



Università degli Studi di Siena

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI
Corso di Laurea Specialistica in Geologia Applicata



**La dispersione di onde superficiali: un approccio di analisi e
processing dei dati**

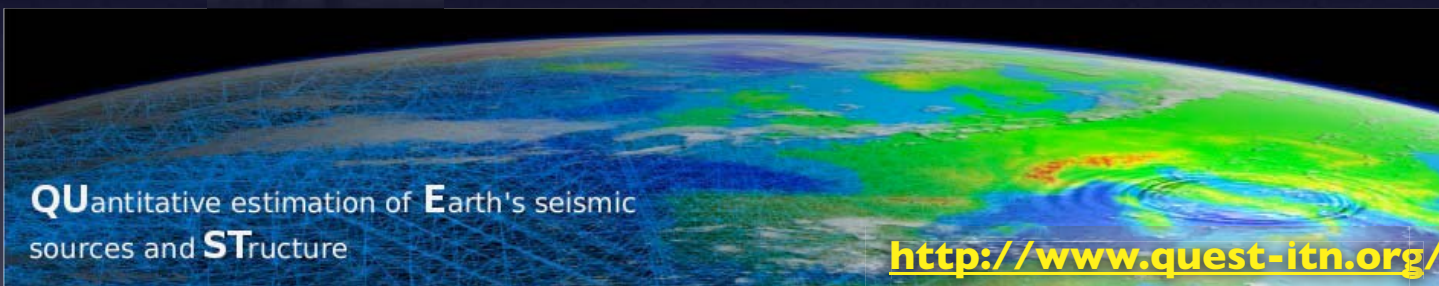
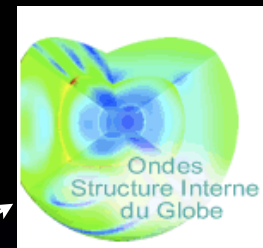
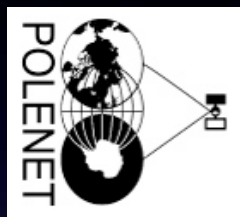
Candidato:
Piero Poli

Relatore:
Dr. Fabio Mantovani

Correlatori:
Dr. Tommaso Colonna



CGT
Centro di GeoTecnologie



Consorzio di ricerca
il cui goal è l'imaging della struttura
crostale europea
finalizzato allo **stoccaggio di CO₂**

Sommario

- Obiettivi
- Cosa è la sismologia passiva
- Basi teoriche della sismologia passiva
- L'array Polenet/Lapnet
- Processing dei dati
- Analisi (1 e 2)
- Risultati (1 e 2)
- Conclusioni

Obiettivi

caratterizzare i microtremori e testare
l'applicabilità del metodo di correlazione
sismica al fine di ricavare informazioni sulla
propagazione delle onde di Rayleigh

TEORIA

1) fase di studio del metodo di correlazione
(simulazioni)

PROCESSING

2) sviluppo di algoritmi applicati a modelli semplici

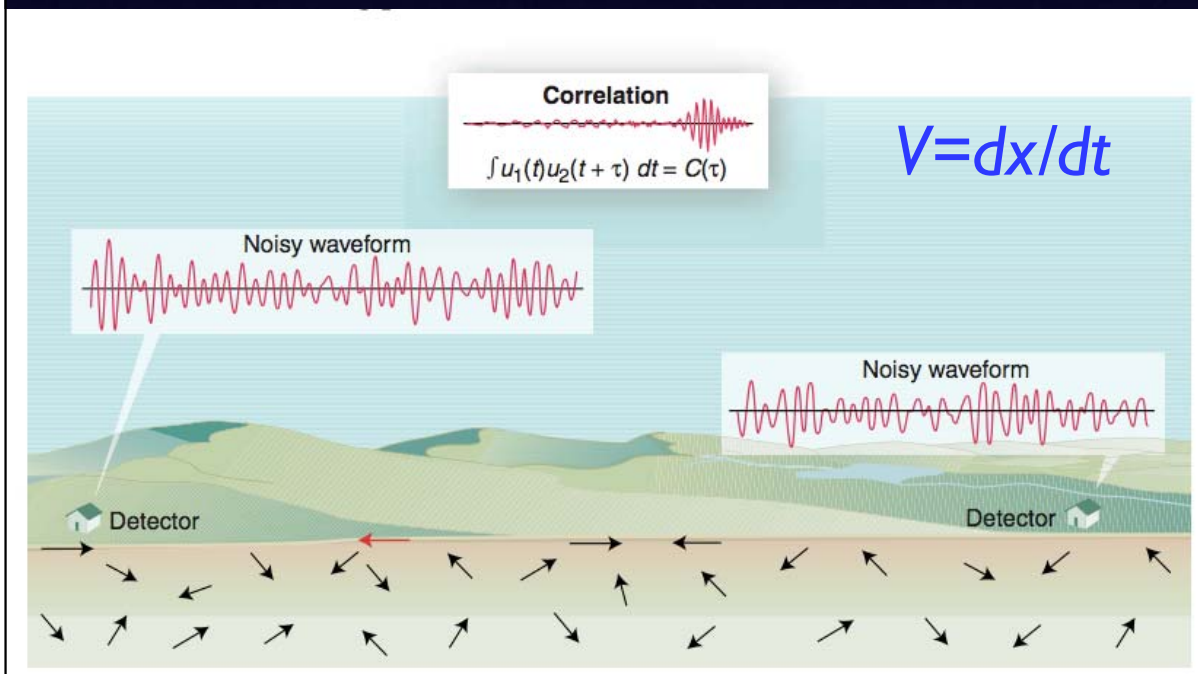
3) applicazione di questi algoritmi ad un caso reale

