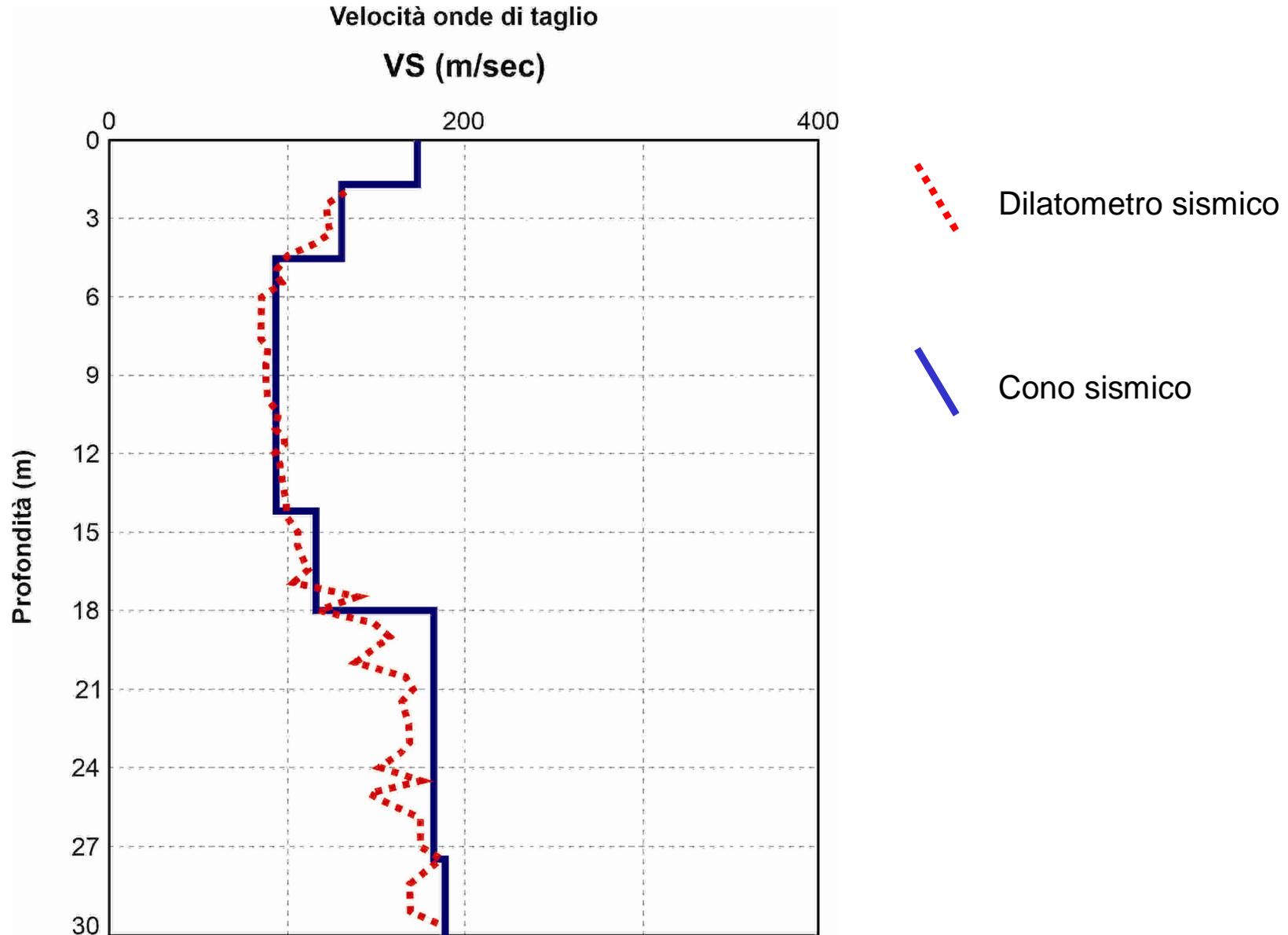
 Dir. Gen. delle Politiche Territoriali e Ambientali SERVIZIO SISMICO REGIONALE	DITTA ESECUTRICE: Studio Prof. Marchetti	UNIONE EUROPEA
	DATA ESECUZIONE: 7 novembre 2005	

Programma DOCUP - Comune di: Collesalveti - Località: Guasticce - Profili dei principali parametri SDMT 1



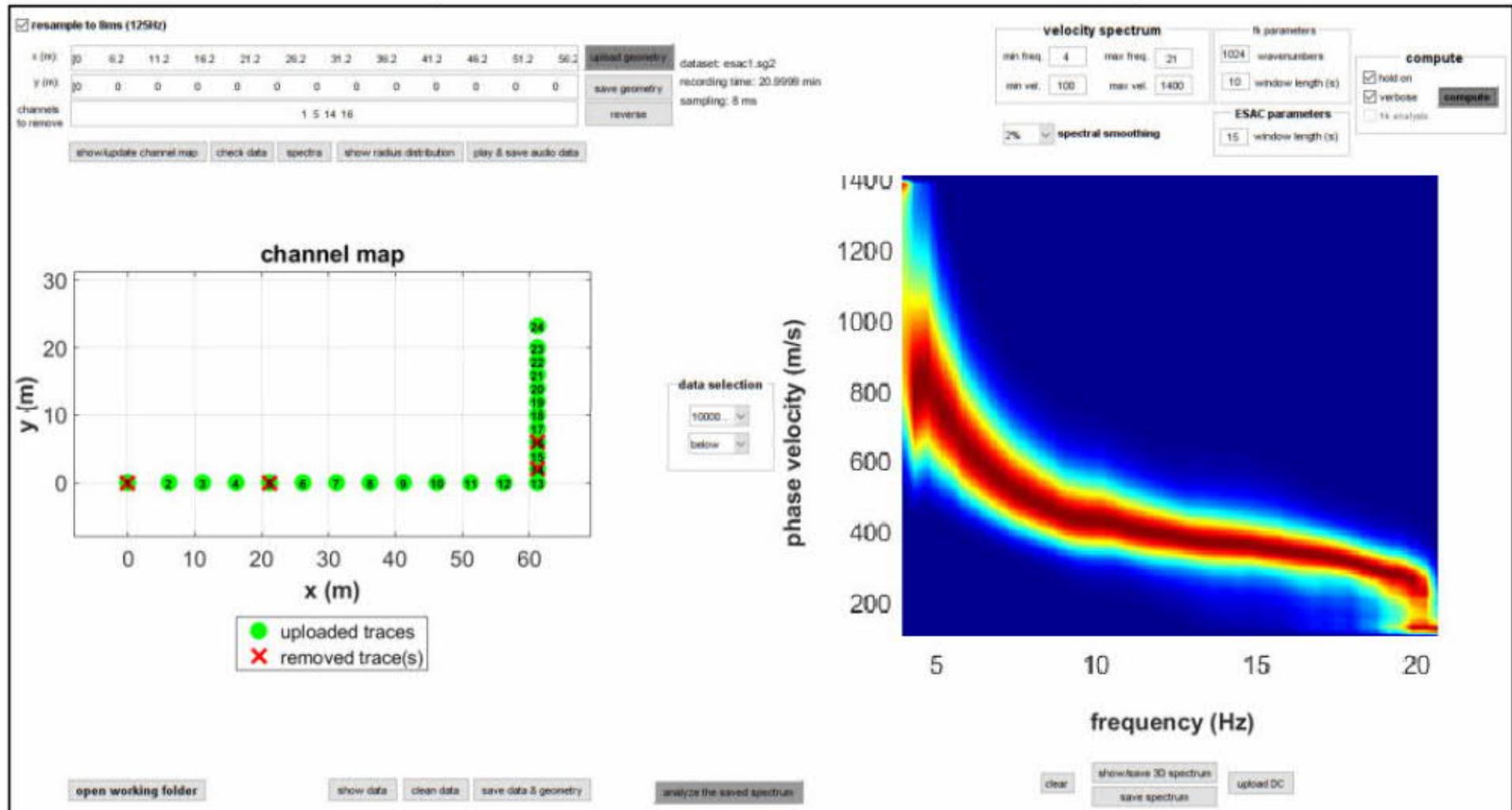


GEOFISICA IN FORO – Prova del dilatometro sismico





GEOFISICA DI SUPERFICIE – Prove passive 2D con onde superficiali

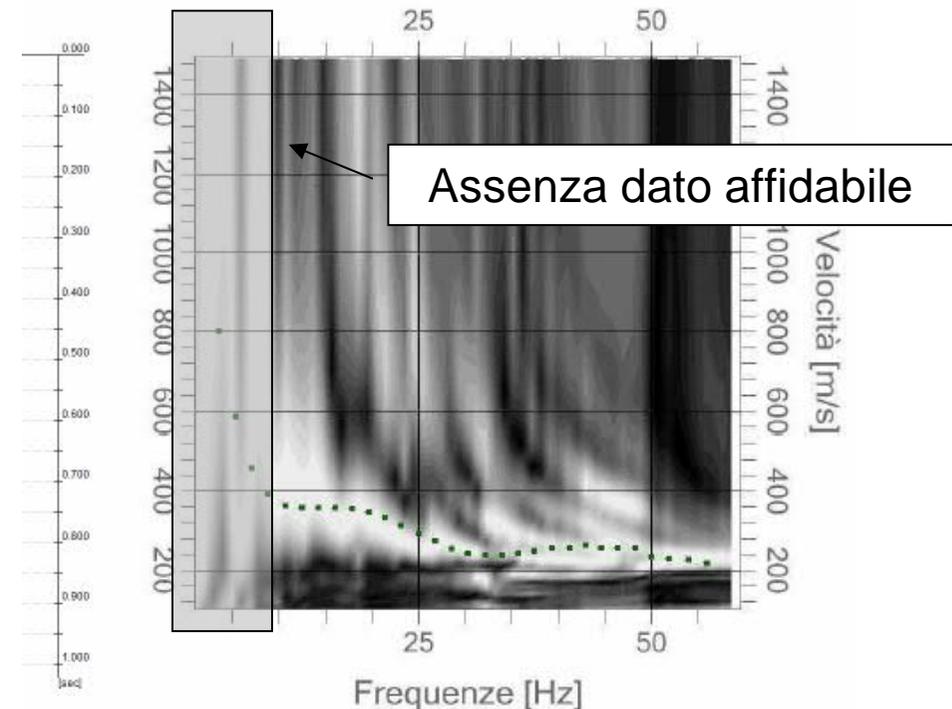
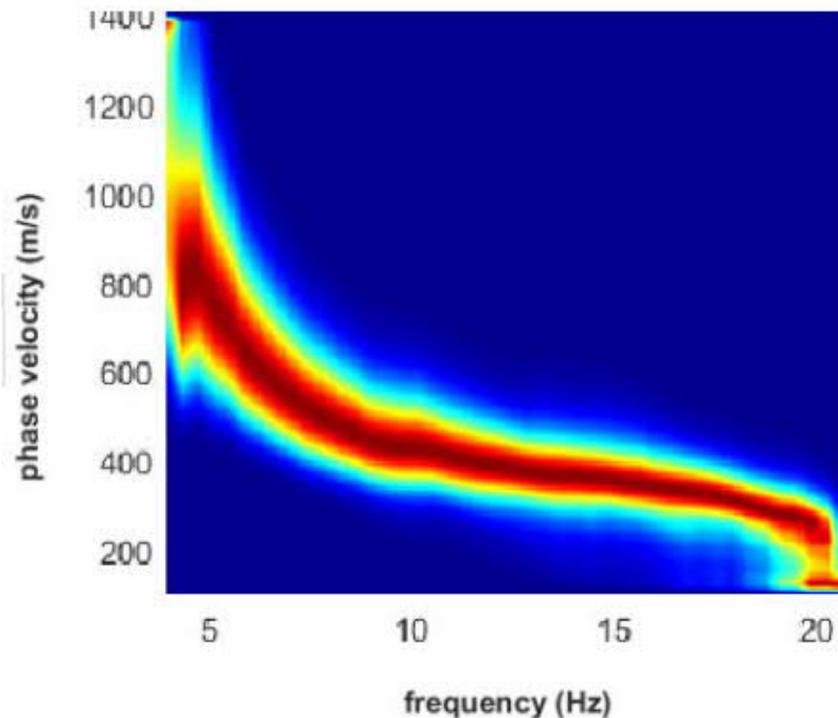




