
SOMMARIO RELAZIONE TECNICA INTERPRETATIVA

SOMMARIO RELAZIONE TECNICA INTERPRETATIVA	3
INDICE FIGURE E TABELLE RELAZIONE TECNICA	5
INDICE FIGURE E TABELLE ALLEGATO TECNICO	5
INDAGINI GEOFISICHE INTEGRATE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI	14
1 Introduzione	14
1.1 Premesse	14
1.2 Contesto	14
1.3 Scopo delle indagini	14
1.4 Scelta delle zone oggetto delle indagini	15
1.5 Descrizione dei contenuti della relazione	15
2 Caratterizzazione sismica	16
2.1 Sismica a rifrazione	16
2.2 Tomografia sismica in onde P ed SH	17
2.3 Strumentazione e metodologia per sismica a rifrazione e tecnica tomografica	18
2.4 Prospezione sismica attiva frequenziale - tecnica MASW	20
2.4.1 Strumentazione e metodologia	22
2.5 Caratterizzazione sismica con microtremori - metodologia HVSR o Nakamura	24
2.5.1 Strumentazione e metodologia	25
2.5.2 Analisi microtremori e del rapporto HVSR – tecnica Nakamura	27
3 Elaborazione dati e risultati	30
3.1 Elaborazione dei dati sismici con metodi a rifrazione	30
3.2 Elaborazione dei dati sismici con tecnica tomografica	32
3.3 Elaborazione dei dati di sismica frequenziale – tecnica MASW	33
3.4 Elaborazione dei dati microtremori – HVSR	35
4 Glossario	37
5 Riferimenti normativi e bibliografici	38
5.1 Riferimenti normativi e specifiche tecniche	38
5.2 Riferimenti bibliografici	38
 ALLEGATO TECNICO 1 - SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTI, SENSORI, SOFTWARE DI ACQUISIZIONE ED ANALISI	41

ALLEGATO TECNICO 2 – RISULTATI OTTENUTI DALLE STESE SISMICHE A RIFRAZIONE E PROVE MASW	2
I. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 107_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	3
II. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 107_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	17
III. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 108_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	36
IV. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 108_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	50
V. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 114_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	69
VI. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 114_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	83
VII. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 115_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	102
VIII. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 115_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	116
IX. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 119_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	135
X. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 119_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	149
XI. ALLEGATO GRAFICO: 113_MASW ANALISI MASW ZVF+THF CONGIUNTE - SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO Vs	168

* * *

ALLEGATO TECNICO 3 – ACQUISIZIONI MICROTREMORI – RAPPORTO SPETTRALE H/V – SPETTRO DELLE SINGOLE COMPONENTI – CRITERI DI AFFIDABILITÀ SESAME – CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

TAVOLE:

- 01 – CARTA INDAGINI
02 – CARTA FREQUENZE
03 - CARTE INDAGINI DI DETTAGLIO

INDICE FIGURE E TABELLE RELAZIONE TECNICA

Figura 2-1: Schema acquisizioni prospezioni sismiche	19
Figura 2.2: Curva dispersione	22
Figura 2-3: Schema acquisizioni prospezioni sismiche	23
Figura 2.4: Modalità di generazione e propagazione microtremore	25
Figura 2.5: Confronto di intensità di rumori sismici sito specifici	26
Figura 2.6: Schema di sottosuolo a 2 strati con differenti parametri geomeccanici.....	27
Figura 3-1: Confronto shot break primi arrivi e dromocrone	32
Figura 3.2: Picking della curva di dispersione congiunta (MASW ZVF+THF)	34
Tabella 1.1: Individuazione e numerazione delle indagini.....	15
Tabella 2-1: Riepilogo geometria prospezioni sismiche.....	20
Tabella 2-2: Distanze punti di energizzazione dal primo geofono.....	20
Tabella 2-3: Riepilogo geometria prospezioni sismiche.....	23
Tabella 3-1: Riepilogo spessori e velocità sismostrati onde P ed SH	31
Tabella 3-2: Riepilogo risultati misure HVSR.....	36

INDICE FIGURE E TABELLE ALLEGATO TECNICO

Allegato 1. 1: Sismografo Summit	42
Allegato 1. 2: Specifiche tecniche Sismografo Summit.....	43
Allegato 1. 3: Specifiche tecniche geofoni orizzontali 10 Hz – SENSOR NEDERLAND	44
Allegato 1. 4: Specifiche tecniche geofoni verticali 14 Hz – GEOSPACE	45
Allegato 1. 5: Specifiche tecniche geofoni verticali 4.5 Hz – RTC CLARK.....	46
Allegato 1. 6: Tromino Microtremori	47
Allegato 1. 7: Tromino Microtremori	48
Allegato 1. 8: Software Rayfract ver. 3.24 per tomografia sismica.....	49
Allegato 1. 9: Software Swan per tecnica MASW e REMI	50
Allegato 1. 10: Software WinMASW Academy 6.0 per tecnica MASW-REMI-ESAC e fattore di qualità	51
Allegato 1. 11: Software grilla per analisi microtremori	52

INDICE FIGURE E TABELLE ALLEGATI GRAFICI

Fig. I-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	4
Fig. I-2: Stesa sismica 107_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:300.....	14
Fig. I-3: Stesa sismica 107_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:300	15
Fig. I-4: Stesa sismica 107_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400	16
Fig. II-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000.....	18
Fig. II-2:Stesa sismica 107_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:300.....	33
Fig. II-3: Stesa sismica 107_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:300.....	34
Fig. II-4: Stesa sismica 107_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:300.....	35
Fig. III-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000.....	37
Fig. III-2: Stesa sismica 108_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400.....	47
Fig. III-3: Stesa sismica 108_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400	48
.....	49
Fig. III-4: Stesa sismica 108_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400	49
Fig. IV-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	51
.....	66
Fig. IV-2:Stesa sismica 108_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400.....	66
.....	67
Fig. IV-3: Stesa sismica 108_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400	67
Fig. IV-4: Stesa sismica 108_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400	68
Fig. V-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	70
Fig. V-2: Stesa sismica 114_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400	80
Fig. V-3: Stesa sismica 114_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400.....	81
Fig. V-4: Stesa sismica 114_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400.....	82
Fig. VI-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	84
Fig. VI-2:Stesa sismica 114_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400.....	99
Fig. VI-3: Stesa sismica 114_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500	100
.....	101
Fig. VI-4: Stesa sismica 114_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400	101
Fig. VII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	103
Fig. VII-2: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:500	113
Fig. VII-3: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500.....	114
Fig. VII-4: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:500.....	115
Fig. VIII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	117
Fig. VIII-2:Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:500.....	132
Fig. VIII-3: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500	133
Fig. VIII-4: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:500	134
Fig. IX-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	136

Fig. IX-2: Stesa sismica 119_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400	146
Fig. IX-3: Stesa sismica 119_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400	147
Fig. IX-4: Stesa sismica 119_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400	148
Fig. X-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	150
Fig. X-2: Stesa sismica 119_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400	165
Fig. X-3: Stesa sismica 119_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400	166
Fig. X-4: Stesa sismica 119_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400	167
Fig. XI-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	169
Fig. XI-2: 113_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking	170
Fig. XI-3: 113_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Risultati del Best Model.....	171
Fig. XI-4: 113_MASW - Analisi MASW ZVF+THF - Profili di velocità (Mean Model)	172
Tab. I-1: Stesa sismica 107_SR ONDE P - Schema dettagliato	11
Tab. I-2: Stesa sismica 107_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO)	11
Tab. I-3: Stesa sismica 107_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi	12
Tab. I-4: Stesa sismica 107_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	13
Tab. II-1: Stesa sismica 107_SR ONDE SH - Schema dettagliato	30
Tab. II-2: Stesa sismica 107_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)	30
Tab. II-3: Stesa sismica 107_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi.....	31
Tab. II-4: Stesa sismica 107_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	32
Tab. III-1: Stesa sismica 108_SR ONDE P - Schema dettagliato	44
Tab. III-2: Stesa sismica 108_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO)	44
Tab. III-3: Stesa sismica 108_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi	45
Tab. III-4: Stesa sismica 108_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	46
Tab. IV-1: Stesa sismica 108_SR ONDE SH - Schema dettagliato	63
Tab. IV-2: Stesa sismica 108_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)	63
Tab. IV-3: Stesa sismica 108_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi	64
Tab. IV-4: Stesa sismica 108_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	65
Tab. V-1: Stesa sismica 114_SR ONDE P - Schema dettagliato.....	77
Tab. V-2: Stesa sismica 114_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	77
Tab. V-3: Stesa sismica 114_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi.....	78
Tab. V-4: Stesa sismica 114_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	79

Tab. VI-1: Stesa sismica 114_SR ONDE SH - Schema dettagliato	96
Tab. VI-2: Stesa sismica 114_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)	96
Tab. VI-3: Stesa sismica 114_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi	97
Tab. VI-4: Stesa sismica 114_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	98
Tab. VII-1: Stesa sismica 115_SR ONDE P - Schema dettagliato.....	110
Tab. VII-2: Stesa sismica 115_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	110
Tab. VII-3: Stesa sismica 115_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi.....	111
Tab. VII-4: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	112
Tab. VIII-1: Stesa sismica 115_SR ONDE SH - Schema dettagliato	129
Tab. VIII-2: Stesa sismica 115_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)	129
Tab. VIII-3: Stesa sismica 115_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi	130
Tab. VIII-4: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	131
Tab. IX-1: Stesa sismica 119_SR ONDE P - Schema dettagliato.....	143
Tab. IX-2: Stesa sismica 119_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	143
Tab. IX-3: Stesa sismica 119_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi.....	144
Tab. IX-4: Stesa sismica 119_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	145
Tab. X-1: Stesa sismica 119_SR ONDE SH - Schema dettagliato	162
Tab. X-2: Stesa sismica 119_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)	162
Tab. X-3: Stesa sismica 119_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi	163
Tab. X-4: Stesa sismica 119_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	164

INDICE SISMOGRAMMI ALLEGATI GRAFICI

Sism. I-1: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza.....	5
Sism. I-2: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza.....	5
Sism. I-3: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	6
Sism. I-4: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza.....	6
Sism. I-5: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	7
Sism. I-6: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	7
Sism. I-7: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza.....	8
Sism. I-8: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	8
Sism. I-9: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza.....	9
Sism. I-10: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza.....	9
Sism. I-11: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza.....	10
Sism. II-1: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza	19
Sism. II-2: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza.....	19
Sism. II-3: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza.....	20
Sism. II-4: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza.....	20
Sism. II-5: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza.....	21
Sism. II-6: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza.....	21
Sism. II-7: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza.....	22
Sism. II-8: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza.....	22
Sism. II-9: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza.....	23
Sism. II-10: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza.....	23
Sism. II-11: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza.....	24
Sism. II-12: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza.....	24
Sism. II-13: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza.....	25
Sism. II-14: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza.....	25
Sism. II-15: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza.....	26
Sism. II-16: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza.....	26
Sism. II-17: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza.....	27
Sism. II-18: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza.....	27
Sism. II-19: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza.....	28
Sism. II-20: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza.....	28
Sism. II-21: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza.....	29
Sism. II-22: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza.....	29
Sism. III-1: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza.....	38
Sism. III-2: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza.....	38
Sism. III-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	39
Sism. III-4: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza.....	39

Sism. III-5: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	40
Sism. III-6: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	40
Sism. III-7: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza.....	41
Sism. III-8: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	41
Sism. III-9: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza.....	42
Sism. III-10: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza.....	42
Sism. III-11: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza.....	43
Sism. IV-1: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza.....	52
Sism. IV-2: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza	52
Sism. IV-3: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza	53
Sism. IV-4: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza	53
Sism. IV-5: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza	54
Sism. IV-6: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza	54
Sism. IV-7: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza	55
Sism. IV-8: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza	55
Sism. IV-9: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza	56
Sism. IV-10: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza	56
Sism. IV-11: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza	57
Sism. IV-12: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza	57
Sism. IV-13: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza	58
Sism. IV-14: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza	58
Sism. IV-15: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza	59
Sism. IV-16: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza	59
Sism. IV-17: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza	60
Sism. IV-18: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza	60
Sism. IV-19: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza	61
Sism. IV-20: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza	61
Sism. IV-21: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza	62
Sism. IV-22: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza	62
Sism. V-1: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza	71
Sism. V-2: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza	71
Sism. V-3: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	72
Sism. V-4: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza	72
Sism. V-5: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	73
Sism. V-6: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	73
Sism. V-7: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza	74
Sism. V-8: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	74
Sism. V-9: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza	75

Sism. V-10: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza	75
Sism. V-11: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza	76
Sism. VI-1: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza.....	85
Sism. VI-2: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza	85
Sism. VI-3: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza	86
Sism. VI-4: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza	86
Sism. VI-5: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza	87
Sism. VI-6: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza	87
Sism. VI-7: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza	88
Sism. VI-8: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza	88
Sism. VI-9: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza	89
Sism. VI-10: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza	89
Sism. VI-11: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza	90
Sism. VI-12: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza	90
Sism. VI-13: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza	91
Sism. VI-14: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza	91
Sism. VI-15: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza	92
Sism. VI-16: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza	92
Sism. VI-17: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza	93
Sism. VI-18: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza	93
Sism. VI-19: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza	94
Sism. VI-20: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza	94
Sism. VI-21: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza	95
Sism. VI-22: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza	95
Sism. VII-1: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza	104
Sism. VII-2: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza	104
Sism. VII-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	105
Sism. VII-4: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza	105
Sism. VII-5: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	106
Sism. VII-6: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	106
Sism. VII-7: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza	107
Sism. VII-8: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	107
Sism. VII-9: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza	108
Sism. VII-10: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza	108
Sism. VII-11: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza	109
Sism. VIII-1: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza.....	118
Sism. VIII-2: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza	118
Sism. VIII-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza	119

Sism. VIII-4: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza	119
Sism. VIII-5: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza	120
Sism. VIII-6: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza	120
Sism. VIII-7: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza	121
Sism. VIII-8: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza	121
Sism. VIII-9: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza	122
Sism. VIII-10: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza	122
Sism. VIII-11: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza	123
Sism. VIII-12: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza	123
Sism. VIII-13: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza	124
Sism. VIII-14: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza	124
Sism. VIII-15: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza	125
Sism. VIII-16: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza	125
Sism. VIII-17: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza	126
Sism. VIII-18: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza	126
Sism. VIII-19: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza	127
Sism. VIII-20: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza	127
Sism. VIII-21: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza	128
Sism. VIII-22: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza	128
Sism. IX-1: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza	137
Sism. IX-2: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza	137
Sism. IX-3: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	138
Sism. IX-4: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza	138
Sism. IX-5: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	139
Sism. IX-6: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	139
Sism. IX-7: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza	140
Sism. IX-8: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	140
Sism. IX-9: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza	141
Sism. IX-10: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza	141
Sism. IX-11: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza	142
Sism. X-1: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza.....	151
Sism. X-2: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza	151
Sism. X-3: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza	152
Sism. X-4: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza	152
Sism. X-5: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza	153
Sism. X-6: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza	153
Sism. X-7: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza	154
Sism. X-8: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza	154

Sism. X-9: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza	155
Sism. X-10: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza	155
Sism. X-11: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza	156
Sism. X-12: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza	156
Sism. X-13: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza	157
Sism. X-14: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza	157
Sism. X-15: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza	158
Sism. X-16: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza	158
Sism. X-17: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza	159
Sism. X-18: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza	159
Sism. X-19: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza	160
Sism. X-20: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza	160
Sism. X-21: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza	161
Sism. X-22: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza	161

INDAGINI GEOFISICHE INTEGRATE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

1 Introduzione

1.1 Premesse

Il presente documento riferisce sulle prove geofisiche, di tipo sismico attivo e passivo, condotte a supporto degli studi di microzonazione sismica di livello 2 del Comune di Pelago (FI).

Lo studio di microzonazione sismica (MS) di livello 1 rappresenta un livello propedeutico a successivi studi di MS (livello 2 e 3) e consiste in una raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica preesistenti e/o acquisite al fine di suddividere il territorio comunale in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce una vera carta di MS

Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e quindi alla valutazione della pericolosità con la finalità di guidare le scelte nella pianificazione attuativa, nell'ottica di perseguire ed assicurare la riduzione del rischio sismico, evidenziando le criticità e identificando le aree per le quali sono richiesti studi di approfondimento.

1.2 Contesto

Le indagini geofisiche integrate, sono state eseguite all'interno del territorio del comune di Pontassieve.

Si rimanda alla Tav. 01 per l'inquadramento delle indagini e alla Tav. 03 per l'inquadramento di dettaglio delle stesse.

1.3 Scopo delle indagini

La caratterizzazione sismica-dinamica del terreno, è stata eseguita attraverso prove geofisiche integrate e complementari fra loro, di cui:

- **5 sismiche a rifrazione con onde P ed onde SH**, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità V_p e V_s nel sottosuolo;
- **1 Prova MASW** (Multistation Analysis of Surface Waves), per determinazione di profili di velocità V_s nel sottosuolo;
- **7 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSR)**, e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per determinare l'eventuale comportamento amplificativo del terreno.

1.4 Scelta delle zone oggetto delle indagini

Le indagini sono state effettuate nel comprensorio del comune di Pelago (FI); nella tabella seguente si evidenzia la tipologia delle indagini:

Tabella 1.1: Individuazione e numerazione delle indagini

ID	COD.	LOCALITA'	HVSR	TOMO P+SH	ESAC	MASW
01	107_SR	SAN FRANCESCO		X		
02	108_SR			X		
03	109_HVSR	MASSOLINA	X			
04	110_HVSR		X			
05	111_HVSR		X			
06	112_HVSR	PELAGO	X			
07	113_MASW					X
08	114_SR				X	
09	115_SR	DIACCETO		X		
10	116_HVSR		X			
11	117_HVSR		X			
12	118_HVSR		X			
13	119_SR	STENTATOIO		X		

1.5 Descrizione dei contenuti della relazione

La presente relazione illustrerà la metodologia di acquisizione, la strumentazione utilizzata, le tecniche e modalità di inversione/interpretazione, e verranno evidenziati i risultati ottenuti con la campagna di prospezione geofisica sismica integrata, a supporto della caratterizzazione sismica del sottosuolo relativamente alle diverse aree di indagine.

Dopo un quadro descrittivo delle tecniche di indagine, riportate nel Capitolo 2 (Caratterizzazione sismica), si riportano le modalità di interpretazione ed analisi dei dati acquisiti e i risultati, di cui al Capitolo 3 (Elaborazione dati e risultati).

Glossario e riferimenti bibliografici sono forniti rispettivamente nei capitoli 4 e 5.

Il documento è poi completato con tre allegati contenenti rispettivamente:

- ALLEGATO TECNICO , in cui sono riportate le specifiche tecniche degli strumenti, dei sensori e dei software di acquisizione ed analisi utilizzati;
- ALLEGATI GRAFICI, in cui sono riportati in dettaglio l'inquadramento, i dati acquisiti, la loro elaborazione ed i risultati ottenuti, in particolare stese sismiche a rifrazione e le prove MASW;
- ALLEGATO in cui sono riportati i risultati delle acquisizioni dei microtremori (HVSR).

2 Caratterizzazione sismica

Ai fini di una completa caratterizzazione sismica delle aree oggetto di indagine, i dati sono stati acquisiti secondo modalità che hanno permesso l'inversione ed interpretazione sequenziale e correlata, secondo diverse tecniche di cui:

1. Sismica a rifrazione e tomografia sismica con restituzione di sismostrati secondo metodi classici di elaborazione a rifrazione, Plus-Minus, Wavefront e CMP "Intercept Time Refraction", e profilo tomografico 2D delle onde di compressione V_p ;
2. Sismica a rifrazione e tomografia sismica con restituzione di sismostrati secondo metodi classici di elaborazione a rifrazione, Plus-Minus, Wavefront e CMP "Intercept Time Refraction", e profilo tomografico 2D delle onde di taglio SH;
3. Tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che sono una derivazione delle tecniche SASW (Spectral Analysis of Surface Waves) che si basano sull'elaborazione delle proprietà spettrali delle onde di superficie per la costruzione di un modello monodimensionale verticale di velocità di propagazione delle onde di taglio V_s ;
4. Prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremiti (HVSr), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per determinare l'eventuale comportamento amplificativo del terreno.

2.1 Sismica a rifrazione

Le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo, per cui nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione") o trasversali (onde SH o "di taglio") per determinare spessori e andamento dei livelli presenti.

La tecnica di indagine consiste nel generare un'onda sismica di compressione o di taglio nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza o di maglio, esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da detta onda a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino ai sensori di rilevazione (geofoni) secondo le leggi di rifrazione dell'ottica (Legge di Snell), nel rifrangendosi sulle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente.

La rifrazione si basa sull'analisi, secondo diversi modelli dei primi arrivi rispetto a geofoni posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, per ricostruire una serie di curve tempo-distanza (dromocrone).

Attraverso metodi analitici si ricavano quindi le velocità delle onde elastiche longitudinali (V_p) o trasversali (V_s) dei mezzi attraversati ed il loro spessore.

La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo è compresa tra larghi limiti.

Per lo stesso tipo di materiale, può variare in funzione di numerosi parametri quali il grado di alterazione, di fessurazione e/o di fratturazione per i materiali litoidi, ed in funzione dello stato di consistenza/addensamento, grado di saturazione, per i materiali granulari e fini.

Sensibili differenze si possono avere, anche con riferimento all'assetto morfologico rispetto alle velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi.

Inoltre la velocità delle onde P compressionali, rispetto alle SH trasversali, è fortemente influenzata dalla presenza di eventuale acquifero e/o dal grado di saturazione.

Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali (ad esempio roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo con velocità V_p dell'ordine di 1400-1700 m/sec), per cui non necessariamente l'interpretazione sismostratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

Il metodo sismico a rifrazione è soggetto inoltre alle seguenti limitazioni:

- a. un livello potrà essere evidenziato soltanto se la velocità di trasmissione delle onde longitudinali in esso risulterà superiore a quella dei livelli soprastanti (effetto della inversione di velocità);
- b. un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;
- c. un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli "arrivi" dallo strato sottostante (effetto dello strato nascosto e "zona oscura");
- d. aumentando la spaziatura tra i geofoni aumenta la profondità di investigazione, ma può ovviamente ridursi la precisione nella determinazione della profondità dei limiti di passaggio tra i diversi livelli individuati. In presenza di successioni di livelli con velocità (crescenti) di poco differenti tra loro, orizzonti a velocità intermedia con potenza sino anche ad 1/3 del passo adottato possono non essere evidenziati. Il limite tra due orizzonti può quindi in realtà passare "attraverso" un terzo intermedio non evidenziabile;
- e. analogamente, incrementi graduali di velocità con la profondità danno origine a dromocrone che consentono più schemi interpretativi. Il possibile errore può essere più contenuto potendo disporre di sondaggi di taratura e "cercando" sulle dromocrone delle basi sismiche i livelli che abbiano velocità il più possibile simili a quelle ottenute con le tarature.

2.2 Tomografia sismica in onde P ed SH

La tomografia sismica, per raggi diretti, è una tecnica d'indagine che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un potere risolutivo nettamente superiore ad altri metodi, offrendo la possibilità della ricostruzione, con elevato grado di qualità, di anomalie stratigrafiche, anche particolarmente complesse non risolvibili con differenti tecniche d'indagine.

Per le procedure di realizzazione di immagini tomografiche è necessario utilizzare un maggior

numero di sorgenti di energizzazione e di punti di ricezione delle onde sismiche, che permettano una distribuzione dei raggi sismici omogenea e con una densità che viene predefinita in funzione del "target" da raggiungere.

Le tecniche operative possono essere molto diverse, si può infatti operare:

- a livello del piano di campagna disponendo i ricevitori (geofoni e idrofondi) ed i trasmettitori (punti di scoppio) su linee parallele;
- utilizzando due fori, residui di sondaggi geognostici, (tomografia cross-hole), dove previo opportuno condizionamento si alloggiavano i ricevitori ed i trasmettitori;
- utilizzando un solo foro (sondaggio sismico tomografico), in cui sono alloggiati i ricevitori, eseguendo una serie di tiri a distanze crescenti dall'imboccatura del foro stesso.

Per il trattamento dei dati per la ricostruzione tomografica dell'immagine si utilizza una suddivisione dell'area di studio in celle elementari, calcolando per ciascuna di queste un valore di velocità congruente con il tempo di tragitto medio relativo ai percorsi dei raggi sismici che le attraversano; la presentazione delle elaborazioni eseguite dà come risultato una mappa della distribuzione delle velocità sismiche in una sezione piana contenente le sorgenti ed i geofoni.

Le classiche prospezioni sismiche si basano sul concetto che le onde acustiche si propagano nei diversi mezzi con velocità differenti.

Generando tali onde in un punto (detto di scoppio) e osservando i loro tempi di arrivo in altri punti predeterminati (detti di registrazione), è possibile ricostruire la distribuzione di velocità e con questa definire dal punto di vista elastico le aree oggetto di studio e individuare anomalie o corpi anomali.

L'applicazione della tecnica tomografica alle misure sismiche permette poi di ricostruire l'andamento di tale caratteristica fisica all'interno di una porzione di spazio non accessibile direttamente e di ottenere come risultati, immagini che visualizzano le non omogeneità incontrate nel mezzo.

Il risultato finale sarà la rappresentazione delle velocità (in m/s) per piani o sezioni indagate, poi ricostruite in 3D, secondo una scala cromatica prefissata, che in genere va dal blu (basse velocità) al magenta (alte velocità). Quanto più il mezzo attraversato dal suono è rigido e incompressibile, tanto maggiore sarà la sua velocità caratteristica.

Valori bassi della velocità mettono in evidenza la variazione negativa delle caratteristiche elastiche e meccaniche, indicando la presenza di un possibile deterioramento della struttura interna.

2.3 Strumentazione e metodologia per sismica a rifrazione e tecnica tomografica

La strumentazione impiegata per le indagini sismiche a rifrazione e per la tecnica tomografica è la seguente:

Onde P:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella

conversione A/D;

- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su piastra di duralluminio e/o maglio battente e/o fucile sismico;
- Ricevitori: Geofoni ad asse verticale GEOSPACE GS-20DX 14 Hz;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

Onde SH:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su trave in PEAD con battuta coniugata S1 e S2;
- Ricevitori: Geofoni ad asse orizzontale SM-6/U-B 10 Hz – SENSOR NEDERLAND b.v.;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

Sono state effettuate 15 prospezioni sismiche a rifrazione a 24 geofoni , in onde P e onde SH, come da schema seguente:

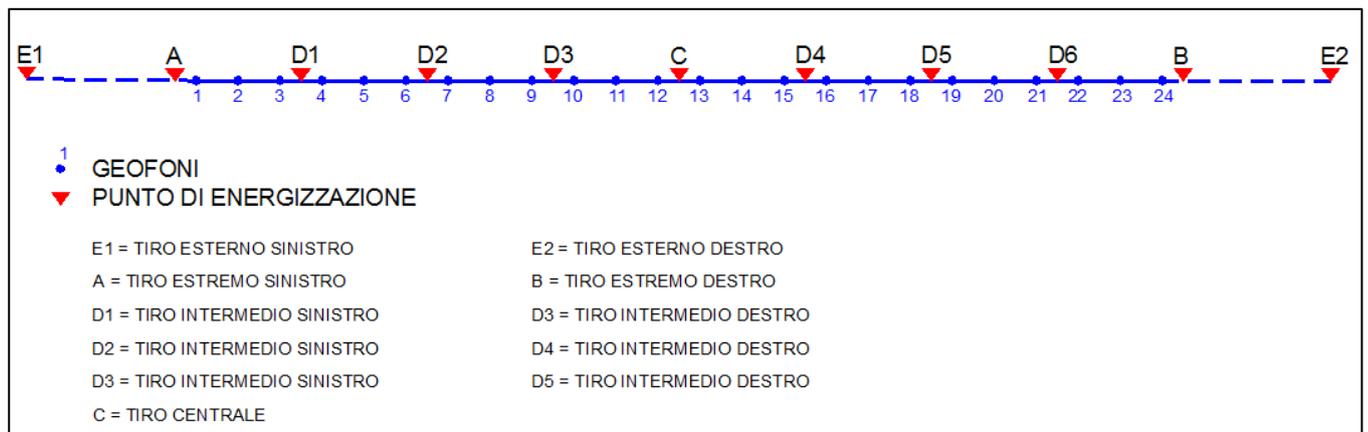


Figura 2-1: Schema acquisizioni prospezioni sismiche

Le lunghezze totali, le distanze intergeofoniche e le distanze dei punti di energizzazione rispetto al primo geofono per ognuna delle prospezioni sono riassunte nelle seguenti tabelle:

Tabella 2-1: Riepilogo geometria prospezioni sismiche

INDAGINE [n°]	DISTANZA INTERGEOFONICA [m]	LUNGHEZZA STENDIMENTO [m]
107_SR	2.5	57.5
108_SR	3	69
114_SR	3	69
115_SR	4	92
119_SR	3	69

Tabella 2-2: Distanze punti di energizzazione dal primo geofono

	E1	A	D1	D2	D3	C	D4	D5	D6	B	E2
107_SR - PASSO 2.5 m	-12.5	-1.25	6.25	13.75	21.25	28.75	36.25	43.75	51.25	58.75	70.00
108_SR - PASSO 3 m	-15.0	-1.5	7.5	16.5	25.5	34.5	43.5	52.5	61.5	70.5	84.0
114_SR - PASSO 3 m	-15.0	-1.5	7.5	16.5	25.5	34.5	43.5	52.5	61.5	70.5	84.0
115_SR - PASSO 4 m	-20.0	-2.0	10.0	22.0	34.0	46.0	58.0	70.0	82.0	94.0	112.0
119_SR - PASSO 3 m	-15.0	-1.5	7.5	16.5	25.5	34.5	43.5	52.5	61.5	70.5	84.0

2.4 Prospezione sismica attiva frequenziale - tecnica MASW

Il principio ispiratore della tecnica MASW è il carattere dispersivo delle onde di Rayleigh e di Love quando queste si propagano in un mezzo stratificato.

La dispersione consiste nella variazione della velocità di fase a diverse frequenze, con l'aumento della lunghezza d'onda (abbassamento di frequenza) la profondità coinvolta dalla propagazione dell'onda è via via maggiore.

È quindi possibile, impiegando onde di un certo intervallo di frequenza, caratterizzare le proprietà acustiche dei terreni sino ad una certa profondità.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano

le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

- L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi, in quanto l'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori preliminari per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, un'opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla

frequenza.

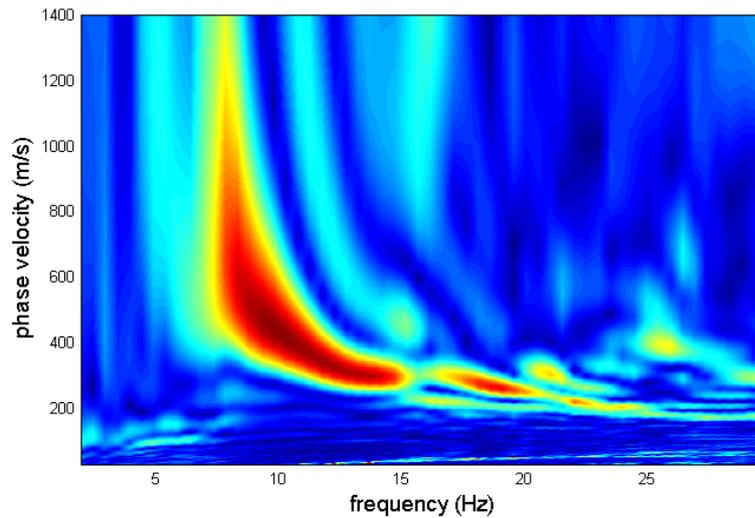


Figura 2.2: Curva dispersione

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

In particolare l'analisi MASW è realizzata con tre diversi tipi di acquisizione:

- **acquisizione ZVF** ossia con energizzazione verticale e acquisizione con geofoni verticali per l'analisi MASW della componente verticale delle onde di Rayleigh;
- **acquisizione THF** ossia con energizzazione trasversale e acquisizione con geofoni orizzontali disposti con asse perpendicolare alla stesa per l'analisi MASW delle onde di Love.

2.4.1 Strumentazione e metodologia

La strumentazione impiegata per le indagini MASW è la seguente:

MASW ZVF:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella

conversione A/D;

- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su piastra di duralluminio e/o maglio battente da 120 kg;
- Ricevitori: Geofoni ad asse verticale RTC 4.5 Hz 395 – R.T. CLARK;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

MASW THF:

- Sismografo: amplificatore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D;
- Sorgente: mazza triggerata da 8 kg su trave in PEAD con battuta di taglio;
- Ricevitori: Geofoni ad asse orizzontale SM-6/U-B 10 Hz – SENSOR NEDERLAND b.v;
- Tempo di campionamento: 1 ms;
- Periodo di acquisizione: 1024 campioni, pari a 1 s.

Sono state effettuate 6 prospezioni sismiche MASW a 24 geofoni, come da schema seguente:



Figura 2-3: Schema acquisizioni prospezioni sismiche

La lunghezze totale, la distanza intergeofonica e la distanza dei punti di energizzazione rispetto al primo geofono per la prospezione sono riassunte nella seguente tabella:

Tabella 2-3: Riepilogo geometria prospezioni sismiche

INDAGINE [n°]	DISTANZA INTERGEOFONICA [m]	OFFSET BATTUTE ESTERNE E1 – E2 [m]	LUNGHEZZA STENDIMENTO [m]
113_MASW	3	15	69

2.5 Caratterizzazione sismica con microtremori - metodologia HVSR o Nakamura

La tecnica di acquisizione ed analisi dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque.

Le conoscenze e le informazioni che si possono ottenere dall'analisi ed interpretazione di una registrazione di questo tipo sono:

- ove esistente, la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale ai fini dell'individuazione di adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- ove determinabile, la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso, a seguito di analisi correlate sarà possibile confrontare le frequenze di sito e dell'edificio, e valutare se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio Vs** calcolata tramite uno specifico software di calcolo, per cui è possibile determinare la Vs30 e la relativa categoria del suolo di fondazione come richiesto dalle N.T.C. 2008.
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un ampio range di profondità di indagine, e secondo il principio che in termini di stratigrafia del sottosuolo, uno strato è inteso come unità distinta, in termini di contrasto d'impedenza sismica

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremori.

La forma di un'onda registrata in un sito oggetto di indagine è funzione di:

1. dalla forma dell'onda prodotta dall'insieme delle sorgenti *s dei microtremori*,
2. dal percorso dell'onda dalle sorgenti *s* fino alla posizione *x* del sito oggetto di indagine e funzione dei processi di attenuazione, riflessione, rifrazione e canalizzazione di guida d'onda;
3. dalla modalità di acquisizione dello strumento in funzione dei parametri e delle caratteristiche strumentali.

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre.

Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni con ampiezze minime, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il segnale da acquisire non è generato con strumenti o tecniche attive, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Nel tragitto dalla sorgente *s* al sito *x* le onde elastiche (sia di origine sismica che dovute al microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, canalizzazioni per fenomeni di guida d'onda ed attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte di informazioni correlata al contenuto frequenziale del segnale che può essere estratta e che permette di ottenere informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore.

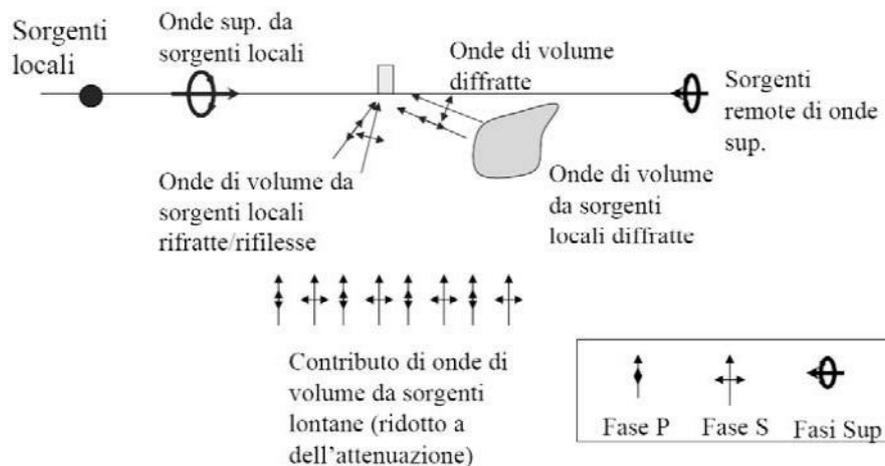


Figura 2.4: Modalità di generazione e propagazione microtremore

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartato dalla sismologia classica, contiene informazioni.

Questa informazione è però correlata alle caratteristiche frequenziale e spettrali del cosiddetto "rumore casuale" o microtremore, e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

Una di queste tecniche è la tecnica di analisi dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili sul comportamento frequenziale dei sottosuoli, informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

2.5.1 Strumentazione e metodologia

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale modello "Tromino Engy Plus" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni.

Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz.

I dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 4 GB, evitando così la

presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico.

Nella figura seguente si riporta la curva di rumore standard di un "Tromino" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu).

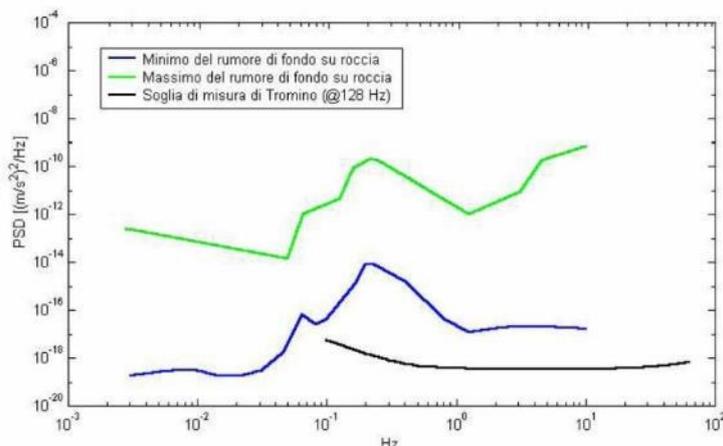


Figura 2.5: Confronto di intensità di rumori sismici sito specifici

Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto. I dati sono stati convertiti in file ASCII mediante il software "Grilla", fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza. Per evitare di introdurre basse frequenze spurie i dati sono stati corretti per offset e trend ma non filtrati così come raccomandato dalla norma DIN 4150-3.

In fase operativa si sono seguite le seguenti operazioni:

1. il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (circa 40 minuti),
2. la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno,
3. per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,
4. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,
5. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

Per considerare la misura ottenuta come una stima dell'ellitticità delle onde di Rayleigh è necessario che:

1. i rapporti H/V ottenuti sperimentalmente siano "stabili" ovvero frutto di un campionamento statistico adeguato,
2. gli effetti di sorgente siano stati effettivamente mediati ovvero non ci siano state sorgenti "dominanti",
3. la misura non contenga errori sistematici (per es. dovuti ad un cattivo accoppiamento dello strumento con il terreno).

2.5.2 Analisi microtremori e del rapporto HVSR – tecnica Nakamura

L'ottenimento di una stratigrafia sismica da indagini a stazione singola, deriva dai primi studi di Kanai (1957) in poi, per cui diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

Inizialmente, alcuni ricercatori, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione.

Purtroppo, esiste abbondante letteratura comprovante il fatto che l'ampiezza del picco H/V, pur essendo legata all'entità del contrasto di impedenza tra strati, non è correlabile all'amplificazione sismica in modo semplice (cfr. Mucciarelli e Gallipoli, 2001; SESAME, 2005 e referenze ivi contenute).

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria (es. Baumbach *et al.*, 2002) e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso (es. Guillier *et al.*, 2005).

Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere, in linea di principio, usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D).

Consideriamo il sistema della figura seguente in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.

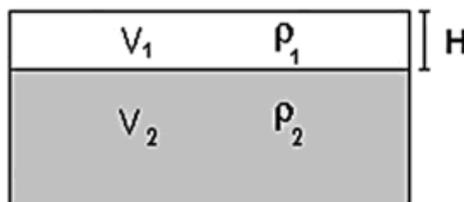


Figura 2.6: Schema di sottosuolo a 2 strati con differenti parametri geomeccanici

L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (l) è 4 volte

(o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S (o P) è pari a:

$$(f_r) = V_s/4H \quad (f_r) = V_p/4H \quad [1]$$

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh.

Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per:

- a. il contenuto in frequenza,
- b. la risposta strumentale
- c. l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa, innanzitutto il modello di strato piano al di sopra del bedrock si applica molto raramente. Poi, la velocità aumenta con la profondità, e possono esserci eterogeneità laterali importanti ed infine la topografia può non essere piana.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D.

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini. In questo lavoro i segnali sono stati analizzati non solo attraverso i rapporti spettrali H/V ma anche attraverso gli spettri delle singole componenti, e nei casi più significativi, le curve HVSR sono state invertite secondo la procedura descritta da Arai e Tokimatsu (2004).

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981).

Il codice può elaborare modelli con qualsiasi numero di strati (limitati a 50 nella tabella d'input), in qualsiasi intervallo di frequenze e in un qualsiasi numero di modi (fondamentale e superiori).

Operativamente si costruisce un modello teorico HVSR avente tante discontinuità sismiche

quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita. Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde Vs.

Nei casi particolarmente semplici (copertura + bedrock o bedrock like) le profondità h delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula seguente:

$$H = \left[\frac{V_0(1-a)}{4v_1} + 1 \right]^{W(1-a)} - 1$$

in cui V_0 è la velocità al tetto dello strato, a un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e v la frequenza fondamentale di risonanza.

Nei casi più complessi (la maggioranza) si sono invertite le curve HVSR creando una serie di modelli teorici da confrontare con quello sperimentale, fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali. In questo lavoro per l'inversione delle curve HVSR si sono seguite le procedure descritte in Arai e Tokimatsu (2004), usando il modo fondamentale delle onde di Rayleigh e Love

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008 hanno profondamente rinnovato le modalità di applicazione delle norme sismiche adottando, in modo omogeneo per tutto il paese, soluzioni coerenti con il sistema di norme già definito a livello europeo (Eurocodice 8).

Per comprendere pienamente il significato della nuova normativa è necessario rifarsi al concetto di risposta sismica locale e, dal punto di vista strettamente fisico, per effetto di sito (risposta sismica locale) si intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S).

Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che pone in relazione lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H / V = 1$) con quello effettivamente misurato in superficie.

3 Elaborazione dati e risultati

3.1 Elaborazione dei dati sismici con metodi a rifrazione

Per l'elaborazione dei dati sismici, è stato utilizzato il software Rayfract 3.35 2016, che consente di elaborare i dati secondo diverse tecniche.

Ottenuti i primi arrivi, le dromocrone ricavate dall'interprete vengono elaborate sulla base di tre distinte metodologie analitiche:

- CMP (Intercept Time Refraction, Rühl, 1995);
- Plus-Minus;
- Wavefront (M ALI AK, 2006).

Il metodo Wavefront rappresenta un'importante ottimizzazione del metodo GRM, in quanto invece di assumere come costante la distanza XY tra i vari ricevitori, il metodo Wavefront stima per ogni geofono la distanza ottimale rispetto agli altri, attraverso l'analisi dell'angolo d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso.

Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari e di ottenere risultati con migliore definizione specialmente in contesti con assetti morfologici complessi, sia in superficie che nel sottosuolo.

I risultati ottenuti con il Wavefront, vengono comunque iterativamente correlati/comparati con quelli ottenuti con l'elaborazione CMP Intercept Time Refraction (Rühl, 1995).

Il CMP consente, infatti, di ricostruire la morfologia sepolta di più rifrattori sovrapposti anche in presenza di morfologie di superficie non piane, e con una buona precisione raggiungibile, specie se si dispone di dati pregressi per affinare la correlazione.

I dati così ottenuti vengono definitivamente elaborati mediante metodologia tomografica che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da assetti morfologici superficiali complessi.

Schematicamente l'elaborazione dei dati, eseguita con il programma RAYFRACT 3.24 2013 (Intelligent Resources), si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

1. determinazione dei primi arrivi;
2. determinazione delle dromocrone con individuazione dei tratti correlabili con rifrattori superficiali, intermedi e profondi, con picking dei cosiddetti punti di "branch"
3. determinazione di primo modello 1D delle velocità nel sottosuolo;
4. interpretazione iterativa e comparata secondo i seguenti metodi:
 - a. CMP Intercept Time Refraction (Rühl, 1995);
 - b. Plus-Minus;
 - c. Wavefront;
5. Determinazione del modello dei sismostrati ottimale;
6. output dei tabulati di cui:

- a. dati di scoppio, ascissa e quota dei geofoni e dei punti di energizzazione, tempi di primo arrivo;
- b. velocità e profondità calcolate per ciascun sismostrato individuato;
7. elaborazione grafica delle dromocrone sismiche ;
8. elaborazione grafica della sezione sismostratigrafica
9. elaborazione grafica della tomografia sismica.

Si riporta di seguito la

Tabella 3-1, che riporta in forma schematica gli spessori medi e le velocità medie determinate per i vari sismostrati, relativamente alle onde P ed SH.

Tabella 3-1: Riepilogo spessori e velocità sismostrati onde P ed SH

STESA SISMICA	ONDE	SPESSORE SISMOSTRATO 1 [m]	VELOCITA' SISMOSTRATO 1 [m/s]	SPESSORE SISMOSTRATO 2 [m]	VELOCITA' SISMOSTRATO 2 [m/s]	SPESSORE SISMOSTRATO 3 [m]	VELOCITA' SISMOSTRATO 3 [m/s]
107_SR	P	2 ÷ 3	629 ÷ 716	5÷9	1100÷ 1805	ND	3026 ÷ 4384
	S	4 ÷ 7	390 ÷ 580	ND	979÷ 1893	ND	ND
108_SR	P	1 ÷ 4	389÷ 479	5 ÷ 8	911÷ 1012	ND	1822 ÷ 2487
	S	2 ÷ 3	164 ÷ 222	2 ÷ 6	336÷ 397	ND	452 ÷ 743
114_SR	P	1 ÷ 2	616 ÷ 656	4 ÷ 6	1188÷ 1477	ND	2032÷2774
	S	3	221 ÷ 234	3÷ 14	360÷ 429	ND	584 ÷ 1078
115_SR	P	2 ÷ 3	451 ÷ 477	4 ÷ 8	1538÷ 1632	ND	2368÷2628
	S	1	150	7 ÷ 10	387÷ 430	ND	652 ÷ 836
119_SR	P	2	371 ÷ 400	6 ÷ 8	983 ÷ 1071	ND	4142 ÷ 6730
	S	2 ÷ 3	184 ÷ 194	6 ÷ 8	411÷ 639	ND	1233 ÷ 1289

3.2 Elaborazione dei dati sismici con tecnica tomografica

Per l'inversione dei dati sismici acquisiti è stato utilizzato il software Rayfract ver. 3.35 2016, che è un software di tomografia sismica che impiega le soluzioni Eikonali per il calcolo dei tempi di percorso e per la modellazione della diffrazione, la rifrazione e la trasmissione delle onde sismiche.

Dopo il controllo visivo sulla qualità dei dati, si effettua un picking dei primi arrivi, in modo da ipotizzare un preliminare modello di velocità, che può essere migliorato attraverso successive iterazioni, in quanto la fase di calcolo si conclude quando si ha la migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati e quelli misurati.

Il processing dei dati, prosegue con la fase di inversione tomografica detta WET (Wavepath Eikonal Traveltime), che permette il calcolo delle traiettorie d'onda (wavepath) attraverso le soluzioni alle differenze finite dell'equazione che esprime le modalità di propagazione di un'onda in un mezzo isotropo.

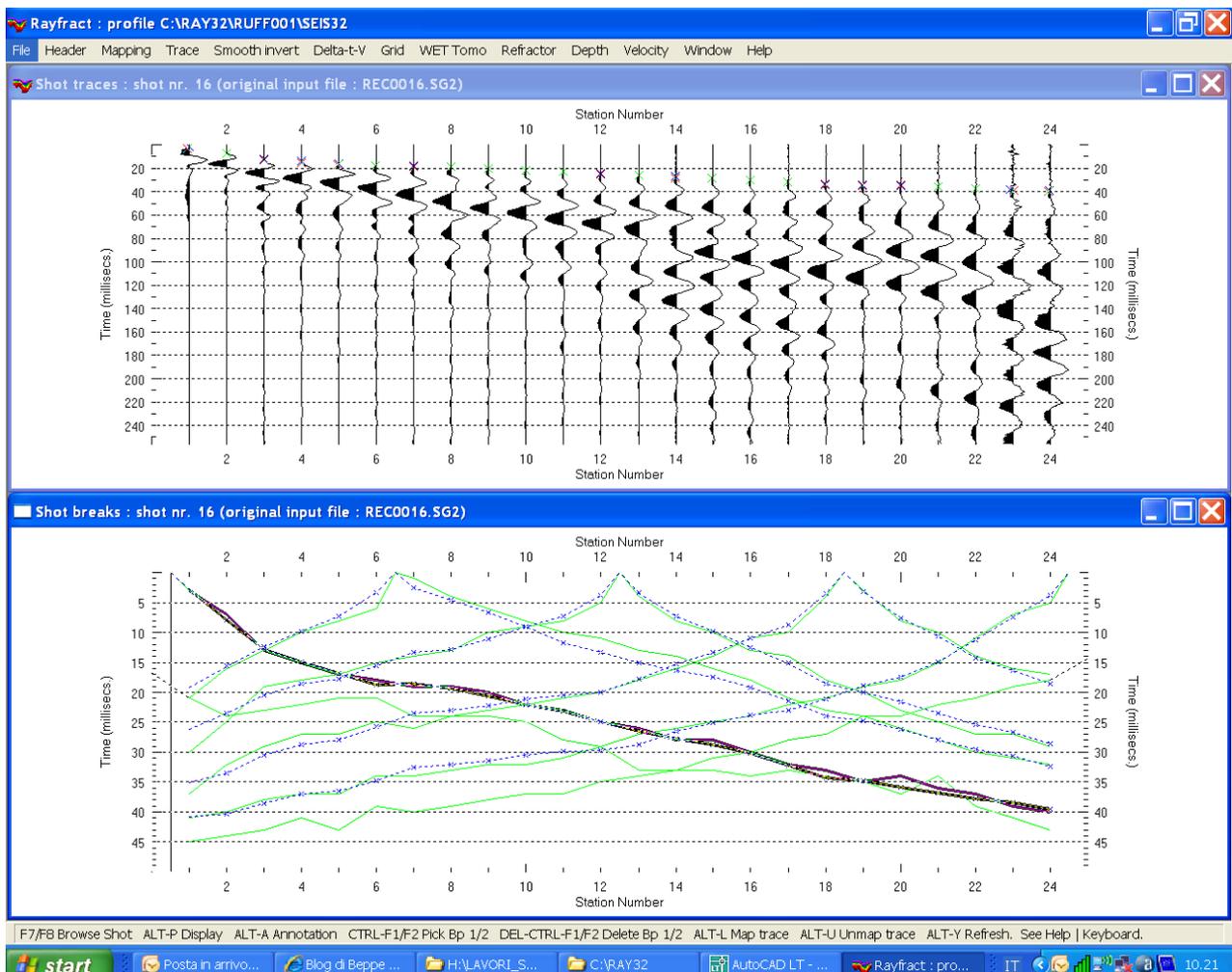


Figura 3-1: Confronto shot break primi arrivi e dromocrone

La tomografia WET modella i percorsi multipli della propagazione del segnale che contribuiscono ad un primo arrivo.

Il procedimento Eikonale, usato per il calcolo dei tempi di percorso, modella la diffrazione, la

rifrazione e la trasmissione delle onde sismiche.

Come conseguenza di ciò la capacità di fornire l'imaging di un'anomalia di velocità aumenta rispetto alla tomografia convenzionale del percorso di un raggio sismico.

I dati tomografici vengono quindi elaborati con un software di imaging, nel caso SURFER 9, che permette la visualizzazione secondo pseudosezioni verticali.

Relativamente ai risultati si rimanda agli allegati grafici che riportano in dettaglio le tomografie sismiche ottenute.

3.3 Elaborazione dei dati di sismica frequenziale – tecnica MASW

Come riportato al paragrafo 2.4, i dati sismici sono stati acquisiti per l'analisi frequenziale con tecnica MASW secondo le tecniche tradizionali di acquisizione:

- ZVF ossia con la sorgente di energizzazione ad impatto verticale e l'acquisizione della componente verticale delle onde di Rayleigh;
- THF ossia con la sorgente di energizzazione ad impatto orizzontale e l'acquisizione delle onde di Love.

I sismogrammi vengono elaborati secondo la trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, si tenta di identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh e Love da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, e disturbi antropici.

L'osservazione dello spettro consente di notare che le onde superficiali si propagano a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, per cui sulla base della teoria sviluppata e degli algoritmi di calcolo, e dell'analisi correlata dei diversi spettri, si ipotizzano e si modellano le preliminari *curve di dispersione*, che associano ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda.

La determinazione della curva di dispersione (*picking*) è un processo particolarmente complesso che non può essere lasciato ad algoritmi automatici di calcolo dei software ma deve essere sempre attentamente valutato dall'interprete.

Determinate le curve di dispersione si ricerca un primo modello sintetico che verrà modificato iterativamente per n volte, in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenerne uno a cui è associata una curva di dispersione sperimentale che ben approssima le curve di dispersione ricavate dai sismogrammi. Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta *fase di inversione*.

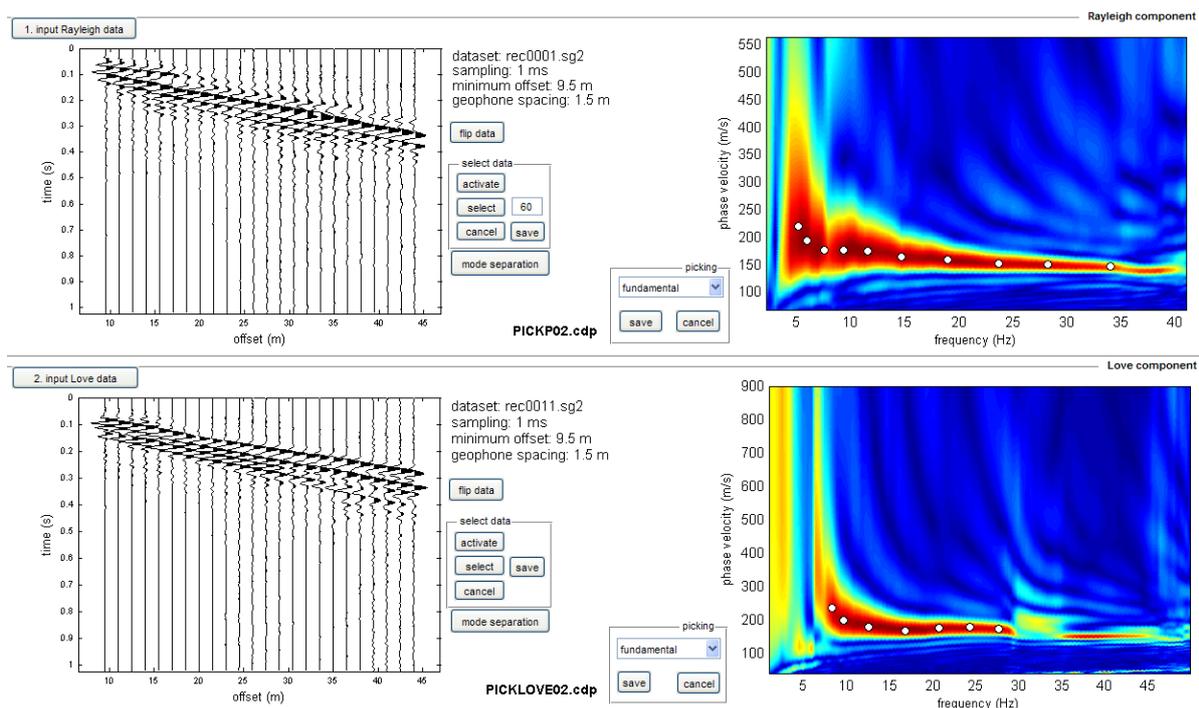


Figura 3.2: Picking della curva di dispersione congiunta (MASW ZVF+THF)

Le due fasi iterative di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'interprete poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico di inversione che lavora unicamente alla ricerca della soluzione matematicamente migliore, spesso non coincidente con la realtà fisica del sito.

I dati sono stati elaborati mediante il software commerciale "WinMASW ver. 6.0 Academy" prodotto dalla Eliosoft.

Il software presenterà come soluzione del processo d'inversione due modelli di Vs di cui:

- il modello "migliore" (in termini di minor misfit, cioè discrepanza tra curva osservata e calcolata);
- il modello medio calcolato secondo un'operazione statistica nota come MPPD (Dal Moro et al., 2007).

Come modello di Vs viene scelto modello medio, perché consigliato da bibliografia, anche se normalmente i due modelli non differiscono di molto.

3.4 Elaborazione dei dati microtremori – HVSR

Tutte le registrazioni di microtremori hanno avuto una durata di almeno 40 minuti, con lo strumento posizionato in posizione orizzontale, verificando la presenza di eventuali sorgenti puntuali di rumore antropico, e nel caso di giornate ventose, rimandando la misura a seguito di check negativo per la presenza di forte rumore di fondo.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1. le curve HVSR, ottenute col software Grilla in dotazione a TROMINO®, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), con parametri:
 - larghezza delle finestre d'analisi compresa fra 20 s e 60s in ragione dell'eventuale contesto di esecuzione delle misure e di potenziale rumore antropico;
 - lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
 - rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine / media a lungo termine) superiore ad 2;
 - rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
2. le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1.

Come riportato nelle schede di dettaglio in allegato, di ogni misura di microtremore è stata evidenziata l'affidabilità e l'eventuale presenza di picco secondo i criteri SESAME, ed è stata classificata secondo i criteri della "Proposta per una classificazione delle misure HVSR" (Albarello et al., 2010), si riporta di seguito la Tabella 3-14 di riepilogo dei risultati delle misure HVSR.

Tabella 3-2: Riepilogo risultati misure HVSR

ID	COD		FREQUENZA PICCO (Hz)	AMPIEZZA	CLASSE
1	109_HVSR	MASSOLINA	3.91	4.1	A1
2	110_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
3	111_HVSR		4.94	2.43	A2
4	112_HVSR	PELAGO	3.94	2.13	A2
5	116_HVSR	DIACCETO	1.34	1.76	A2
6	117_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
7	118_HVSR		10.44	2.49	A2

4 Glossario

V_p	Velocità di propagazione delle onde di pressione
V_s	Velocità di propagazione delle onde di taglio
V_{s30}	Velocità di propagazione delle onde di taglio, media nei primi 30 m
V_{sv}	Componente verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio
V_{sh}	Componente orizzontale della velocità di propagazione delle onde di taglio
V_a	Velocità apparente di propagazione delle onde elastiche
V_r	Velocità reale di propagazione delle onde elastiche
t	Tempo
f	Frequenza
H.....	Spessore dello strato
Onde P	Onde sismiche di pressione che sono le prime ad essere individuate in quanto le più veloci;
Onde S	Onde sismiche di taglio
Battuta S1.....	Prima battuta contro piastra per generazione onde S, con direzione ad esempio E-W;
Battuta S2.....	Seconda battuta contro piastra, con direzione coniugata rispetto ad S1, ad esempio W-E, per determinazione di first break delle onde S
FIRST BREAK	processo di interpretazione dei dati sismici per determinazione del primo arrivo delle onde sismiche, sia di tipo P che S;
ESAC.....	Extended Spatial AutoCorrelation
MASW	Multi-Channel Analysis Surface Waves
HVSR.....	Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo Nakamura rapporto spettrale tra le componenti del orizzontale e verticale dei microtremori
Inversione.....	Processo di fit per l'ottenimento di un modello sperimentale a partire da dati osservati, mediante il confronto iterativo delle differenze tra due serie di dati, definiti da un modello sperimentale (invertito) e da un modello diretto (sintetico).
MS	Microzonazione Sismica
MOPS.....	Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

5 Riferimenti normativi e bibliografici

5.1 Riferimenti normativi e specifiche tecniche

- [1] Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2008 “*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*”, e indicato anche con N.T.C. nel presente documento.
- [2] Indirizzi e Criteri di microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla conferenza delle Regioni e delle Province autonome;
- [3] Specifiche tecniche regionali: Allegato A alla DGRT n.261/2011, Appendice 1, Appendice 2
- [4] Istruzioni Tecniche per le indagini geologico-tecniche, geofisiche e geotecniche, statiche e dinamiche, finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana - Programma VEL Toscana – Del. GRT. n. 1343 del 18 dicembre 2000 e s.m.e.i.

5.2 Riferimenti bibliografici

- [5] Dal Moro G., 2008a, VS and VP Vertical Profiling and Poisson Ratio Estimation via Joint Inversion of Rayleigh Waves and Refraction Travel Times by means of Bi-Objective Evolutionary Algorithm, J. Appl. Geophysics (in stampa)
- [6] Dal Moro G., Pipan M., Forte E., Finetti I., 2003, Determination of Rayleigh wave dispersion curves for near surface applications in unconsolidated sediments, Proceedings SEG, 73st Annual Int. Mtg. (Dallas, Texas, Oct 2003)
- [7] Xia J., Miller R.D. and Park C.B.; 1999: Estimation of near-surface shear-wave velocity by inversion of Rayleigh waves. Geophysics. 64, 691-700.
- [8] Xia J., Miller R.D., Park C.B., Ivanov J., Tian G. and Chen C.; 2004: Utilization of high-frequency Rayleigh waves in near-surface geophysics. The Leading Edge, 23, 753-759.
- [9] Xia J., Miller R.D., Park C.B. and Tian G.; 2002: Determining Q of near-surface materials from Rayleigh waves. J. Appl. Geophys., 51, 121– 129.
- [10] Xia J., Miller R.D., Park C.B. and Tian G.; 2003: Inversion of high frequency surface waves with fundamental and higher modes. Jour. of Appl. Geophys., 52, 45–57.
- [11] Rix, G.J. and Lai, C.G. Model-Based Uncertainty in Surface Wave Inversion Proceedings, GeoCongress 2006, “Geotechnical Engineering in the Information Technology Age”, Atlanta, February 26-March 1, 2006. Paper Reference No. 11904.
- [12] Lai C.G., Wilmanski K. (Editors) Surface Waves in Geomechanics: Direct and Inverse Modeling for Soils and Rocks, CISM Lecture Notes No. 481, CISM-Springer Verlag, pp. 385, ISBN: 3-211-27740-4. CD with software programs for surface wave analysis is included.
- [13] Lai, C.G. “Chapter 3 – Surface Waves in Dissipative Media: Forward and Inverse Modelling” in Surface Waves in Geomechanics: Direct and Inverse Modeling for Soils and Rocks. Edited

-
- by C.G. Lai and K. Wilmanski, CISM Lecture Notes Vol. No. 481, Springer-Verlag, pp. 385, October 2005. ISBN: 3-211-27740-4. CD with software programs for surface wave analysis is included.
- [14] Rix, G.J. "Chapter 3 – Near-Surface Site Characterization Using Surface Waves" in Surface Waves in Geomechanics: Direct and Inverse Modeling for Soils and Rocks. Edited by C.G. Lai and K. Wilmanski, CISM Lecture Notes Vol. No. 481, Springer-Verlag, pp. 385, October 2005.
- [15] Lai, C.G., Foti, S., Rix, G.J. Propagation of Data Uncertainty in Surface Wave Inversion *Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 10(2), pp. 219-228, July 2005.
- [16] Lai, C.G., Rix, G.J., Foti, S., Roma, V. Simultaneous Measurement and Inversion of Surface Wave Dispersion and Attenuation Curves *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 22, No. 9-12, pp. 923-930, October-December 2002.
- [17] Rix, G.J., Lai, C.G., Spang, A.W. In Situ Measurements of Damping Ratio Using Surface Waves *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, Vol. 126, No.5, pp. 472-480, May 2000.
- [18] Lai, C.G., Foti, S., Godio, A., Rix, G.J., Sambuelli, L., Socco, V. Geotechnical Site Characterization Using Geophysical Techniques *Italian Geotechnical Journal*, RIG, Special Publication, No.3, pp. 99-118, September 2000.
- [19] Lai, C.G. Spectral Analysis of Surface Waves – Active Methods – Technical Recommendations *Italian Geotechnical Journal*, RIG, No.4, pp. 201-212. December 2000.
- [20] Lai, C.G., Rix, G.J. Inversion of Multi-Mode Effective Dispersion Curves *Proceedings, 2nd International Symposium on Pre-Failure Deformation Characteristics of Geomaterials*, IS Torino 99, Torino, Italy, September 26-29, 1999, Vol. I, pp. 411-418.
- [21] Lai, C.G., Rix, G.J. Simultaneous Inversion of Rayleigh Phase Velocity and Attenuation for Near- Surface Site Characterization Contract Report prepared for the National Science Foundation under Grant No. CMS-9402358, and the U.S. Geological Survey, Department of Interior, Report No. GIT-CEE/GEO-98-2, July, 1998, pp. 258.
- [22] Strobbia, C. Surface wave methods: acquisition, processing and inversion, Ph.D. Thesis, Politecnico di Torino, Italy, 2003.
- [23] Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute*. 30-1, pp 25-33.
- [24] Ibs-von Seht, M. y Wohlenberg, J. (1999). Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments. *Bulletin of Seismological Society of America*, Vol 89, pp 250-259.
- [25] Rohdewald, S., Burton, B., Sheehan, J., Doll, W., 2010, Processing of seismic refraction tomography data, SAGEEP short course notes, Keystone, Colorado.
- [26] Schuster, G.T., Quintus-Bosz, A., 1993, Wavepath eikonal travelttime inversion: Theory. *Geophysics*, Volume 58, 1314-1323.
- [27] Sheehan, J.R., Doll, W.E., Mandell, W., 2005, An evaluation of methods and available software
-

-
- for seismic refraction tomography analysis, JEEG, Volume 10(1), 21-34.
- [28] Watanabe, T., Matsuoka, T., Ashida, Y., 1999, Seismic travelttime tomography using Fresnel volume approach, SEG Houston 1999 Meeting, Expanded Abstracts.
- [29] White, D.J., 1989, Two-dimensional seismic refraction tomography, Geophysical Journal, Volume 97, 223-245.
- [30] Zelt, 2010, SAGEEP 2011 Seismic refraction shootout: blind test of methods for obtaining velocitymodels from first-arrival travel times.
- [31] Semih, S. Tezcan, Ali, Keceli, Zuhul Ozdemir, 2006, Allowable bearing capacity of shallow foundations based on shear wave velocity, Geotechnical and Geological Engineering (2006) 24: 203–218
- [32] Terzaghi, K. and Peck, R. B. (1967) Soil Mechanics in Engineering Practice , 2nd edn, John Wiley and Sons, New York.
- [33] Turesson, A (2007), A comparison of methods for the analysis of compressional, shear, and surface wave seismic data, and determination of the shear modulus, Journal of Applied Geophysics, 61, Elsevier
- [34] Orlando, L. Pelliccioni, G., (2010), P and PS data to reduce the uncertainty in the reconstruction of near-surface alluvial deposits, Journal of Applied Geophysics, 42, Elsevier
- [35] Aki K. (1957), Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bulletin of the Earthquake Research Institute 35:415-456
- [36] Dal Moro G. et al., (2007), Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via genetic algorithms and posterior probability density evaluation, J.Appl.Geophysics, 61, 39-55
- [37] M. Ali Ak (2006), An Analytical Raypath approach to the Refraction Wavefront Method, Geophysical Prospecting, 38, 971-982

**ALLEGATO TECNICO 1 - SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTI,
SENSORI, SOFTWARE DI ACQUISIZIONE ED ANALISI**



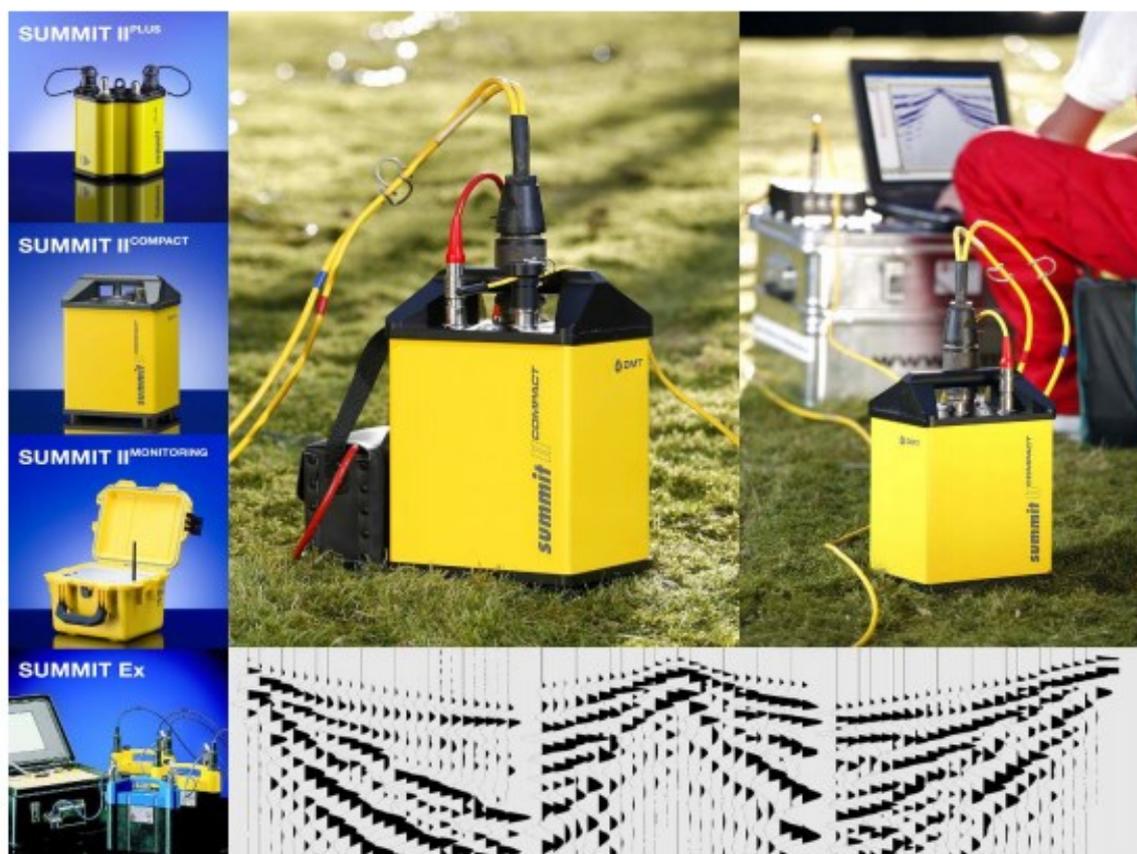
Summit II Compact

The Seismic 'Productivity System'!

