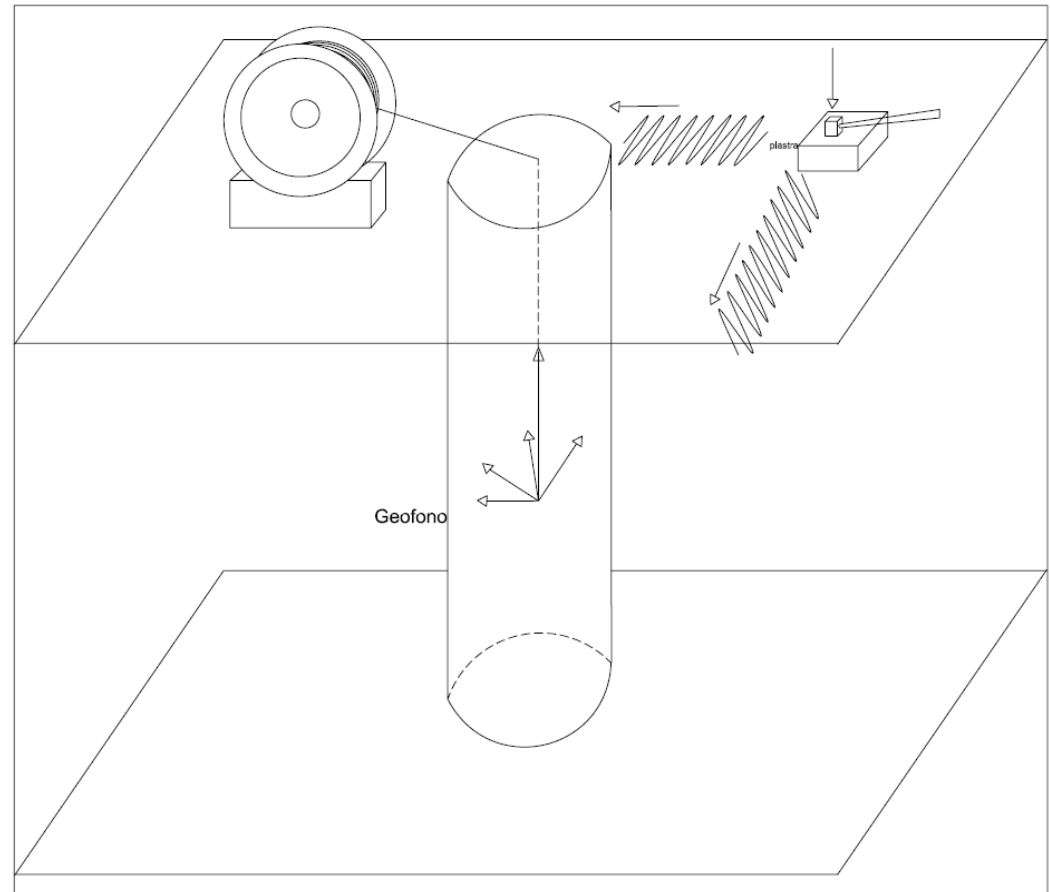
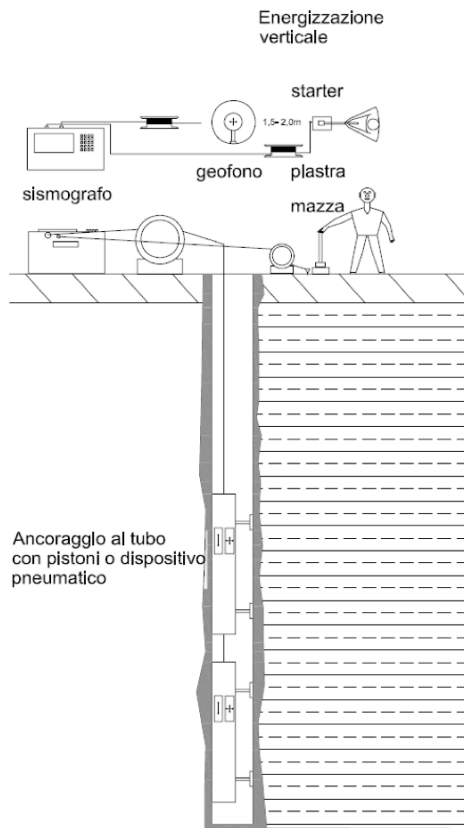