RISULTATI

Parametri quantitativi espressione della bontà delle correlazioni
e analisi delle velocità ottenute

Cosa è la sismica passiva?

Tecnica per ricavare informazioni sulla propagazione delle onde in un mezzo attraverso la correlazione del campo di moto spontaneo misurato in 2 (o più) sensori...



- DEFINIZIONI:
- 1) Funzione di Green
 - 2) Equipartizione energetica
 - 3) Diffusività

↓

- Scattering
- Media temporale
- omogenea distribuzione delle sorgenti di segnale

Basi teoriche della sismologia passiva

Correlazione di rumore sismico & funzione di Green

Equipartizione
energetica

$$\Phi(x) = \sum_n a_n u_n(x) e^{i\omega_n t}$$

Diffusività

$$\langle a_n a_m^* \rangle = \delta_{nm} F(\omega_n)$$

$$C(x, y, \tau) = \sum_n F(\omega_n) u_n(x) u_n(y) e^{-i\omega_n \tau}$$

$$G_{xy}(\tau) = \sum_n u_n(x) u_n(y) \frac{\sin \omega_n \tau}{\omega_n}$$

Array sismico Polenet/Lapnet

58 stazioni

Registrazione in
continuo da
Maggio 2007

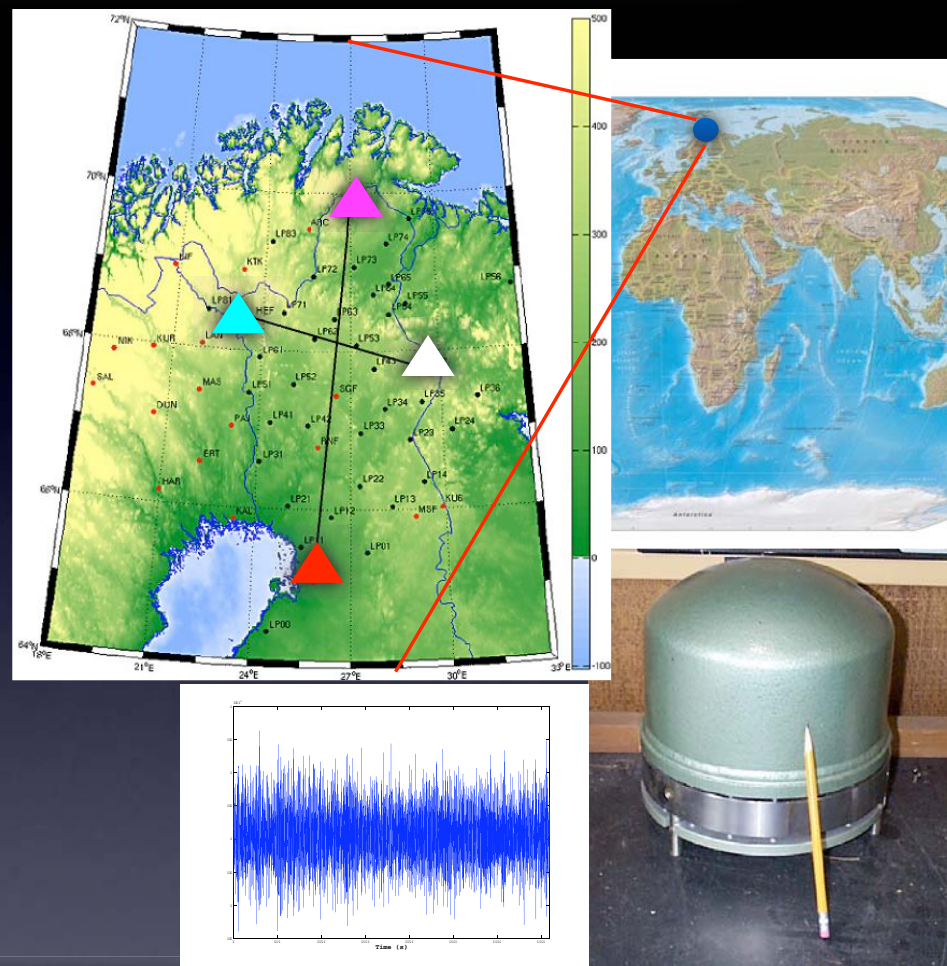
STAZIONI UTILIZZATE:

KEV (Nord) > Kevo

OUL (Sud) > Oulu

HEF (Ovest) > Hetta

VRF (Est) > Varrio



I Anno di dati:
Gennaio 2008-Dicembre 2008

Processing dei dati

ALGORITMI & SCRIPT

Matlab

sac

Shell

Conversione

PROCESSING STANDARD:

- **correzione dei
risposti strumentali**
- **ricampionamento a 5
Hz**
- **water level**

1464 forme d'onda da 24 ore

Correlazione

Processing dei dati

ALGORITMI & SCRIPT

TEST PROCESSING

7 test di correlazione

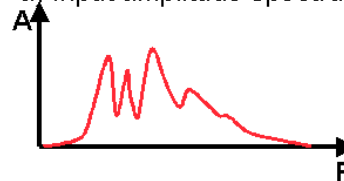
Pre-filtraggio o post-filtraggio

FB1	0,02 Hz	0,04 Hz
FB2	0,04 Hz	0,1 Hz
FB3	0,1 Hz	0,25 Hz
FB4	0,25 Hz	1 Hz

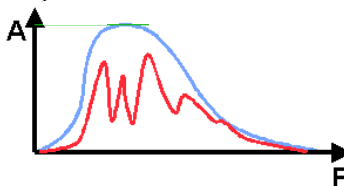
Whitening

SPECTRAL WHITENING

a) input amplitude spectrum

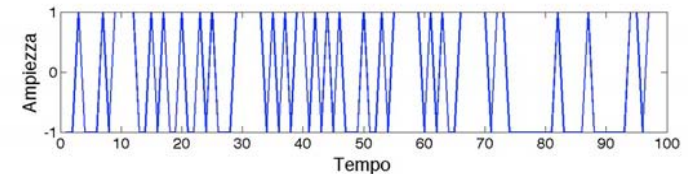
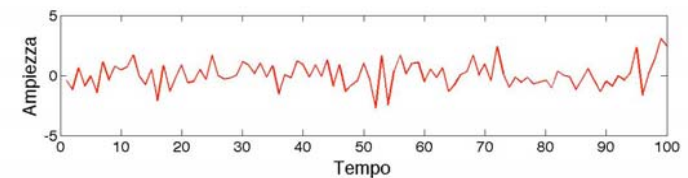