GEOFISICA DI SUPERFICIE – Prove passive 2D con onde superficiali

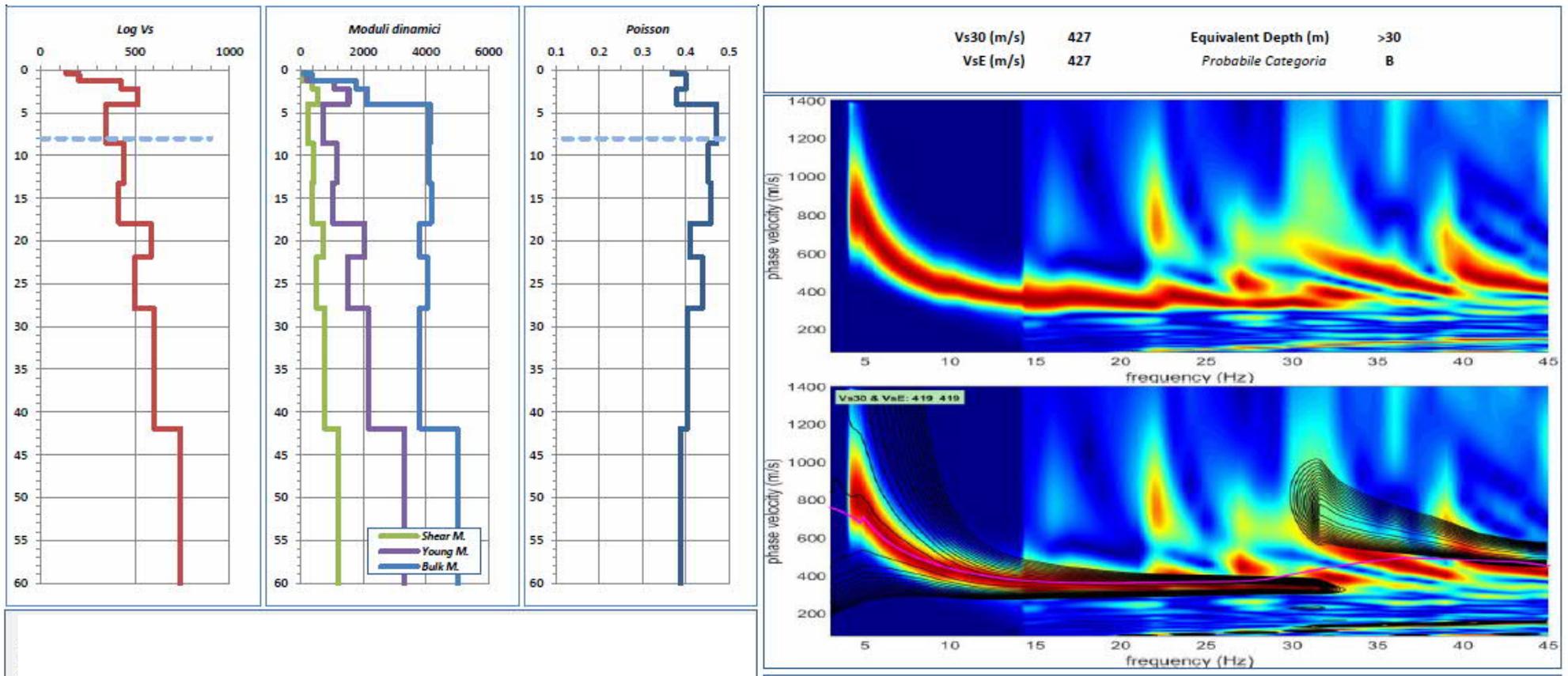
Qualora l'azione sismica di progetto sia **valutata mediante RSL**, si rileva l'esigenza di indagare interamente lo spessore di coperture sismiche.

Ciò, in contesti cd "profondi" e con i budget (non sempre elevati!!) a disposizione, prevede il ricorso ad indagini geofisiche di tipo passivo, poiché in grado di colmare la carenza (o l'assenza) di parametrizzazione a profondità solitamente superiori a 30m dal p.c.

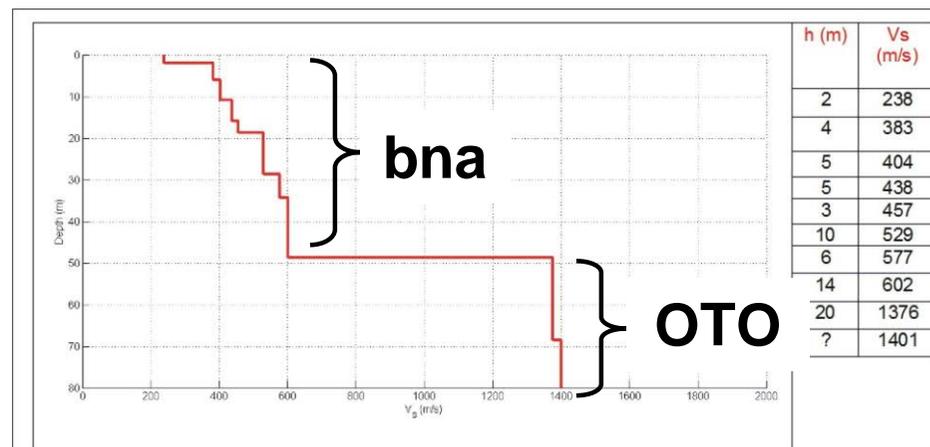




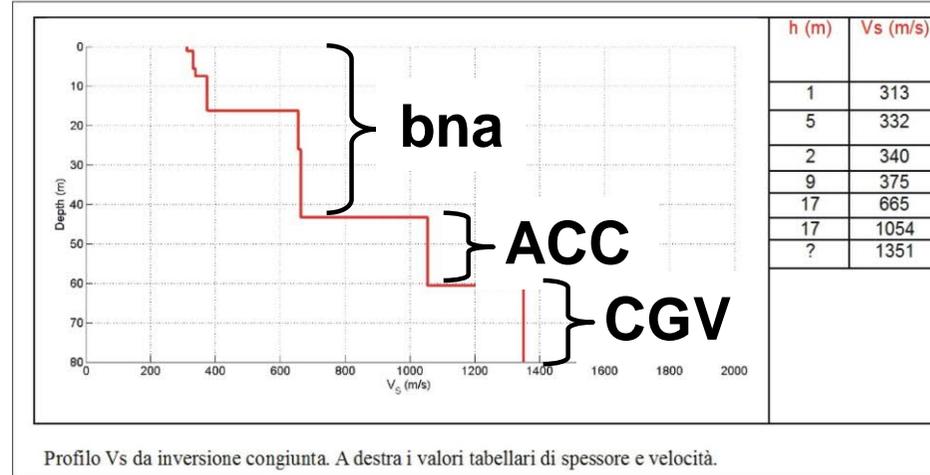
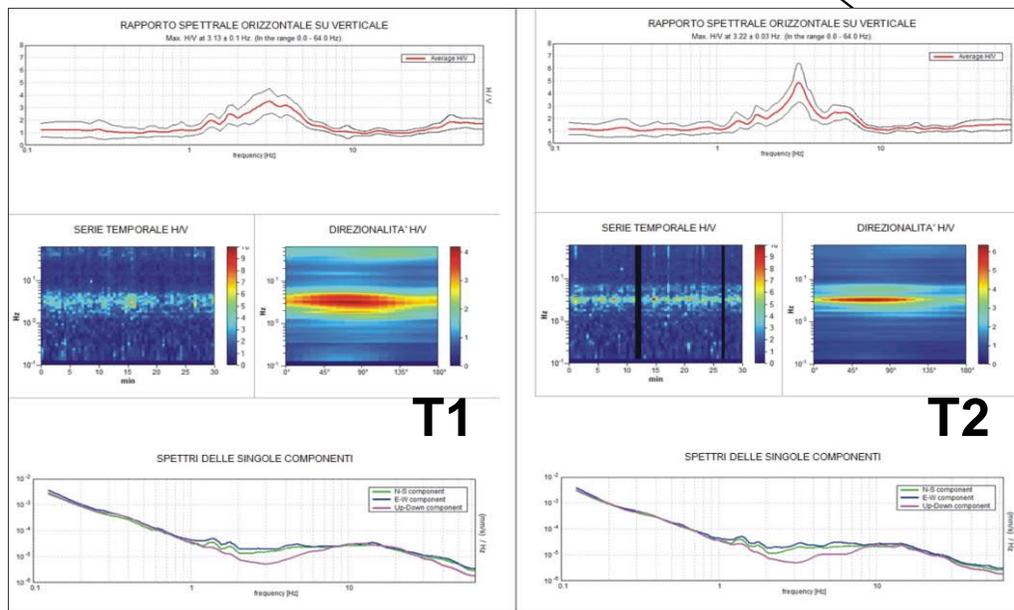
GEOFISICA DI SUPERFICIE – Prove passive 2D con onde superficiali



SI CONSIGLIA SEMPRE L'ESECUZIONE DI UNA MASW E DI ALMENO UNA MISURA HV/V, ASSOCIATE ALLA PROVA ESAC



Profilo Vs da inversione congiunta. A destra i valori tabellari di spessore e velocità.



Profilo Vs da inversione congiunta. A destra i valori tabellari di spessore e velocità.



Qualora si debba ricorrere ad analisi di RSL in ambito bidimensionale, sarà necessaria una parametrizzazione dinamica dei terreni indagati anche in termini di **V_p** (velocità di propagazione delle onde di compressione)

I codici di calcolo 2D più comuni, infatti, richiedono di inserire per ogni sismostrato individuato nel modello, il valore del coefficiente di Poisson dinamico (ν), per la cui determinazione occorrono i valori di **V_s** ma anche di **V_p**

$$\nu = \frac{0.5 \cdot \left(\frac{V_P}{V_S} \right)^2 - 1}{\left(\frac{V_P}{V_S} \right)^2 - 1}$$