The Summit II Compact is the most productive and robust seismic acquisition system for LVL measurements, borehole tomography, and VSP surveys: The twenty-four channel box in a solid metal casing with the Summit 'Plug & Trace' technology can be used in any environment for high speed production. The seismograph works as a stand alone system or several boxes can be linked together with the 'Snap-on' line cable to comprise a multi-channel seismic acquisition system.

Specialised for LVL and Engineering Seismics !

- Highest productivity due to its sophisticated system design
- For specialist applications such as LVL and engineering surveys
- Extremely robust, lightweight metal casing
- Supreme service via rapid reaction support hotline



Allegato 1. 1: Sismografo Summit

Technical Specifications	
Sample Interval	1/48, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8 ms
Record Length	0.5 K samples, ..., 120 K samples
Preamp Gain	0 dB, 20 dB or 40 dB
A/D Converter	24 bit delta sigma technology
Maximum Input Signal	2.0 Volt RMS 5.6 Volt peak to peak
Input Impedance	20 kOhm
Instantaneous Dynamic Range	≥ 120 dB @ 2 ms sampling interval
Equivalent Input Noise	Less than 0.3 μV RMS @ 2 ms sampling interval and 40 dB preamp gain
Crosstalk	≥ 112 dB (between channels)
Total Harmonic Distortion	≤ 0.0008 %
Common Mode Rejection Ratio	≥ 100 dB
Gain Accuracy	Typical 1 % (between all channels)
Time Accuracy	Typical 5 ppm (between all channels)
Power Supply	+ 9 - 18 VDC @ 0.2 W / channel
Dimensions	20.0 x 15.0 x 29.0 cm
Weight	4.9 kg
Analogue Anti-Alias Filter	7.2 kHz 6 dB/octave
Analogue Low-Cut Filter	1 Hz 6 dB/octave
Digital Anti-Alias Filter	0.8 x Nyquist
Rejection at Nyquist Frequencies	-120 dB
Passband Ripple	+/- 0.05 dB
Built-In Test Functions	- Sine wave - Pulse - Instrument noise - Geophone step - Sweep transfer - Auto correlation - Cross correlation
System Check	- Battery status - Equivalent input noise - Total harmonic distortion - Instantaneous dynamic range - Common mode rejection - Cross talk - Time accuracy
Geophone Check	- Impedance - Damping - Natural frequency - Noise - Leakage

Subject to technical changes

Environmental Specifications	
Operation Temperature	-30°C to + 70°C
Humidity Range	0 – 95 %
Case	Solid waterproof metal housing deployable in any surface environment

Overall System Performance and Flexibility

Typical Shot Cycling Time

- 10 seconds @ 1 ms sampling rate
- 2 K trace length with 256 channels inclusive data storage; reduced by using multiple USB

Mobile System Control

- via easy to handle standard PC / Laptop

Cables

- Simple low cost two-conductor wire for Snap-on technology or alternatively configured four wire round cable

Connectors

- 55 pin plug input connector
- Snap-on connector or four-wired round cable
- USB 2.0

DMT GmbH & Co. KG
Exploration & Geosurvey

Am Technologiepark 1
45307 Essen, Germany

Phone +49 201-172-1970

Fax +49 201-172-1971

info.summit@dmf.de

www.summit-system.de

Member of TÜV NORD Group



© Copyright DMT | All rights reserved | 02.2008

Allegato 1. 2: Specifiche tecniche Sismografo Summit

HORIZONTAL Geophones SM-6/U-B 10 Hz – SENSOR NEDERLAND b.v.

Specifications	INPUT/OUTPUT, INC.			
	SM-6/U-B			
Frequency				
Natural frequency (f_n)	8 Hz	10 Hz	14 Hz	
Tolerance	±0.5 Hz	±5%	±5%	
Maximum tilt angle for specified f_n	20°	25°	25°	
Typical spurious frequency	150 Hz	170 Hz	190 Hz	
Distortion				
Distortion with 0.7 in/s p.p coil-to-case velocity	<0.2%	<0.2%	<0.2%	
Distortion measurement frequency	12 Hz	12 Hz	14 Hz	
Maximum tilt angle for distortion specification	15°	20°	20°	
Damping				
Open-circuit damping	0.315	0.25	0.18	
Damping calibration-shunt resistance	2,257 Ω	1,339 Ω	645 Ω	
Damping with shunt	0.6	0.6	0.6	
Tolerance with shunt	±5%	±5%	±5%	
Resistance				
Standard coil resistance	375 Ω	375 Ω	375 Ω	
Tolerance	±5%	±5%	±5%	
Sensitivity				
Open-circuit sensitivity	28.8 V/m/s	28.8 V/m/s	28.8 V/m/s	(0.73 V/in/s)
Tolerance	±5%	±5%	±5%	
$R_c B_c f_n$	6,000 ΩHz	6,000 ΩHz	6,000 ΩHz	
Moving mass	11.1 g	11.1 g	11.1 g	(0.39 oz)
Maximum coil excursion p.p.	4 mm	4 mm	4 mm	(0.16 in)
Physical Characteristics				
Diameter	25.4 mm	25.4 mm	25.4 mm	(1 in)
Height	36 mm	36 mm	36 mm	(1.42 in)
Weight	81 g	81 g	81 g	(2.85 oz)
Operating temperature range	-40°C to +100°C	-40°C to +100°C	-40°C to +100°C	(-40°F to +212°F)
Limited Warranty Period*	2 years	2 years	2 years	
* Warranty excludes damage caused by high-voltage and physical damage to the element case.				
All parameters are specified at +20°C in the vertical position unless otherwise stated.				

Allegato 1. 3: Specifiche tecniche geofoni orizzontali 10 Hz – SENSOR NEDERLAND

VERTICAL Geophones GEOSPACE GS-20DX 14 Hz**Specifications** (*All parameters are specified at a temperature of 22°C*)

- **FREQUENCY:**
- Natural Frequency (fn): 14Hz
- Tolerance: +/- 5%
- Max. tilt angle for specified fn: 10 degrees
- Typical spurious frequency: > 250Hz
- **DISTORTION:**
- Distortion: ≤ 0.22 +/- 10 %
- Distortion measurement frequency: 14Hz
- Max tilt angle for distortion specification: Vertical
- **COIL RESISTANCE:**
- Standard: 395ohm
- Tolerance: +/- 5%
- **SENSITIVITY:**
- Sensitivity: 0.28 V/m/s (0.698 V/in/s)
- Tolerance: +/- 7.5%
- Moving Mass: 11.2 g (0.395 oz)
- Maximum coil excursion p.p.: 1.52 mm (0.060 in)
- **PHYSICAL CHARACTERISTICS:**
- Diameter: 25.4 mm (1 in)
- Height: 33.0 mm (1.26 in)
- Weight: 86 g (3.03 oz)
- Operating temperature range: -45 Celcius to +100 Celcius

Allegato 1. 4: Specifiche tecniche geofoni verticali 14 Hz – GEOSPACE

VERTICAL Geophones RTC 4.5 Hz 395 – R.T. CLARK companies**Specifications** (*All parameters are specified at a temperature of 22°C*)

- **FREQUENCY:**
- Natural Frequency (fn): 4.5Hz
- Tolerance: +/- 0.5Hz
- Max. tilt angle for specified fn: 10 degrees
- Typical spurious frequency: > 160Hz
- **DISTORTION:**
- Distortion: <= 0.2%
- Distortion measurement frequency: 12Hz
- Max tilt angle for distortion specification: Vertical
- **COIL RESISTANCE:**
- Standard: 395ohm
- Tolerance: +/- 5%
- **SENSITIVITY:**
- Sensitivity: 22.0 V/m/s (0.698 V/in/s)
- Tolerance: +/- 7.5%
- Moving Mass: 11.2 g (0.395 oz)
- Maximum coil excursion p.p.: 1.52 mm (0.060 in)
- **PHYSICAL CHARACTERISTICS:**
- Diameter: 25.4 mm (1 in)
- Height: 33.0 mm (1.26 in)
- Weight: 86 g (3.03 oz)
- Operating temperature range: -45 Celcius to +100 Celcius

Allegato 1. 5: Specifiche tecniche geofoni verticali 4.5 Hz – RTC CLARK

TROMINO®

La nuova generazione di sistemi per sismica a stazione singola e analisi vibrazionali

Sembra mite, è dinamite!



TROMINO® è il primo strumento realmente 'tutto in uno' per la registrazione sismica a stazione singola passiva ed attiva e per il monitoraggio delle vibrazioni.

TROMINO® è dotato di*:

- 3 canali velocimetrici per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a ± 1.5 mm/s ~)
- 3 canali velocimetrici per la registrazione di vibrazioni forti (fino a ± 5 cm/s ~)
- 3 canali accelerometrici per monitoraggio di vibrazioni
- 1 canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione)
- ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità
- modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie)

TROMINO® è la soluzione ideale negli ambiti

GEOLOGICO-TECNICO

- misura delle frequenze di risonanza dei suoli
- effetti di sito e microzonazione sismica (curve H/V, metodo di Nakamura)
- stratigrafia sismica passiva
- Vs30 da fit vincolato della curva H/V
- doppia risonanza suolo-struttura
- array sismici attivi o passivi tramite sincronizzazione di più unità via radio o GPS
- sismica a rifrazione a piccola-media scala per onde P e S, MASW, FTAN (**TROMINO®** + trigger)

INGEGNERISTICO

- misura dei modi di vibrazione delle strutture
- monitoraggio delle vibrazioni
- acquisizione sincronizzata da più unità via radio o GPS
- trasmissione di allarmi (superamento soglie)

Tromino Manager è il software per la gestione remota (via web) e via cavo di **TROMINO®**. **Tromino Manager** permette il salvataggio e la visualizzazione continua dei dati acquisiti in remoto, la segnalazione di allarmi (per superamenti di soglie) in diretta e via e-mail. **Tromino Manager** può segnalare allarmi anche relativi a reti di **TROMINO®** comunicanti via radio con un **TROMINO®** master.

TROMINO® opera nell'intervallo di frequenze 0.1 - 1024 Hz su tutti canali (fino a 32 kHz su 2 canali*) con conversione A/D > 24 bit equivalenti a 128 Hz.

Il tutto in un unico strumento **realmente portatile**:

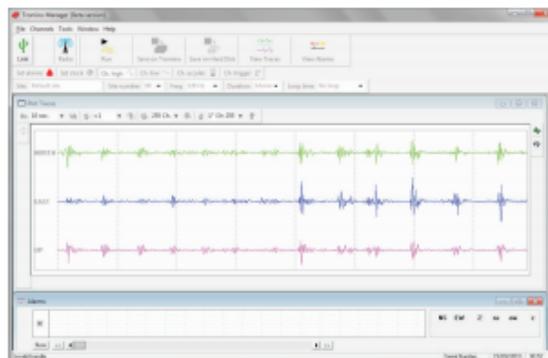
- nessun cavo esterno
- dimensioni minime (10 x 14 x 8 cm)
- peso minimo (~1 kg)

a **bassissimo consumo** (75 mW*):

- 2 batterie AA (1.5 V) garantiscono fino a oltre 100 h di registrazione in continua
- può essere alimentato da rete elettrica per monitoraggi prolungati

*specifiche variabili a seconda dei modelli

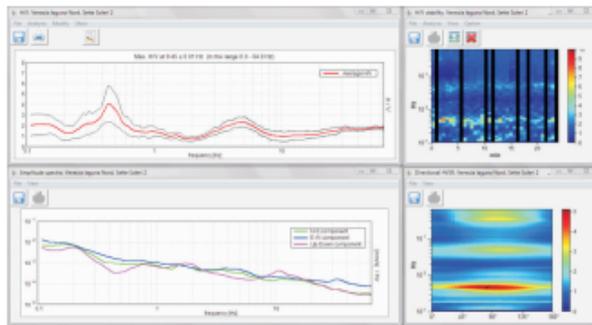
TROMINO® è un brevetto internazionale



Grilla è il software creato per archiviare, gestire, visualizzare ed analizzare le registrazioni di **TROMINO®**. *Grilla* è interattivo, di uso intuitivo e per ogni tipo di analisi produce un referto automatico.

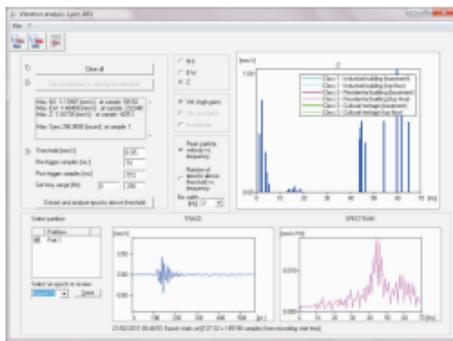
I diversi moduli di *Grilla* permettono di effettuare:

ANALISI H/V ESTESA. Analisi spettrale completa delle tracce, calcolo delle curve H/V per la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo, procedure di pulizia dei tracciati nel dominio del tempo e della frequenza, test sulla significatività dei picchi secondo le linee guida europee, metodo del sito di riferimento, determinazione delle frequenze dei modi di vibrare delle strutture con rimozione dell'effetto di sottosuolo, analisi direzionale, confronto tra analisi e registrazioni diverse, numerosi altri strumenti matematici di analisi. Referto automatico con tabelle e illustrazioni.



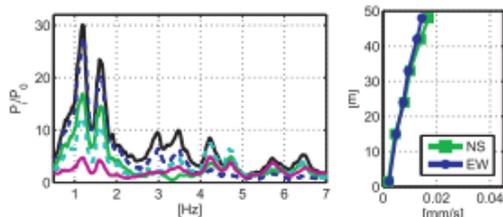
Modulo per analisi spettrale e H/V

ANALISI DI VIBRAZIONI. Modulo per l'estrazione di finestre temporali con segnale al di sopra di soglie date e per la loro analisi spettrale secondo le norme europee in materia di vibrazioni su strutture. Referto automatico con tabelle e illustrazioni.



Modulo per analisi di vibrazioni secondo le norme europee

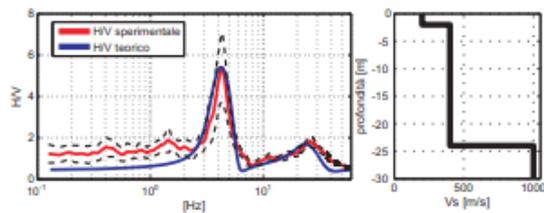
ANALISI MODALE DELLE STRUTTURE. Modulo per il calcolo delle frequenze e delle forme dei modi di vibrazione delle strutture.



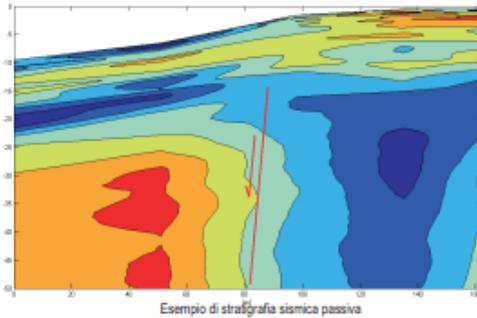
Database per la gestione integrata delle tracce di **TROMINO®** e **SoilSpy Rosina**

FIT VINCOLATO DI CURVE H/V PER PRODURRE PROFILI DI Vs E STIMA DEL Vs30. Strumento di modellazione di curve H/V teoriche basato su onde di superficie (Rayleigh e Love) a partire da modelli di sottosuolo inseriti dall'utente o in modo semiautomatico.

FIT CONGIUNTO DI CURVE H/V E CURVE DI DISPERSIONE. Modulo per il fit congiunto di curve H/V e spettri di velocità di fase delle onde di superficie (curve di dispersione) provenienti da indagini in array attive (MASW ecc.) e passive (ReMi™, ESAC, SPAC ecc.). Consulta la brochure di Micromed **SoilSpy Rosina**.



Modulo per ricostruzione di un profilo di Vs a partire da fit vincolato della curva H/V



Esempio di stratigrafia sismica passiva

E per chi non ha ancora **TROMINO®**? *Grilla Paws* è la versione ridotta di *Grilla* per raccogliere in un database, gestire e analizzare registrazioni a stazione singola e multicanale acquisite con strumenti diversi da **TROMINO®** e **SoilSpy Rosina**.

micromed s.p.a.

Via Giotto, 2 - 31021
Mogliano Veneto (TV) - ITALY
Tel. +39 041 5937000
Fax. +39 041 5937011
e-mail: info@tromino.it
web: www.tromino.eu
www.micromed.eu



Distribuito da:

TRO.IT-4.00

Rayfract® Seismic Refraction/Borehole Tomography software Intelligent Resources Inc.
Subsurface velocity structure imaging for geotechnical engineering and exploration

Rayfract® software allows reliable imaging of subsurface velocity with modelling of propagation of seismic first break energy. Import the seismic data and define the 2D profile geometry. Pick or import first breaks. Run our Smooth inversion method to objectively image velocity structure, even with extreme topography and strong lateral velocity variation. No assignment of traces to refractors required.

The initial 1D-gradient model is determined automatically from the travel time data, with our DeltatV (improved Wiechert-Herglotz) method. This method gives a good initial fit between modeled and picked times, even with velocity inversions.

The initial model is refined with WET Wavepath Eikonal Traveltime tomographic inversion, aka Fresnel Volume Tomography. While conventional ray tracing is limited to modeling just one ray per first break, WET models multiple signal propagation paths contributing to one first break. Our Eikonal solver used for traveltime field computation explicitly models diffraction besides refraction and transmission of seismic waves.

Rayfract® supports any surface-based 2D recording geometry, including roll-along seismic reflection lines. Add uphole refraction shots to constrain the WET tomography solution. Allows crosshole and multi-offset VSP survey interpretation.

Use our conventional Wavefront and Plus-Minus methods to obtain alternative interpretations, in case of true layering of the subsurface geology. Assign traces to refractors interactively or automatically.

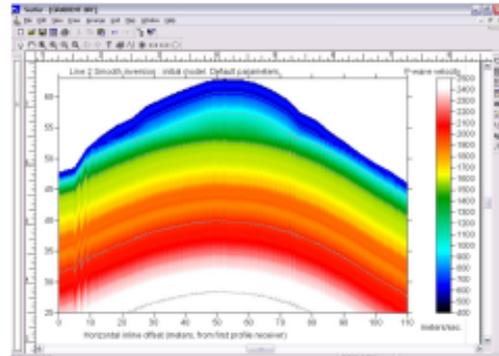
Specifications

- Requires Golden Software Surfer® 8, 9 or 10 for automatic plotting and interactive editing of tomography output
- Runs under Microsoft Windows® 2000, XP, Vista and Windows® 7 both 32 and 64-bit
- Max. 360 traces per shot, 500 shots per profile
- Define your own irregular receiver spread types
- Geometrics, ABEM, BISON, DMT SUMMIT, OYO, SEISMIC SOURCE COMPANY, SEISTRONIX SEG-2 data import
- Import ASCII, Interpex GREMIX, OYO SEISREFA, Rimrock PIK, EarthFX VIEWSEIS, W_GeoSoft WINSISM, OPTIM LLC SEISOPT, Geometrics SEISIMAGER, Tweeton GeoTomCG files with first break times and geometry
- Use overlapping receiver spreads to simulate one long spread. Use offset shots for depth penetration
- Build own model with Surfer®. Synthesize traveltime data by forward modeling propagation with Rayfract®
- Interpret P-wave and S-wave data for same line, and map dynamic Poisson's ratio with Surfer® Grid Math
- Interpret downhole VSP and crosshole surveys
- Min. / max. sample rate of 1 microsecond / 1 second
- Max. 20,000 samples per trace
- Handle Surfer® grid files with up to 640,000 nodes, up to 1,280,000 nodes with Pro Annual Subscription license
- Flexible trace display and frequency filtering
- Automatic & interactive first break picking
- Automatic, interactive assignment of traces to refractors
- Import/export picks & geometry from/to ASCII files
- Uses multiple CPU cores, for fast back-projection of residuals along Fresnel volumes, with SIRT algorithm
- Pro Annual Subscription license for long lines recorded with marine/land streamer. Uses all installed RAM, up to 64 GB.

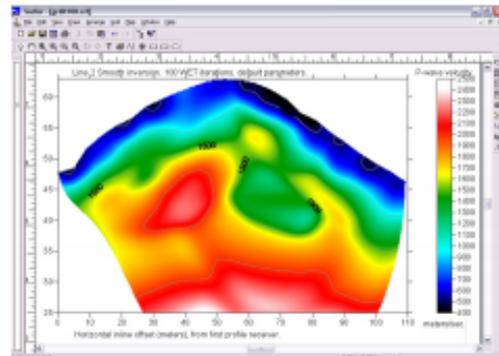
Copyright © 1996–2012 Intelligent Resources Inc. All rights reserved. Contact us at

Intelligent Resources Inc.
142 - 757 West Hastings Street
Vancouver B.C. V6C 1A1 , Canada

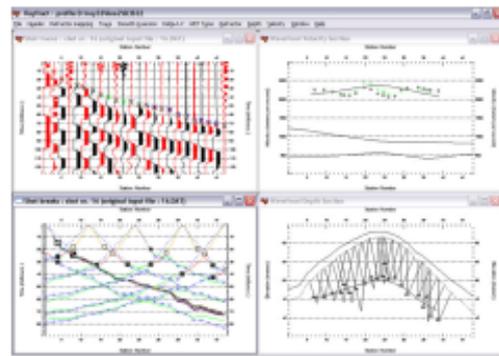
Phone 1 604 782-9845 Fax 1 604 408-8678
E-mail sales@rayfract.com Web http://rayfract.com



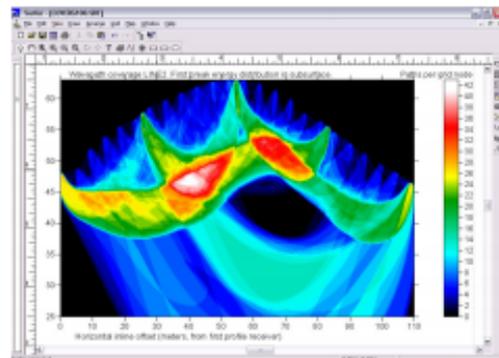
1D-gradient initial model : horizontally averaged DeltatV



Final WET inversion output, after 100 WET iterations



Conventional Wavefront interpretation. Note diving waves.



WET subsurface coverage with first break energy

Allegato 1. 8: Software Rayfract ver. 3.24 per tomografia sismica



SWAN (Surface waves analysis)



Potente software per l'elaborazione di dati sismici - perfetto anche per la valutazione della Vs30

SWAN è il software per analisi ed interpretazione di dati di natura sismica.

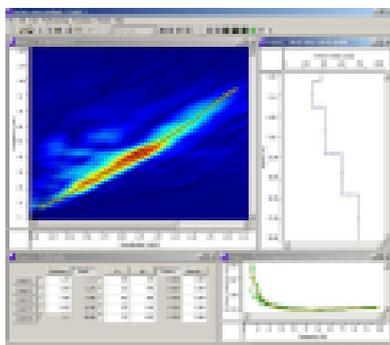
- ☒ **MASW e SASW** (Multi-Channel Analysis of Surface Waves - Spectral Analysis of Surface Waves)
- ☒ **REMI** (Refraction Microtremors)

La metodologia **MASW e SASW** permette una dettagliata ricostruzione della distribuzione delle velocità di propagazione delle onde superficiali (S e P) nei primi metri del sottosuolo; mentre, la tecnica **REMI**, permette, a scapito di una minore accuratezza nei primi metri, di raggiungere profondità maggiori. Entrambe le metodologie di indagine sono molto convenienti sia sul lato economico sia sul tempo richiesto per effettuare le misure e le analisi.

SWAN si presta a diversi livelli di utilizzo, senza per questo compromettere la qualità dei risultati ottenuti. E' un potente strumento sia per chi si interessa ad approfondire le conoscenze in materia sismica, sfruttando l'utilità dei vari strumenti messi a disposizione; sia per il professionista che si vuole limitare ad una semplice e veloce interpretazione dei dati di campagna raccolti.

Principali caratteristiche del software sono:

- ☒ Analisi di sezioni bidimensionali del terreno su dati raccolti mediante acquisizioni multiple, ottenute tramite la traslazione dell'array dei ricevitori.
- ☒ Interfaccia grafica studiata per rendere semplice l'uso degli strumenti disponibili, come:
 - ☒ Impostazione dei parametri che definiscono il modello sintetico per l'inversione del modello del terreno in modalità interattiva.
 - ☒ Picking dello spettro per l'estrazione della curva di dispersione.
 - ☒ Editing della curva di dispersione sperimentale.
- ☒ Algoritmi di calcolo complessi, veloci ed efficienti:
 - ☒ calcolo spettro FK, FV, FX.
 - ☒ molteplici finestre di windowing (boxcar, hamming, hanning, blackman,...).
 - ☒ parametrizzazione del modello sintetico del terreno fino a 30 strati.
 - ☒ controllo dei principali parametri dell'inversione (numero massimo delle iterazioni, tolleranza sui parametri, quantificazione del disturbo).
- ☒ Esportazione delle immagini nei più comuni formati grafici.
- ☒ Editing della curva di dispersione sperimentale.



L'elaborazione dei dati di campagna si compone delle seguenti fasi:

- ☒ Pre-processing, per:
 - ☒ Pulizia da fenomeni di disturbo sul segnale utile, dovuto a sorgenti ambientali non controllabili.
 - ☒ Assemblaggio di array virtuali, per ovviare alla limitazione del numero di geofoni disponibili in campagna.
- ☒ Analisi spettrale, mediante FFT, del sismogramma ottenuto, condotta mediante l'utilizzo di vari parametri matematici, che consentono di adattarsi alle esigenze dell'utente.
- ☒ Estrazione (manuale od automatica) della curva di dispersione sperimentale, e sua visualizzazione nel dominio della frequenza o della lunghezza d'onda.
- ☒ Generazione di una curva di dispersione, basata su modello sintetico del terreno, mediante la caratterizzazione, per ciascuno strato, dello spessore dello strato stesso, della velocità delle onde S, della velocità delle onde P, della densità del terreno.
- ☒ Inversione del modello sintetico in modalità interattiva o automatica.

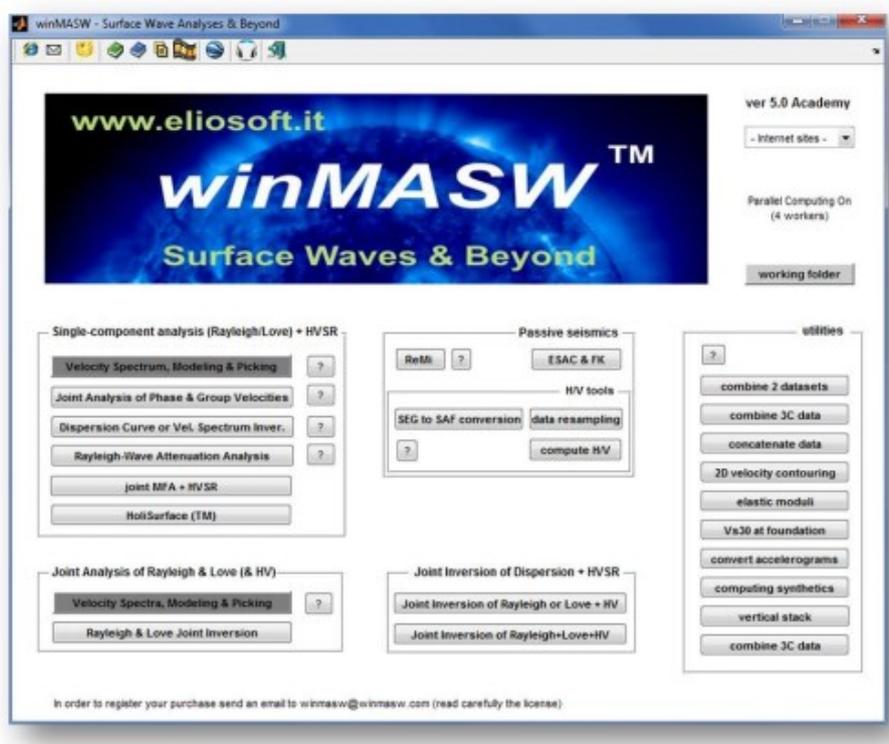
(Inversione basata sulle velocità delle onde S o sugli spessori degli strati).

☒ A seguito della interpretazione eseguita viene fornito anche il valore della Vs30 del sito, consentendone la classificazione secondo le normative tecniche, attualmente in corso, in materia di progettazione antisismica.

Allegato 1. 9: Software Swan per tecnica MASW e REMI



Software per la determinazione di spettri di velocità di fase (MASW, ReMi, ESAC e FK) e gruppo (MFA), la modellazione e l'inversione (anche multimodale) delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh e Love (anche congiuntamente), l'analisi delle curve di attenuazione delle onde di Rayleigh per la stima dei fattori di qualità Q, la stima del periodo proprio di sito da equazione della risonanza e determinazione e modellazione del rapporto spettrale H/V.



Il software *winMASW* consente di analizzare dati sismici per ricavare il profilo verticale della V_s (velocità delle onde di taglio) secondo i seguenti metodi:

- Analisi *MASW* (onde di Rayleigh & Love, anche congiuntamente)
- Analisi *ReMi*
- Analisi *ESAC e FK*
- *HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio)* (si raccomanda la loro analisi congiuntamente ad analisi di dispersione)
- Modellazione 1D tempi onde rifratte
- Interfaccia grafica per la suite del Prof. Herrmann per la generazione di sismogrammi sintetici e conseguentemente: inversione degli spettri di velocità *full waveform* senza necessità di *picking* o interpretazione dei modi
- Analisi attenuazione onde di Rayleigh per stima fattori di qualità Q_s
- Interfaccia grafica per la generazione di sismogrammi sintetici (open-source codes del Prof. Herrmann)

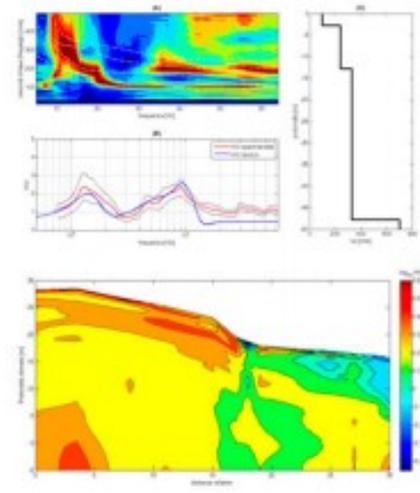
Allegato 1. 10: Software WinMASW Academy 6.0 per tecnica MASW-REMI-ESAC e fattore di qualità



I nostri Prodotti

- » Sismica e vibrazioni
- » Geoelettrica
- » Software
 - > Grilla
 - Tromino® Manager

Stazione	Profondità	Velocità							
1	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
3	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
5	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
6	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
7	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
9	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10	0.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000



[Home](#) [Azienda](#) [Contatti](#)

[Prodotti](#) [Training](#) [Eventi](#) [Applicazioni](#) [News](#) [Support](#)

GRILLA

Grilla è il software per lo scaricamento dei dati di TROMINO® e SolSpy Rosina, per la loro archiviazione in un database e la loro analisi.

Grilla è articolato in moduli che consentono di effettuare:

- Analisi spettrali (nel tempo, nello spazio, direzionalità)
- Analisi H/V secondo linee guida internazionali e nazionali
- Fit vincolato della curva H/V per ottenere profili di Vs e classificazione sismica di sito
- Analisi multicanale di onde di superficie, sia Rayleigh che Love (SASW, MASW, ReMITM, ESAC, SPAC, altre correlazioni speciali)
- Fit delle curve di dispersione delle onde di superficie per profili di Vs e classificazione sismica di sito
- Fit congiunto delle curve H/V e di dispersione delle onde di superficie
- Analisi vibrazionali secondo UNI 9916, DIN 4150
- Piccola analisi modale delle strutture (frequenze dei modi di vibrare, deformate)

Grilla viene aggiornato costantemente seguendo lo stato dell'arte pubblicato sulle più accreditate riviste geofisiche peer-reviewed internazionali.

Grilla produce report automatici completi di immagini per le diverse analisi e permette l'importazione nel database e l'analisi anche di registrazioni di strumenti non proprietari.

Micromed S.p.A.
via Giotto, 2 - 31021 | Mogliano Veneto (TV) - ITALY
info@tromino.it | Partita IVA 03906850262
Site Vers. 3.2 | 01/07/2011



© 2011 Micromed S.p.A. | credits
[home](#) | [azienda](#) | [contatti](#)
[prodotti](#) | [news](#) | [download](#)

Allegato 1. 11: Software grilla per analisi microtremori

**ALLEGATO TECNICO 2 – RISULTATI OTTENUTI DALLE STESE
SISMICHE A RIFRAZIONE E PROVE MASW**

- I. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 107_SR ONDE P – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRAFIE**

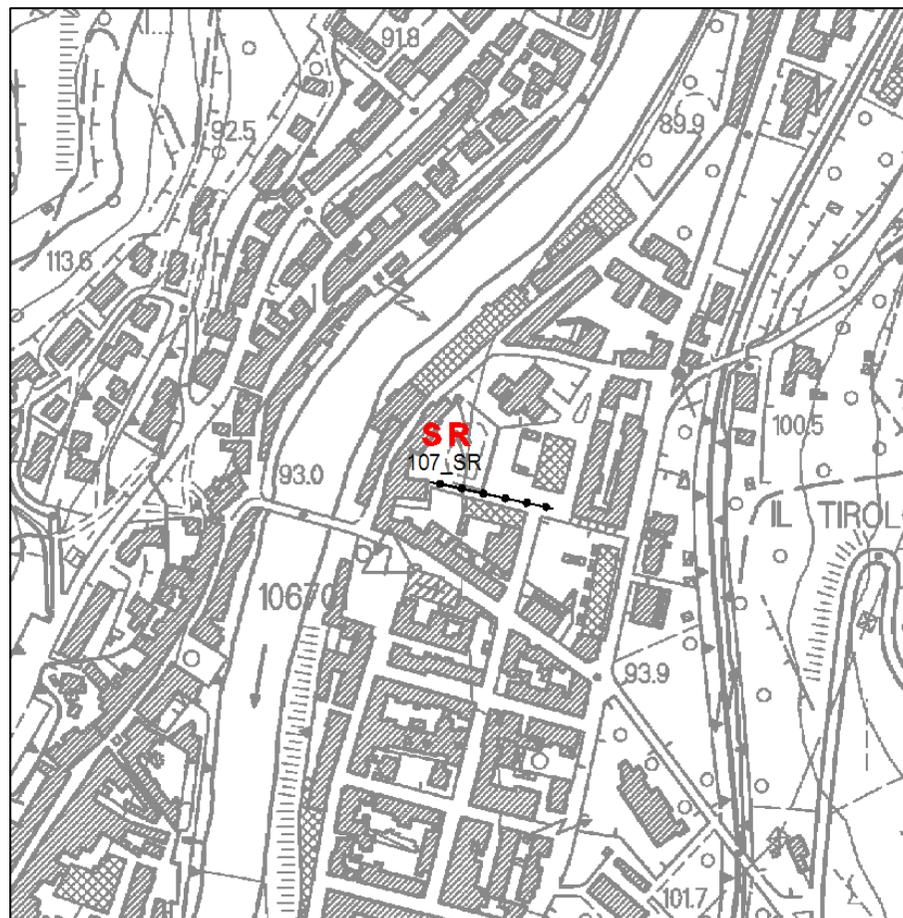
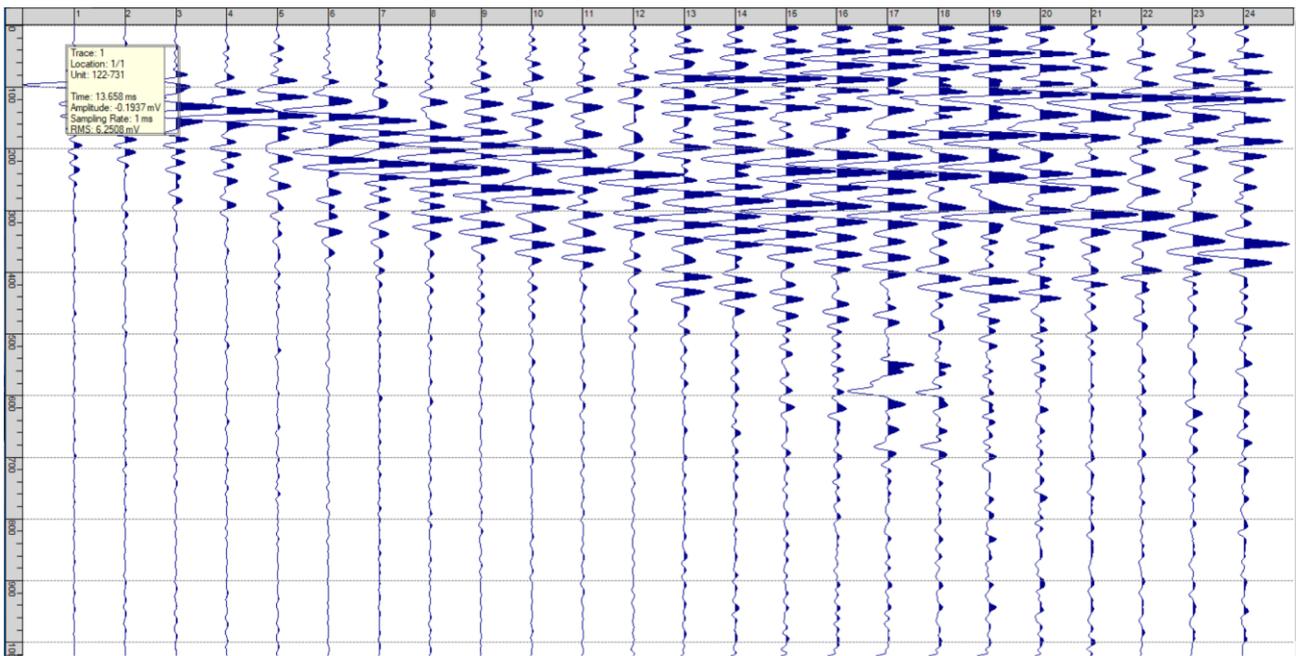
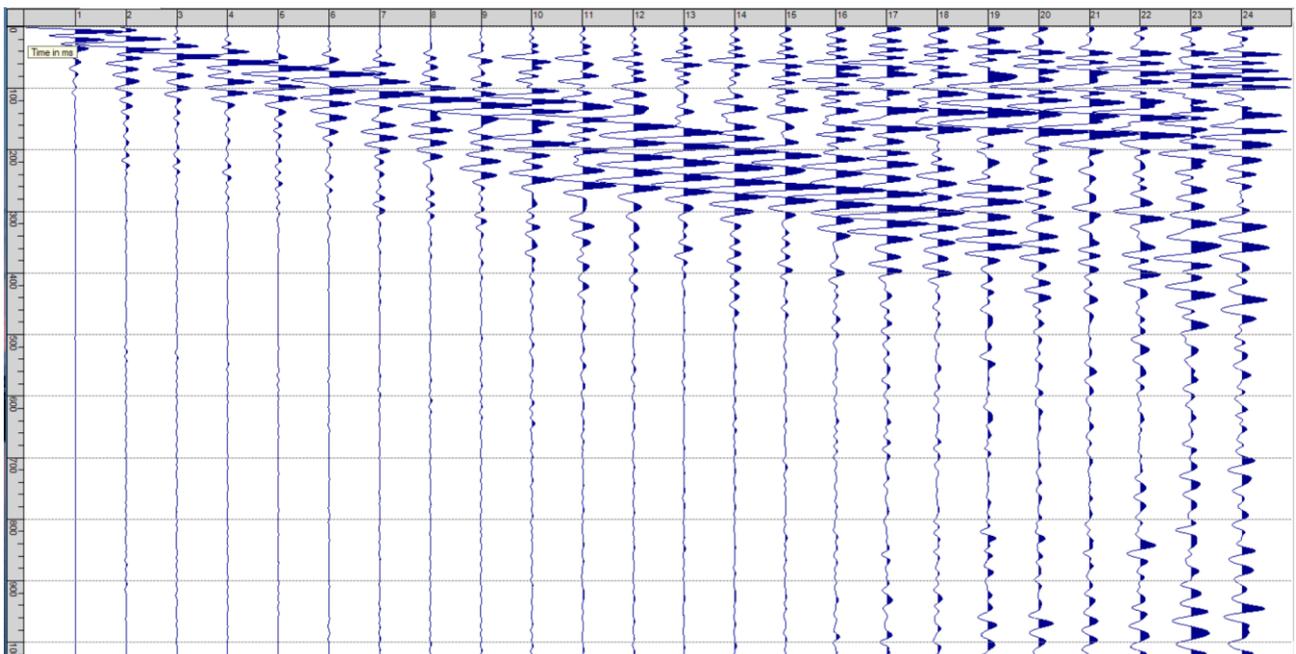


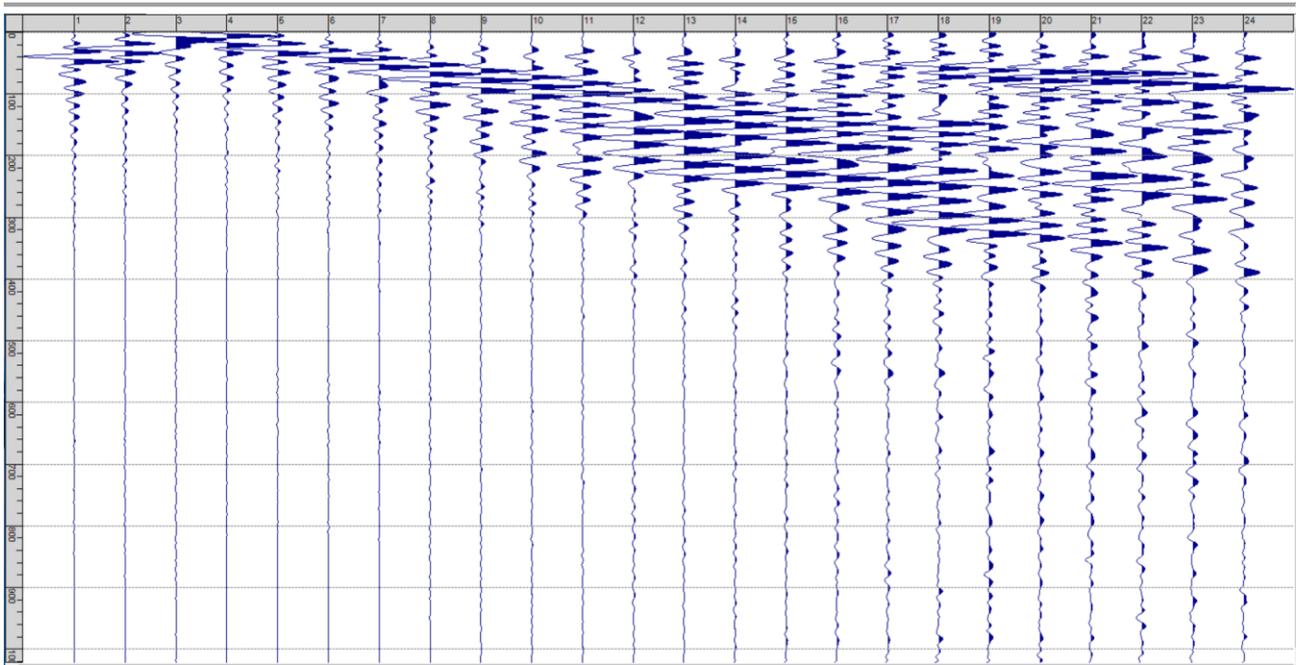
Fig. I-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



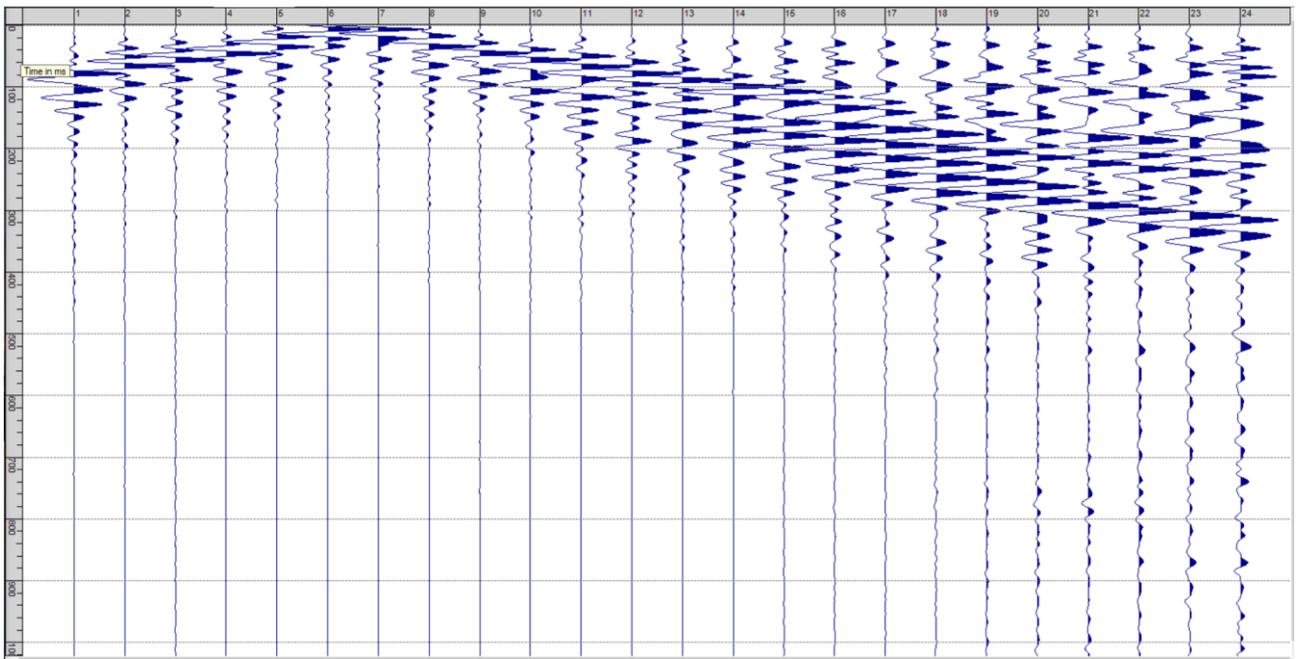
Sism. I-1: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



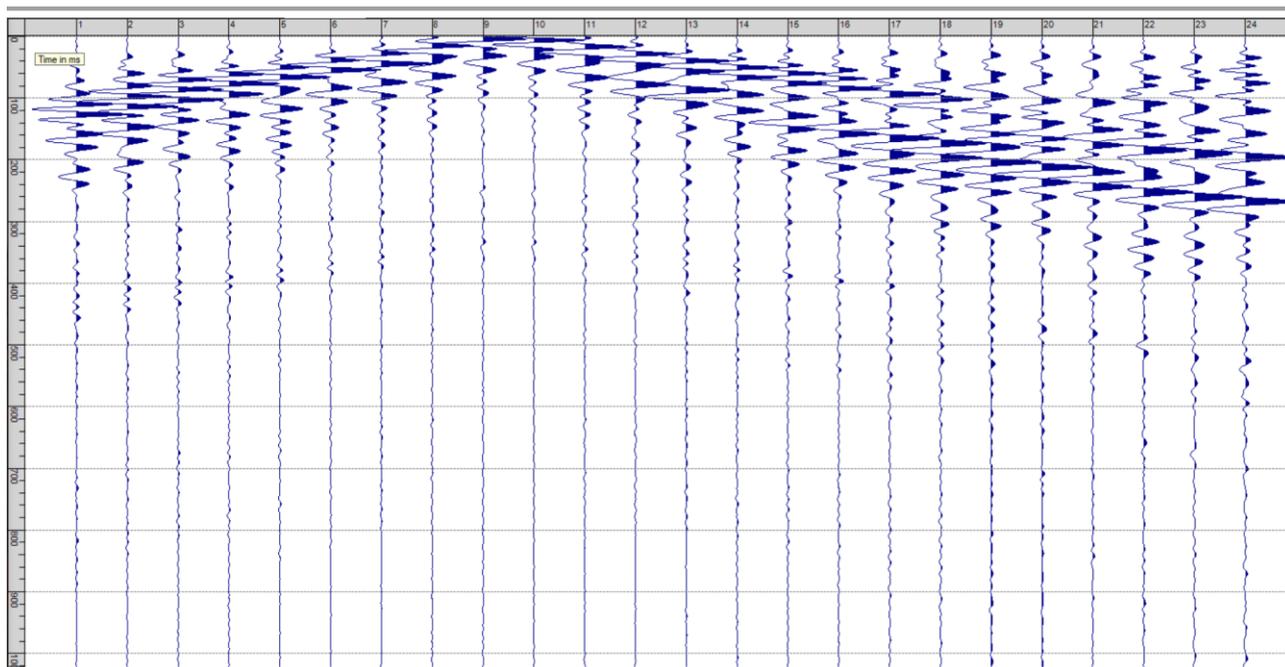
Sism. I-2: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



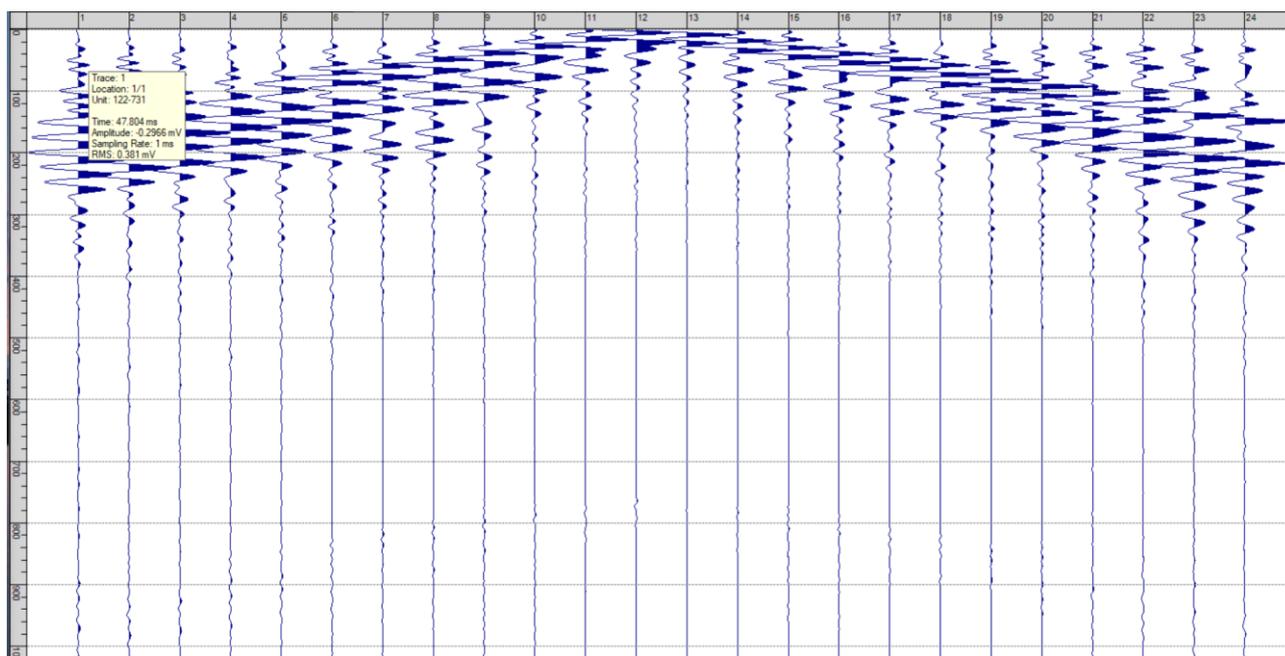
Sism. I-3: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



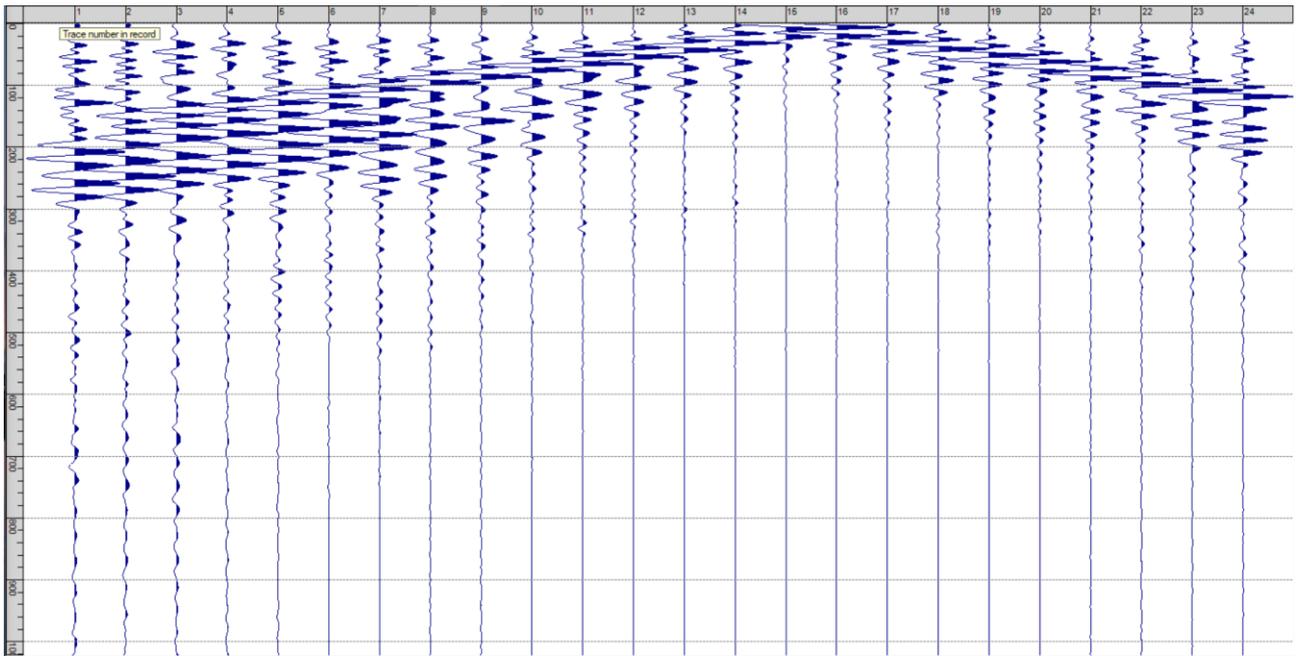
Sism. I-4: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza



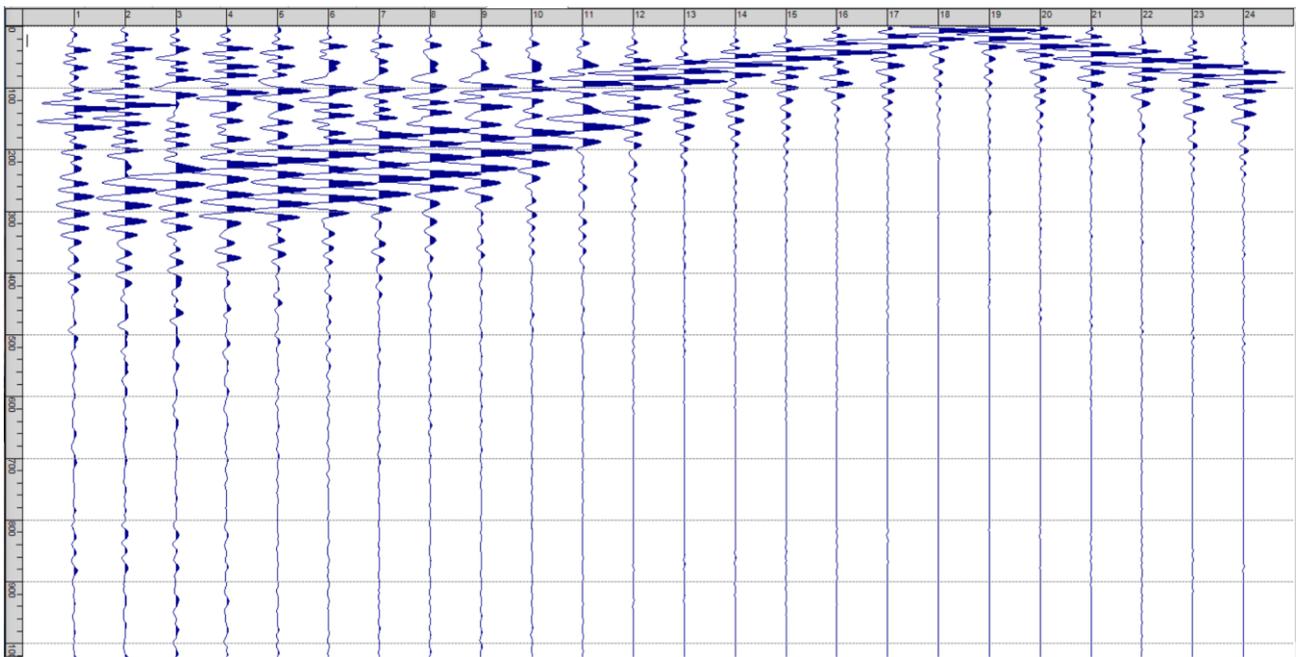
Sism. I-5: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



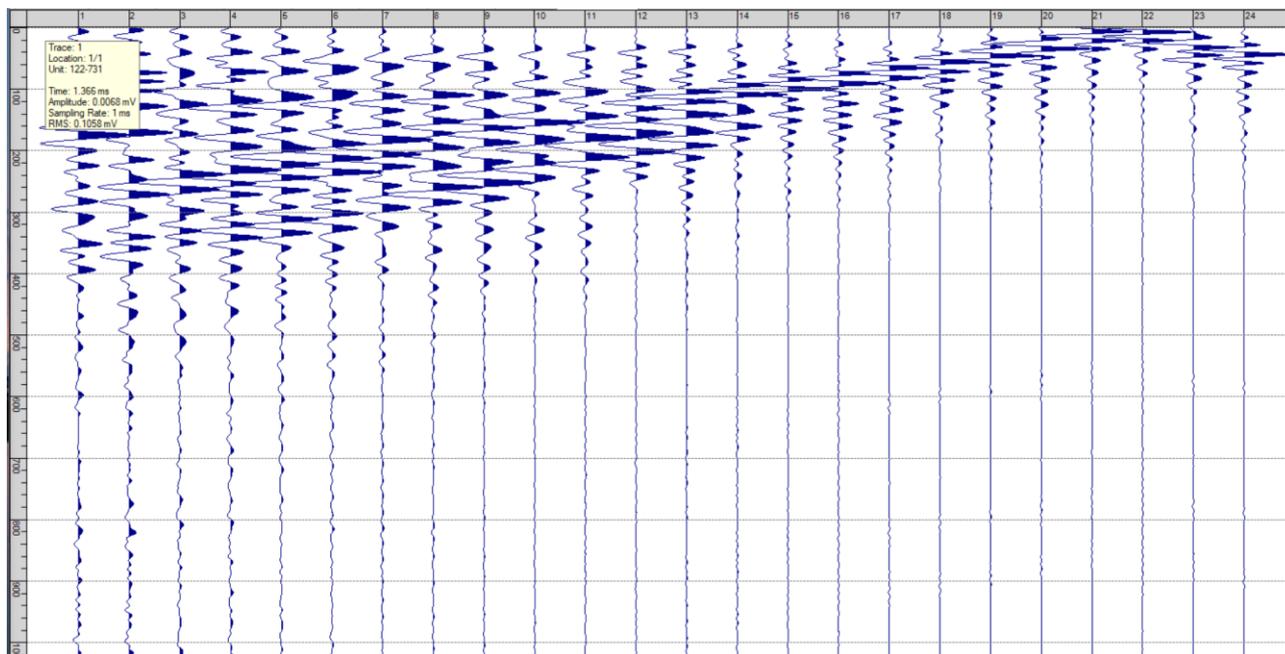
Sism. I-6: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



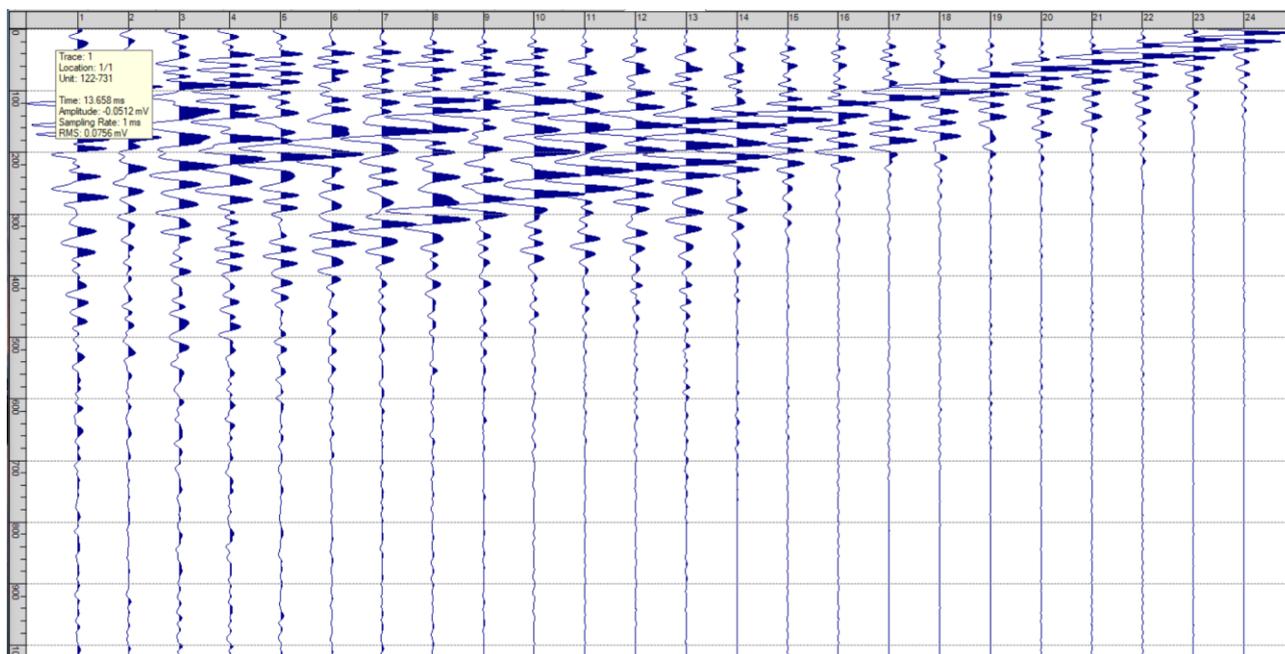
Sism. I-7: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



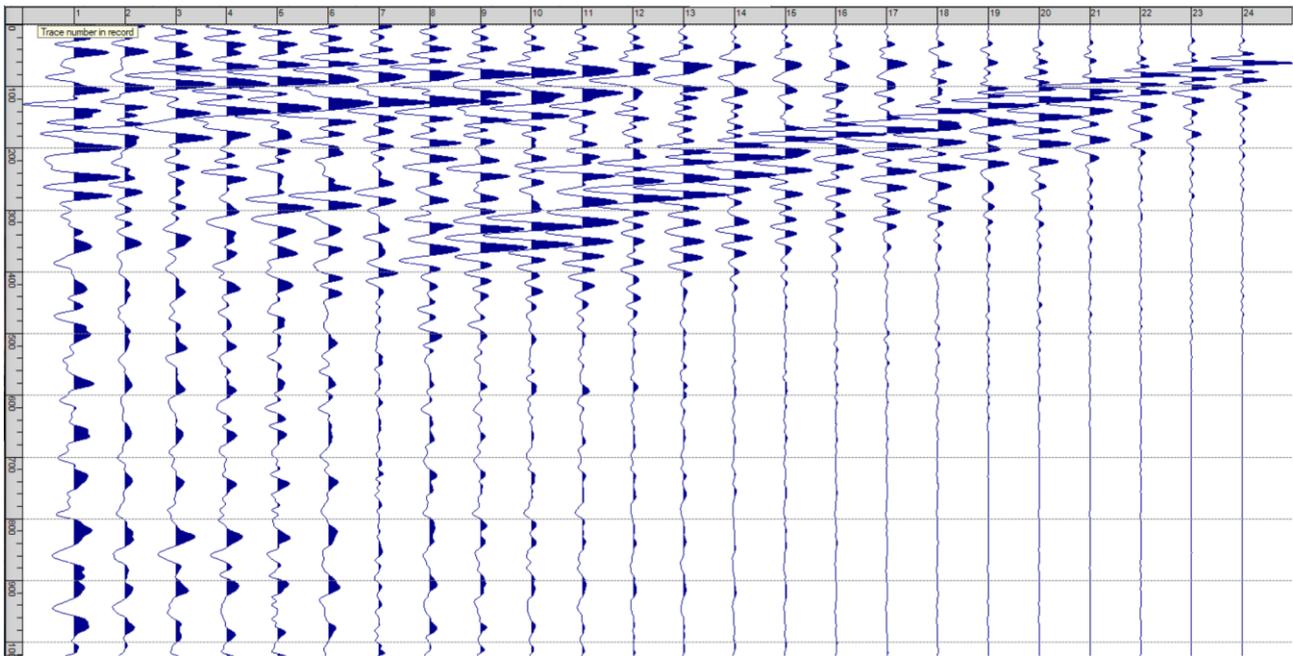
Sism. I-8: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. I-9: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza



Sism. I-10: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza



Sism. I-11: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza

Tab. I-1: Stesa sismica 107_SR ONDE P - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40	42.5	45	47.5	50	52.5	55	57.5
DISTANZA PARZIALI [m]	-	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
QUOTA [m]	89.3	89.4	89.4	89.5	89.5	89.6	89.7	89.7	89.8	90.0	90.0	90.1	90.1	90.2	90.2	90.3	90.3	90.3	90.4	90.4	90.5	90.5	90.6	90.6

Tab. I-2: Stesa sismica 107_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-12.50	-1.25	6.25	13.75	21.25	28.75	36.25	43.75	51.25	58.75	70.00
QUOTA [m]	89.0	89.4	89.6	89.8	90.1	90.1	90.3	90.4	90.6	90.7	91.0

