

PROGETTO S5, Task 5 – Tema 2

Analisi parametriche per valutare gli effetti della propagazione di onde di superficie in bacini sedimentari

**UR 3 INGV Mi (E. Faccioli e V. Pessina); UR 6 PoliMi (R. Paolucci e M. Vanini);
UR 2 INGV Rm1 (A. Rovelli e G. Cultrera)**

Obiettivi:

- 1** Identificare in forma sistematica, ai fini della mappatura di pericolosità, gli oggetti “*valli e bacini sedimentari*” .
- 2** Definire regole (semplici) per modificare gli SRS su suolo rigido in corrispondenza di valli e bacini sedimentari.

DELIVERABLE A 6 MESI

D17 b – Impostazioni e risultati prime analisi 2D per effetti di bordo di bacini sedimentari

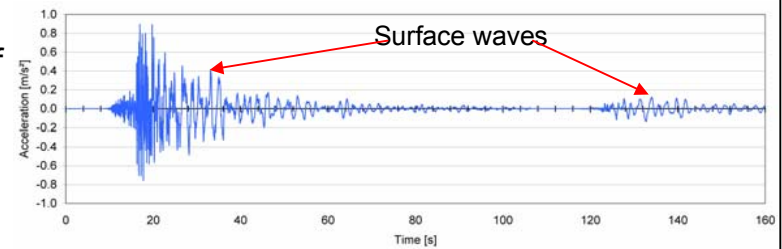
Sottoprogetto (Task) 5 – 2

INCIDENZA DELLE ONDE DI SUPERFICIE SUGLI SPETTRI DI RISPOSTA

Valutazione semplificata dalle registrazioni Umbria Marche 1997, accelerometro digitale di Gubbio Piana (1)

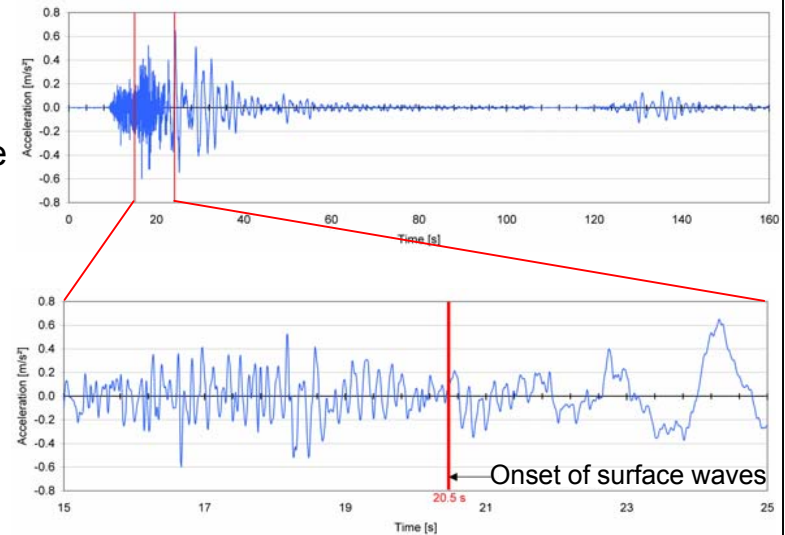
①

Complete record of the horizontal component



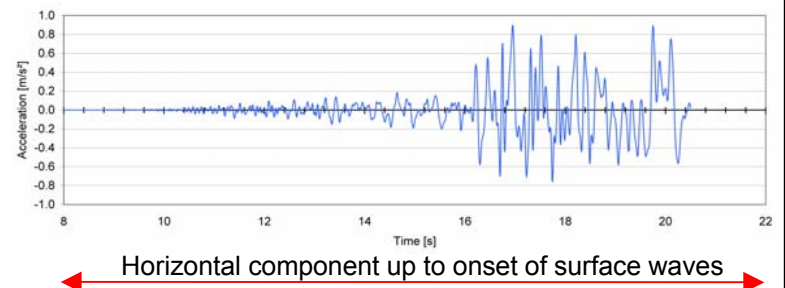
②

On the vertical component, identification of the onset of surface waves



③

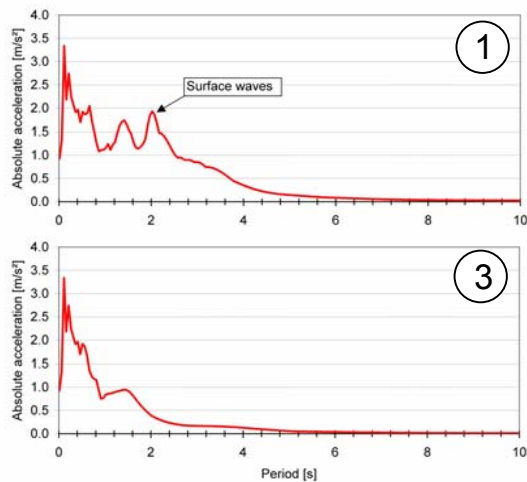
Window of the horizontal component up to the onset of surface waves (2)



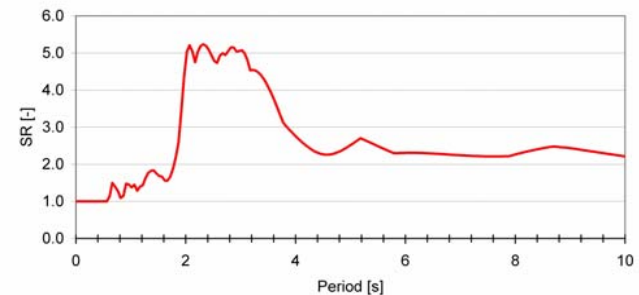
Valutazione semplificata dalle registrazioni Umbria Marche 1997, accelerometro digitale di Gubbio Piana (cont.)

Rapporto tra spettri di risposta con (1) e senza (3) onde di superficie

Response spectra computation



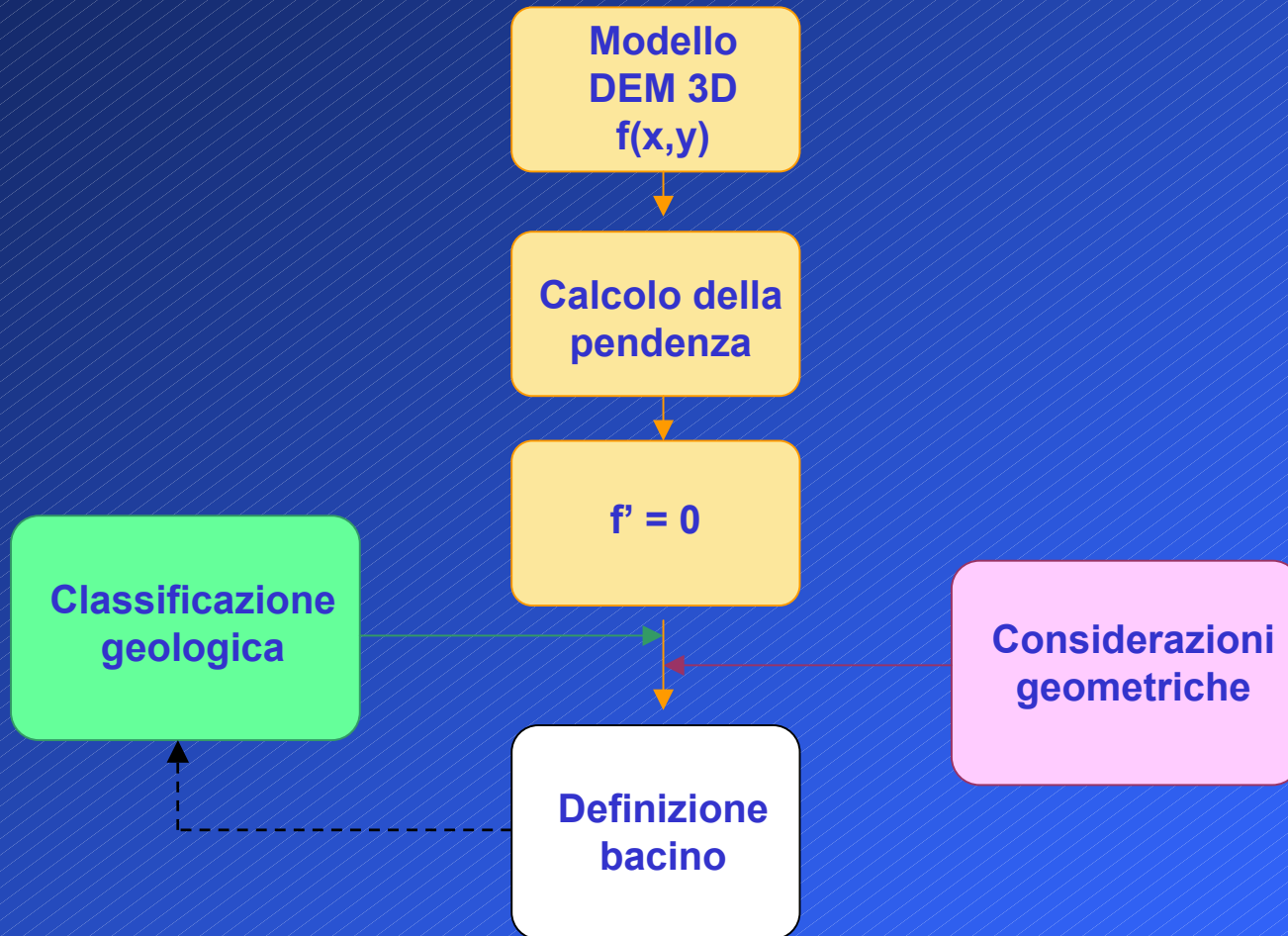
$$\text{Spectral ratio (SR)} = \frac{S_A(T) \text{ from } (1)}{S_A(T) \text{ from } (3)}$$