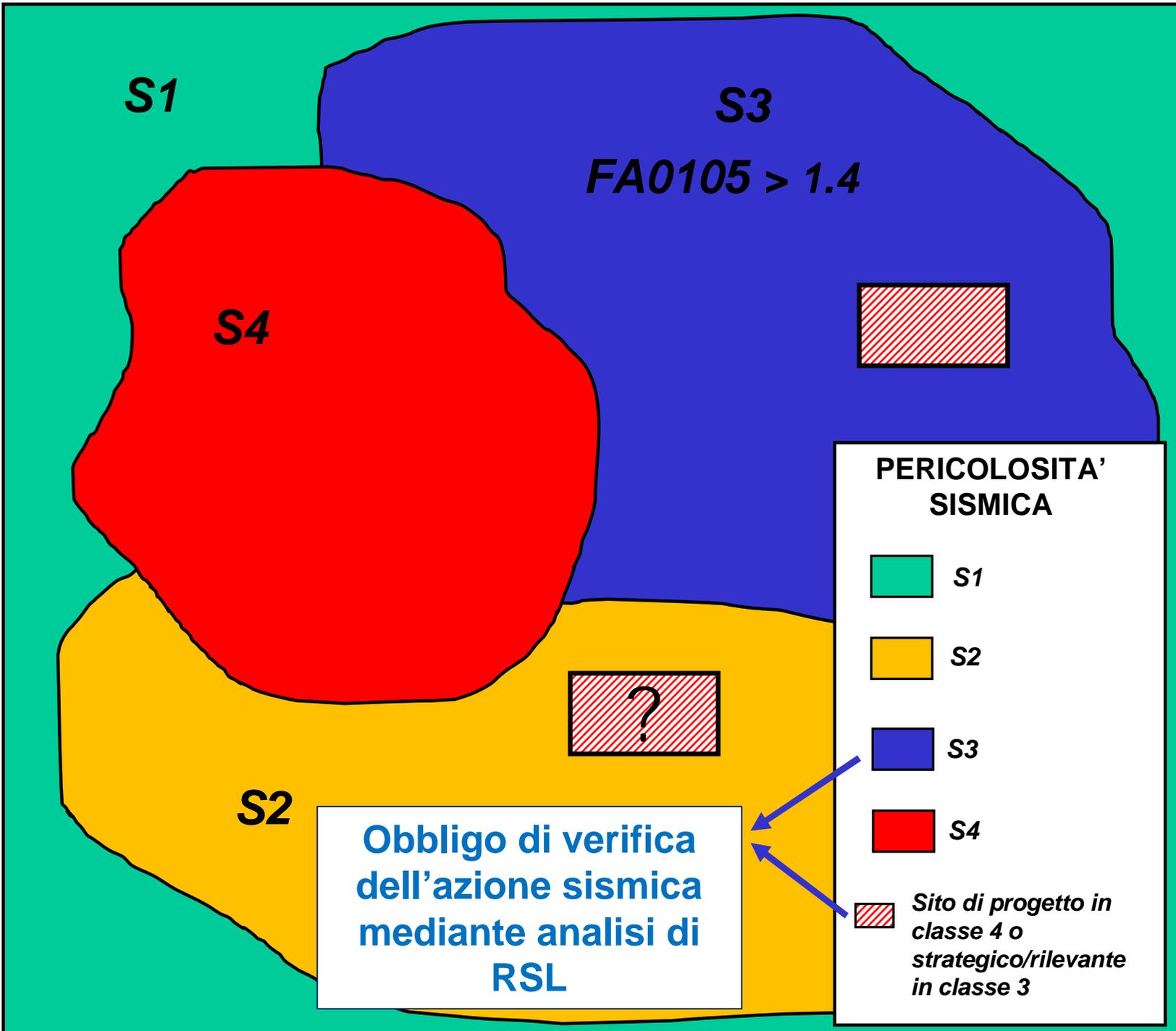


Par. 3 - Art. 1.4 - Classe di indagine 4

....Per interventi ricadenti nella presente classe d'indagine, salvo che essi ricadano in comuni classificati in zona sismica 4, e per le aree classificate dallo strumento urbanistico in classe di pericolosità sismica medio-elevata (S3) per motivi connessi all'elevata amplificazione sismica, la valutazione dell'azione sismica è supportata da **specifiche analisi di risposta sismica locale** (ai sensi della normativa tecnica emanata in attuazione dell'articolo 83 del d.p.r.380/2001). In tali casi è necessaria una adeguata ricostruzione sismostratigrafica del sito per uno spessore compreso dal piano di posa delle fondazioni fino al substrato sismico.

Par. 3 - Art. 3

3. Per gli interventi aventi ad oggetto opere a carattere strategico o rilevante, ricadenti in classe di indagine 3 o 4 (fatta eccezione per quelli che ricadano in comuni classificati in zona sismica 4) e collocati nelle aree classificate dallo strumento urbanistico in classe di pericolosità sismica medio-elevata (S3) per motivi connessi all'elevata amplificazione sismica, la valutazione dell'azione sismica è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (ai sensi dalla normativa tecnica di riferimento, emanata in attuazione dell'articolo 83 del d.p.r.380/2001) secondo quanto definito al precedente punto 1.





Un'area in pericolosità sismica S2 per motivi amplificativi è una zona caratterizzata da **substrato sismico subaffiorante** oppure dalla presenza di **importanti spessori delle coperture sismiche**.

In tali contesti la realizzazione una “comune” analisi di RSL in campo lineare-equivalente può risultare ininfluente sull'azione sismica o addirittura impossibile da realizzare.

La presenza di importanti spessori delle coperture sismiche (senza apprezzabili contrasti d'impedenza interni) implica, in termini di RSL:

- ✓ Difficoltà di giungere a convergenza;
- ✓ Predominanza di fenomeni dissipativi rispetto a quelli amplificativi;
- ✓ Grande incertezza nel dato di input, tipicamente proporzionale alla profondità del bedrock sismico.

Il Reg. 1R prevede, infatti, l'obbligo di **RSL** laddove essa può trovare la **massima efficacia** ed utilità



e in S2?

Reg. 5R/2020

3.6.5. Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica media (S2)** non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz. la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

Microzone caratterizzate da

FA_{0105} basso (≤ 1.4)

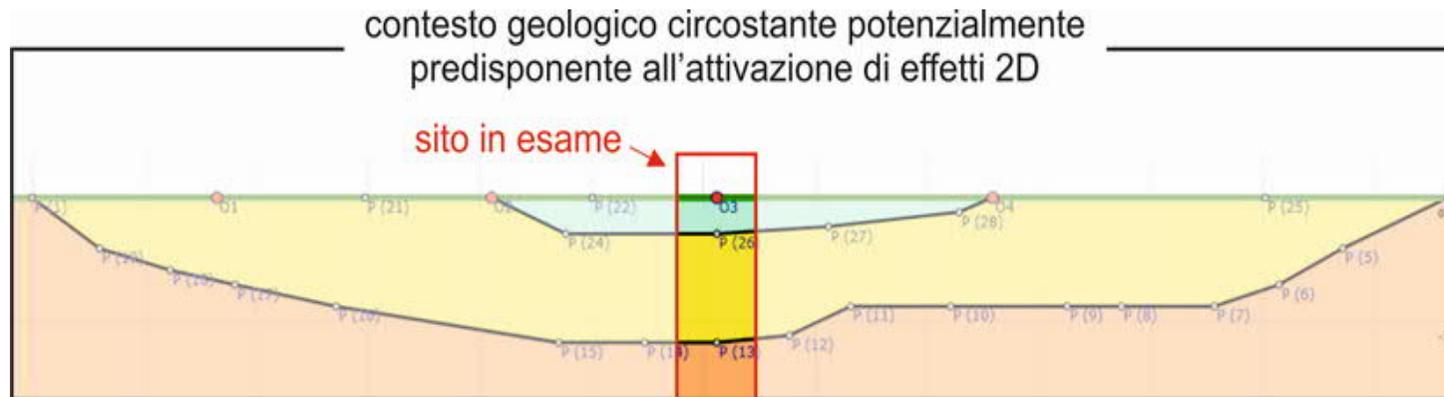
FA_{0408} e/o FA_{0711} alti (>1.4)



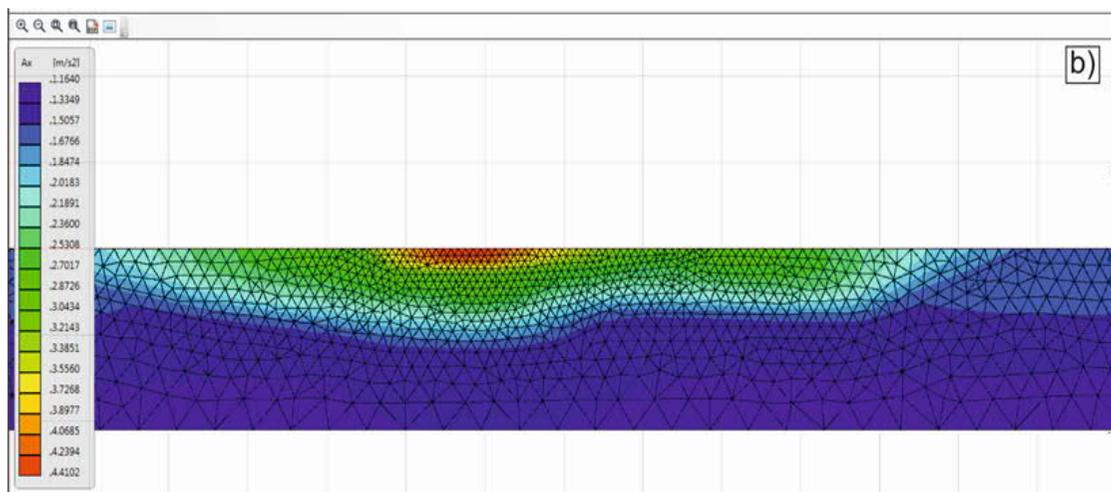
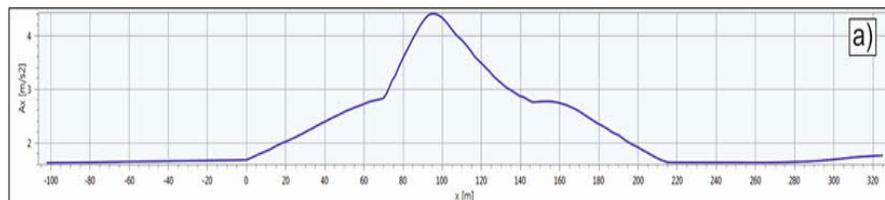
Art. 1.4 - Classe di indagine 4

....Per interventi ricadenti nella presente classe d'indagine, salvo che essi ricadano in comuni classificati in zona sismica 4, e per le aree classificate dallo strumento urbanistico in classe di pericolosità sismica medio-elevata (S3) per motivi connessi all'elevata amplificazione sismica, la valutazione dell'azione sismica è supportata da **specifiche analisi di risposta sismica locale** (ai sensi della normativa tecnica emanata in attuazione dell'articolo 83 del d.p.r.380/2001). In tali casi è necessaria una adeguata ricostruzione sismostratigrafica del sito per uno spessore compreso dal piano di posa delle fondazioni fino al substrato sismico.

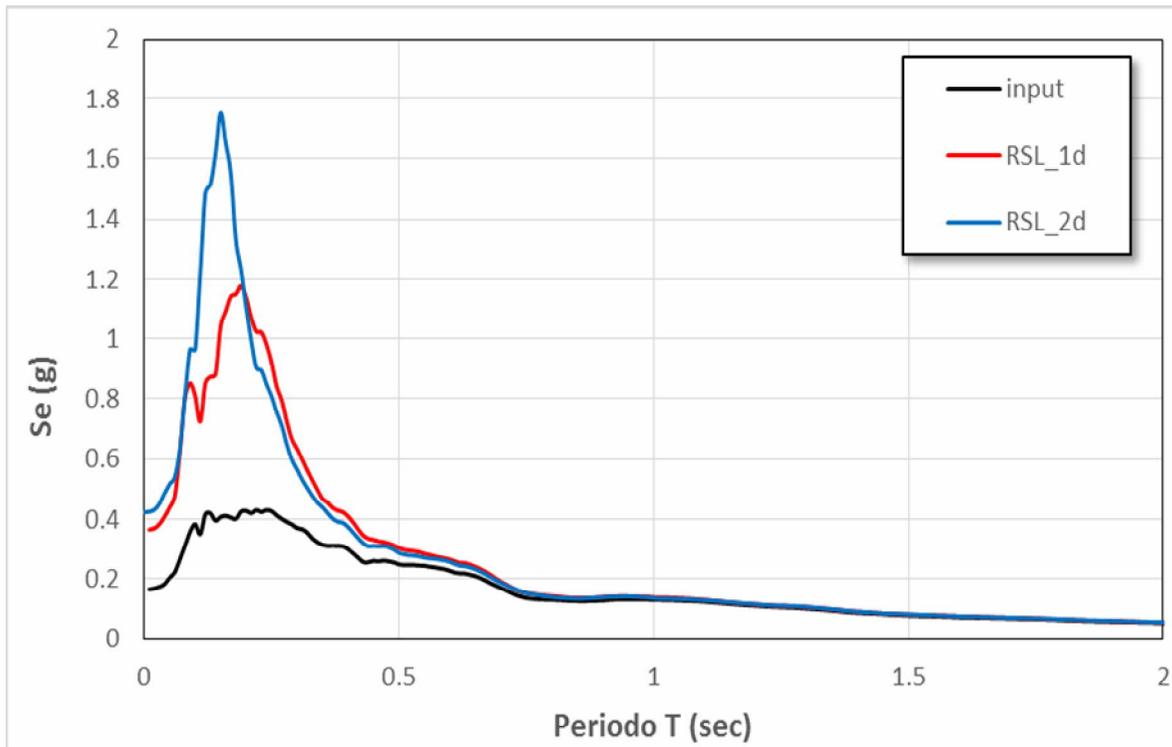
L'analisi di risposta sismica locale è effettuata in **assetto monodimensionale o bidimensionale**, a seconda dell'assetto sepolto e morfologico del sito, come meglio descritto dalla normativa tecnica di riferimento emanata in attuazione dell'articolo 83 del d.p.r.380/2001. In alternativa, tali analisi possono condurre, mediante confronto, ad una cautelativa identificazione dello spettro di categoria di sottosuolo, purché esso comprenda interamente lo spettro ricavato dall'analisi di risposta sismica locale, nell'ambito dei periodi di interesse della struttura.



