

Giovedì 3 dicembre 2015, XII WORKSHOP IN GEOFISICA
LA GEOFISICA E I PARAMETRI DESCRITTIVI DEL SOTTOSUOLO

FONDAZIONE MUSEO CIVICO ROVERETO, Sala Conferenze "F. Zeni"

Il dato e l'interpretazione: il problema mal posto

Jacopo Boaga

Dipartimento di Geoscienze
Università degli Studi di Padova

ommario

modello diretto e inverso: il prezzo del non-invasivo

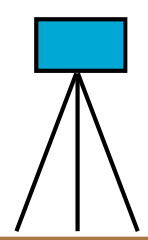
inversione del dato: il problema mal posto

interpretazione del risultato: la geo-logia

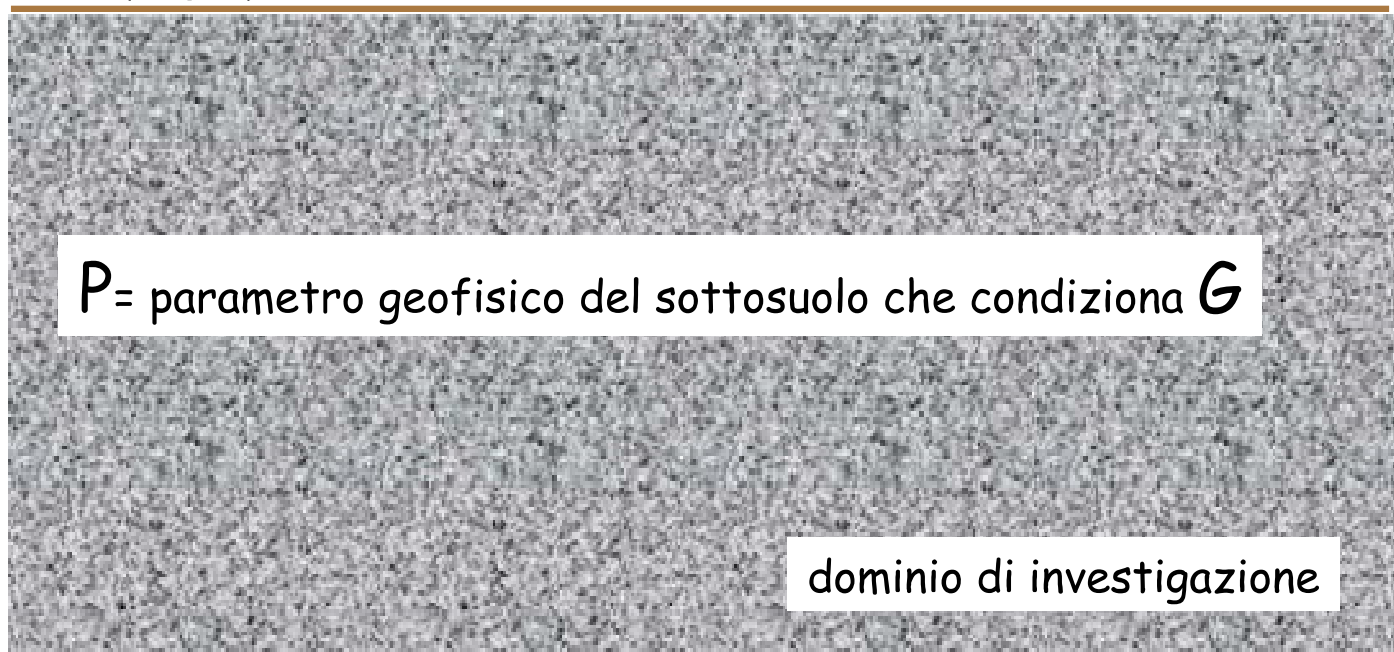
- *Bad cases di interpretazione sismici ed elettrici*

La misura geofisica

strumento



G = quantità geofisica misurata



$$G = G(P, F = \text{condizioni forzanti})$$

Indagine di
parametri
fisici del
sottosuolo
con
osservazioni
indirette

$$G = G(P, F)$$

è il modello diretto

esempio:

potenziale elettrico, P = resistività, F = corrente iniettata
(elettrica)

vibrazione del suolo, P = velocità delle onde elastiche, F = sorgente
(seismics)

campo elettrico, P = velocità delle onde EM, F = impulso elettrico
(?)

campo magnetico, P = suscettibilità magnetica, F = campo della Terra
(magnetismo) (metodo passivo)

campo gravitazionale, P = densità, F = campo della Terra
(gravimetria) (metodo passivo)

non vogliamo

G (quantità fis

vogliamo

P

(Parametro delle

vogliamo le

caratteristiche

sottosuolo,

da metodi

indiretti/non-

invasivi

$$P = G^{-1}(G, F)$$

è il modello inverso

esempio:

va la distribuzione di resistività da misure geoelettriche in CC

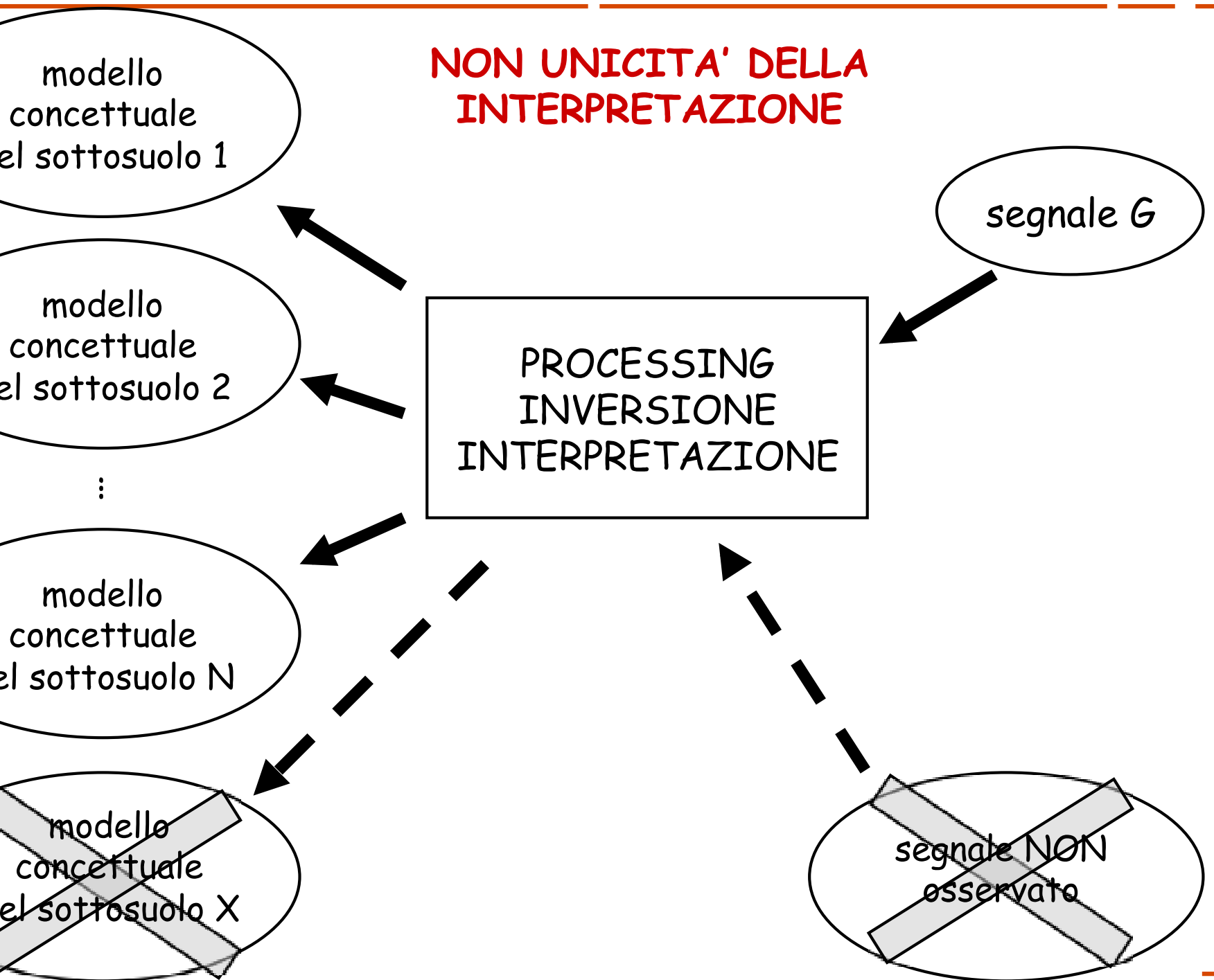
va la distribuzione di velocità sismica da misure sismiche

va la distribuzione di velocità EM da misure GPR

va la distribuzione di suscettività da misure magnetiche

va la distribuzione di densità da misure gravimetriche

necessario
processing
inversione



Si paga il prezzo con la non univocità

sione del dato. Il problema mal posto

1923,

problema matematico è ben posto se :

per tutti i dati ammissibili esiste una soluzione (esistenza)

per tutti i dati ammissibili la soluzione è unica (unicità)

la soluzione dipende in modo continuo dai dati (stabilità)

altrimenti è mal-posto !

mard 1923

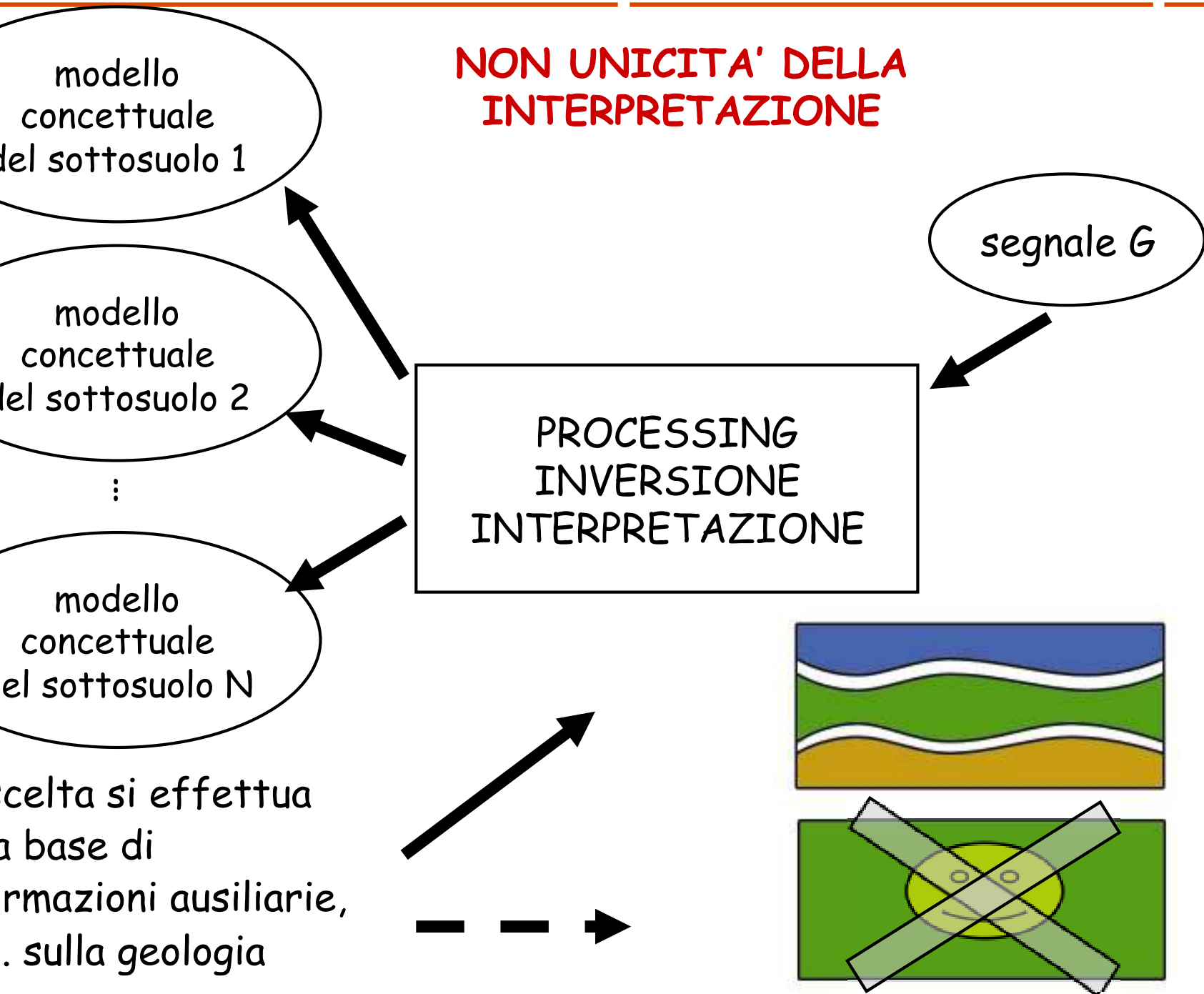
ema matematico è ben posto se :