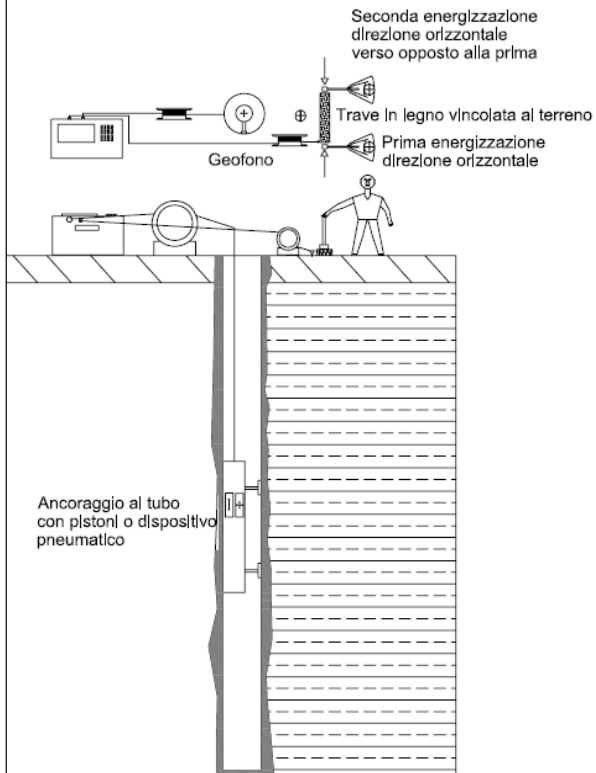
METODO DOWN-HOLE

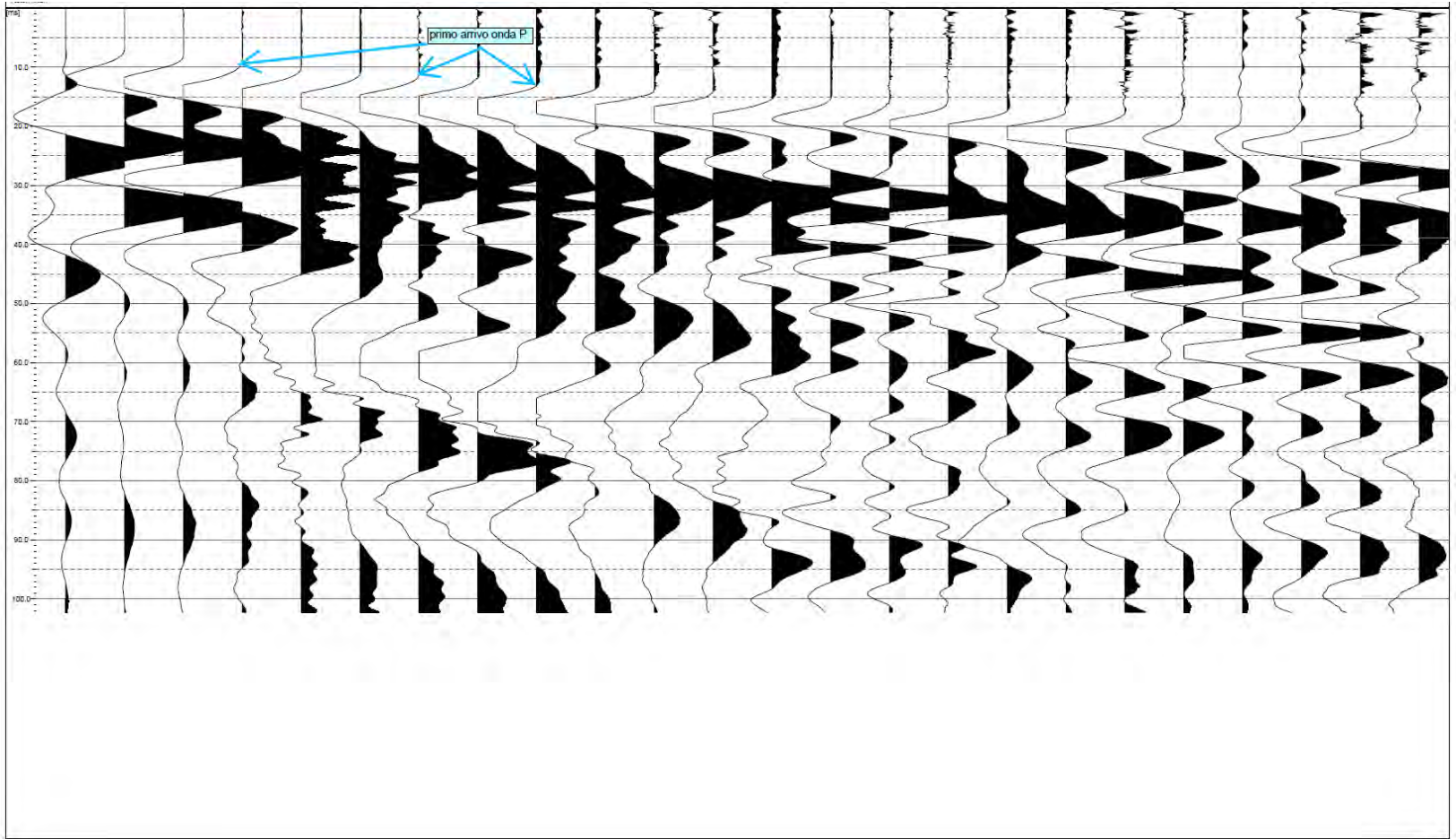
- la misura è effettuata utilizzando un singolo foro nel quale è alloggiato il geofono, l'energizzazione avviene in superficie a distanza di 1,5-2,0 metri
- L'apparato base di misura comprende una strumentazione per l'acquisizione dei segnali sismici (sismografo multicanale ad incremento di segnale e geofono/i da foro a 3 o 5 sensori e dispositivo di starter) ed un sistema che li genera attraverso la percussione sul terreno ad opera di una massa battente (di solito è una mazza da Kg. 5/8)
- nella fase di energizzazione il geofono alloggiato nel foro deve essere vincolato alle pareti del tubo e ciò avviene con un dispositivo pneumatico (camera d'aria o pistoni)
- le onde P sono generate con percussioni applicate in senso verticale ad una piastra di alluminio appoggiata sulla superficie del terreno
- le onde S sono generate percuotendo orizzontalmente una trave vincolata al terreno per avere un sismogramma con una prevalente fase S
- per riconoscere bene l'onda S, che inverte la polarità della fase quando è generata da impulsi aventi stessa direzione ma versi opposti, si effettuano due energizzazioni
- Il sistema di impatto per generare l'onda S, di solito è costituito da un parallelepipedo in cls incassato nel terreno o una trave di legno massello ben vincolata al piano campagna dalla massa di un automezzo