Tab. I-3: Stesa sismica 107_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	8	2	7	18	23	24	24	25	29	34	37
2	2.5	10	3	5	17	22	23	23	25	28	33	36
3	5	11	6	1	14	21	22	22	24	28	32	35
4	7.5	13	11	1	11	20	20	22	23	27	30	35
5	10	14	14	4	6	18	20	21	24	27	31	34
6	12.5	17	15	9	-	15	18	20	22	26	29	35
7	15	18	17	13	1	11	17	19	22	25	28	35
8	17.5	19	20	16	6	5	16	19	21	24	28	35
9	20	21	21	18	11	1	12	18	22	23	27	35
10	22.5	22	22	20	13	1	9	17	20	22	26	34
11	25	22	23	21	15	3	6	16	20	21	26	34
12	27.5	22	24	22	16	10	2	14	18	20	25	33
13	30	23	24	22	18	14	2	11	17	19	25	32
14	32.5	24	25	23	18	18	5	4	15	18	23	32
15	35	25	25	23	19	19	11	1	13	18	22	31
16	37.5	26	26	24	20	20	15	2	9	17	22	31
17	40	26	26	25	21	21	16	5	3	13	21	29
18	42.5	26	27	25	22	22	17	10	1	10	19	28
19	45	27	27	26	23	22	19	14	2	7	17	28
20	47.5	29	27	27	23	23	20	17	3	4	15	25
21	50	30	29	27	25	24	21	19	11	1	13	24
22	52.5	31	30	28	26	24	21	20	13	2	10	24
23	55	31	32	28	27	25	23	22	19	4	6	22
24	57.5	33	34	29	29	27	24	23	21	8	2	21

Tab. I-4: Stesa sismica 107_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	89.40	716	87.42	1693	80.31	4172
1.5	1.25	89.40	716	87.38	1656	80.35	4218
2	2.5	89.40	716	87.33	1631	80.40	4265
2.5	3.75	89.45	716	87.31	1606	80.45	4309
3	5	89.50	716	87.29	1576	80.51	4346
3.5	6.25	89.55	716	87.25	1563	80.56	4373
4	7.5	89.60	716	87.20	1568	80.63	4384
4.5	8.75	89.60	711	87.10	1578	80.70	4384
5	10	89.60	707	87.00	1587	80.78	4377
5.5	11.25	89.65	699	86.95	1606	80.86	4368
6	12.5	89.70	691	86.91	1630	80.95	4354
6.5	13.75	89.75	684	86.88	1658	81.03	4332
7	15	89.80	676	86.87	1689	81.12	4300
7.5	16.25	89.85	666	86.87	1708	81.20	4261
8	17.5	89.90	656	86.88	1737	81.28	4233
8.5	18.75	89.95	648	86.90	1772	81.36	4189
9	20	90.00	640	86.94	1793	81.43	4113
9.5	21.25	90.05	635	86.99	1798	81.51	4018
10	22.5	90.10	631	87.05	1799	81.58	3930
10.5	23.75	90.10	630	87.07	1799	81.66	3840
11	25	90.10	629	87.10	1805	81.73	3731
11.5	26.25	90.10	630	87.14	1786	81.80	3621
12	27.5	90.10	632	87.19	1753	81.85	3517
12.5	28.75	90.15	637	87.30	1718	81.89	3413
13	30	90.20	642	87.43	1672	81.92	3318
13.5	31.25	90.20	648	87.52	1618	81.93	3233
14	32.5	90.20	654	87.62	1552	81.93	3165
14.5	33.75	90.25	659	87.77	1485	81.90	3128
15	35	90.30	664	87.93	1424	81.86	3097
15.5	36.25	90.30	669	88.04	1365	81.80	3065
16	37.5	90.30	673	88.15	1305	81.74	3026
16.5	38.75	90.35	676	88.31	1257	81.66	3060
17	40	90.40	680	88.46	1236	81.57	3113
17.5	41.25	90.40	681	88.54	1217	81.47	3160
18	42.5	90.40	682	88.62	1197	81.36	3217
18.5	43.75	90.45	682	88.73	1188	81.25	3266
19	45	90.50	682	88.82	1182	81.12	3316
19.5	46.25	90.50	682	88.86	1176	80.99	3369
20	47.5	90.50	682	88.89	1159	80.85	3424
20.5	48.75	90.55	682	88.95	1148	80.71	3480
21	50	90.60	682	89.01	1141	80.57	3538
21.5	51.25	90.60	682	89.01	1131	80.44	3597
22	52.5	90.60	682	89.00	1118	80.30	3656
22.5	53.75	90.65	682	89.03	1110	80.18	3714
23	55	90.70	682	89.06	1106	80.07	3770
23.5	56.25	90.70	682	89.04	1104	79.97	3824
24	57.5	90.70	682	89.01	1100	79.88	3874

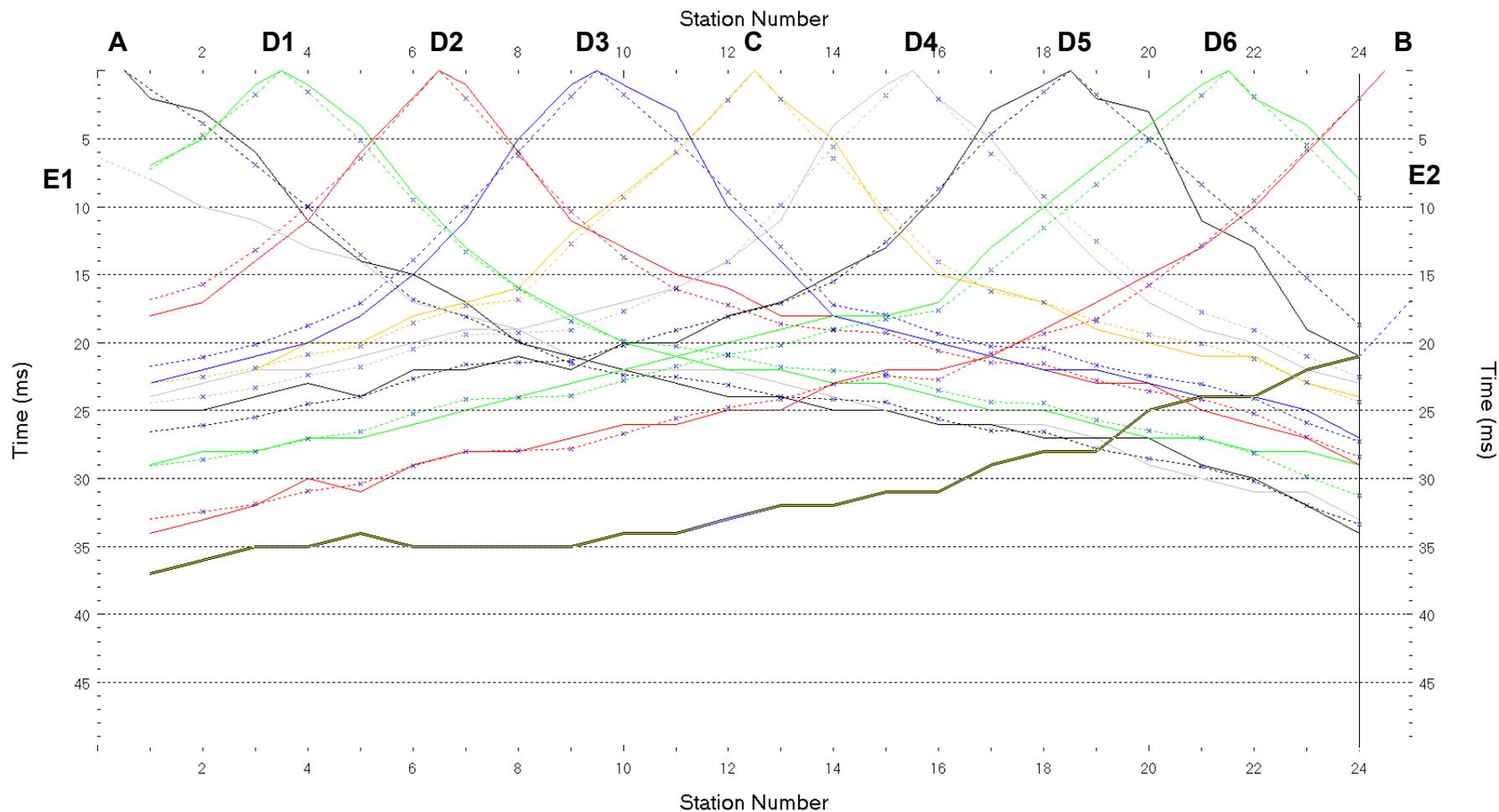


Fig. I-2: Stesa sismica 107_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:300

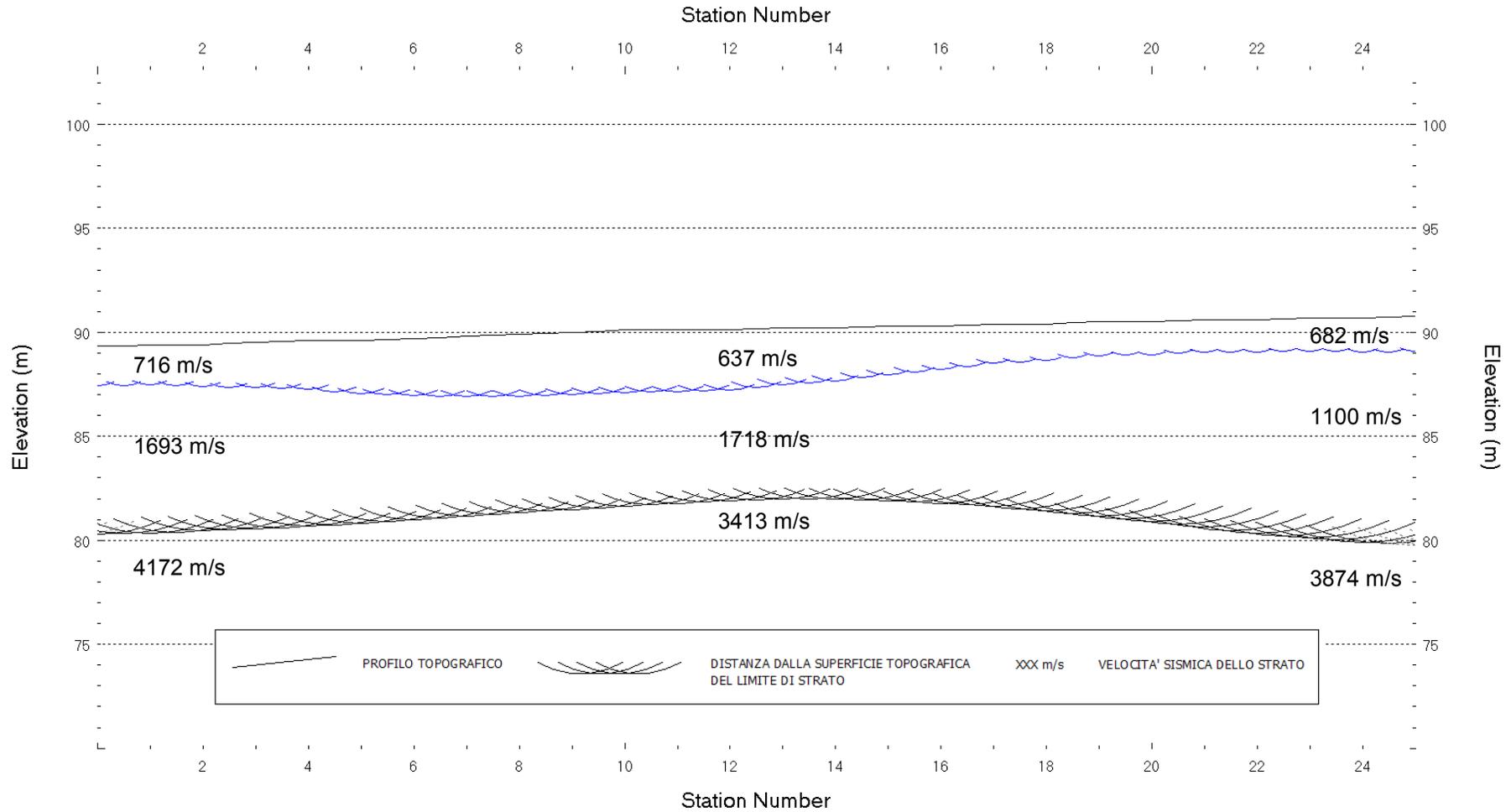


Fig. I-3: Stesa sismica 107_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:300

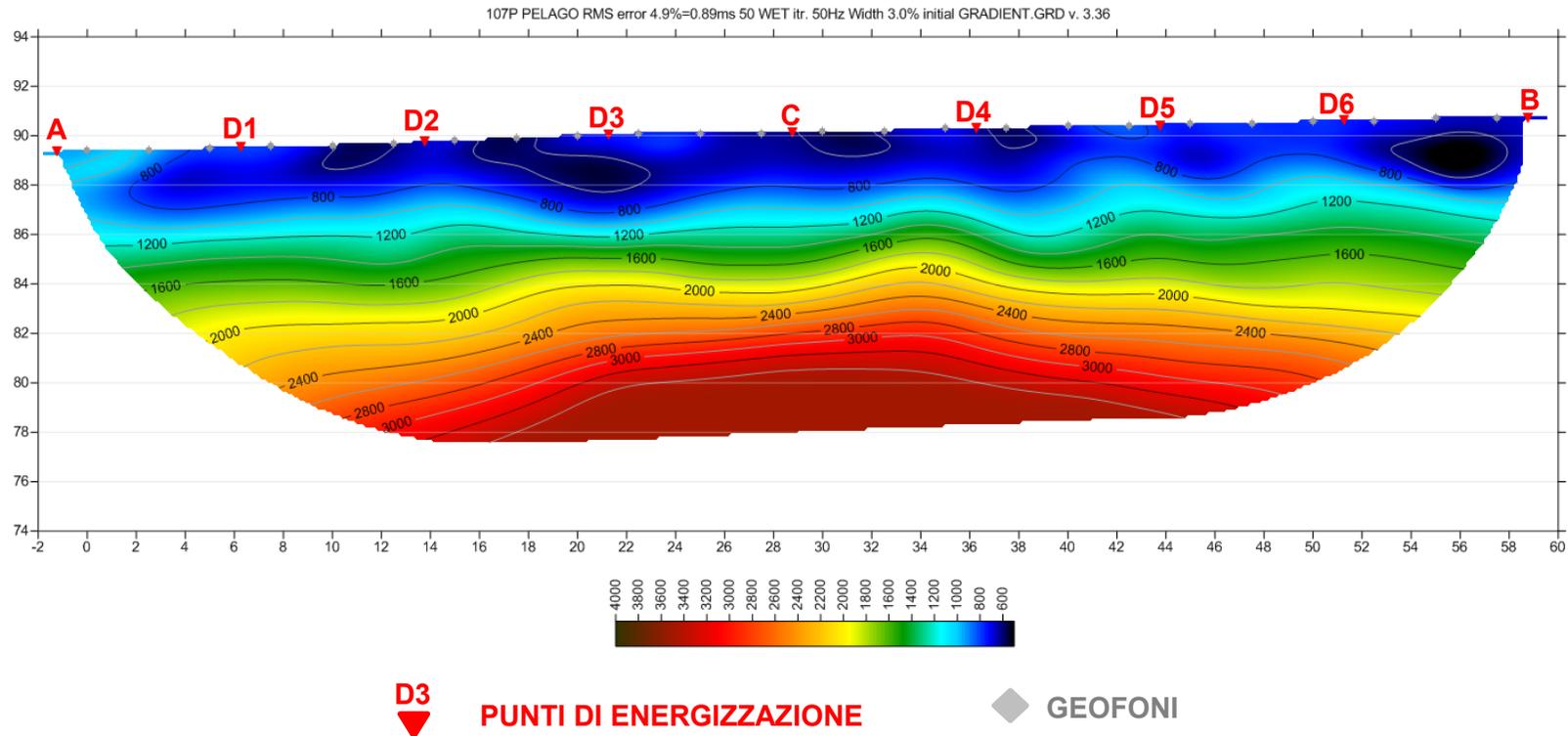


Fig. I-4: Stesa sismica 107_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400

**II. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 107_SR ONDE SH -
SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI - TABULATI PROFONDITA' E
VELOCITA' RIFRATTORI - DROMOCRONE — SEZIONI
SISMOSTRATIGRAFICHE - TOMOGRAFIE**

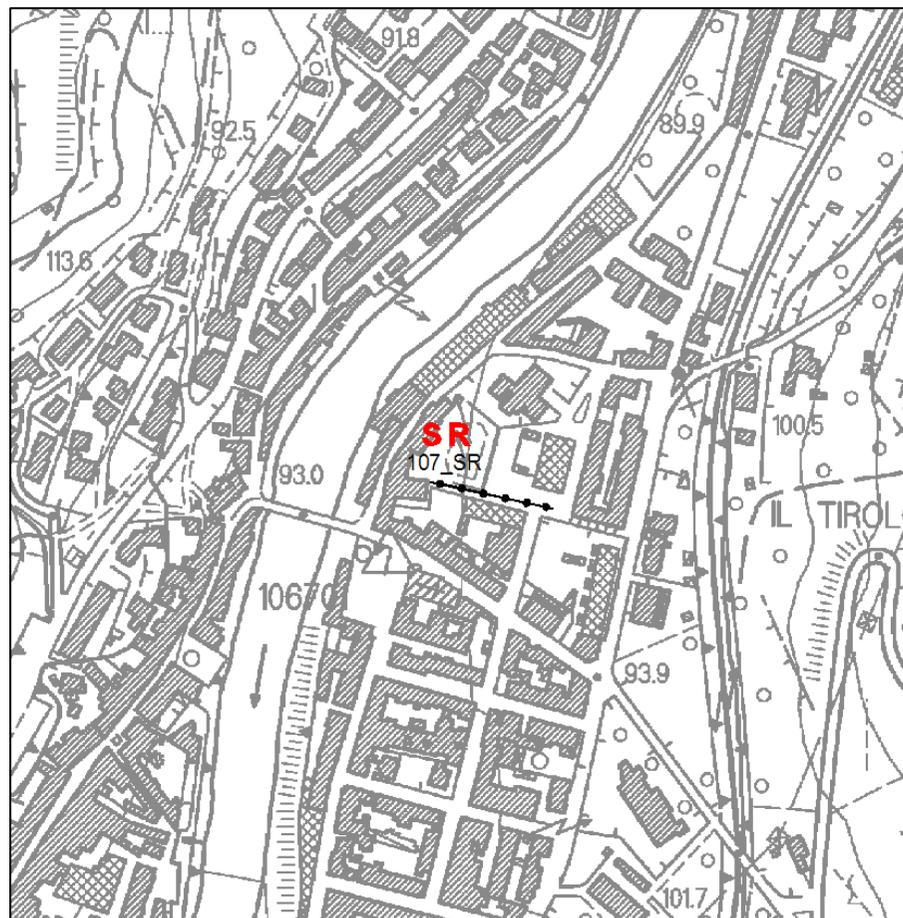
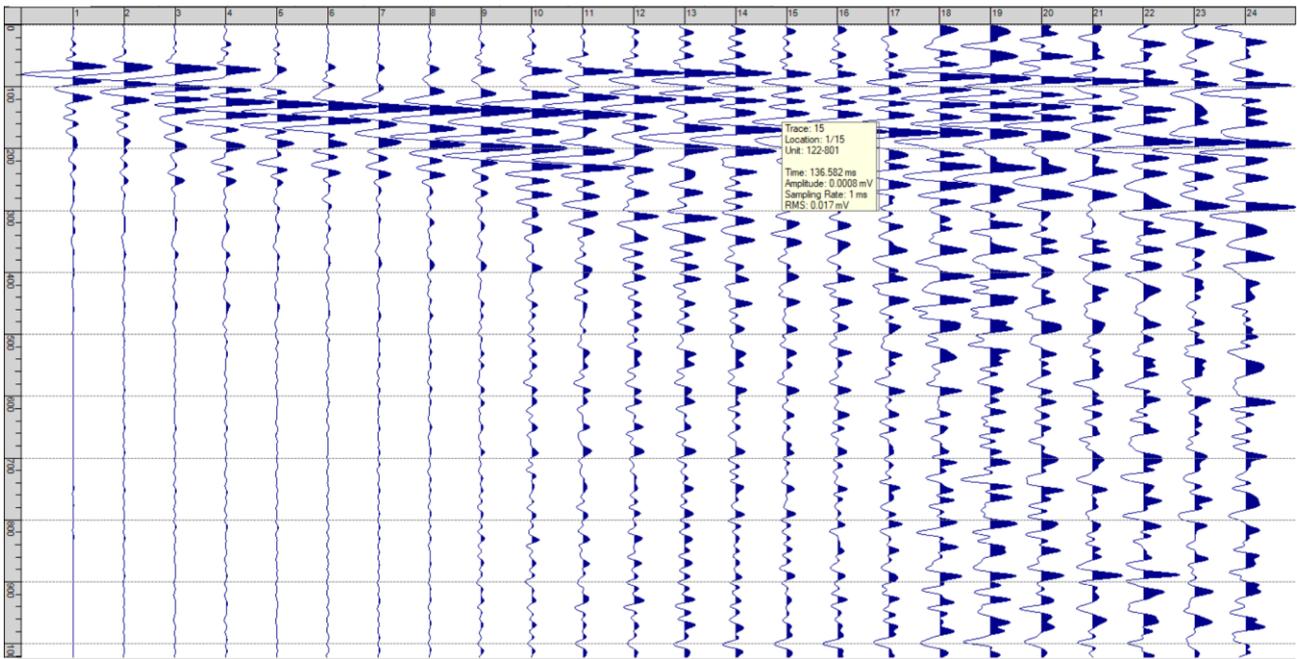
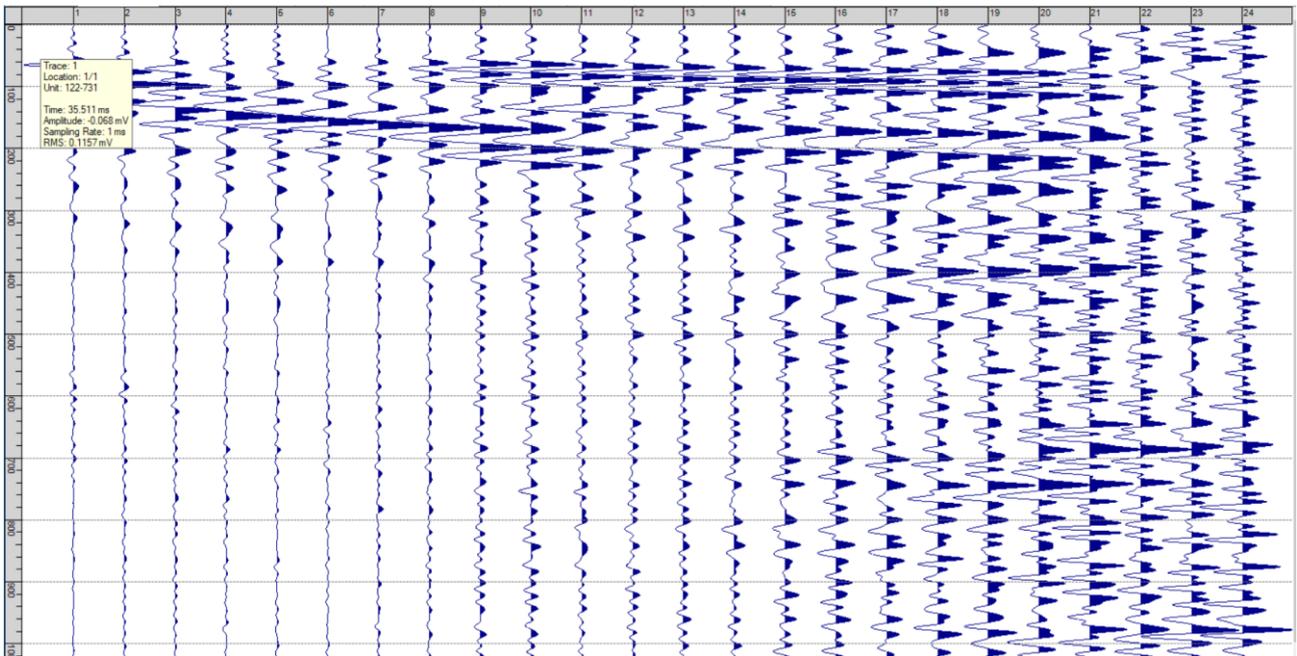


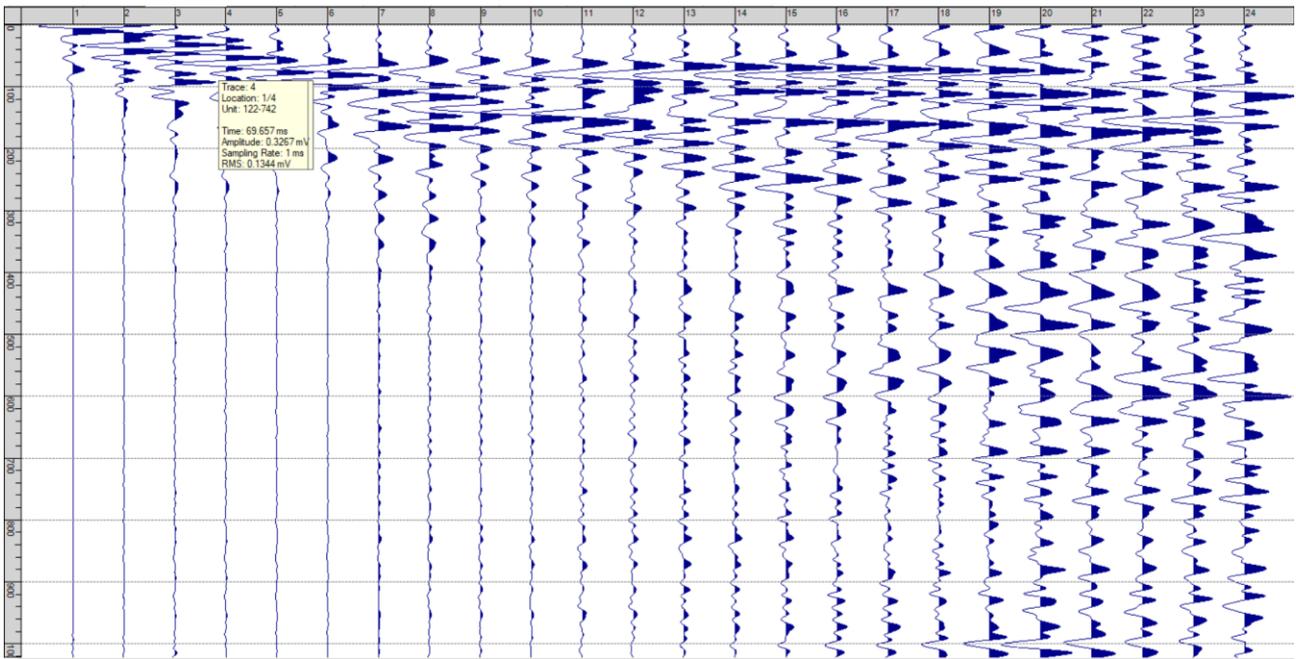
Fig. II-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



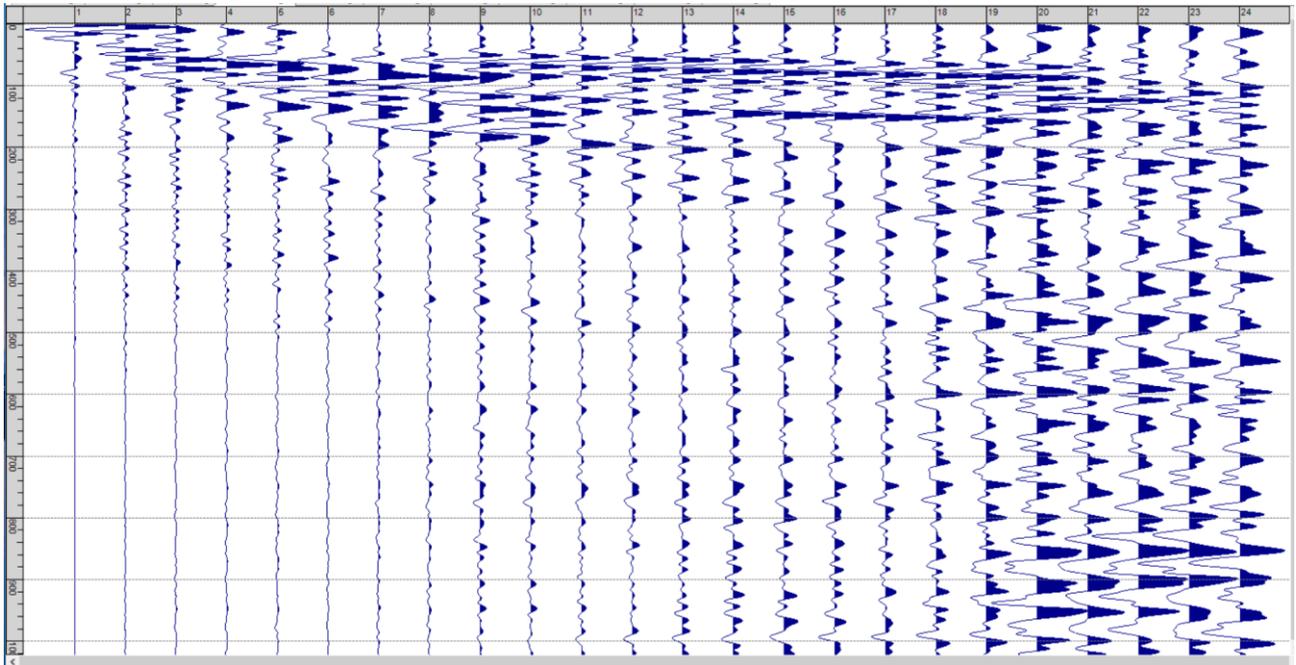
Sism. II-1: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



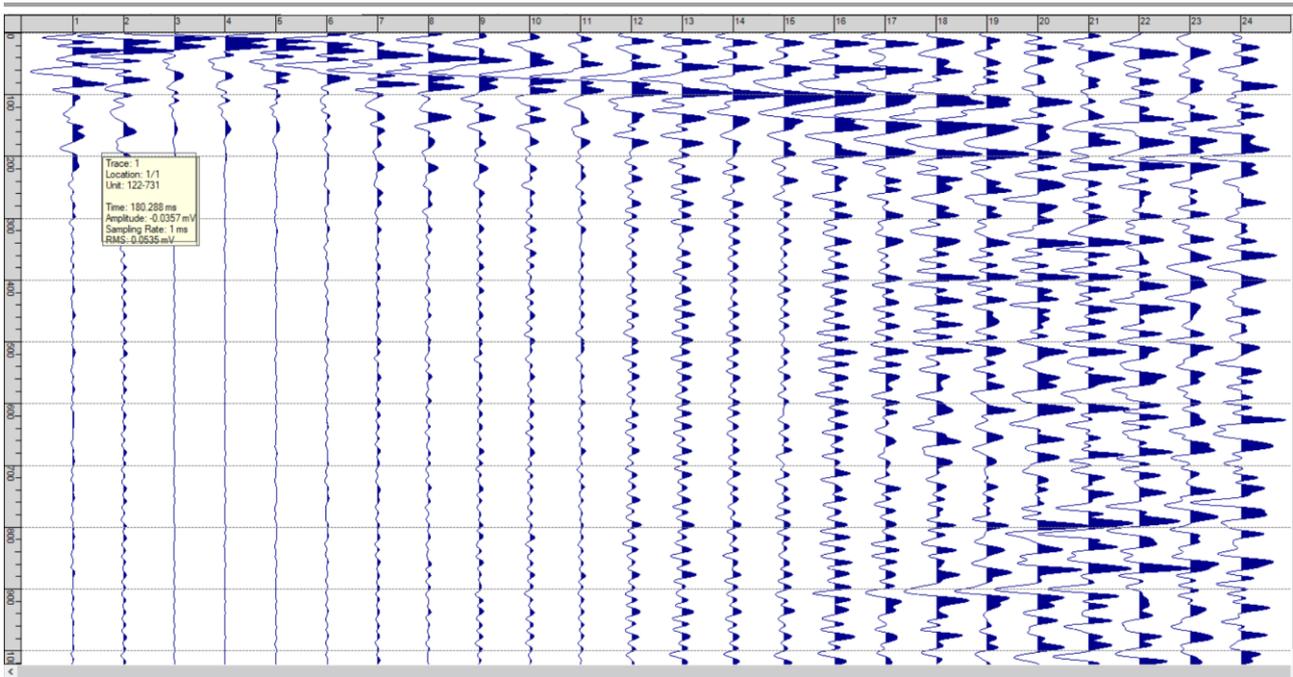
Sism. II-2: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



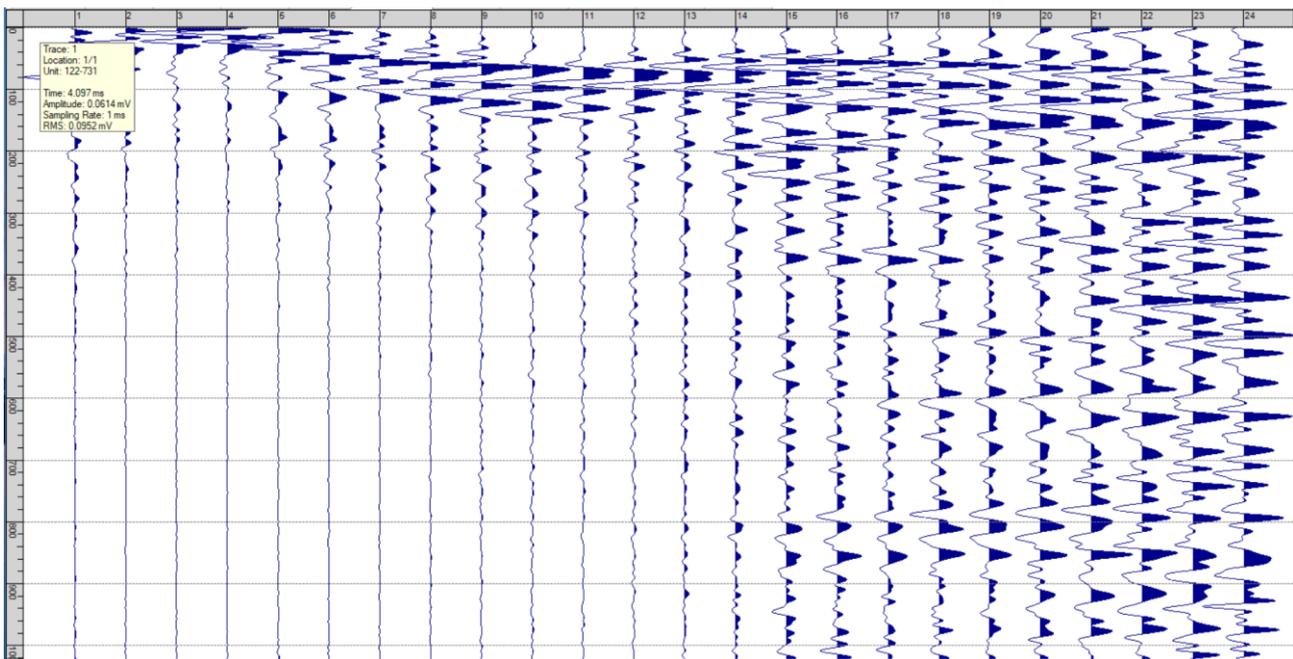
Sism. II-3: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



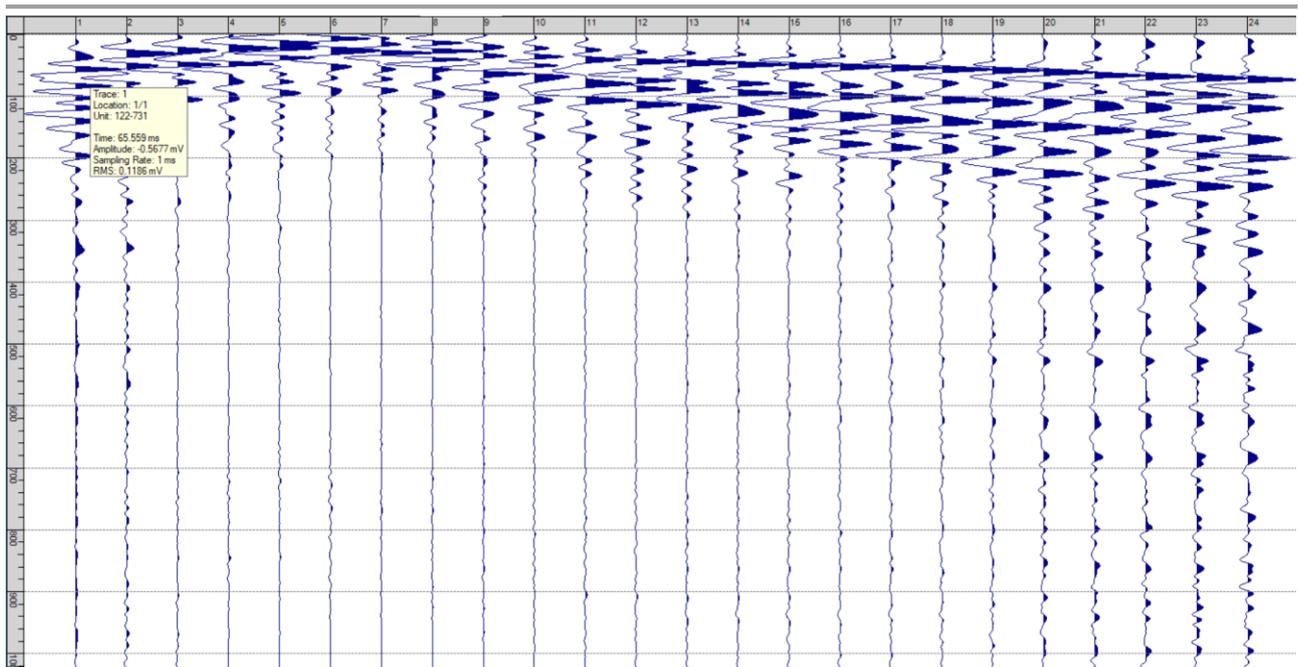
Sism. II-4: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



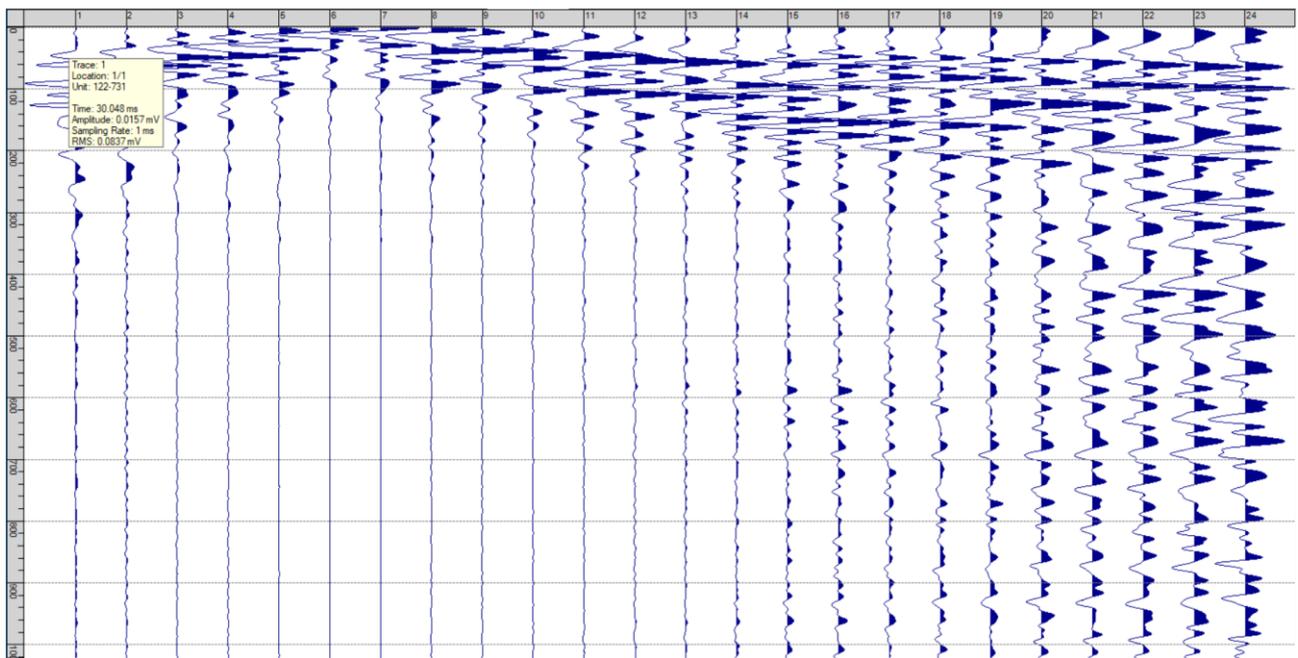
Sism. II-5: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



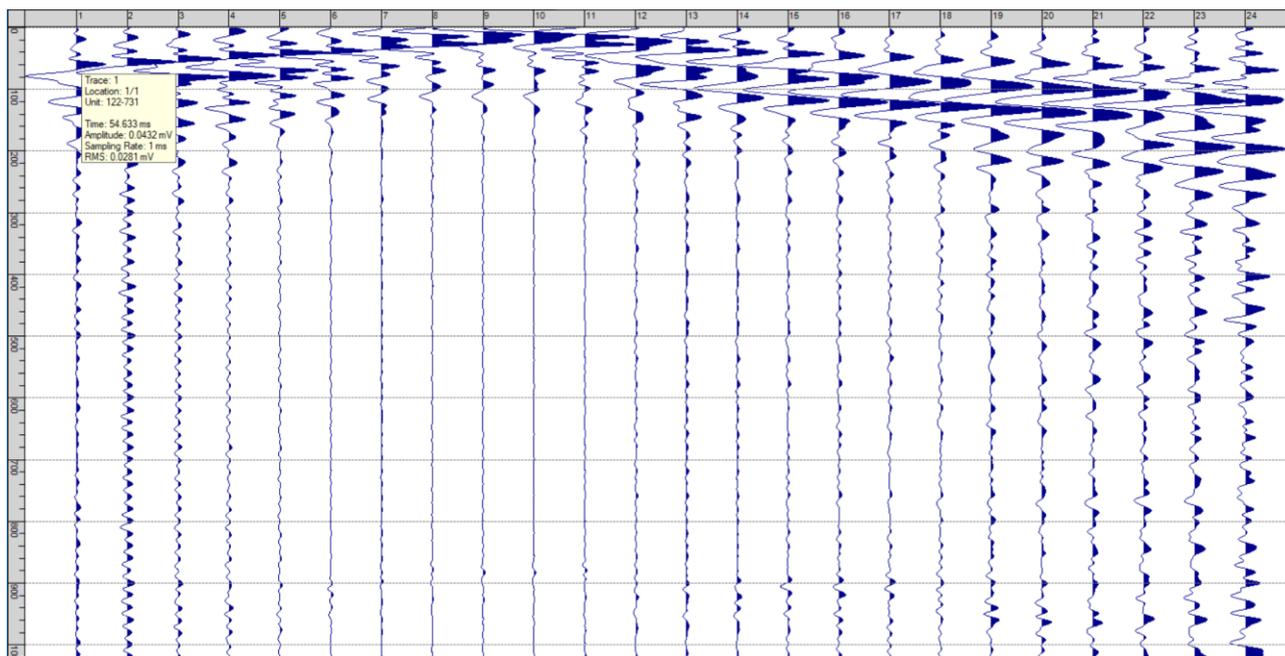
Sism. II-6: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



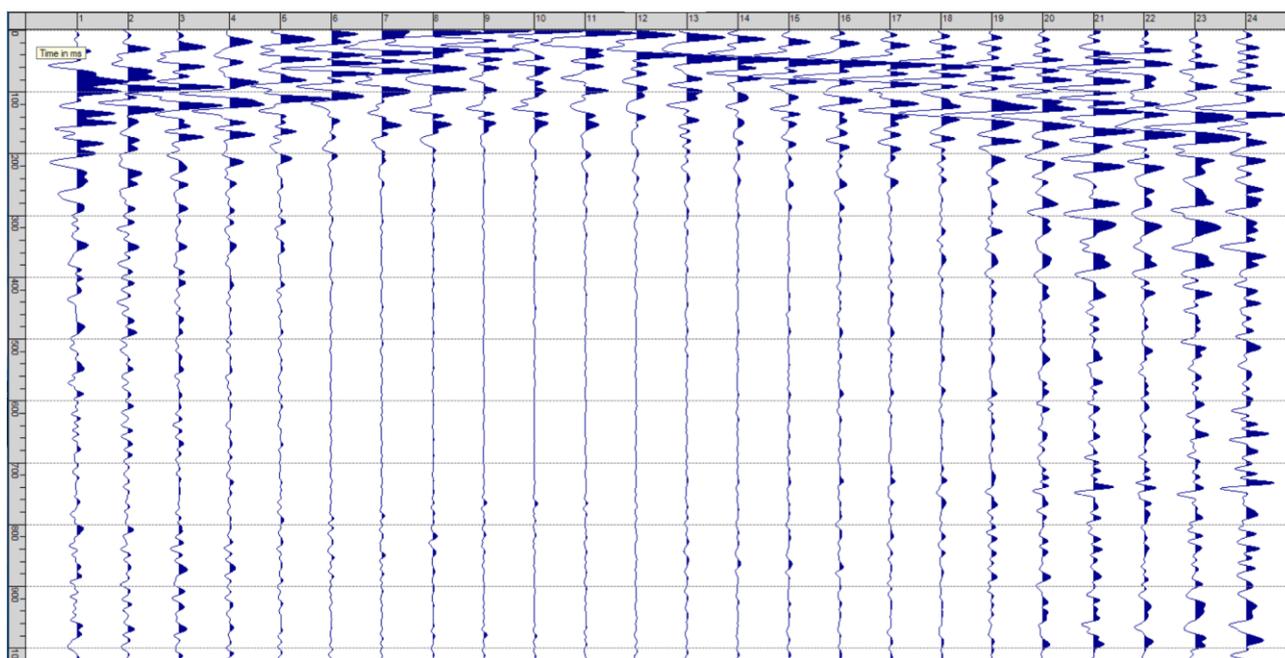
Sism. II-7: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



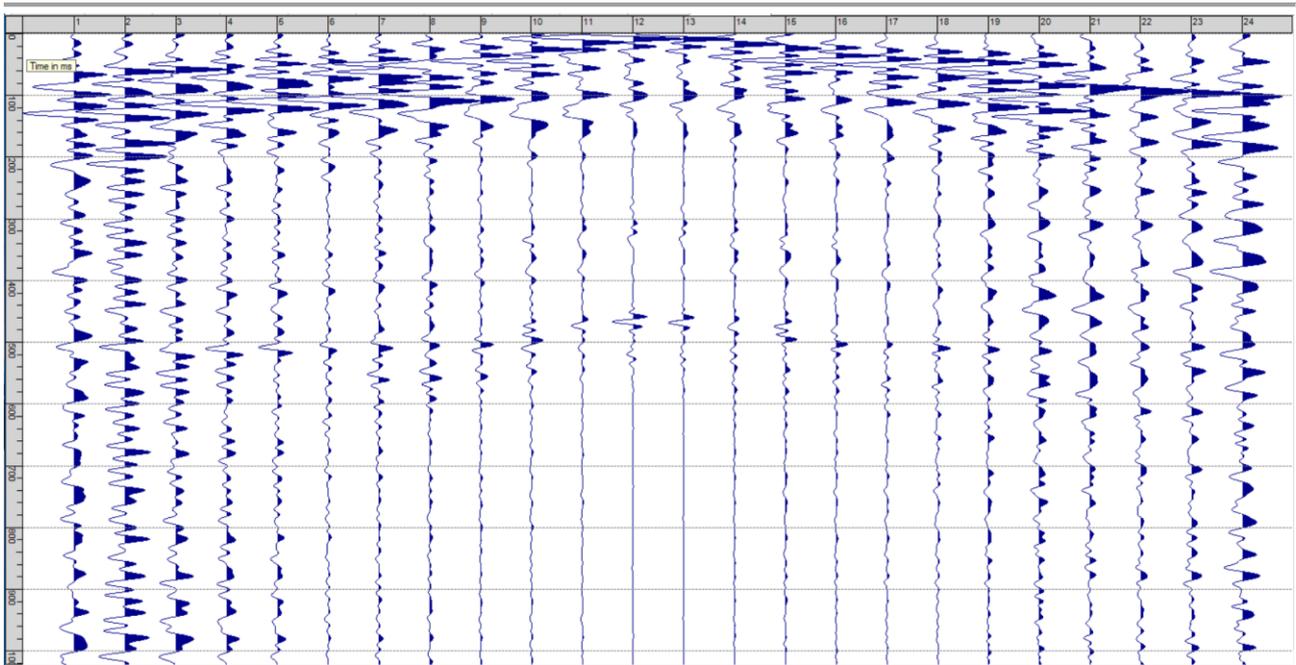
Sism. II-8: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



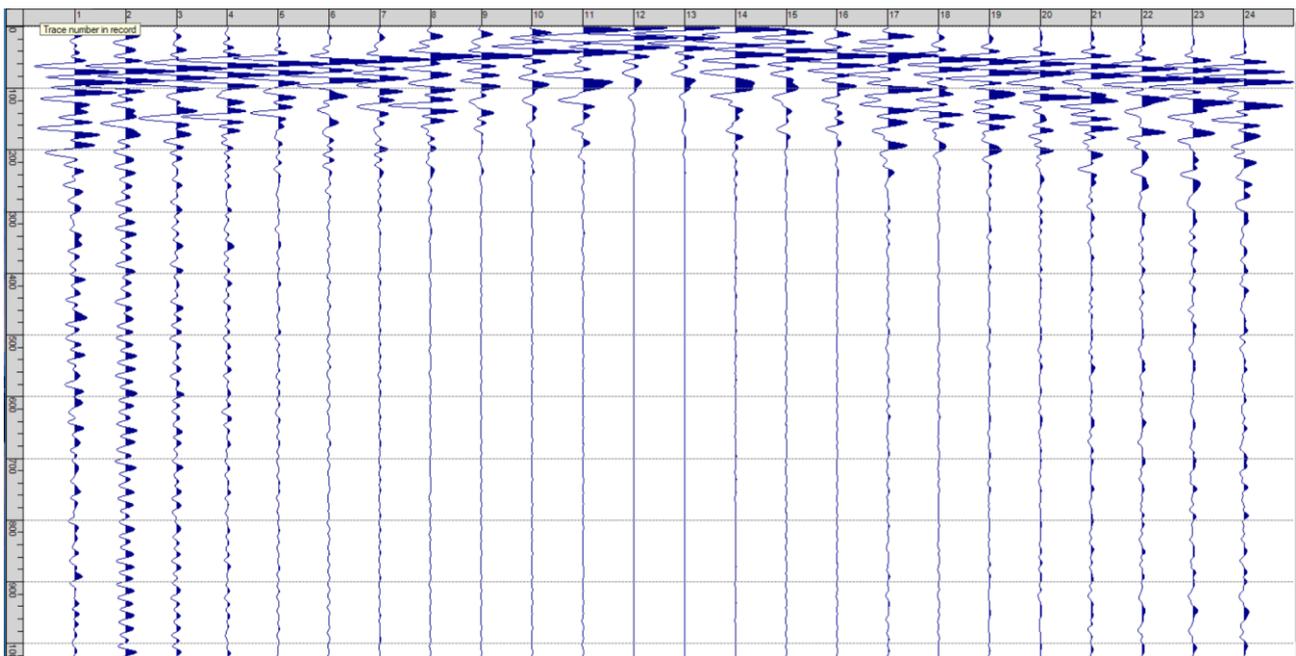
Sism. II-9: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



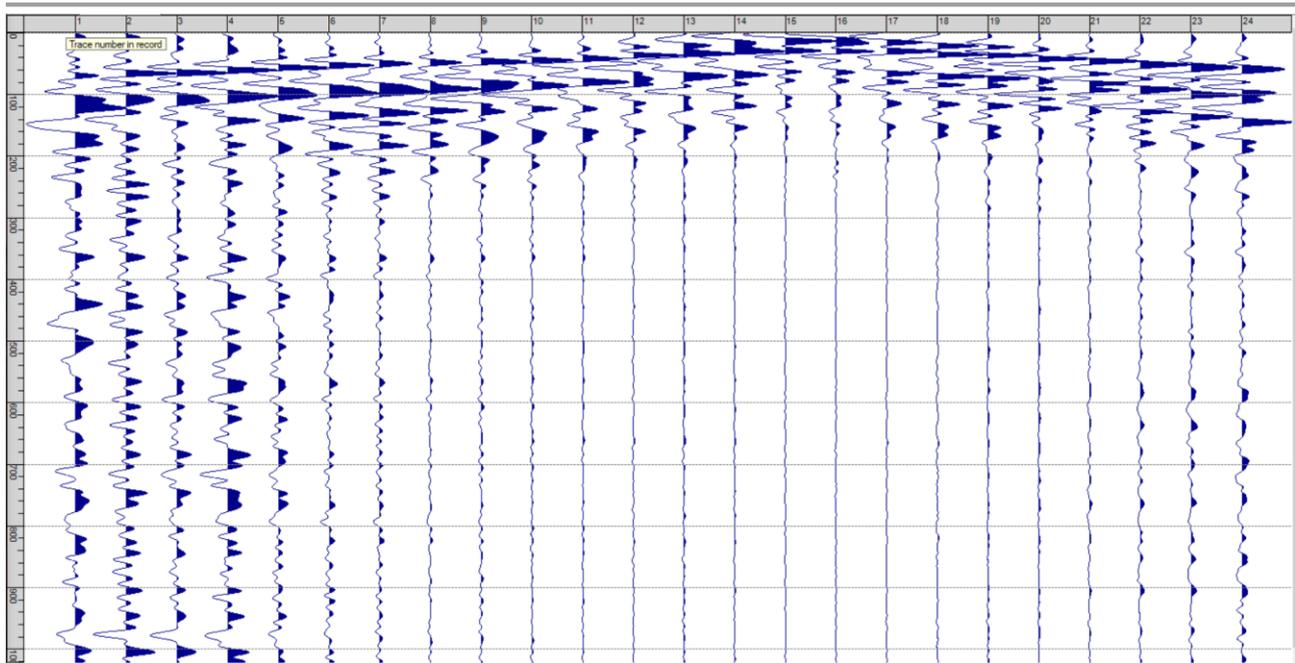
Sism. II-10: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



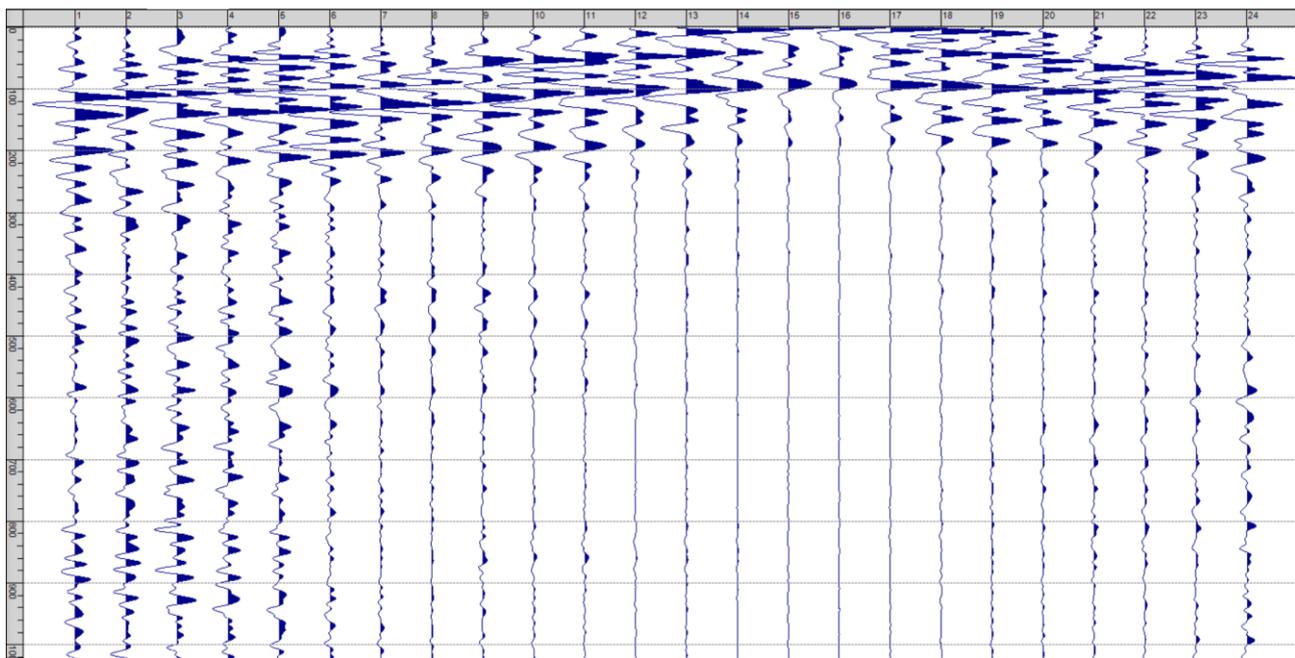
Sism. II-11: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



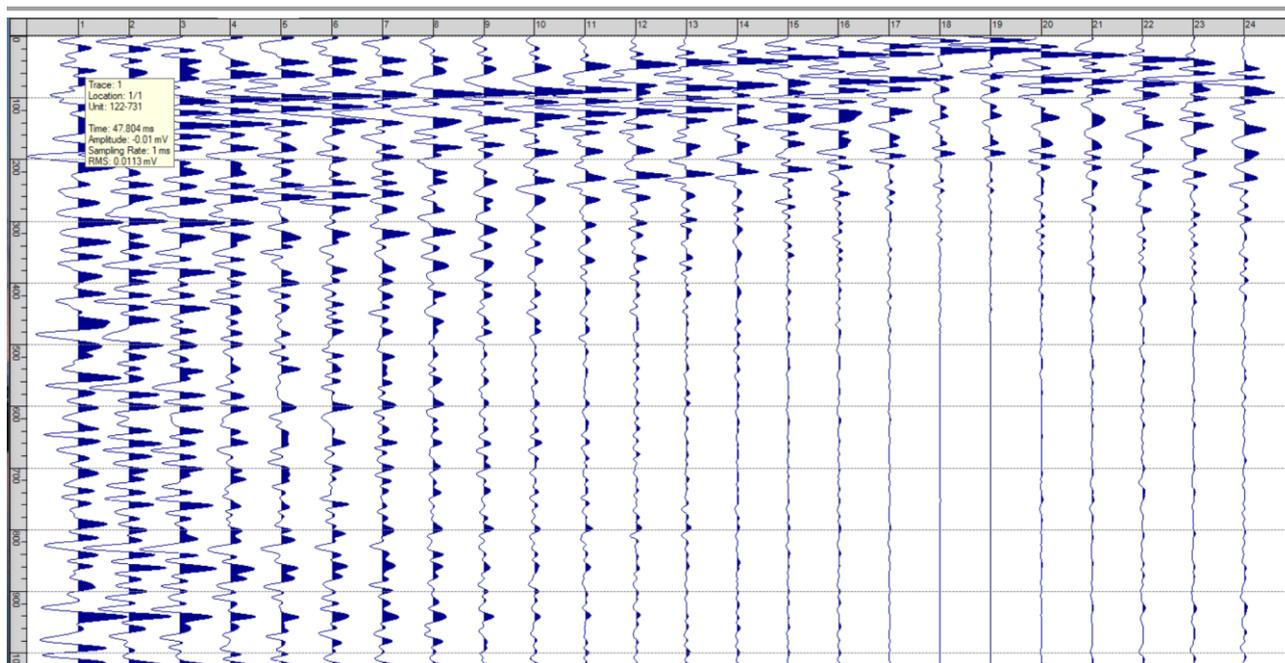
Sism. II-12: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



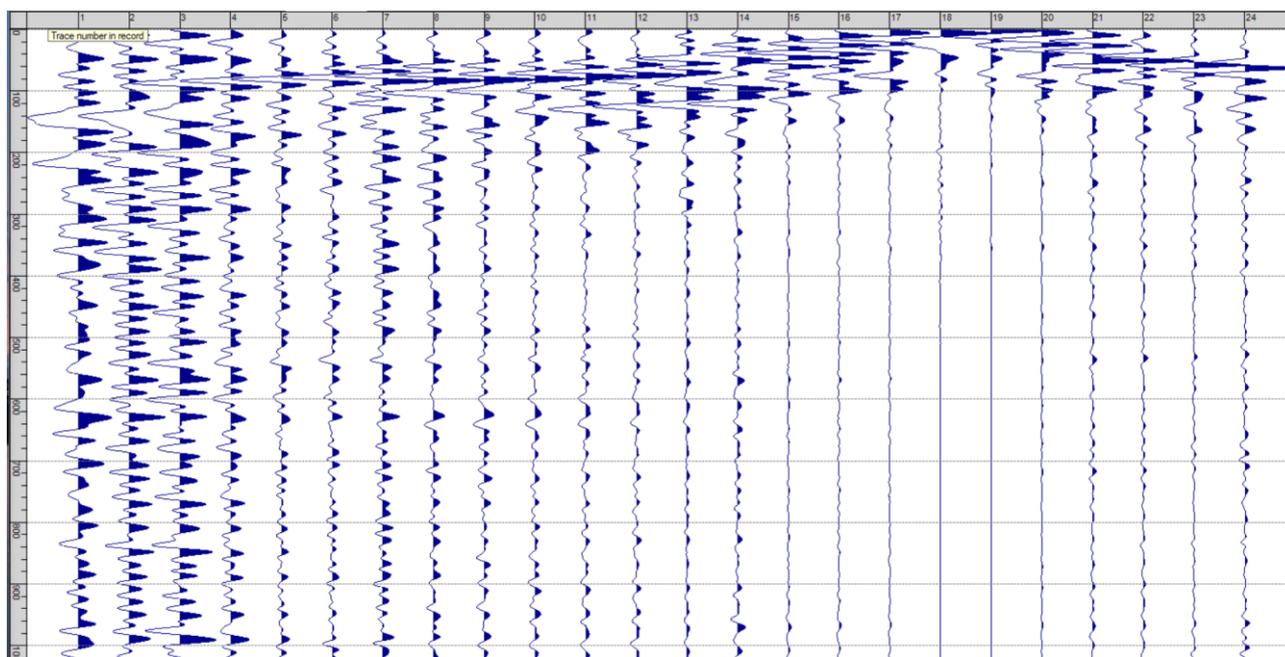
Sism. II-13: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



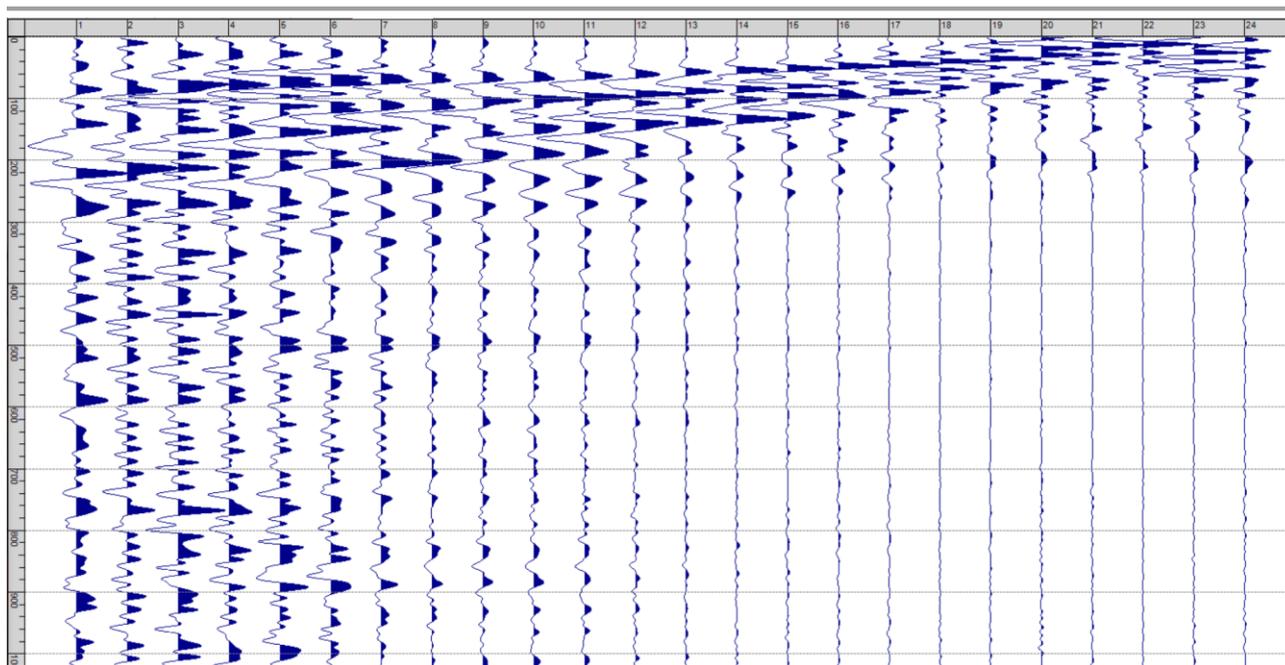
Sism. II-14: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



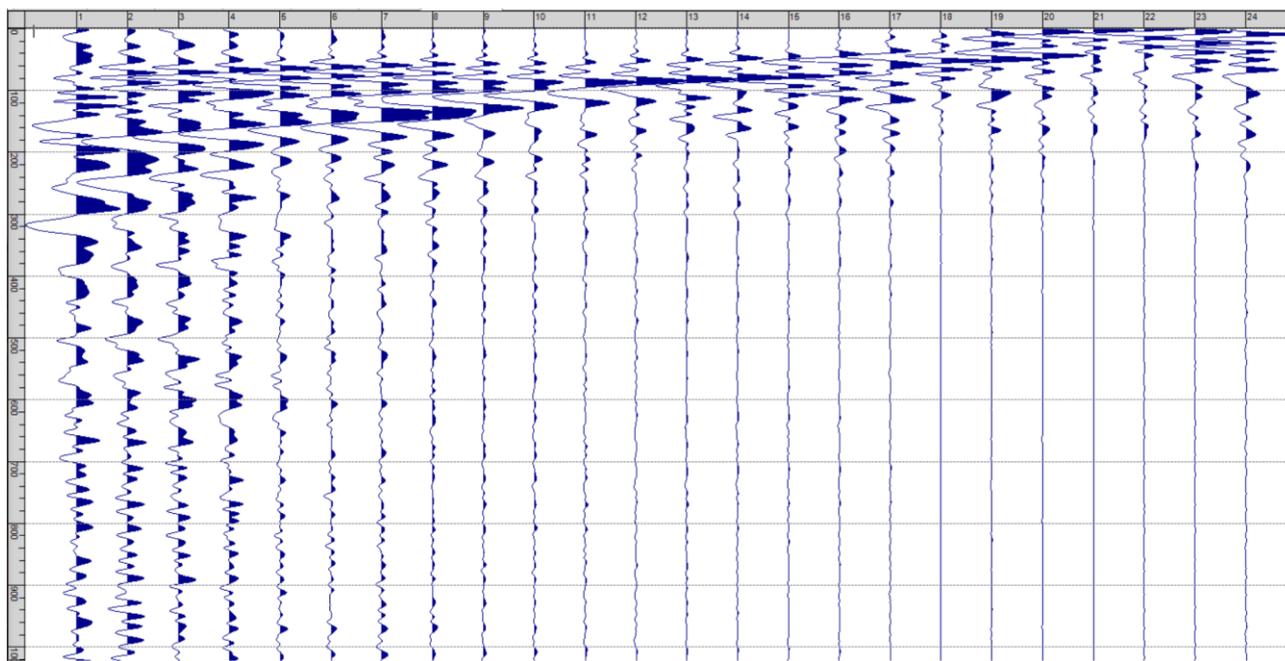
Sism. II-15: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