per tutti i dati ammissibili esiste una soluzione (esistenza)

~~per tutti i dati ammissibili la soluzione è unica (unicità)~~

~~la soluzione dipende in modo continuo dai dati (stabilità)~~

il problema inverso è mal-posto !



scelta si effettua
a base di
informazioni ausiliarie,
... sulla geologia

- Conoscenza
priori
- Confronto
indagini dirette
- l'esperienza
- la Logica

Cattivi input agli algoritmi di inversione...



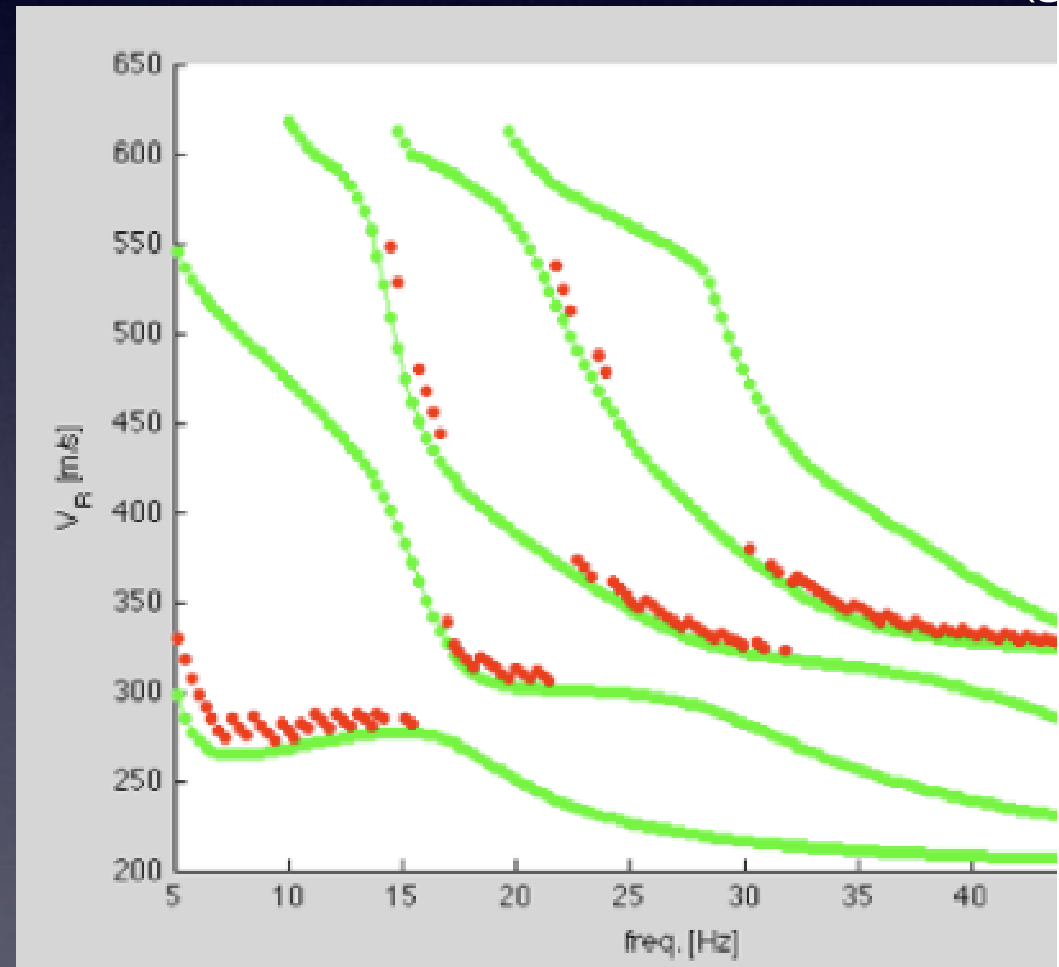
Misidentificazione modale delle Onde Superficiali

...i MASW (Park et al 1999) per la
...inazioni delle Vs con geofoni verticali a
...frequenza.

...ente trattate in domini trasformati come
...F-v domains. L'assunzione che il l'energia
...a insista sul modo fondamentale è spesso
...n determinati tipi di suolo.

...identificazione modale inficia il modello di
...one, proponendo modelli di Vs sbagliati
... Strobbia 2004; Maraschini et al. 2010)

Example of F-v energy maxima (red dots)
distributed on 5 different modes (green lines)



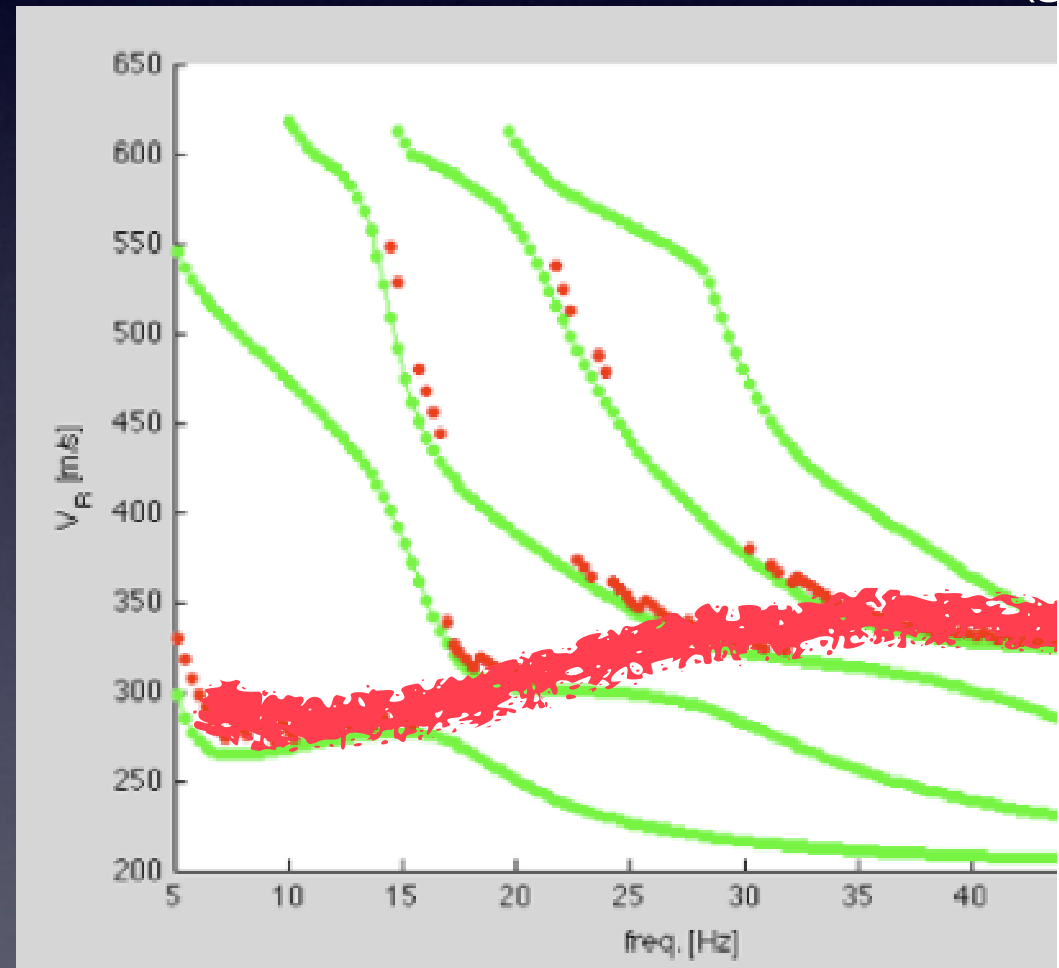
Misidentificazione modale delle Onde Superficiali

...i MASW (Park et al 1999) per la
...inazioni delle Vs con geofoni verticali a
...frequenza.

...ente trattate in domini trasformati come
...F-v domains. L'assunzione che il l'energia
...a insista sul modo fondamentale è spesso
...n determinati tipi di suolo.