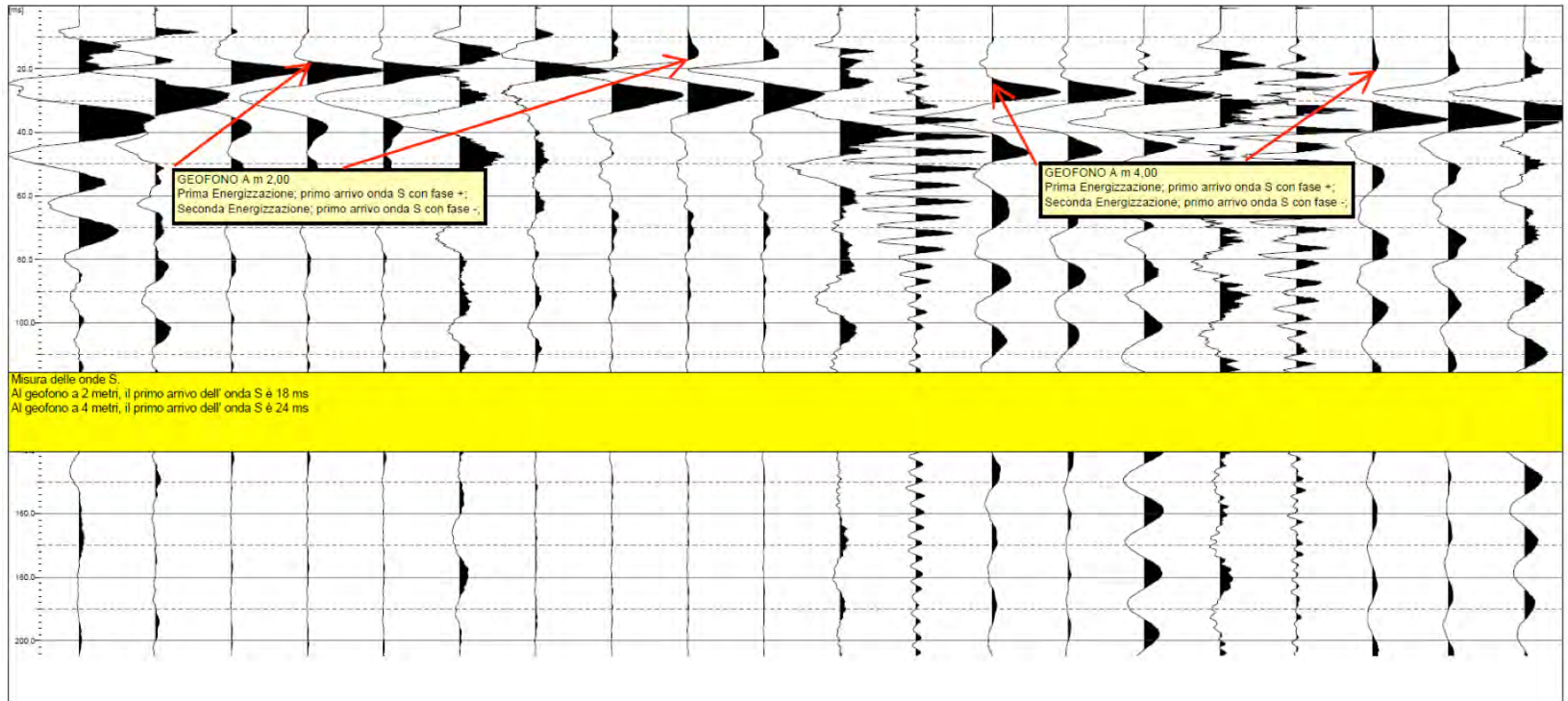
Schema Down-Hole e apparato di acquisizione onde P



Schema Down-Hole e apparato di acquisizione onde S









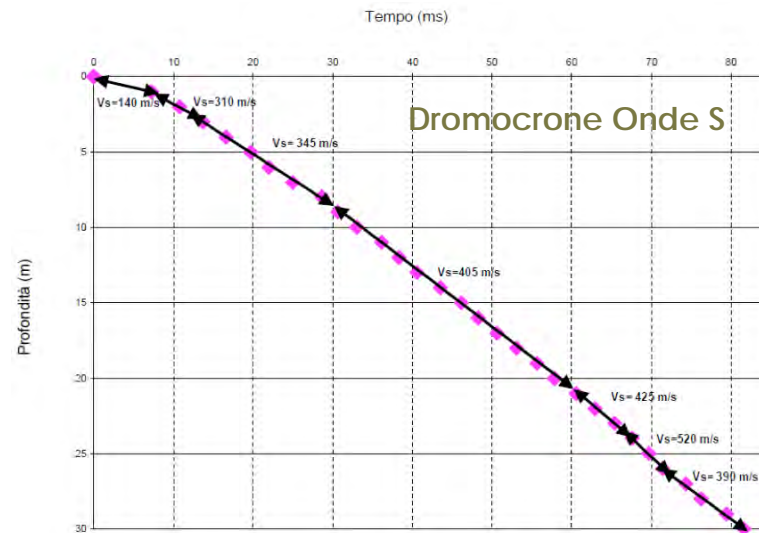
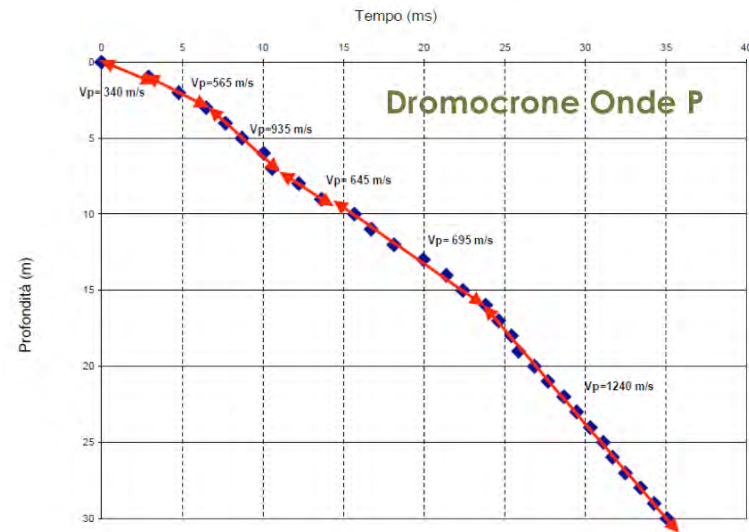
ELABORAZIONE DATI DOWN-HOLE

- rilevati i primi arrivi delle onde P ed S sul sismogramma, si riportano in tabella i corrispondenti tempi in ms
- i tempi delle P e delle S vengono poi trasferiti in un foglio di calcolo riportando anche la distanza foro-piastra (onde P) e foro-trave (onde S)
- considerato che la sorgente sismica non è sulla verticale del foro, ma ad una certa distanza, si deve procedere alla correzione dei tempi di P ed S rilevati
- ottenuti i tempi corretti di P e S si procede secondo il metodo diretto alla costruzione del grafico tempo-profondità e alla distinzione di tratti a velocità omogenea (dromocrone)
- inserendo nel foglio di calcolo le formule per il calcolo dei parametri elastici in regime dinamico e della V_{s30} si ottengono il coefficiente di Poisson e i moduli elastici E e G e il valore V_{s30}