I ipotesi di presenza del sito di progetto all'interno di un
contesto bidimensionale

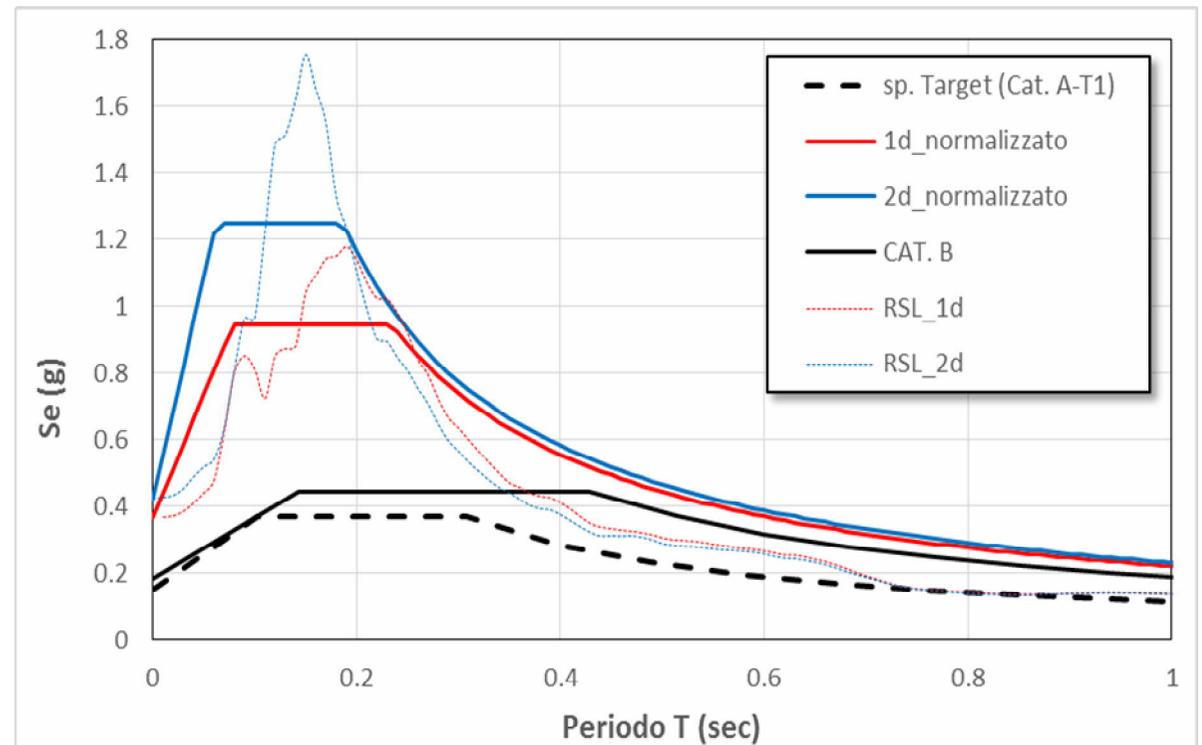


Risposta sismica locale
dell'area rappresentata
nella figura precedente: a)
profilo di amax; b) valore
medio di amax per ogni
cella della mesh (il dato di
accelerazione è in m/sec²)



Confronto tra approccio 1D e 2D per il caso in oggetto. La presenza di un assetto 2D comporta l'esistenza di amplificazioni legate ad effetti bidimensionali sepolti, in grado di aumentare l'entità dello spettro di risposta.

- spettri di RSL mono e bidimensionali a confronto con l'input;
- confronto tra gli spettri regolarizzati e l'approccio semplificato di normativa (categoria B)



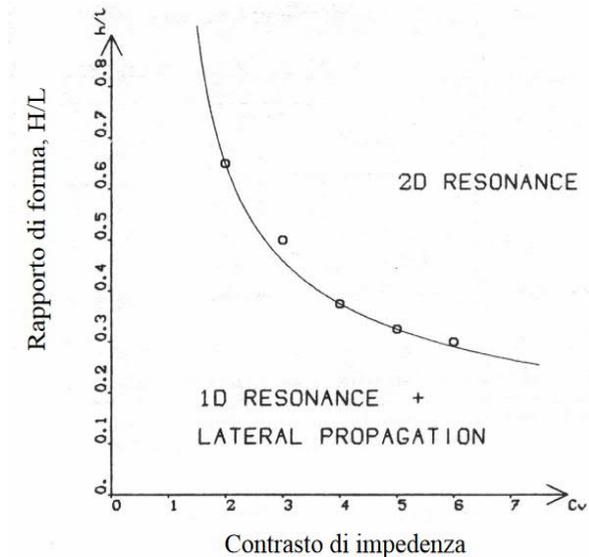
Al fine di operare una prima valutazione qualitativa sulla possibile insorgenza di effetti bidimensionali (oltre naturalmente alla verifica degli aspetti topografici come previsto dalle vigenti NTC) è possibile riferirsi ad alcune relazioni, quali:

Bard & Bouchon (1985)

$$\frac{h}{l} \leq 0.65 / \sqrt{C_v - 1}$$

dove: h è lo spessore dei depositi di copertura, l è la semilarghezza della valle e C_v è il rapporto tra V_S media delle coperture e V_S del substrato.

Se la relazione è rispettata, si può presumere l'assenza di effetti di natura bidimensionale.



Bard & Gariel (1986)

Proponendo vari modelli legati al **fattore di forma** (rapporto tra spessore delle coperture e larghezza della valle) ed al **gradiente di distribuzione delle V_s** nel sottosuolo, Introduce rispetto al metodo precedente il concetto di frequenza fondamentale della valle (calcolata sul centro valle dal rapporto tra V_s e spessore delle coperture).



GNGTS - GRUPPO NAZIONALE DI GEOFISICA DELLA TERRA SOLIDA
34° CONVEGNO-TRIESTE 17-19 NOVEMBRE 2015

Applicabilità degli abachi per la microzonazione sismica di livello 2

Dario Albarello, Massimo Baglione, Simone Barani, Daniele Bottero,
Sergio Castenetto, Antonio Colombi, Massimo Compagnoni,
Vittorio D'Intinosante, Roberto De Ferrari, Eugenio Di Loreto,
Gabriele Ferretti, Luca Martelli, Giuseppe Naso, Floriana Pergalani,
Giacomo Peruzzi, Daniele Spallarossa, Alberto Tento

GNGTS

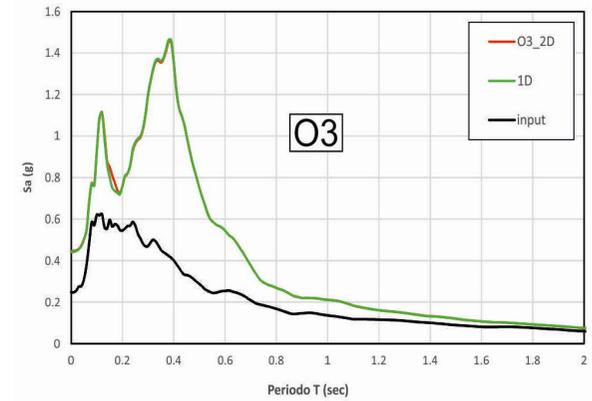
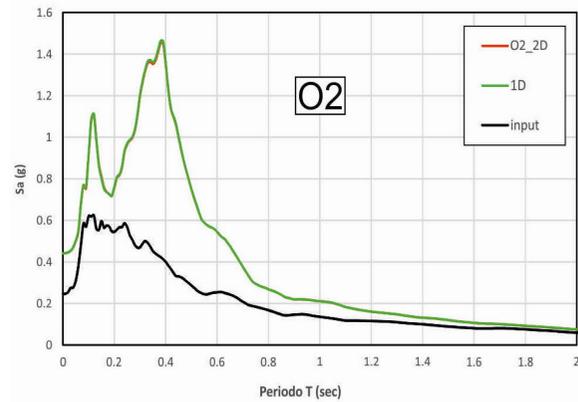
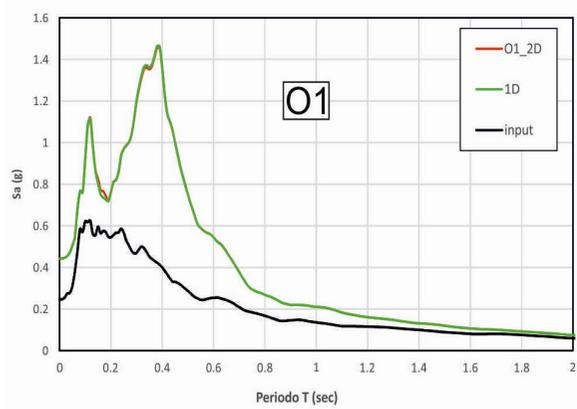
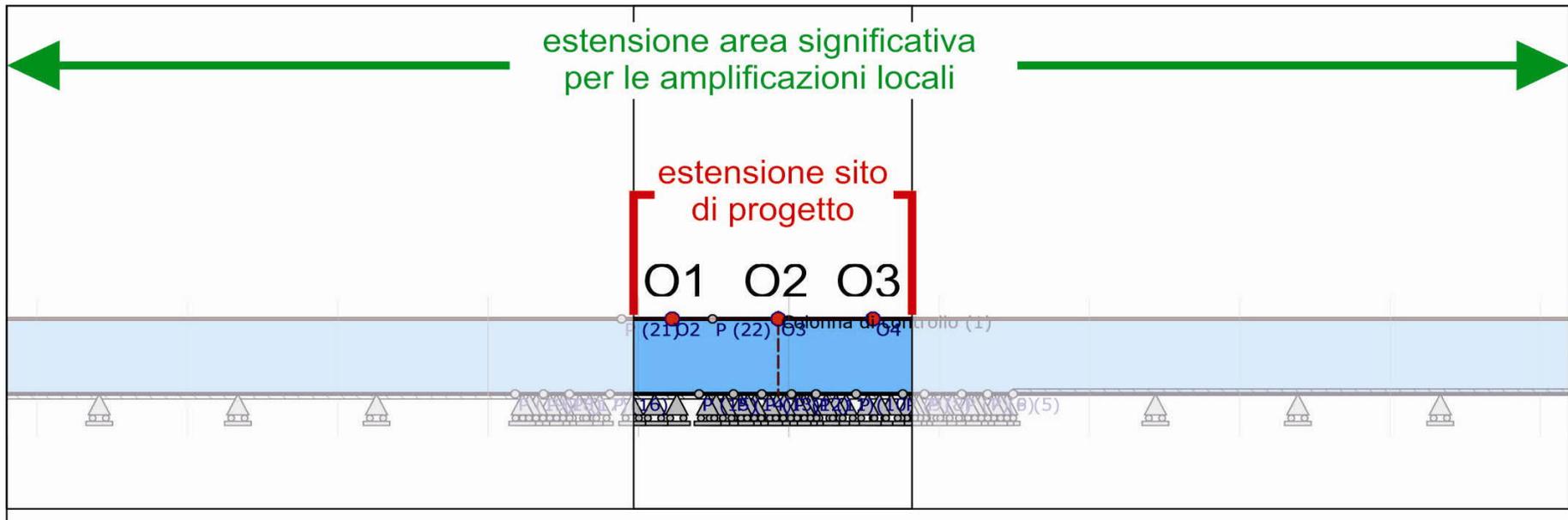
Trieste, 17-19 novembre 2015

UTILIZZO

e, quindi, anche l'approccio 1D

In sintesi, risulta che gli abachi  possono essere utilizzabili sempre quando si verificano simultaneamente le seguenti condizioni:

- se si è in presenza di una valle classificata “larga” (ICMS, 2008), ovvero con coefficiente di forma $C < 0.25$;
- quando il rapporto $V_{s\text{substrato}}/V_{s\text{media}}$ della copertura è minore di 4 e si è in presenza di bacini con spessore delle coperture indicativamente minore di 50 m oppure quando è minore di 3 nei casi di bacini con spessore delle coperture indicativamente minore di 150 m;
- quando è verificata la relazione di Bard e Bouchon (1985).