...identificazione modale inficia il modello di
...one, proponendo modelli di Vs sbagliati
... Strobbia 2004; Maraschini et al. 2010)

Example of F-v energy maxima (red dots)
distributed on 5 different modes (green lines)



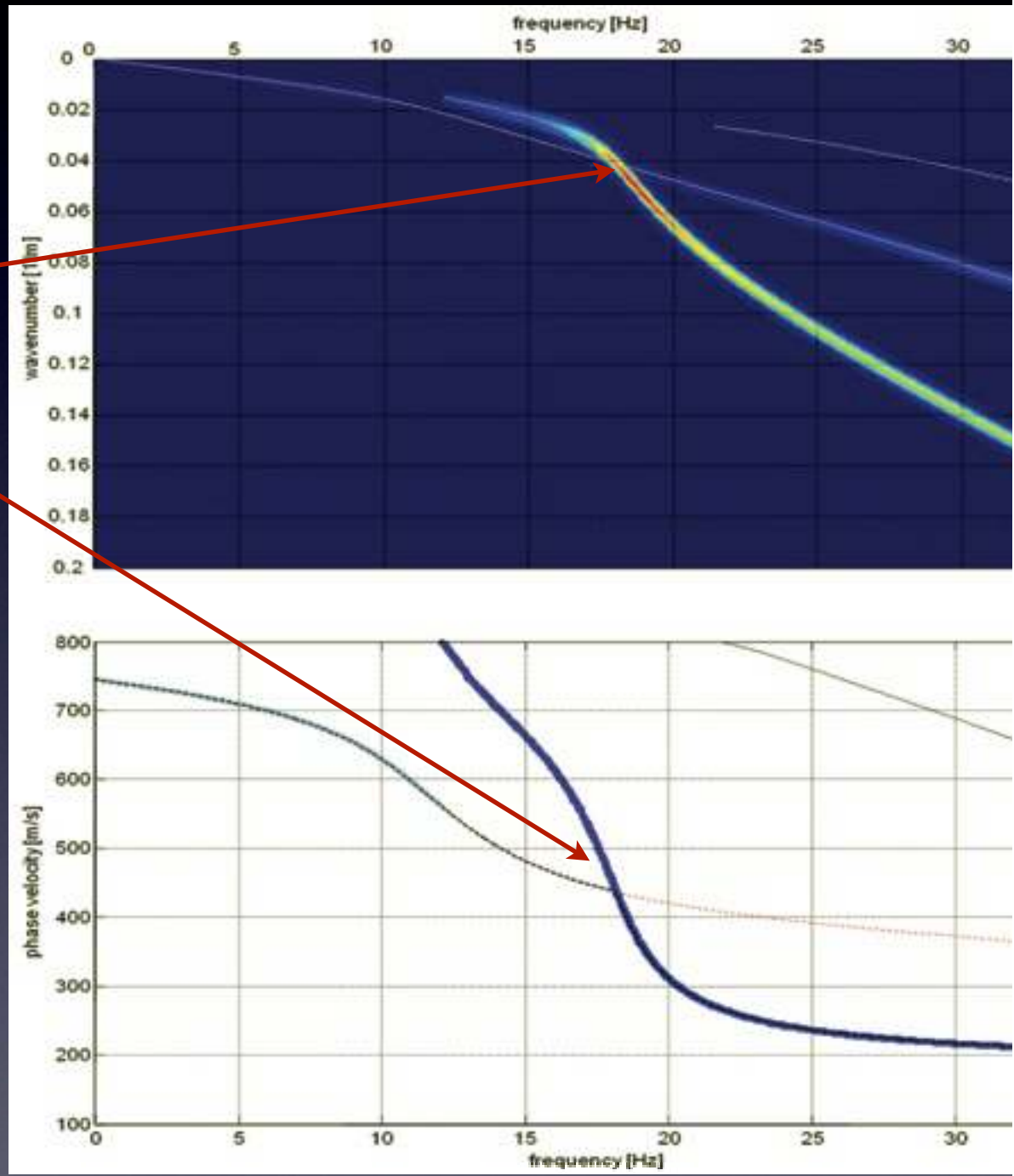
caso di forti contrasti di
denza nel sottosuolo avviene il
meno della

OSCU LAZIONE

frequenza di osculazione **F0** è dove
massimo della energia passa dal
o fondamentale al superiore.

la limitatezza di risoluzione in K
comune geofisica applicata (e.g.
canali con spacing metrici)
osculation non è identificabile !

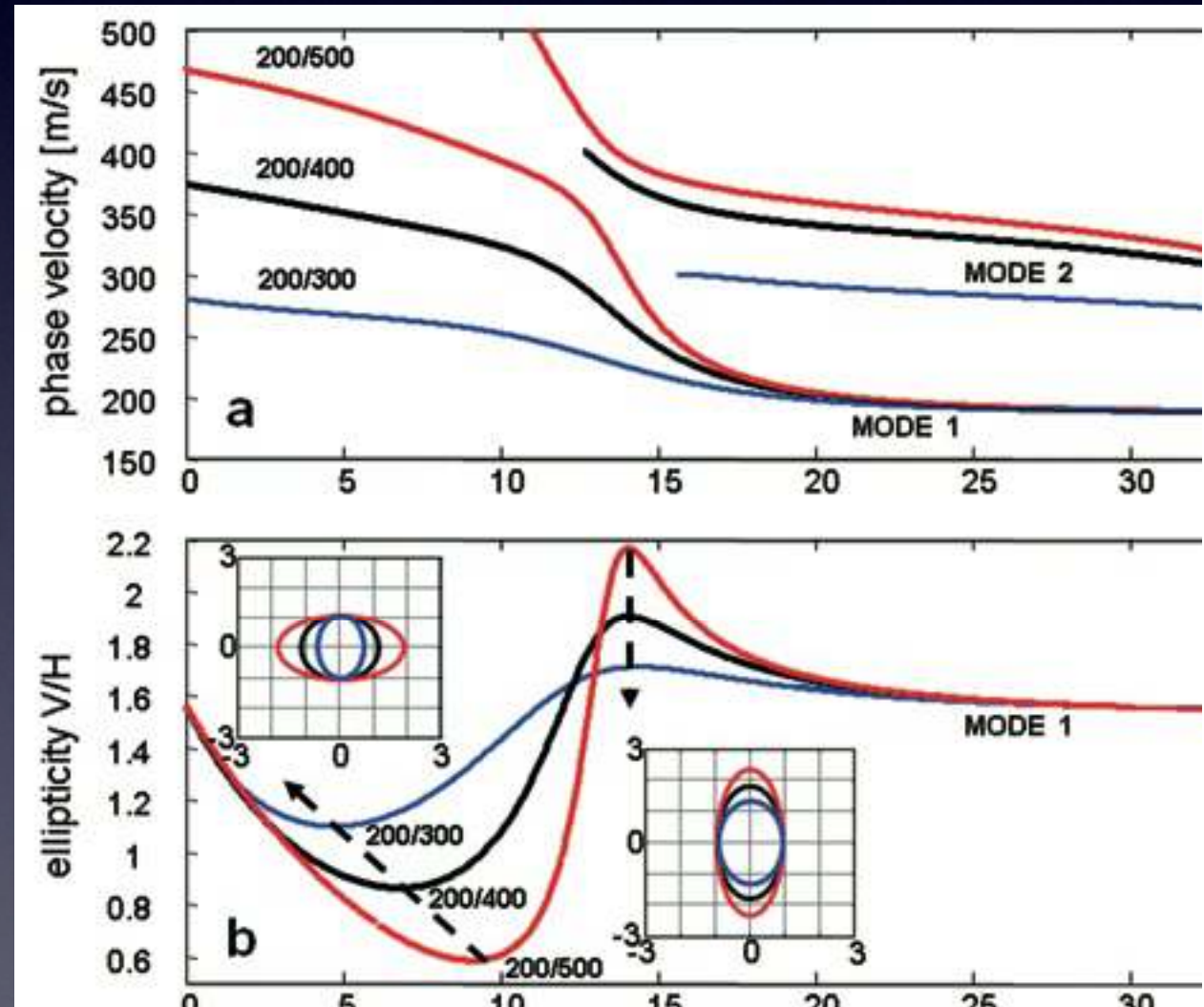
eratore considera l'energia come
ciata al modo fondamentale con
ve scumetima delle velocità



Osculazione si verifica solo in certi tipi di suoli, dove si presentano forti contrasti di impedenza acustica. Punti singolare di 'kissing' tra modo fondamentale e I modo alla frequenza F_0 .

Eempio di curve modali (fondamentale e primo) per 3 modelli di sottosuolo:

layer di 200 m/s e 6m di spessore su un semispazio rispettivamente di 300 m/s (blu), 400 m/s (nero) and 500 m/s (rosso).



Cases: sismici ed elettrici

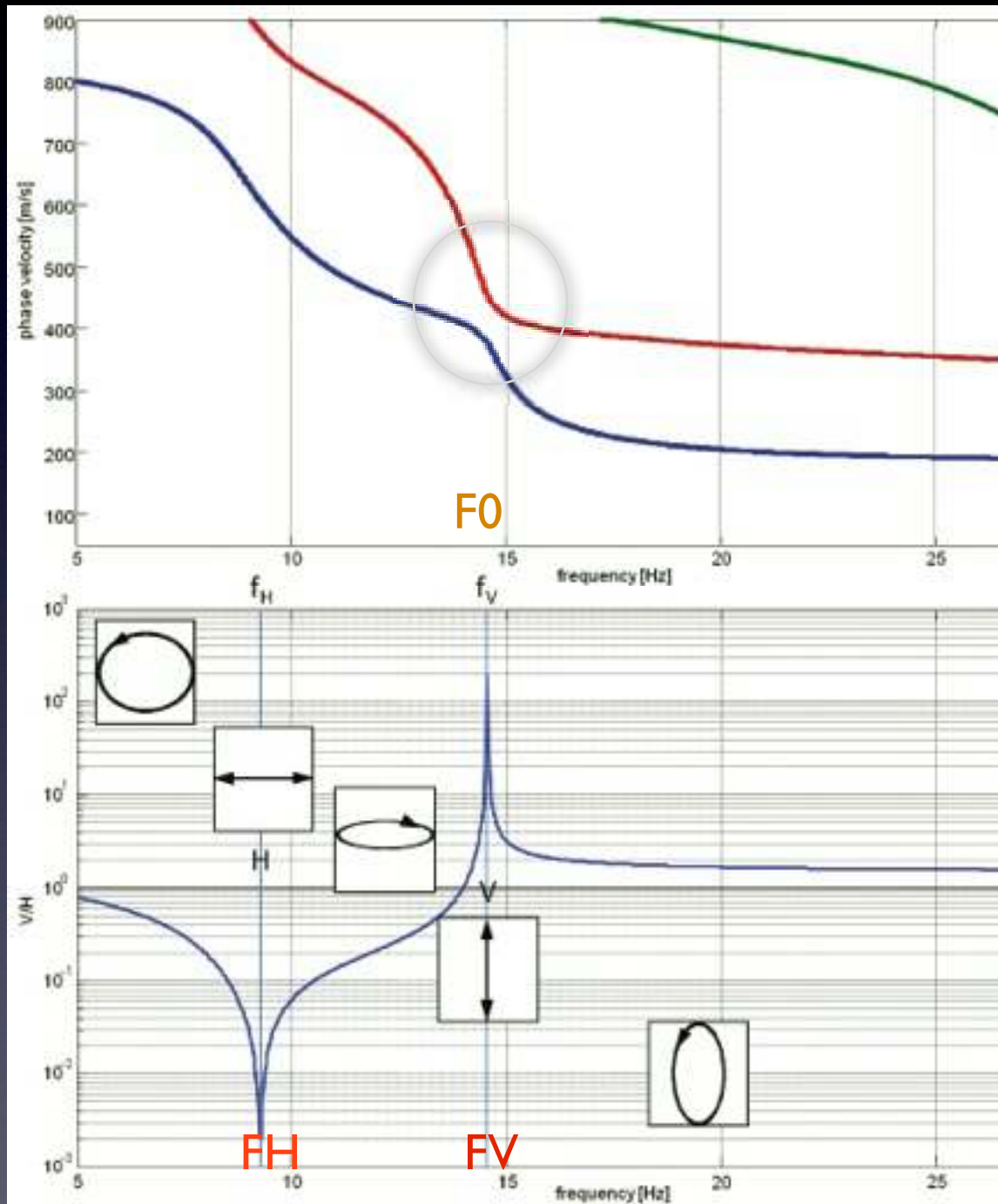
In casi ad alti contrasti di frequenza anche la ellitticità di Rayleigh presenta un punto singolare. Alla frequenza FV il moto orizzontale vanifica, e il moto delle onde di Rayleigh è polarizzato verticalmente, mentre alla frequenza FH il moto verticale è nullo e la polarizzazione diventa orizzontale. In queste singolarità la direzione del moto ellittico variano da retro.