b) whitened spectra



— Whitened

1-bit



Processing dei dati

TEST PROCESSING

7 test di correlazione

stack di 4 intervalli temporali

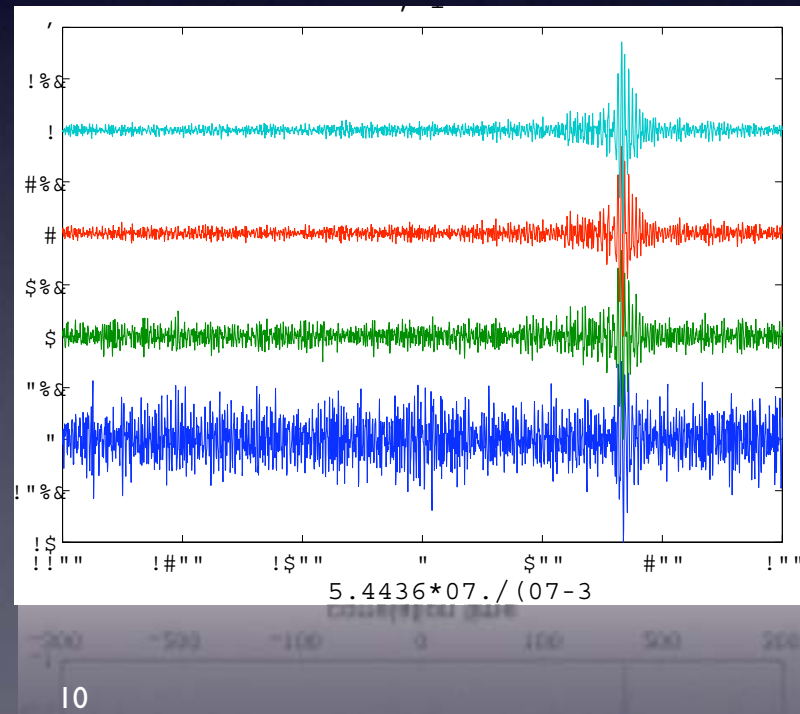
1 anno

6 mesi

2 mesi

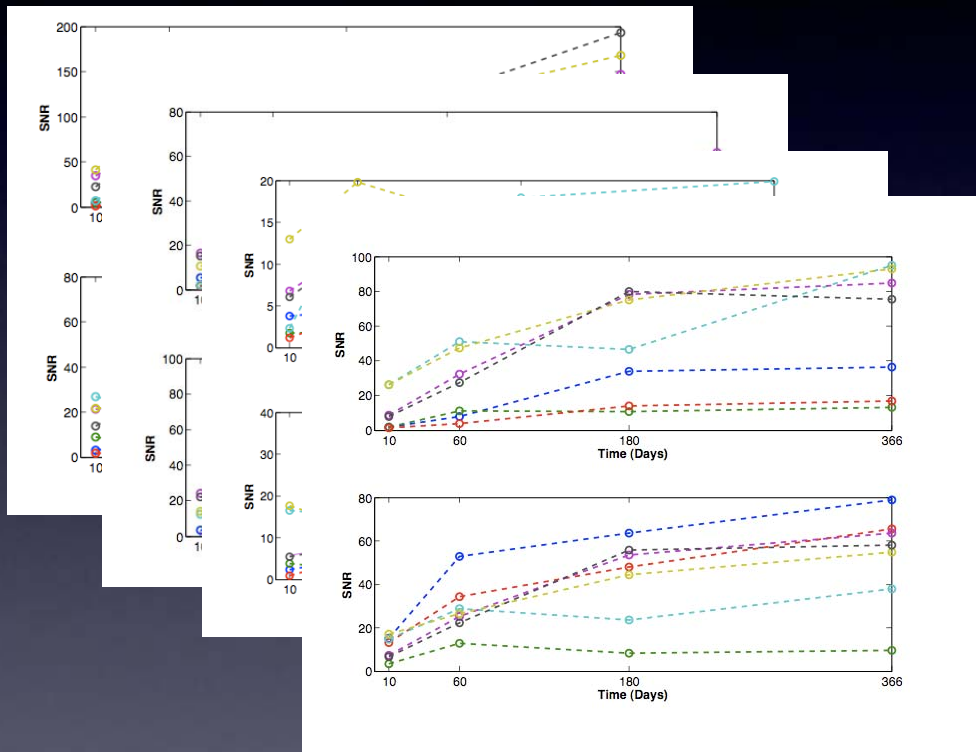
10 giorni

Effetto della media
temporale



Risultati (I)

Rapporto segnale rumore



1- Effetto positivo della media temporale

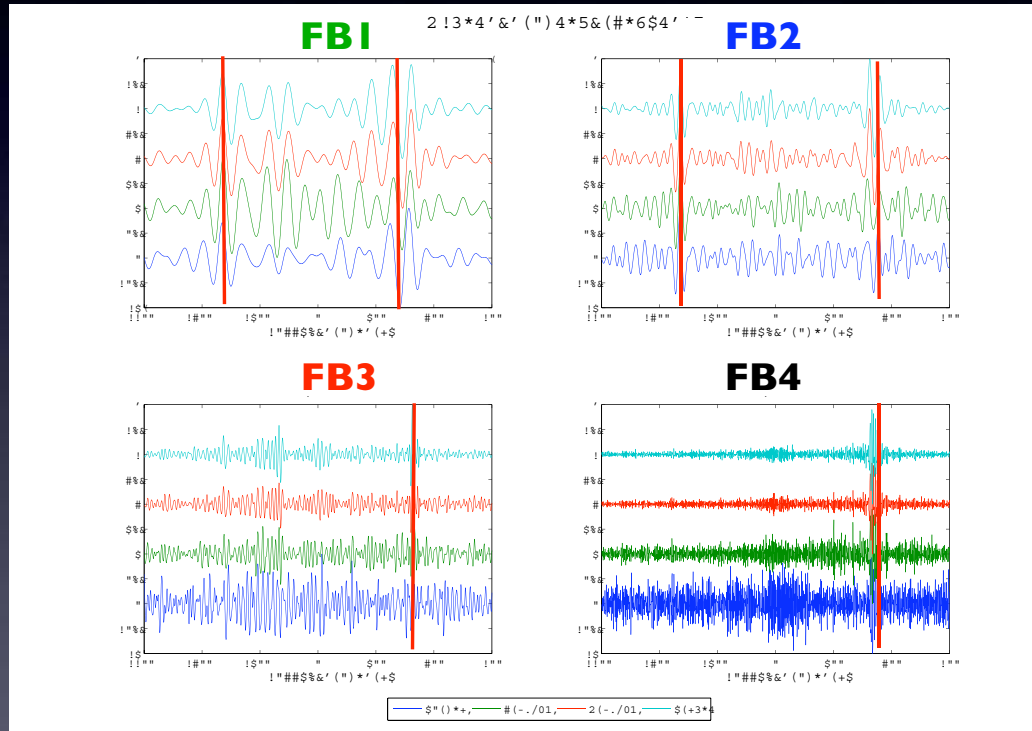
2- Differenti processing per diverse frequenze