Modalità di realizzazione e rappresentazione delle analisi di risposta sismica locale sono consultabili nel documento [“Indicazioni sulla realizzazione e rappresentazione delle analisi di risposta sismica locale per la progettazione in Regione Toscana”](#) redatto dal Settore Sismica della Regione Toscana e reperibile sul portale WEB regionale dedicato

← → ↻ <https://www.regione.toscana.it/-/presentazione-progetti-agli-uffici-del-settore-sismica> 90% ☆

⚙ Più visitati 🌐 Come iniziare 🌐 TVoxClient 🌐 Tel-mon 🌐 report_settimanale 🇮🇹 Home - Regione Tosc... 📄 INTRA 📄 Portale del personale -... 📄 Home - PORTOS 📄 Ascolta Radio 24 diretta

📍 Speciali • Regione

Rischio Sismico

- > Emergenza
- > Banche dati
- > Fattori di rischio
- > Contributi

Ufficio Settore Sismica

Settore Sismica

https://www.regione.toscana.it/documents/10180/11701476/lg_rsl_2019.pdf/18b35202-041d-48ac-9425-97777b76b048



E' un documento operativo redatto dal Settore Sismica regionale per guidare i professionisti nella corretta realizzazione di analisi di RSL in ambito progettuale.

Vengono riportati alcune raccomandazioni ed indicazioni sulle differenti fasi di una RSL:

- ✓ Scelta della strategia di analisi
- ✓ Selezione dell'input sismico
- ✓ Definizione del modello sismostratigrafico
- ✓ Buone pratiche di impostazione del modello 2D
- ✓ Dati di output e loro corretto utilizzo
- ✓ Normalizzazione degli spettri

In coda al documento è riportato un esempio (il più completo possibile) di realizzazione e rappresentazione di un'analisi di RSL



Nell'ambito dell'area caratterizzata a pericolosità sismica locale elevata (S3), la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

- realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;
- realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

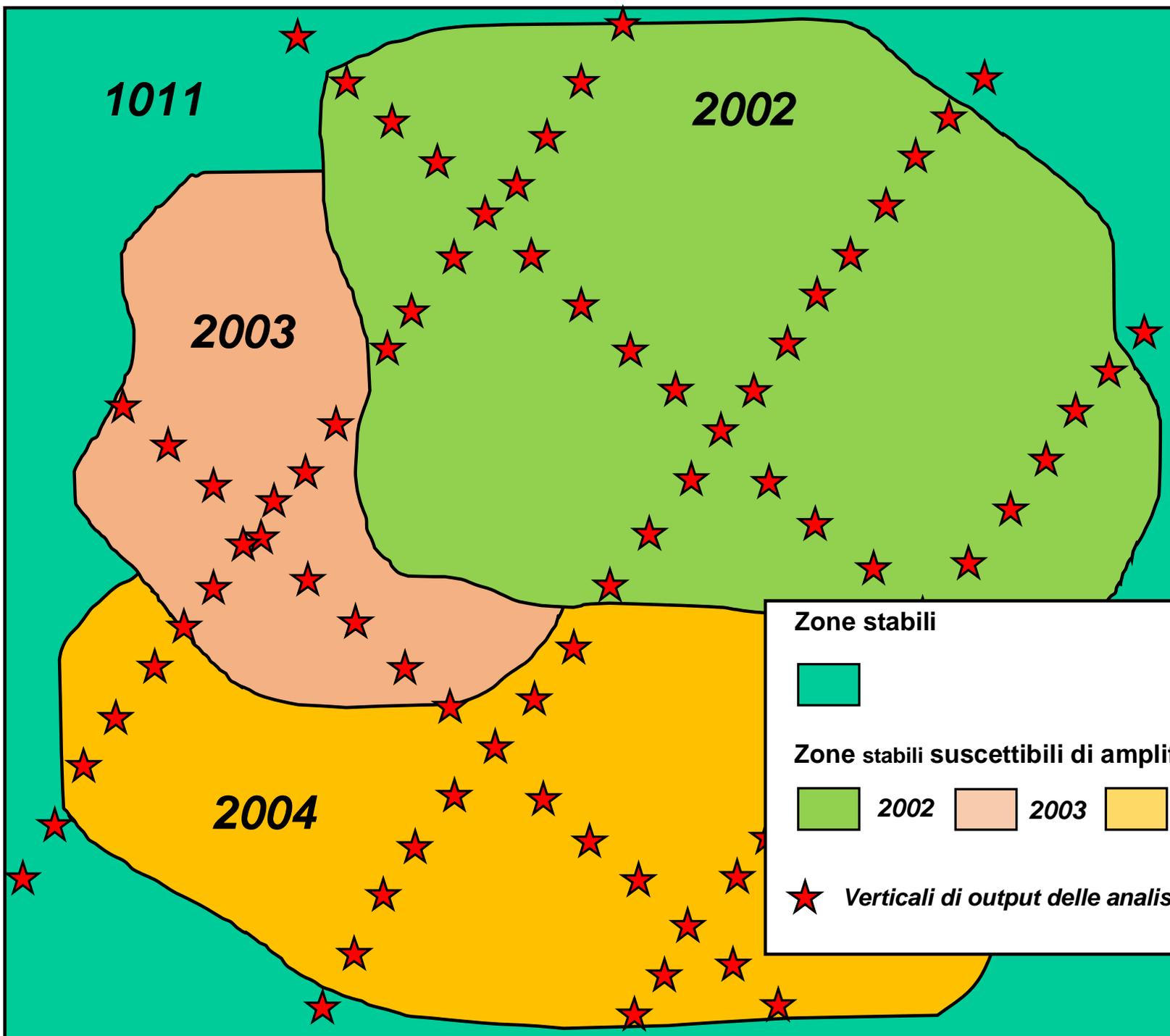
Regolamento 5R/2020

3.6.9. Per quanto concerne gli studi di MS di livello 3, il soggetto realizzatore dello studio fornisce, per ogni microzona individuata a seguito delle analisi dinamiche di dettaglio, uno spettro di risposta elastico normalizzato e rappresentativo dell'azione sismica prevista per la predetta microzona per due separati tempi di ritorno (475 anni e 50 anni).

Tali spettri, da fornire in formato tabellare, riportano anche i parametri dipendenti (S, T_b e T_c) ricavati tramite la procedura di normalizzazione.

La progettazione di opere ricadenti in classe d'uso II ai sensi delle NTC 2018, caratterizzate da uno stato limite corrispondente ad un medesimo periodo di ritorno dello spettro rappresentativo, può avvalersi direttamente di tale spettro, previa verifica della maggior cautela, stabilita in base al valore di accelerazione spettrale per i periodi di interesse dell'opera, rispetto a quanto ricavabile in termini di spettro di risposta elastico dall'applicazione delle categorie semplificate di sottosuolo. E' comunque, verificata la reale corrispondenza delle condizioni geologico-tecniche del sito rispetto al contesto riportato nello studio di MS, mediante criteri di affidabilità, significatività e rappresentatività.

Per le medesime opere caratterizzate da differenti periodi di ritorno rispetto a quello utilizzato per lo studio di MS di livello 3, e per le opere ricadenti in classe d'uso I ai sensi delle NTC 2018, il confronto indicato al precedente capoverso è effettuato ricavando lo spettro di risposta elastico in base ai predetti parametri dipendenti associati allo spettro caratteristico, combinandoli con i parametri indipendenti (derivanti dalla localizzazione del sito).