ellipticity singularity

sempre prossima alla

osculation singularity

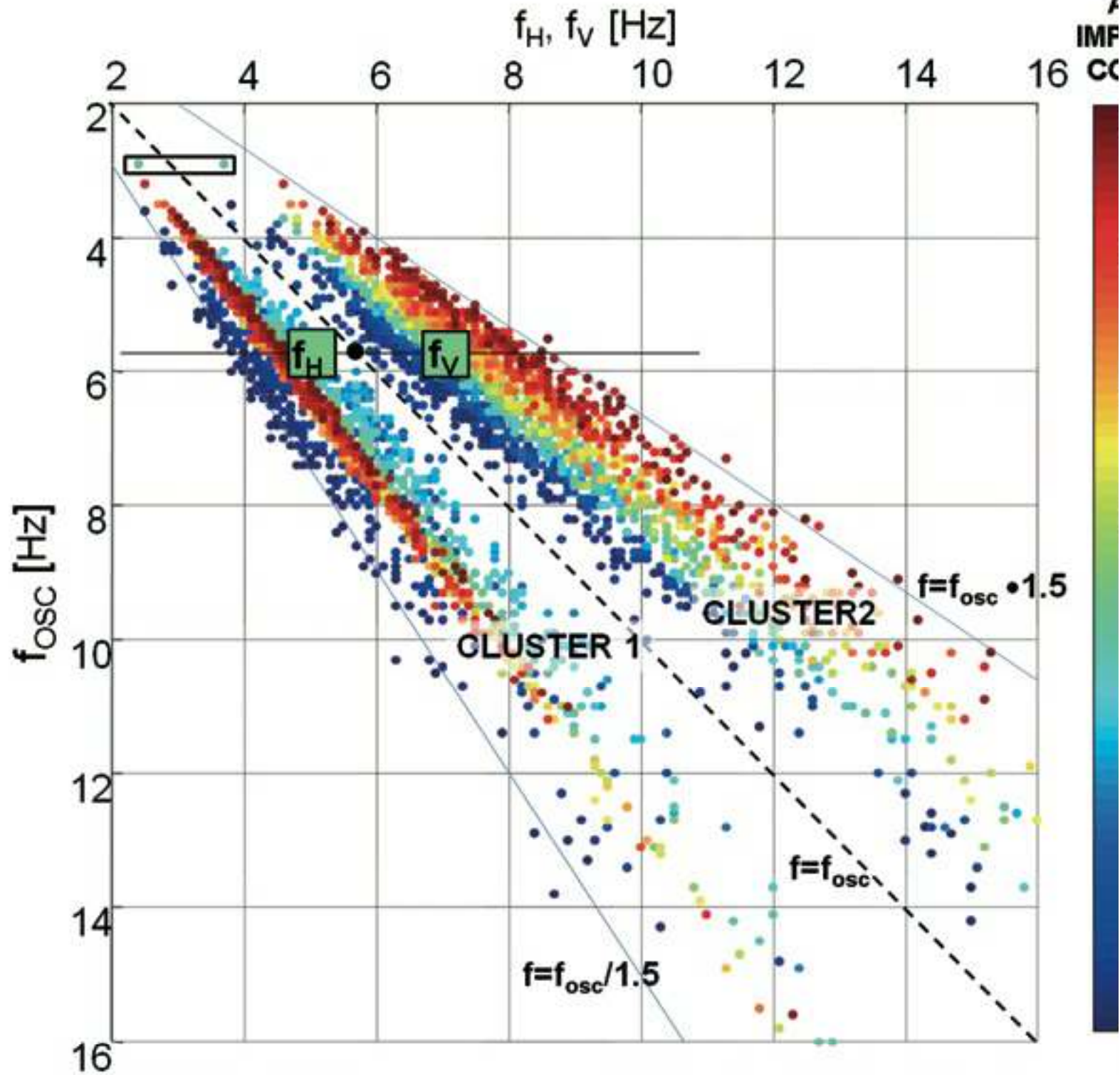
Why?
←



Rapporti Fosc- FH- FV

Simulazione Monte Carlo di
1000 modelli con elevati
contrasti di velocità.

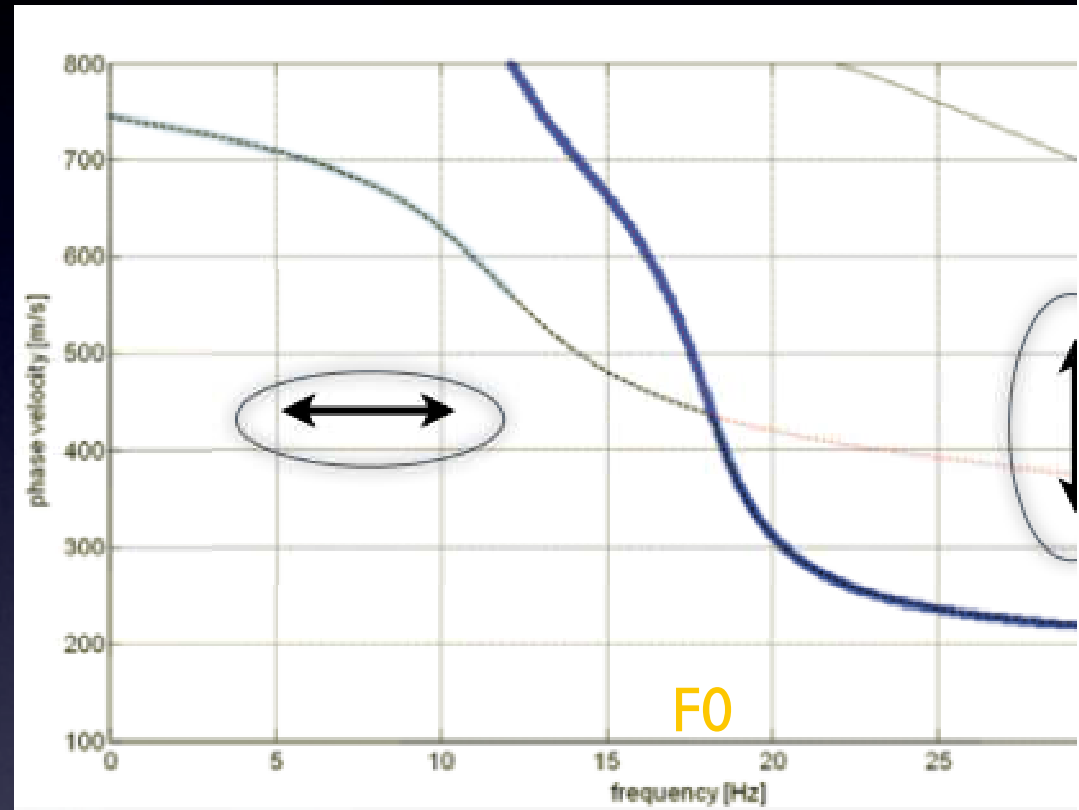
Polarità Fosc è sempre
compresa tra Fh e Fv



cases: sismici ed elettrici

o del modo fondamentale è polarizzato
CALMENTE

o del modo fondamentale è polarizzato
ZONTALMENTE

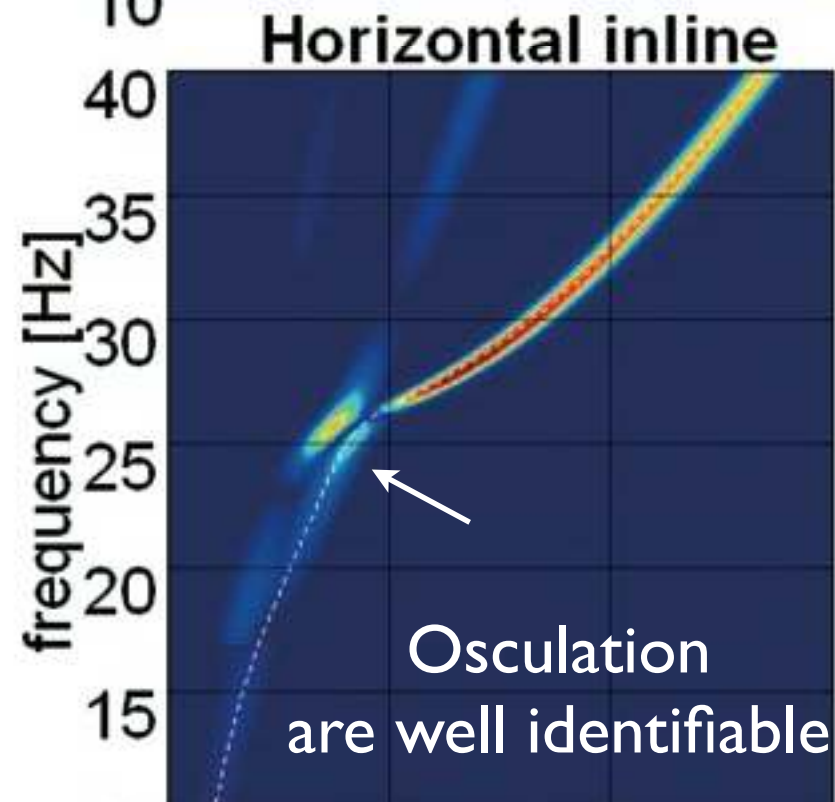
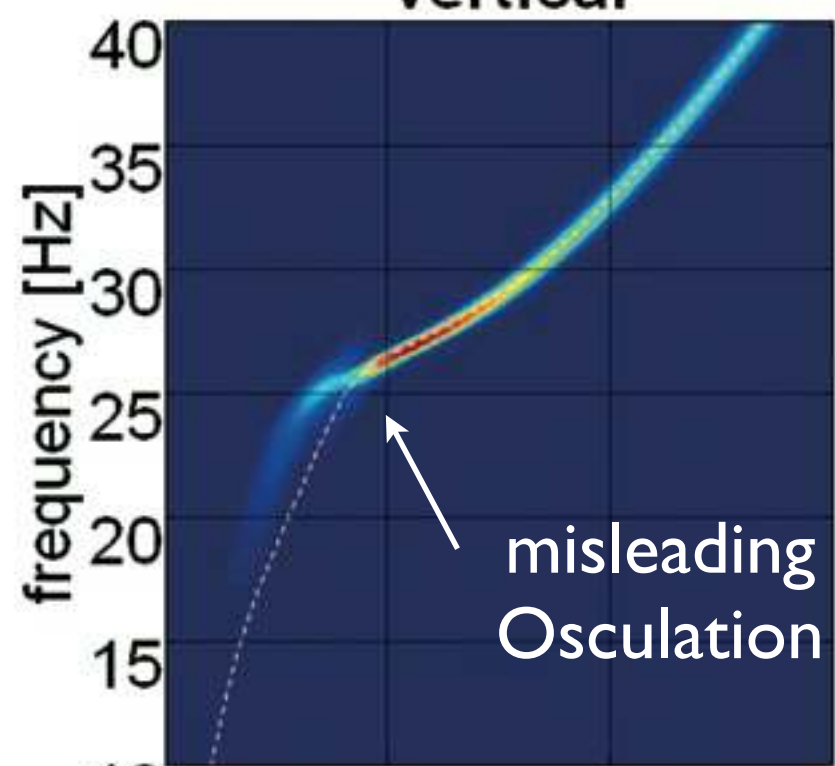
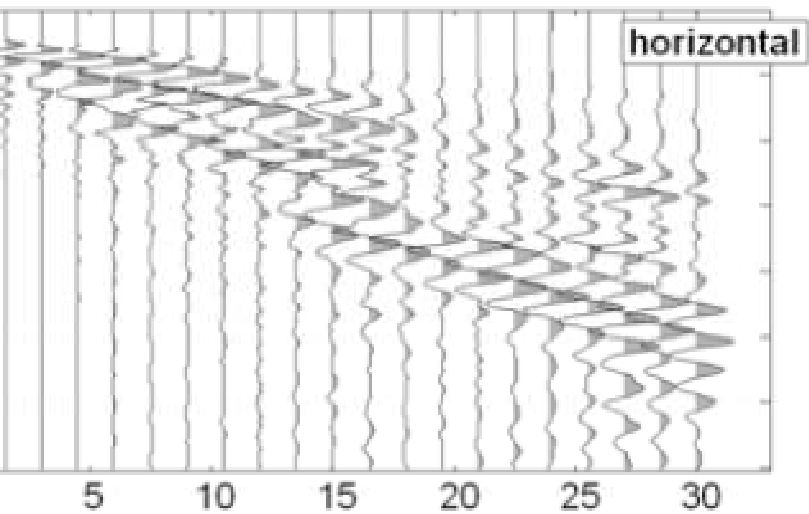
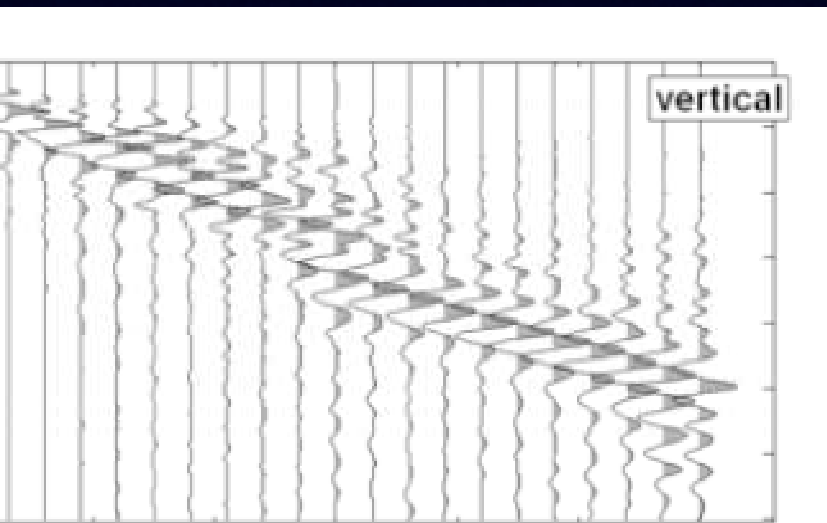