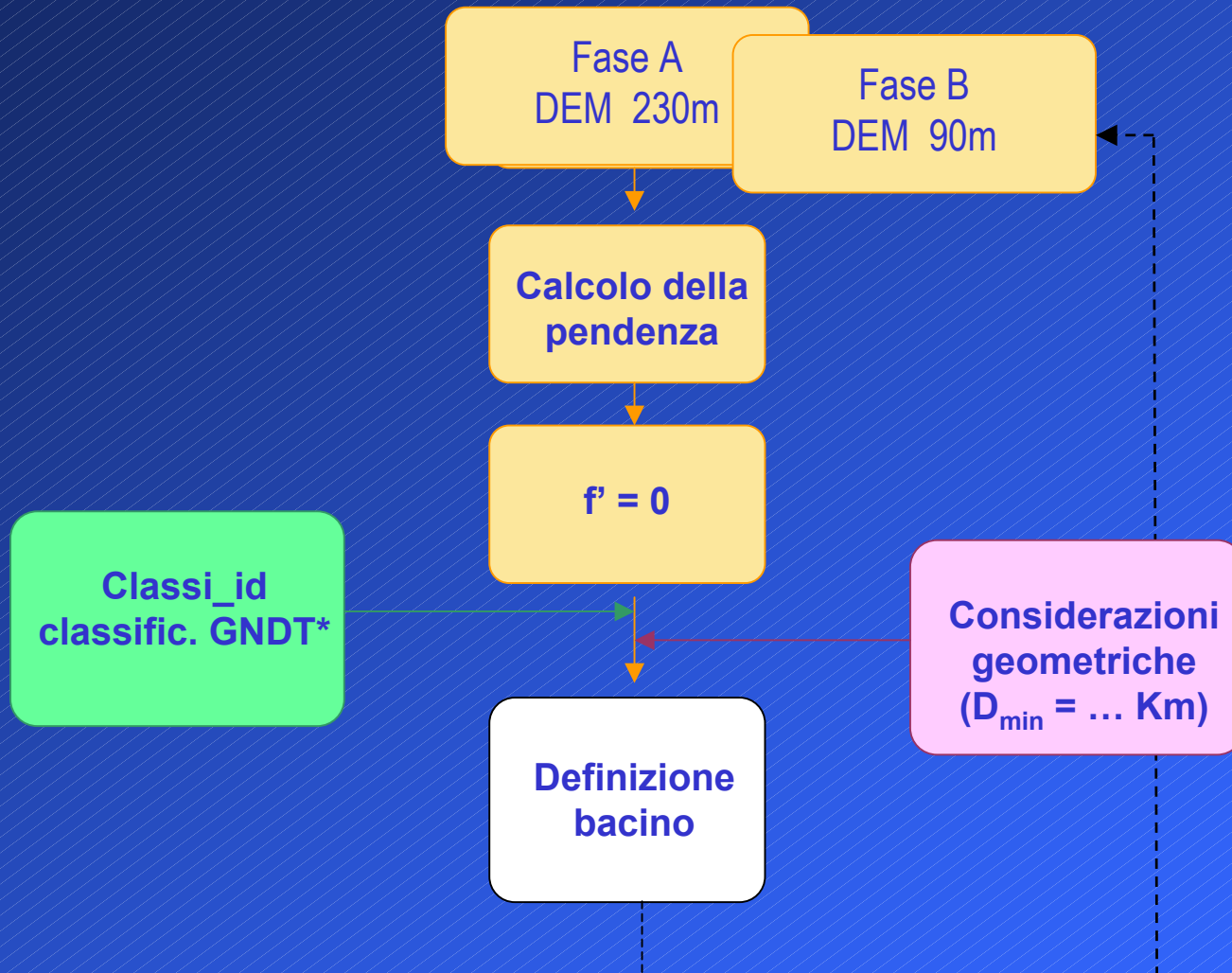
Metodi alternativi:

- 1 (a) Identificare gli oggetti “*valli e bacini sedimentari*” su tutto il territorio nazionale;
(b) Dai risultati delle analisi parametriche su classi di modelli 2D, definire regole semplici per modificare gli SRS su suolo rigido (della carta di pericolosità) in corrispondenza di valli e bacini;
(c) Rendere disponibili i risultati su un supporto GIS orientato all'utente: idealmente, uno cliccherà su un valle specifica e gli comparirà lo spettro da applicare.
- 2 Metodo “californiano” (Choy, Stewart & Graves, BSSA, agosto 2005): sulla base di molte registrazioni strong motion disponibili, sui risultati di simulazioni 2D e 3D di alcuni bacini, e sulla conoscenza della profondità del bedrock, sviluppare relazioni di attenuazione per le ordinate dello spettro fino a T alti, in cui l'effetto di bacino viene introdotto in funzione dello spessore puntuale dei sedimenti.

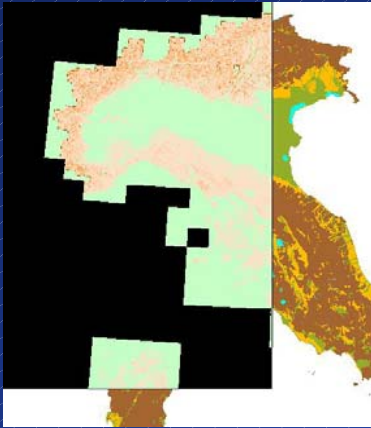
(a) Metodo per identificazione dei bacini a scala nazionale



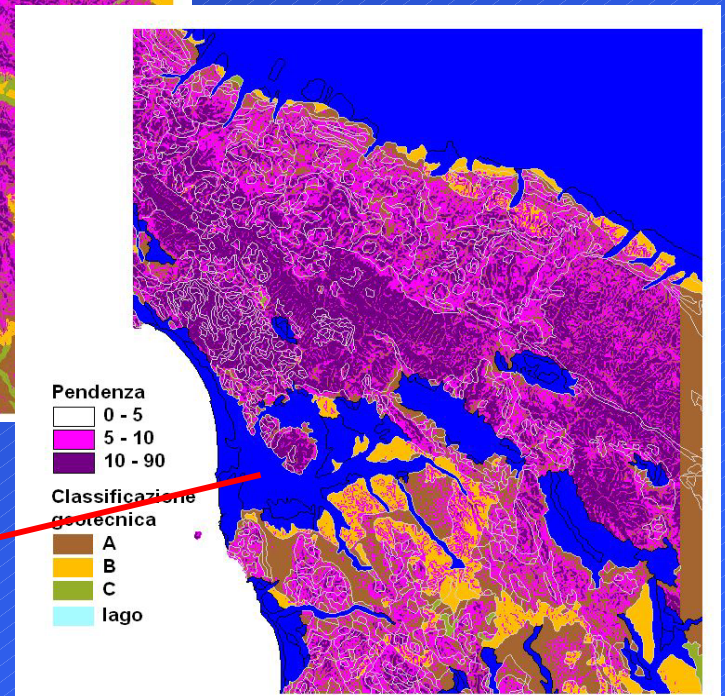
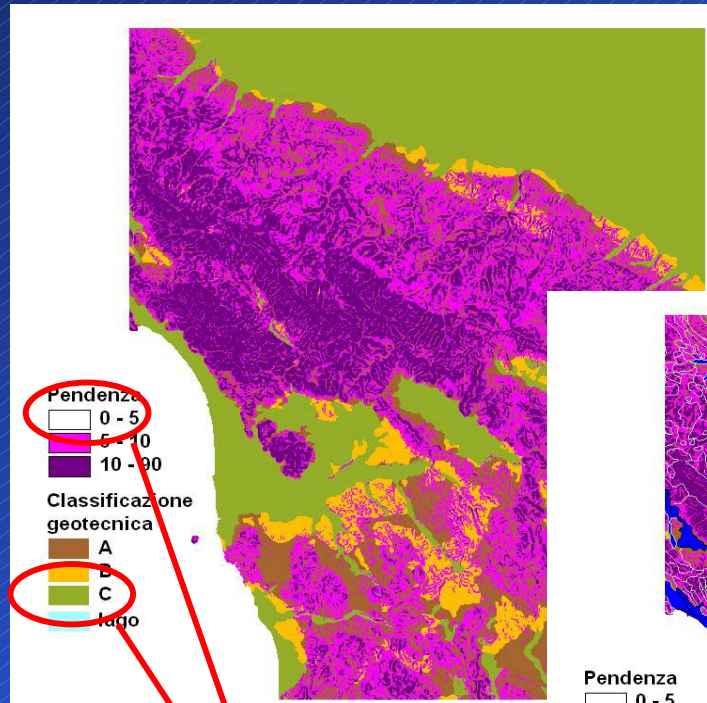
... operativamente