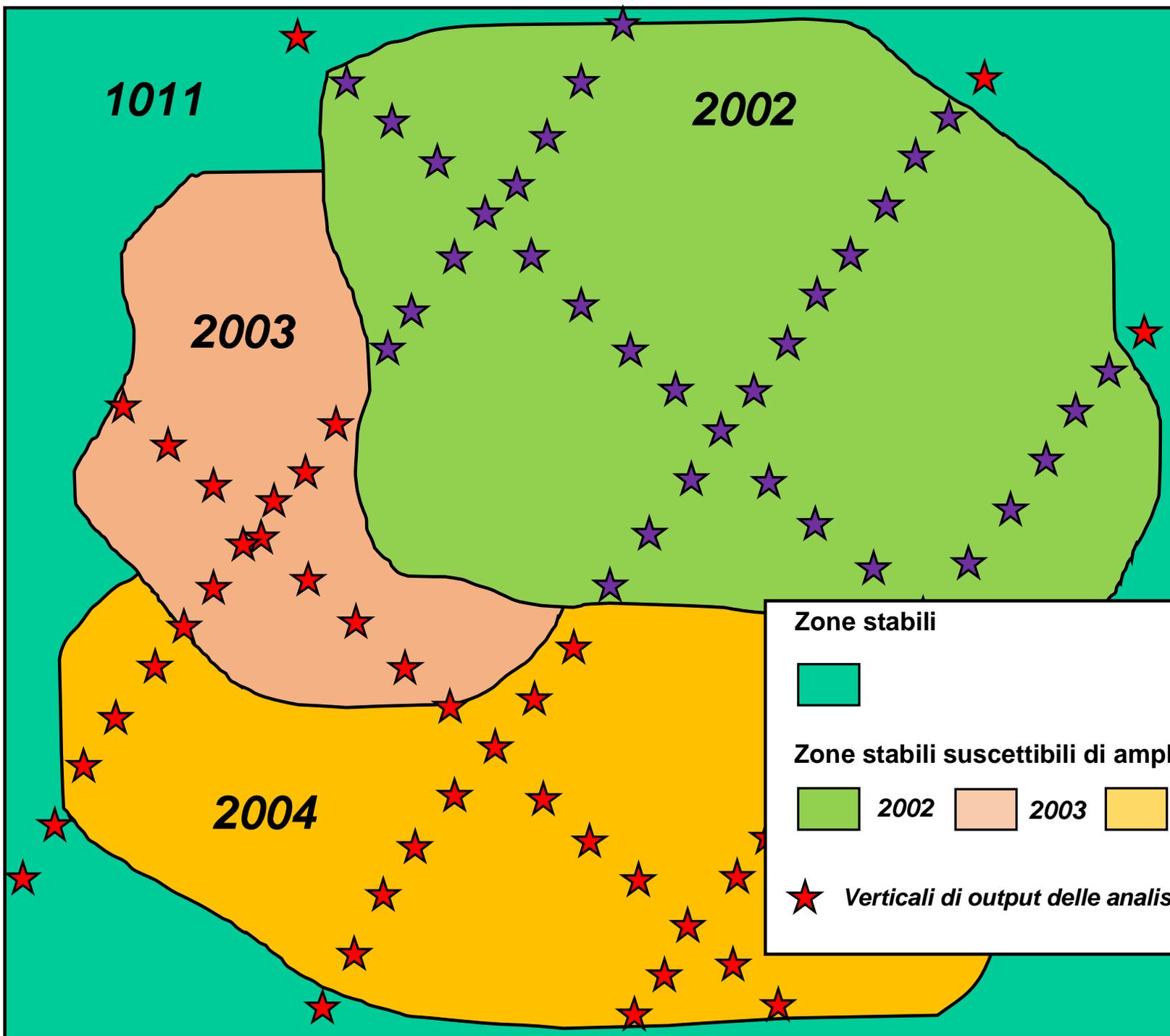


Zone stabili

Zone stabili suscettibili di amplificazione

	2002		2003		2004
---	------	---	------	---	------

 Verticali di output delle analisi di RSL



Zone stabili

 Zone stabili suscettibili di amplificazione

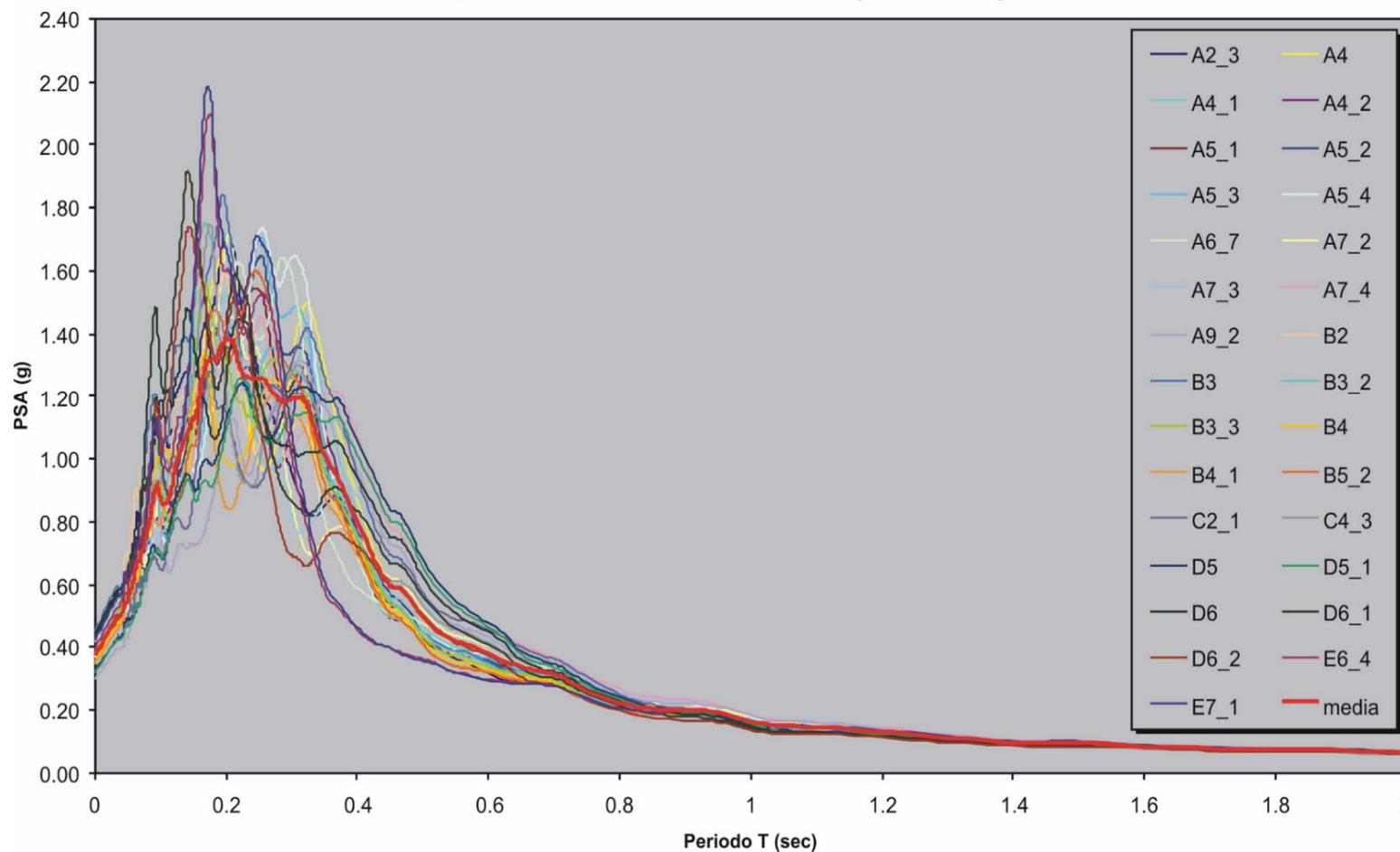
 2002  2003  2004

 Verticali di output delle analisi di RSL



Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale

FIVIZZANO (MS) - Microzonazione sismica di terzo livello
spettro medio - microzona F - SLU (Tr=475 anni)





Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale

Si calcola lo spettro di pseudoaccelerazione (SA) e si determina il periodo proprio (TA) per il quale è massimo il valore dello spettro di pseudoaccelerazione

$$SA_m = \frac{1}{TA} \int_{0.5*TA}^{1.5*TA} SA(T)dT$$

	amax	0.395	g	
	TA	0.177	s	1.558
	0.5TA	0.089	s	
regolarizzazione secondo ICMS (2008)	1.5TA	0.266	s	
	SA	1.222	g	
in giallo i dati da cambiare	TV	0.309	s	0.075
	0.8TV	0.247	s	
in blu dati da non modificare	1.2TV	0.371	s	
	SV	0.066	g*s	
	Tc	0.341	s	
	Tb	0.114	s	
	Td	3.181	s	
	F0	3.091		
	ag	0.200		
	S	1.977		

Si calcola il valore medio dello spettro (SA_m) nell'intorno di TA tra 0.5T e 1.5T, questo valore sarà assunto come valore costante del tratto ad accelerazione costante dello spettro standard

$$SV(T) = SA(T) * \frac{T}{2\pi}$$

$$SV_m = \frac{1}{0.4*TV} \int_{0.8*TV}^{1.2*TV} SV(T)dT$$

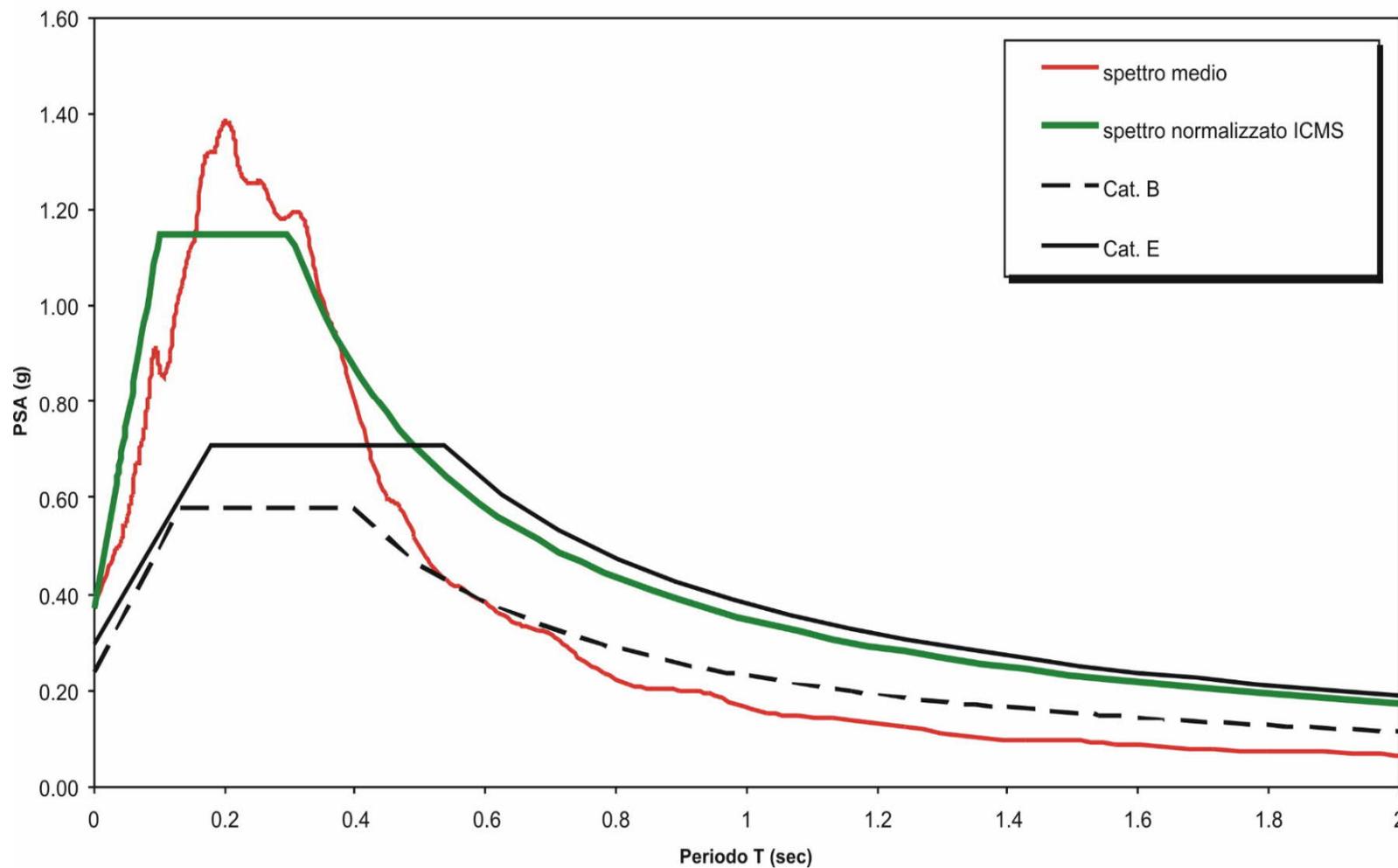
originale RSL				regolarizzato			
T (s)	Sa (g)	SV (g*s)	SDe (m)	T (s)	Sa (g)	SV (g*s)	SDe (m)
0.000	0.395	0.000	0.000	0.000	0.395	0.000	0.0
0.033	0.527	0.003	0.000	0.033	0.638	0.003	0.0
0.035	0.529	0.003	0.000	0.035	0.649	0.004	0.0
0.037	0.527	0.003	0.000	0.037	0.662	0.004	0.0
0.038	0.528	0.003	0.000	0.038	0.674	0.004	0.0
0.040	0.533	0.003	0.000	0.040	0.687	0.004	0.0
0.042	0.540	0.004	0.000	0.042	0.701	0.005	0.0
0.044	0.550	0.004	0.000	0.044	0.716	0.005	0.0
0.046	0.567	0.004	0.000	0.046	0.731	0.005	0.0
0.048	0.571	0.004	0.000	0.048	0.747	0.006	0.0
0.051	0.590	0.005	0.000	0.051	0.764	0.006	0.0

Si determina lo spettro di pseudovelocità (SV) a partire da quello di accelerazione e quindi il periodo proprio (TV) per il quale è massimo il valore dello spettro di pseudovelocità e si calcola il valore medio dello spettro (SV_m) nell'intorno di TV nell'intorno tra 0.8T e 1.2T:



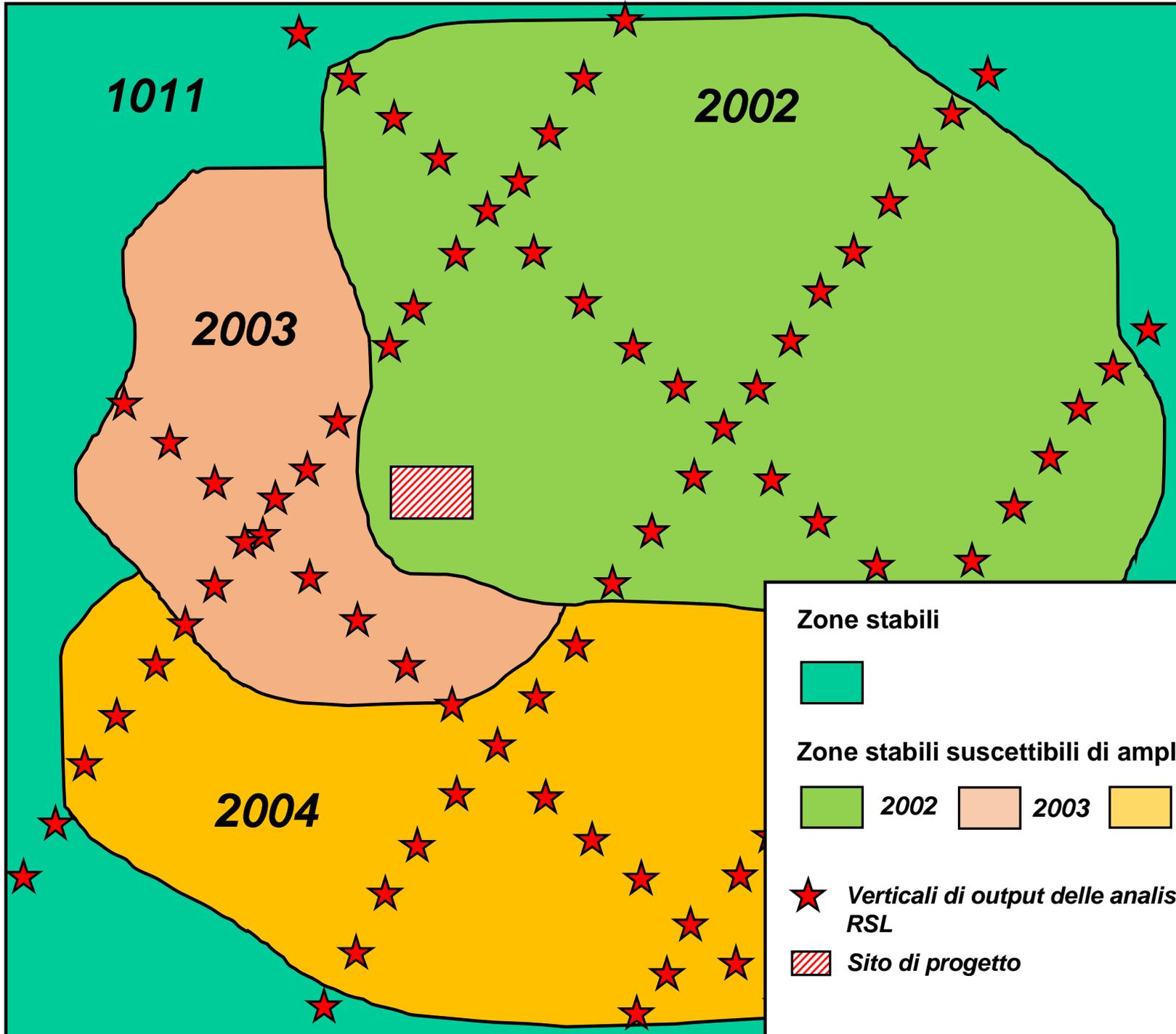
Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale

FIVIZZANO (MS) - Microzonazione sismica di terzo livello
spettro caratteristico - microzona F - SLU (Tr=475 anni)





Questo spettro si riferisce ad un periodo di ritorno di **475 anni** e, pertanto, può essere paragonato allo spettro semplificato di normativa relativo all'azione sismica per lo **Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)** per un edificio "ordinario" (Vita nominale **Vn = 50 anni** e Classe d'uso **CU = II**).



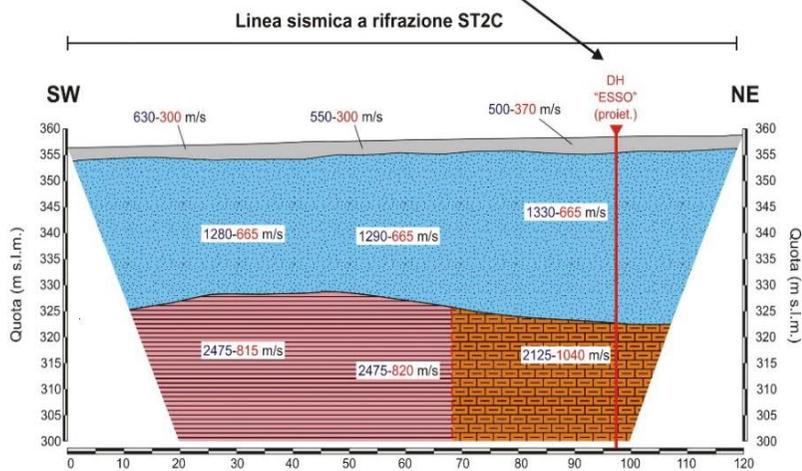
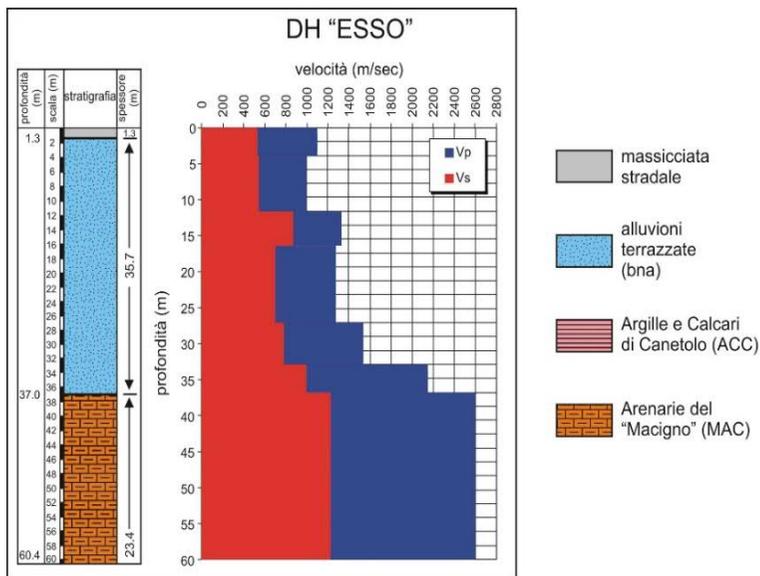
Zone stabili

 **Zone stabili suscettibili di amplificazione**

 2002  2003  2004

 *Verticali di output delle analisi di RSL*

 *Sito di progetto*



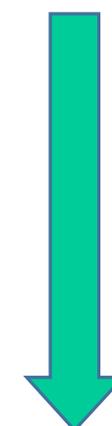
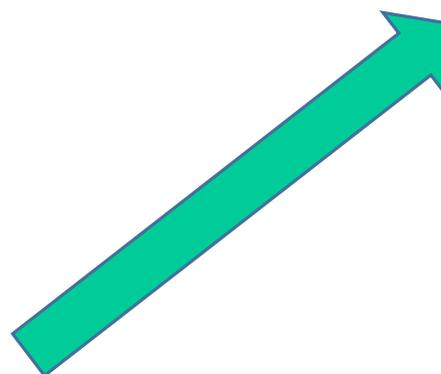
630 m/s Velocità sismica onde P in metri al secondo
200 m/s Velocità sismica onde SH in metri al secondo

discontinuità sismica

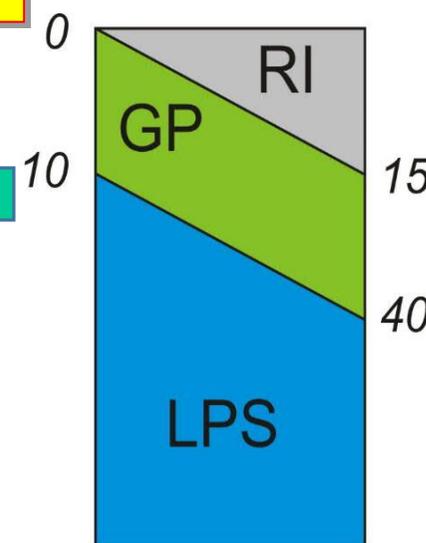
DH "ESSO" Ubicazione prova down-hole in onde P ed SH

TIPO

_Z

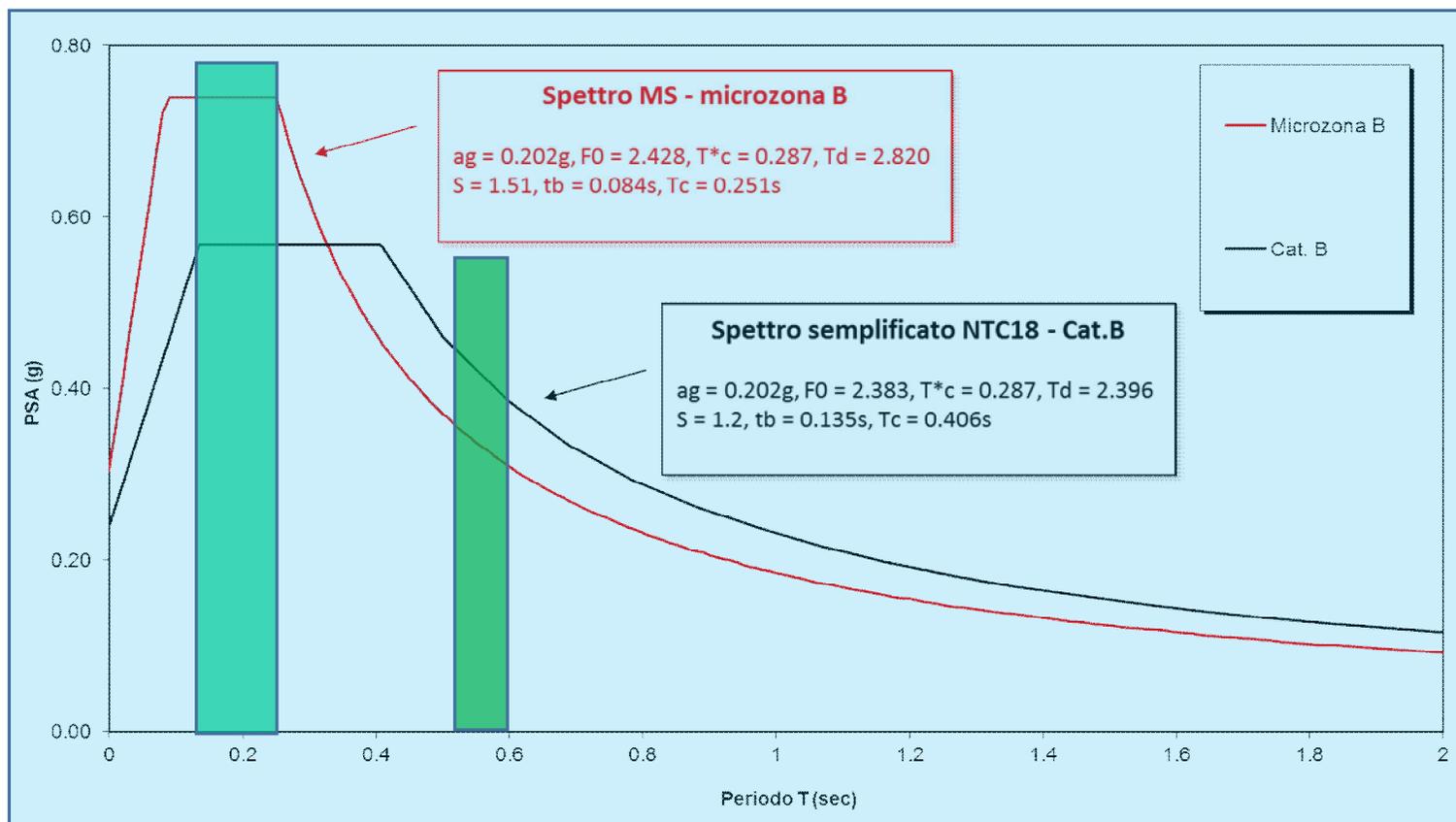


Verifica di affidabilità, significatività e rappresentatività





La progettazione di opere ricadenti in classe d'uso II ai sensi delle NTC 2018, caratterizzate da uno stato limite corrispondente ad un medesimo periodo di ritorno dello spettro rappresentativo, **può** avvalersi direttamente di tale spettro, previa **verifica della maggior cautela**, stabilita in base al valore di accelerazione spettrale per i periodi di interesse dell'opera, rispetto a quanto ricavabile in termini di spettro di risposta elastico dall'applicazione delle categorie semplificate di sottosuolo.