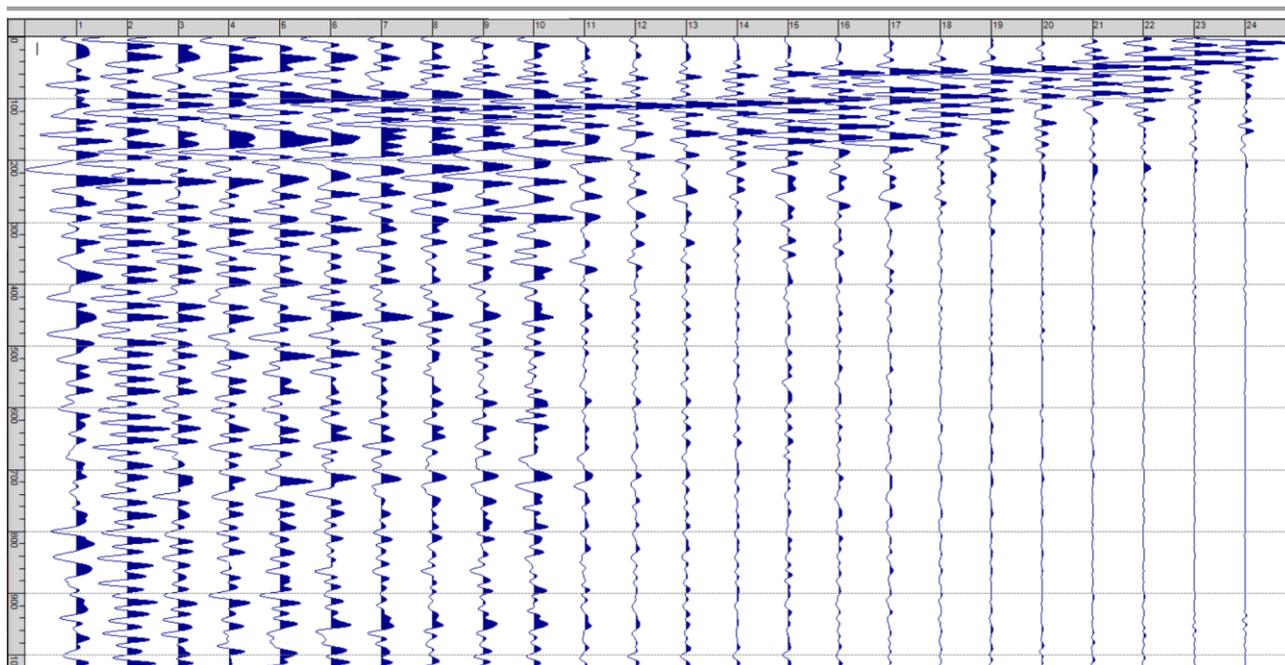
Sism. II-16: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



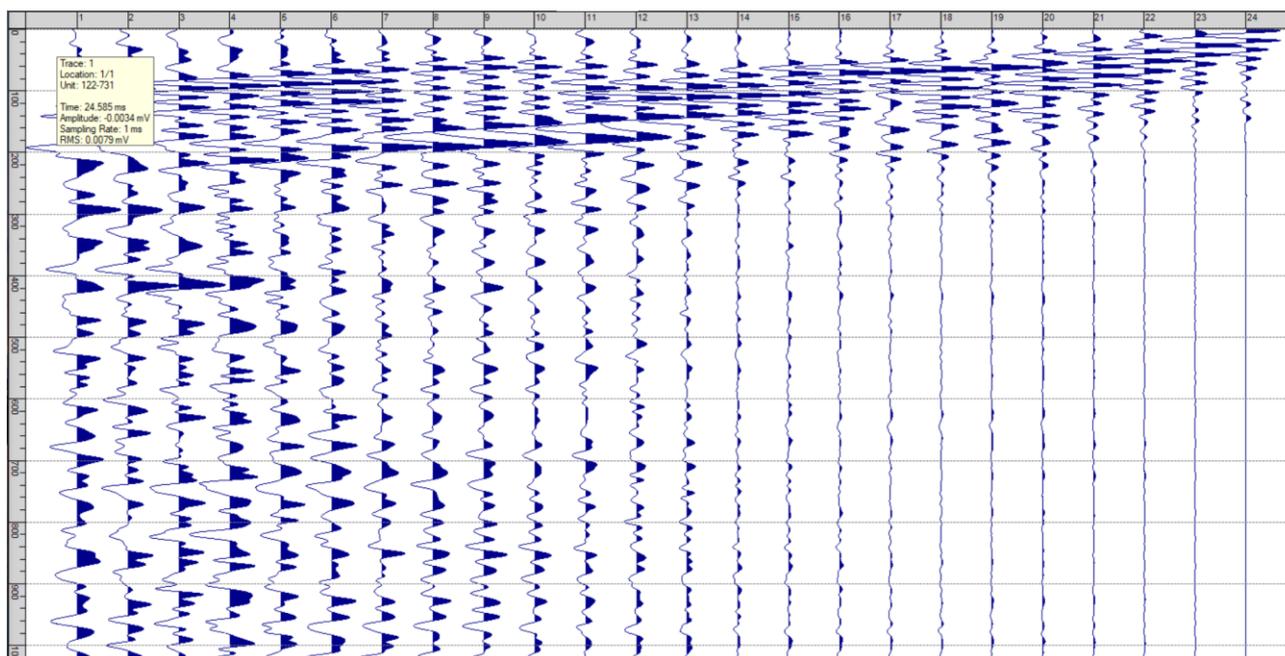
Sism. II-17: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



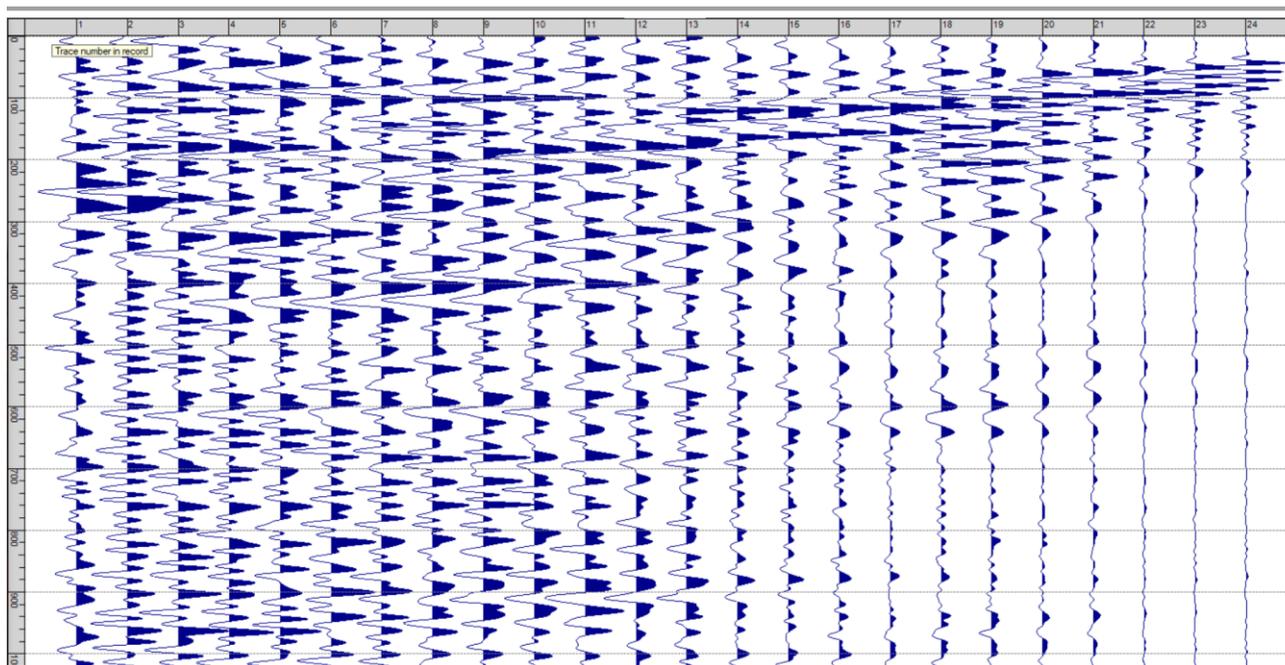
Sism. II-18: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



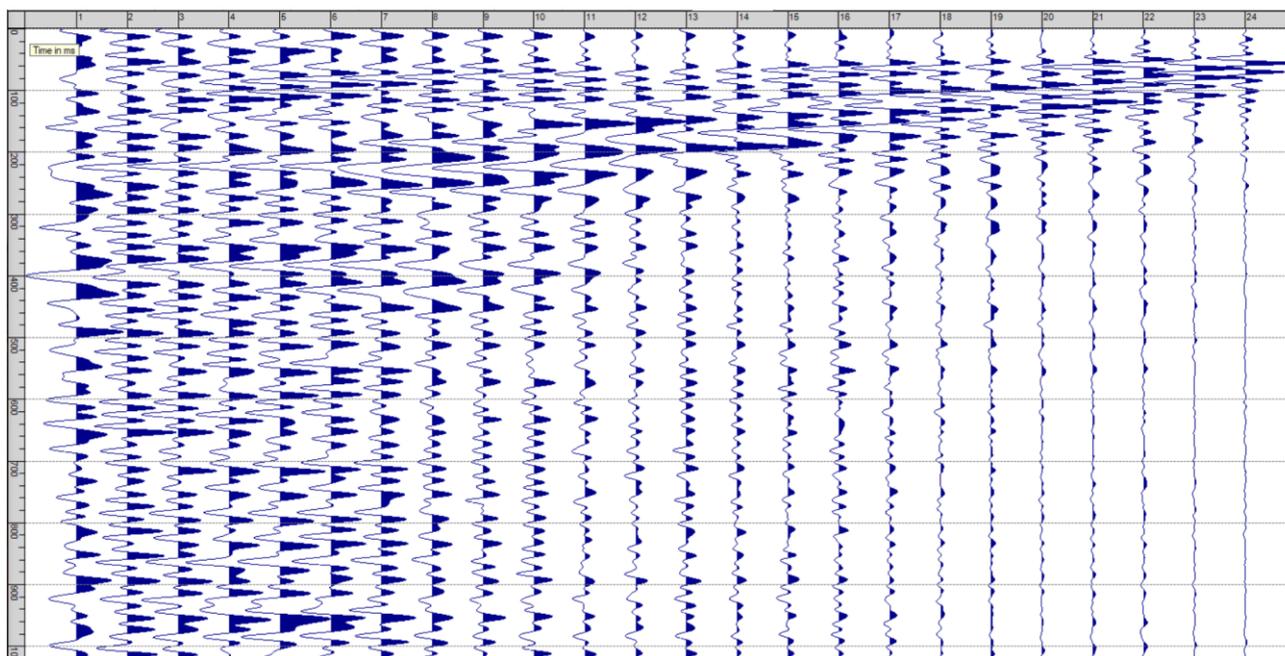
Sism. II-19: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. II-20: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. II-21: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. II-22: 107_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. II-1: Stesa sismica 107_SR ONDE SH - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40	42.5	45	47.5	50	52.5	55	57.5
DISTANZA PARZIALI [m]	-	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
QUOTA [m]	89.3	89.4	89.4	89.5	89.5	89.6	89.7	89.7	89.8	90.0	90.0	90.1	90.1	90.2	90.2	90.3	90.3	90.3	90.4	90.4	90.5	90.5	90.6	90.6

Tab. II-2: Stesa sismica 107_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-12.50	-1.25	6.25	13.75	21.25	28.75	36.25	43.75	51.25	58.75	70.00
QUOTA [m]	89.0	89.4	89.6	89.8	90.1	90.1	90.3	90.4	90.6	90.7	91.0

Tab. II-3: Stesa sismica 107_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	51	4	12	27	36	51	60	57	61	66	65
2	2.5	52	8	5	20	30	49	57	55	60	64	66
3	5	54	16	-1000	16	27	43	50	50	58	62	62
4	7.5	55	20	3	12	23	38	44	50	56	60	62
5	10	58	27	9	6	17	33	37	47	52	59	61
6	12.5	57	32	17	-1000	12	28	35	44	51	56	58
7	15	59	35	22	-1000	7	21	33	43	50	54	59
8	17.5	57	36	26	6	-1000	13	27	41	50	54	56
9	20	57	40	30	11	-1000	9	20	37	48	51	56
10	22.5	60	41	35	18	2	5	14	34	44	51	53
11	25	62	45	39	23	5	-1000	11	33	45	49	51
12	27.5	61	48	42	27	9	-1000	6	29	41	46	49
13	30	-1000	50	44	29	11	-1000	-1000	25	36	45	50
14	32.5	64	49	43	35	15	3	2	18	30	45	49
15	35	64	52	43	37	19	7	3	16	28	42	49
16	37.5	65	54	47	41	26	10	4	9	23	40	50
17	40	67	56	47	41	31	11	3	-1000	18	40	47
18	42.5	67	57	49	43	31	17	8	-1000	16	36	44
19	45	70	59	52	47	37	25	14	4	14	34	43
20	47.5	72	61	56	49	40	32	23	14	9	29	44
21	50	72	60	57	51	48	37	29	18	-1000	22	42
22	52.5	71	61	60	52	49	40	39	20	5	12	40
23	55	73	61	63	52	50	40	39	29	9	5	37
24	57.5	74	65	66	55	52	42	43	31	15	3	29

Tab. II-4: Stesa sismica 107_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	89.30	390	82.34	1608	-	-
1.5	1.25	89.35	402	82.46	1570	-	-
2	2.5	89.40	414	82.58	1532	-	-
2.5	3.75	89.40	426	82.67	1492	-	-
3	5	89.40	437	82.77	1450	-	-
3.5	6.25	89.45	451	82.92	1405	-	-
4	7.5	89.50	464	83.09	1363	-	-
4.5	8.75	89.50	477	83.21	1328	-	-
5	10	89.50	490	83.34	1291	-	-
5.5	11.25	89.55	496	83.53	1255	-	-
6	12.5	89.60	503	83.71	1218	-	-
6.5	13.75	89.65	512	83.90	1181	-	-
7	15	89.70	522	84.10	1146	-	-
7.5	16.25	89.70	531	84.25	1112	-	-
8	17.5	89.70	541	84.40	1087	-	-
8.5	18.75	89.75	549	84.60	1062	-	-
9	20	89.80	558	84.79	1039	-	-
9.5	21.25	89.90	564	85.02	1020	-	-
10	22.5	90.00	570	85.24	1008	-	-
10.5	23.75	90.00	575	85.35	996	-	-
11	25	90.00	580	85.43	988	-	-
11.5	26.25	90.05	579	85.54	982	-	-
12	27.5	90.10	579	85.63	979	-	-
12.5	28.75	90.10	575	85.65	981	-	-
13	30	90.10	571	85.65	986	-	-
13.5	31.25	90.15	567	85.68	998	-	-
14	32.5	90.20	563	85.69	1017	-	-
14.5	33.75	90.20	559	85.63	1042	-	-
15	35	90.20	556	85.56	1074	-	-
15.5	36.25	90.25	551	85.52	1112	-	-
16	37.5	90.30	546	85.47	1157	-	-
16.5	38.75	90.30	539	85.35	1205	-	-
17	40	90.30	532	85.22	1253	-	-
17.5	41.25	90.30	526	85.09	1301	-	-
18	42.5	90.30	519	84.94	1350	-	-
18.5	43.75	90.35	512	84.84	1399	-	-
19	45	90.40	504	84.74	1451	-	-
19.5	46.25	90.40	496	84.58	1500	-	-
20	47.5	90.40	488	84.44	1549	-	-
20.5	48.75	90.45	478	84.35	1597	-	-
21	50	90.50	469	84.27	1644	-	-
21.5	51.25	90.50	463	84.15	1692	-	-
22	52.5	90.50	456	84.04	1738	-	-
22.5	53.75	90.55	451	83.99	1781	-	-
23	55	90.60	446	83.94	1822	-	-
23.5	56.25	90.60	442	83.86	1860	-	-
24	57.5	90.60	438	83.79	1893	-	-

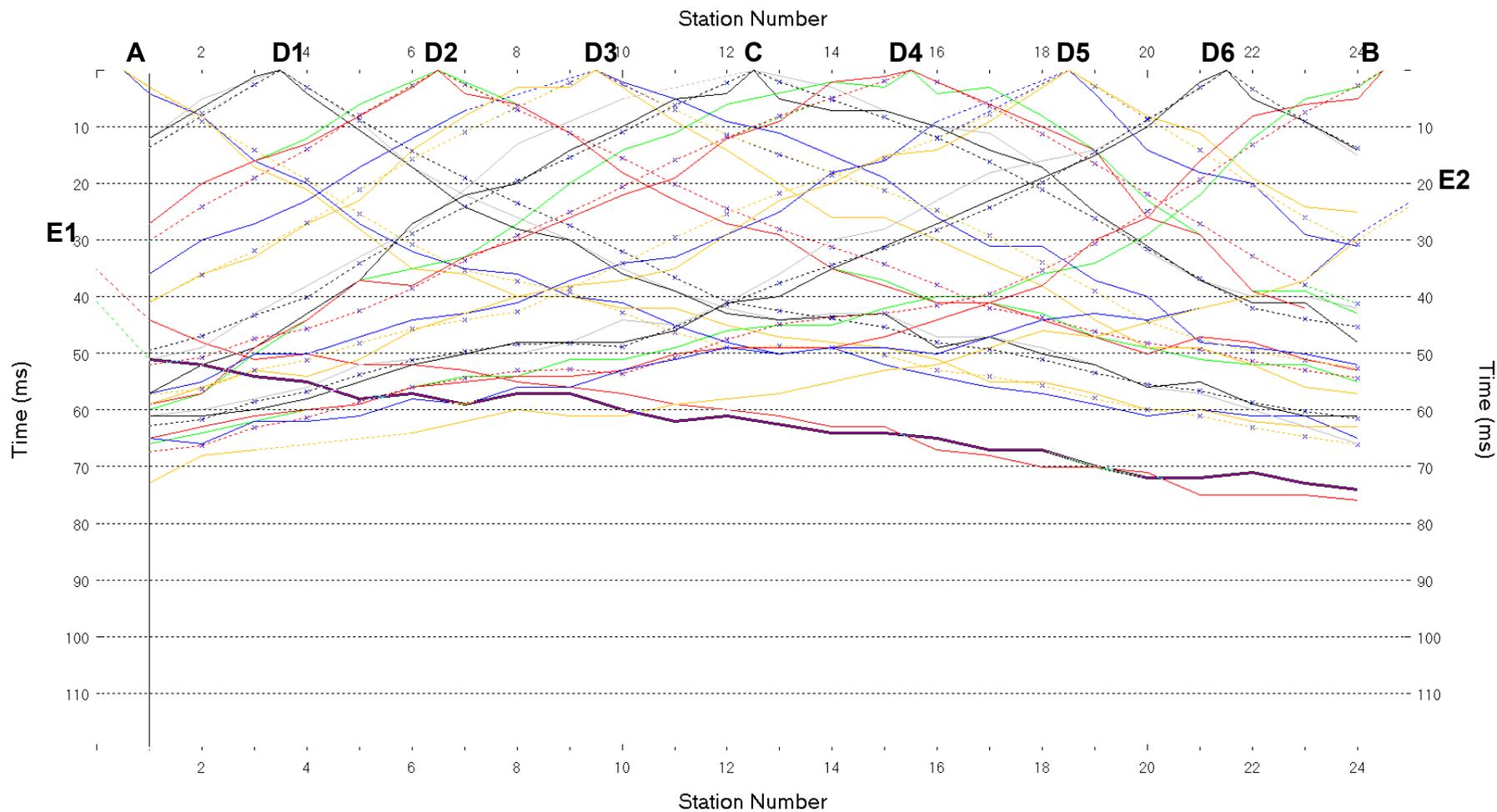


Fig. II-2:Stesa sismica 107_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:300

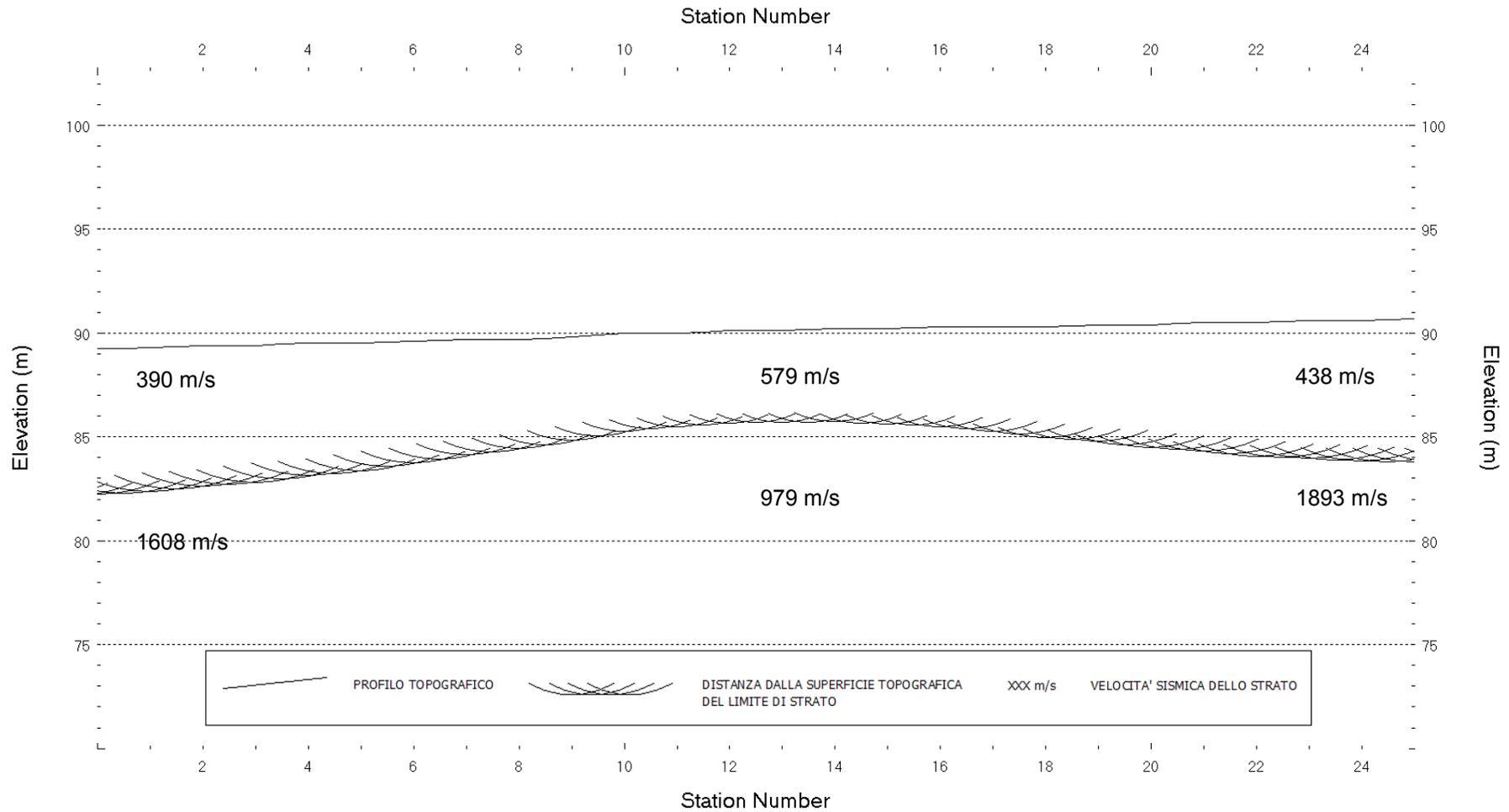


Fig. II-3: Stesa sismica 107_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:300

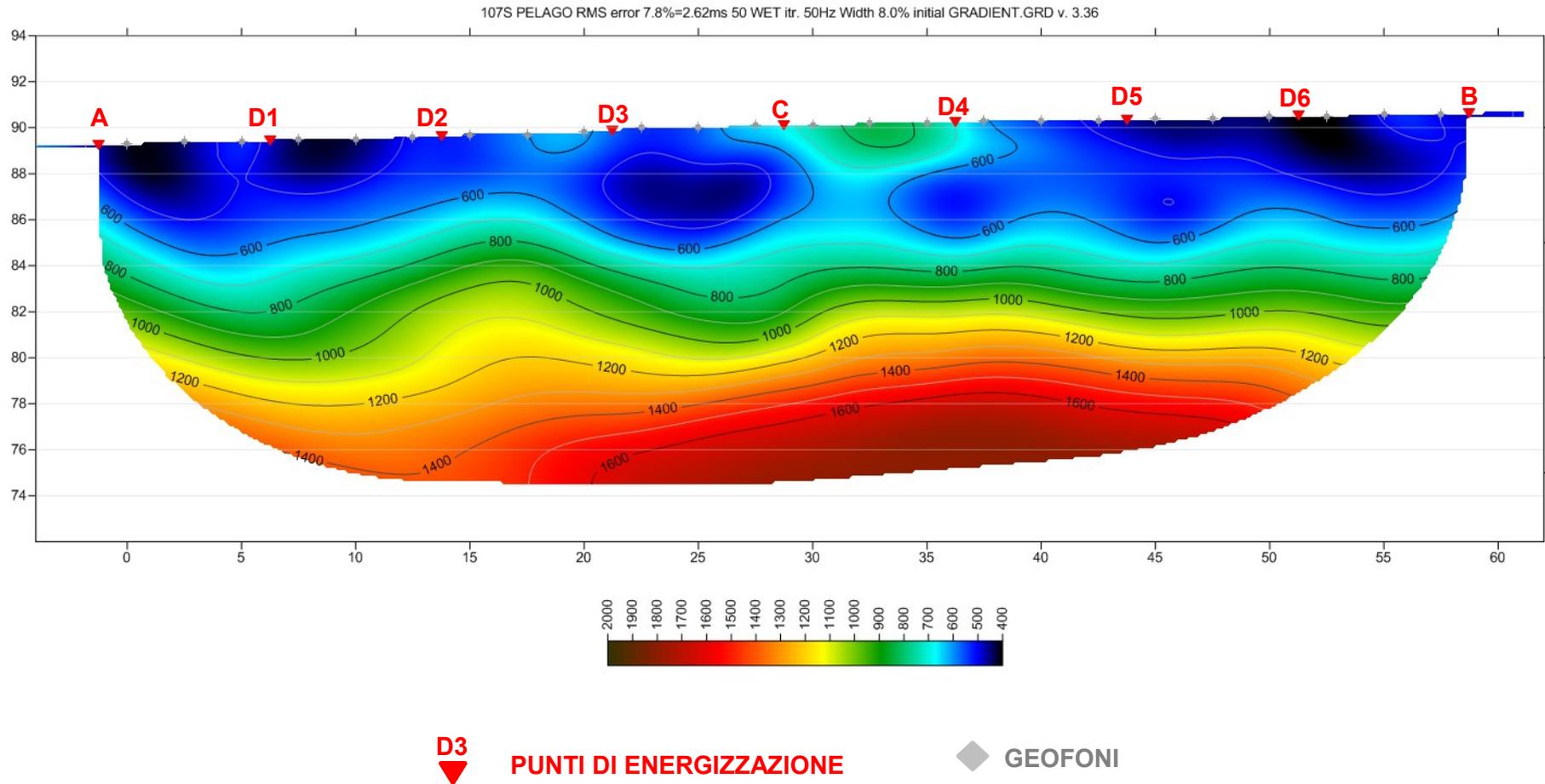
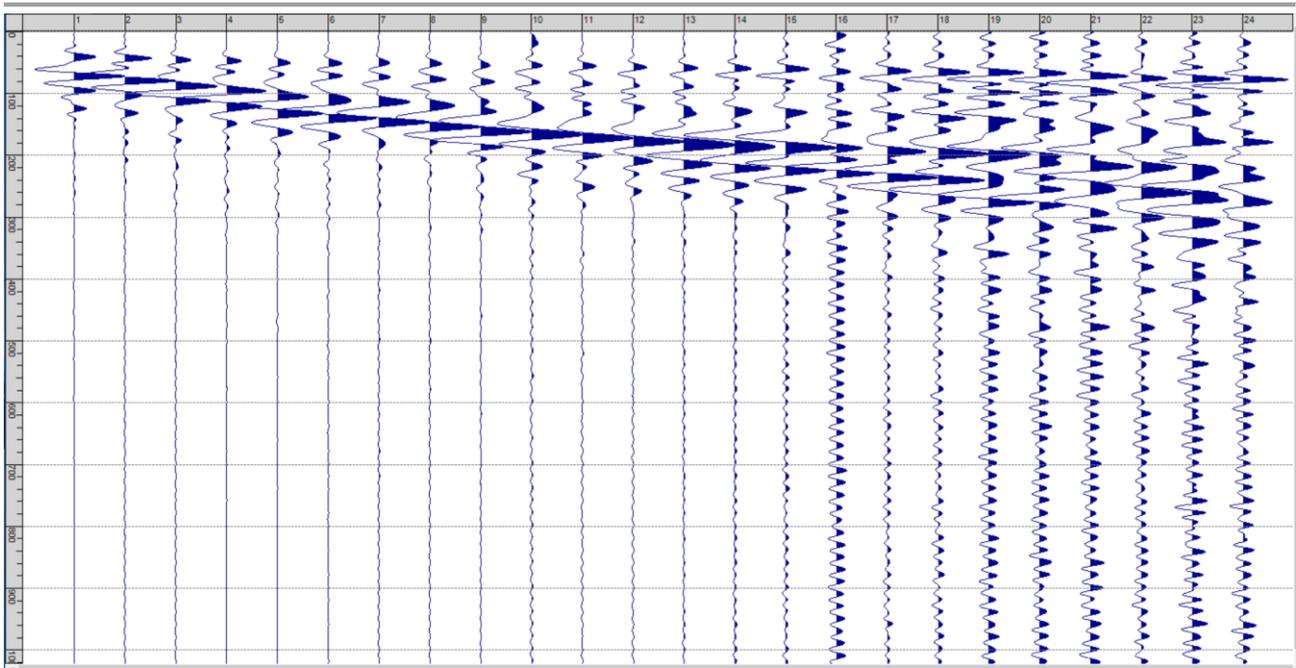


Fig. II-4: Stesa sismica 107_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:300

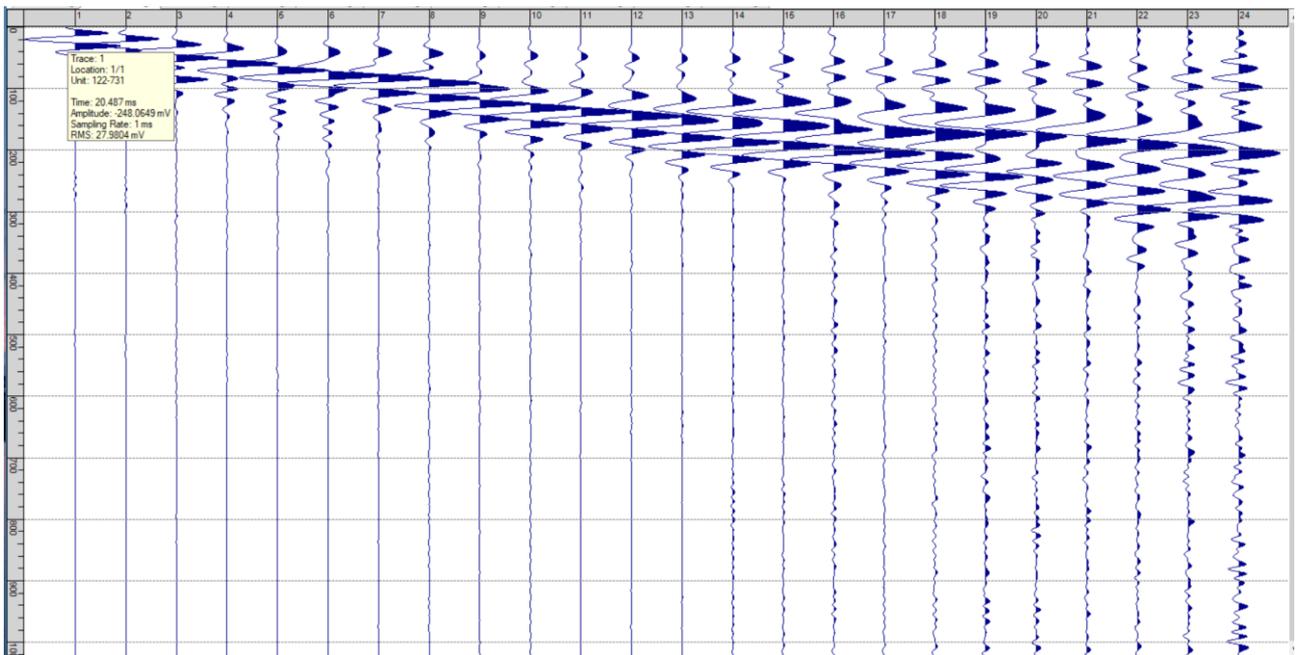
**III. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 108_SR ONDE P – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRFIE**



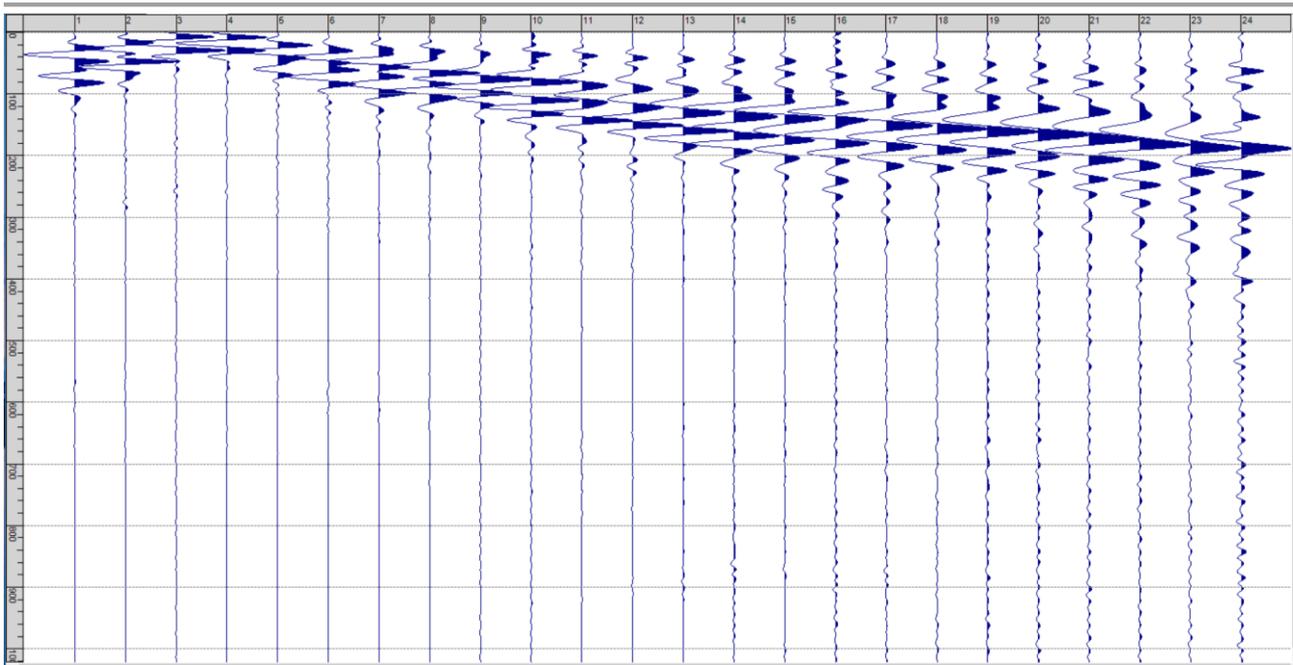
Fig. III-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



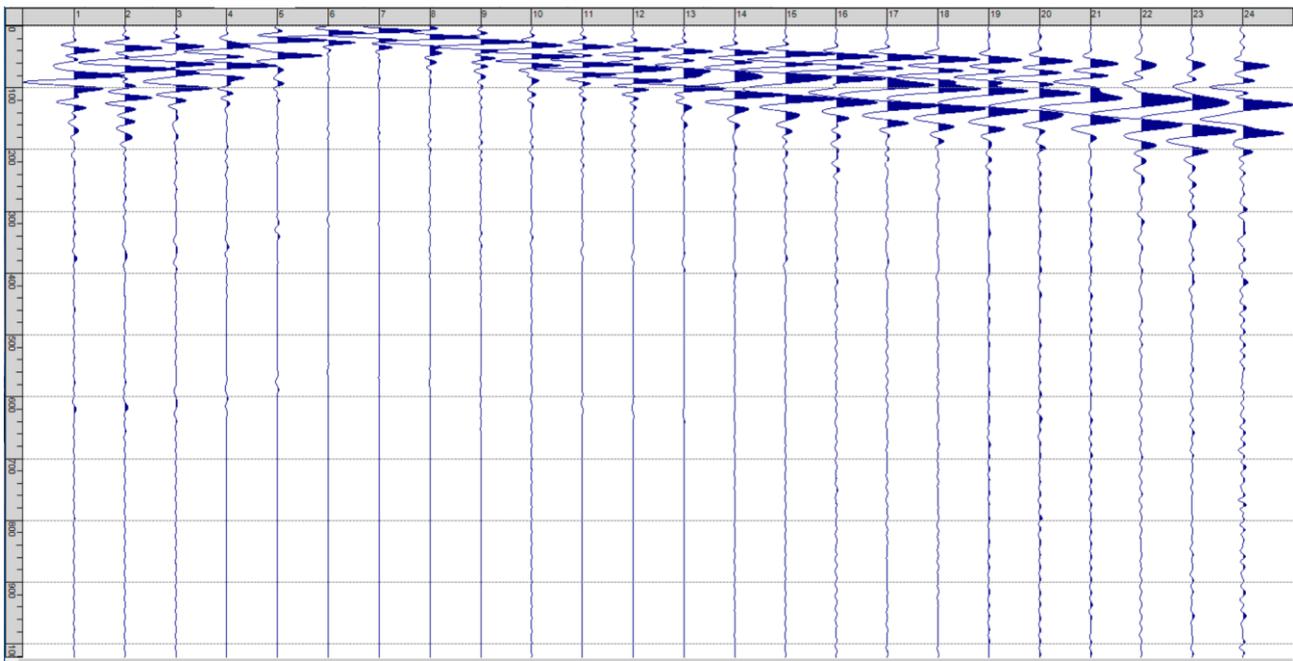
Sism. III-1: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



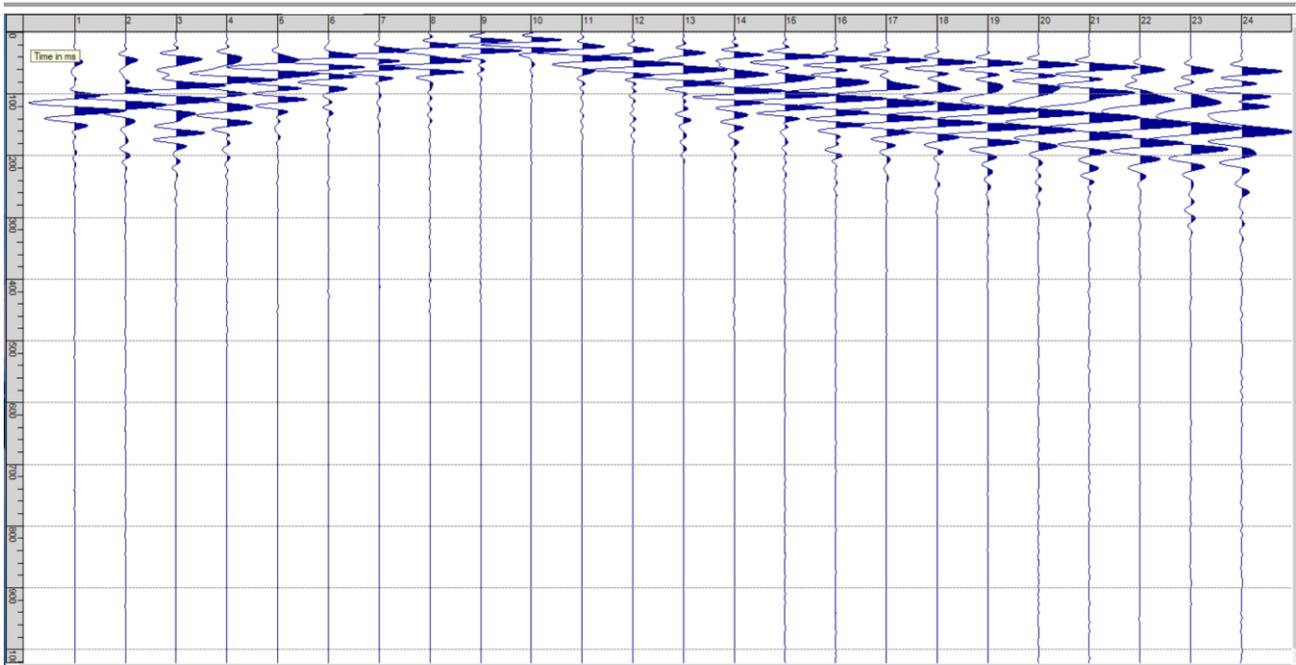
Sism. III-2: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



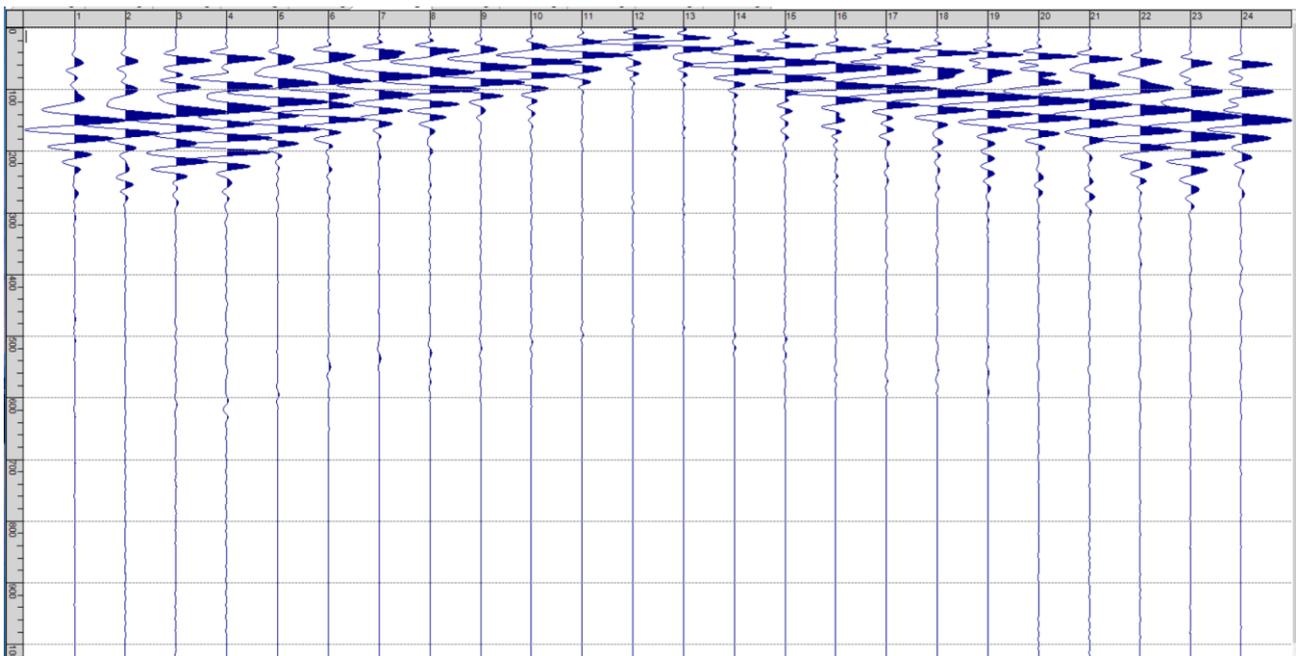
Sism. III-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



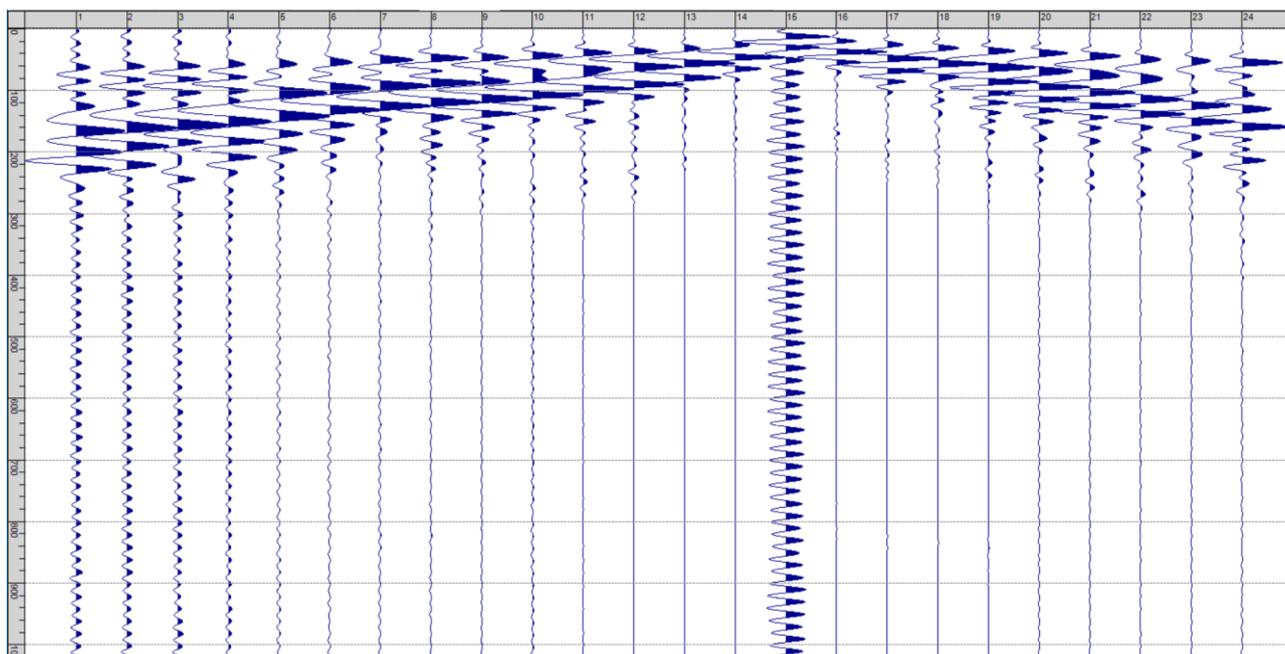
Sism. III-4: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza



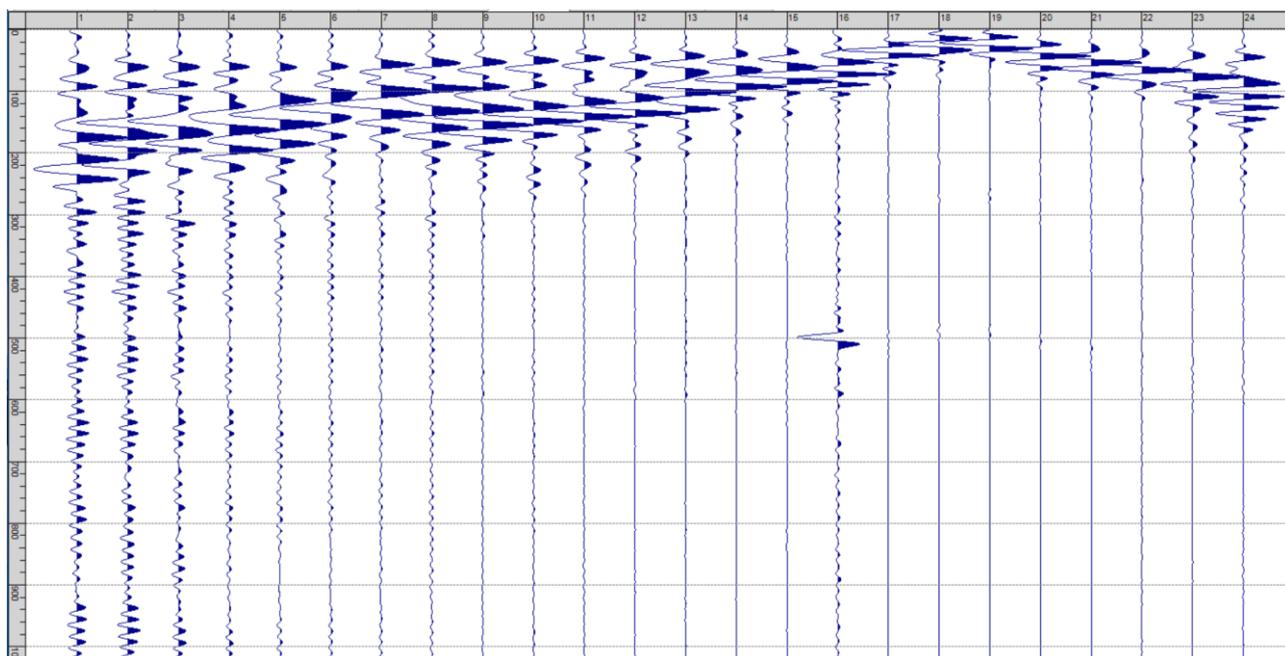
Sism. III-5: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



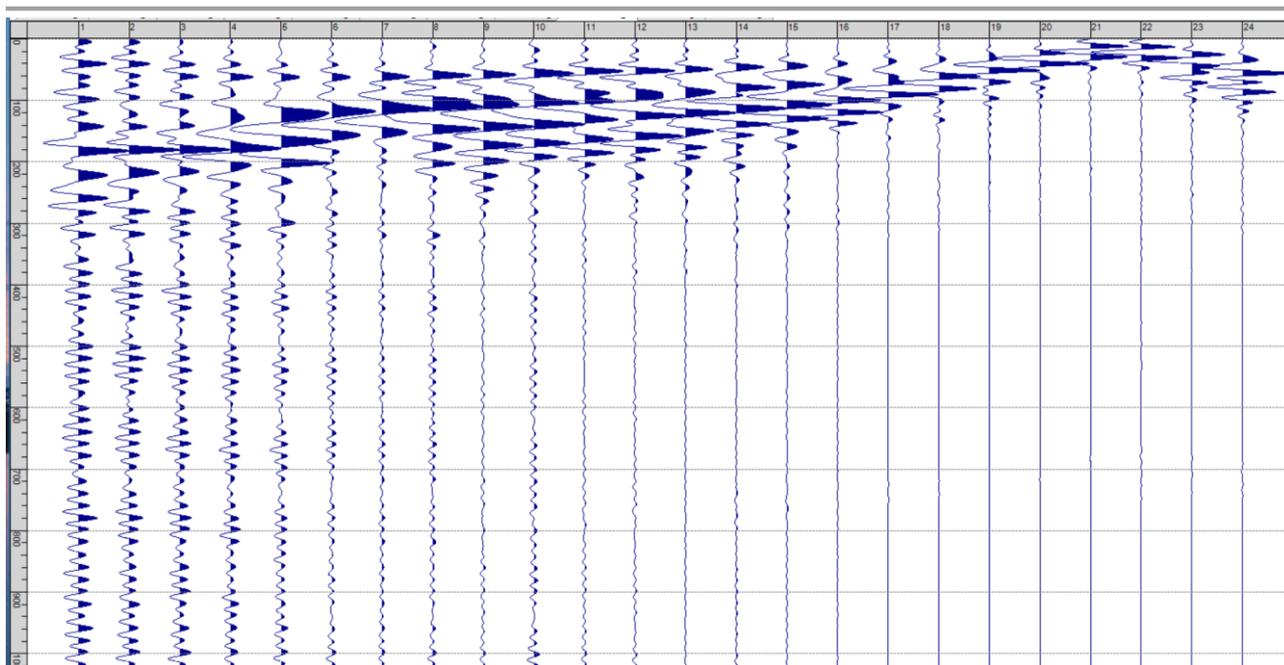
Sism. III-6: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



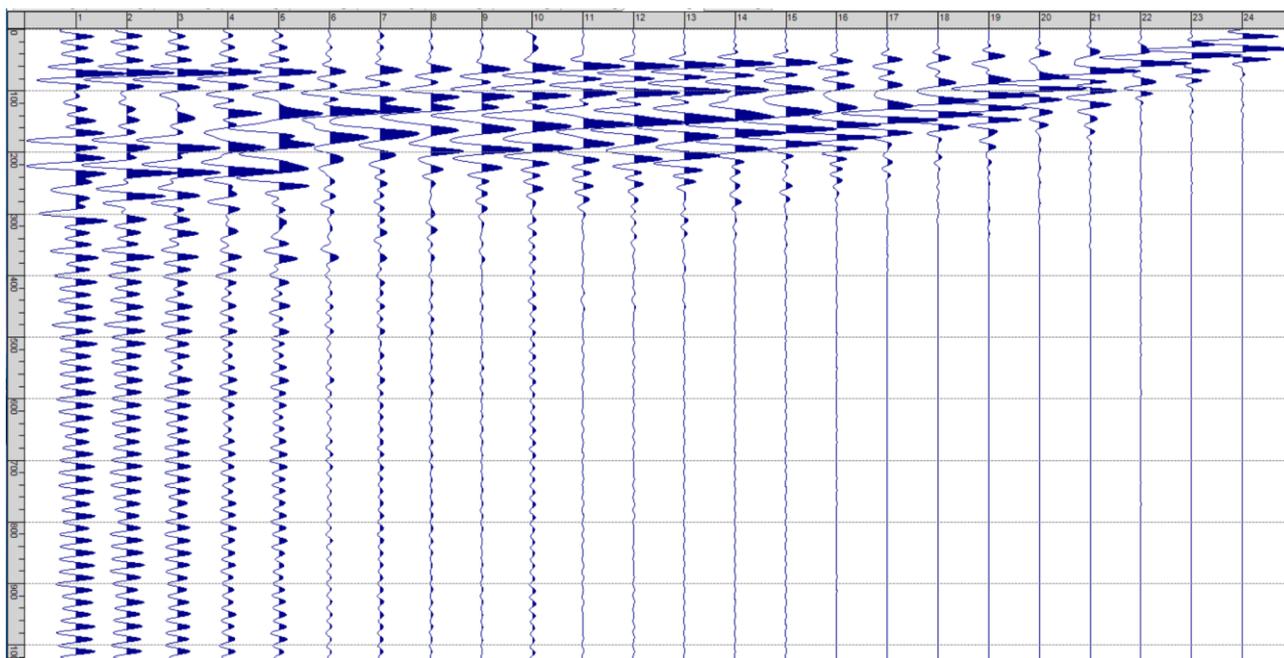
Sism. III-7: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



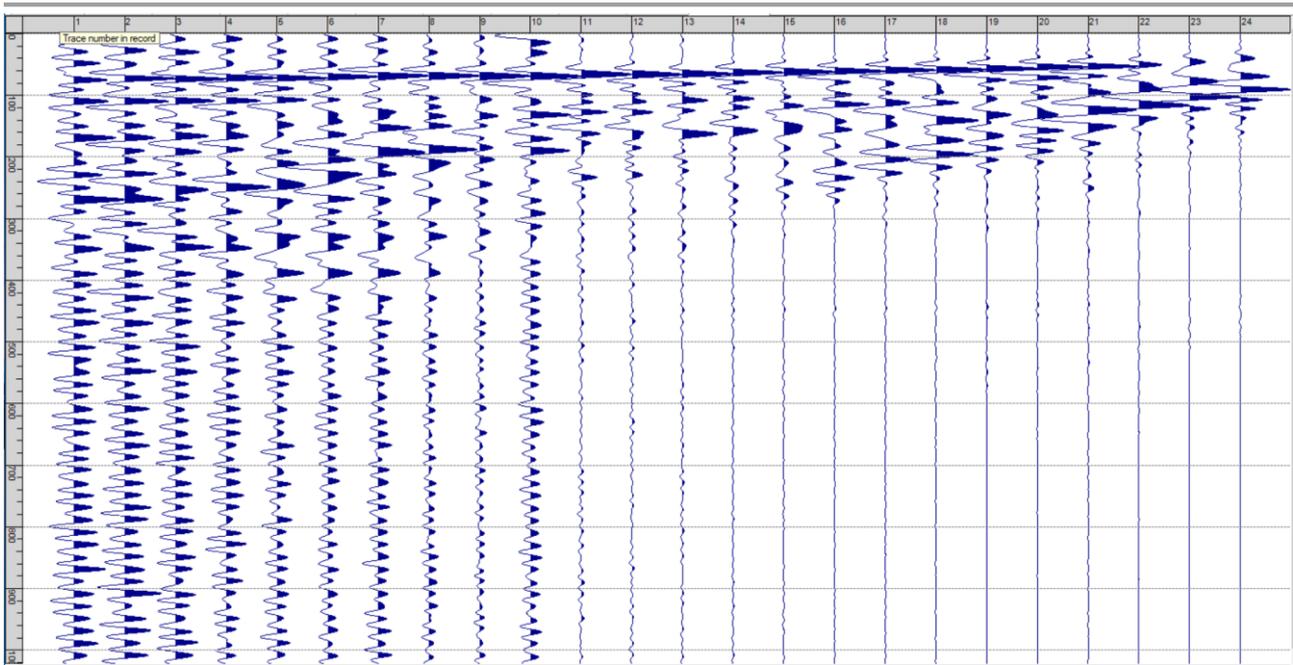
Sism. III-8: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. III-9: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza



Sism. III-10: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza



Sism. III-11: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza

Tab. III-1: Stesa sismica 108_SR ONDE P - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
DISTANZA PARZIALI [m]	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
QUOTA [m]	149.8	149.9	150.1	150.2	150.4	150.5	150.7	150.8	151.0	151.1	151.3	151.4	151.6	151.7	151.9	152.0	152.2	152.3	152.5	152.6	152.8	152.9	153.1	153.2

Tab. III-2: Stesa sismica 108_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1	A	D1	D2	D3	C	D4	D5	D6	B	E2
	ESTERNO SX	ESTREMO SX	INTERMEDIO SX	INTERMEDIO SX	INTERMEDIO SX	CENTRALE	INTERMEDIO DX	INTERMEDIO DX	INTERMEDIO DX	ESTREMO SX	ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-15.00	-1.50	7.50	16.50	25.50	34.50	43.50	52.50	61.49	70.50	84.00
QUOTA [m]	149.0	149.7	150.2	150.6	151.1	151.5	152.0	152.4	152.9	153.3	154.0

Tab. III-3: Stesa sismica 108_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	25	2	12	26	32	39	44	45	47	55	60
2	3	26	6	7	24	30	37	42	46	47	54	58
3	6	28	12	2	22	29	36	41	44	46	54	57
4	9	28	17	2	16	26	34	39	42	46	52	57
5	12	31	19	5	12	24	33	38	43	45	51	57
6	15	33	23	12	5	20	31	37	42	44	49	57
7	18	34	24	16	5	15	26	34	40	44	49	54
8	21	36	25	19	10	11	25	32	38	43	48	54
9	24	38	27	22	16	4	22	30	36	41	47	54
10	27	40	29	26	20	4	18	29	35	39	45	53
11	30	40	29	27	22	12	12	25	33	38	45	51
12	33	42	32	29	26	17	5	19	32	37	43	50
13	36	43	34	31	29	22	3	17	29	36	42	49
14	39	45	35	33	30	24	12	14	27	34	40	49
15	42	46	37	34	32	26	18	5	23	31	39	47
16	45	49	38	36	35	30	23	8	18	29	37	46
17	48	49	40	36	36	32	27	14	12	27	36	45
18	51	51	41	39	38	34	28	19	5	23	35	44
19	54	52	42	40	39	36	32	23	4	18	32	42
20	57	54	44	42	42	38	34	27	11	12	29	40
21	60	56	46	44	43	39	37	30	17	4	25	40
22	63	59	48	46	45	41	41	34	23	5	19	36
23	66	61	49	48	46	44	43	38	28	12	12	31
24	69	63	52	48	47	46	44	40	31	19	4	27

Tab. III-4: Stesa sismica 108_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	149.80	479	148.65	911	142.92	1822
1.5	1.5	149.85	479	148.68	914	142.94	1825
2	3	149.90	479	148.70	917	142.97	1830
2.5	4.5	150.00	479	148.77	918	143.00	1838
3	6	150.10	479	148.83	919	143.02	1848
3.5	7.5	150.15	479	148.83	919	143.03	1859
4	9	150.20	479	148.83	922	143.05	1873
4.5	10.5	150.30	479	148.88	927	143.05	1891
5	12	150.40	479	148.92	931	143.05	1912
5.5	13.5	150.45	476	148.91	936	143.04	1933
6	15	150.50	472	148.91	940	143.03	1957
6.5	16.5	150.60	467	148.95	942	143.02	1982
7	18	150.70	462	149.00	945	142.99	2008
7.5	19.5	150.75	457	148.99	949	142.97	2037
8	21	150.80	451	148.99	955	142.93	2070
8.5	22.5	150.90	445	149.05	962	142.89	2104
9	24	151.00	439	149.10	967	142.85	2140
9.5	25.5	151.05	431	149.11	971	142.80	2175
10	27	151.10	423	149.11	974	142.76	2207
10.5	28.5	151.20	417	149.17	977	142.71	2238
11	30	151.30	410	149.22	981	142.66	2267
11.5	31.5	151.35	406	149.23	984	142.61	2294
12	33	151.40	402	149.23	987	142.57	2319
12.5	34.5	151.50	399	149.29	990	142.53	2344
13	36	151.60	396	149.35	994	142.48	2367
13.5	37.5	151.65	393	149.35	995	142.44	2390
14	39	151.70	390	149.35	995	142.40	2411
14.5	40.5	151.80	389	149.40	996	142.36	2430
15	42	151.90	389	149.44	996	142.32	2446
15.5	43.5	151.95	389	149.43	996	142.28	2463
16	45	152.00	389	149.41	996	142.24	2476
16.5	46.5	152.10	391	149.44	996	142.20	2485
17	48	152.20	392	149.47	996	142.16	2487
17.5	49.5	152.25	396	149.44	996	142.13	2486
18	51	152.30	401	149.40	996	142.10	2485
18.5	52.5	152.40	409	149.41	996	142.07	2483
19	54	152.50	418	149.42	998	142.05	2476
19.5	55.5	152.55	427	149.38	1000	142.03	2467
20	57	152.60	435	149.34	1005	142.01	2456
20.5	58.5	152.70	443	149.36	1009	142.01	2447
21	60	152.80	451	149.39	1011	142.01	2441
21.5	61.5	152.95	458	149.48	1012	142.02	2436
22	63	153.10	466	149.58	1011	142.02	2433
22.5	64.5	153.15	471	149.59	1009	142.03	2430
23	66	153.20	476	149.61	1006	142.04	2424
23.5	67.5	153.20	475	149.60	1003	142.04	2418
24	69	153.20	474	149.59	1000	142.06	2412

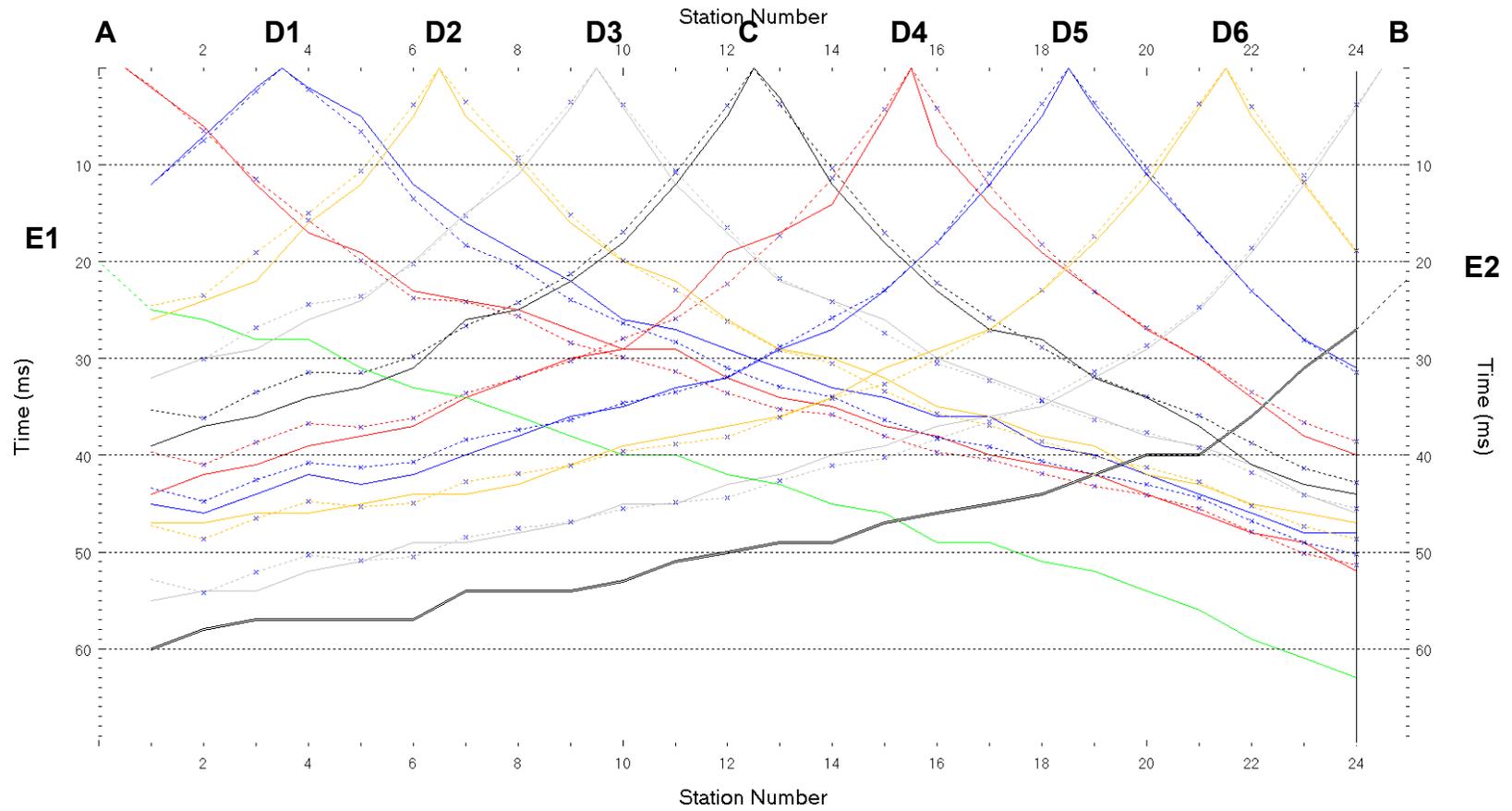


Fig. III-2: Stesa sismica 108_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400

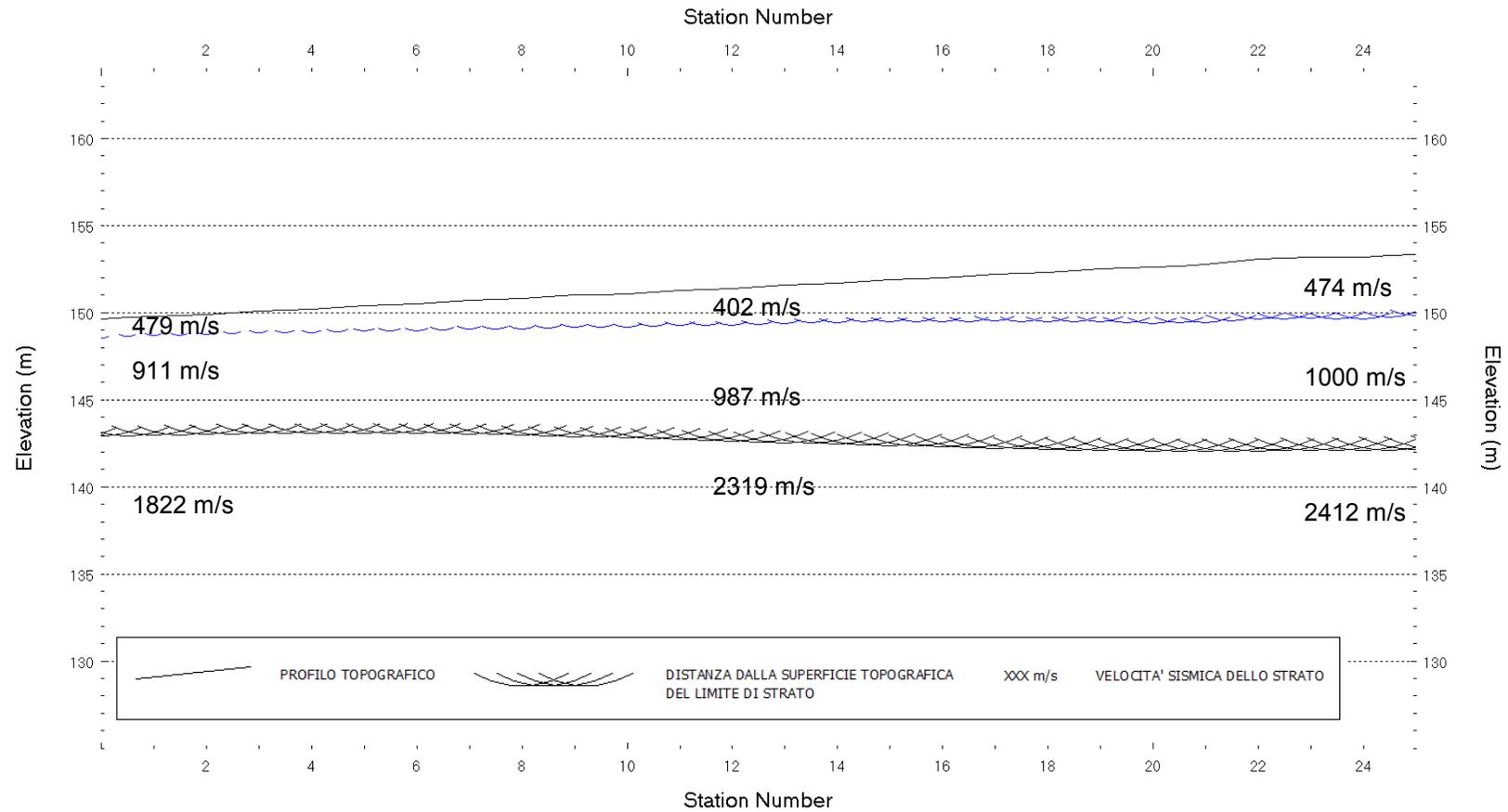


Fig. III-3: Stesa sismica 108_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400