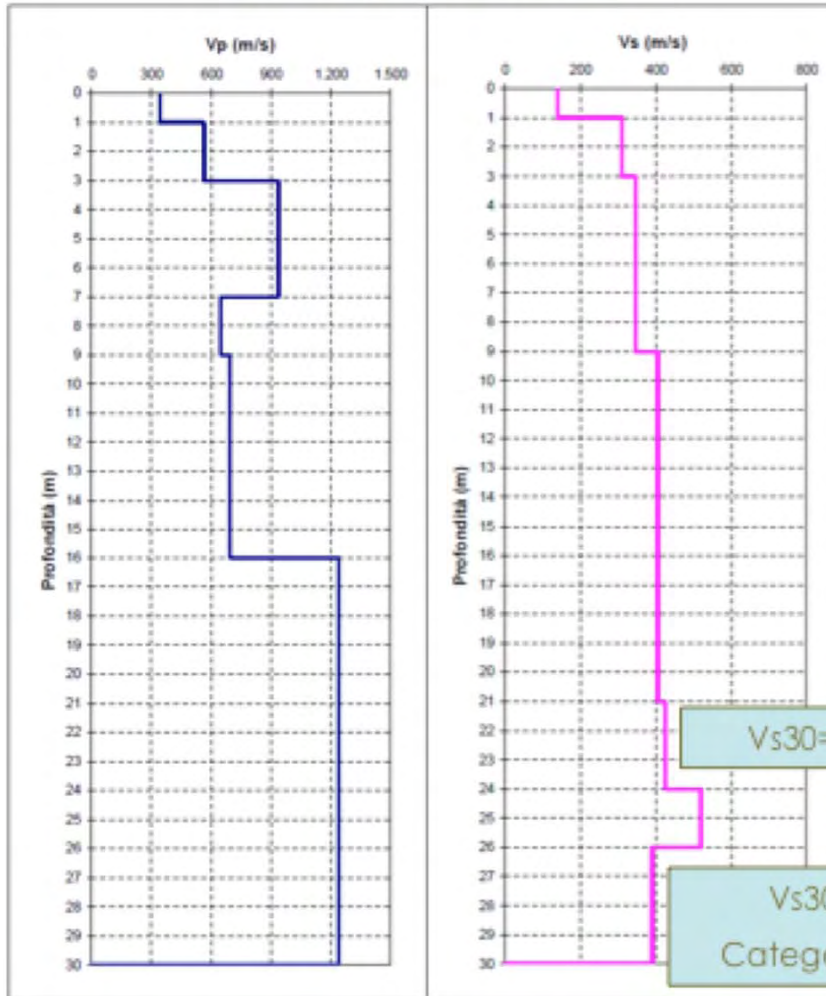
Tabella riepilogativa risultati

Prof.	Distanza Energiz.	T(p)	T(s)	T'(p)	T'(s)	V(p)	V(s)	D	Prof.
m	m	ms	ms	ms	ms	m/s	m/s	T/m ³	m
1	1,5	4,00	21,20	2,83	14,99	445	65	1,62	1
2	1,5	4,90	29,85	4,38	26,70	445	85	1,62	2
3	1,5	6,00	41,00	5,69	38,90	1.060	85	1,62	3
4	1,5	6,50	50,40	6,31	48,90	1.060	105	1,62	4
5	1,5	7,40	55,00	7,26	53,93	1.060	105	1,62	5
6	1,5	7,95	68,40	7,84	67,47	1.090	105	1,62	6
7	1,5	8,50	77,20	8,32	76,42	1.090	105	1,68	7
8	1,5	9,60	87,60	9,33	86,92	1.090	105	1,68	8
9	1,5	10,70	96,20	10,61	95,61	1.090	105	1,68	9
10	1,5	11,70	103,80	11,62	103,28	1.090	130	1,68	10
11	1,5	14,30	112,40	14,24	111,94	340	130	1,68	11
12	1,5	16,90	120,00	17,24	119,59	340	130	1,68	12
13	1,5	20,50	126,40	20,44	126,03	340	130	1,75	13
14	1,5	22,60	134,00	21,94	133,66	605	155	1,75	14
15	1,5	24,50	140,80	23,75	140,49	605	155	1,75	15
16	1,5	25,70	146,40	25,15	146,11	960	155	1,75	16
17	1,5	26,20	153,20	26,15	152,94	960	155	1,75	17
18	1,5	27,80	159,00	27,76	158,76	960	155	1,75	18
19	1,5	28,40	163,40	28,36	163,17	960	170	1,75	19
20	1,5	29,40	169,60	29,36	169,39	960	170	1,75	20
21	1,5	30,10	176,40	30,07	176,20	960	170	1,75	21
22	1,5	31,00	182,00	30,97	181,81	960	170	1,75	22
23	1,5	32,20	187,00	32,17	186,82	960	190	1,75	23
24	1,5	33,40	191,80	33,37	191,63	960	190	1,75	24
25	1,5	34,70	197,00	34,67	196,84	960	190	1,75	25
26	1,5	35,30	201,80	35,27	201,65	1.545	190	1,75	26
27	1,5	35,90	207,20	35,68	207,06	1.545	190	1,75	27
28	1,5	36,60	212,50	36,38	212,36	1.545	190	1,75	28
29	1,5	37,20	218,20	37,18	218,07	1.545	190	1,75	29
30	1,5	38,00	224,40	37,88	224,28	1.545	190	1,75	30

T(p): tempi di arrivo delle onde P;
T(s): tempi di arrivo delle onde S;
T'(p): tempi di arrivo delle onde P corretti;
T'(s): tempi di arrivo delle onde S corretti;
V(p): velocità onde P;
V(s): velocità onde S