Proposta di utilizzo dei dati della MS3 in fase progettuale

```
esempio_caratteristico_zonaG_slu - Blocco note
File Modifica Formato Visualizza ?
Fivizzano (MS) . Microzonazione sismica livello 3 - microzona G - SLU
ag = 0.2g, F0 = 3.091, T*c = 0.279, Td = 3.181
S = 1.98, Tb = 0.11s, Tc = 0.34s
0.000 0.395
0.033 0.638
0.035 0.649
0.037 0.662
0.038 0.674
0.040 0.687
0.042 0.701
0.044 0.716
0.046 0.731
0.048 0.747
0.051 0.764
0.053 0.781
0.056 0.799
0.058 0.819
0.061 0.839
0.064 0.860
0.067 0.882
0.070 0.905
0.073 0.929
0.077 0.954
0.080 0.981
0.084 1.009
0.088 1.038
0.092 1.068
0.097 1.100
0.101 1.134
0.106 1.169
0.111 1.205
0.117 1.222
0.122 1.222
0.128 1.222
0.134 1.222
0.140 1.222
0.147 1.222
0.154 1.222
0.161 1.222
0.169 1.222
0.177 1.222
0.185 1.222
0.194 1.222
0.203 1.222
0.213 1.222
0.223 1.222
0.234 1.222
0.245 1.222
0.256 1.222
0.269 1.222
0.281 1.222
0.295 1.222
0.309 1.222
0.323 1.222
0.339 1.222
0.355 1.174
0.372 1.120
0.389 1.070
0.408 1.021
0.427 0.975
0.447 0.931
0.469 0.889
0.491 0.848
0.514 0.810
0.539 0.773
```

SLU

```
txt_sle - Blocco note
File Modifica Formato Visualizza ?
Fivizzano (MS) . Microzonazione sismica livello 3 - microzona G - SLE
ag = 0.079g, F0 = 3.42, T*c = 0.251, Td = 2.219
S = 1.96, Tb = 0.09s, Tc = 0.27s
0.000 0.155
0.033 0.294
0.035 0.301
0.037 0.308
0.038 0.315
0.040 0.322
0.042 0.330
0.044 0.339
0.046 0.347
0.048 0.357
0.051 0.366
0.053 0.376
0.056 0.387
0.058 0.398
0.061 0.409
0.064 0.421
0.067 0.434
0.070 0.447
0.073 0.461
0.077 0.476
0.080 0.491
0.084 0.507
0.088 0.524
0.092 0.530
0.097 0.530
0.101 0.530
0.106 0.530
0.111 0.530
0.117 0.530
0.122 0.530
0.128 0.530
0.134 0.530
0.140 0.530
0.147 0.530
0.154 0.530
0.161 0.530
0.169 0.530
0.177 0.530
0.185 0.530
0.194 0.530
0.203 0.530
0.213 0.530
0.223 0.530
0.234 0.530
0.245 0.530
0.256 0.530
0.269 0.530
0.281 0.506
0.295 0.483
0.309 0.461
0.323 0.441
0.339 0.421
0.355 0.402
0.372 0.383
0.389 0.366
0.408 0.349
0.427 0.334
0.447 0.318
0.469 0.304
0.491 0.290
0.514 0.277
0.539 0.265
```

SLE

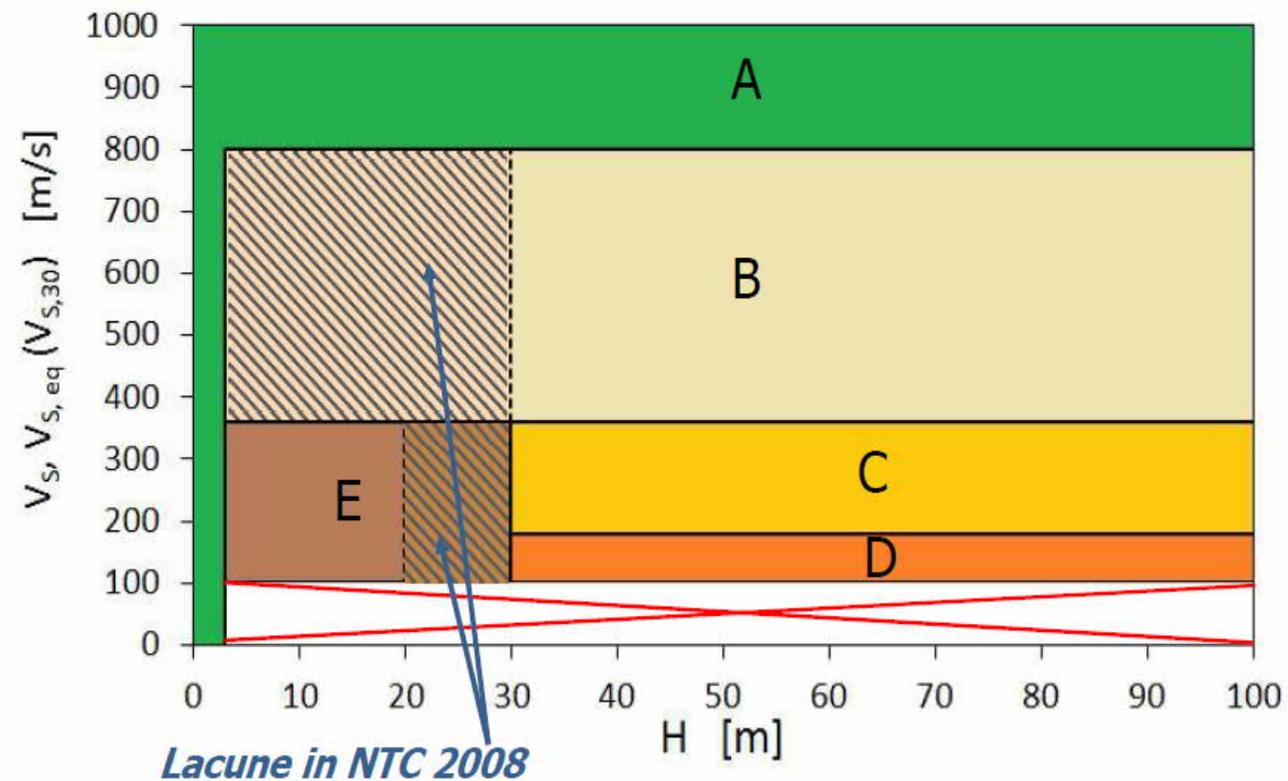


Tab. 3.2.II *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato*

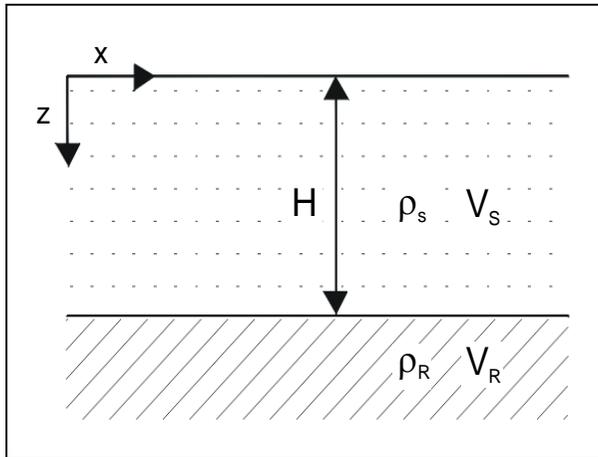
Categoria	Descrizione	$V_{S,eq}$		
		$V_{s,30}$ [m/s]	$N_{SPT,30}$ [-]	$c_{u,30}$ [kPa]
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, con eventuale strato di alterazione /terreni di caratteristiche più scadenti di spessore massimo pari a 3 m	>800	-	-
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessore >30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessore >30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	180-360	15-50	70-250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessore >30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	<180 100-180	<15	<70
E	Terreni riconducibili alle categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 20 m 30m	<360	<50	<250
S1	Depositi con strato >8m di argille poco consistenti o >3m di torbe o materiali organici	<100	-	10-20
S2	Depositi suscettibili di liquefazione, argille sensitive o categorie di sottosuolo non classificabili nei tipi precedenti	-	-	-



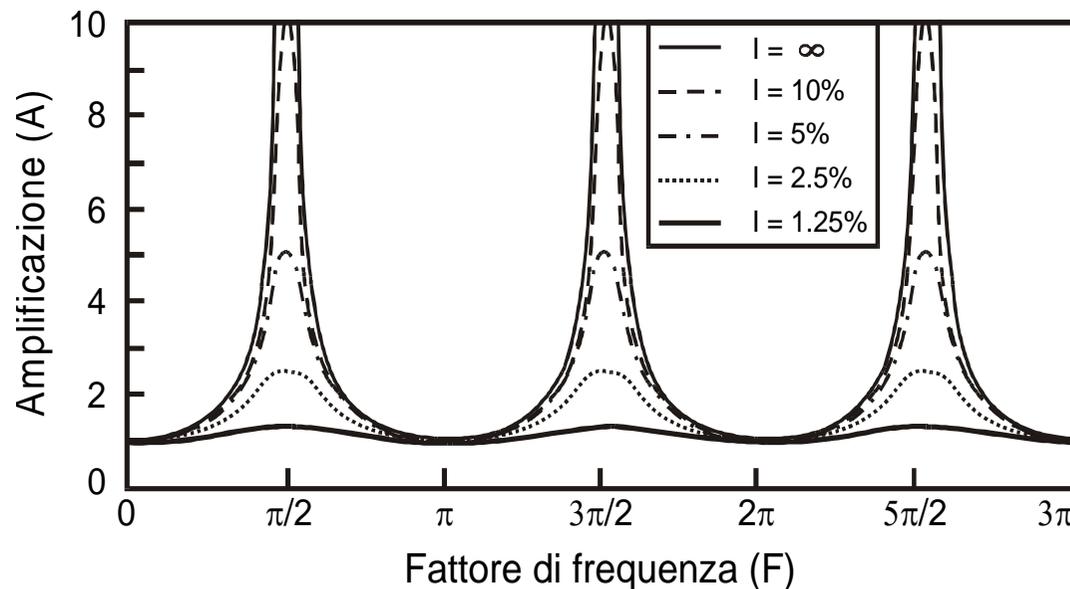
Categorie di sottosuolo ed approccio semplificato (Confronto NTC 2008 – NTC 2018)



La nuova Categoria B (NTC18), definita dal nuovo parametro V_{SH} , è estesa anche a profili sismostratigrafici caratterizzati da non trascurabili contrasti d'impedenza



Strato di terreno omogeneo ed uniforme di spessore H , velocità di propagazione delle onde di taglio V_S e densità ρ_S su substrato orizzontale deformabile caratterizzato da densità ρ_R e velocità di propagazione V_R maggiori



$$v = (2n - 1) \frac{v_s}{4H}$$