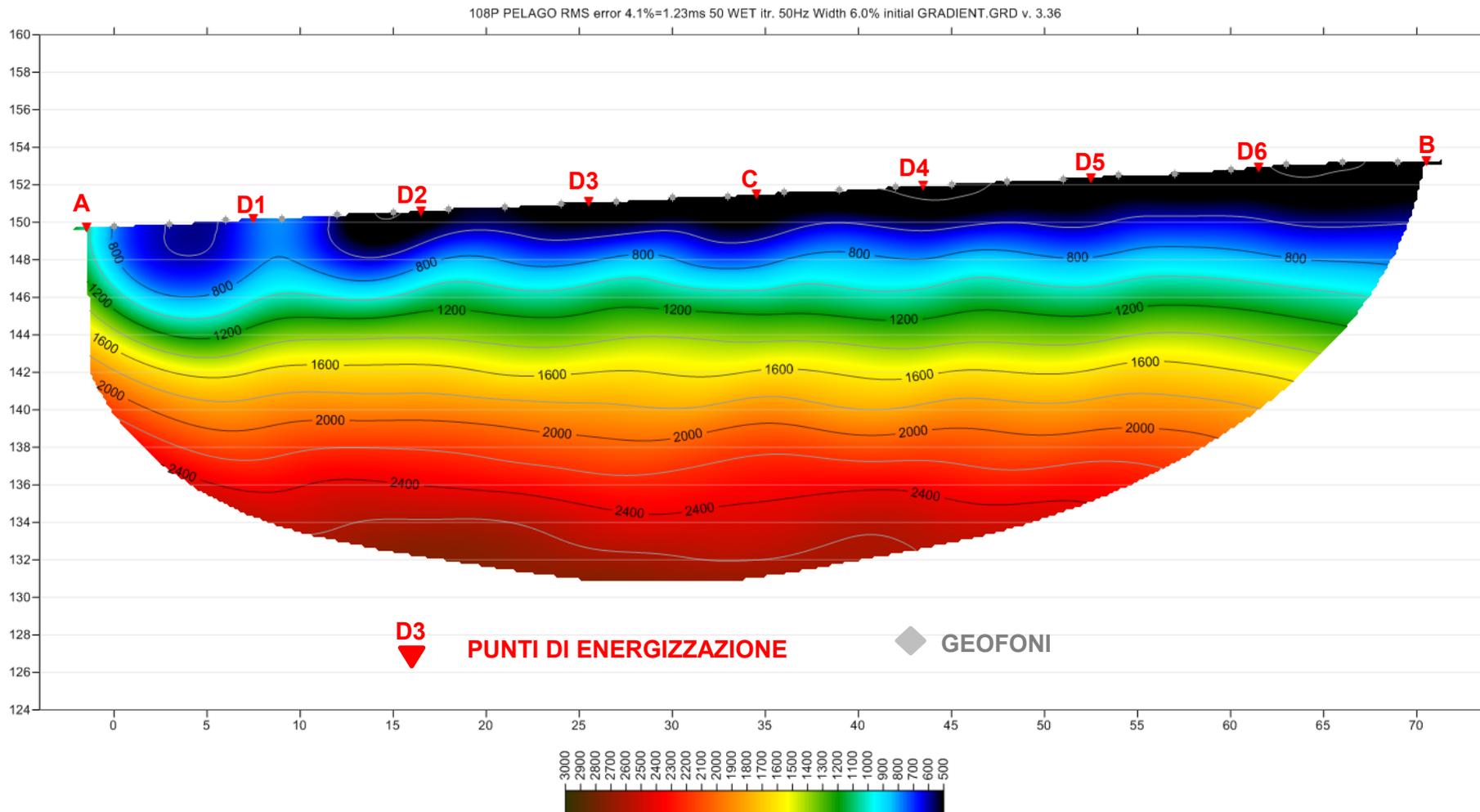


Fig. III-4: Stesa sismica 108_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400

**IV. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 108_SR ONDE SH -
SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI - TABULATI PROFONDITA' E
VELOCITA' RIFRATTORI - DROMOCRONE — SEZIONI
SISMOSTRATIGRAFICHE - TOMOGRAFIE**

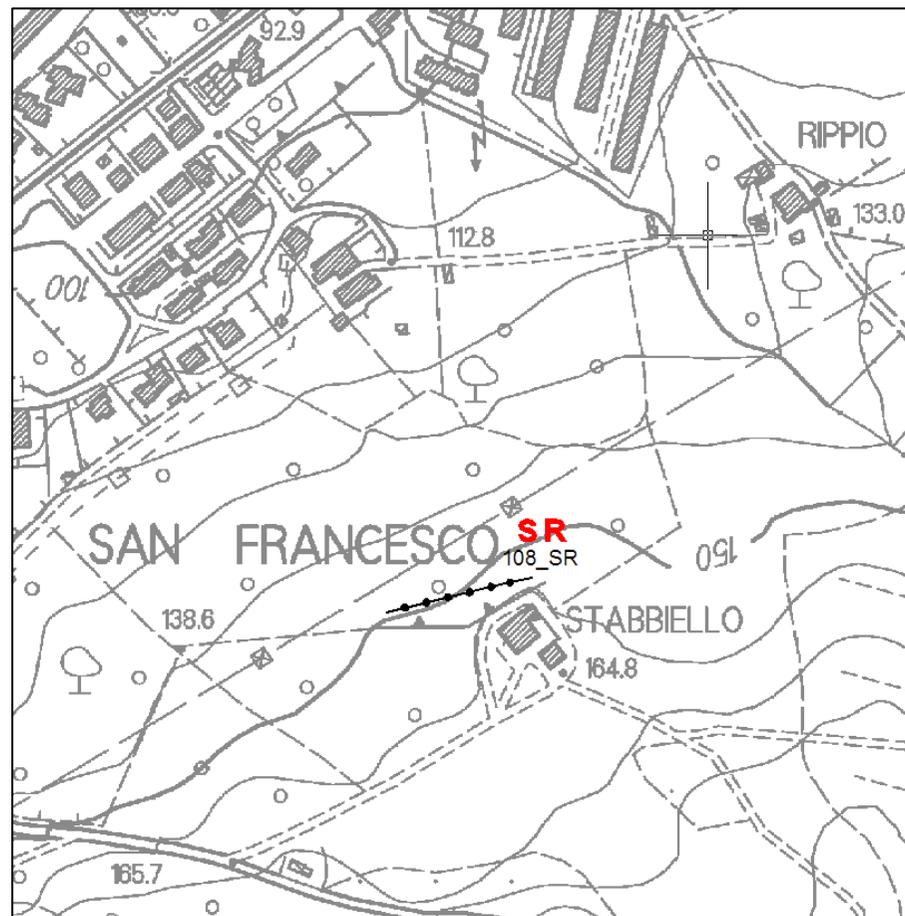
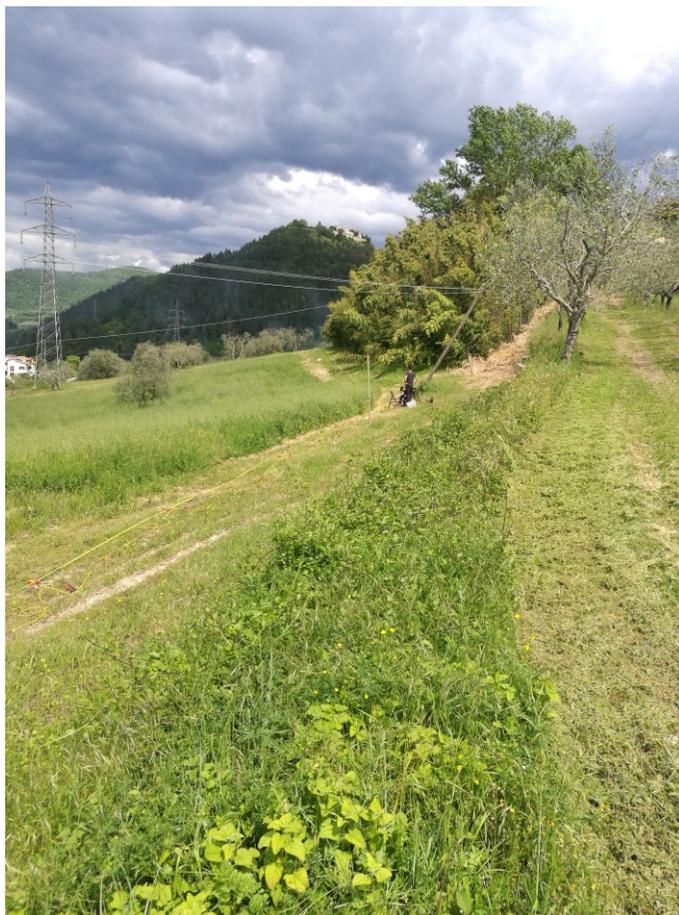
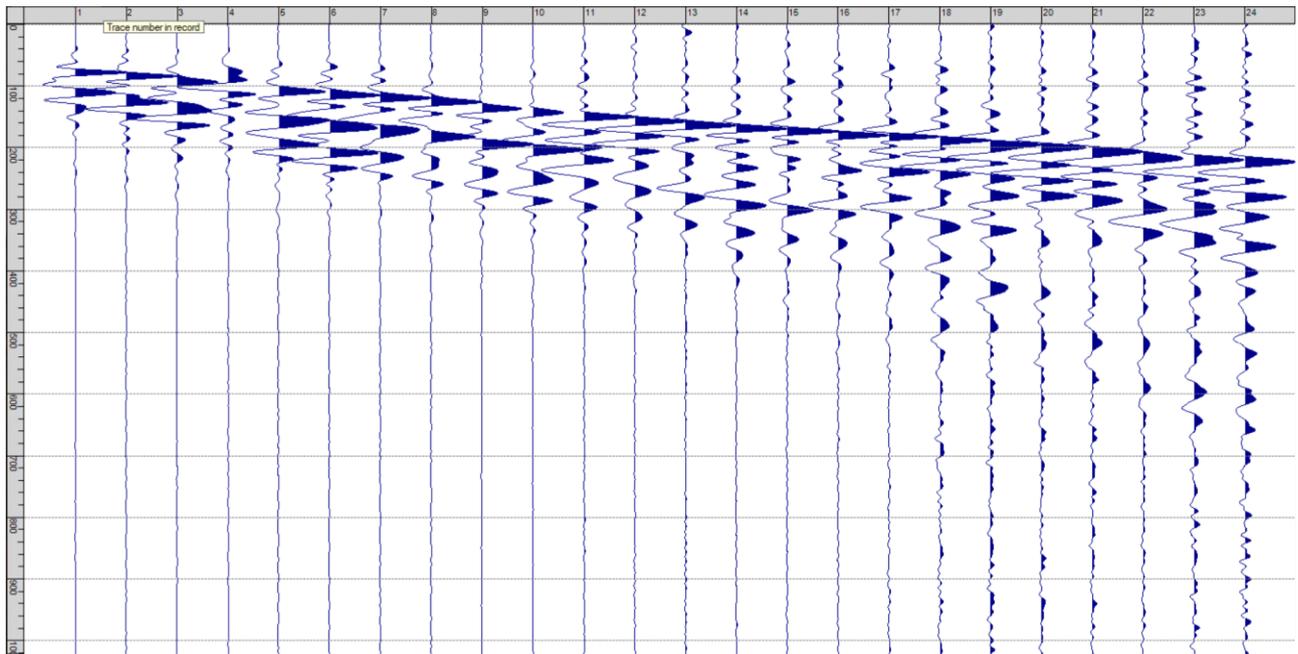
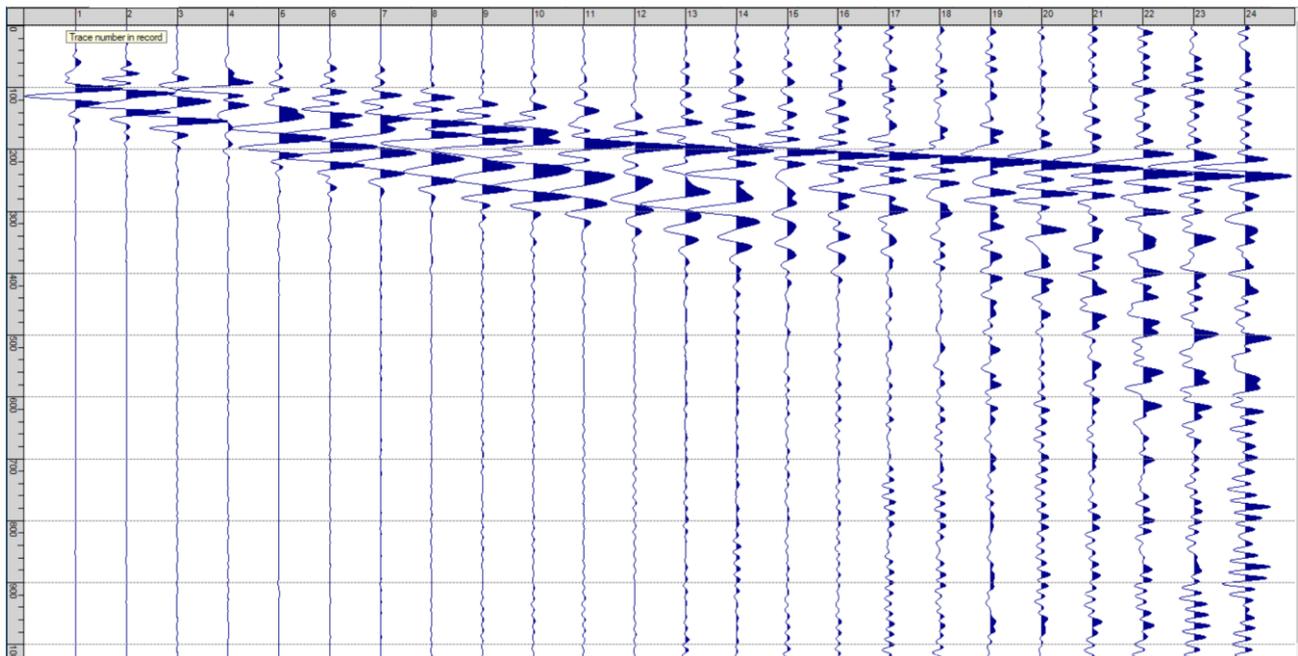


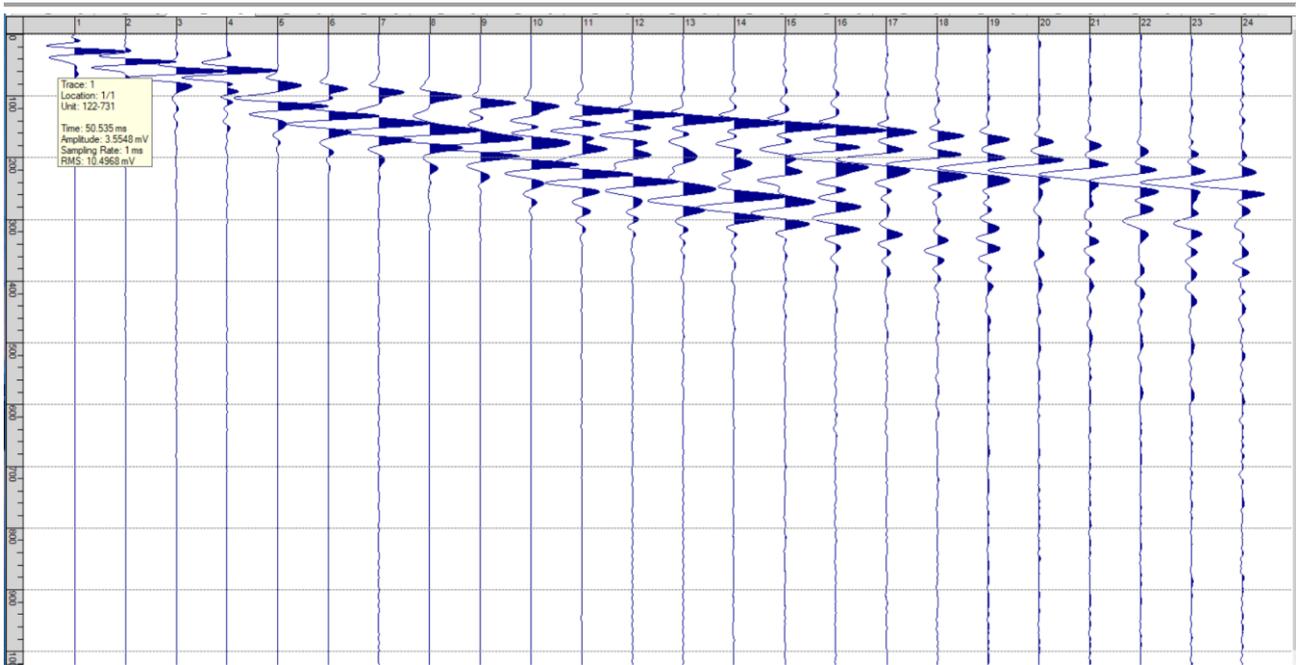
Fig. IV-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



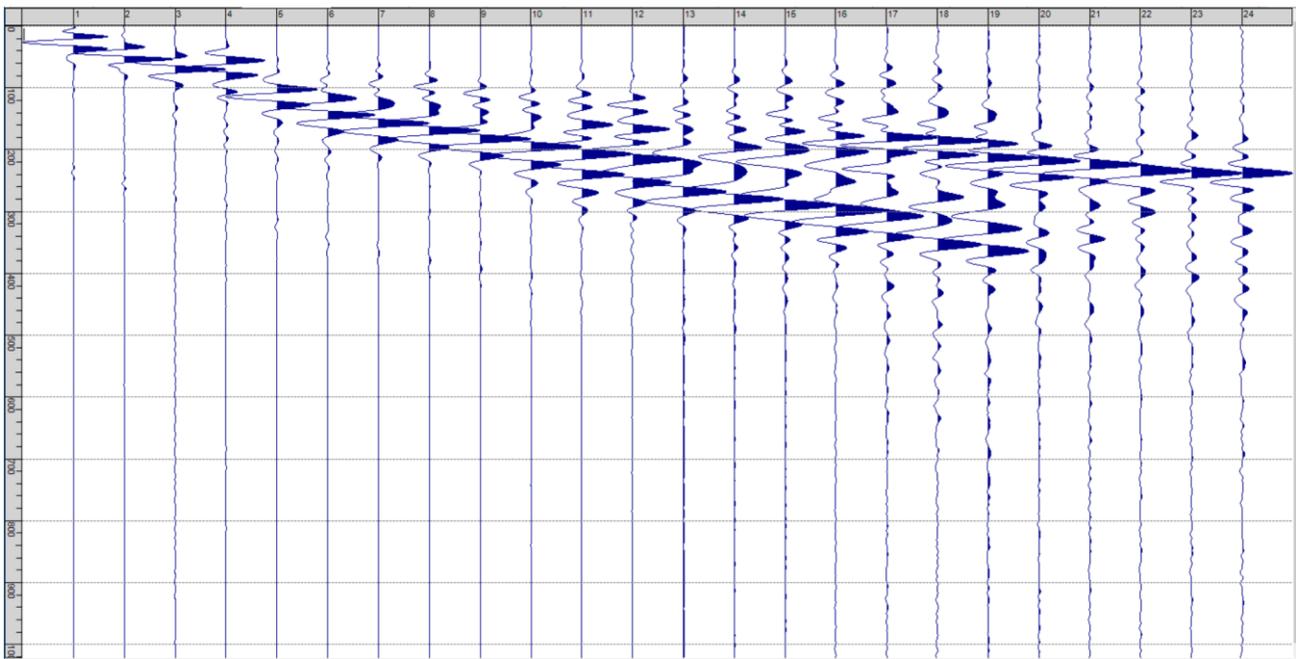
Sism. IV-1: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



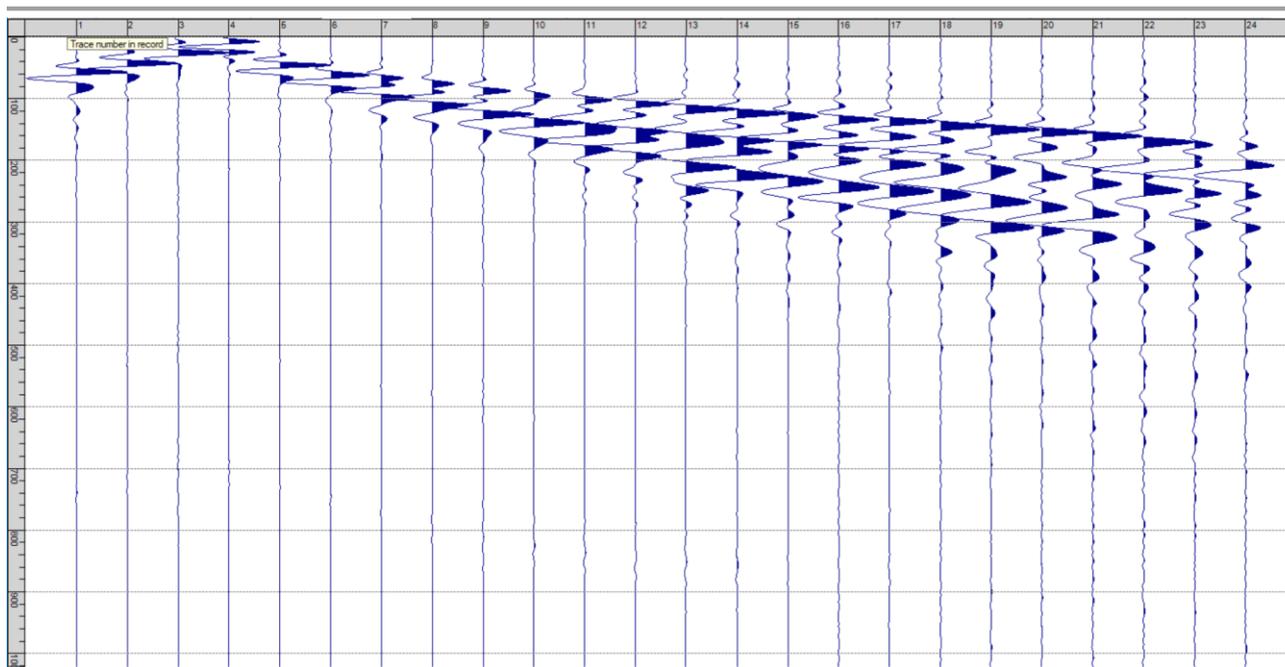
Sism. IV-2: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



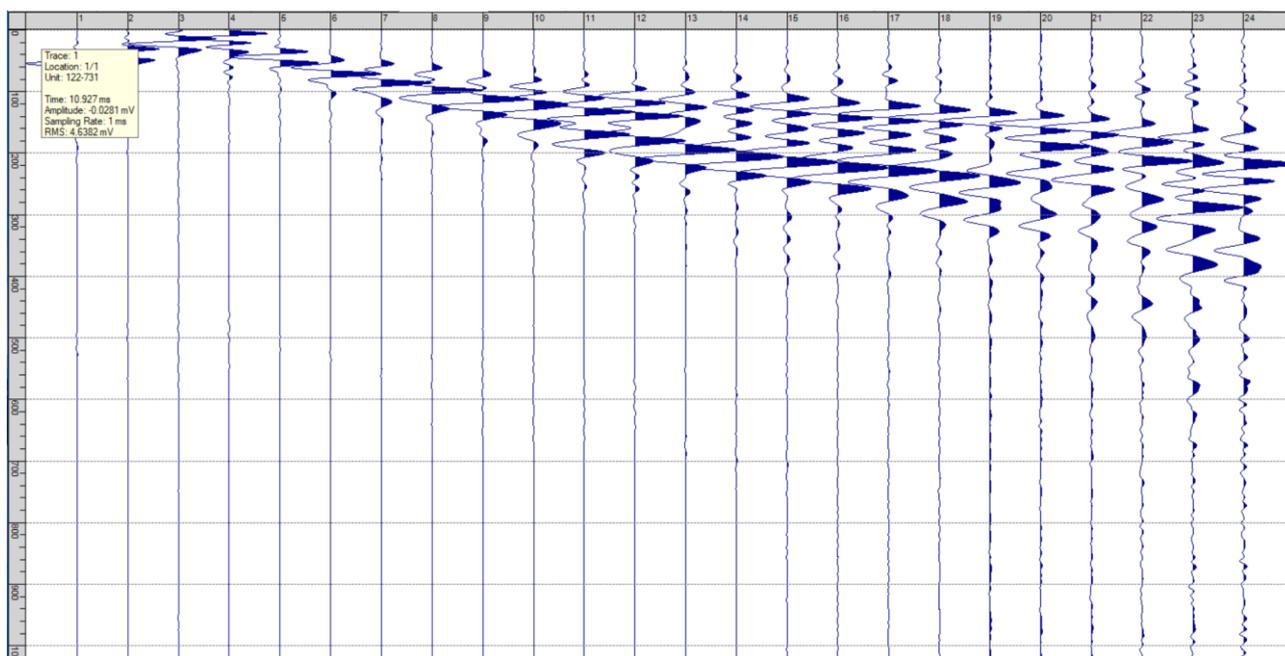
Sism. IV-3: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



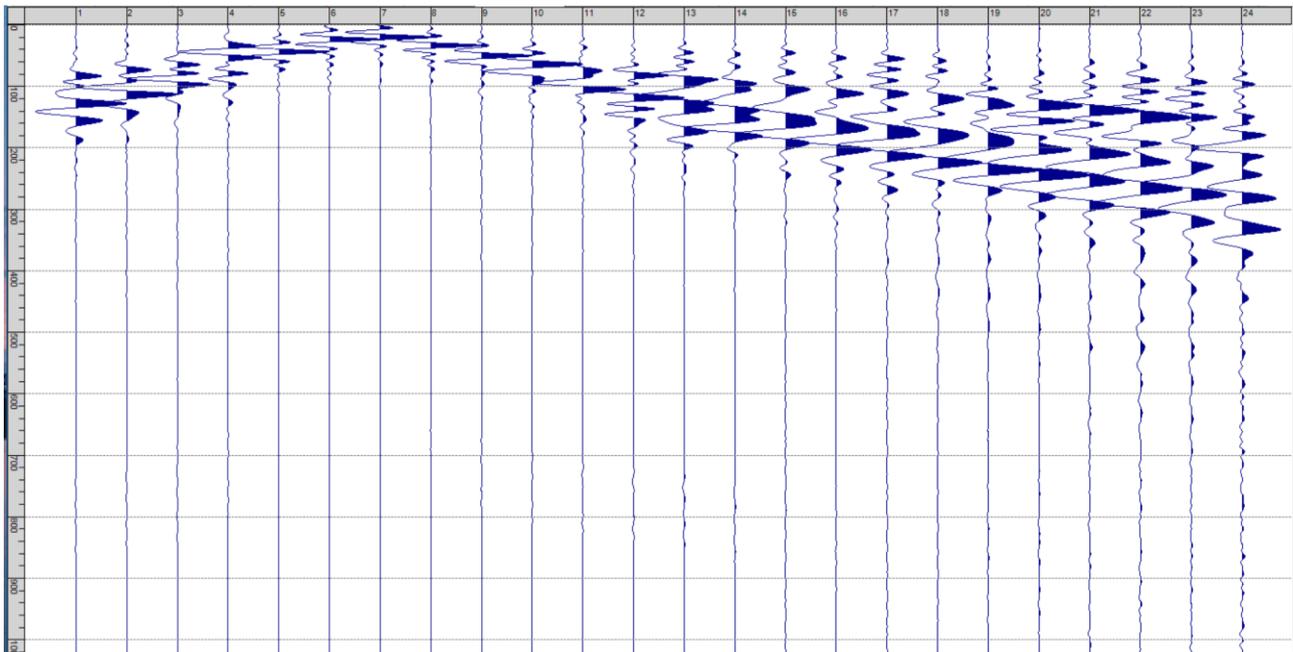
Sism. IV-4: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



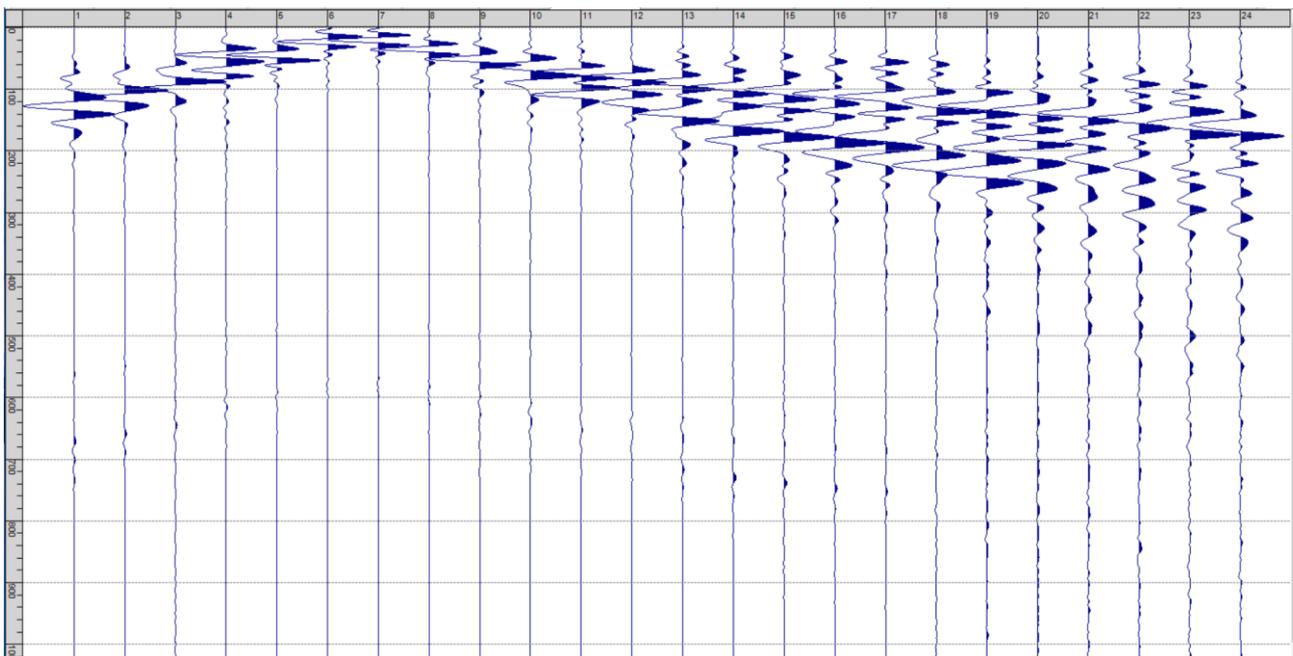
Sism. IV-5: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



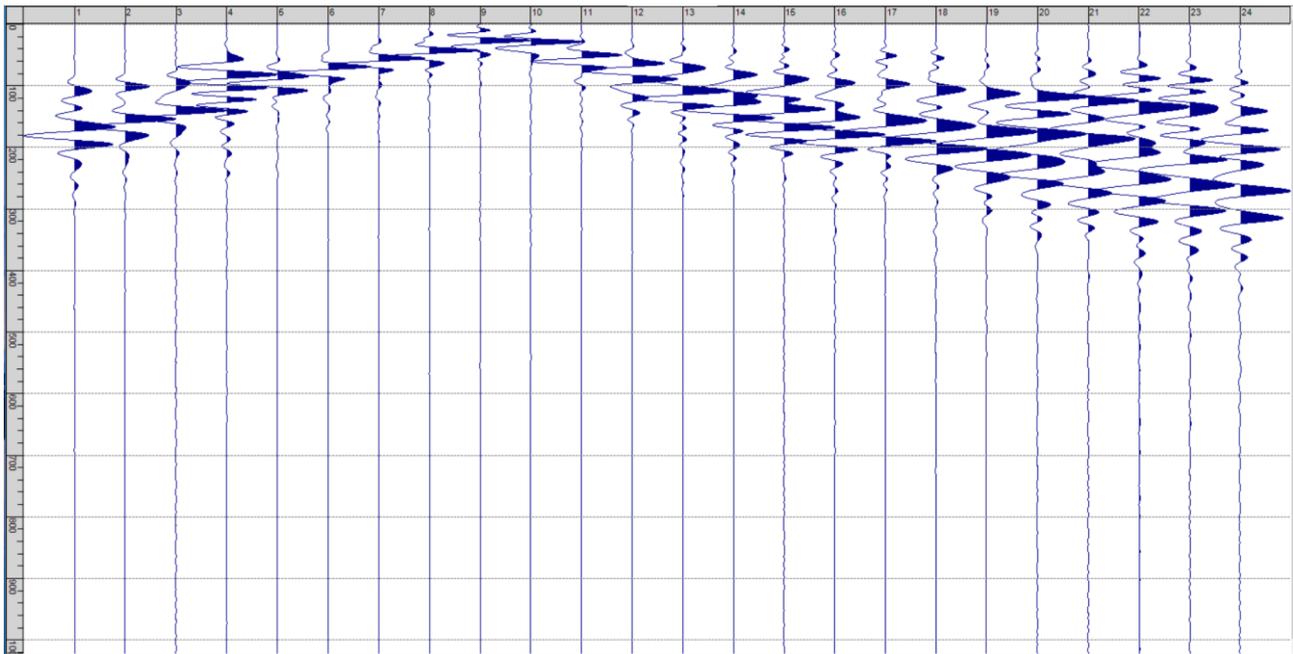
Sism. IV-6: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



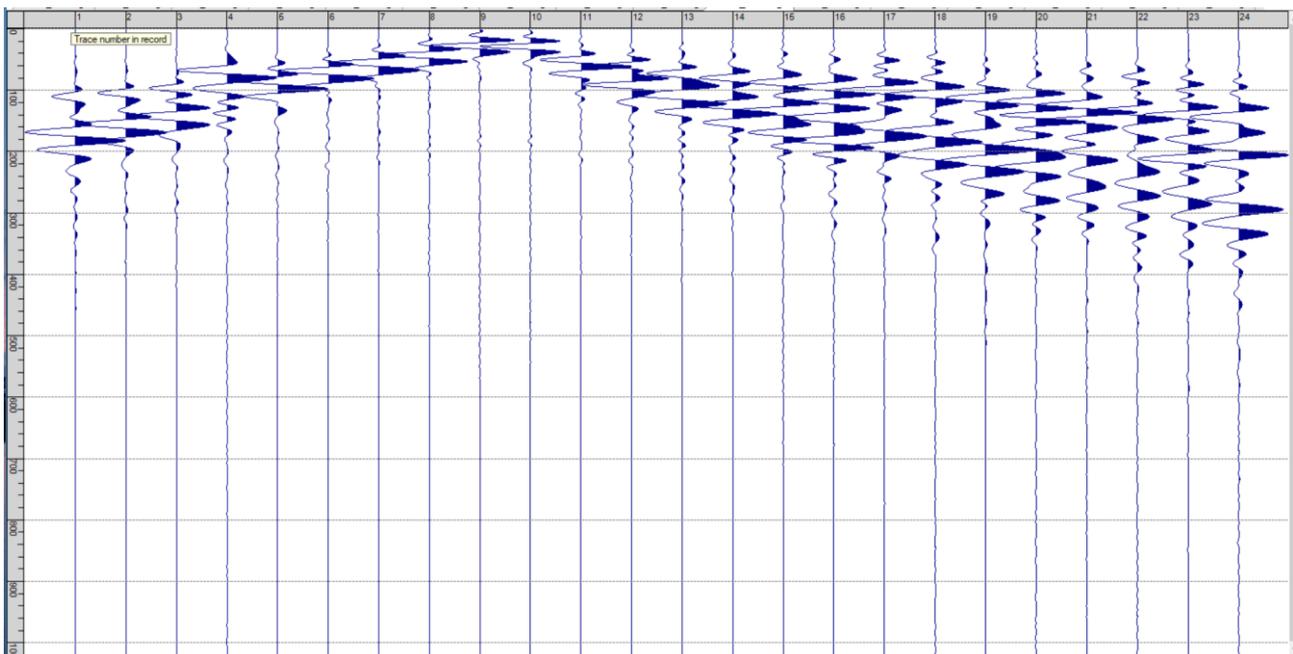
Sism. IV-7: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



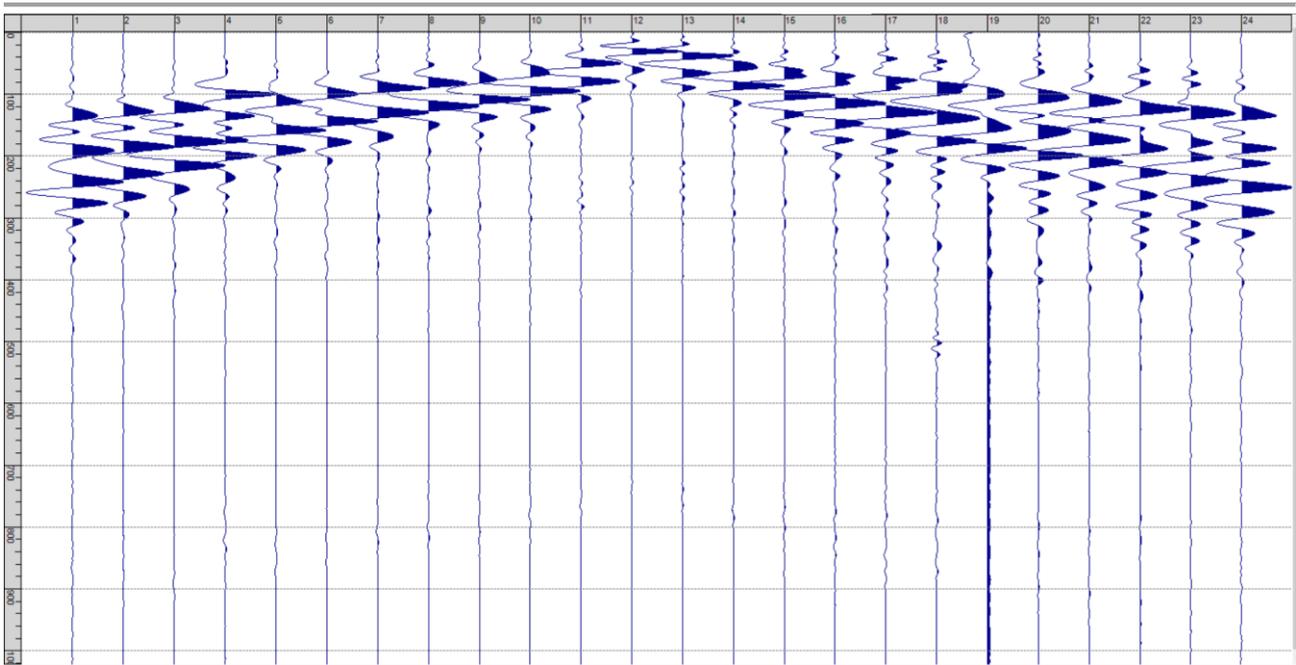
Sism. IV-8: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



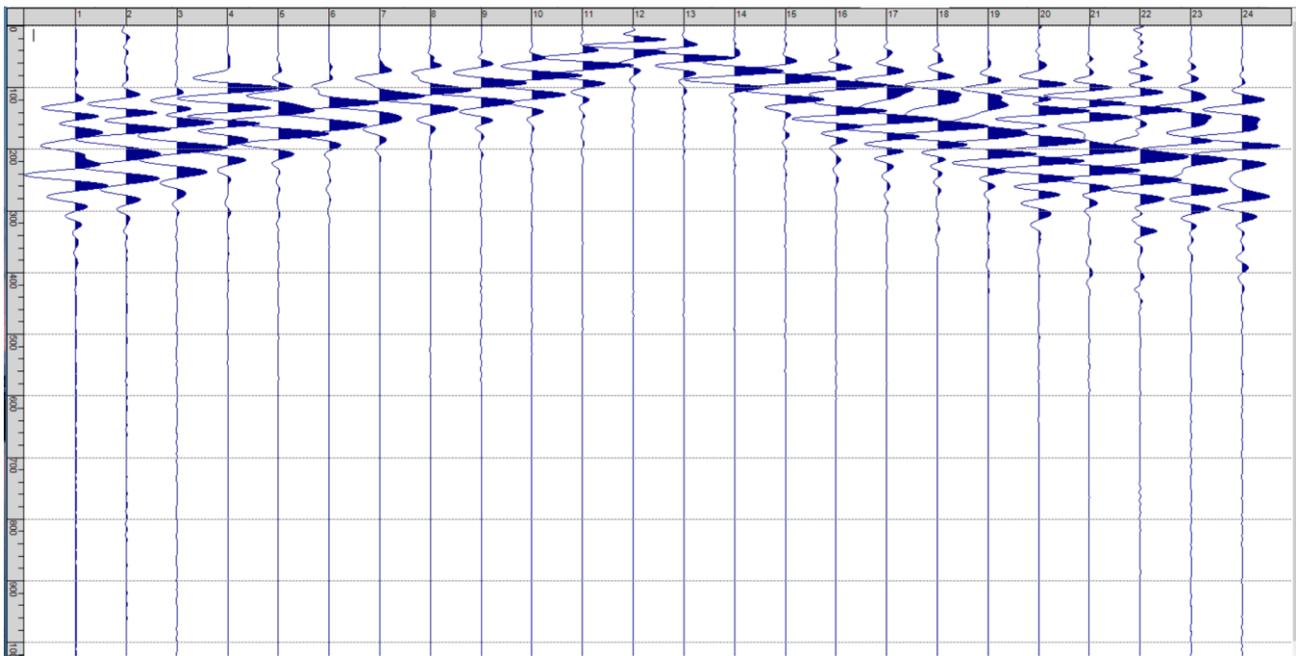
Sism. IV-9: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



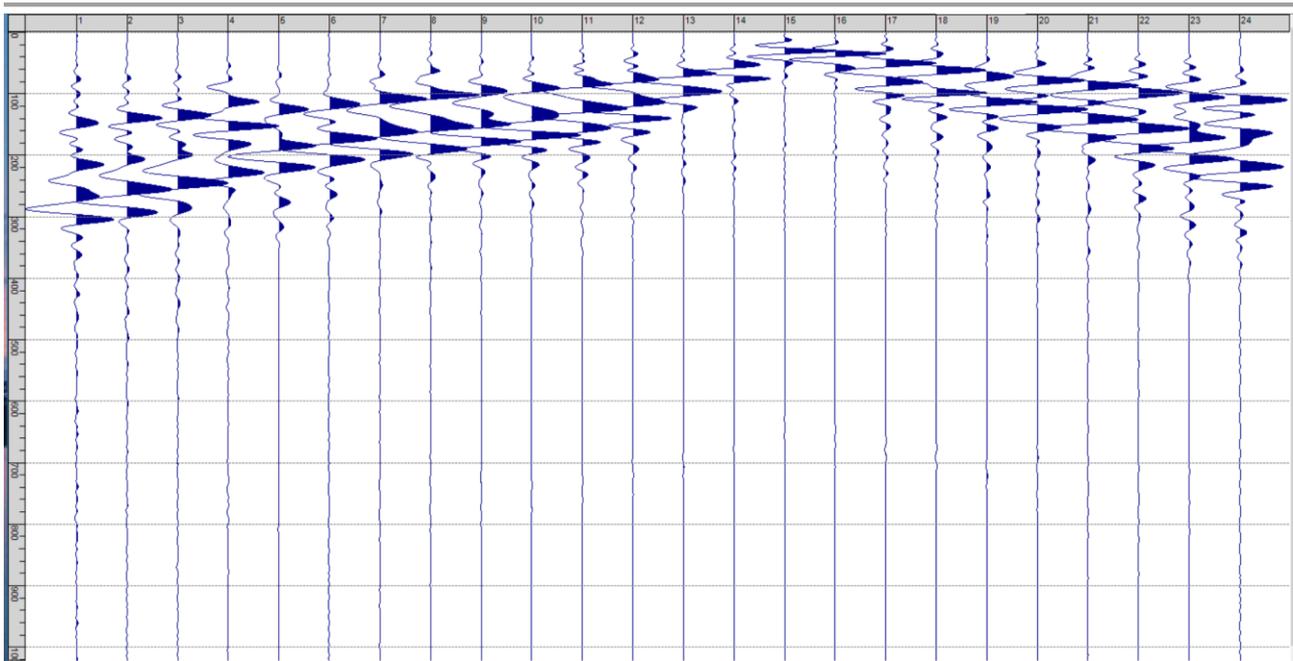
Sism. IV-10: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



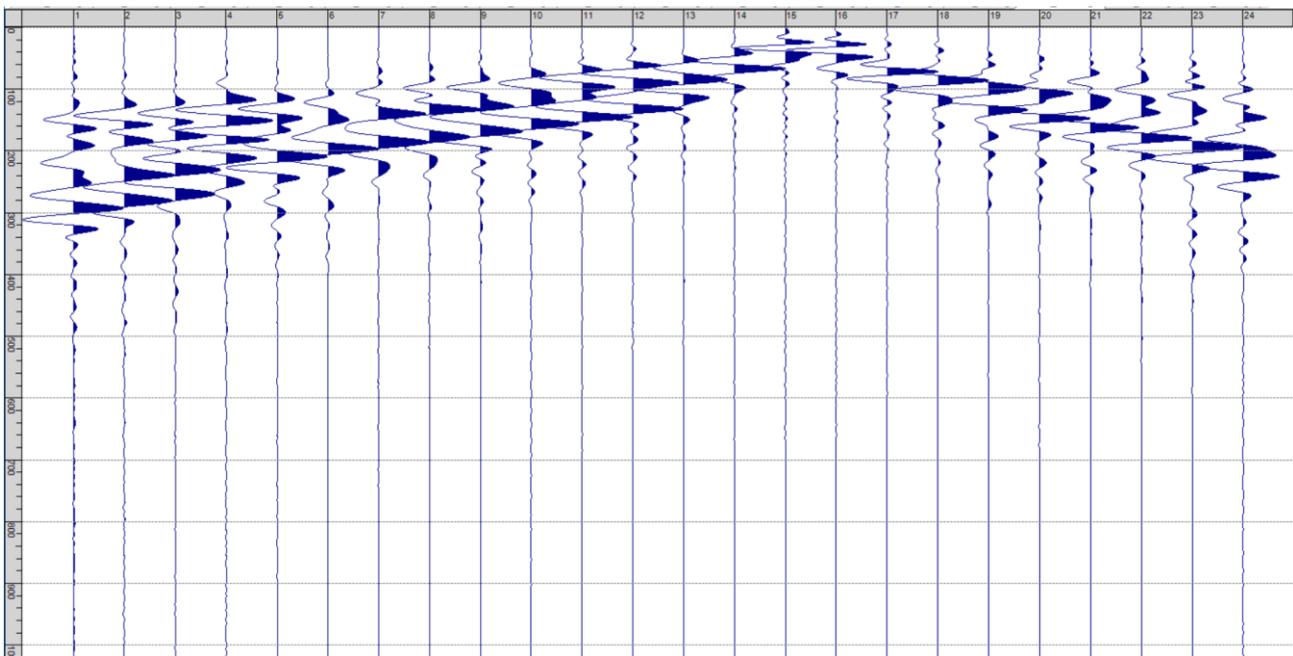
Sism. IV-11: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



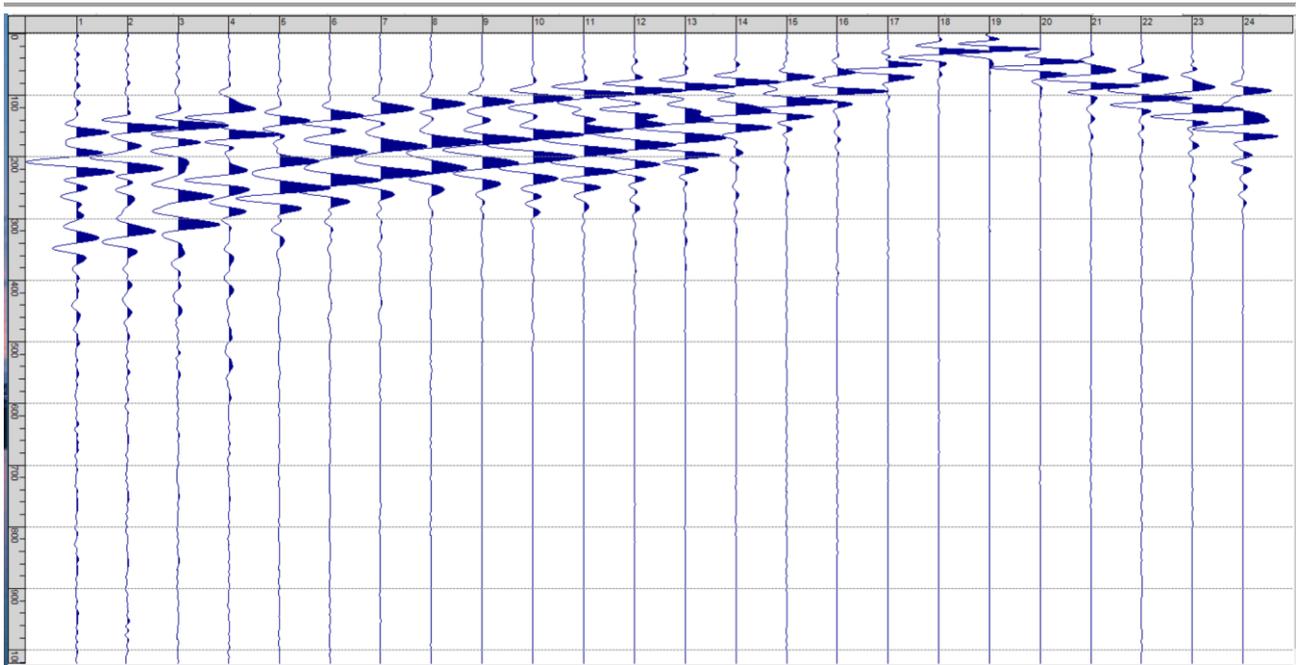
Sism. IV-12: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



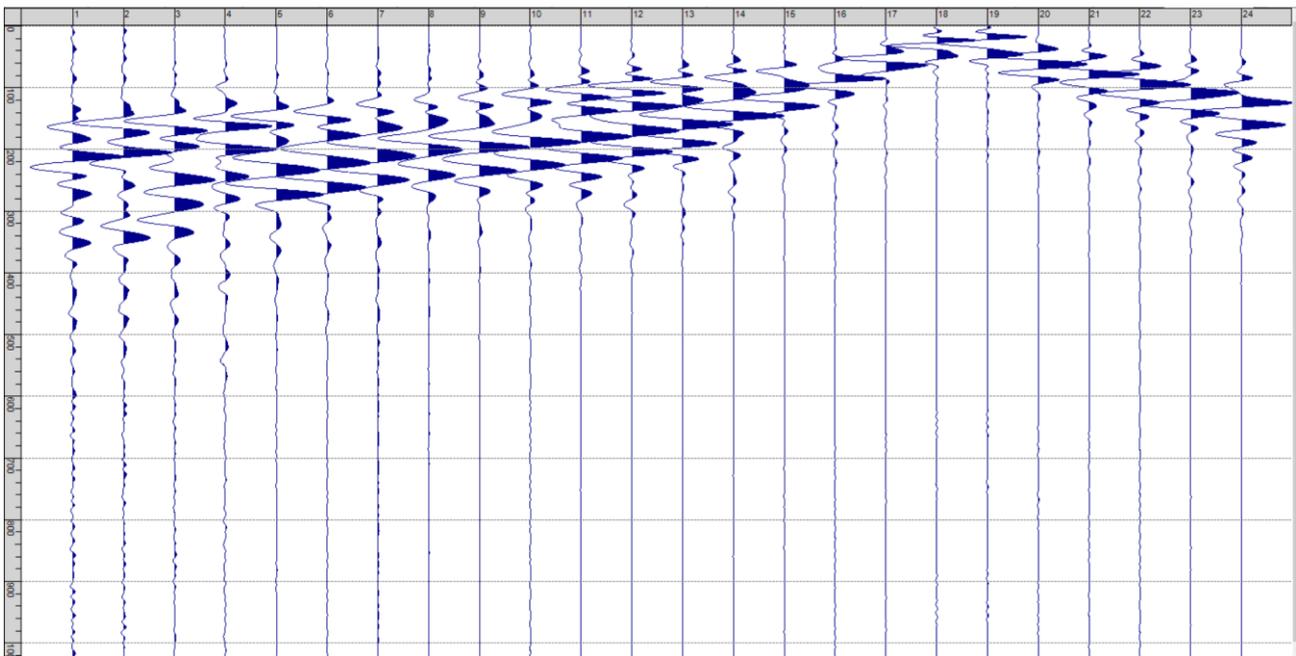
Sism. IV-13: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



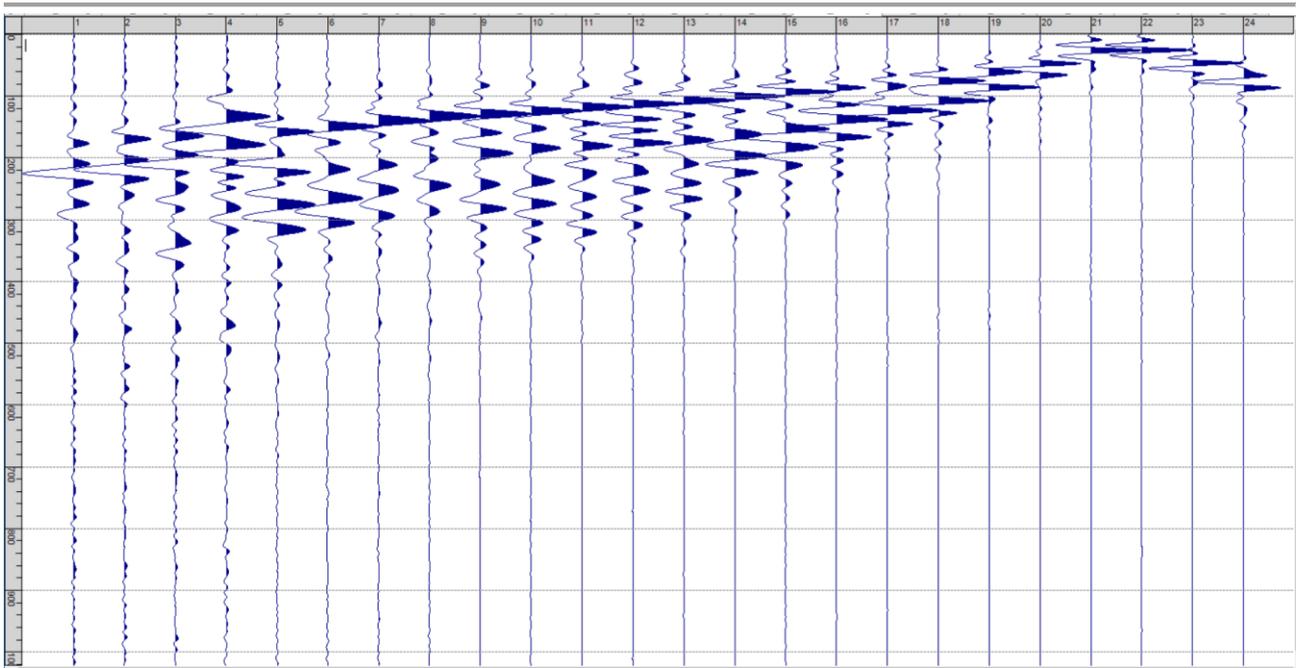
Sism. IV-14: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



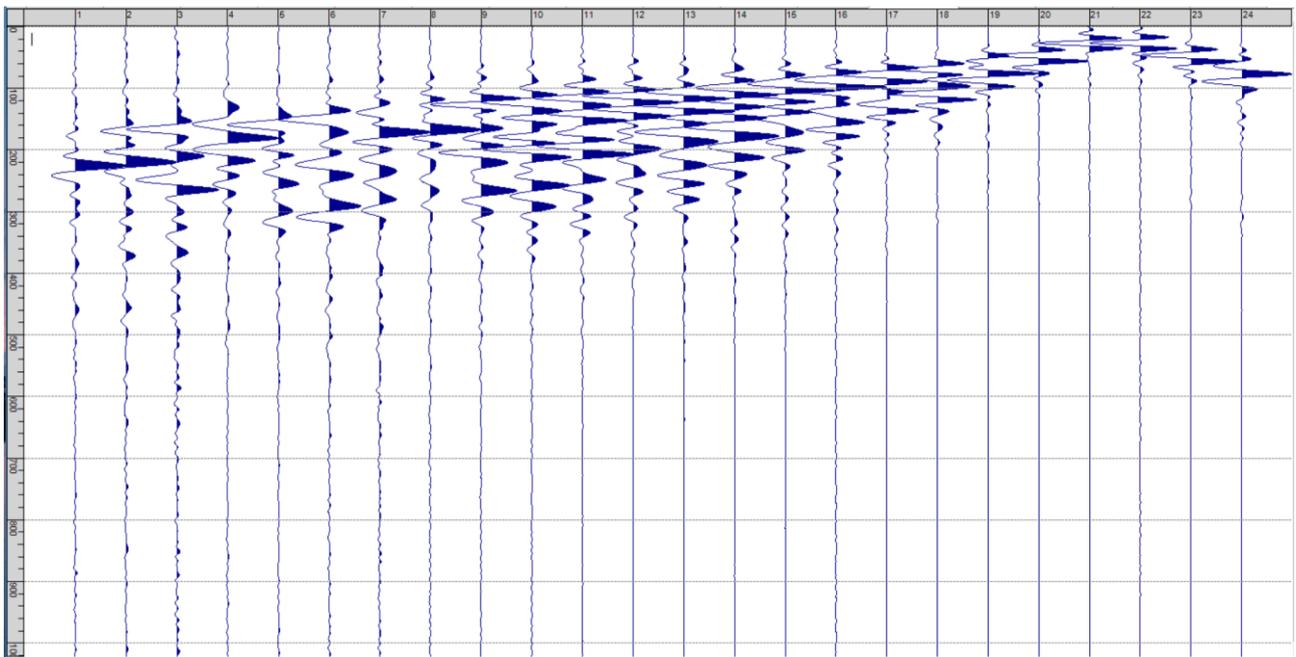
Sism. IV-15: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



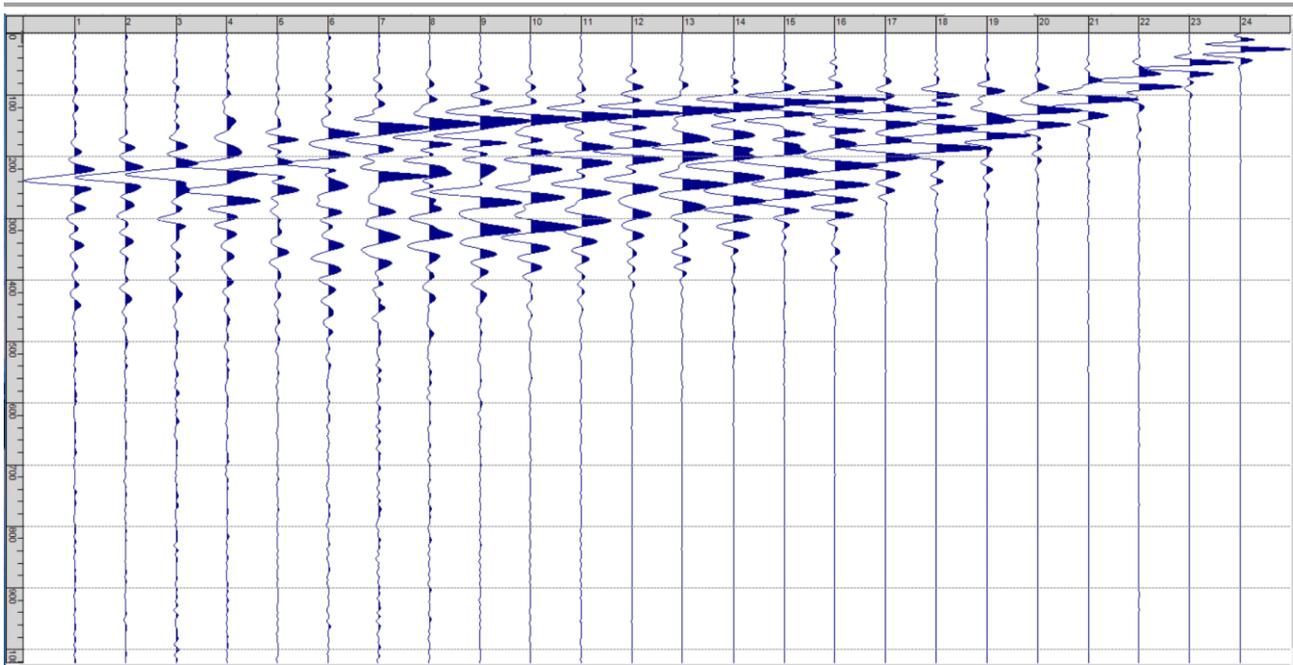
Sism. IV-16: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



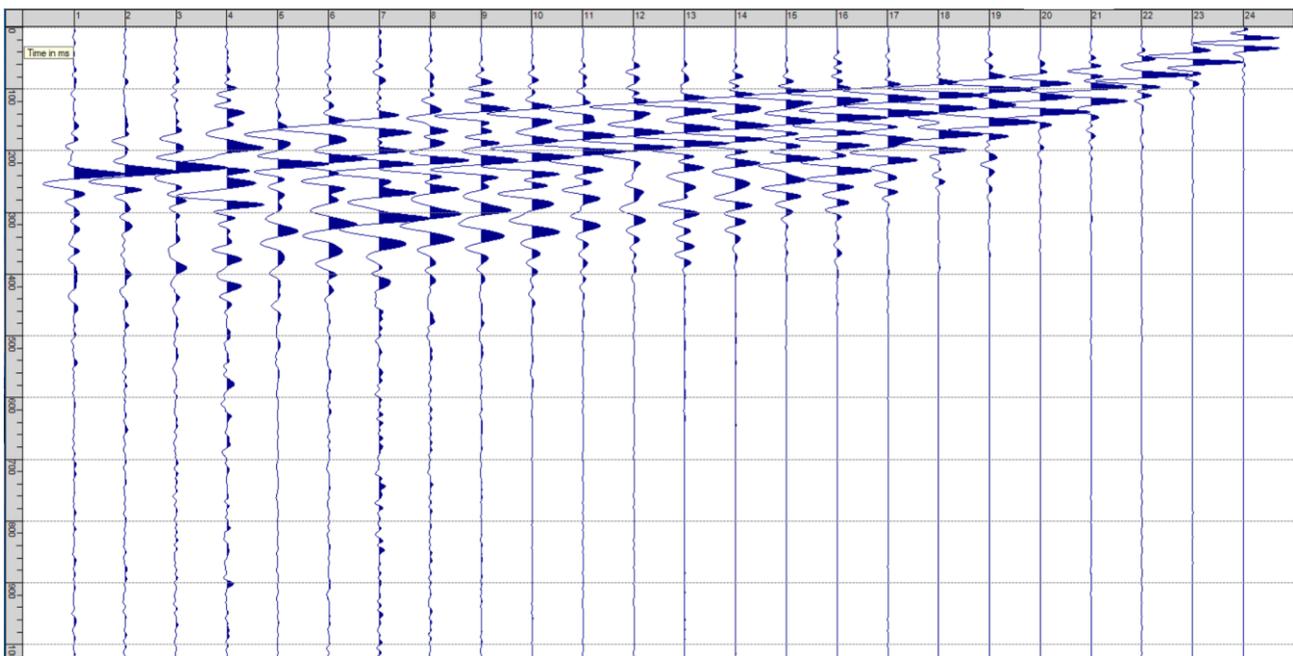
Sism. IV-17: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



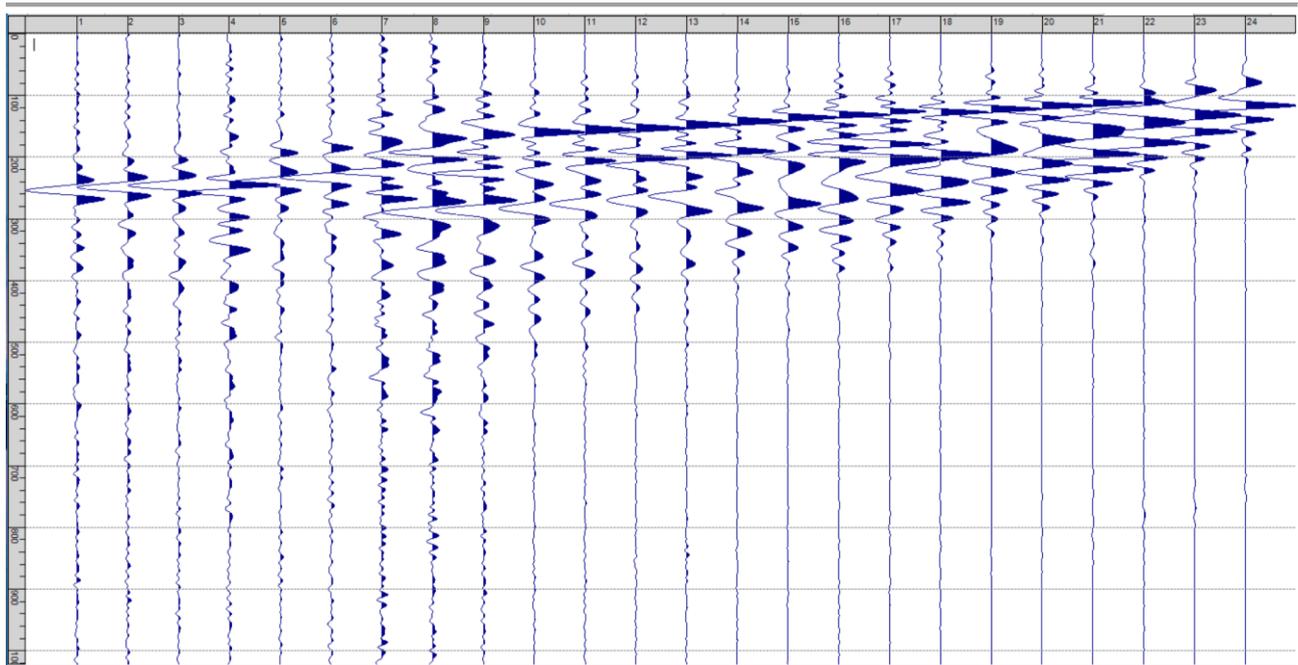
Sism. IV-18: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