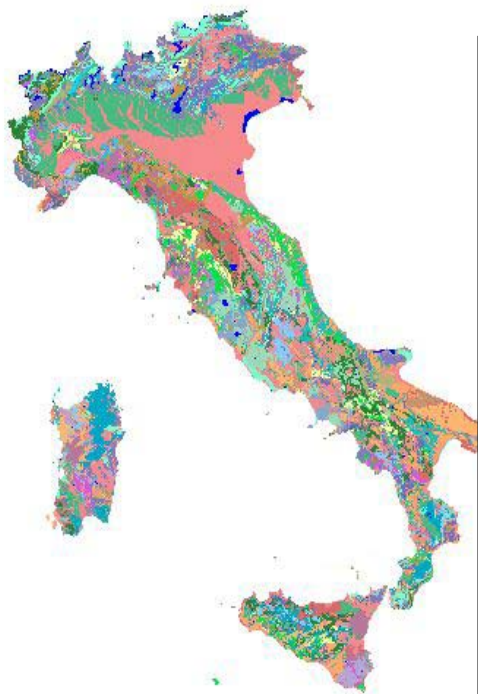
Dal modello digitale all'identificazione del bacino



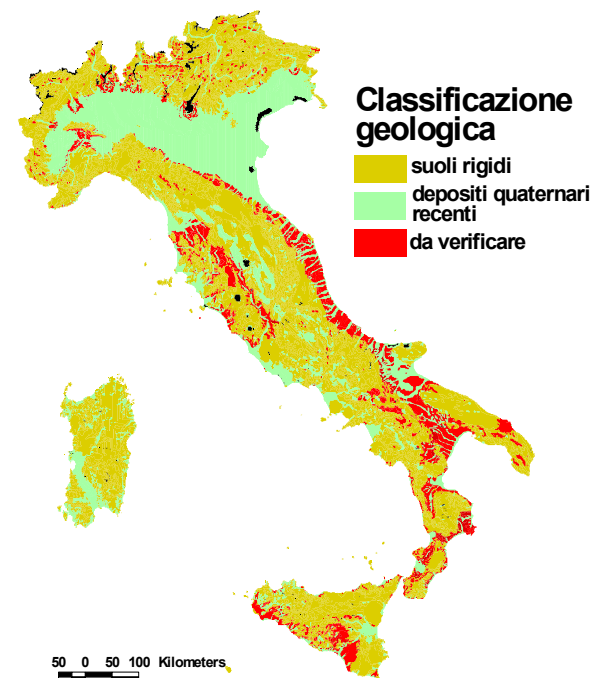
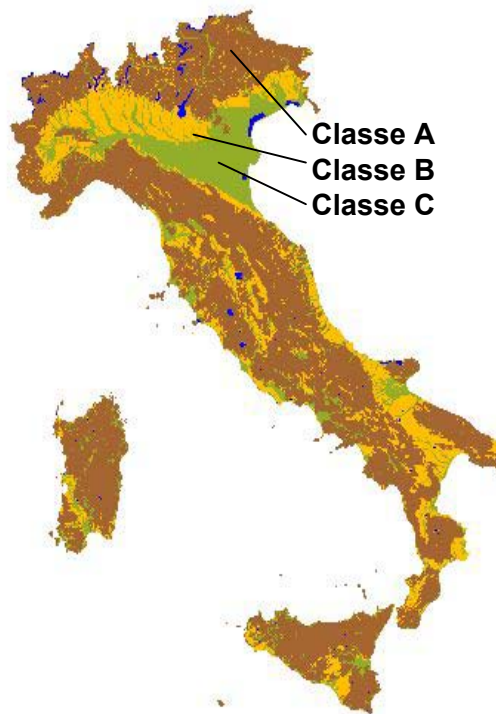
Area investigata
DEM 230 m



Classificazione geologica (scala 1: 500.000)



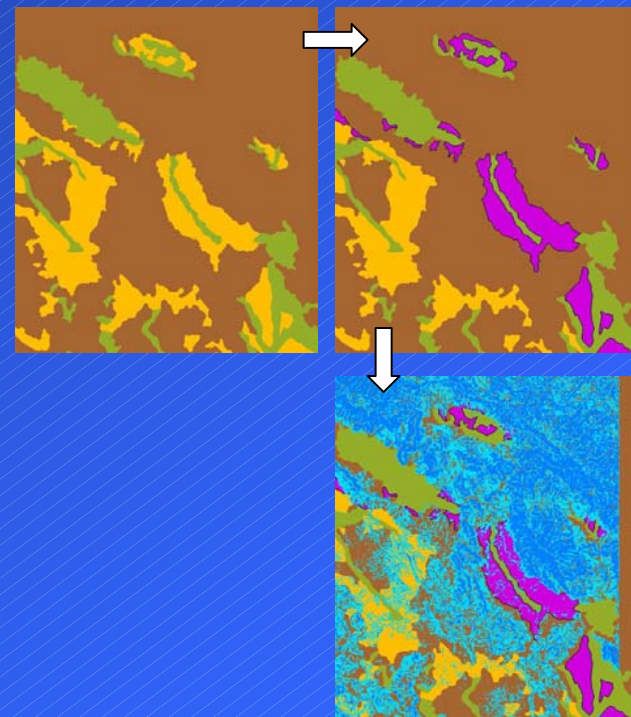
215 classi geologiche



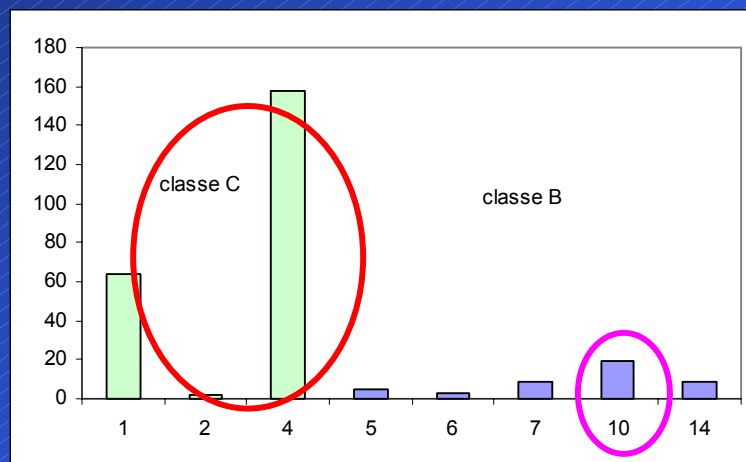
Analisi classi geologiche - geotecniche

GEO_ID	DESCRIZIONE	codice INGV	nuova ipotesi
1	Detriti, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali (Olocene)	C	C
2	Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)	B	C
3	Alluvioni terrazzate (Olocene)	C	C
4	Detriti, alluvioni terrazzate, fluviolacustri e fluvioglaciali	B	C
5	Travertini (Pleistocene talora Olocene)	B	
6	Depositi glaciali (Pleistocene)	B	
7	Sabbie e conglomerati (Pleistocene)	B	
8	Argille (Pleistocene)	B	
9	Calcari detritici ed organogeni tipo panchina (Pleistocene)	A	
10	Depositi lacustri e fluviolacustri (Pleistocene e Pliocene)	B	
11	Sabbie e conglomerati (Pleistocene e Pliocene)	B	
12	Argille (Pleistocene e Pliocene)	B	
13	Calcari detritici ed organogeni tipo panchina (Pleistocene e P)	A	
14	Sabbie e conglomerati (Pliocene)	B	
15	Argille e marne talvolta con olistostromi (Pliocene)	A	
SEGUE CLASSE A			

riclassificazione



Distribuzione
del numero di
poligoni
classificati
come **BACINI**
per classi
geologiche
GEO_ID