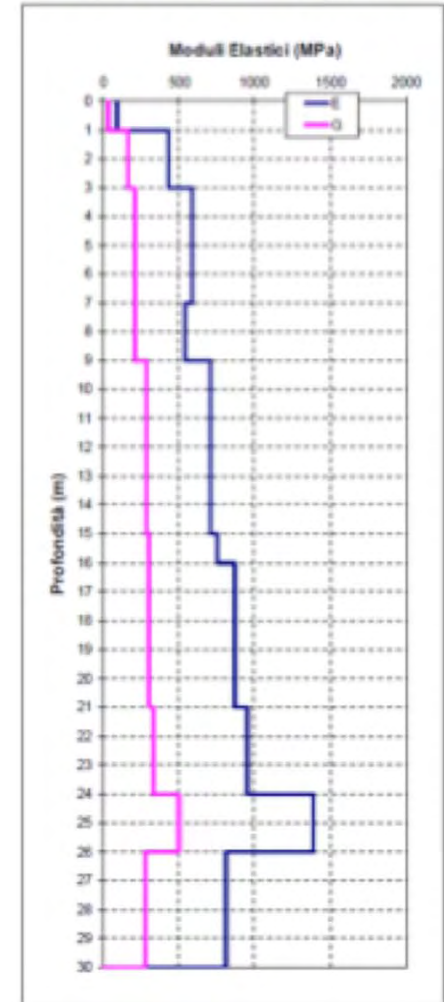
Grafici Vp/Vs - Profondità



$V_{s30} = 30/1, N_{hi}/V_i$

$V_{s30} = 367 \text{ m/s}$
 Categoria di suolo B

Grafico E/G Profondità



MISURE HVSR

STRUMENTAZIONE

- Terna accelerometrica
- Terna di geofoni 4.5 Hz