è funzione di V_s e spessore strato debole

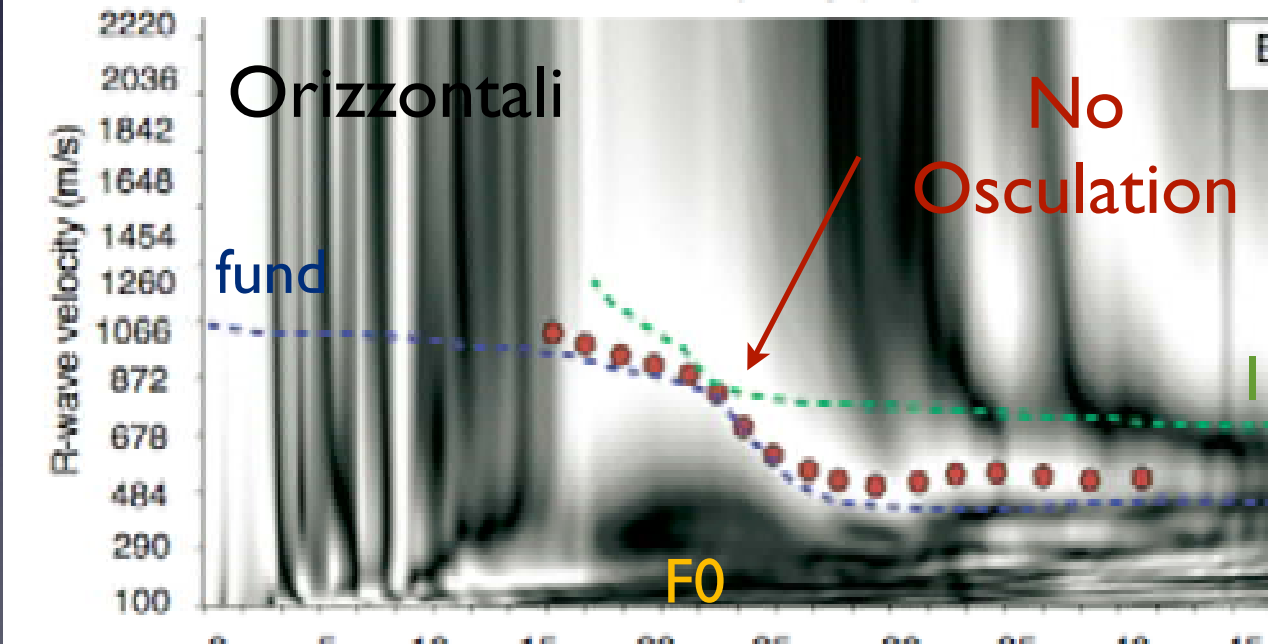
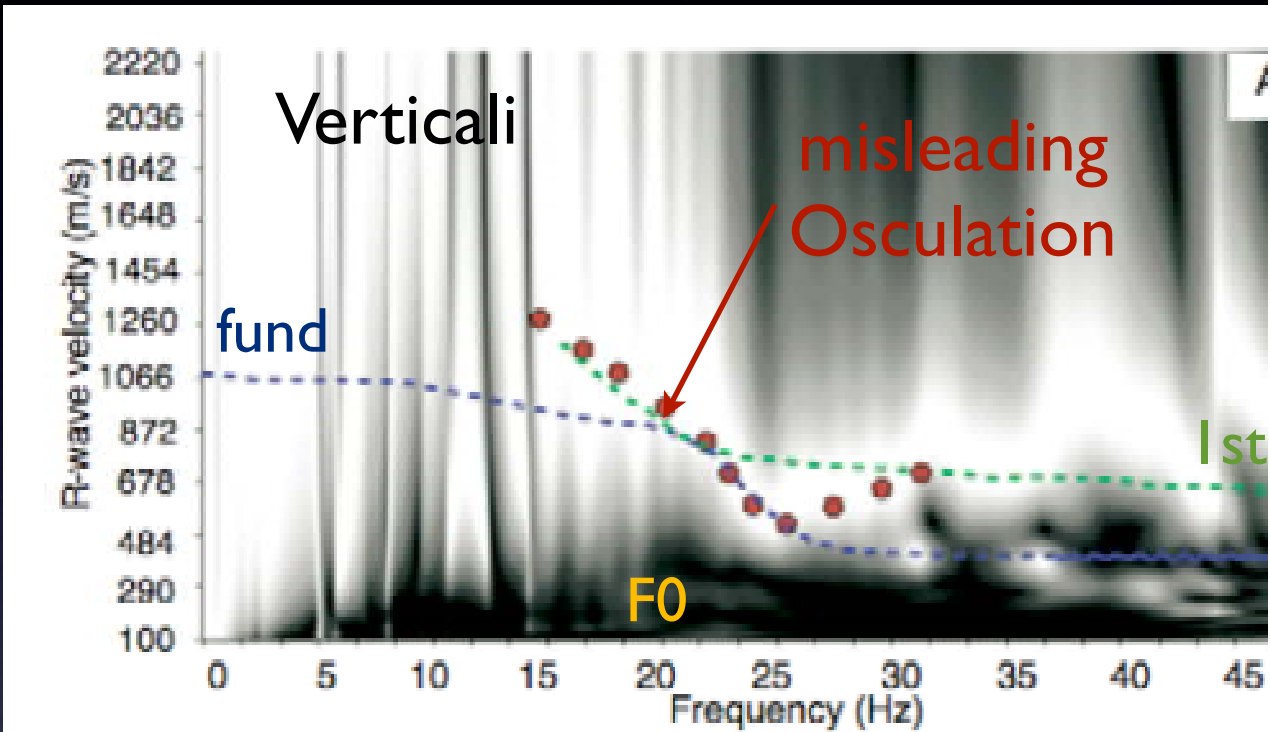
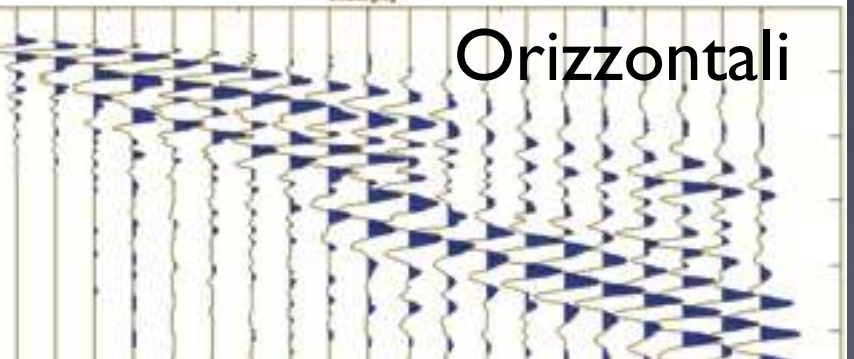
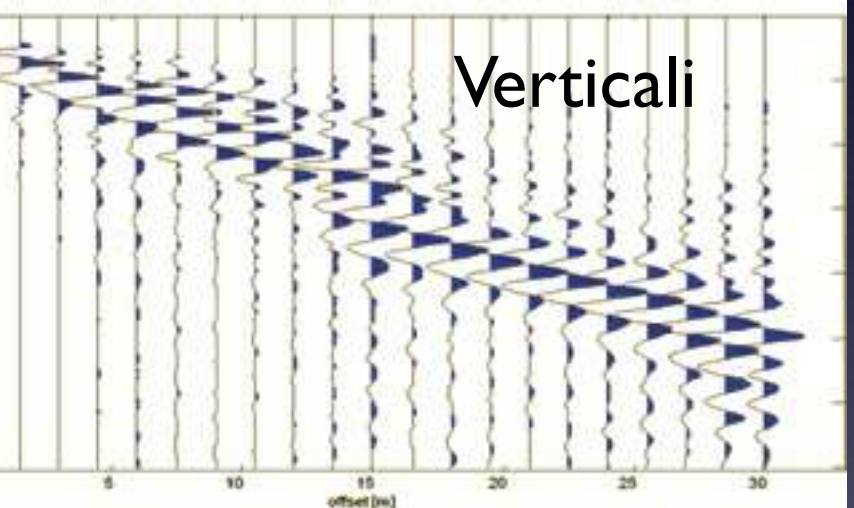
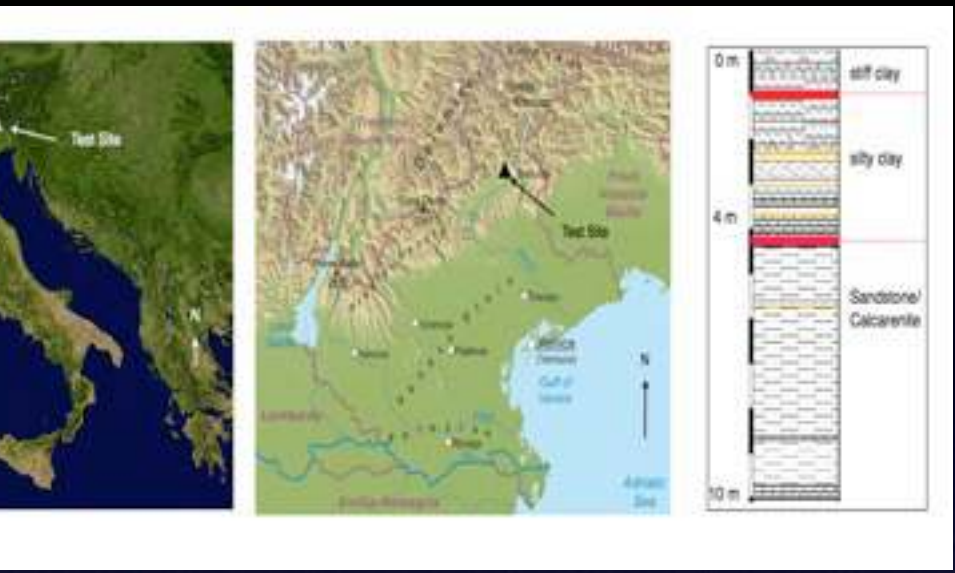
onda di Rayleigh