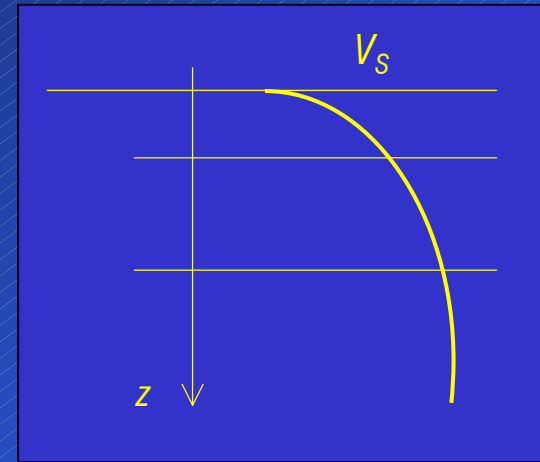
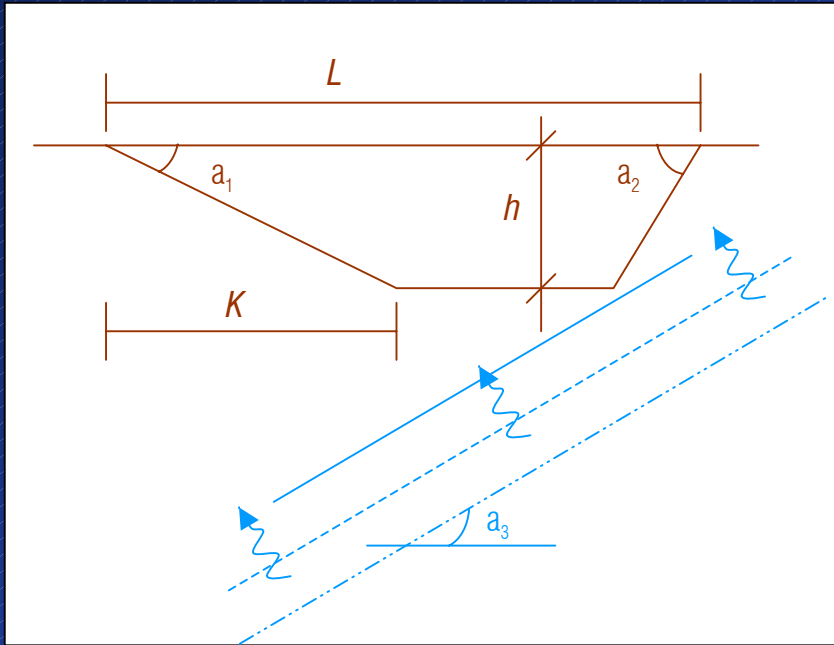
Da approfondire:

- **Completamento analisi per altri 3 quadranti**
- **Generalizzazione ed approfondimenti delle analisi di riclassificazione geologico-tecnica;**
- **Analisi dettagliate (DEM 90 m) per casi dubbi o per aree campione; test di “confusione”**
- **Caratterizzazione geometrica (H/L)**

(b) Condurre analisi parametriche su classi di modelli 2D di bacini e valli, onde definire regole per modificare gli SRS su suolo rigido (della carta di pericolosità)

- Definizione dello schema generale delle analisi: scelte sulle parametrizzazioni (in ingresso e uscita)
- Costruzione modelli numerici per una valle specifica, a fini di calibrazione (Piana di Gubbio)
- Esemplificazione del lavoro in atto, ottimizzazione nell'uso e rappresentazione dei risultati

Schema generale di analisi numeriche parametriche



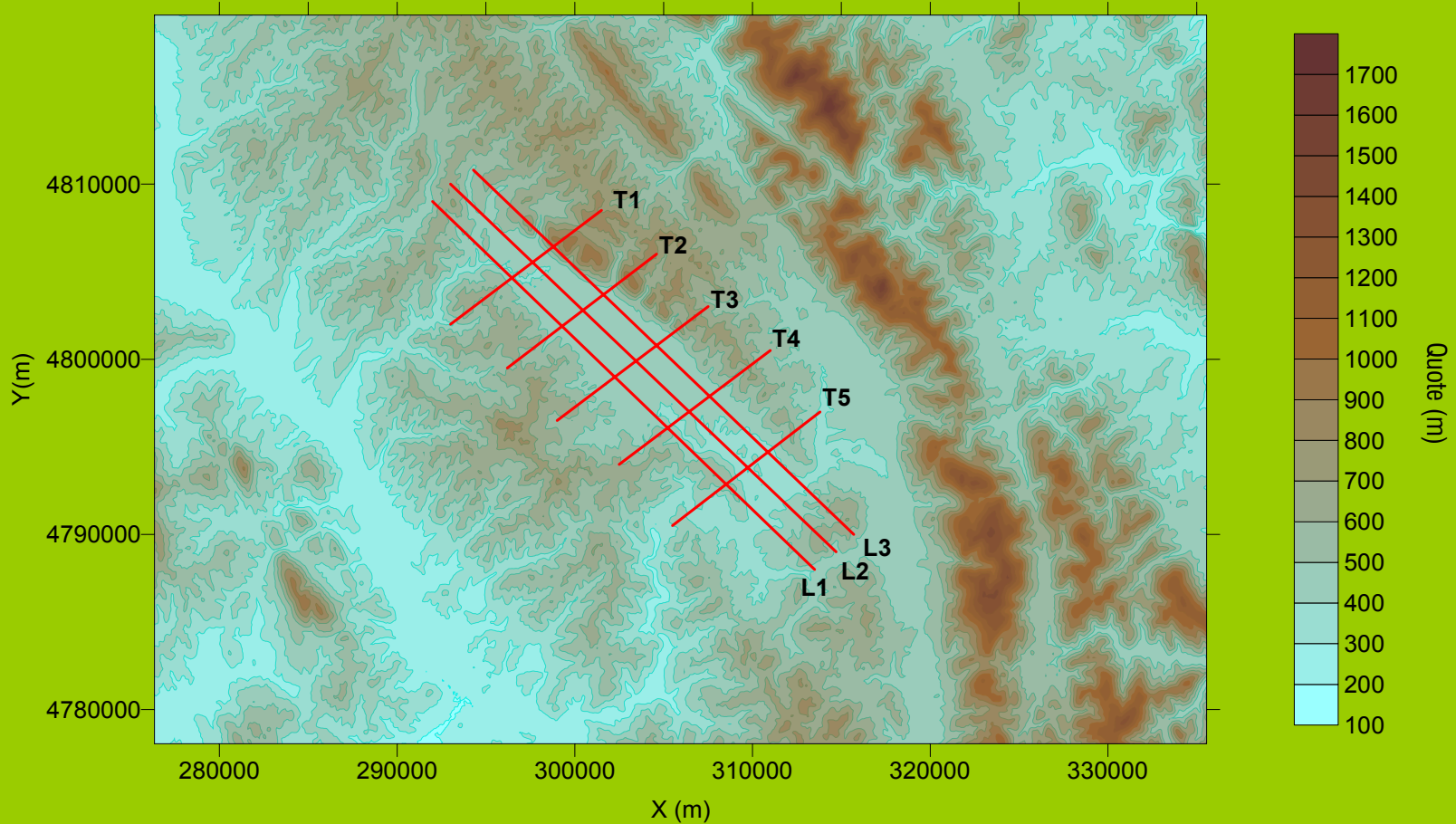
Propagazione locale onde PSV in **valli** descritte da 3-5 parametri geometrici (es.: L , h , K , a_1 , a_2)

Eccitazione sismica indotta da un **segnale incidente (onda piana)** oppure da una **sorgente sismica (esterna al dominio locale di analisi)** descritta da 3 parametri eventualmente 'fissi': profondità focale, dist. Epicentrale, M_0 , e 1 variabile: inclinazione dell'onda rispetto alla valle (a_3)

Struttura locale a strati piani e paralleli con profilo di velocità descritto da una forma prefissata semplice (es. $\exp^{1-\dots}$), ancorata ad 1 parametro tipo V_{s30}

Costruzione modelli numerici per una valle specifica, a fini di calibrazione (Gubbio)

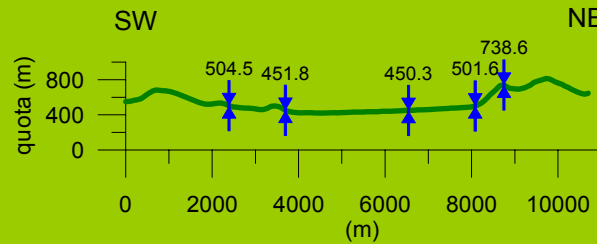
D.E.M.