3- Processing troppo aggressivi riducono il SNR

Risultati (I)

Analisi di velocità

Picking



	V oss. (km/s)	V. Lett. (km/s)
FB1	4,04	3,80
FB2	3,45	3,44
FB3	3,10	3,26
FB4	3,05	3,11

Risultati (I)

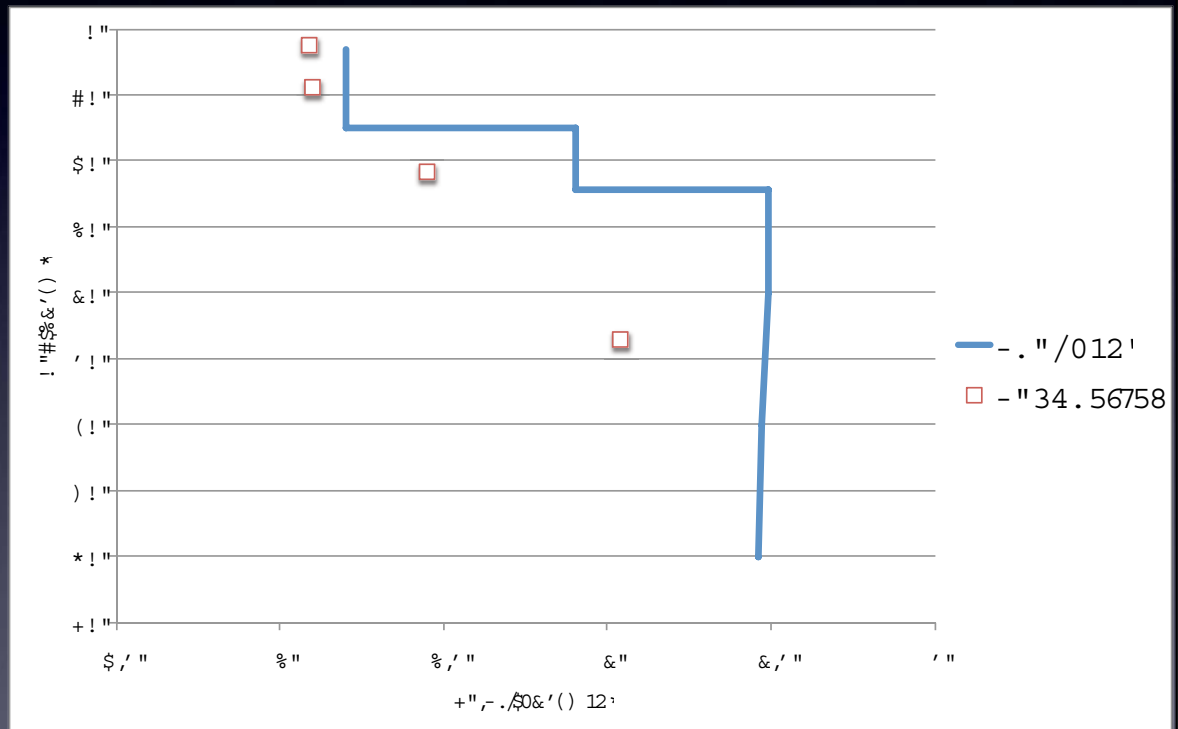
Analisi di velocità

Mezzo poissoniano

$$\nu=0,25$$

$$V_s/V_r=0,9194$$

(Lay & Wallace 1995)