trovare l'Osculation Point F0

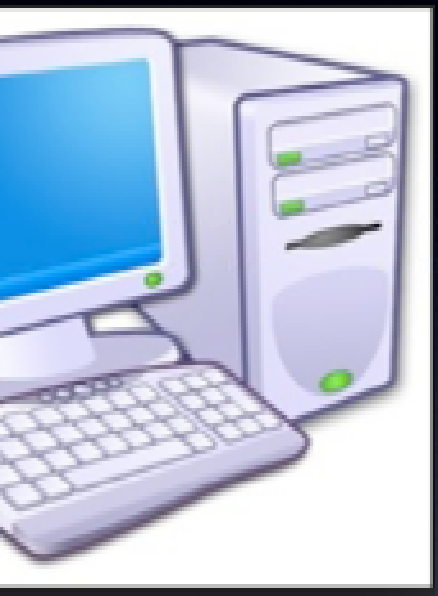
per determinare il vero modo
fondamentale



cases: sismici ed elettrici



Corretta Inversione, Cattiva Interpretazione



esempi con misure FRT

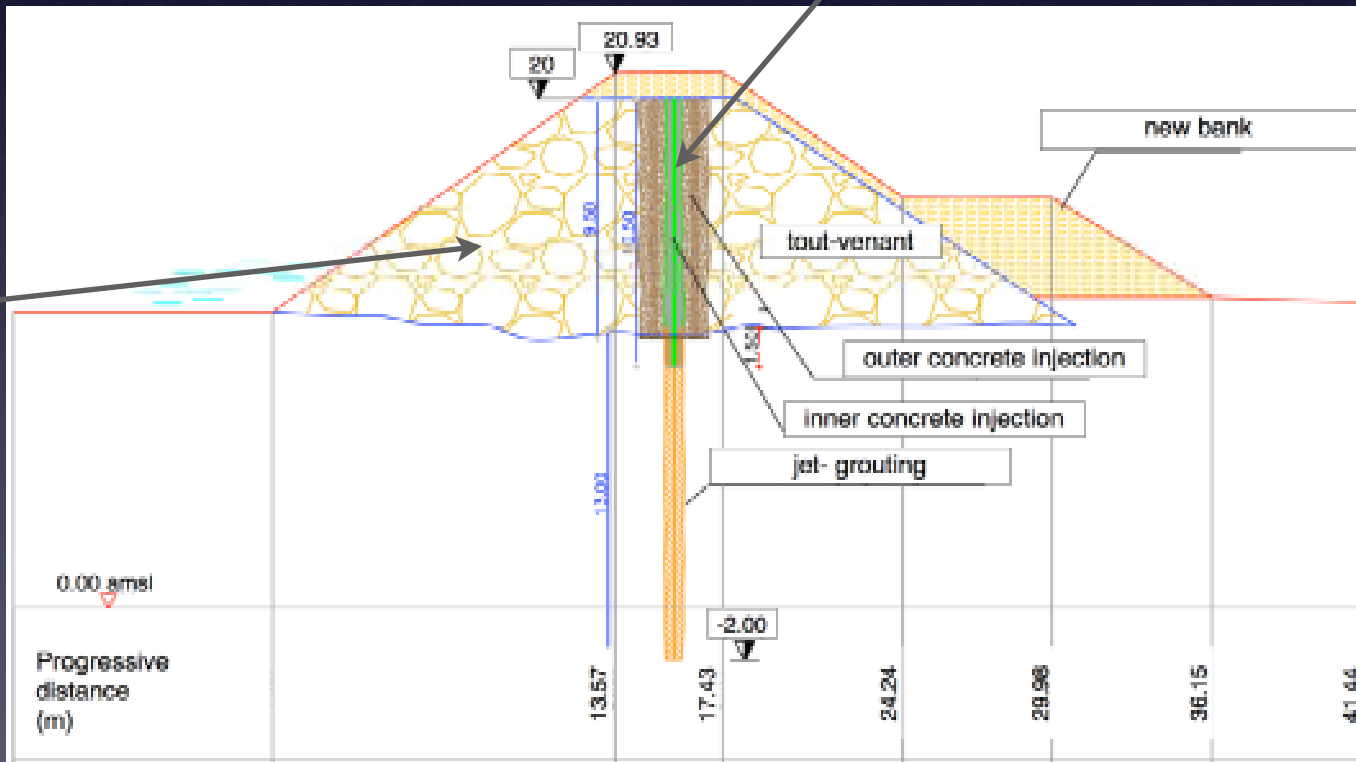


Rotta Arginale

Ricostruzione di emergenza

Jet grouting

... Venant
... ssolano



Filtrazioni pers



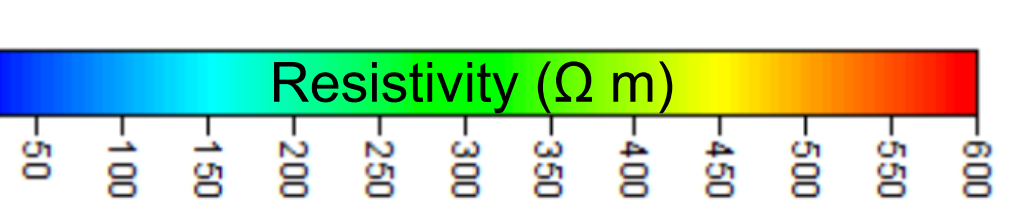
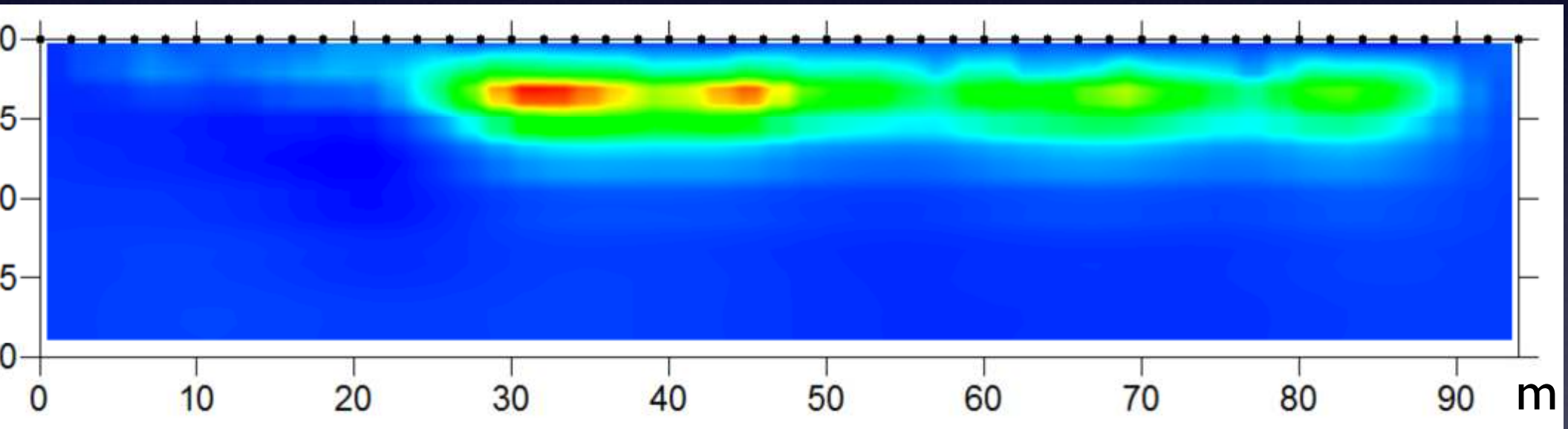
ley R2 code