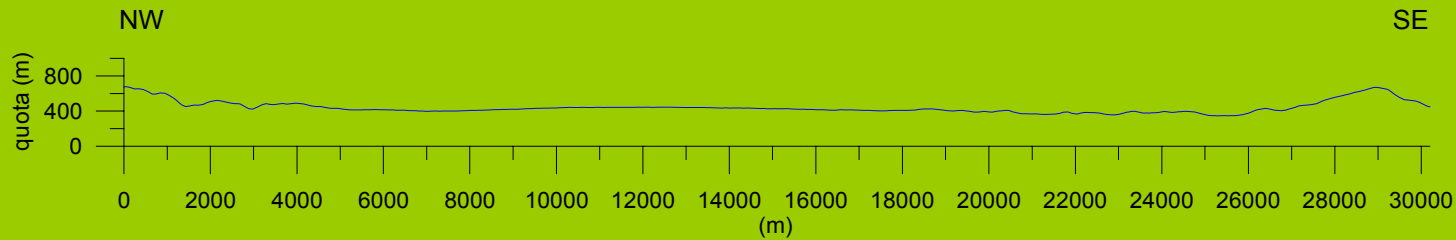
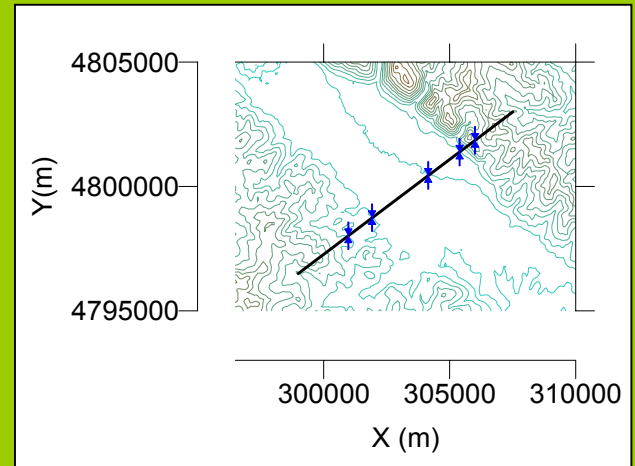
Costruzione modelli numerici per una valle specifica, a fini di calibrazione (Gubbio)

Sezioni individuate per le analisi numeriche

Centro valle



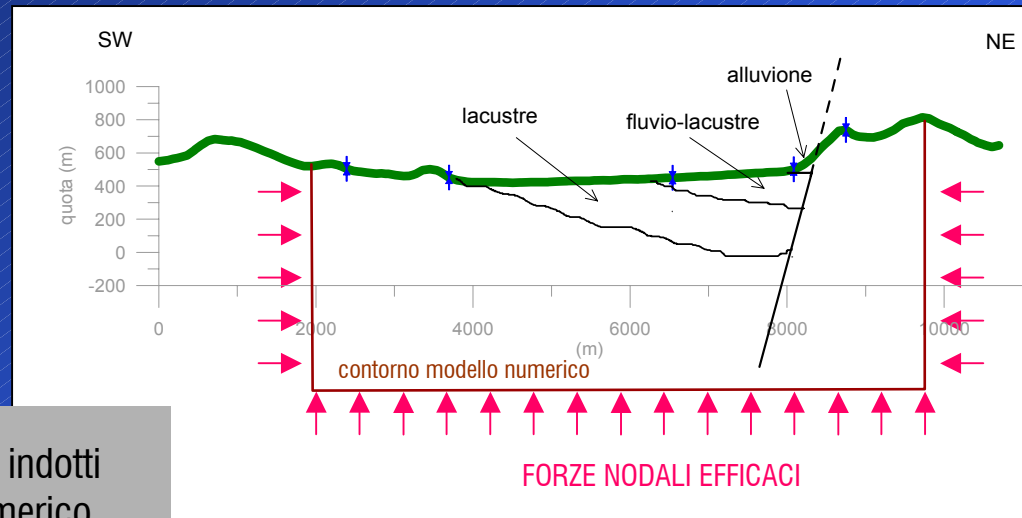
sezione T3



sezione L2

Costruzione modelli numerici per una valle specifica, a fini di calibrazione (Gubbio)

Analisi di propagazione 2D e metodo DRM (Loukakis 1985, Bielak et al. 2003)



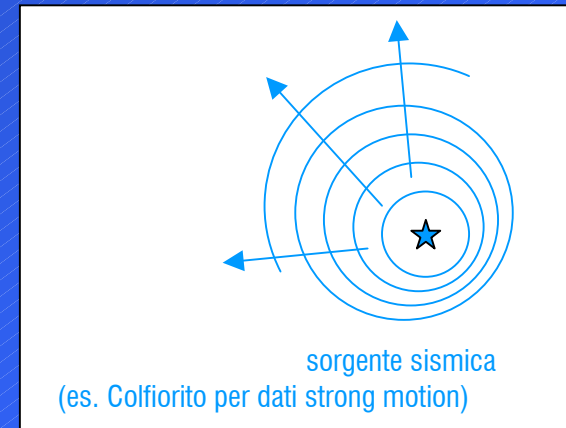
Calcolo degli spostamenti di campo libero indotti dalla **sorgente** al contorno del modello numerico (es: metodo di Hisada)



Calcolo delle **forze nodali** equivalenti alla sorgente sismica



Soluzione del problema di **propagazione locale** con codice numerico SEM

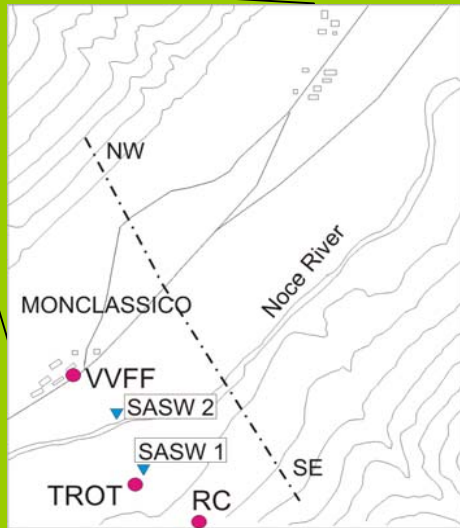


Dal modello numerico agli SRS

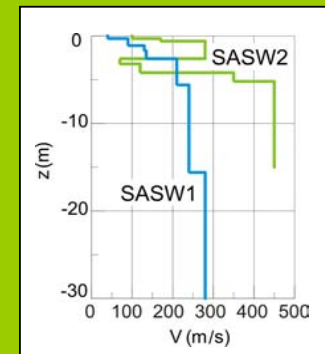
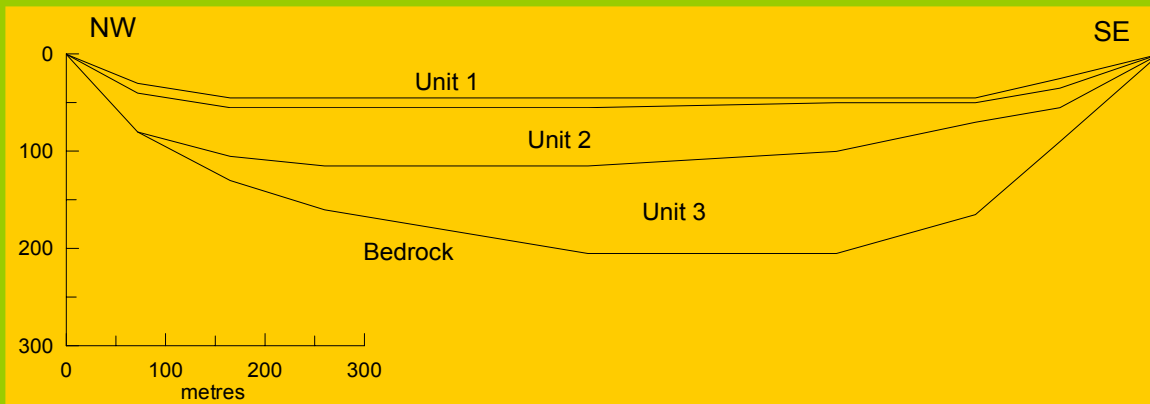
- 1) Scelta della geometria e dei profili stratigrafici (p. es. Val di Sole, Trentino), definizione del **modello numerico**
- 2) Localizzazione di **sorgente** e magnitudo (p. es. terremoto di Merano, 17.7.2001, M_L 5.2)
- 3) Accoppiamento con DRM: calcolo delle **forze nodali** equivalenti alla sorgente sismica e soluzione del problema di **propagazione locale** con codice numerico
- 4) Calcolo degli SRS ai ricevitori nella valle e su roccia e normalizzazione con periodo *equivalente* 1D
- 5) Calcolo dei rapporti tra SRS (rispetto a modello 1D e a roccia)