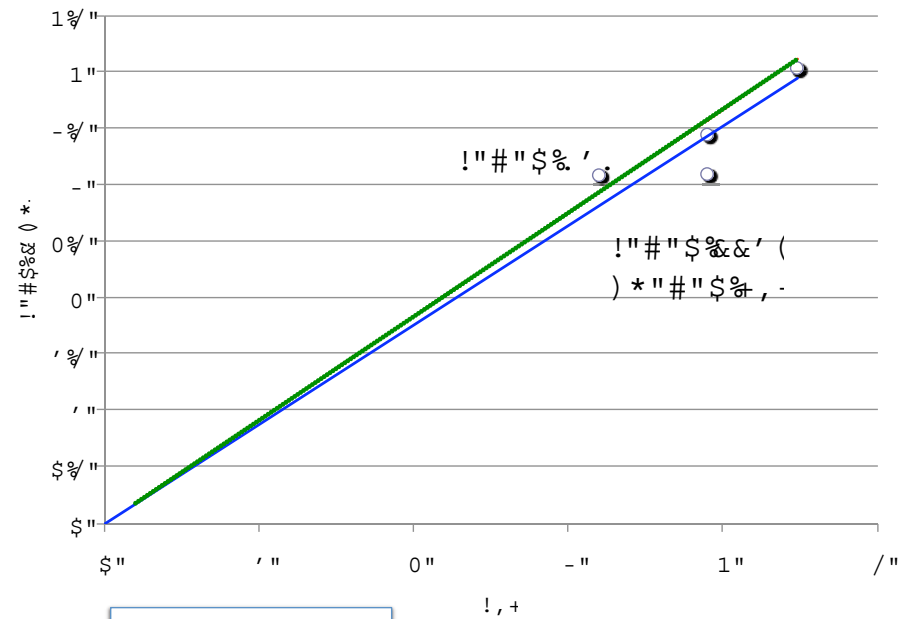
Risultati (I)

Analisi di velocità

Mezzo poissoniano

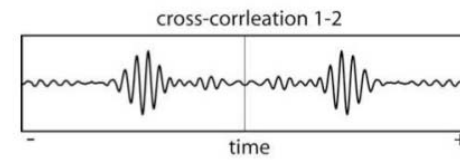
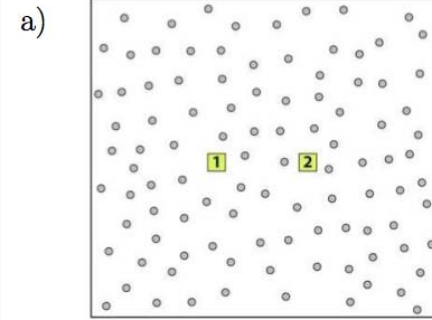
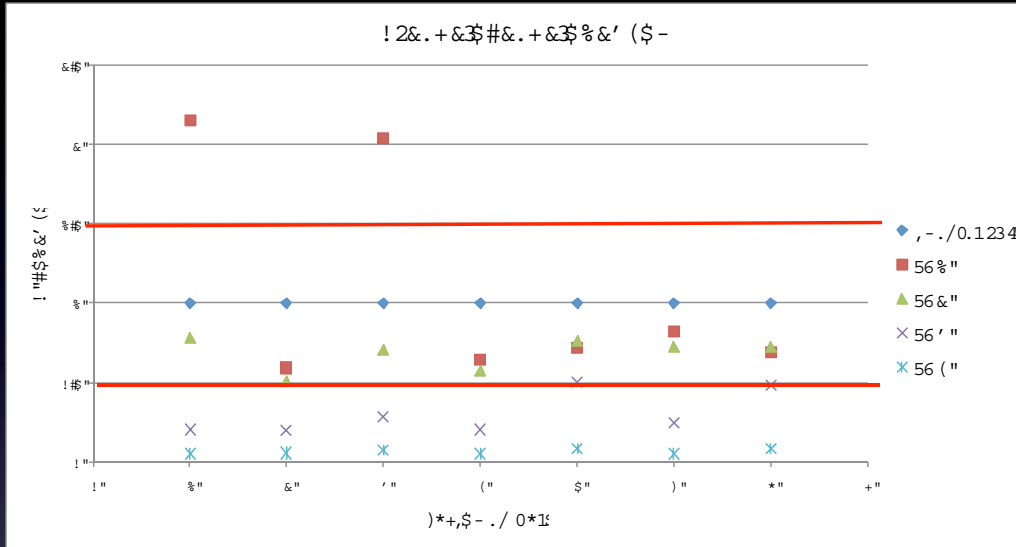
$$\nu=0,25$$