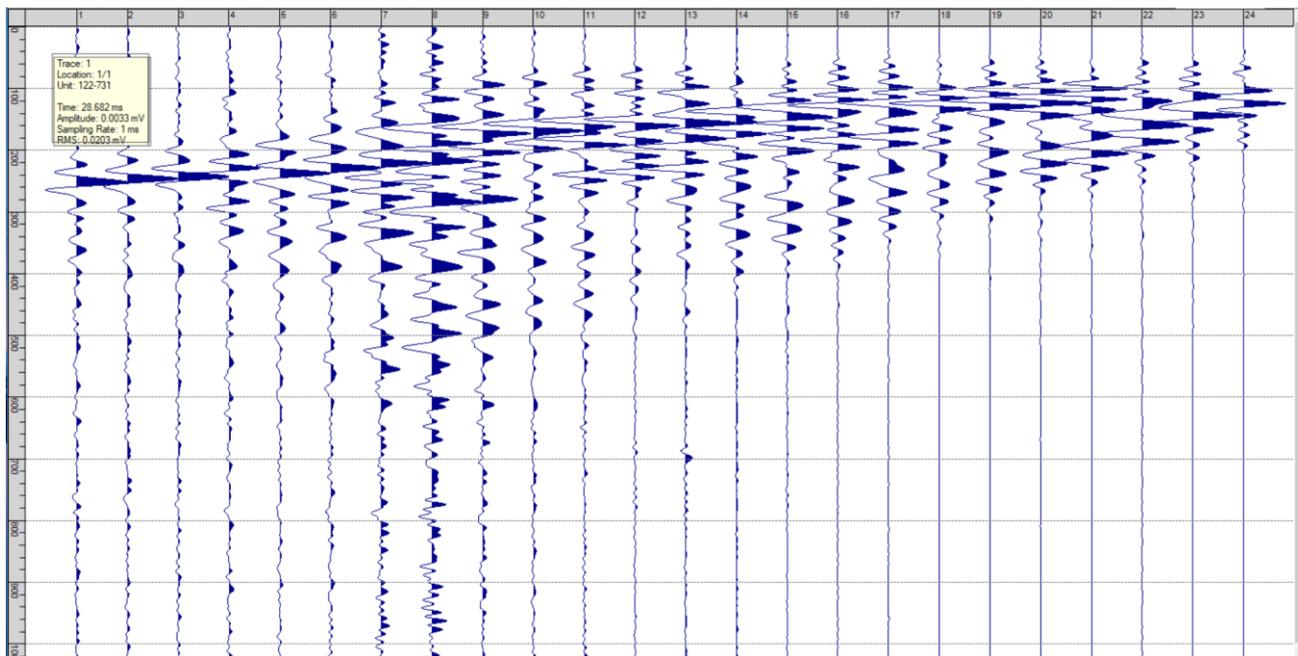
Sism. IV-19: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. IV-20: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. IV-21: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. IV-22: 108_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. IV-1: Stesa sismica 108_SR ONDE SH - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
DISTANZA PARZIALI [m]	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
QUOTA [m]	149.8	149.9	150.1	150.2	150.4	150.5	150.7	150.8	151.0	151.1	151.3	151.4	151.6	151.7	151.9	152.0	152.2	152.3	152.5	152.6	152.8	152.9	153.1	153.2

Tab. IV-2: Stesa sismica 108_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-15.00	-1.50	7.50	16.50	25.50	34.50	43.50	52.50	61.49	70.50	84.00
QUOTA [m]	149.0	149.7	150.2	150.6	151.1	151.5	152.0	152.4	152.9	153.3	154.0

Tab. IV-3: Stesa sismica 108_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	51	9	39	61	86	110	123	136	154	170	186
2	3	57	21	24	53	79	101	114	129	149	165	182
3	6	62	35	8	46	77	96	110	124	144	159	177
4	9	66	49	8	34	63	86	-1000	121	138	155	177
5	12	81	57	25	19	53	76	99	115	130	150	169
6	15	86	70	36	10	42	68	89	104	124	138	160
7	18	93	75	48	2	29	55	78	101	115	125	152
8	21	97	83	53	-1000	20	49	73	93	109	120	138
9	24	115	94	66	29	7	43	71	86	102	115	136
10	27	121	100	78	37	8	34	67	80	100	113	136
11	30	129	106	80	51	26	25	61	72	93	109	130
12	33	135	111	-1000	57	36	12	50	68	-1000	109	125
13	36	142	123	90	67	50	13	43	61	79	99	124
14	39	146	128	97	70	57	29	30	49	76	90	118
15	42	151	134	107	74	65	41	-1000	42	70	88	-1000
16	45	153	139	113	82	70	47	12	42	72	86	-1000
17	48	161	135	114	87	74	51	28	26	65	79	114
18	51	165	149	120	96	80	61	35	8	48	76	106
19	54	174	156	127	99	87	65	46	6	42	69	-1000
20	57	178	163	129	105	93	75	52	26	30	60	-1000
21	60	182	166	135	106	99	80	61	34	12	50	95
22	63	189	175	140	117	109	91	70	49	-1000	37	90
23	66	197	178	148	126	110	101	79	62	27	24	-1000
24	69	197	181	154	130	117	106	86	71	41	8	70

Tab. IV-4: Stesa sismica 108_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	149.80	212	147.39	390	145.01	452
1.5	1.5	149.85	213	147.46	388	144.92	457
2	3	149.90	213	147.53	385	144.84	461
2.5	4.5	150.00	215	147.66	379	144.75	465
3	6	150.10	216	147.80	373	144.65	469
3.5	7.5	150.15	218	147.90	367	144.56	472
4	9	150.20	220	148.02	361	144.47	475
4.5	10.5	150.30	221	148.19	355	144.40	479
5	12	150.40	222	148.36	351	144.36	482
5.5	13.5	150.45	222	148.47	346	144.33	485
6	15	150.50	222	148.58	341	144.32	488
6.5	16.5	150.60	221	148.73	337	144.34	491
7	18	150.70	219	148.87	336	144.37	494
7.5	19.5	150.75	217	148.95	339	144.42	497
8	21	150.80	214	149.02	346	144.48	499
8.5	22.5	150.90	211	149.12	352	144.56	500
9	24	151.00	207	149.22	359	144.64	500
9.5	25.5	151.05	202	149.25	366	144.74	501
10	27	151.10	197	149.28	372	144.84	502
10.5	28.5	151.20	193	149.35	377	144.93	503
11	30	151.30	188	149.42	383	145.02	505
11.5	31.5	151.35	184	149.45	389	145.11	508
12	33	151.40	181	149.47	394	145.18	512
12.5	34.5	151.50	177	149.55	397	145.24	516
13	36	151.60	173	149.63	397	145.29	520
13.5	37.5	151.65	170	149.65	397	145.34	525
14	39	151.70	167	149.68	397	145.37	531
14.5	40.5	151.80	166	149.76	397	145.40	537
15	42	151.90	165	149.84	396	145.41	544
15.5	43.5	151.95	164	149.87	396	145.42	553
16	45	152.00	164	149.90	396	145.41	563
16.5	46.5	152.10	164	149.98	395	145.39	576
17	48	152.20	164	150.05	395	145.35	589
17.5	49.5	152.25	165	150.08	395	145.31	602
18	51	152.30	167	150.11	394	145.25	615
18.5	52.5	152.40	168	150.19	394	145.18	628
19	54	152.50	169	150.27	393	145.09	641
19.5	55.5	152.55	170	150.29	389	145.00	654
20	57	152.60	171	150.31	386	144.90	665
20.5	58.5	152.70	173	150.39	382	144.79	677
21	60	152.80	174	150.46	380	144.68	688
21.5	61.5	152.85	175	150.48	380	144.58	698
22	63	152.90	177	150.50	379	144.48	707
22.5	64.5	153.01	177	150.59	379	144.40	717
23	66	153.12	178	150.67	378	144.32	725
23.5	67.5	153.16	178	150.68	378	144.26	734
24	69	153.20	178	150.69	378	144.20	743

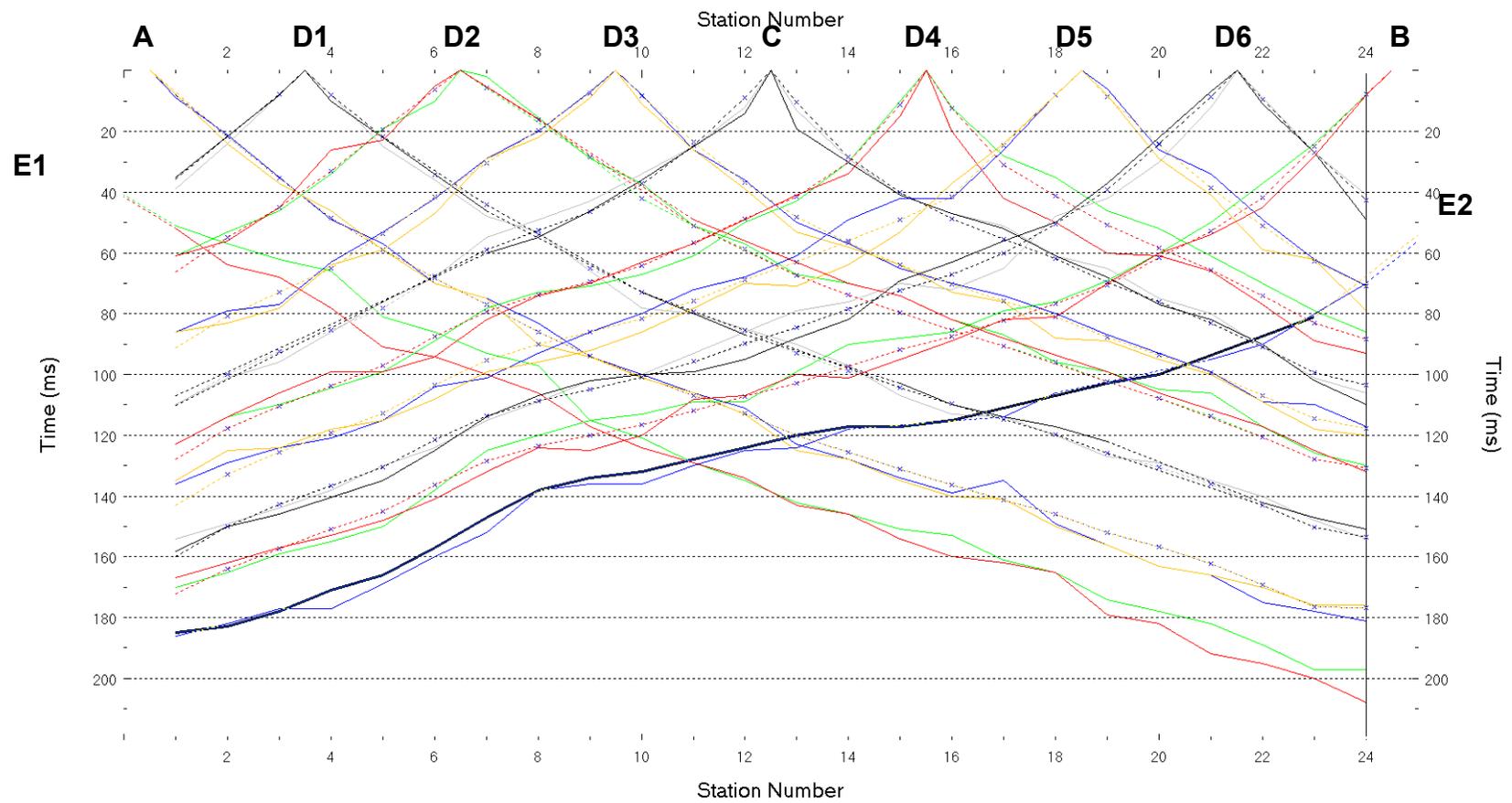


Fig. IV-2:Stesa sismica 108_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400

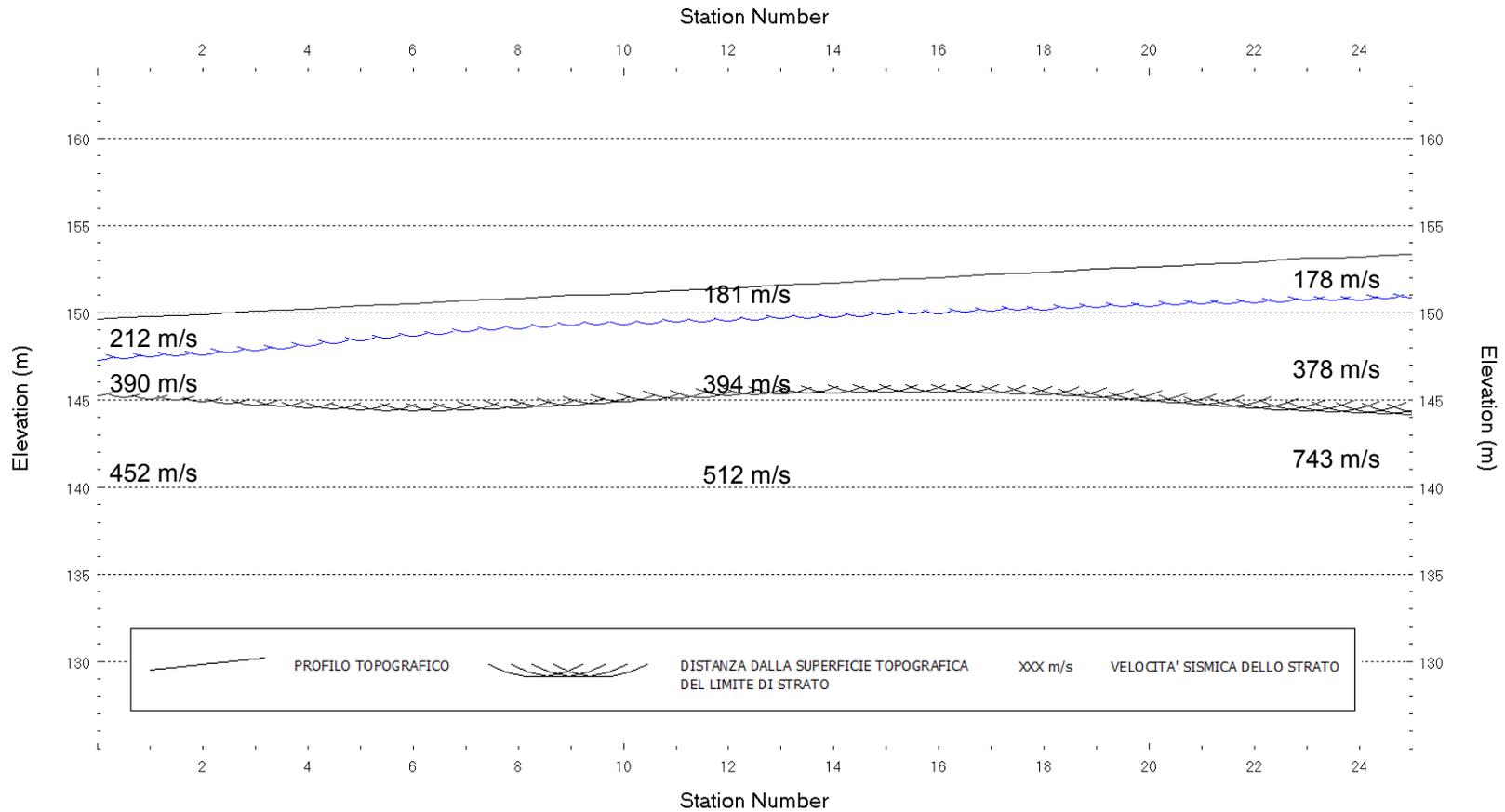


Fig. IV-3: Stesa sismica 108_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400

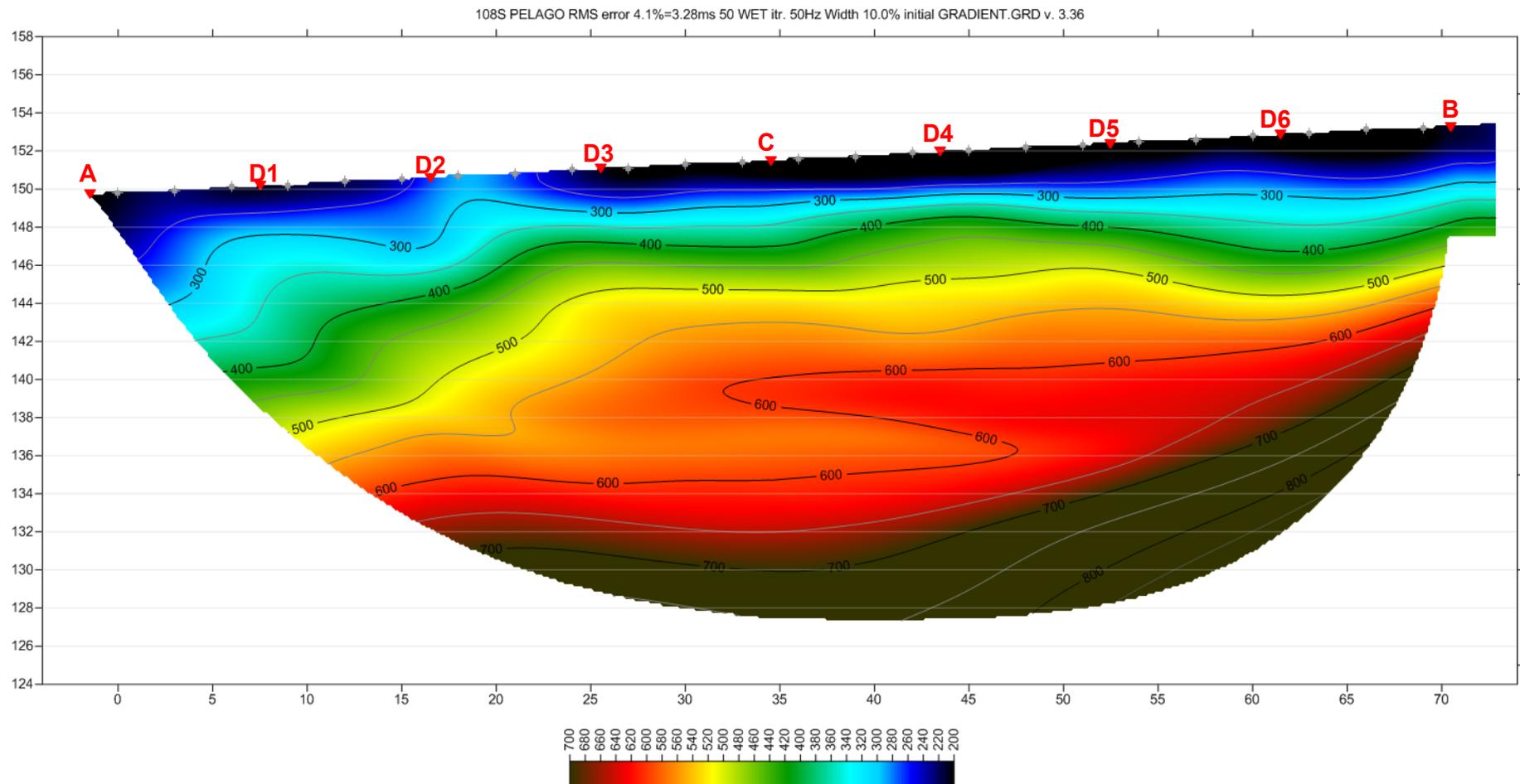


Fig. IV-4: Stesa sismica 108_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400

**V. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 114_SR ONDE P – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRAFIE**

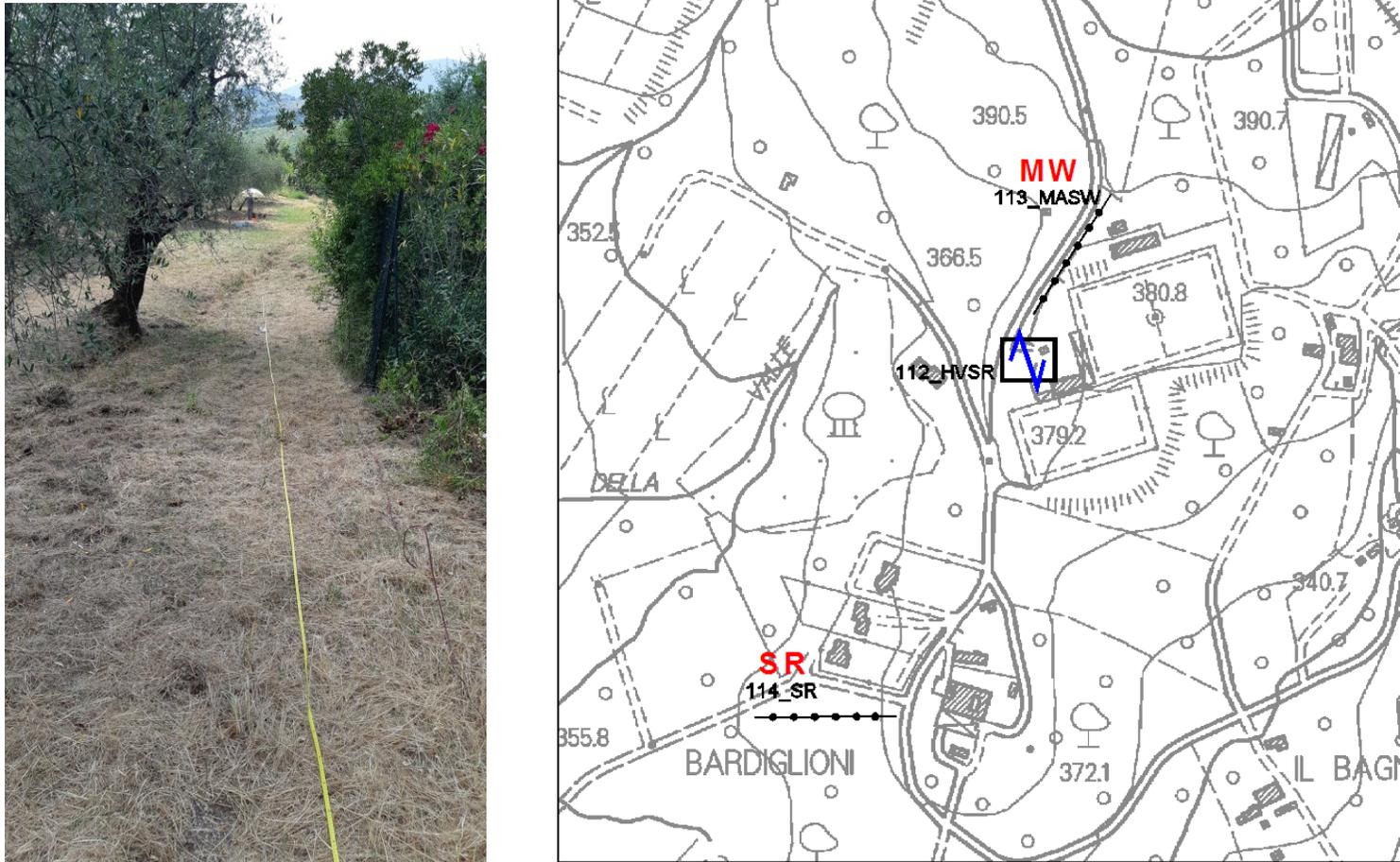
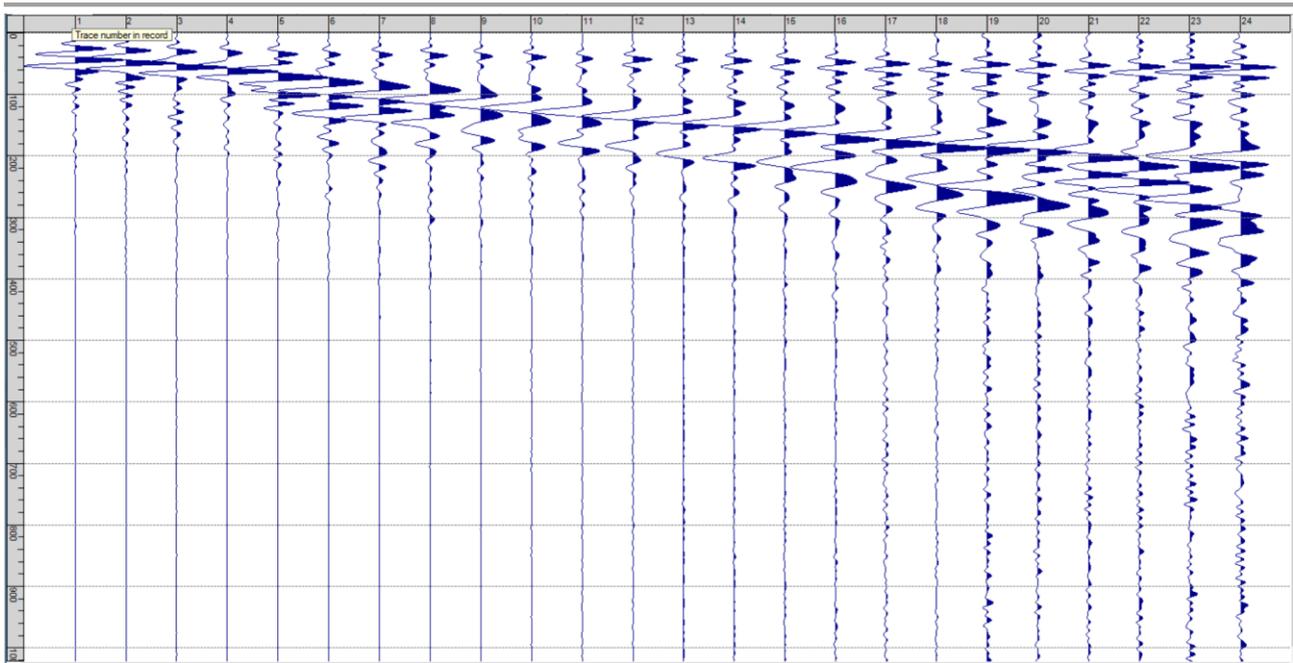
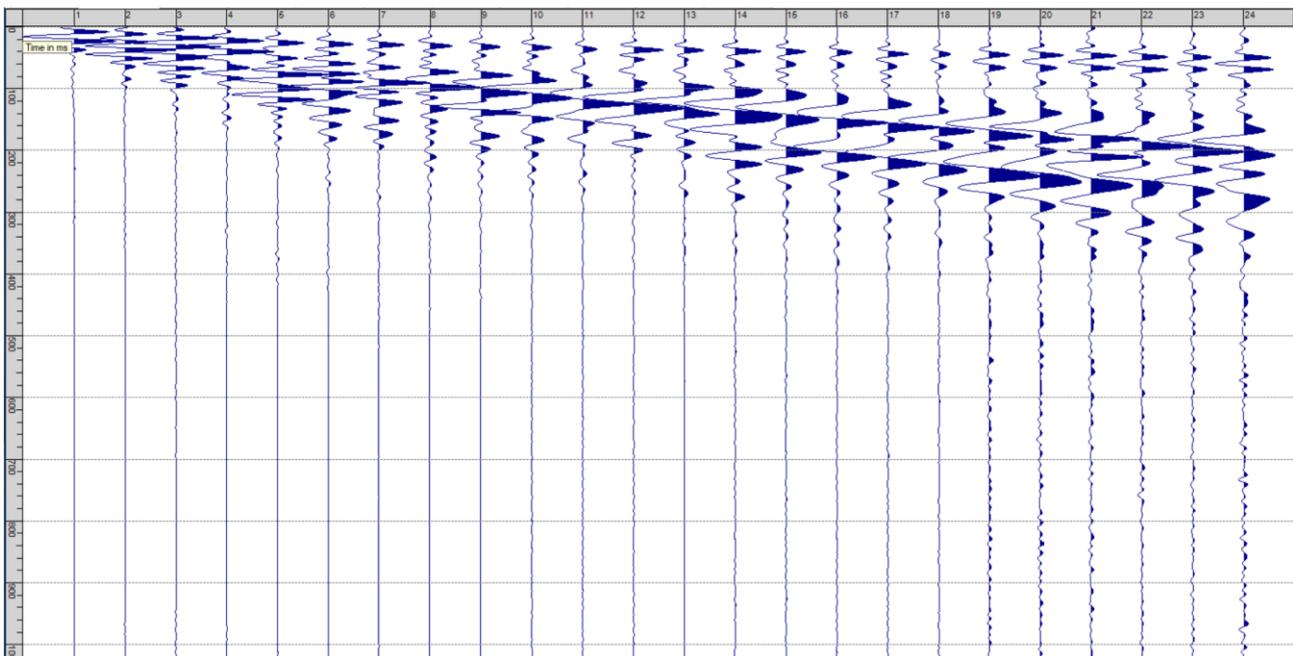


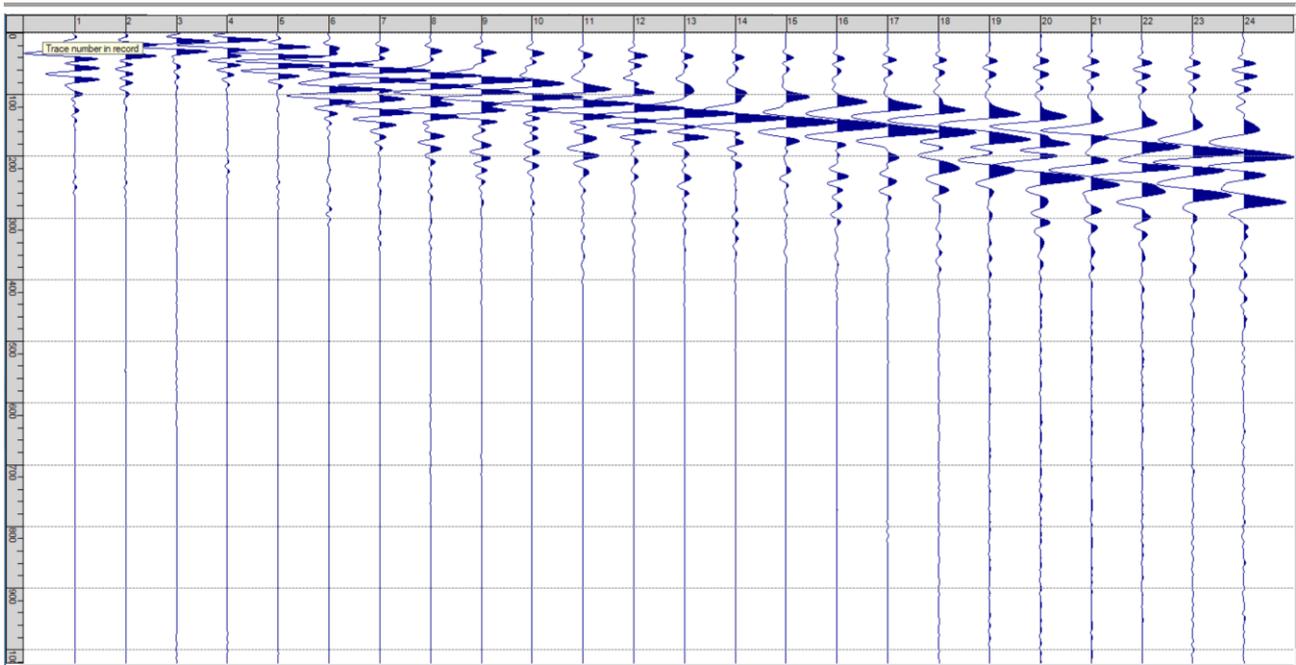
Fig. V-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



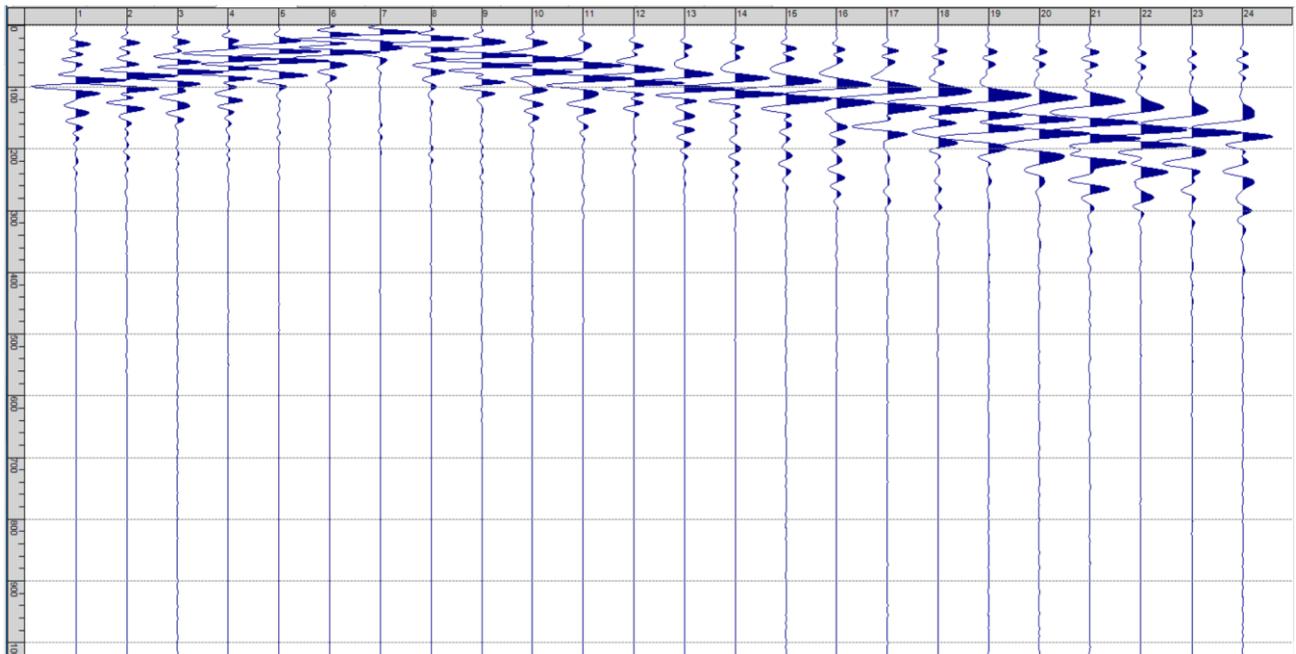
Sism. V-1: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



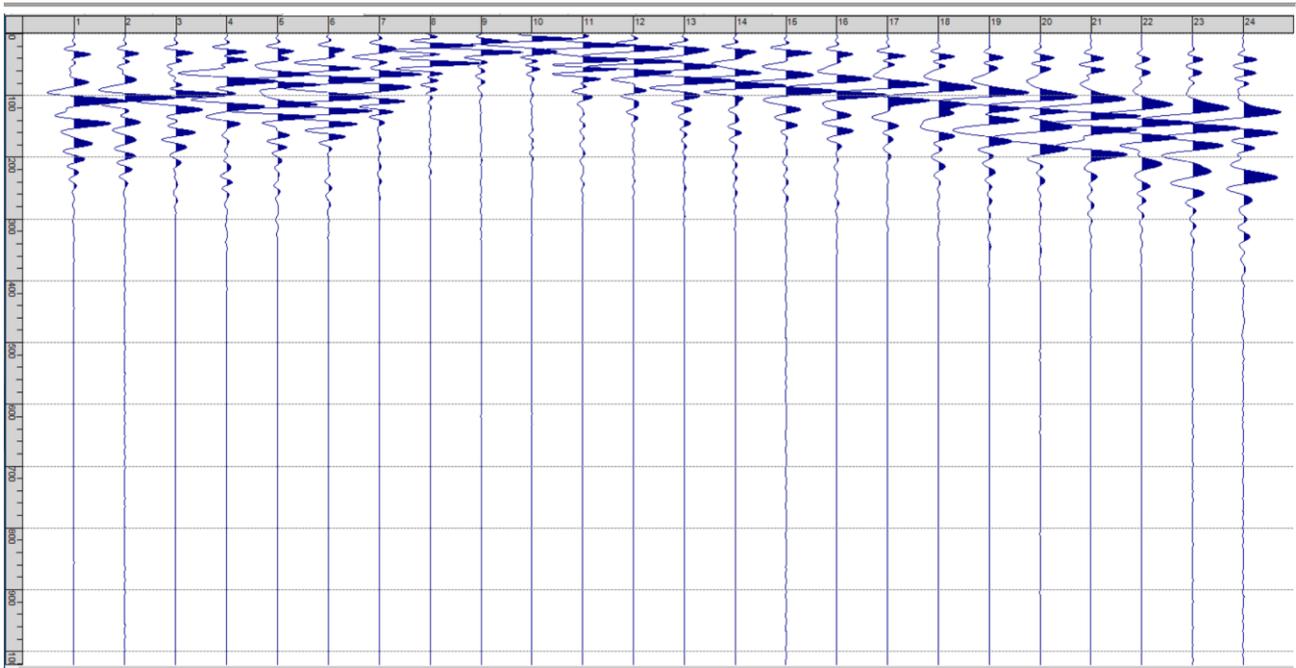
Sism. V-2: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



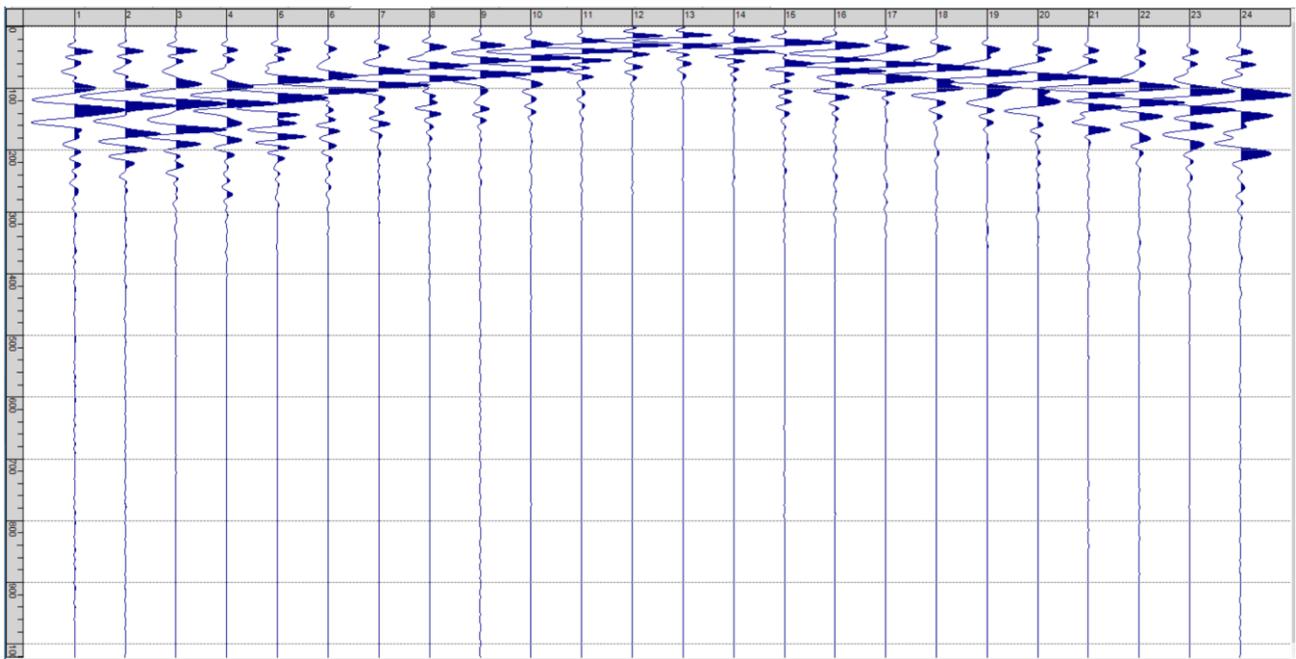
Sism. V-3: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



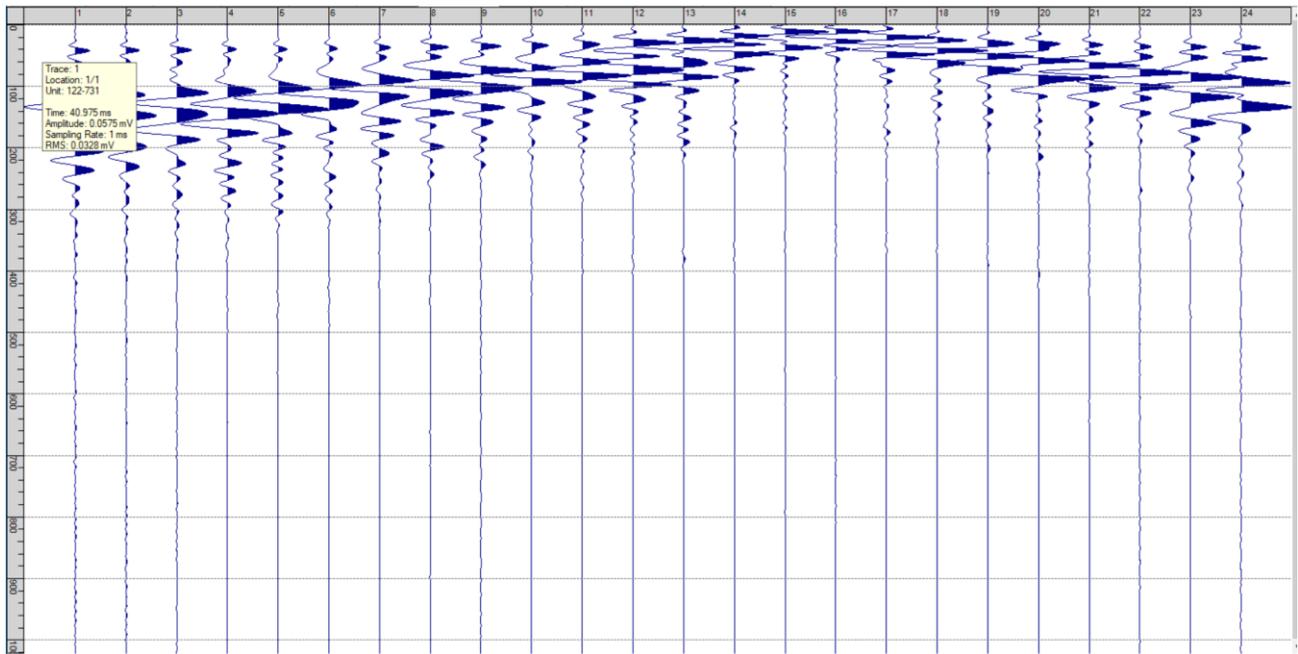
Sism. V-4: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 - Mazza



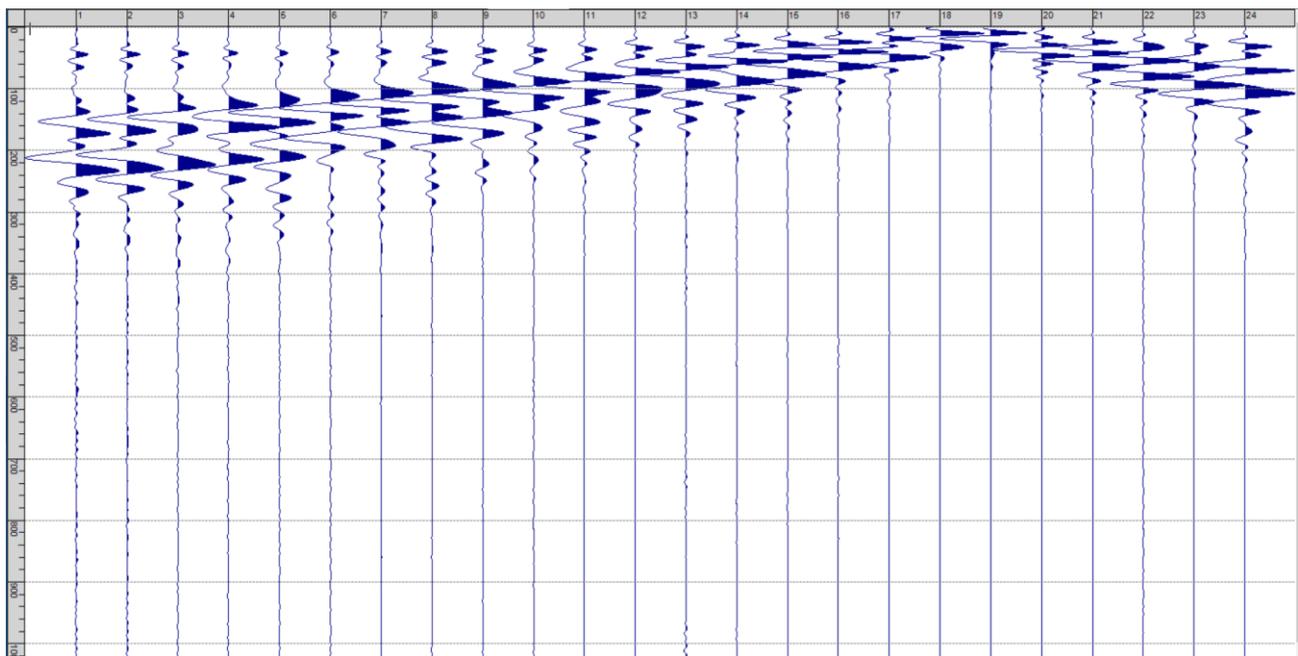
Sism. V-5: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



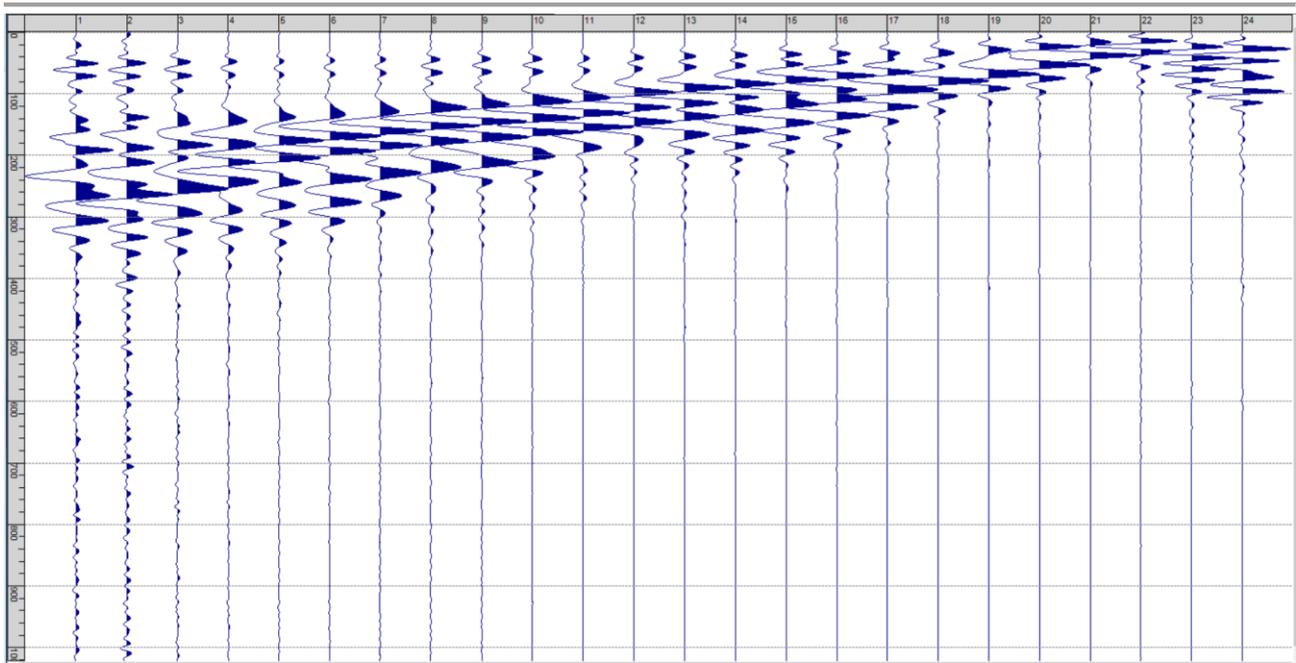
Sism. V-6: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



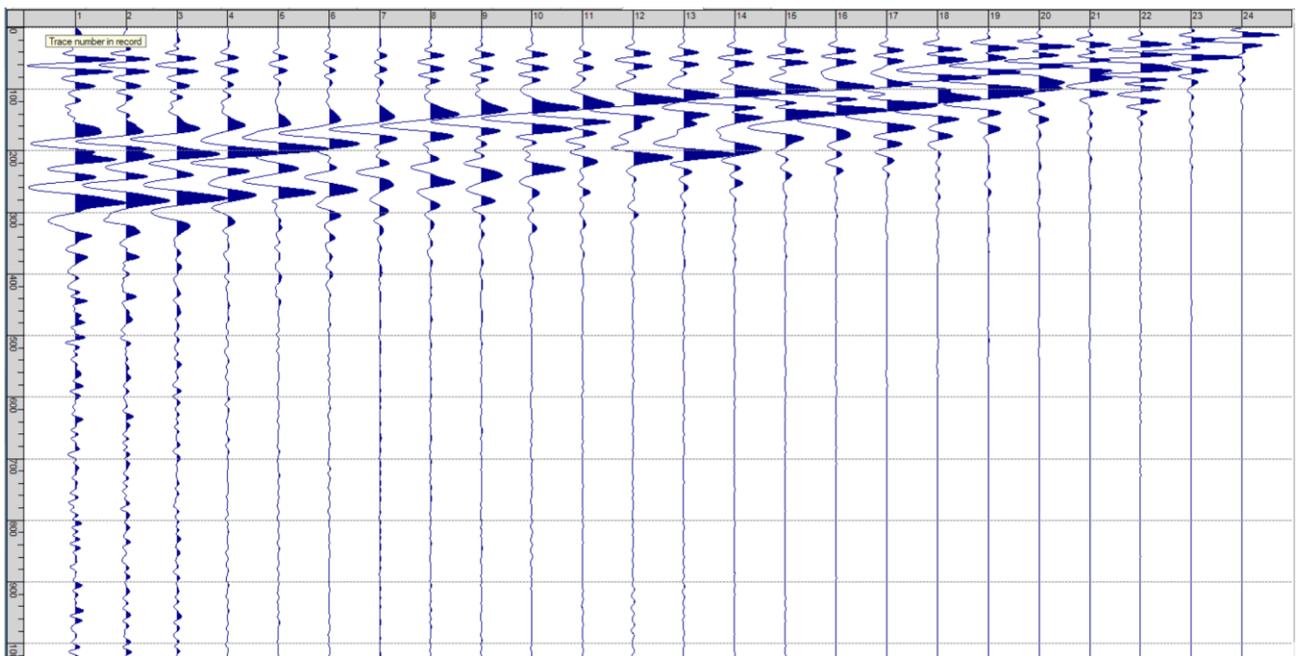
Sism. V-7: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



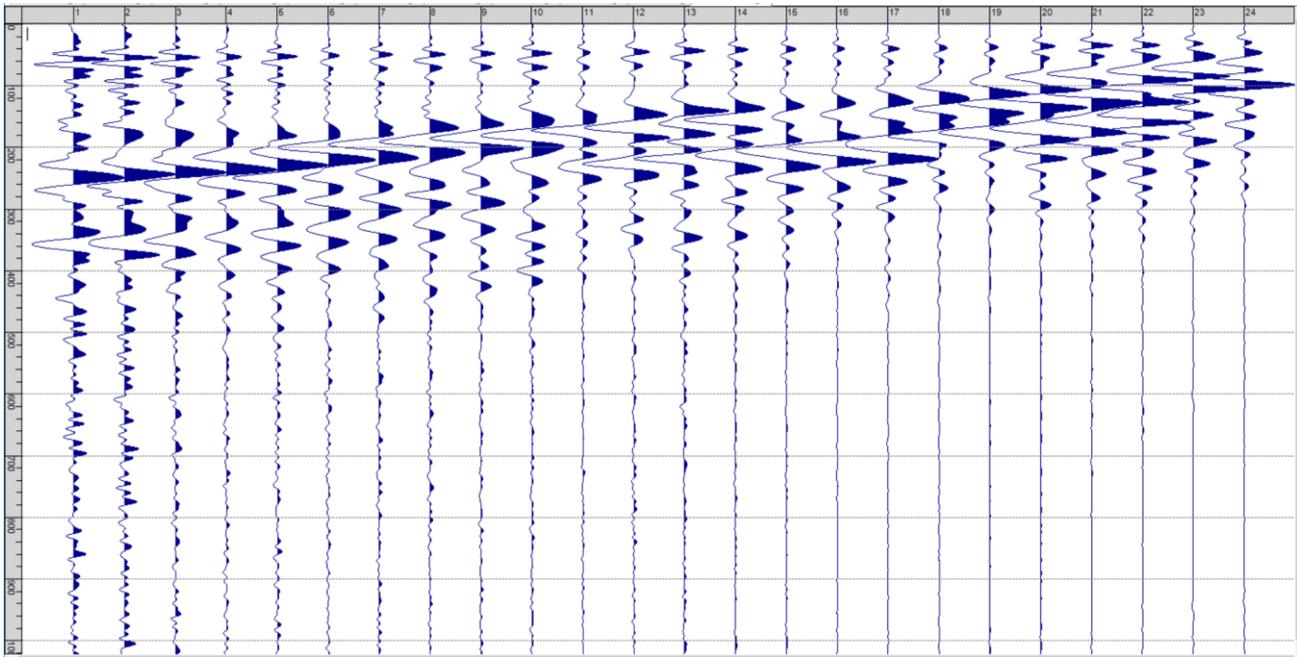
Sism. V-8: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. V-9: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza



Sism. V-10: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza



Sism. V-11: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza

Tab. V-1: Stesa sismica 114_SR ONDE P - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
DISTANZA PARZIALI [m]	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
QUOTA [m]	372.1	371.7	371.3	370.9	370.5	370.1	369.7	369.3	368.9	368.5	368.2	367.8	367.4	367.0	366.6	366.2	365.8	365.4	365.0	364.6	364.3	363.9	363.5	363.1

Tab. V-2: Stesa sismica 114_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-15.00	-1.49	7.49	16.49	25.49	34.49	43.49	52.49	61.49	70.49	84.00
QUOTA [m]	374.0	372.3	371.1	369.9	368.7	367.6	366.4	365.2	364.1	362.9	361.0

Tab. V-3: Stesa sismica 114_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	15	1	11	17	21	26	30	34	39	40	45
2	3	17	4	8	15	20	26	30	33	37	40	41
3	6	19	7	4	14	19	24	29	31	36	39	42
4	9	20	12	4	12	17	23	27	31	37	37	41
5	12	22	14	11	10	16	23	27	30	35	36	41
6	15	23	16	12	6	14	21	26	29	34	36	40
7	18	25	17	13	3	12	18	24	28	32	34	38
8	21	26	19	15	10	8	17	22	26	30	33	38
9	24	28	20	17	13	3	15	20	25	30	32	36
10	27	30	22	19	14	2	13	19	24	27	31	36
11	30	32	24	22	16	7	10	17	22	28	30	34
12	33	33	26	23	19	12	7	14	20	26	27	33
13	36	34	26	24	20	14	5	12	19	24	26	31
14	39	34	27	25	21	16	8	9	17	23	25	30
15	42	36	28	26	23	18	12	3	15	22	24	29
16	45	38	31	28	24	20	15	3	13	21	23	28
17	48	40	33	31	28	23	18	8	8	19	22	28
18	51	40	34	32	27	22	20	13	3	16	20	25
19	54	41	34	33	27	24	21	15	2	13	18	23
20	57	42	35	34	30	25	22	18	6	10	17	23
21	60	42	36	35	31	27	24	19	12	6	15	21
22	63	45	38	35	33	28	26	21	15	6	14	21
23	66	46	38	37	34	29	27	22	16	11	10	18
24	69	46	40	38	35	30	28	24	18	14	3	16

Tab. V-4: Stesa sismica 114_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	372.10	656	370.40	1471	365.66	2032
1.5	1.5	371.90	656	370.06	1469	365.52	2048
2	3	371.70	656	369.85	1473	365.37	2066
2.5	4.5	371.50	656	369.63	1476	365.20	2086
3	6	371.30	656	369.41	1477	365.02	2107
3.5	7.5	371.10	656	369.18	1475	364.82	2130
4	9	370.90	656	368.95	1470	364.59	2155
4.5	10.5	370.70	656	368.72	1465	364.35	2182
5	12	370.50	656	368.50	1460	364.08	2210
5.5	13.5	370.30	656	368.27	1460	363.79	2240
6	15	370.10	656	368.05	1461	363.49	2271
6.5	16.5	369.90	656	367.82	1454	363.17	2305
7	18	369.70	656	367.60	1441	362.84	2341
7.5	19.5	369.50	656	367.39	1422	362.52	2380
8	21	369.30	656	367.18	1409	362.19	2420
8.5	22.5	369.10	656	366.97	1395	361.88	2462
9	24	368.90	656	366.77	1382	361.57	2500
9.5	25.5	368.70	656	366.56	1368	361.27	2535
10	27	368.50	656	366.36	1354	360.97	2567
10.5	28.5	368.35	656	366.21	1342	360.69	2593
11	30	368.20	656	366.06	1333	360.41	2617
11.5	31.5	368.00	656	365.86	1327	360.15	2638
12	33	367.80	656	365.67	1324	359.91	2660
12.5	34.5	367.60	656	365.47	1316	359.68	2682
13	36	367.40	656	365.28	1301	359.46	2702
13.5	37.5	367.20	656	365.09	1283	359.26	2721
14	39	367.00	656	364.90	1268	359.07	2740
14.5	40.5	366.80	656	364.71	1257	358.89	2754
15	42	366.60	656	364.53	1249	358.73	2767
15.5	43.5	366.40	654	364.35	1239	358.58	2773
16	45	366.20	651	364.17	1227	358.44	2774
16.5	46.5	366.00	650	363.99	1212	358.30	2771
17	48	365.80	649	363.80	1200	358.18	2762
17.5	49.5	365.60	644	363.62	1191	358.06	2751
18	51	365.40	640	363.43	1188	357.96	2734
18.5	52.5	365.20	634	363.24	1191	357.85	2714
19	54	365.00	628	363.06	1194	357.75	2691
19.5	55.5	364.80	622	362.86	1197	357.65	2668
20	57	364.60	616	362.67	1199	357.55	2644
20.5	58.5	364.45	616	362.52	1199	357.46	2622
21	60	364.30	616	362.37	1199	357.36	2602
21.5	61.5	364.10	616	362.17	1199	357.27	2584
22	63	363.90	616	361.97	1199	357.17	2565
22.5	64.5	363.70	617	361.77	1199	357.08	2544
23	66	363.50	618	361.57	1199	356.99	2523
23.5	67.5	363.30	623	361.37	1199	356.90	2501
24	69	363.10	628	361.17	1199	356.82	2479

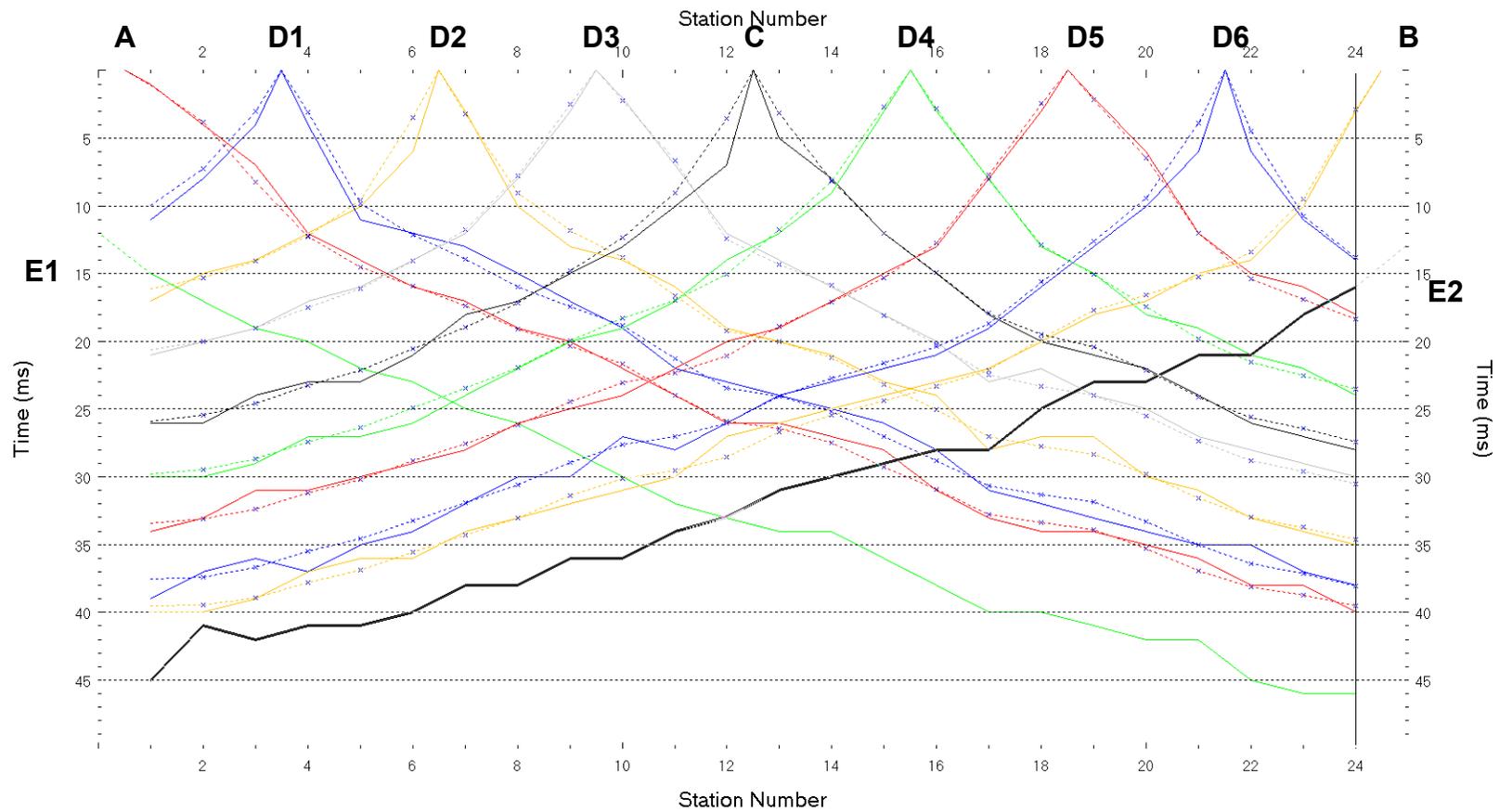


Fig. V-2: Stesa sismica 114_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400

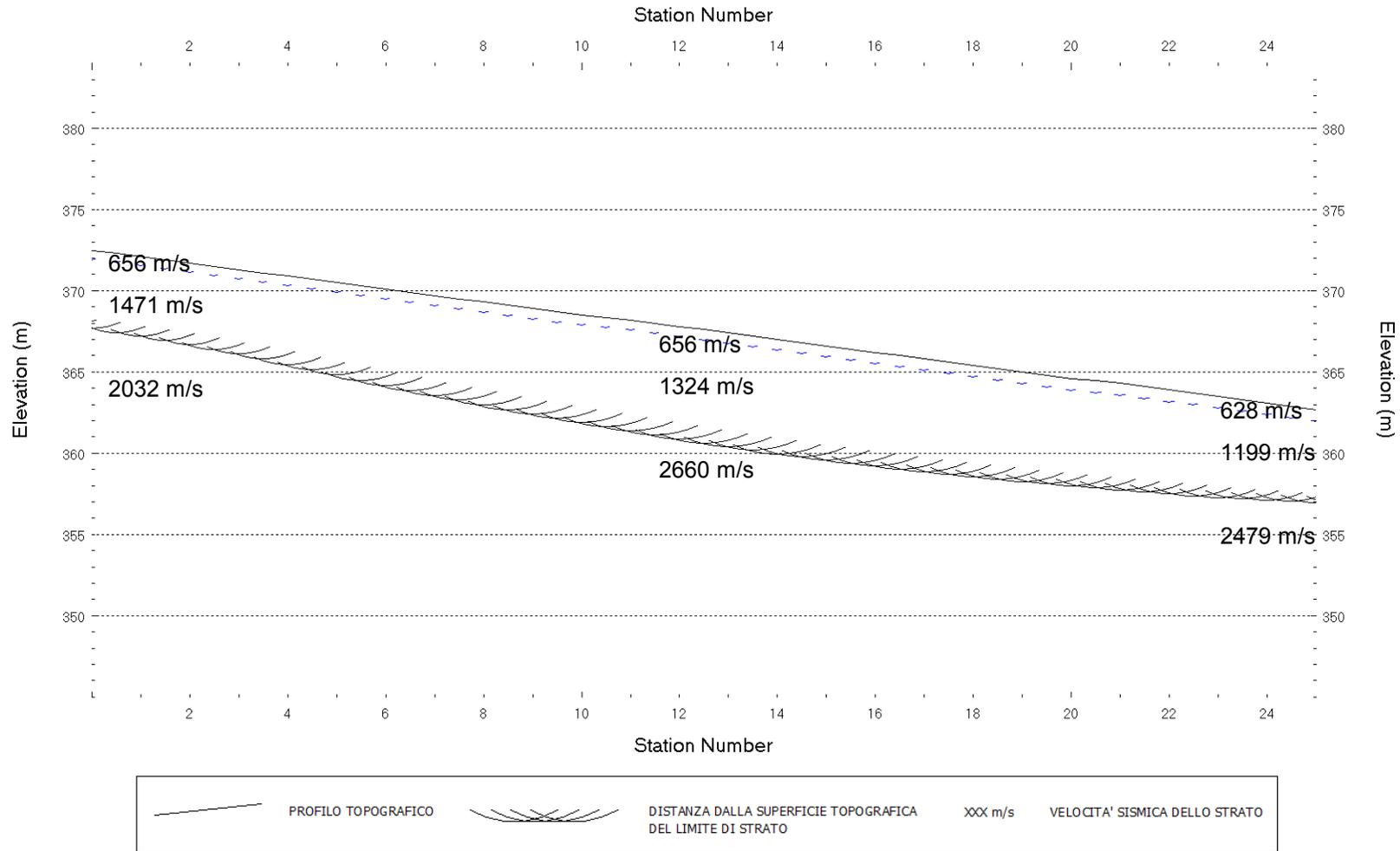


Fig. V-3: Stesa sismica 114_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400

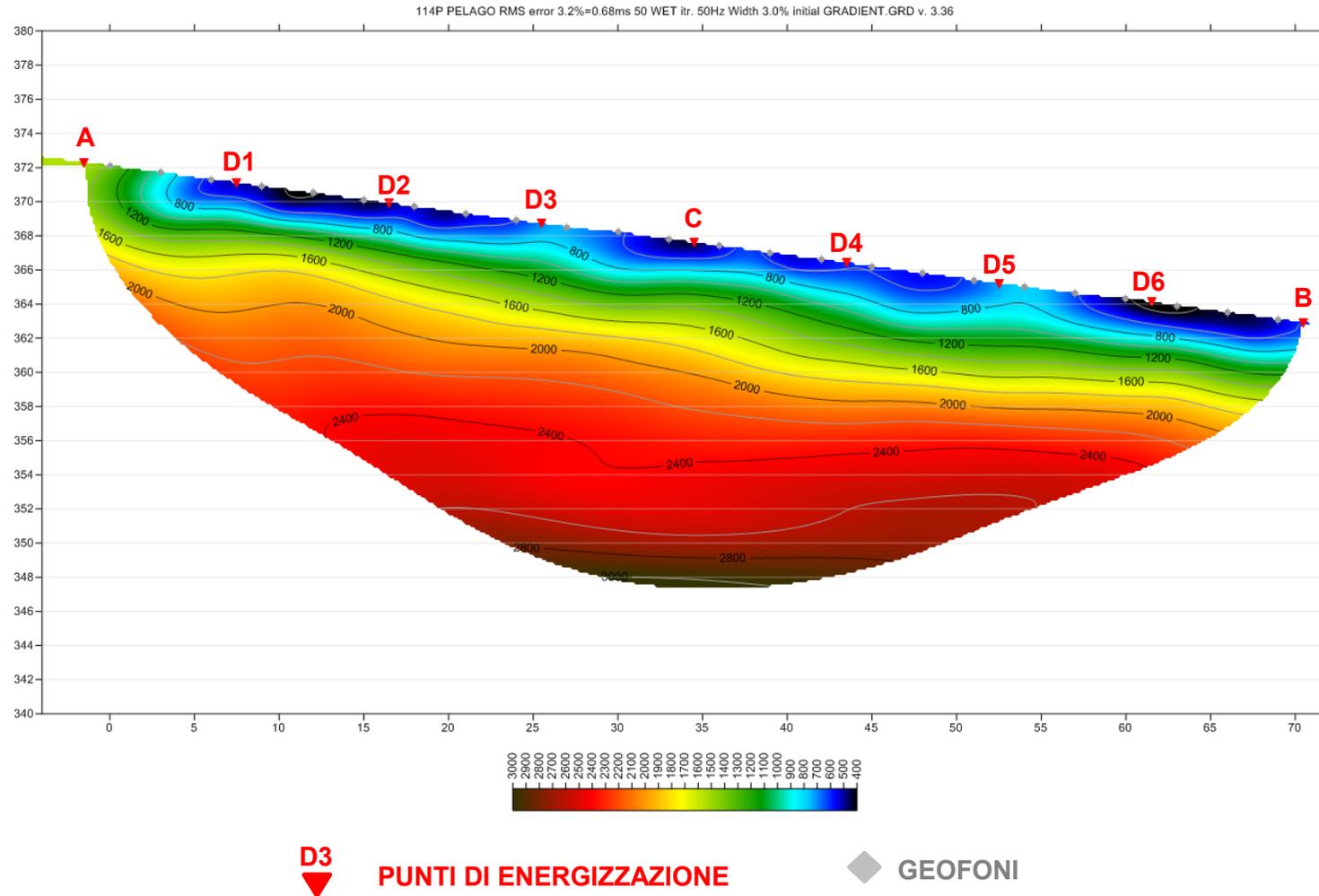


Fig. V-4: Stesa sismica 114_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400