Esempio: Val di Sole

1) geometria e profili stratigrafici



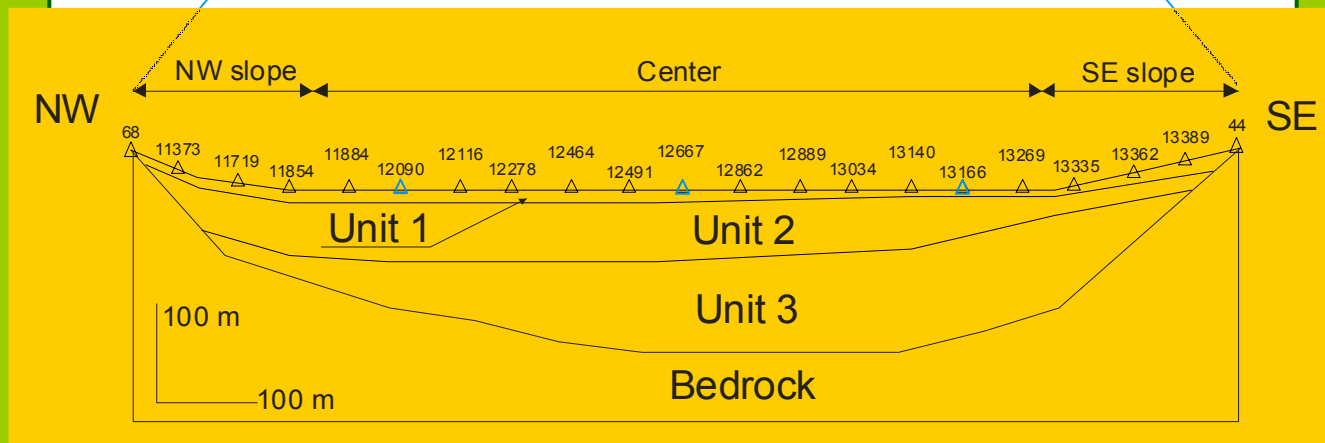
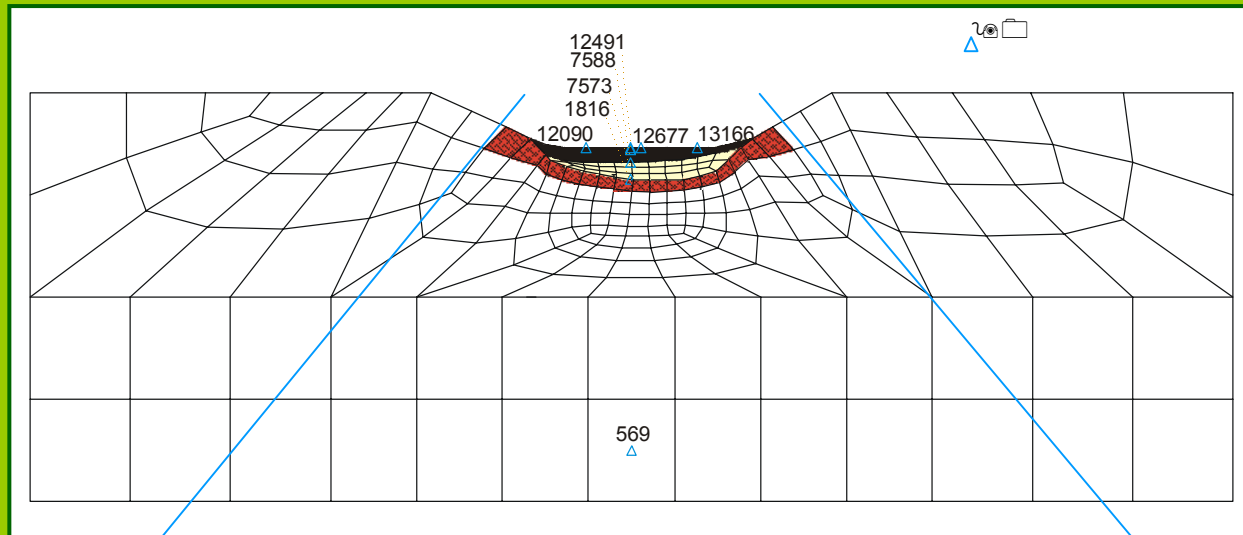
Materiale	ρ (kg/m ³)	b (m/s)	n
Unità 1	2000	200	0.467
Unità 2	2300	400	0.462
Unità 3	2300	1300	0.384
substrato	2600	3000	0.219



Esempio: Val di Sole

2) modello numerico

Griglia di calcolo ad elementi finiti (unità 1 e 2) e spettrali (unità 3 e substrato)
14534 nodi, 209 elementi spettrali (5x5), 21377 elementi finiti, frequenza propagata 8 Hz



Esempio: Val di Sole

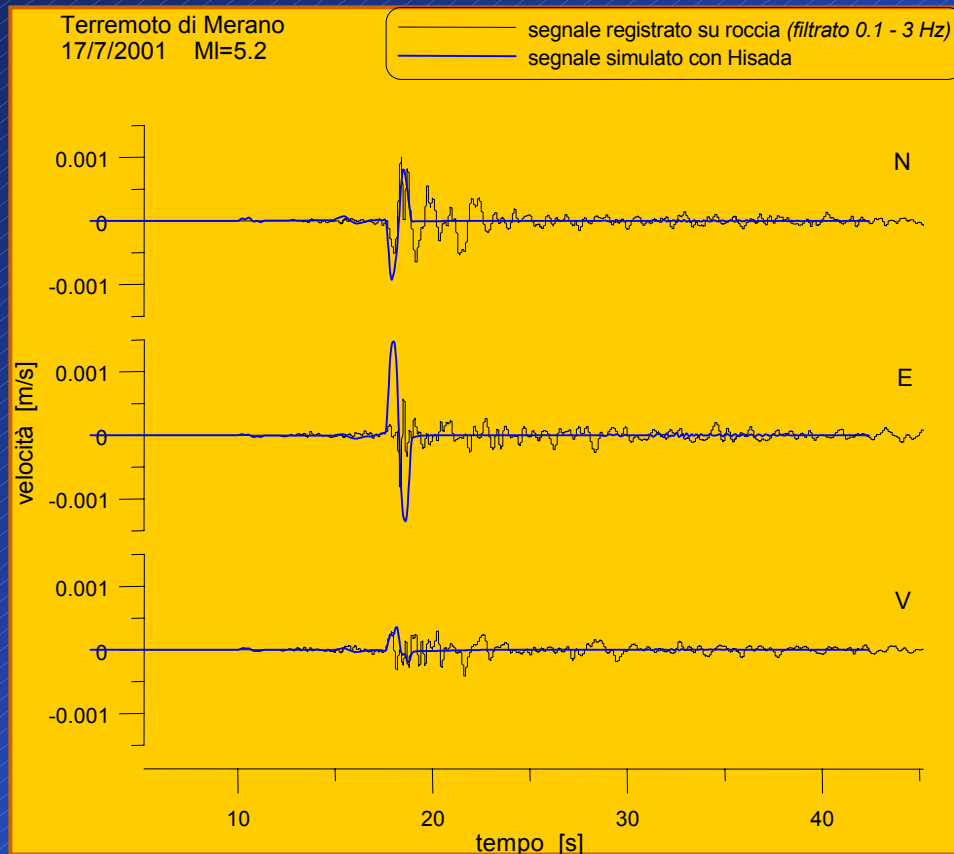
3) localizzazione della sorgente



Terremoto di Merano (17 luglio 2001)

M_L 5.2
 M_0 $1.21 \cdot 10^{16}$ Nm
strike 210°
dip 69°
rake 170°
profondità 19 km
slip sulla faglia 0.16 m
(dati rete Mednet INGV)

Esempio: Val di Sole 4) accoppiamento mediante DRM



Simulazione del terremoto con il metodo asintotico di Hisada:

- verifica della simulazione con registrazioni su roccia
- calcolo degli spostamenti ai nodi degli elementi di interfaccia