$$V_s/V_r=0,9194$$

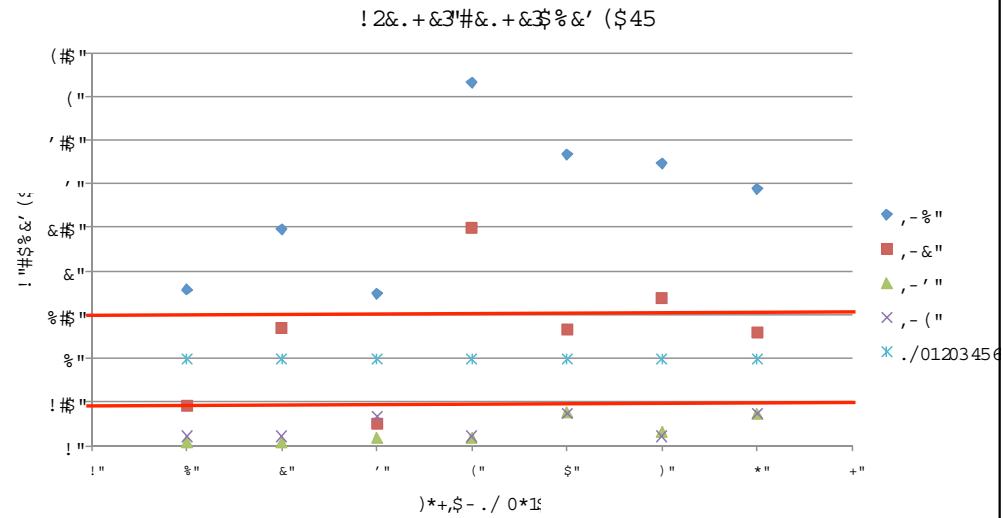


Risultati (I)

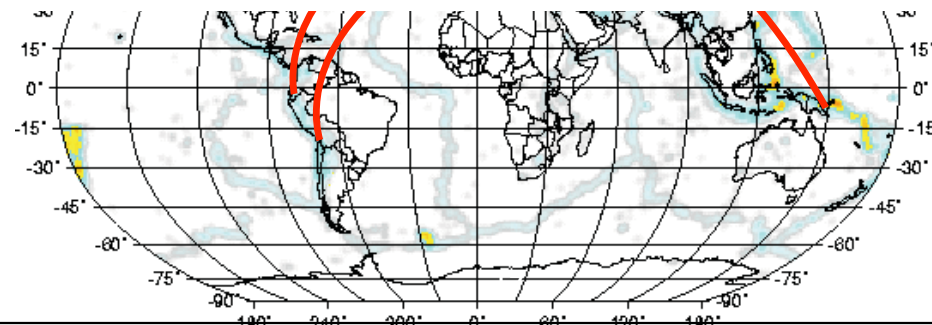
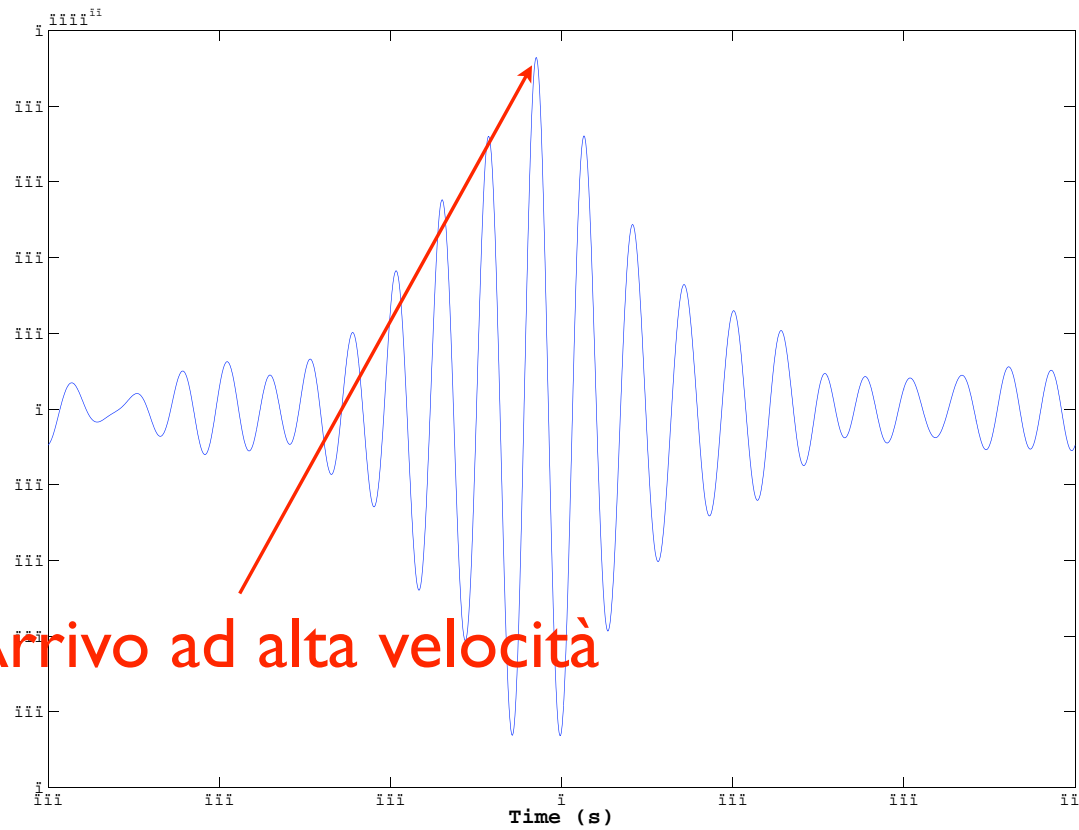
A/Ctheo=1



Mancanza di diffusività!!!!
Eterogeneità strutturale?!?!?