rgine originale

Setto

ngitudinal profile, 48 elec., 2 m sp., dip-dip



Setto diretto e inverso. Il prezzo del non-invasivo

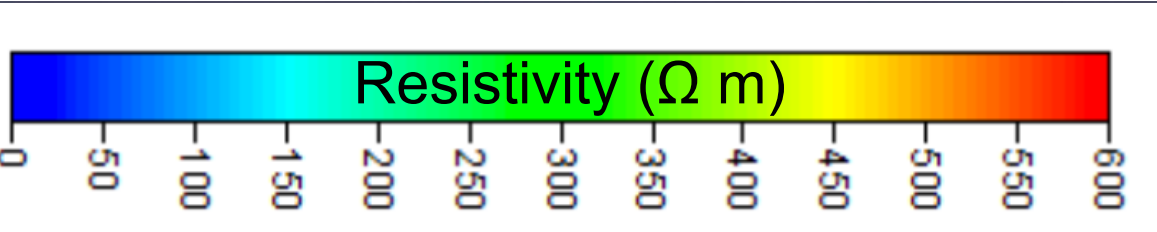
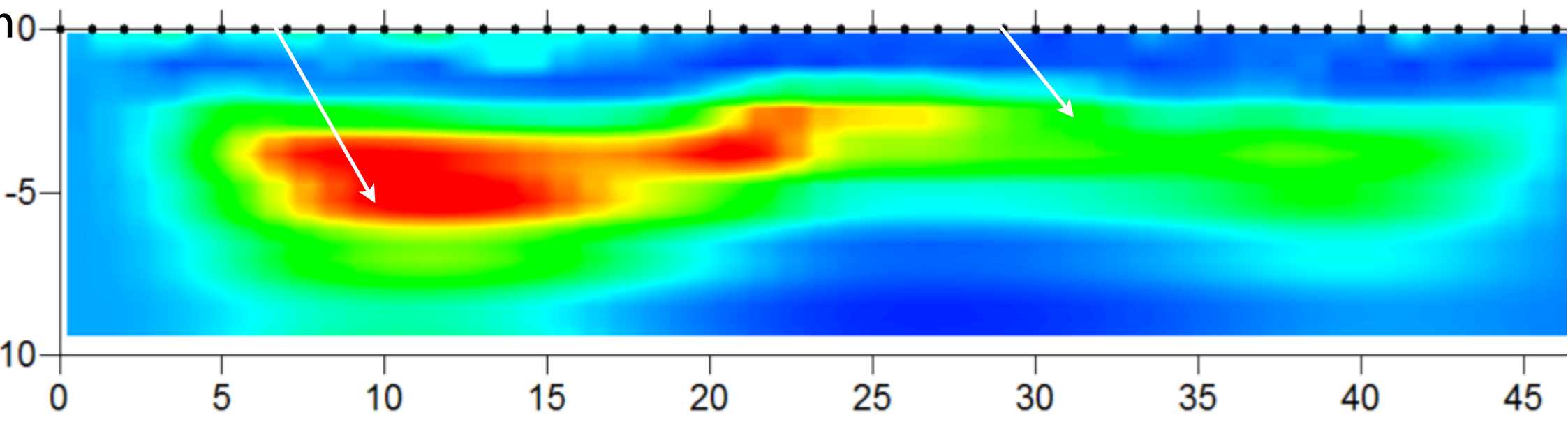
Key R2 code

Setto sano

Setto meno sano ?



Longitudinal profile, 48 elec., 1 m sp., dip-dip

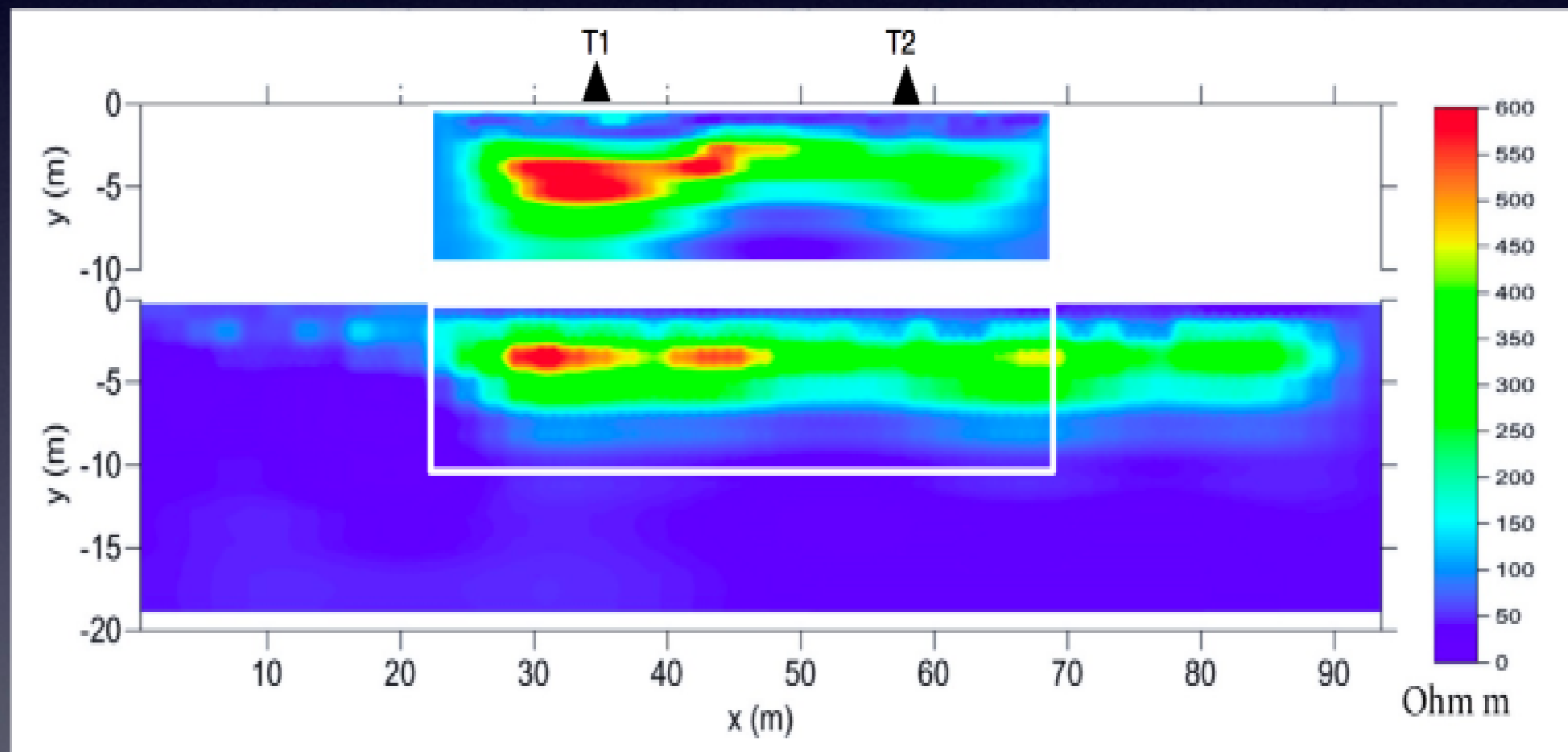
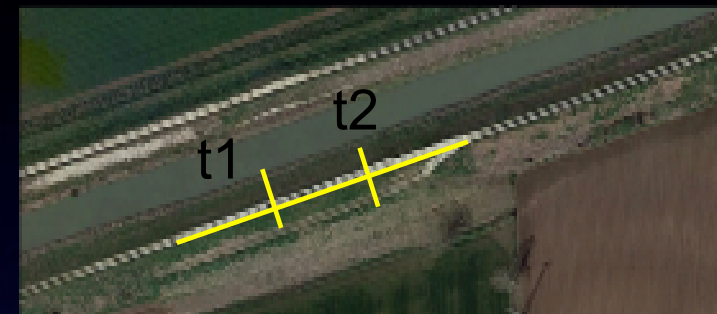


Le filtrazioni dicono l'opposto

???

RT longitudinali
struttura in rilevato?

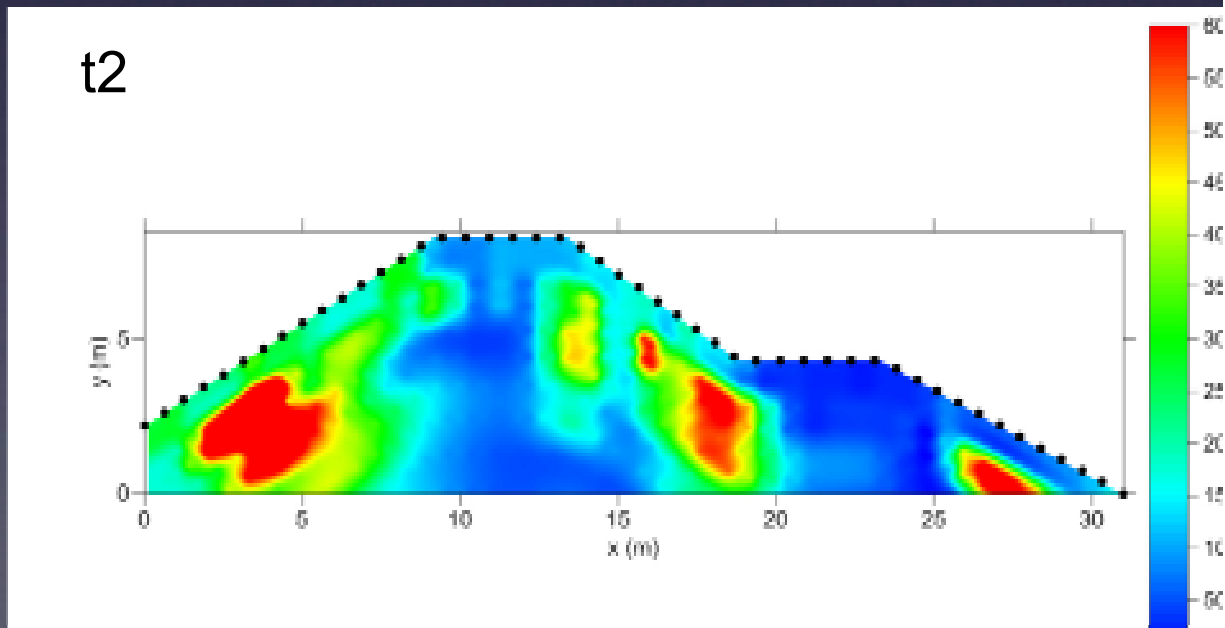
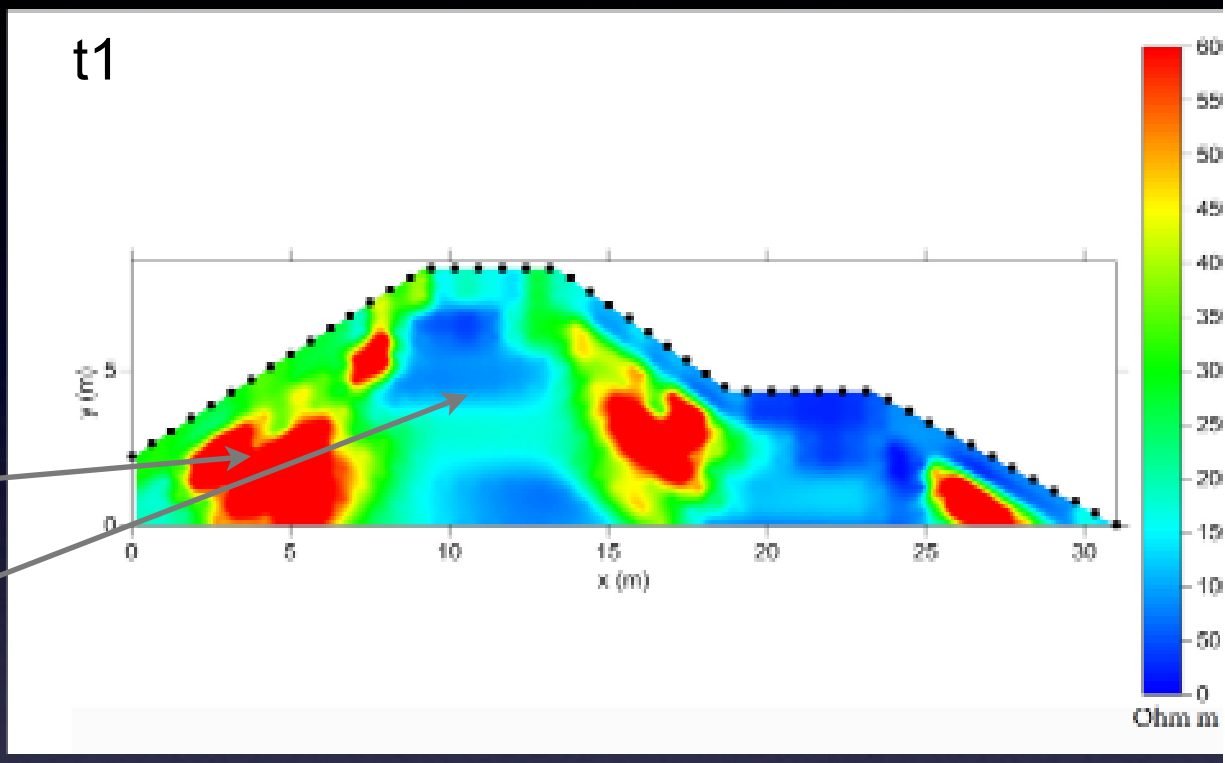
linee di corrente ?