Calcolo delle forze efficaci da imporre come eccitazione dinamica del modello



Risoluzione del problema numerico

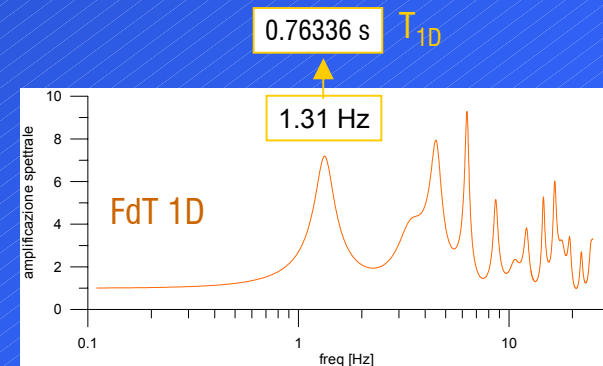
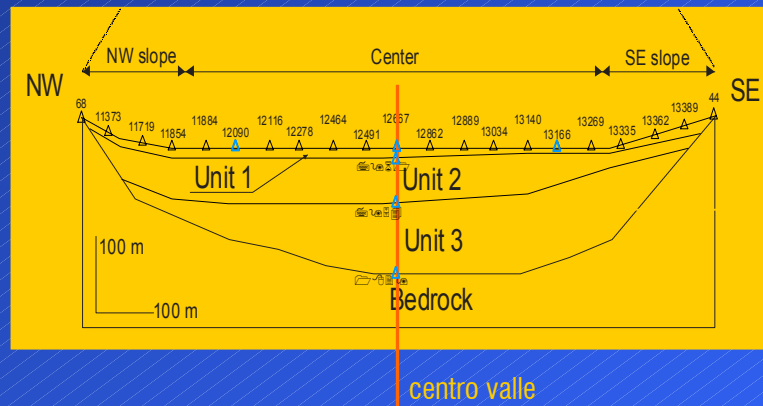
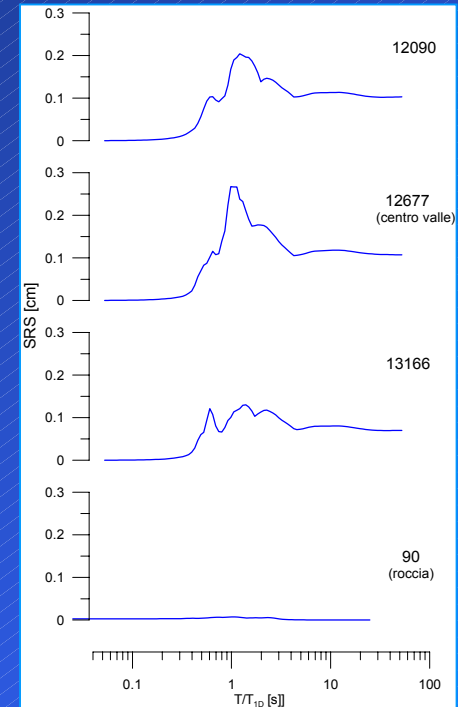
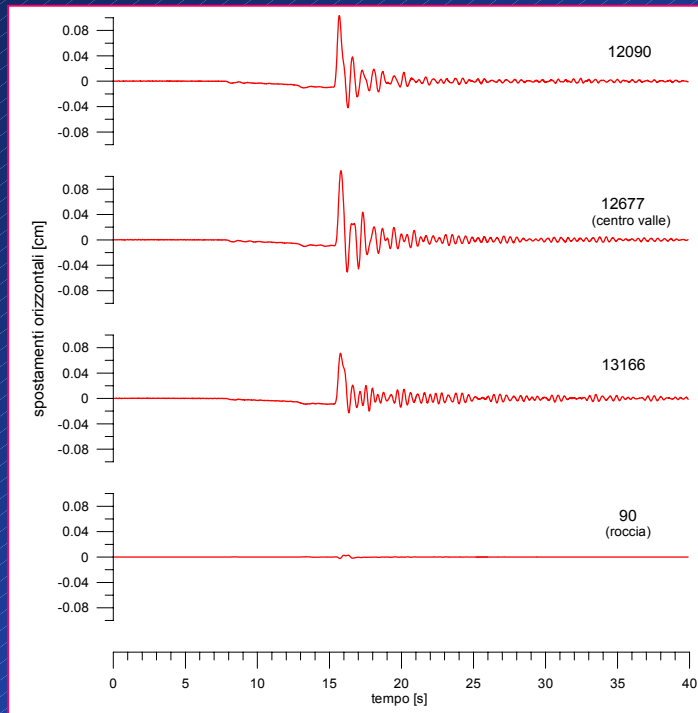
Esempio: Val di Sole

5) calcolo degli SRS normalizzati

storie temporali (numeriche)

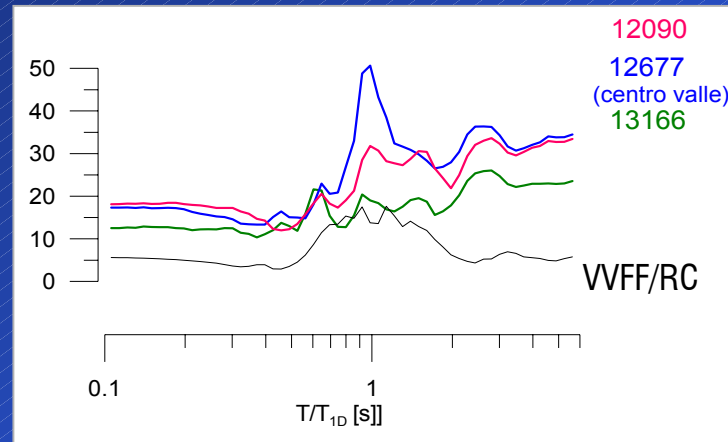
SRS

SRS rispetto a T/T_{1D}



Esempio: Val di Sole 7) caratteristiche dei rapporti tra SRS

SRS valle / SRS roccia (90)

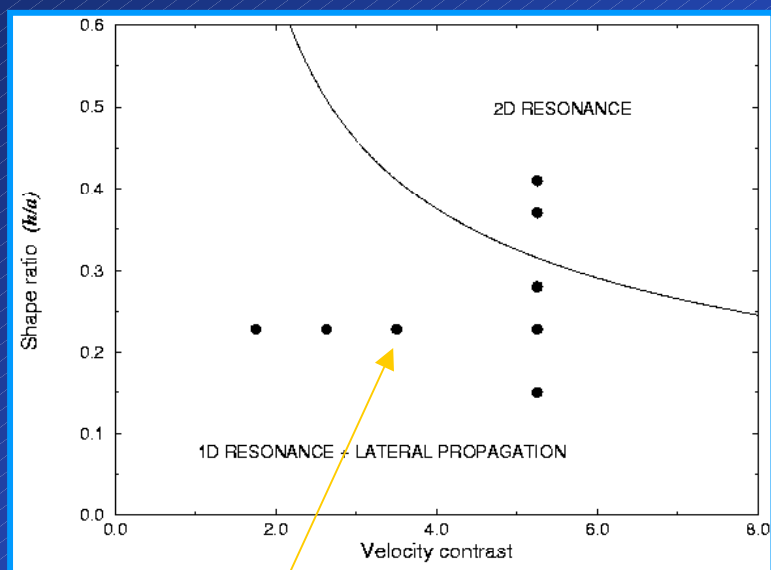


VVFF/RC: rapporto tra gli spettri dei segnali registrati (proiettati sulla sezione)

Analisi parametriche su valli 2D - risultati precedenti

F.G. Chavez & E. Faccioli (2000) "Complex site effects and buiding codes: Making the leap"
J. of Seismology, Vol. 4(1), Jan. 2000, pp. 23-40

Condizione di esistenza di risonanza 2D per valli alluvionali, caso SH (Bard & Bouchon, 1985)

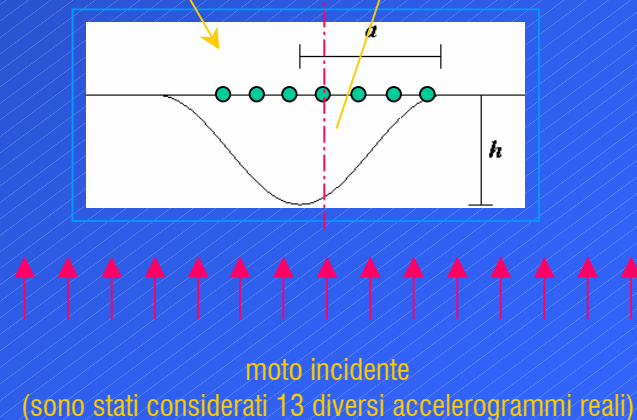


casi studiati da Chávez-García & Faccioli

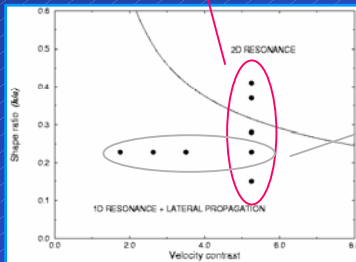
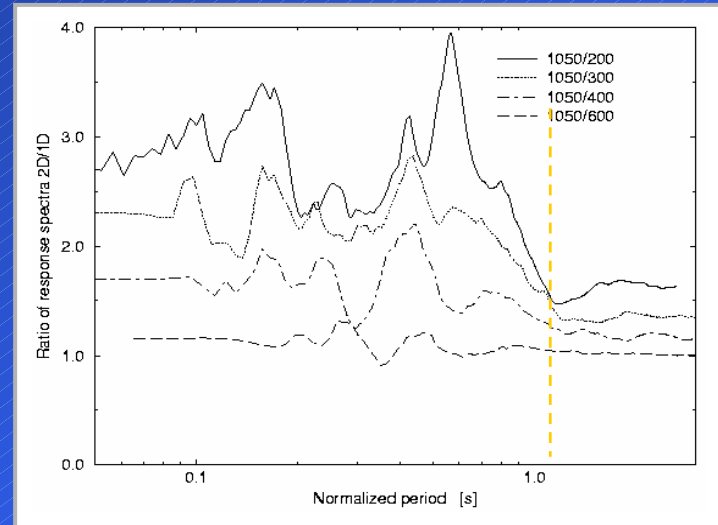
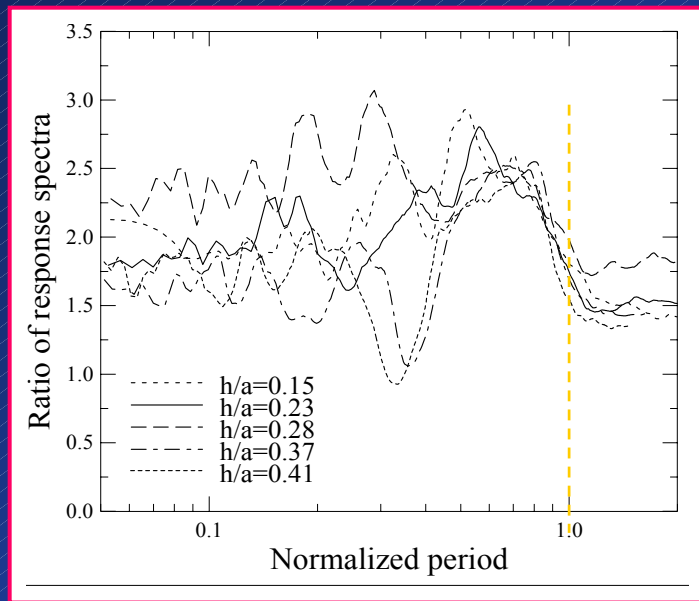
Studio dei rapporti tra spettri di risposta "2D" e "1D"

per ogni ricevitore è stato calcolato lo spettro di risposta (2D)

si è calcolato lo spettro per la risposta 1D al moto incidente in centro valle



Analisi parametriche su valli 2D - risultati precedenti



Task 6

Rappresentazione della pericolosità sismica del territorio italiano sulla base degli spostamenti spettrali attesi