- Scheda di acquisizione



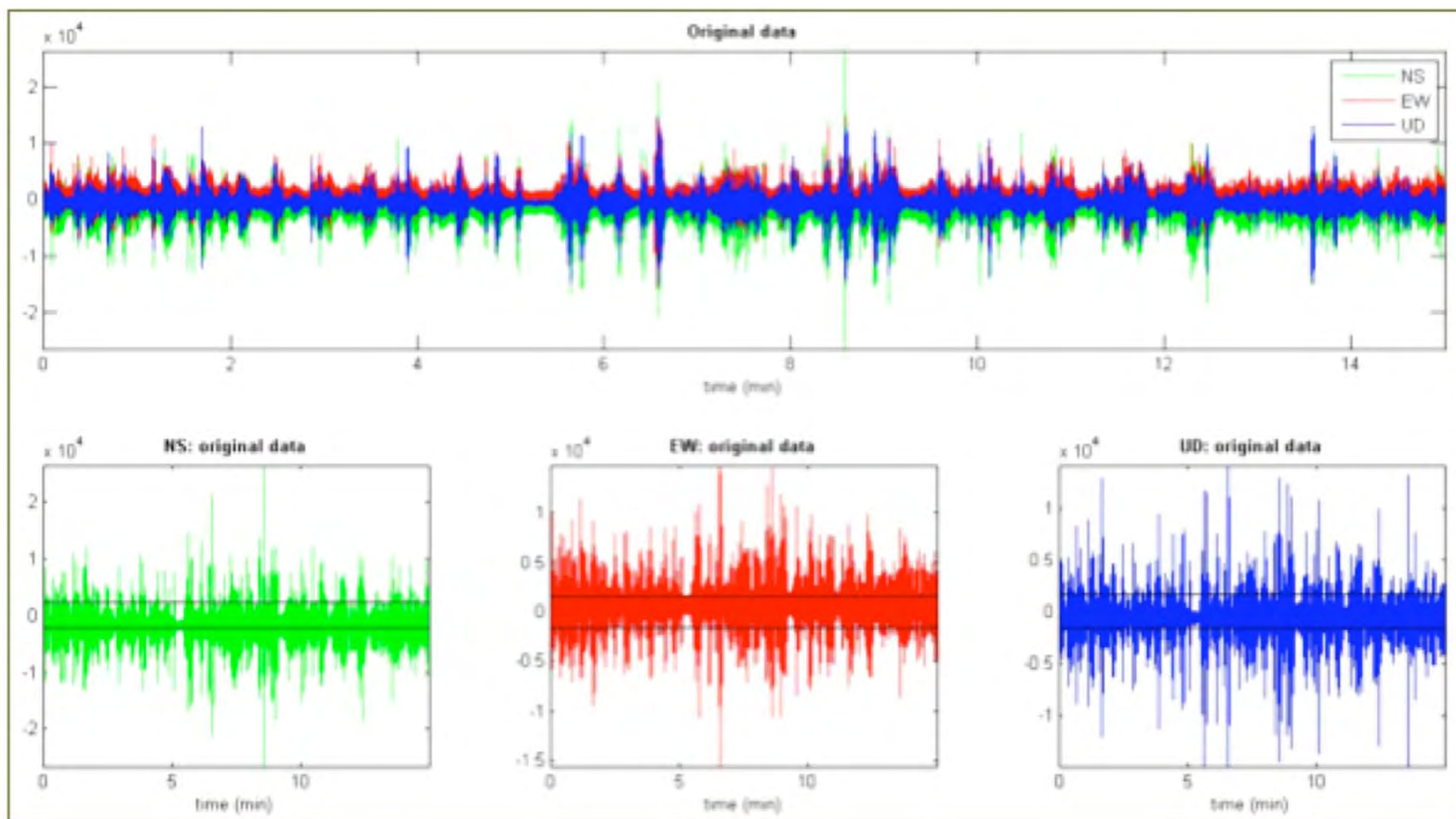
Terna accelerometrica



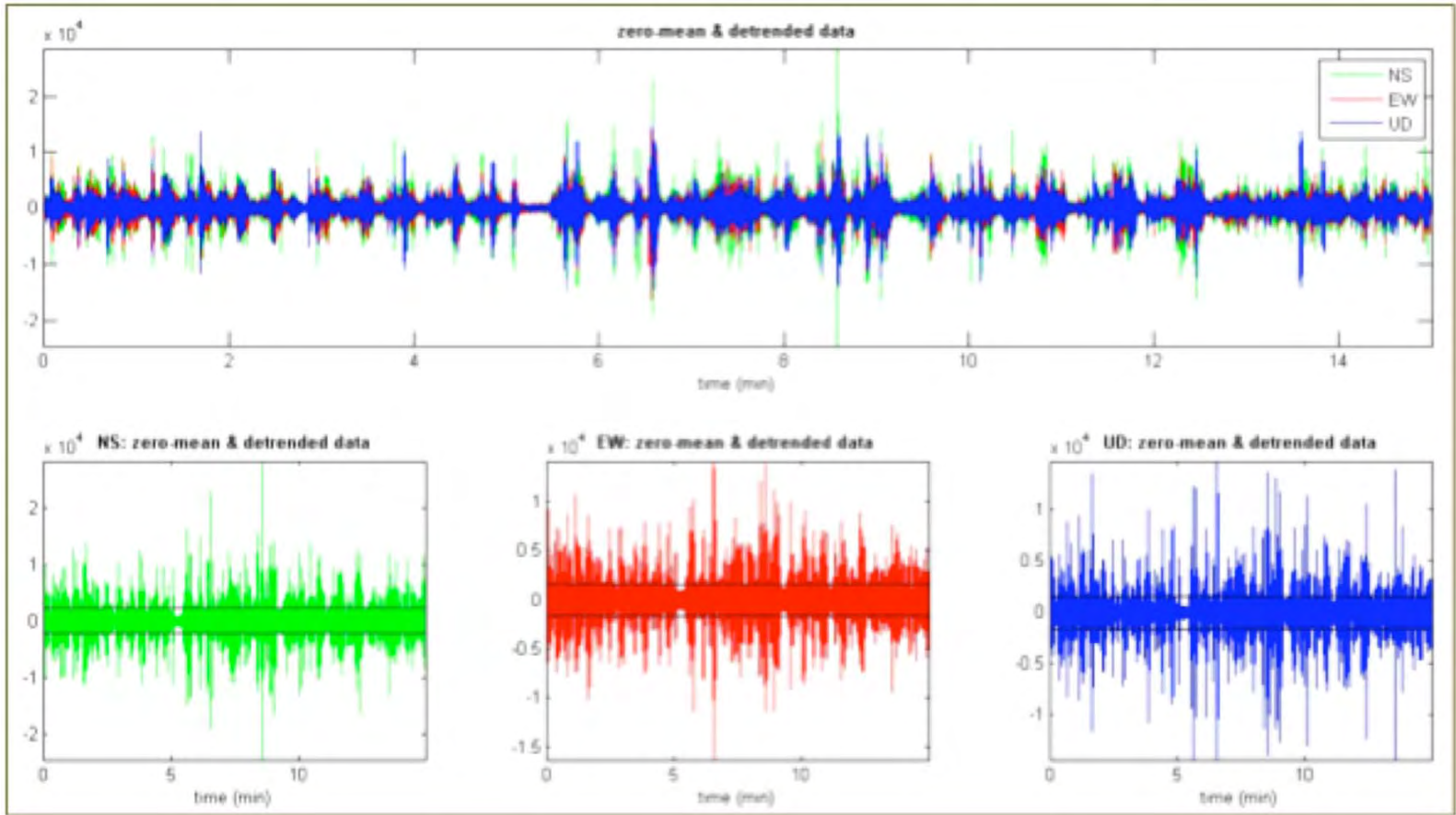
Terna di geofoni

ELABORAZIONE DATI

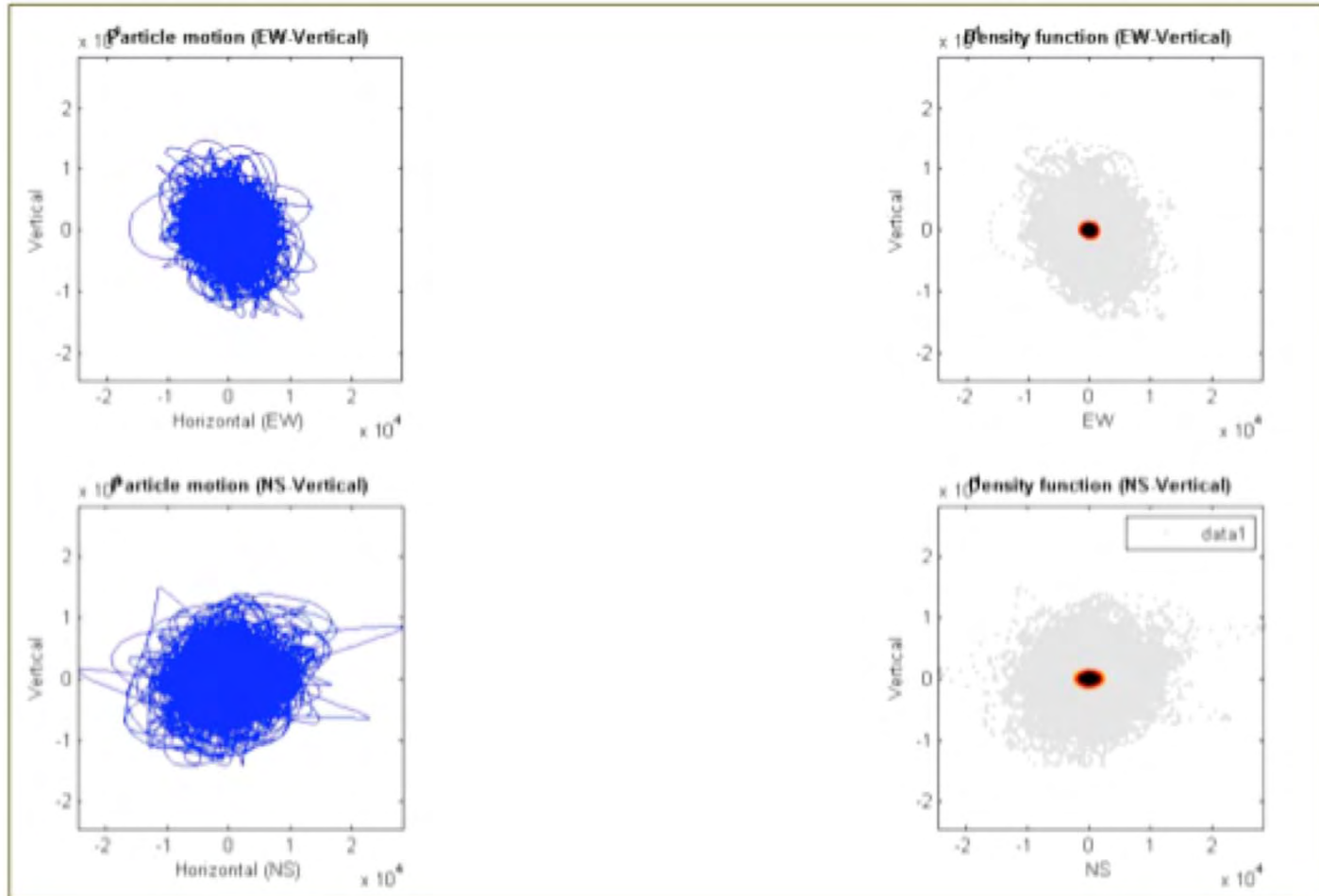
Visualizzazione dei dati originali (camp. 200 Hz)