**VI. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 114_SR ONDE SH -
SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI - TABULATI PROFONDITA' E
VELOCITA' RIFRATTORI - DROMOCRONE — SEZIONI
SISMOSTRATIGRAFICHE - TOMOGRAFIE**

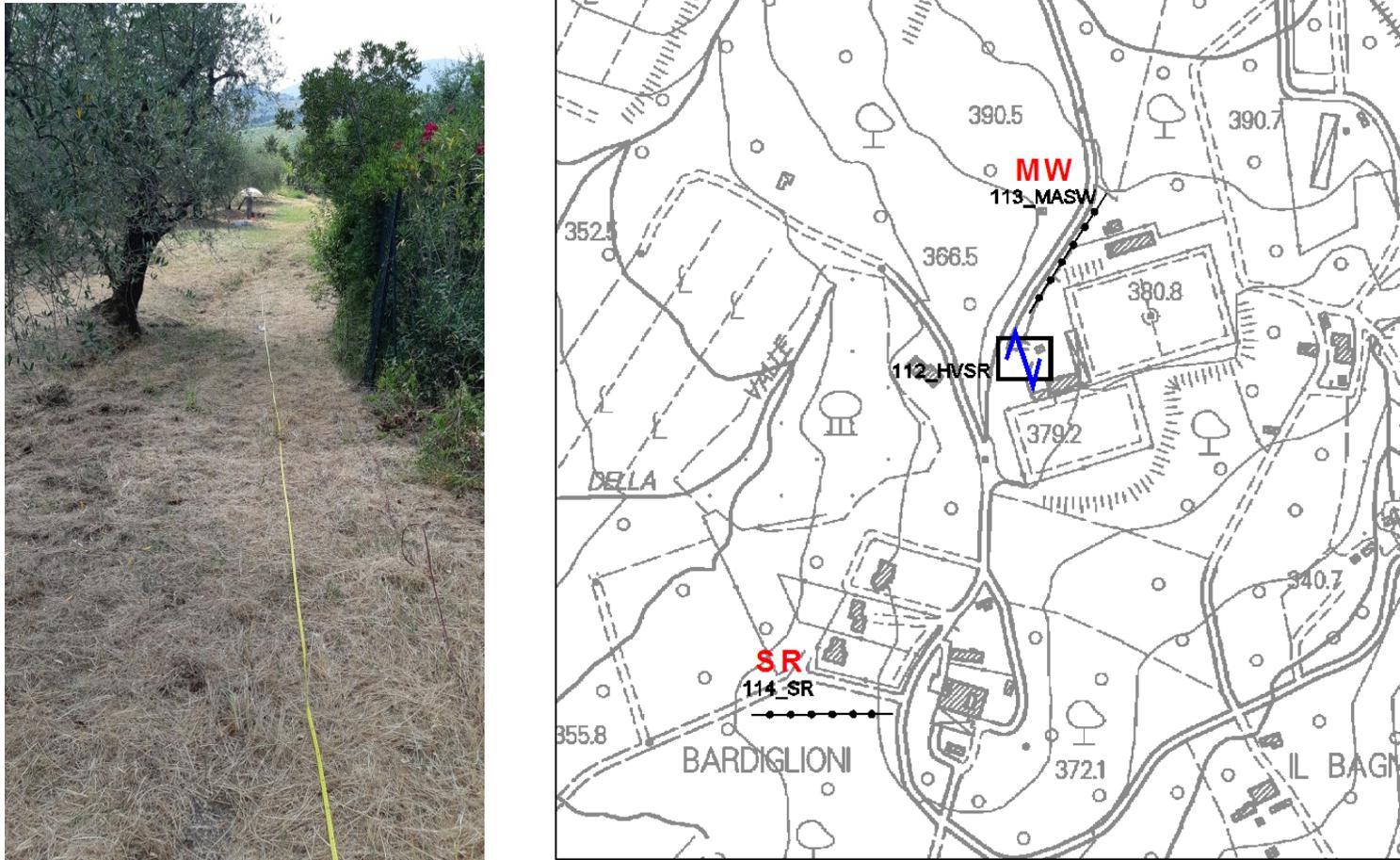
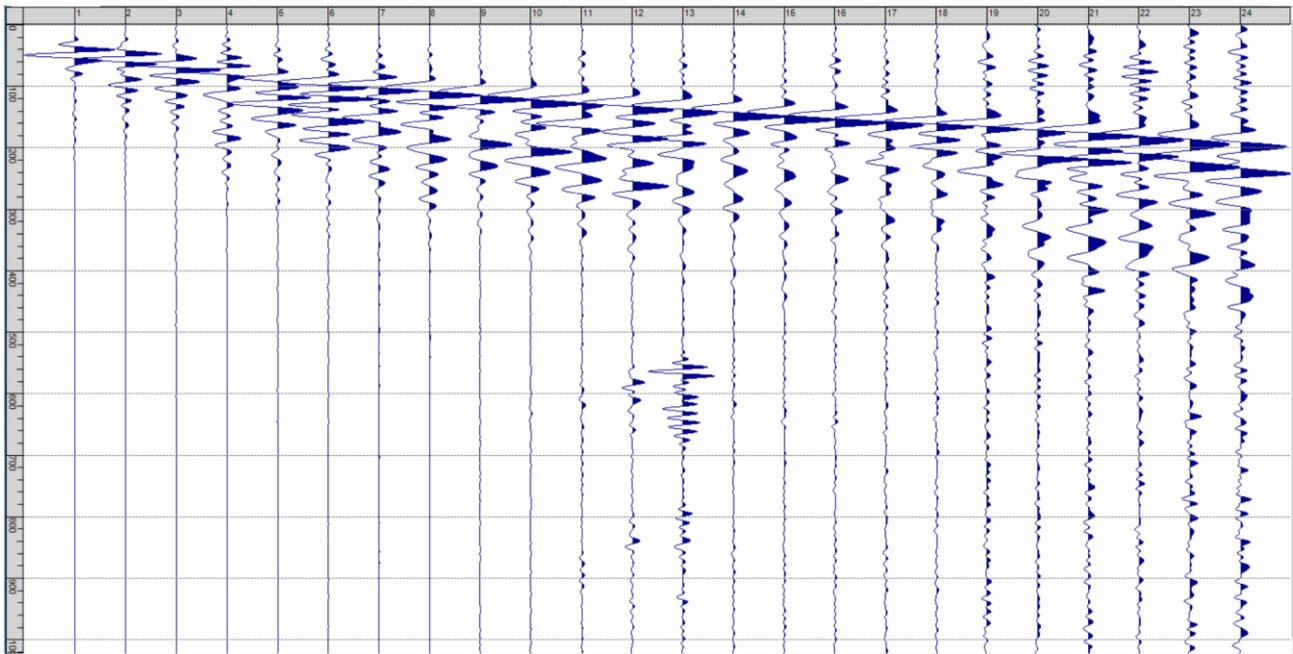
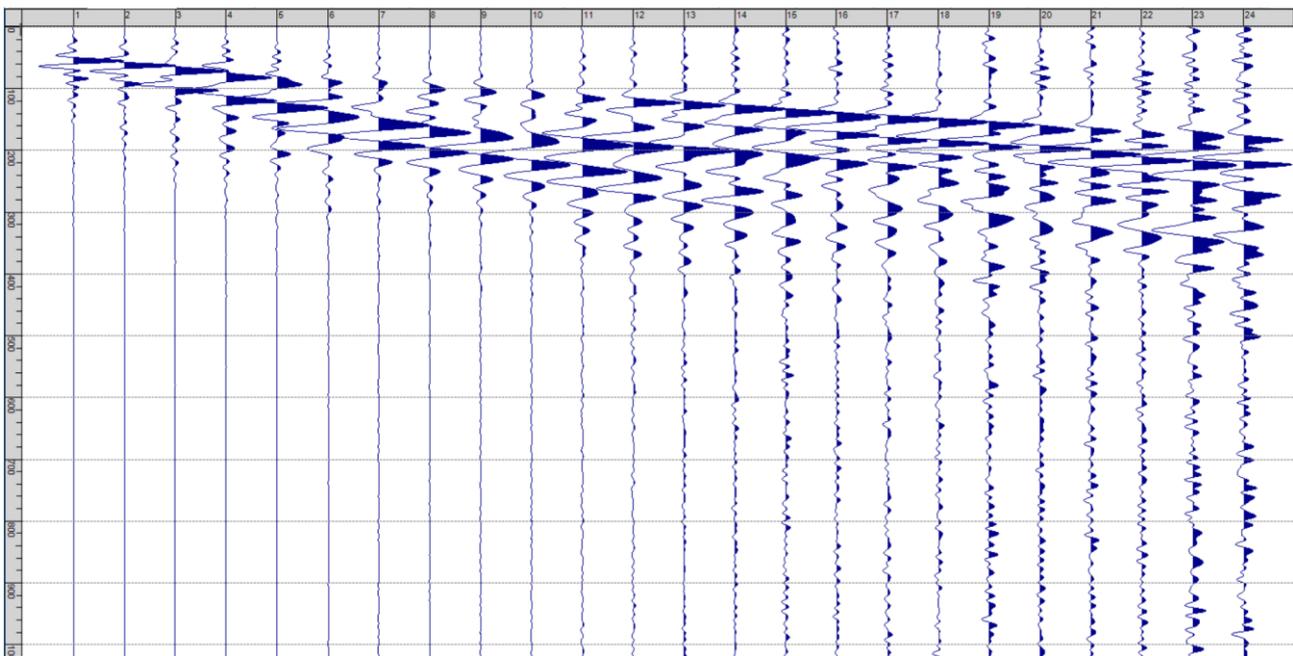


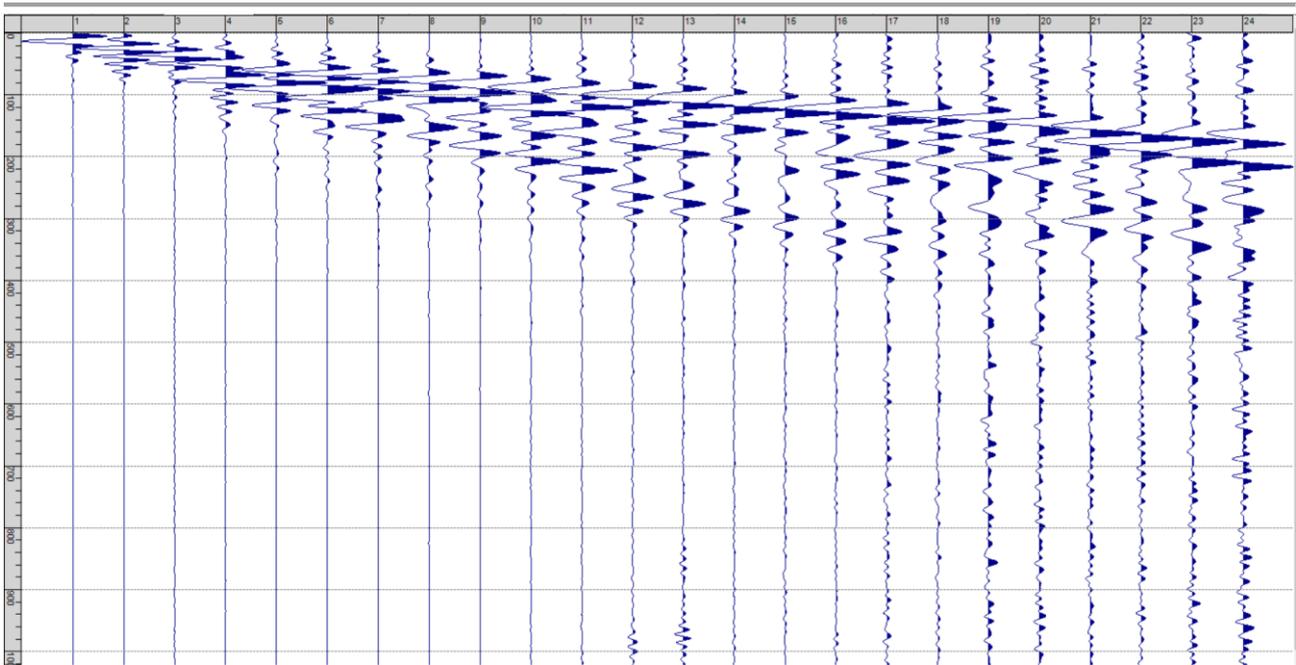
Fig. VI-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



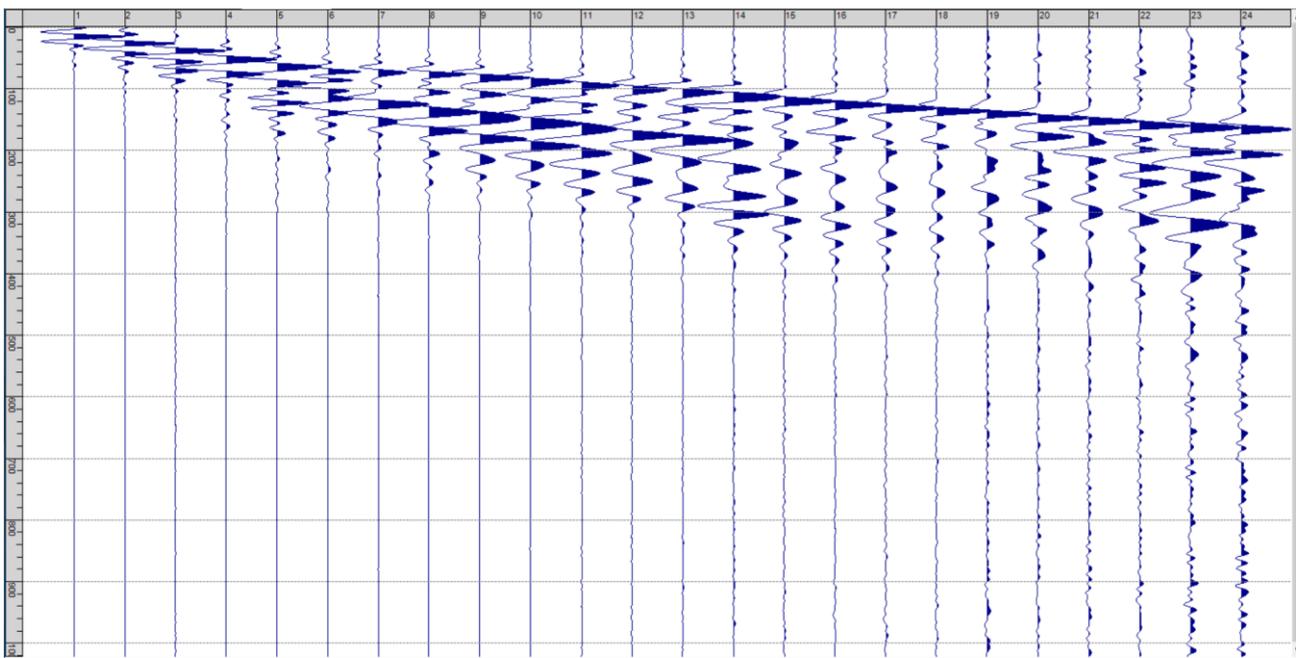
Sism. VI-1: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



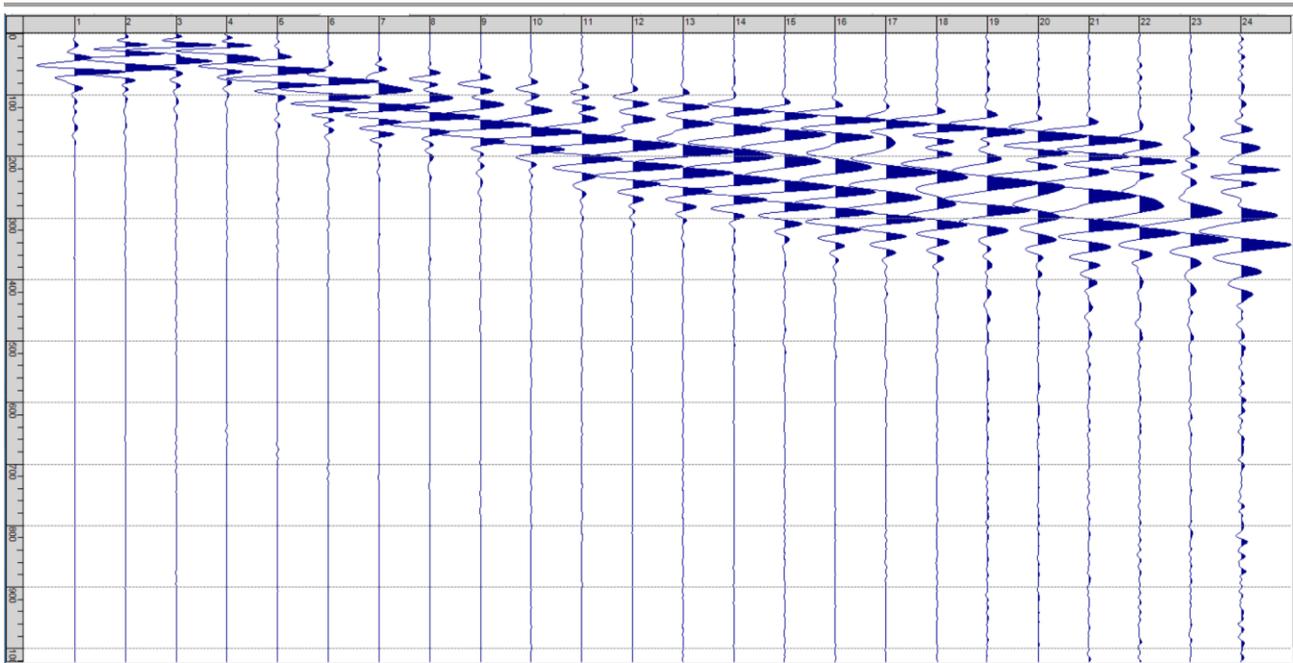
Sism. VI-2: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



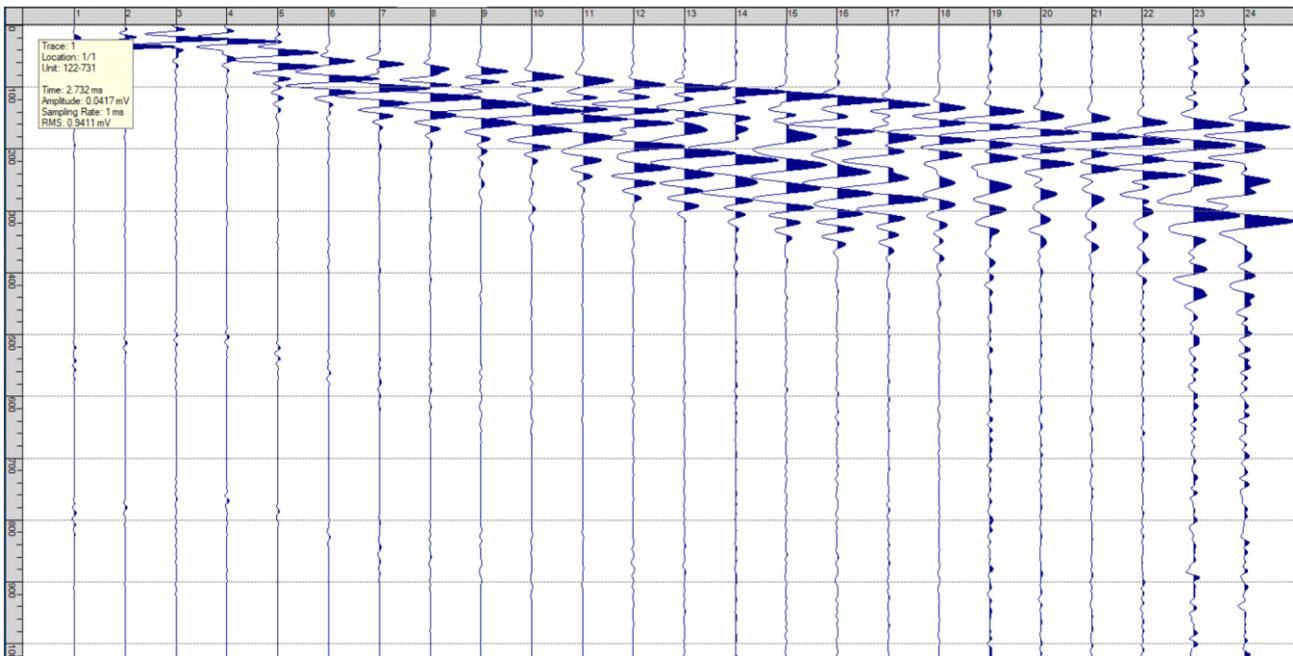
Sism. VI-3: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



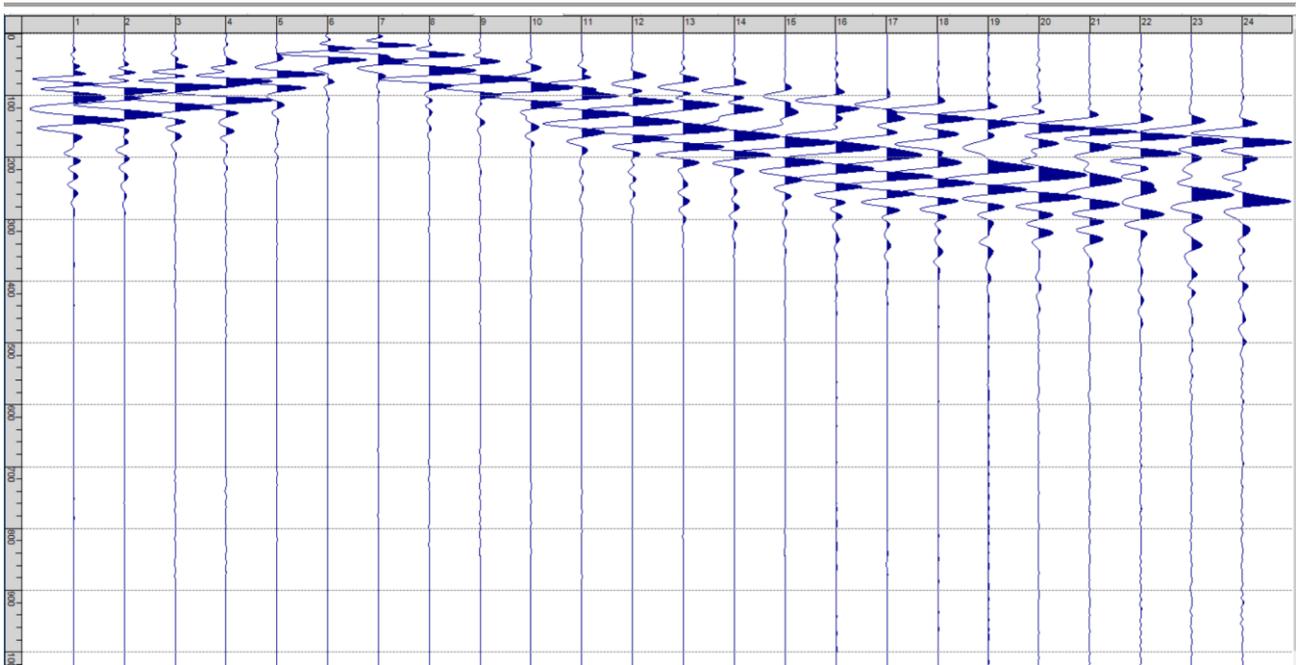
Sism. VI-4: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



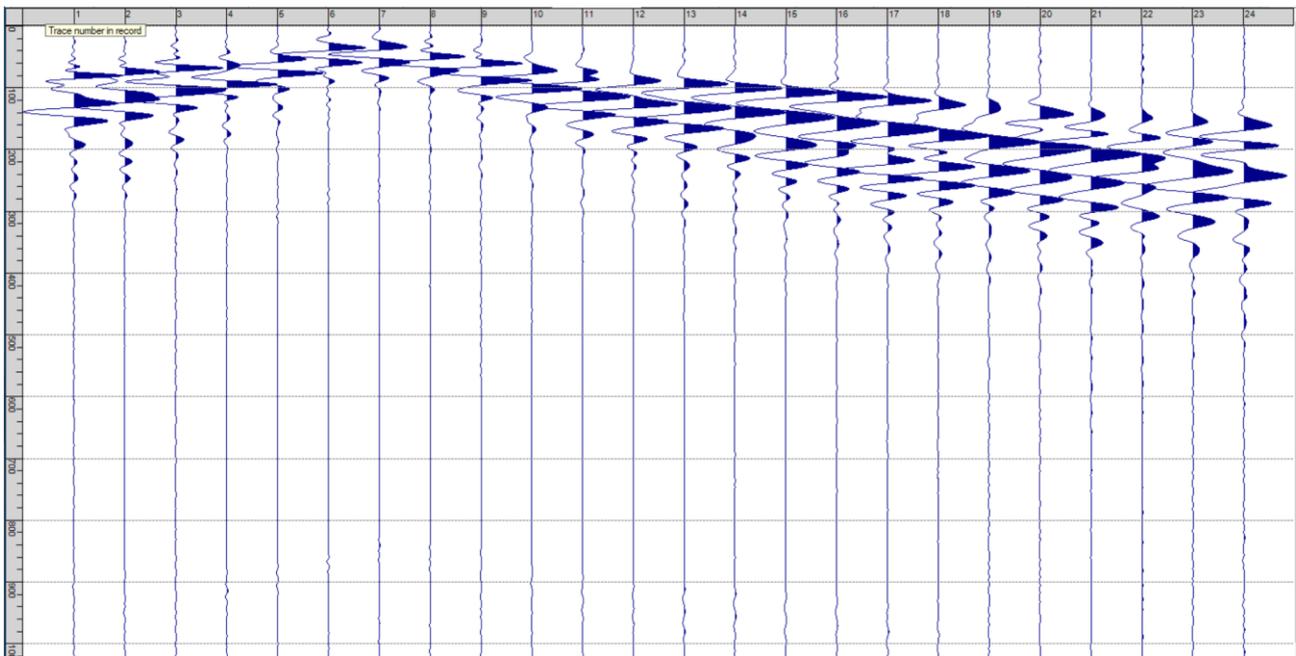
Sism. VI-5: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



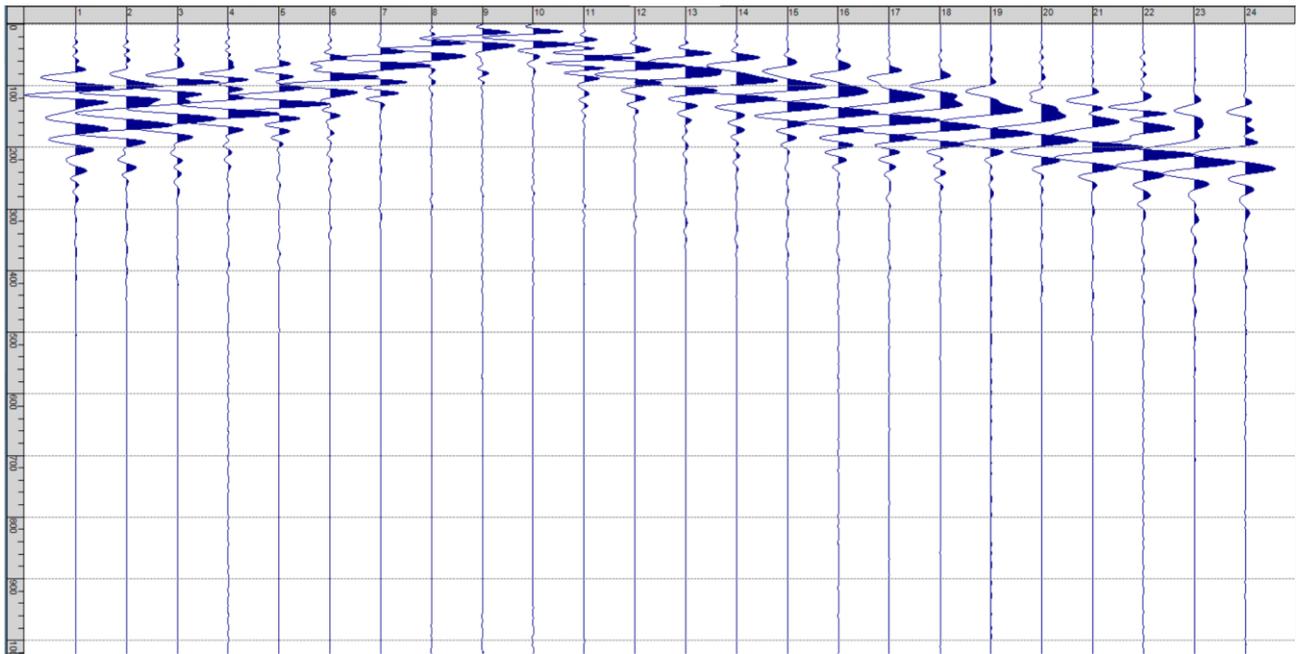
Sism. VI-6: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



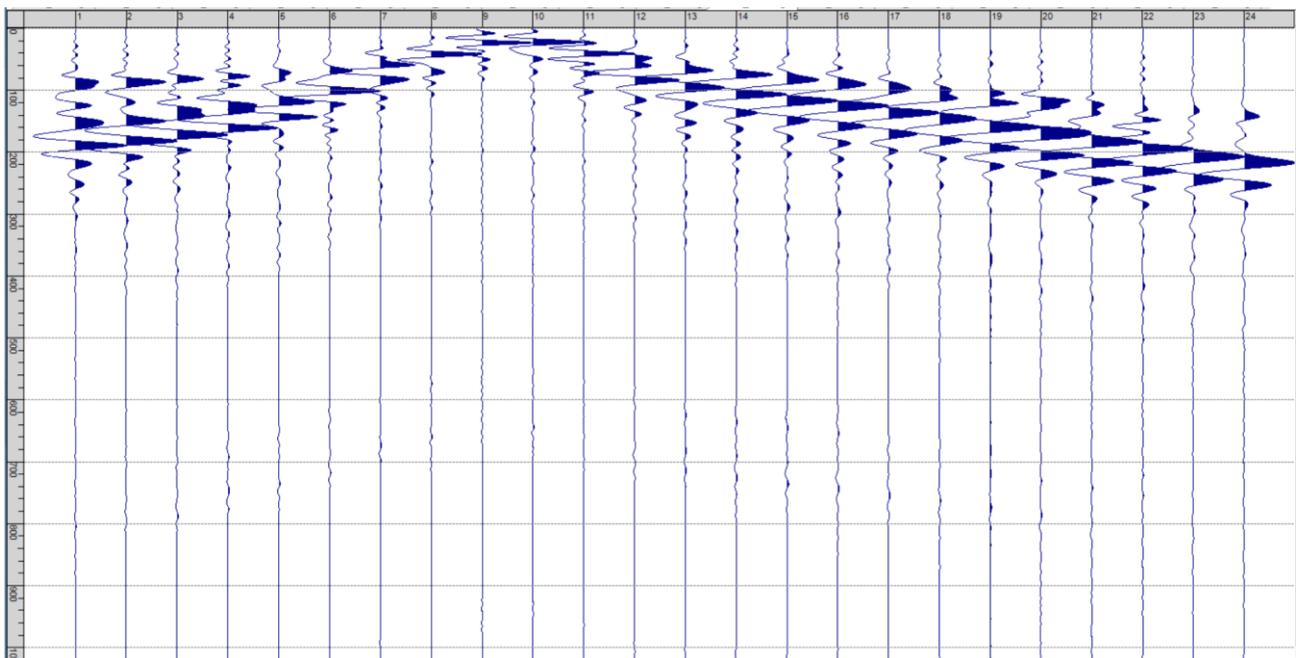
Sism. VI-7: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



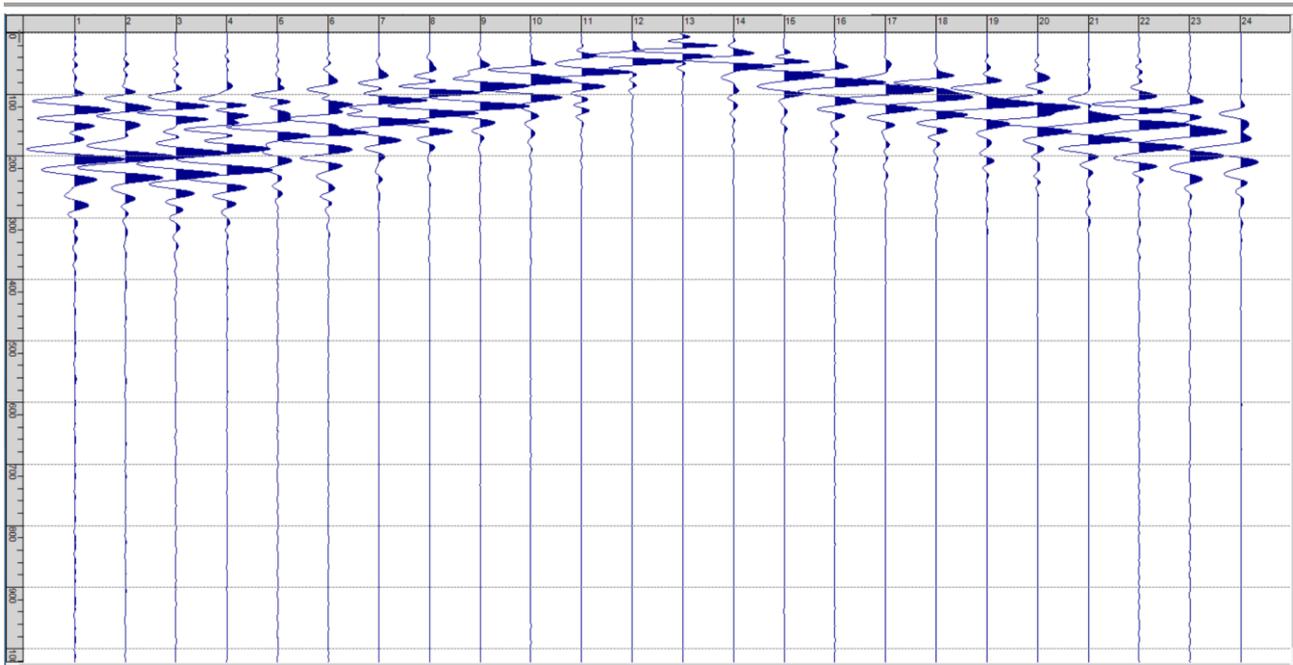
Sism. VI-8: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



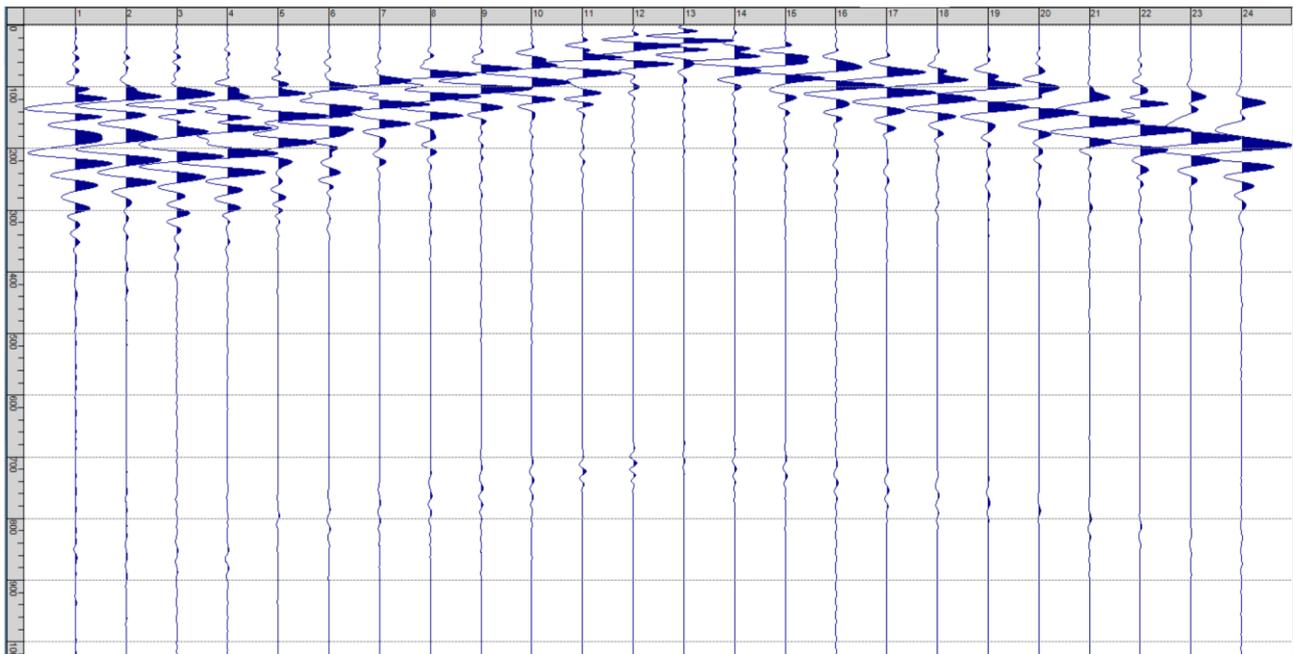
Sism. VI-9: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



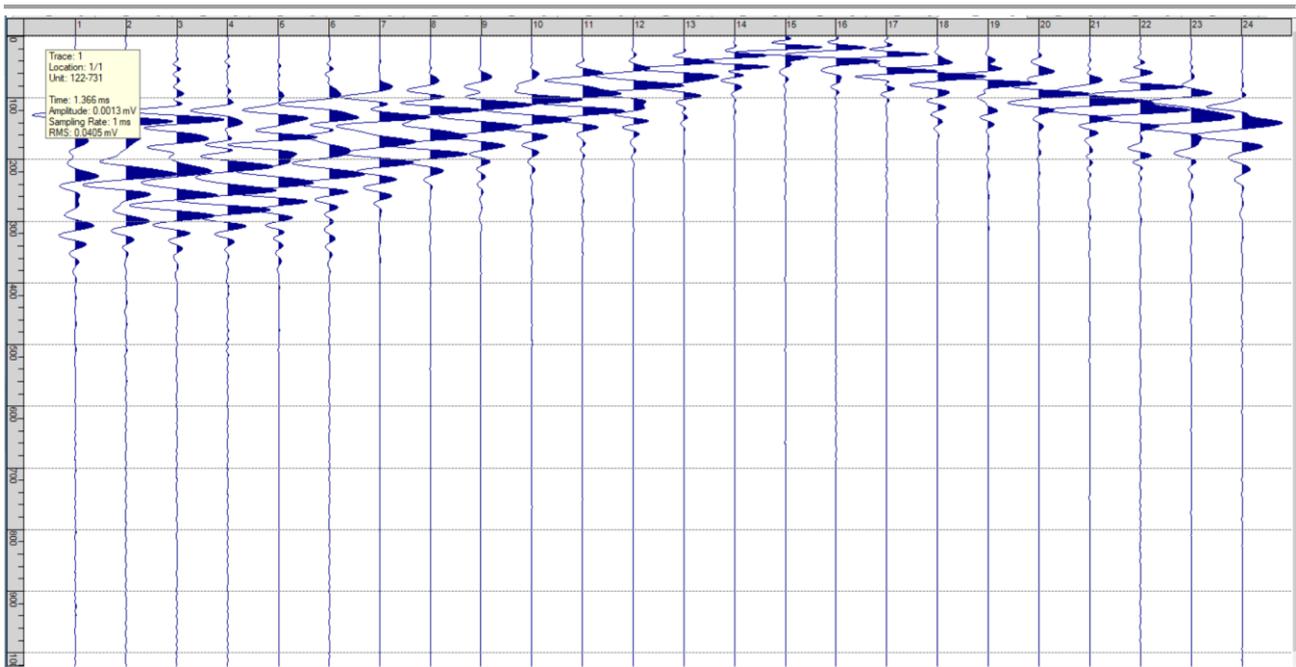
Sism. VI-10: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



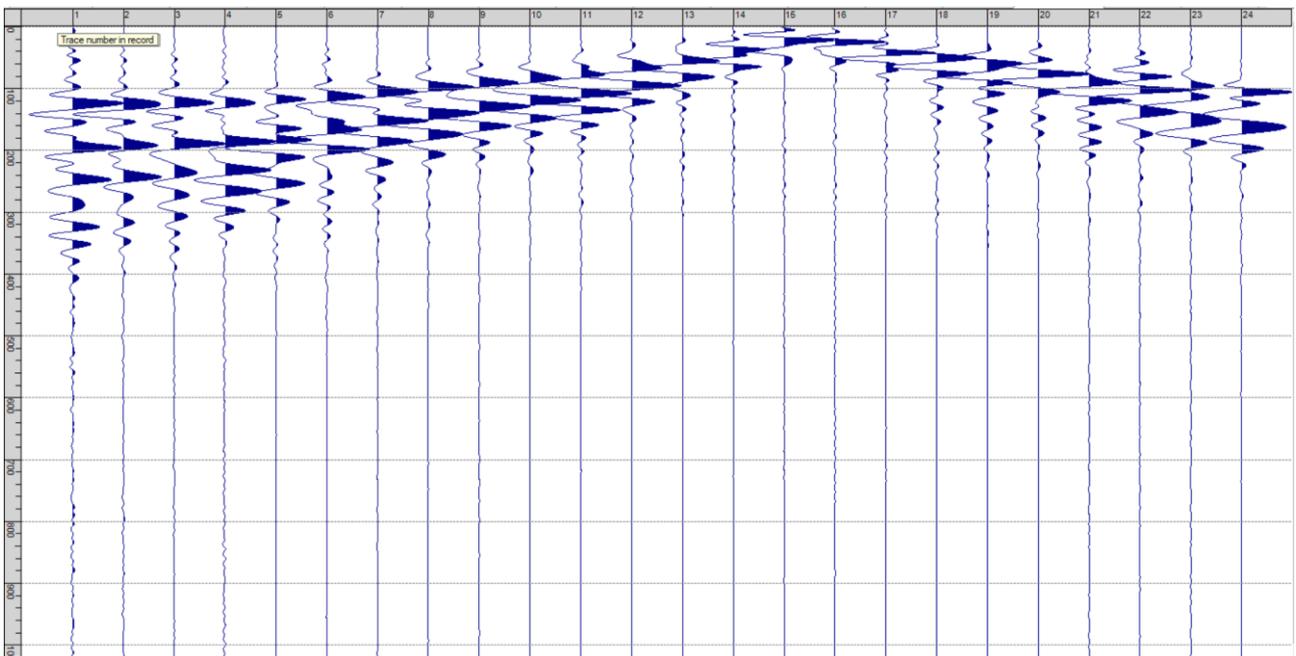
Sism. VI-11: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



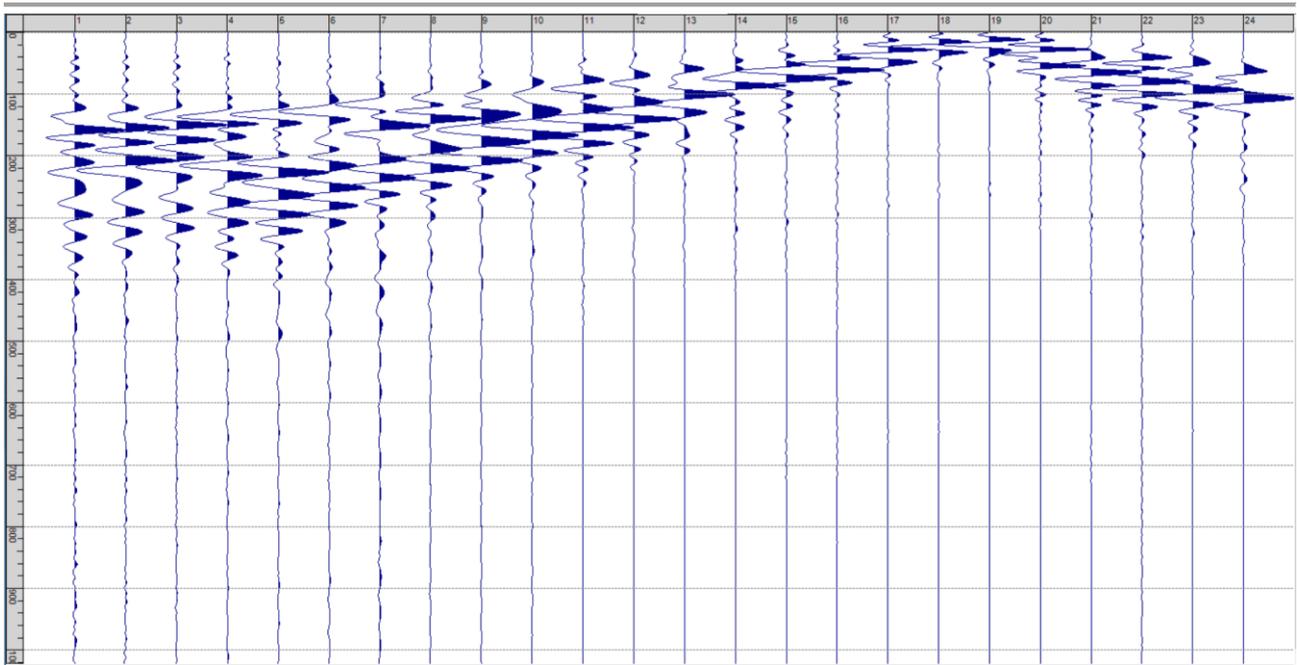
Sism. VI-12: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



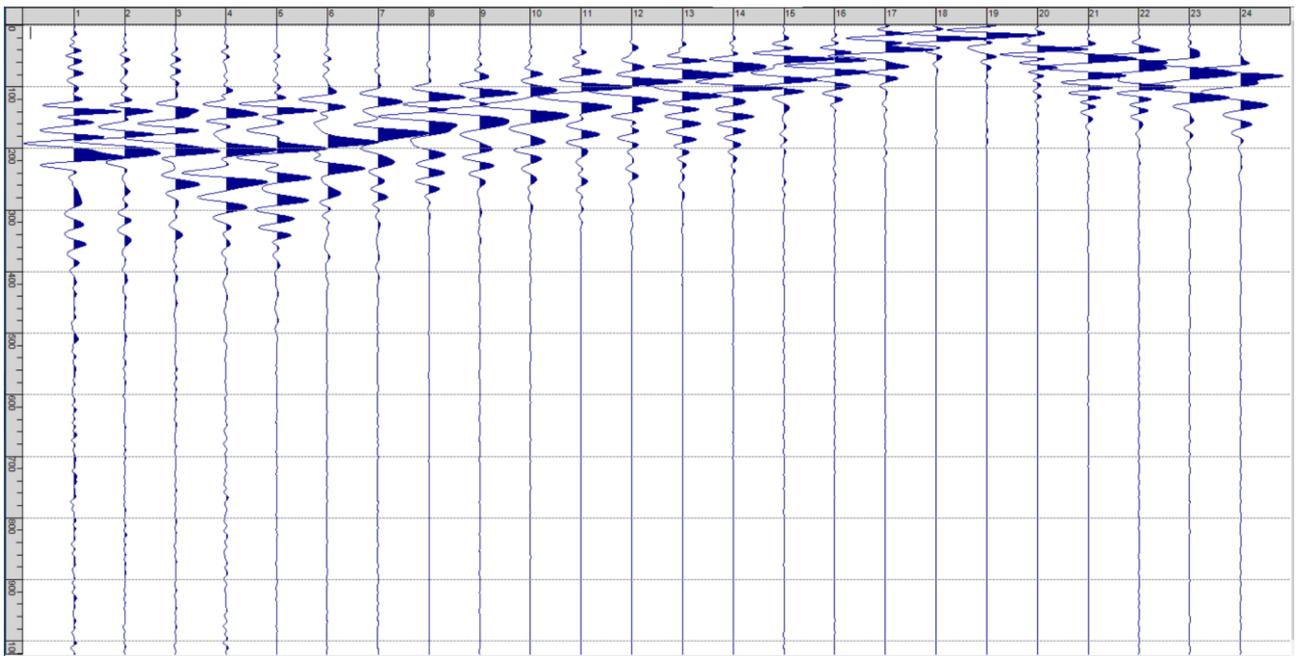
Sism. VI-13: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



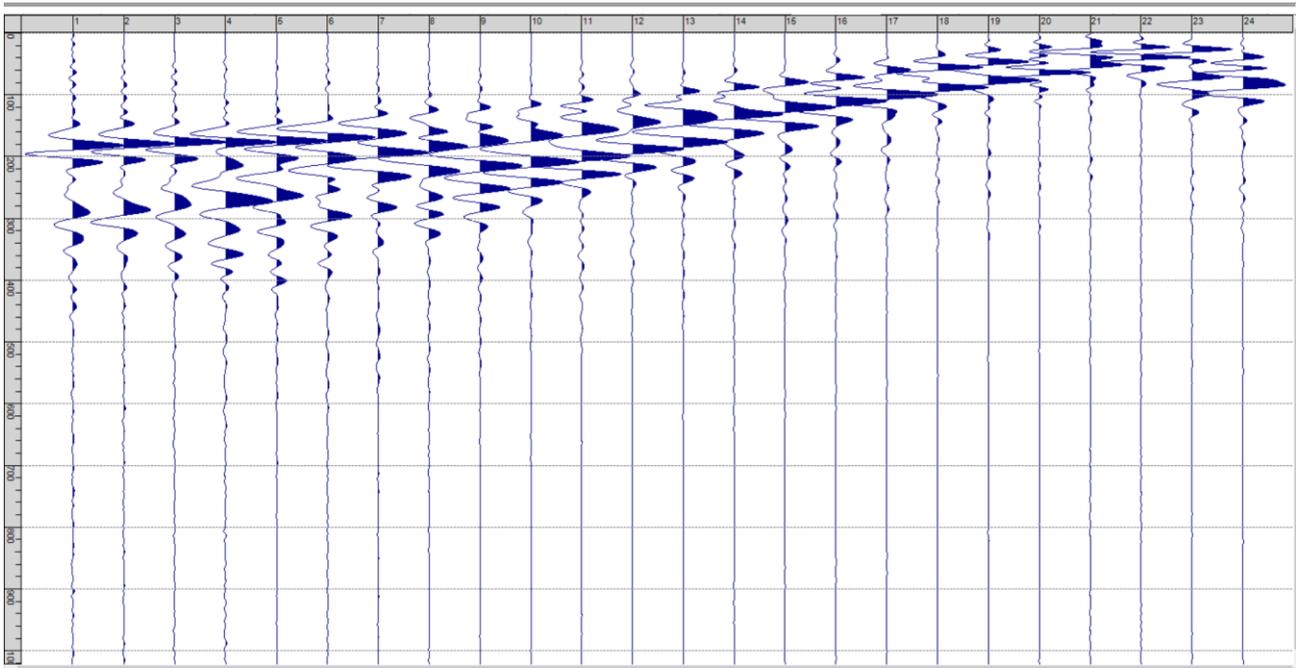
Sism. VI-14: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



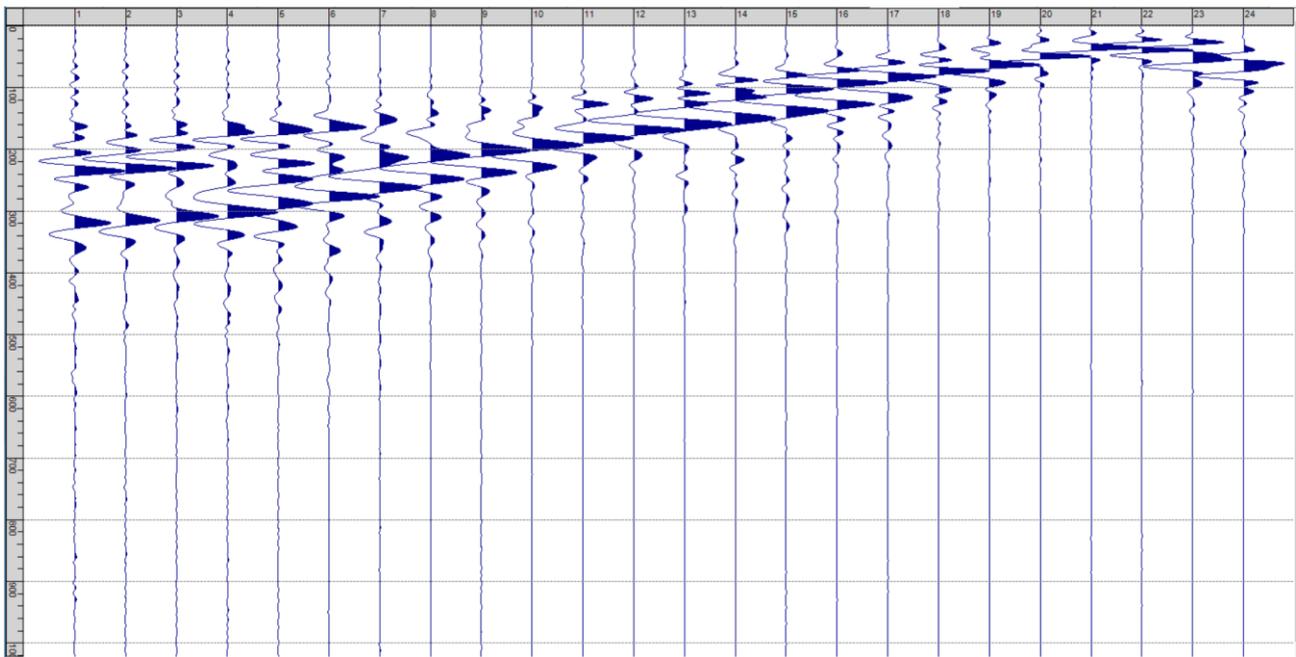
Sism. VI-15: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



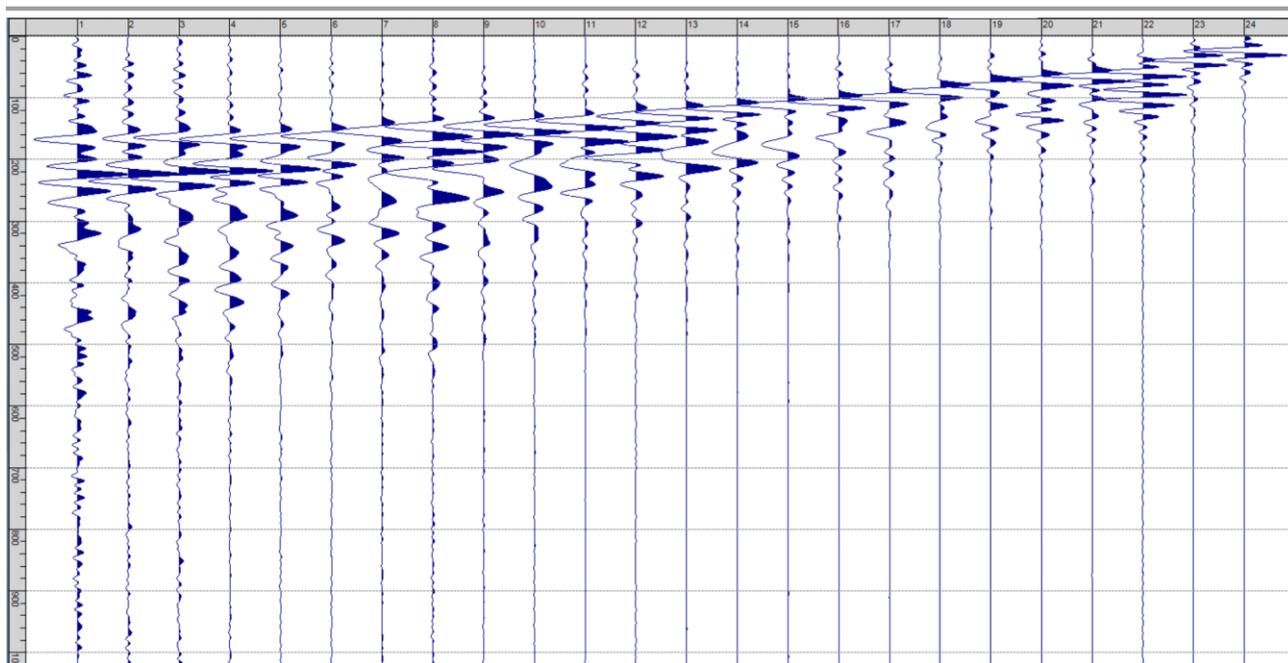
Sism. VI-16: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



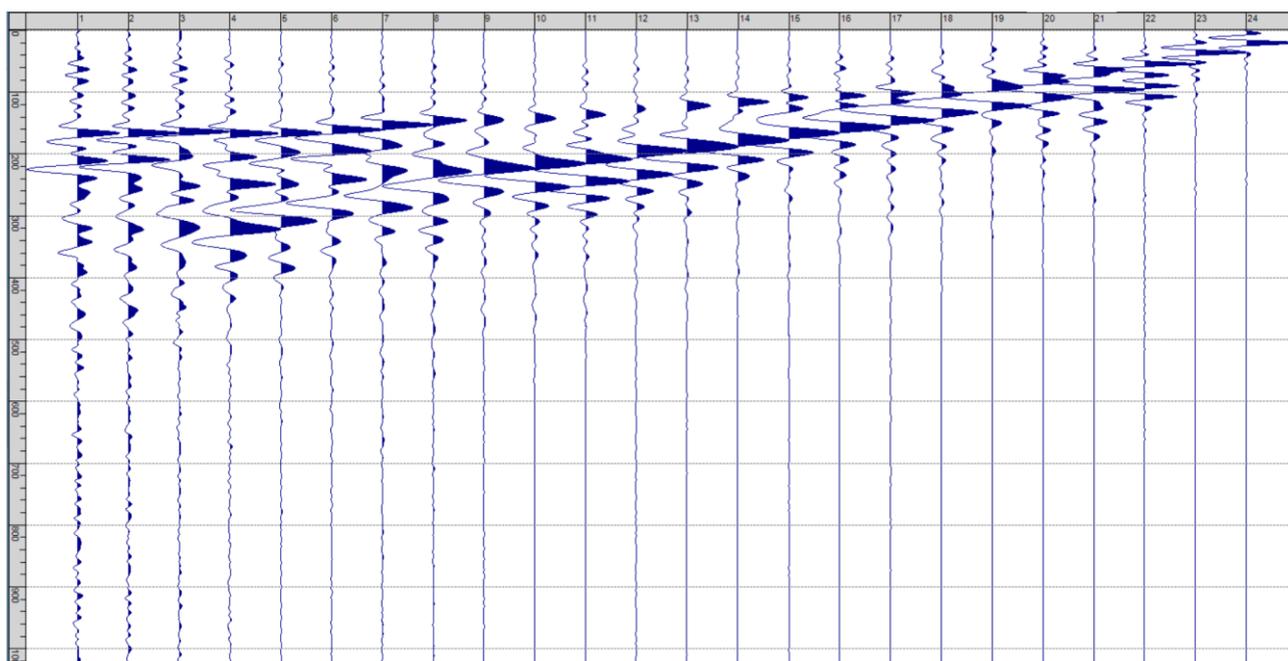
Sism. VI-17: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



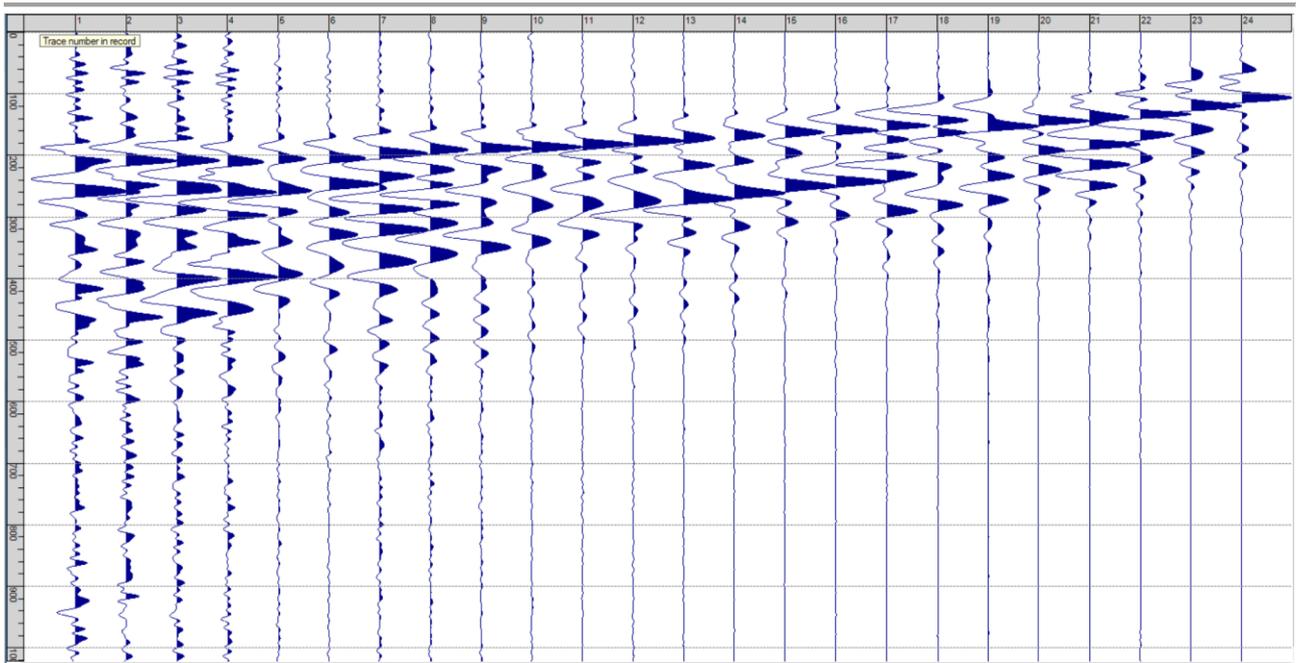
Sism. VI-18: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



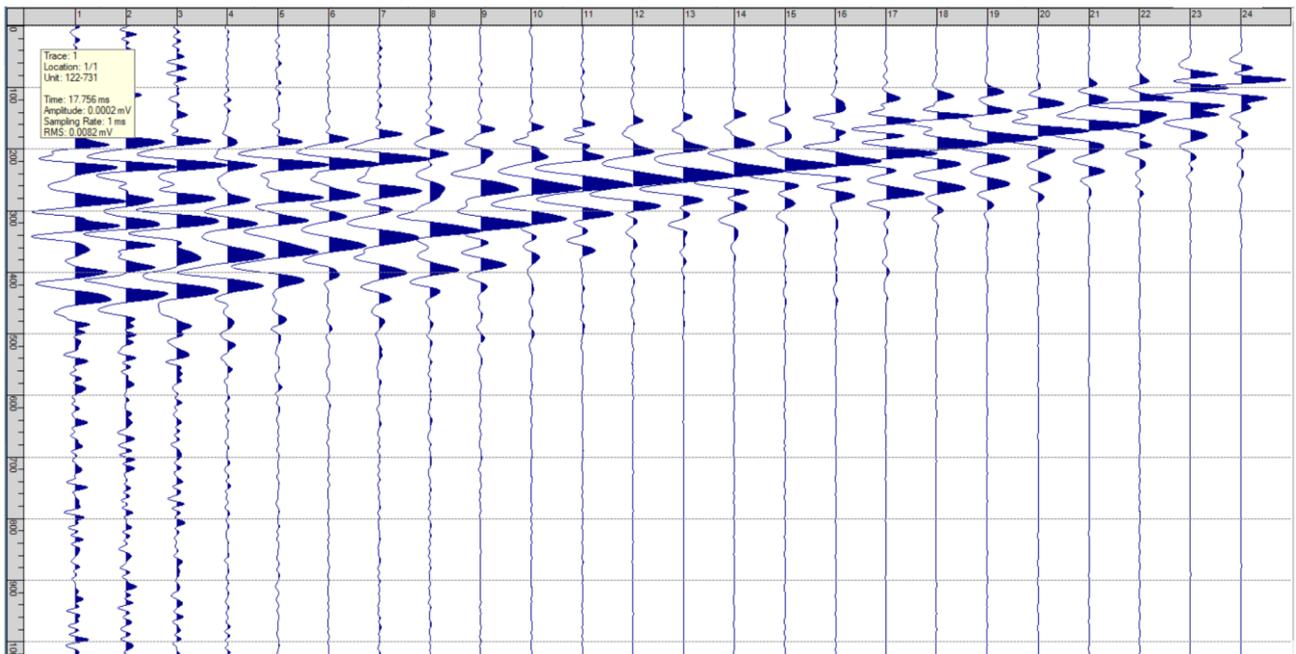
Sism. VI-19: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. VI-20: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. VI-21: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. VI-22: 114_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. VI-1: Stesa sismica 114_SR ONDE SH - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
DISTANZA PARZIALI [m]	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
QUOTA [m]	372.1	371.7	371.3	370.9	370.5	370.1	369.7	369.3	368.9	368.5	368.2	367.8	367.4	367.0	366.6	366.2	365.8	365.4	365.0	364.6	364.3	363.9	363.5	363.1

Tab. VI-2: Stesa sismica 114_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-15.00	-1.49	7.49	16.49	25.49	34.49	43.49	52.49	61.49	70.49	84.00
QUOTA [m]	374.0	372.3	371.1	369.9	368.7	367.6	366.4	365.2	364.1	362.9	361.0

Tab. VI-3: Stesa sismica 114_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	37	6	15	52	68	88	105	123	141	144	178
2	3	42	14	11	47	67	87	102	121	141	145	174
3	6	48	20	7	44	63	88	102	120	139	144	172
4	9	57	27	9	39	61	84	99	119	137	147	172
5	12	66	29	26	28	54	81	94	111	137	140	167
6	15	74	45	42	-1000	48	71	82	101	134	140	163
7	18	78	49	46	11	35	63	78	95	125	132	158
8	21	82	57	55	-1000	27	53	65	86	119	128	155
9	24	85	61	62	28	9	45	58	80	114	125	153
10	27	88	66	67	50	10	40	55	75	109	120	153
11	30	96	72	75	54	17	26	49	70	101	116	148
12	33	103	79	80	62	31	13	43	61	92	108	144
13	36	106	85	88	69	41	14	34	51	-1000	104	136
14	39	116	89	-1000	73	48	25	22	48	74	99	133
15	42	120	97	98	79	54	35	10	-1000	67	94	124
16	45	125	102	103	88	61	45	10	32	59	88	117
17	48	129	109	106	93	73	50	14	13	48	81	110
18	51	133	115	115	101	77	61	32	16	35	72	101
19	54	137	120	122	110	88	70	36	15	23	59	93
20	57	144	126	130	118	-1000	70	47	14	17	55	87
21	60	149	131	133	123	110	84	62	24	8	47	75
22	63	152	137	137	125	109	97	65	32	-1000	34	64
23	66	155	138	140	131	116	104	79	42	18	19	54
24	69	158	142	142	135	119	113	86	55	26	4	43