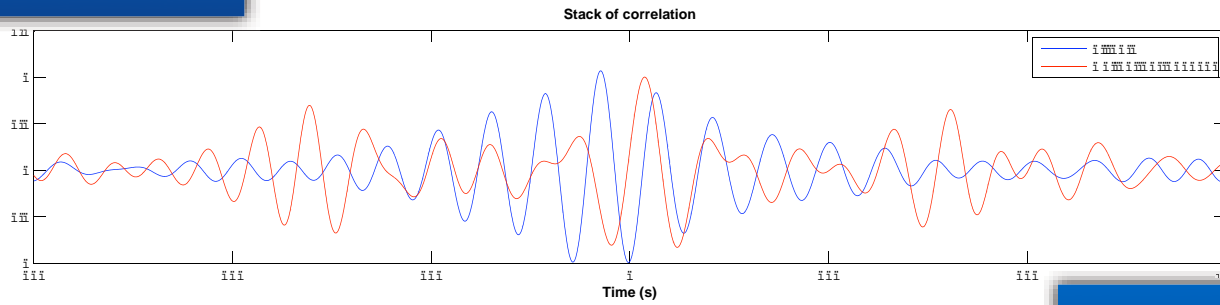


Analisi (2)

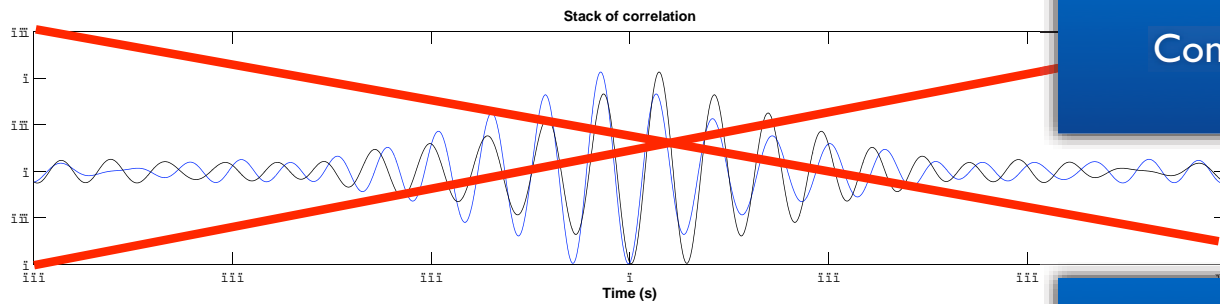


PROFILO N-S
FBI

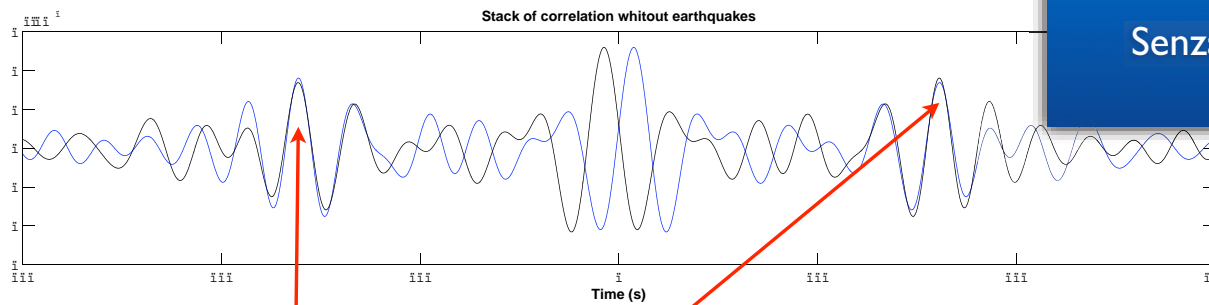
Risultati (2)



Con terremoti



Senza terremoti



Rayleigh arrival

Conclusioni

- **Applicabilità della metodologia**
- **Definizione dei processing ottimali**
- **Testata al consistenza delle velocità ricavate**
- **Definizione dell'effetto dei sismi sulla correlazione**

...Applicazione in vari ambiti delle Scienze della Terra!

Esplorazione

Vulcanologia

Geotecnica

Rischio sismico

Analisi strutturale

Ricerca mineraria



L'aguille



Grenoble



Chartreuse

La stesura della tesi e la maggior parte del lavoro è stata svolta con software open source



Grazie !!!!!

Massif de la Chamrousse 1839
Rhone-Alpes (France)