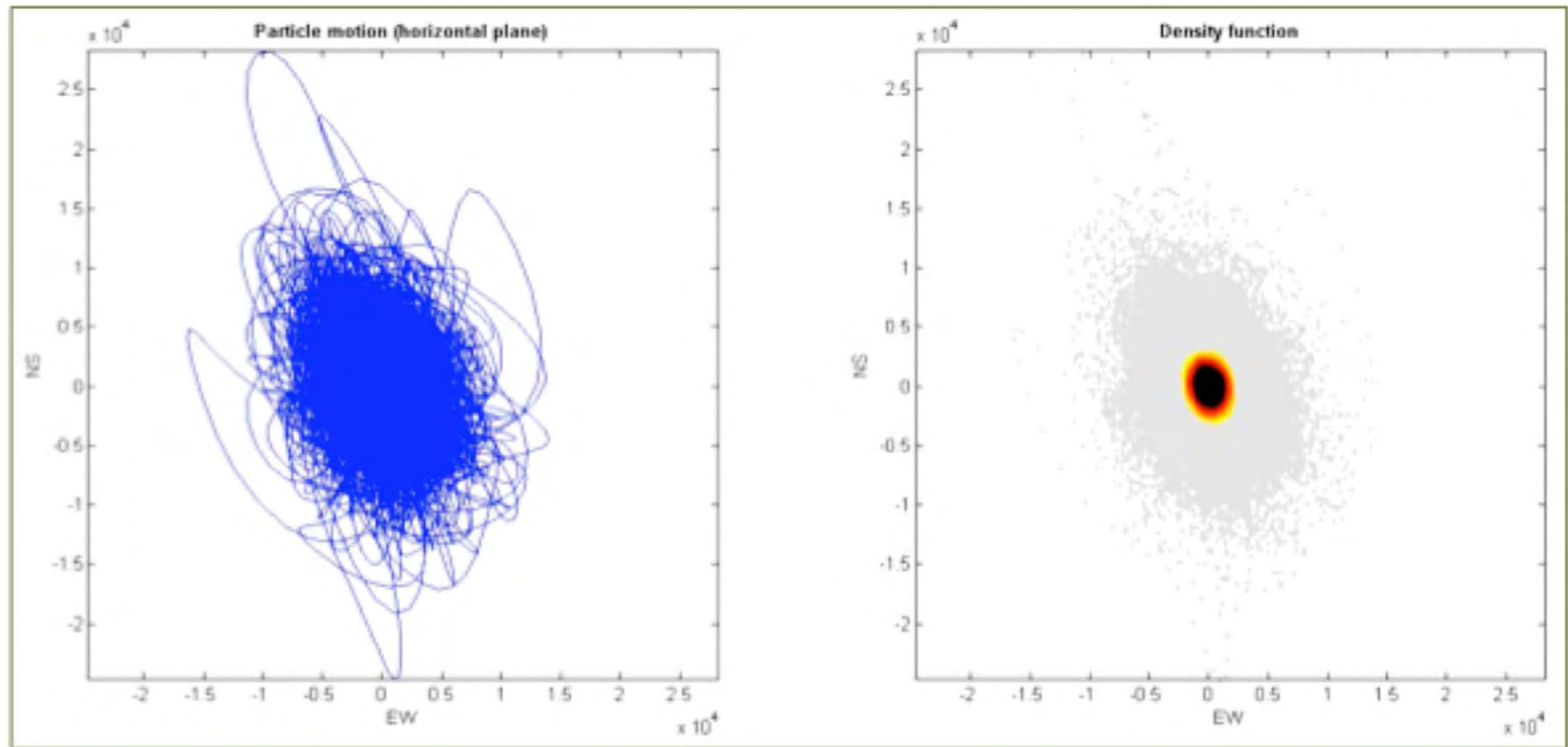
Visualizzazione dei dati con media zero e rimozione derivate strumentali



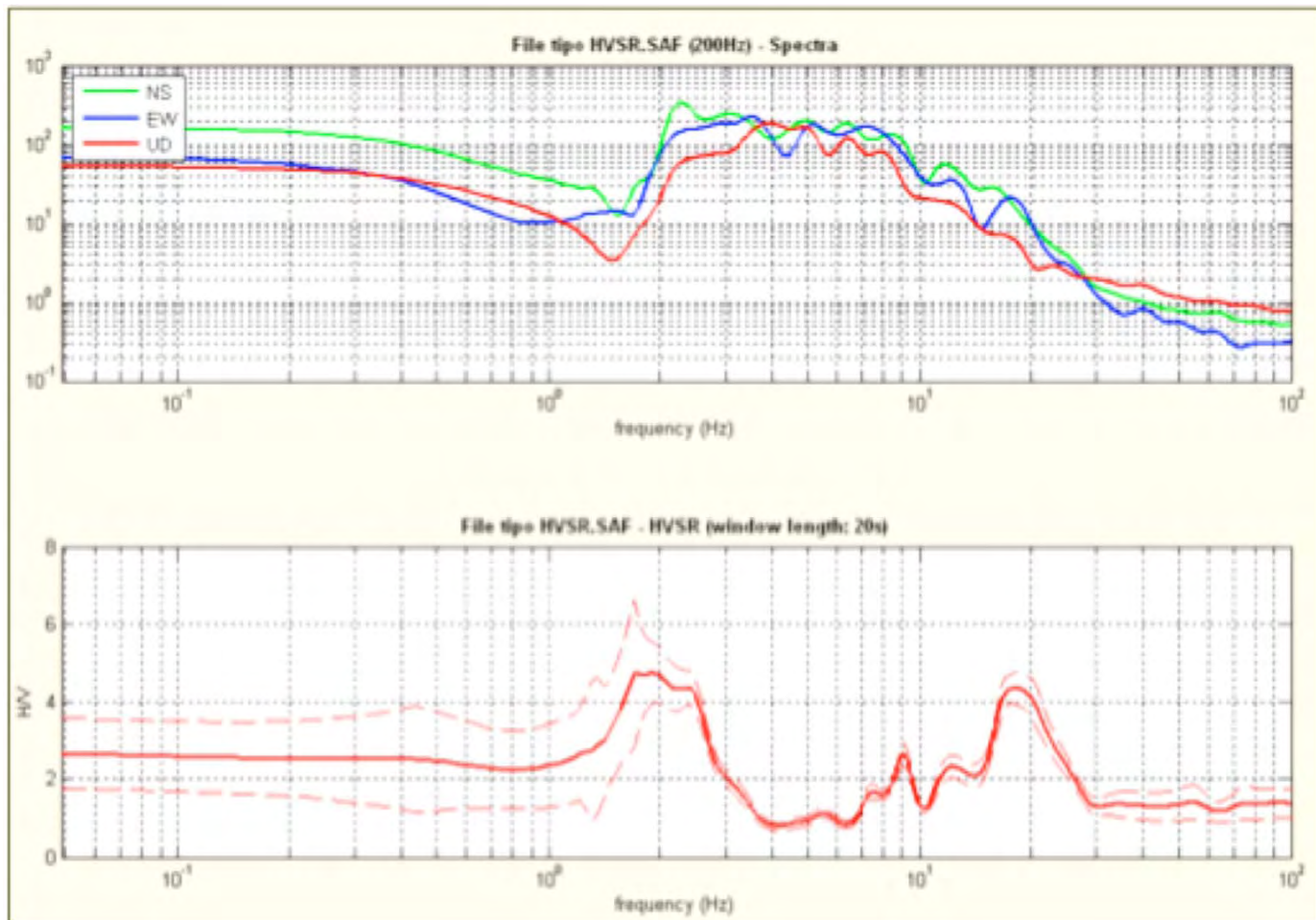
Visualizzazione movimenti del suolo dai dati originali Componente verticale