UR 3 - V. Pessina, E. Faccioli e collaboratori (+ S1) – INGV Milano

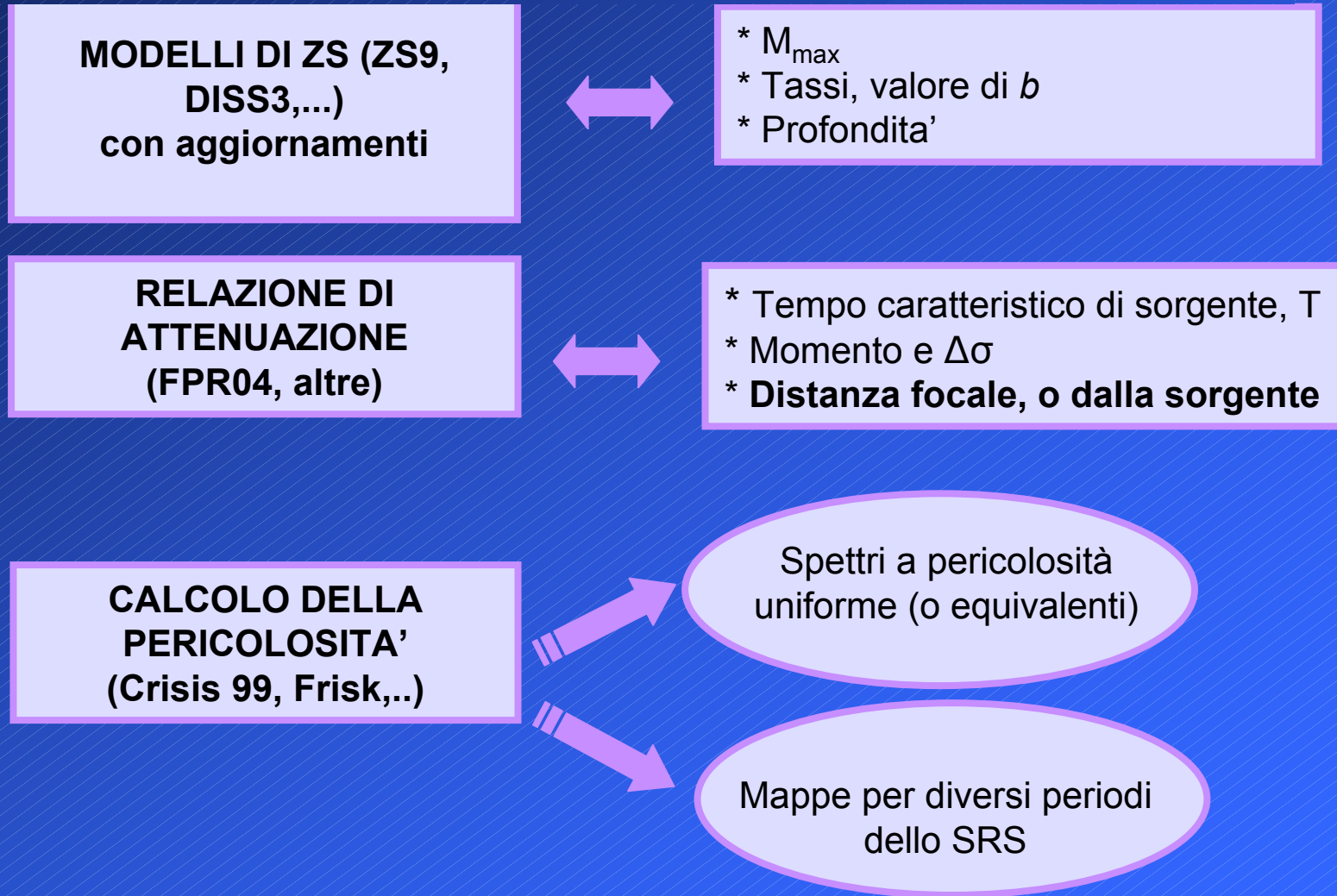
Obiettivi generali a corto-medio periodo:

- Approccio di base per produrre mappe di pericolosità di SRS su suolo rigido, $\xi = 0.05$, includendo effetti di campo vicino.
- Regole per passare da SRS con $\xi = 0.05$ a ξ arbitrario
- Come modificare SRS su suolo rigido in presenza di bacini/valli sedimentari, o su generici siti non rigidi (v. Task 5 – Tema 2)

DELIVERABLE A 6 MESI

D20 – Indagini preliminari su strumenti di calcolo per creazione mappe probabilistiche di pericolosità in termini di SRS

PERICOLOSITA' SISMICA IN TERMINI DI SPOSTAMENTI SPETTRALI: POSSIBILE APPROCCIO DI BASE



Aspetti da affrontare a breve

Problemi di scalatura: si richiede compatibilità tra le diverse basi usate di dati registrati da strumenti digitali. Da un lato vi sono dati mondiali da terremoti medi e forti, dall'altro i dati italiani da eventi con $3.5 < M < 5.0$ (bas e dati INGV).

Analisi di pericolosità per disaggregazione: poiché lo spostamento di picco del suolo ha una dipendenza da M_w molto più marcata di quella dell'accelerazione di picco, le coppie magnitudo distanza dominanti dovrebbero essere diverse. Opportune analisi disaggregate su alcune ZS permetteranno di definire meglio gli intervalli più critici di M a cui dare priorità nella base dati di calibrazione.

Formulazione di una relazione di attenuazione di ordinate SRS a lungo periodo

Partendo dall'espressione analitica dello SRS, $D(T) = D(T, t_0, d_{max})$

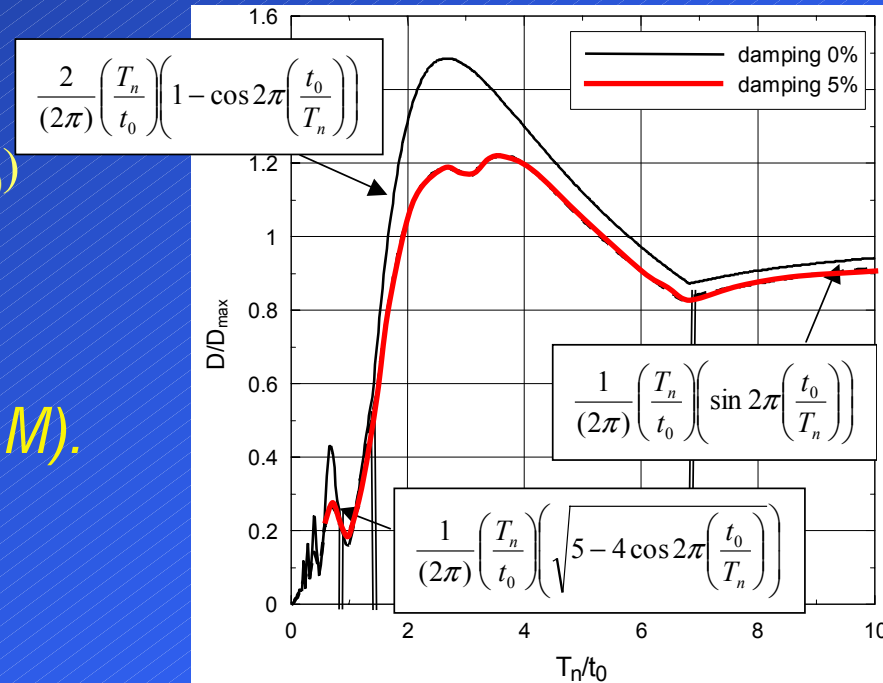
e facendo uso delle relazioni

$$\log_{10} \tau = -3.17 + 0.5 M_w \quad (\square = 2t_0)$$

$$\log_{10} d_{max} = -4.3 + M_w - \log_{10} r,$$

o altra relazione ricavata in S5

si può ottenere una relazione $D(T_n, r, M)$.



Fine
(The end)