trasversali
risoluzione
lateralmente indefinito

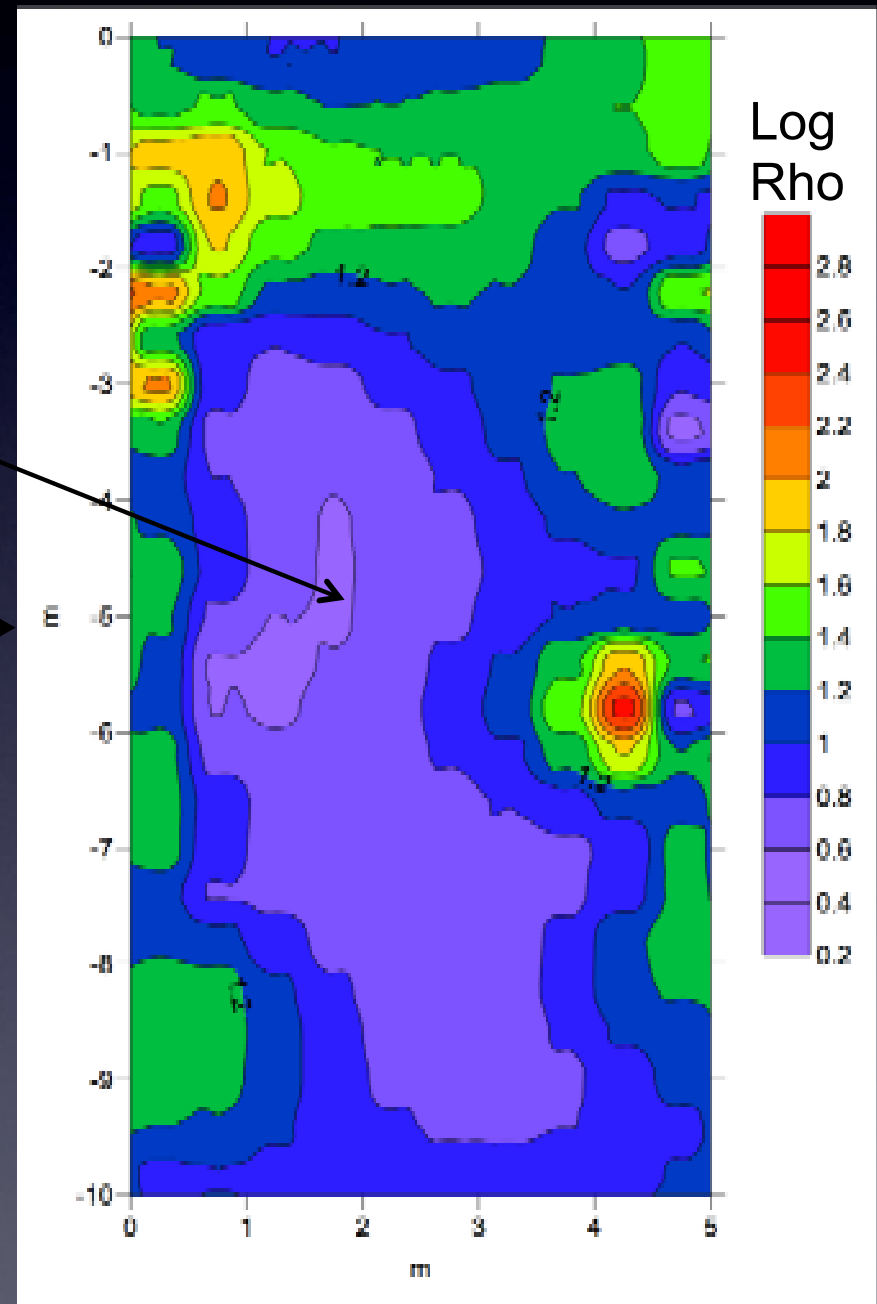
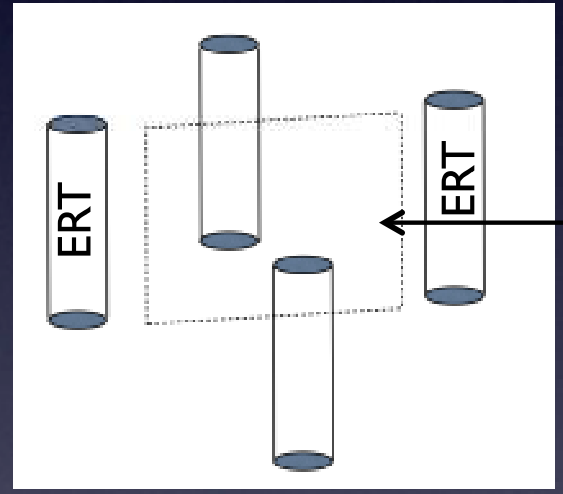
Tout Venant

Setto Jet



Il cemento è conduttivo !

cross hole
Jet grouting monitoring

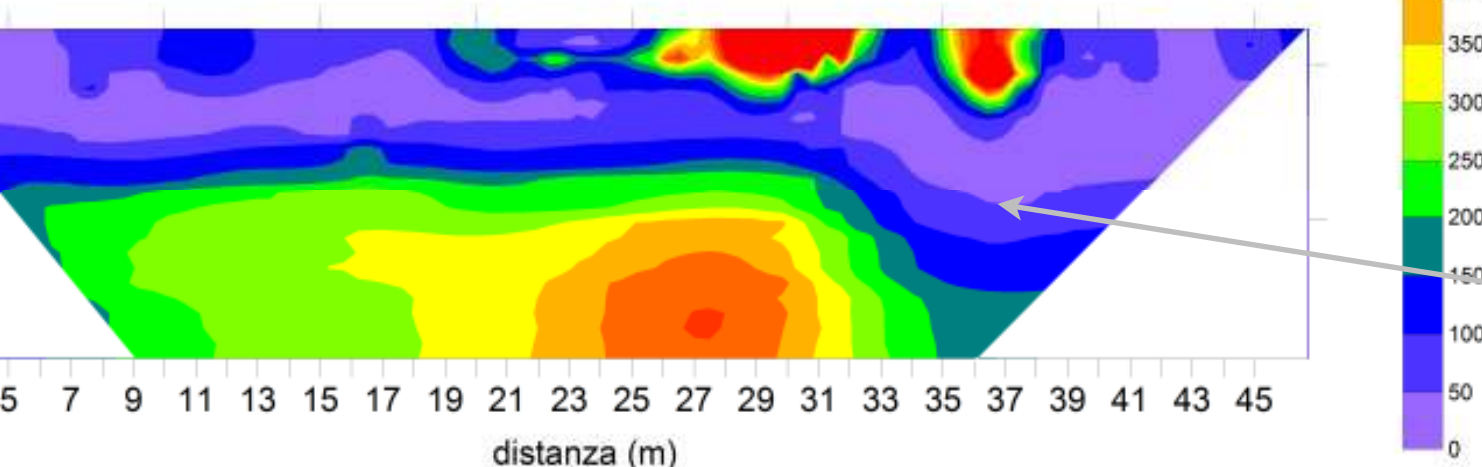


Il mio setto è migliore dove ho
<< resistività !!

cases: sismici ed elettrici

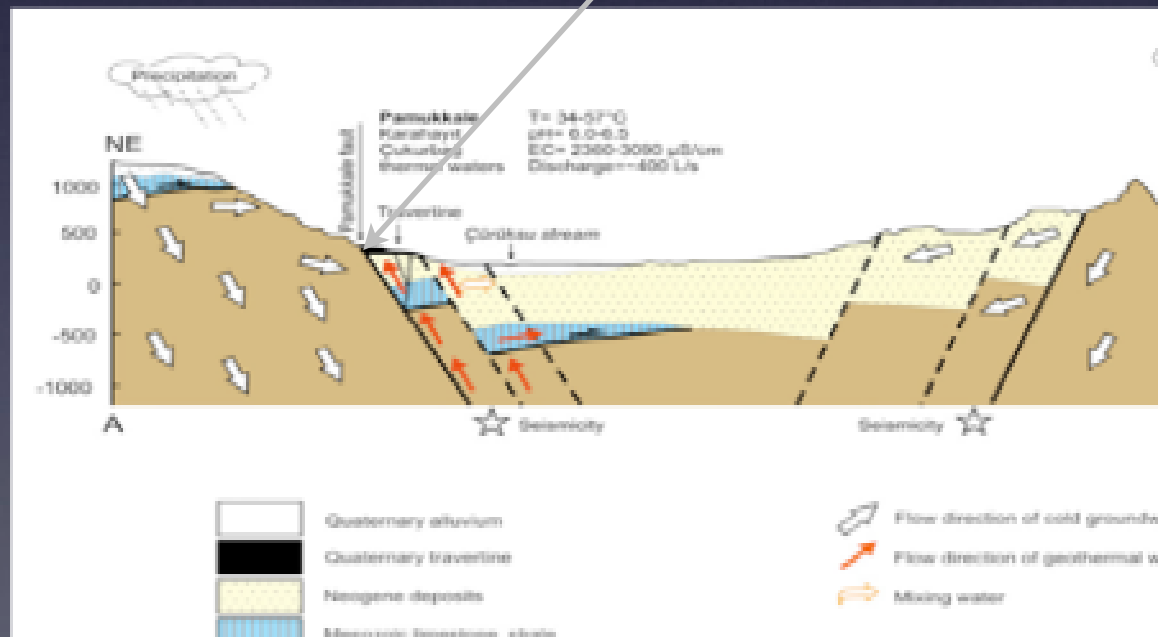
Hierapolis, Turchia

ARCHEOLOGICO DI HIERAPOLIS (TURCHIA)



Travertini conduttivi !

ey Profiler code



Conclusioni I

Acquisire il dato (bene) è l'input per ottenere il segnale Geofisico **G**

Convertire il dato (bene) è l'input (più cruciale e difficile) per la
definizione del parametro $P_{\text{parametro}}$ **P**

La conoscenza, il confronto, la logica e l'esperienza sono i
dati di input di ogni interpretazione

Conclusioni 2

*In natura non vi è nulla di anomalo,
siamo noi ad osservarla con lenti sbagliate...*

Guy de Maupaussant

Grazie

Jacopo Boaga