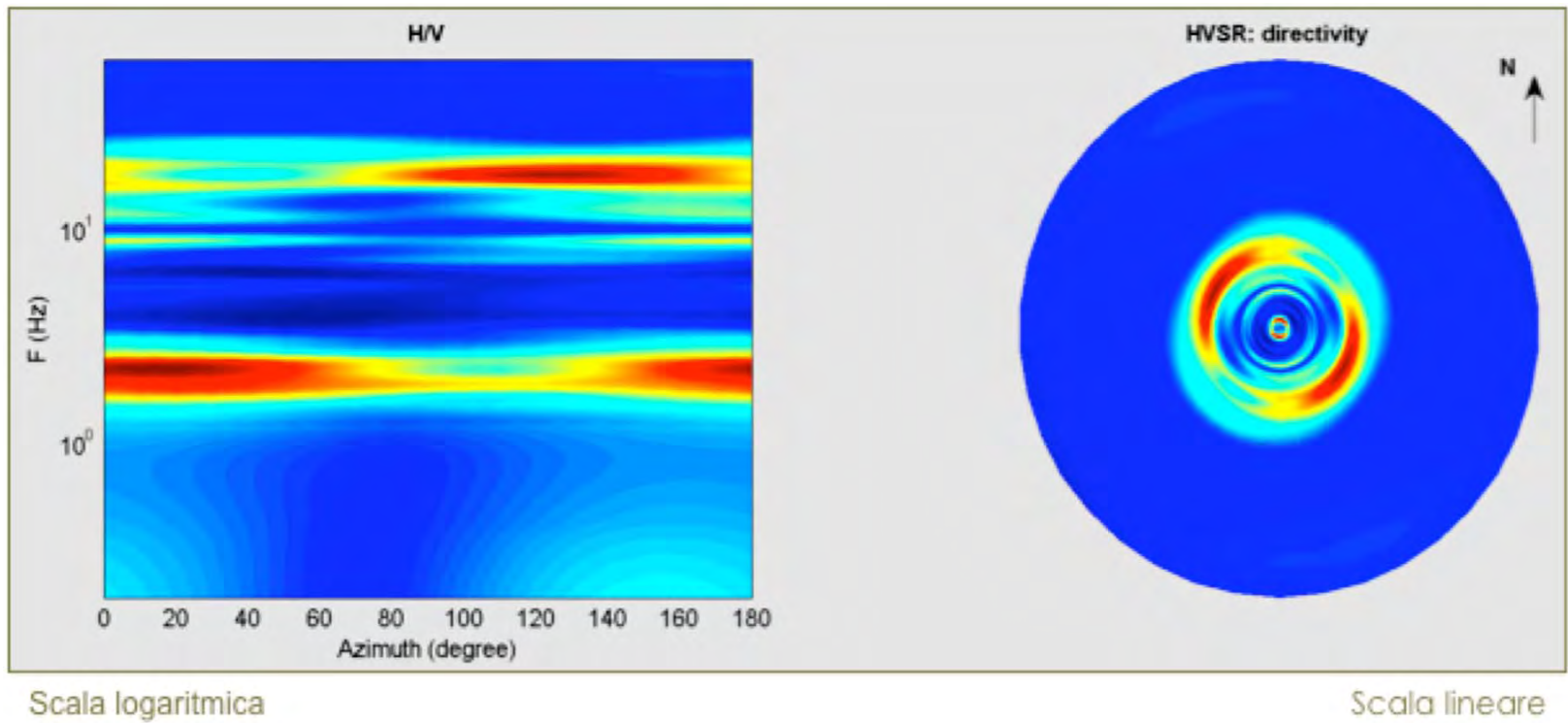
Visualizzazione movimenti del suolo dai dati originali
Componente orizzontale



Spettri delle tre componenti e rapporto H/V



Direttività del segnale



SCOPO DELLE MISURE HVSR

- Determinazione della frequenza di sito in superficie

PROBLEMI RELATIVI ALLE MISURE HVSR

- Fortemente condizionate dalle condizioni atmosferiche
- Non ripetibilità delle misure (anche giorno/notte)
- Interferenze con sorgenti di vibrazione non casuali (direttività del segnale – onde guidate)
- Difficoltà di distinguere picchi dovuti a limiti geologici e limiti dovuti ad attività antropica
- NO Vs30 (a meno dell'utilizzo dei dati HVSR congiuntamente ad altri metodi di indagine)