Tab. VI-4: Stesa sismica 114_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	372.10	225	370.80	417	367.34	584
1.5	1.5	371.90	225	370.58	413	366.99	591
2	3	371.70	225	370.34	411	366.61	598
2.5	4.5	371.50	225	370.11	409	366.19	606
3	6	371.30	225	369.86	407	365.73	614
3.5	7.5	371.10	225	369.61	406	365.24	622
4	9	370.90	225	369.34	405	364.72	631
4.5	10.5	370.70	224	369.07	401	364.18	639
5	12	370.50	223	368.80	399	363.64	648
5.5	13.5	370.30	223	368.51	400	363.09	658
6	15	370.10	224	368.23	404	362.54	670
6.5	16.5	369.90	226	367.94	409	361.98	683
7	18	369.70	228	367.65	414	361.43	696
7.5	19.5	369.50	229	367.36	417	360.87	711
8	21	369.30	231	367.07	422	360.32	725
8.5	22.5	369.10	231	366.78	425	359.78	736
9	24	368.90	232	366.51	427	359.24	746
9.5	25.5	368.70	232	366.25	429	358.71	753
10	27	368.50	232	366.01	429	358.18	760
10.5	28.5	368.35	233	365.83	427	357.65	766
11	30	368.20	234	365.68	424	357.12	771
11.5	31.5	368.00	234	365.50	421	356.61	774
12	33	367.80	233	365.34	416	356.11	776
12.5	34.5	367.60	231	365.19	412	355.62	778
13	36	367.40	229	365.06	407	355.15	781
13.5	37.5	367.20	228	364.95	401	354.70	783
14	39	367.00	226	364.84	395	354.26	786
14.5	40.5	366.80	227	364.73	390	353.83	787
15	42	366.60	227	364.61	385	353.41	795
15.5	43.5	366.40	227	364.50	380	352.99	805
16	45	366.20	226	364.37	377	352.58	817
16.5	46.5	366.00	224	364.24	375	352.17	831
17	48	365.80	221	364.10	374	351.77	846
17.5	49.5	365.60	221	363.96	372	351.39	859
18	51	365.40	221	363.81	370	351.03	872
18.5	52.5	365.20	221	363.65	368	350.69	887
19	54	365.00	221	363.49	366	350.36	903
19.5	55.5	364.80	221	363.32	364	350.05	919
20	57	364.60	221	363.15	363	349.75	936
20.5	58.5	364.45	221	363.03	363	349.48	952
21	60	364.30	221	362.90	362	349.23	970
21.5	61.5	364.10	221	362.72	362	349.00	988
22	63	363.90	221	362.53	360	348.80	1007
22.5	64.5	363.70	221	362.34	360	348.61	1025
23	66	363.50	221	362.15	360	348.45	1043
23.5	67.5	363.30	221	361.96	361	348.31	1061
24	69	363.10	221	361.76	362	348.19	1078

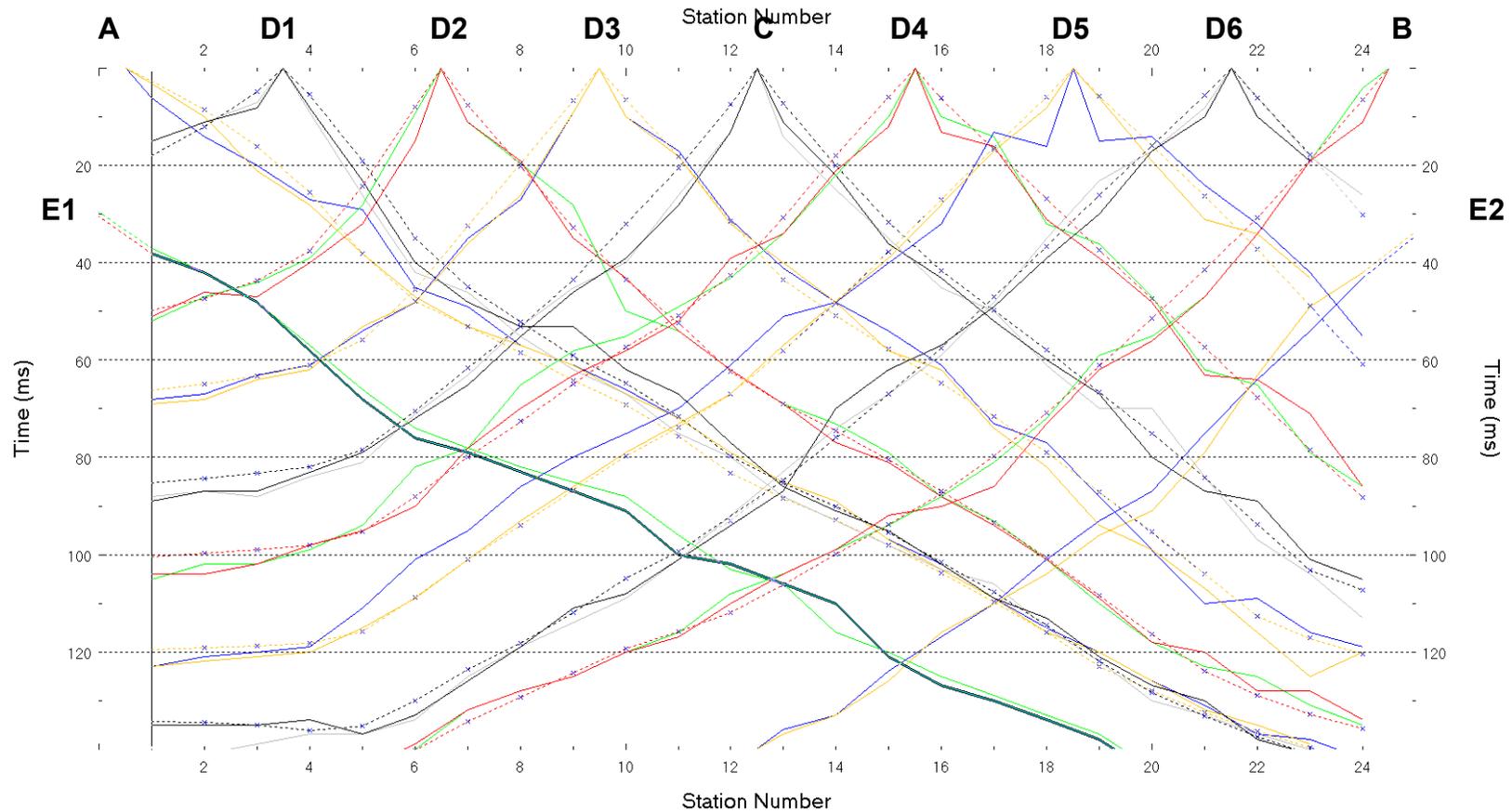


Fig. VI-2:Stesa sismica 114_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400

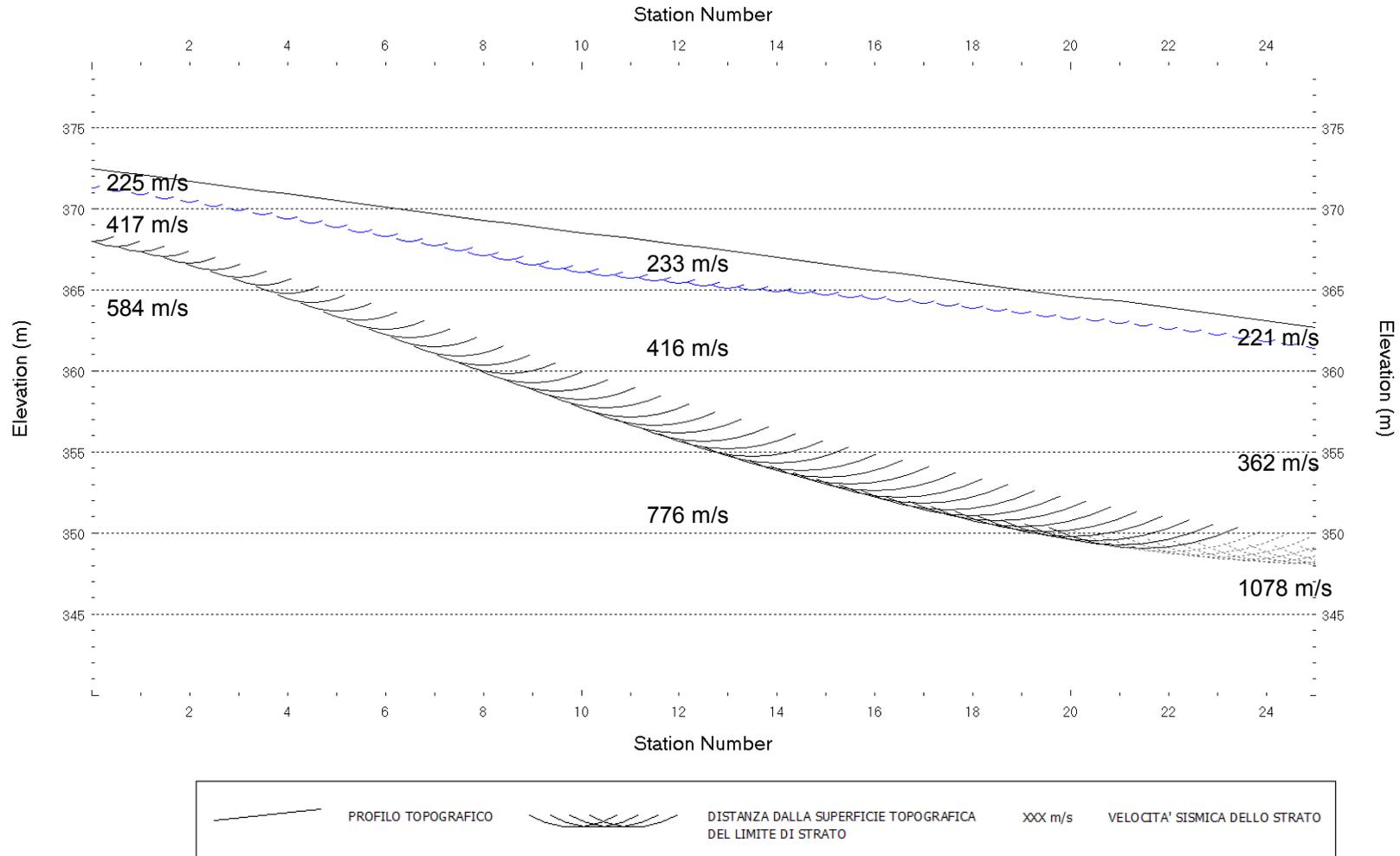


Fig. VI-3: Stesa sismica 114_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500

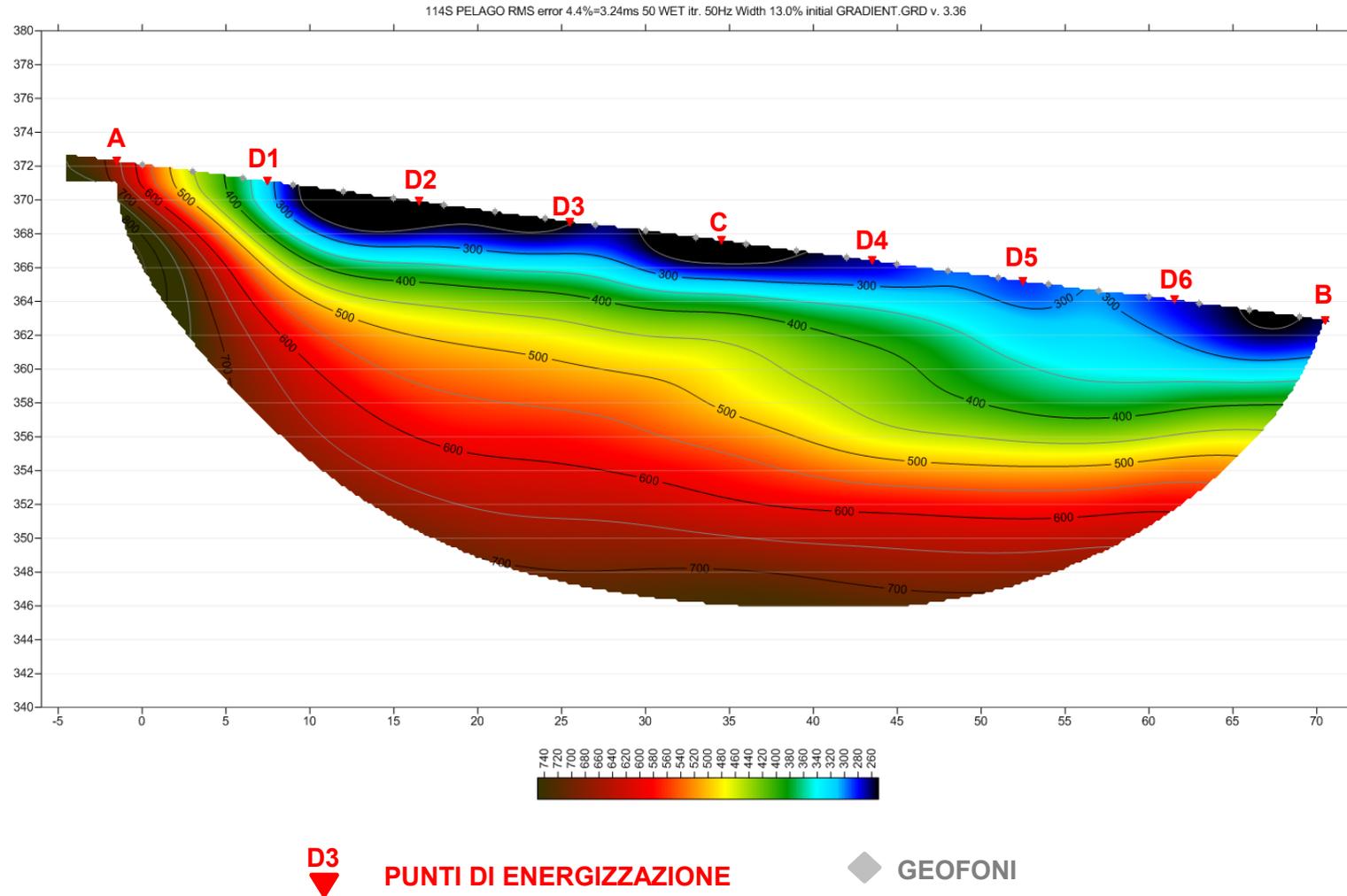


Fig. VI-4: Stesa sismica 114_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400

**VII. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 115_SR ONDE P – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRFIE**

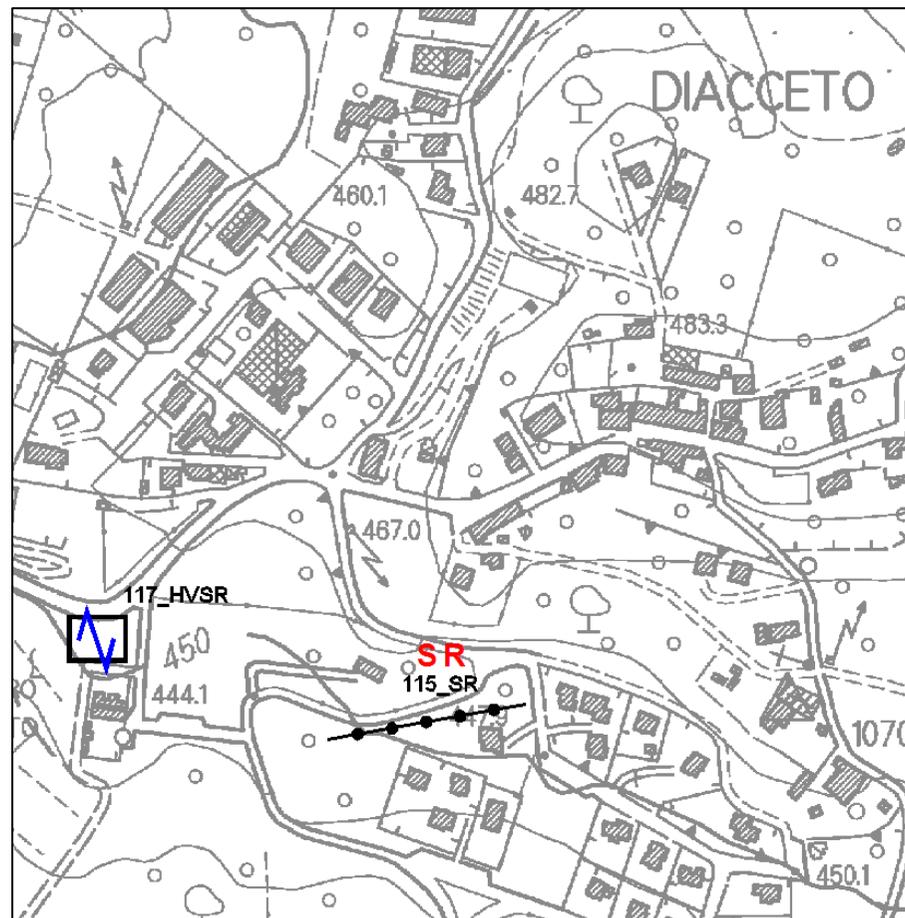
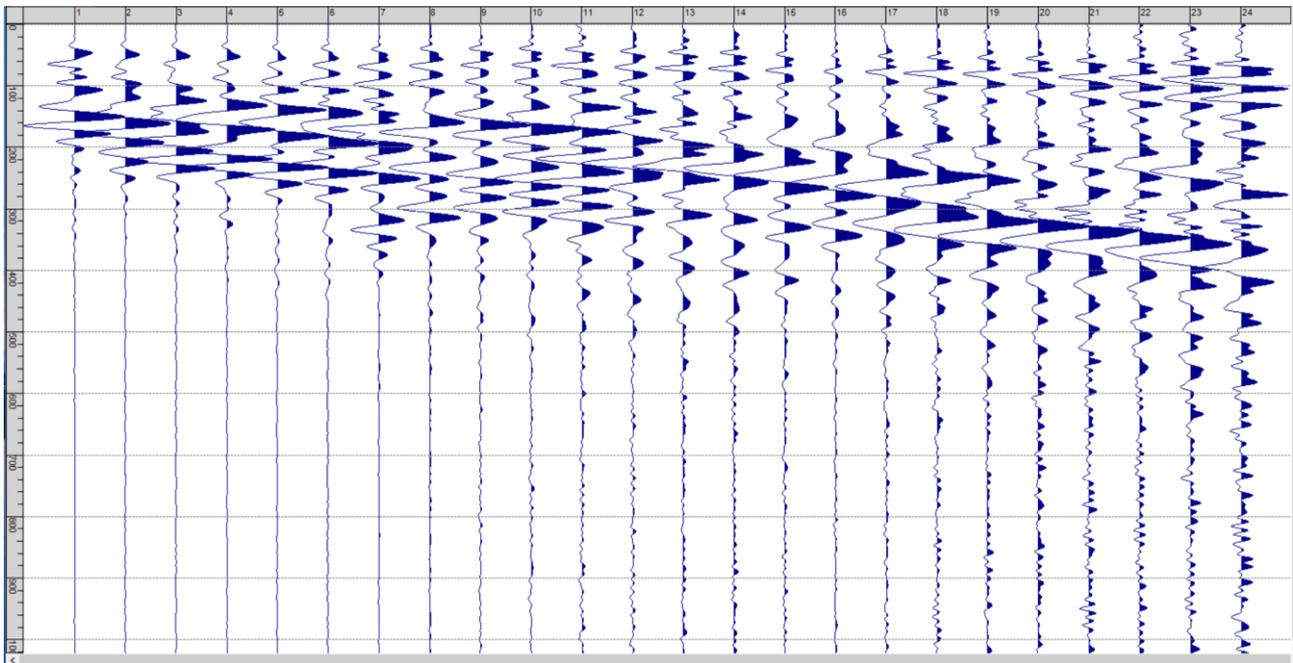
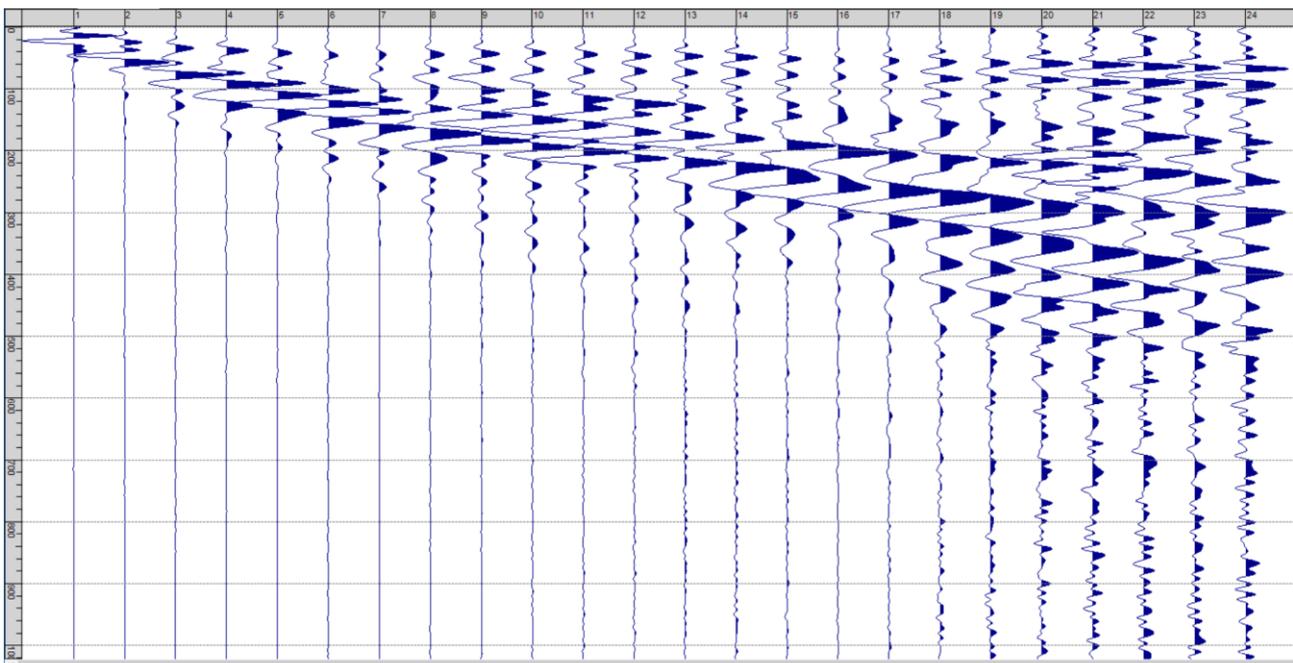


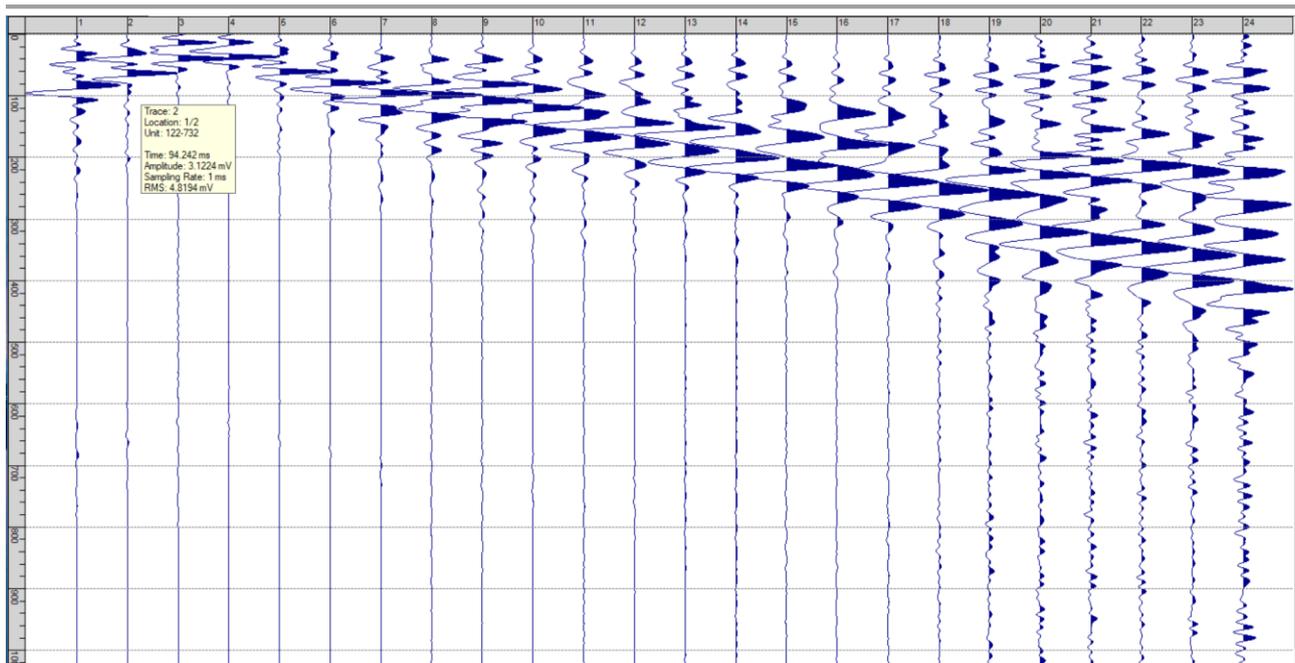
Fig. VII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



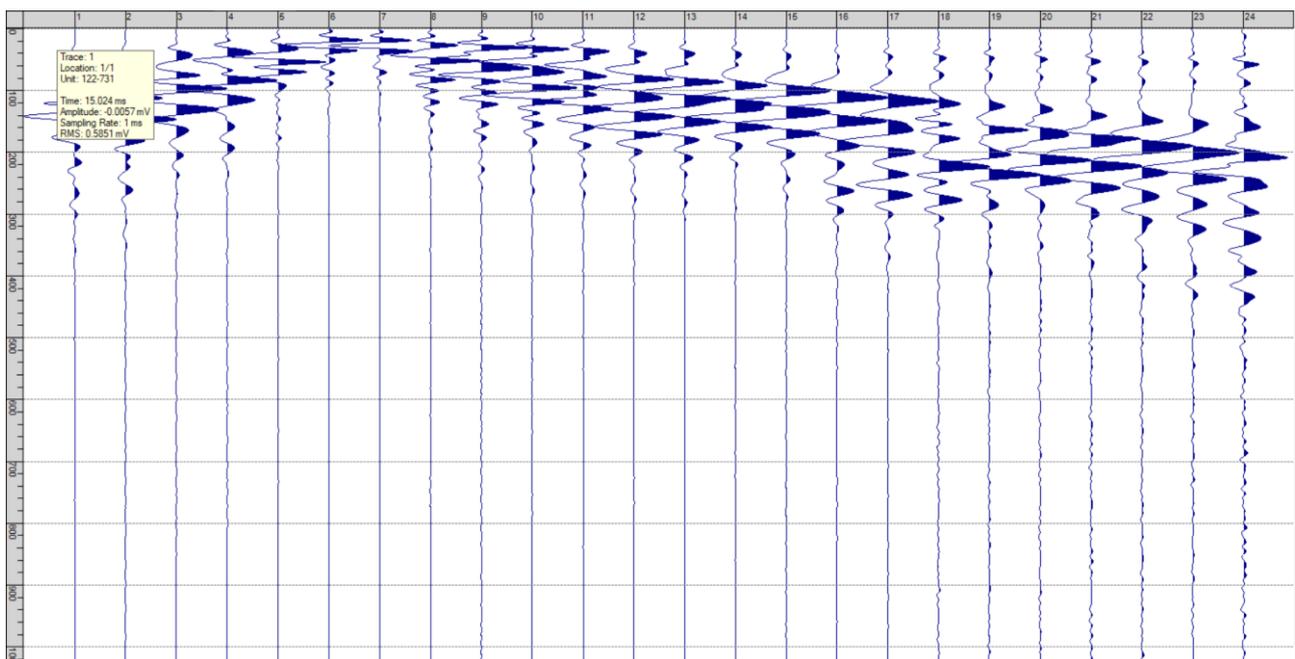
Sism. VII-1: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



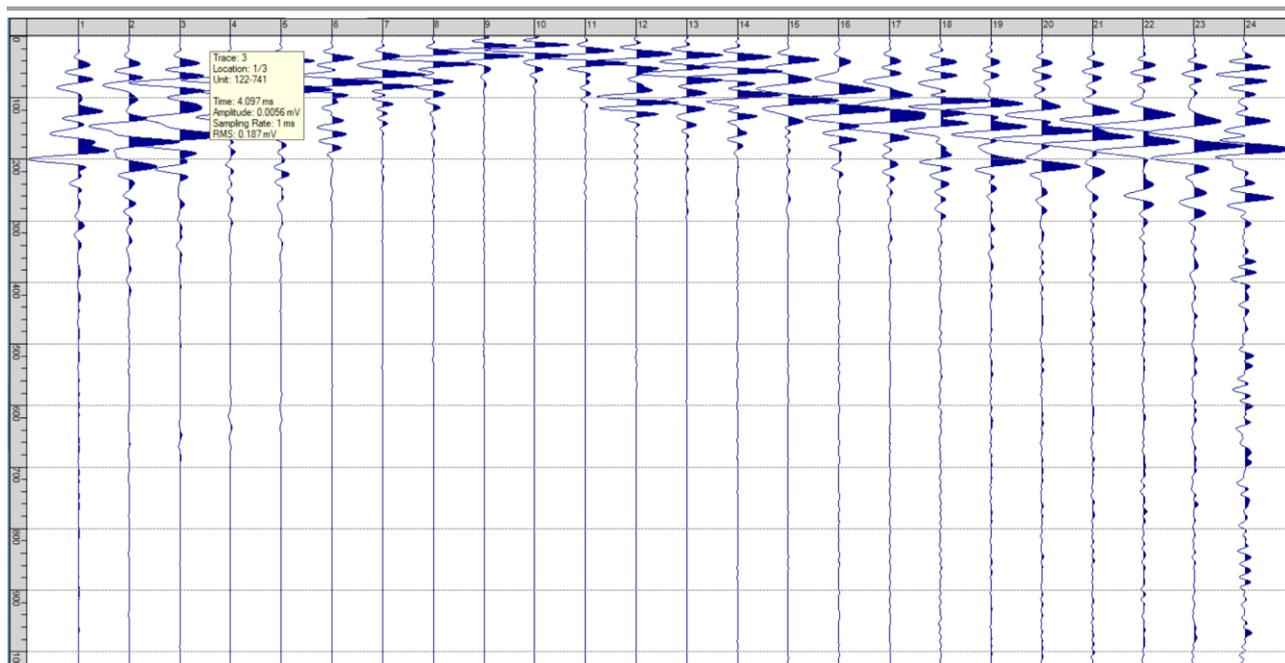
Sism. VII-2: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



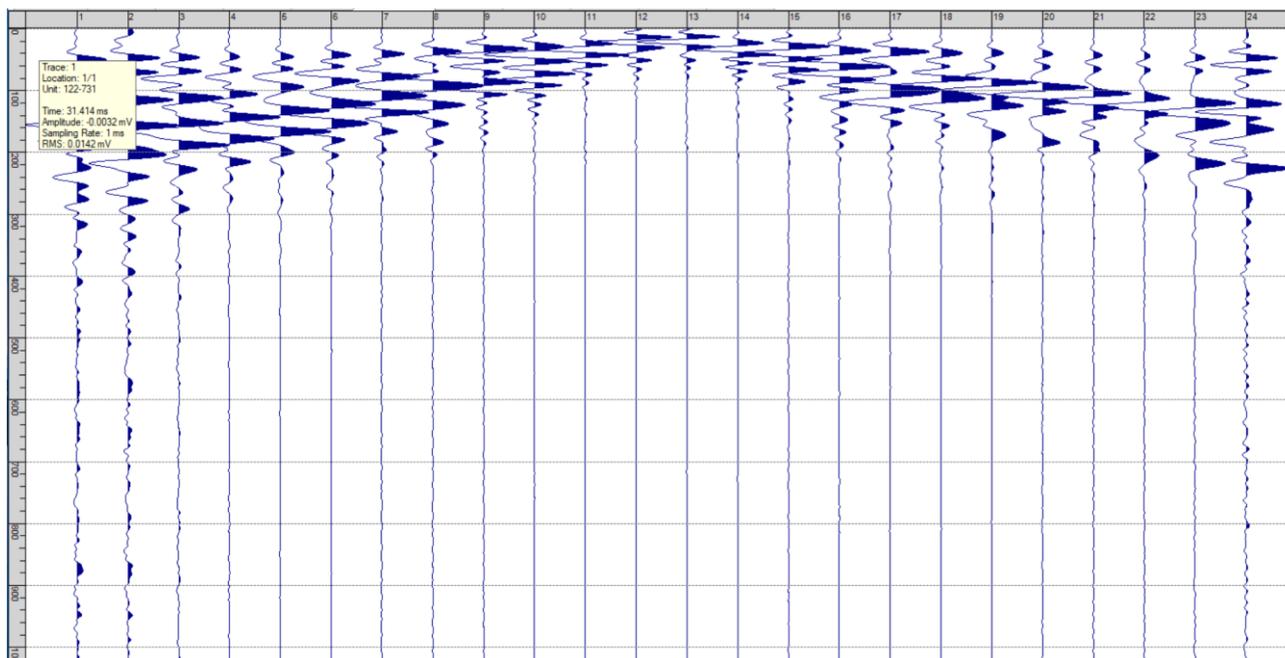
Sism. VII-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



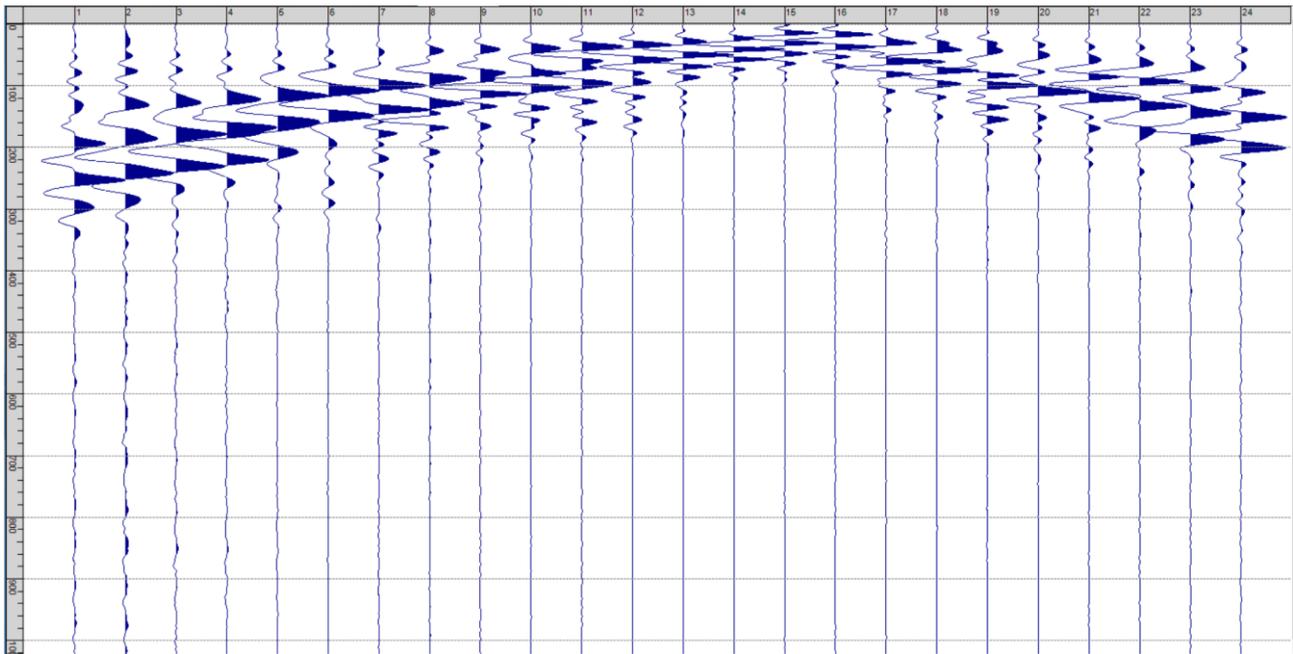
Sism. VII-4: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza



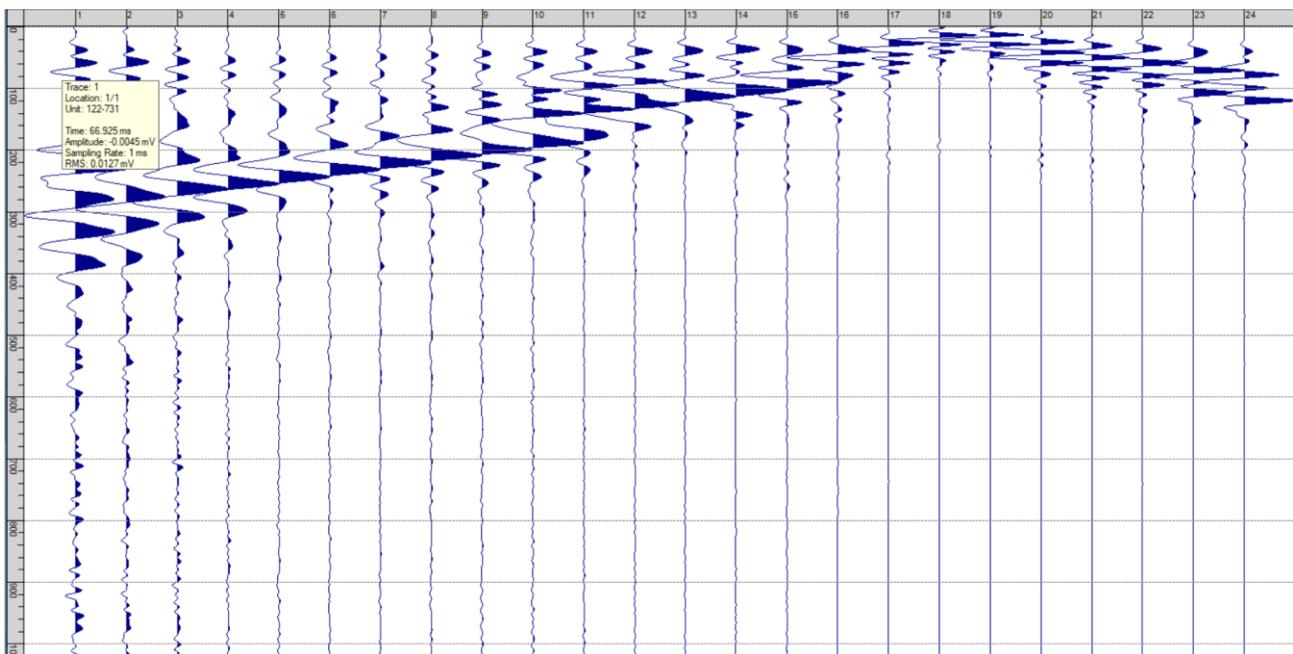
Sism. VII-5: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



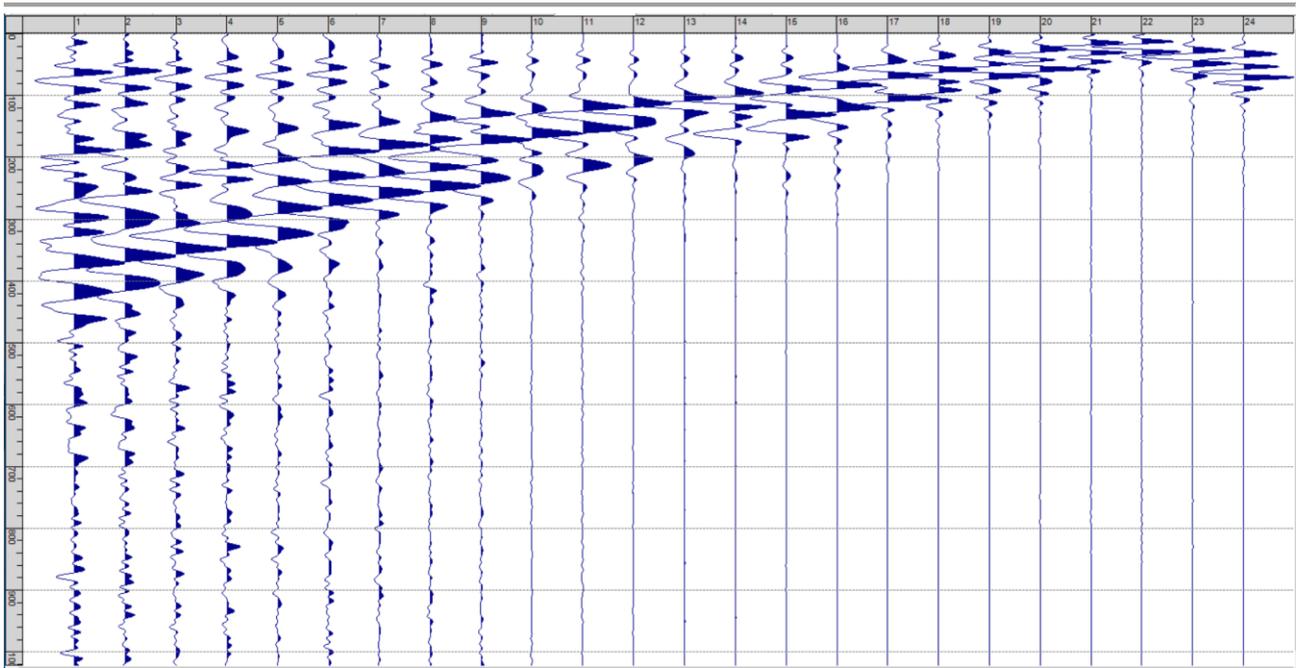
Sism. VII-6: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



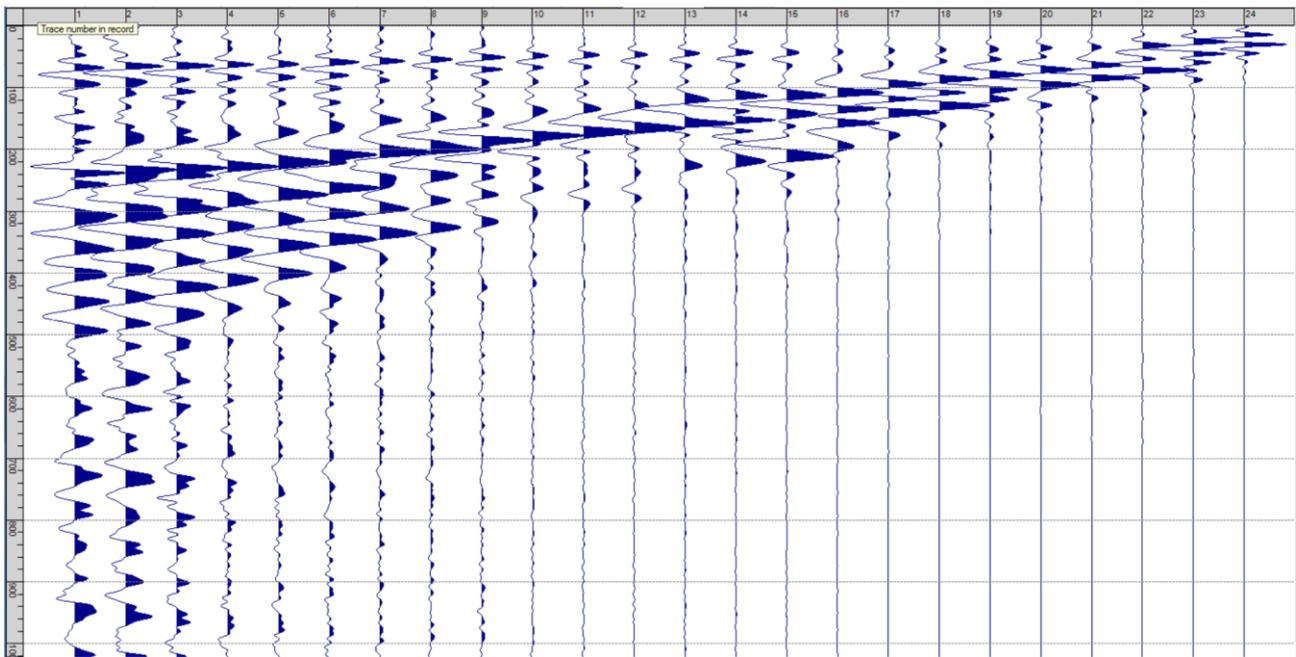
Sism. VII-7: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



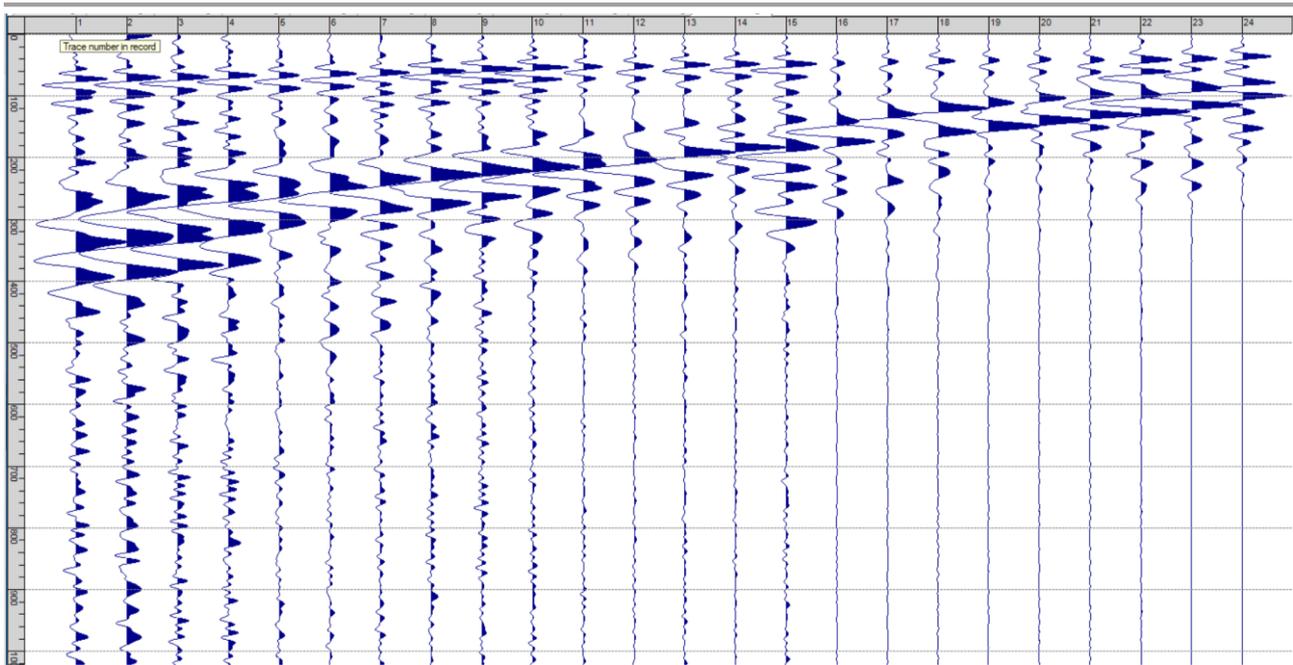
Sism. VII-8: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. VII-9: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza



Sism. VII-10: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza



Sism. VII-11: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza

Tab. VII-1: Stesa sismica 115_SR ONDE P - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
DISTANZA PARZIALI [m]	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
QUOTA [m]	448.1	448.3	448.5	448.7	448.9	449.1	449.3	449.5	449.8	450.0	450.2	450.4	450.6	450.8	451.0	451.2	451.5	451.7	451.9	452.1	452.3	452.5	452.7	452.9

Tab. VII-2: Stesa sismica 115_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-20.00	-2.00	10.00	22.00	34.00	46.00	58.00	70.00	82.00	94.00	112.00
QUOTA [m]	447.0	448.0	448.6	449.2	449.9	450.5	451.1	451.8	452.4	453.0	454.0

Tab. VII-3: Stesa sismica 115_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	29	5	19	28	30	35	40	45	49	54	59
2	4	30	14	15	26	26	34	39	43	48	53	58
3	8	31	17	5	24	25	32	36	41	47	50	58
4	12	32	21	5	21	23	30	35	40	45	49	56
5	16	34	24	16	15	20	29	33	39	43	47	54
6	20	34	26	20	7	19	27	31	37	42	46	53
7	24	37	28	22	8	18	26	29	35	41	45	50
8	28	36	28	23	16	14	22	26	31	37	42	49
9	32	37	28	24	19	5	19	23	29	33	39	45
10	36	37	29	25	19	5	16	21	26	30	36	43
11	40	39	30	26	21	11	13	19	24	29	36	41
12	44	42	32	28	24	15	7	17	22	29	34	40
13	48	44	34	30	26	17	6	15	20	27	32	38
14	52	45	36	32	27	19	12	11	19	26	30	36
15	56	46	38	34	28	21	16	6	19	25	29	35
16	60	48	39	35	32	24	20	7	17	23	29	35
17	64	50	41	37	33	26	21	14	13	22	26	33
18	68	52	43	39	35	27	24	17	6	20	24	31
19	72	52	44	41	36	29	26	19	6	17	22	29
20	76	53	47	41	38	31	27	20	12	12	21	28
21	80	56	49	44	41	33	30	23	17	6	19	26
22	84	58	50	47	43	34	31	24	18	5	16	25
23	88	61	52	49	44	37	33	26	22	14	13	23
24	92	62	52	49	46	37	34	27	24	20	6	22

Tab. VII-4: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	448.10	477	446.00	1571	438.62	2526
1.5	2	448.20	475	446.10	1571	438.80	2514
2	4	448.30	473	446.20	1571	439.00	2502
2.5	6	448.40	472	446.30	1571	439.21	2490
3	8	448.50	471	446.40	1571	439.43	2478
3.5	10	448.60	467	446.50	1571	439.66	2466
4	12	448.70	464	446.60	1571	439.90	2456
4.5	14	448.80	461	446.70	1571	440.14	2449
5	16	448.90	459	446.80	1571	440.38	2442
5.5	18	449.00	457	446.90	1571	440.61	2435
6	20	449.10	454	447.00	1571	440.83	2427
6.5	22	449.20	454	447.10	1571	441.05	2419
7	24	449.30	454	447.20	1571	441.25	2410
7.5	26	449.40	452	447.30	1571	441.46	2402
8	28	449.50	451	447.40	1571	441.66	2394
8.5	30	449.65	451	447.55	1559	441.85	2389
9	32	449.80	452	447.70	1546	442.03	2387
9.5	34	449.90	452	447.80	1538	442.20	2384
10	36	450.00	452	447.90	1540	442.37	2381
10.5	38	450.10	452	448.00	1544	442.54	2378
11	40	450.20	452	448.11	1548	442.70	2375
11.5	42	450.30	452	448.20	1552	442.87	2372
12	44	450.40	452	448.30	1556	443.03	2370
12.5	46	450.50	452	448.40	1560	443.20	2369
13	48	450.60	452	448.50	1564	443.36	2368
13.5	50	450.70	452	448.60	1572	443.51	2369
14	52	450.80	452	448.69	1591	443.66	2370
14.5	54	450.90	452	448.78	1606	443.80	2371
15	56	451.00	452	448.88	1614	443.94	2372
15.5	58	451.10	452	448.97	1614	444.08	2375
16	60	451.20	452	449.06	1615	444.22	2379
16.5	62	451.35	452	449.20	1615	444.35	2386
17	64	451.50	452	449.34	1616	444.48	2396
17.5	66	451.60	452	449.43	1616	444.61	2410
18	68	451.70	452	449.52	1616	444.74	2426
18.5	70	451.80	452	449.61	1616	444.86	2443
19	72	451.90	452	449.71	1617	444.98	2460
19.5	74	452.00	452	449.80	1618	445.09	2478
20	76	452.10	452	449.89	1620	445.21	2495
20.5	78	452.20	452	449.99	1621	445.32	2513
21	80	452.30	452	450.08	1623	445.42	2531
21.5	82	452.40	452	450.18	1624	445.52	2549
22	84	452.50	452	450.28	1626	445.61	2567
22.5	86	452.60	452	450.37	1627	445.68	2583
23	88	452.70	452	450.47	1629	445.75	2599
23.5	90	452.80	452	450.57	1631	445.81	2614
24	92	452.90	452	450.67	1632	445.87	2628

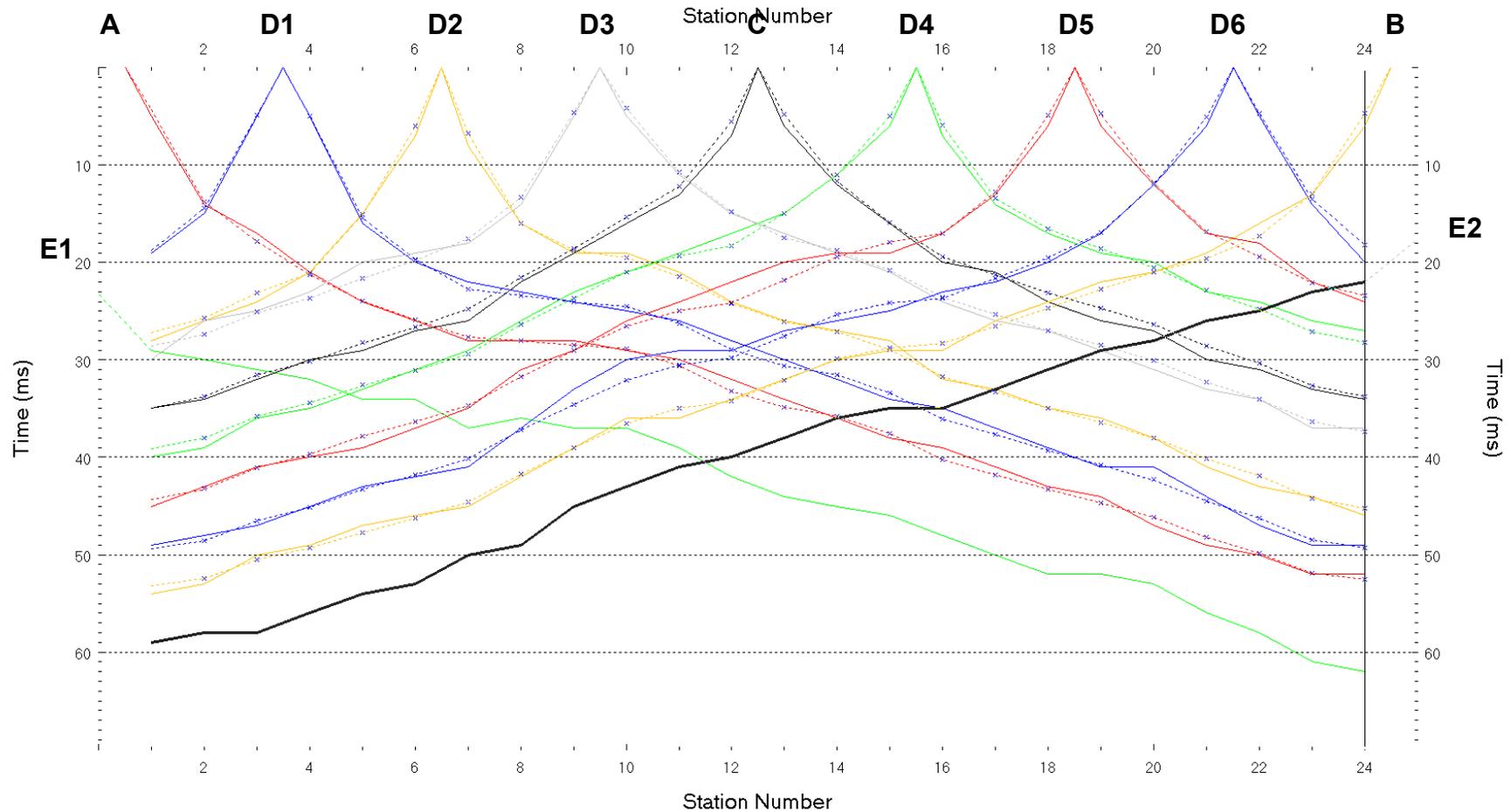


Fig. VII-2: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:500

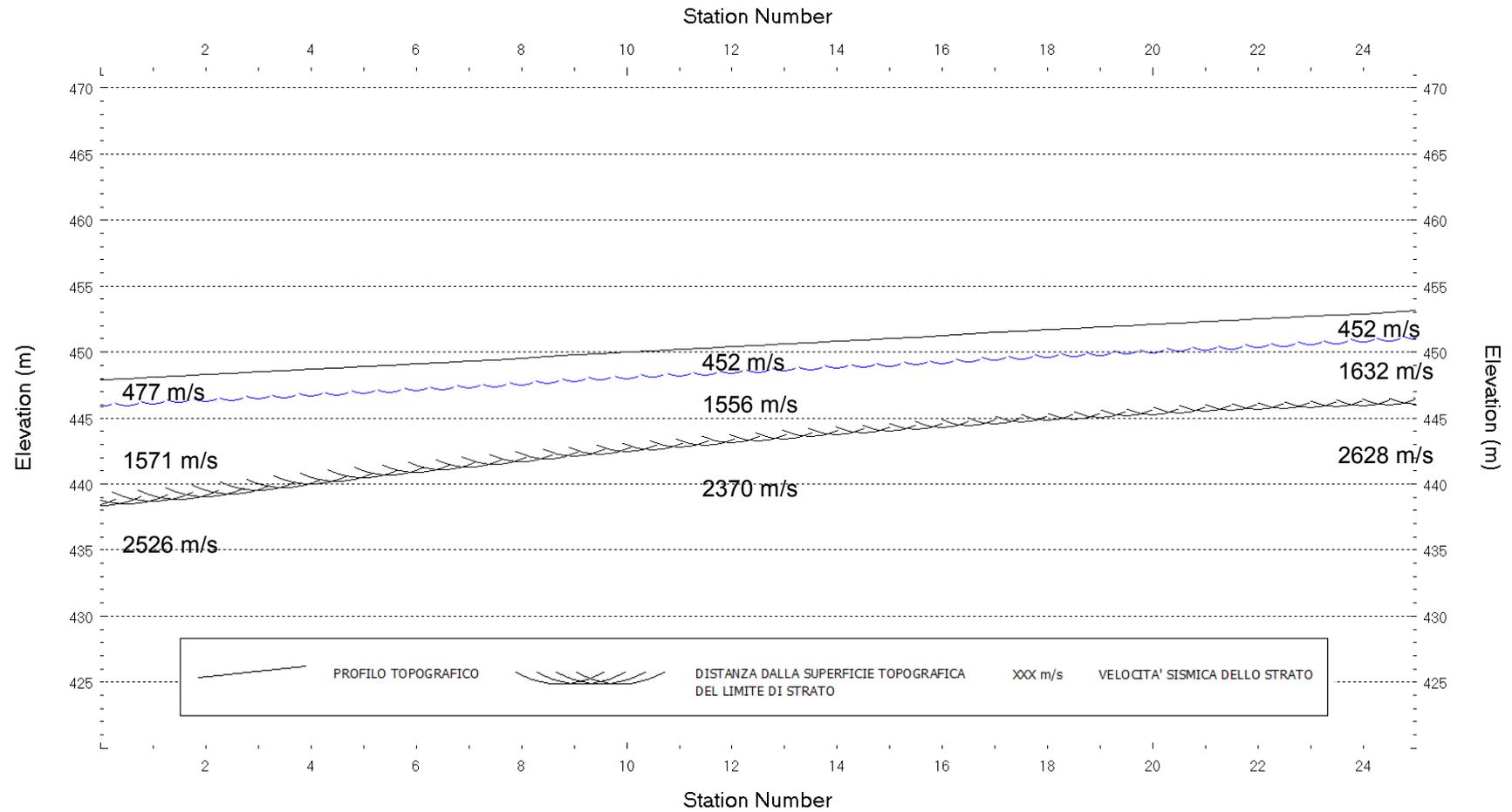
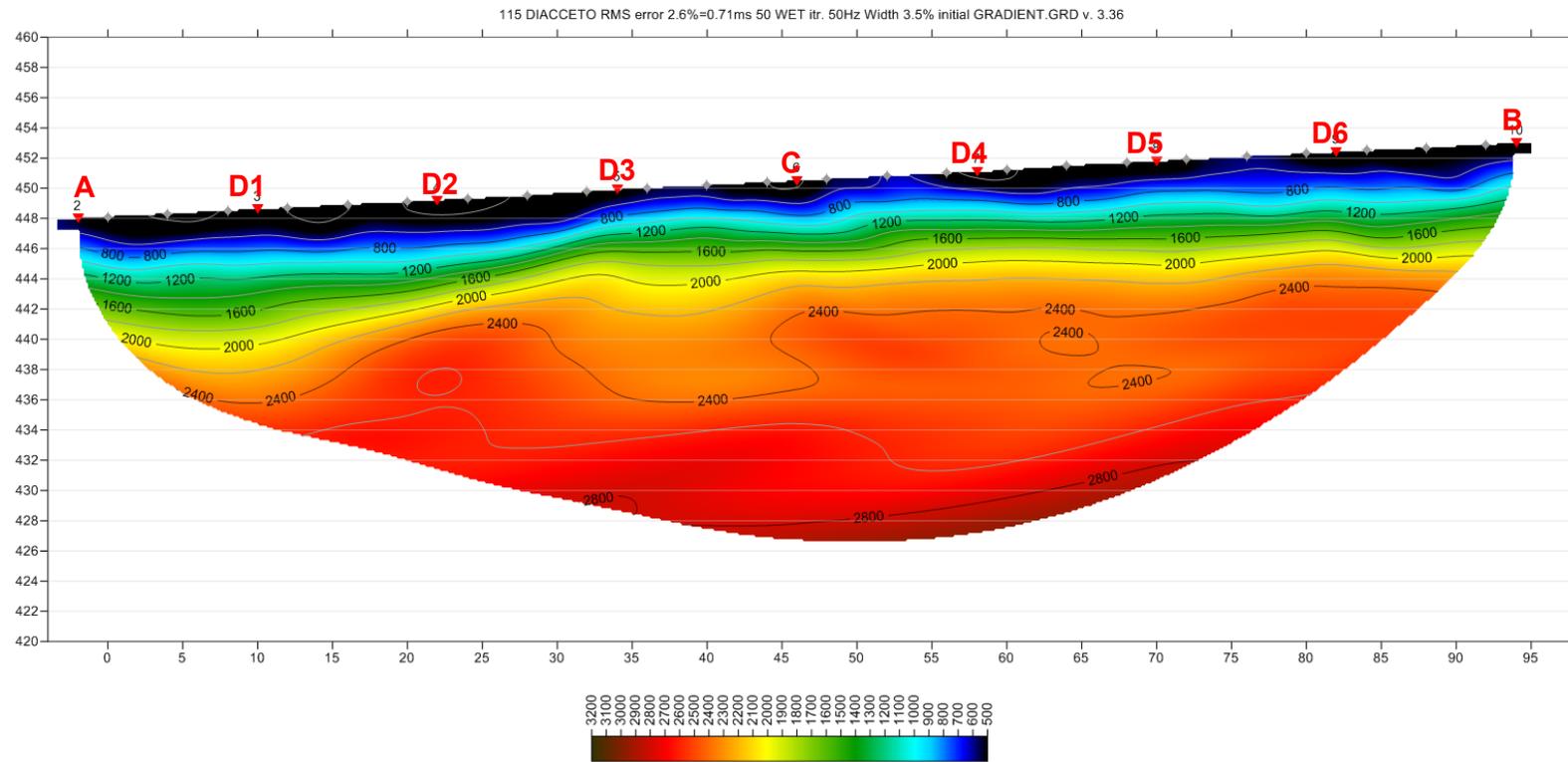


Fig. VII-3: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500



PUNTI DI ENERGIZZAZIONE



GEOFONI

Fig. VII-4: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:500

**VIII. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 115_SR ONDE SH -
SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI - TABULATI PROFONDITA' E
VELOCITA' RIFRATTORI - DROMOCRONE - SEZIONI
SISMOSTRATIGRAFICHE - TOMOGRAFIE**

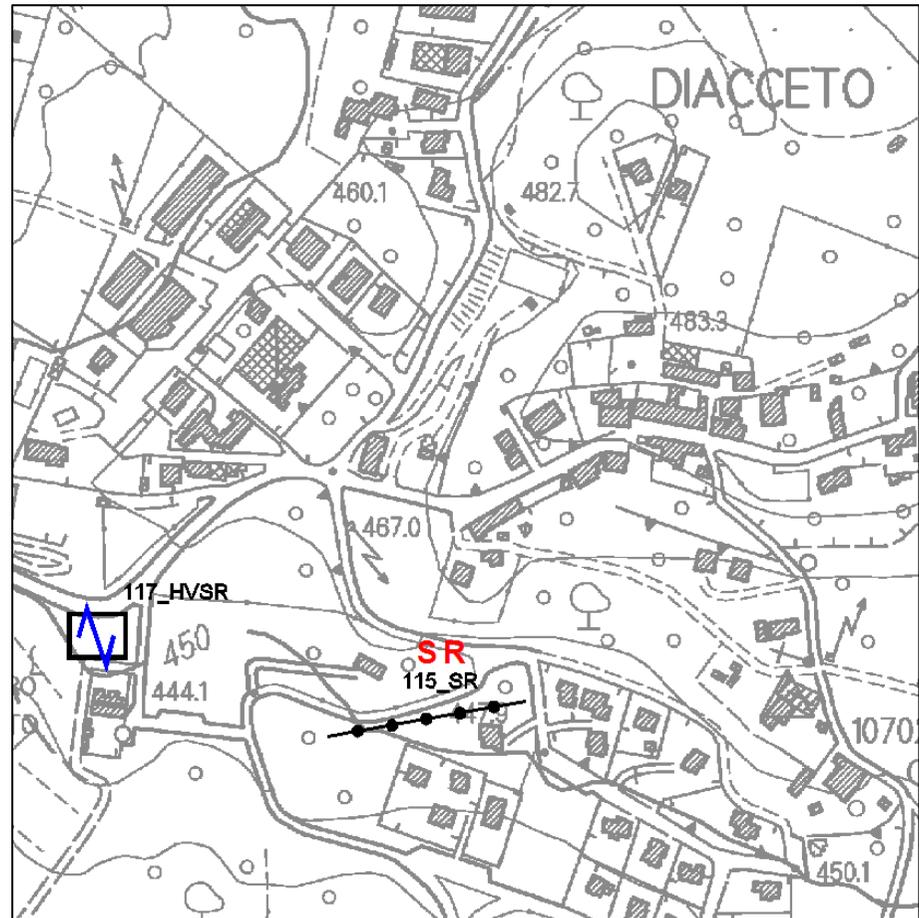
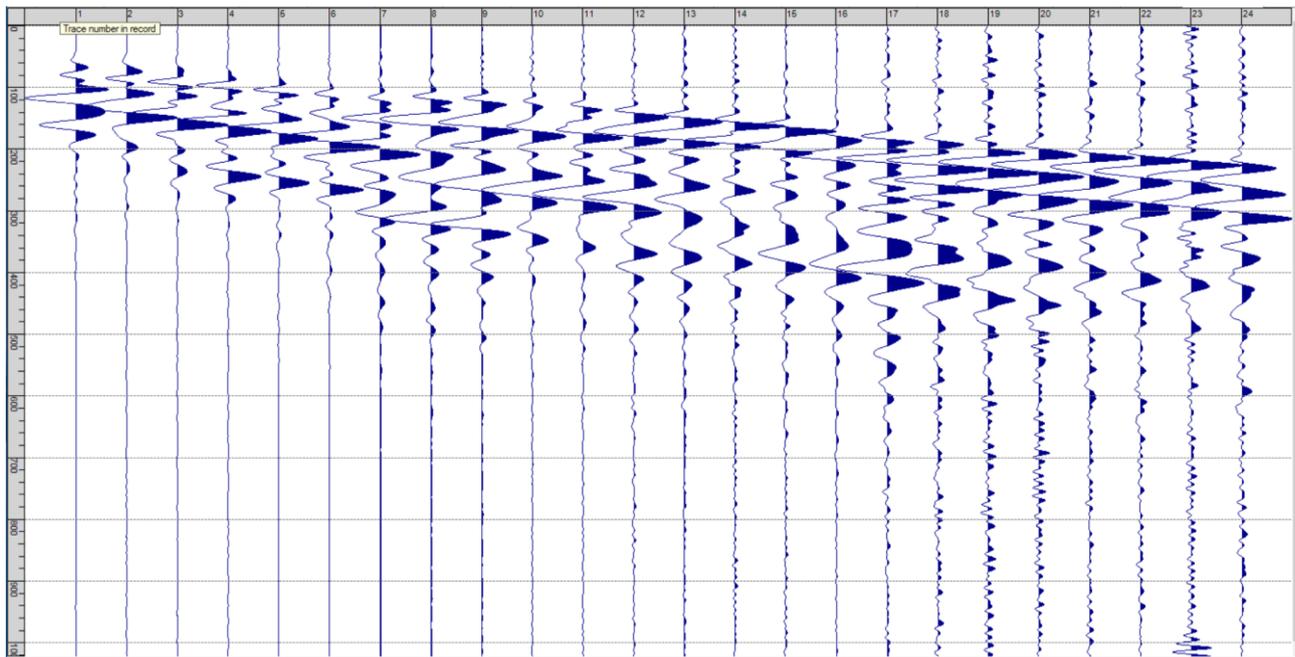
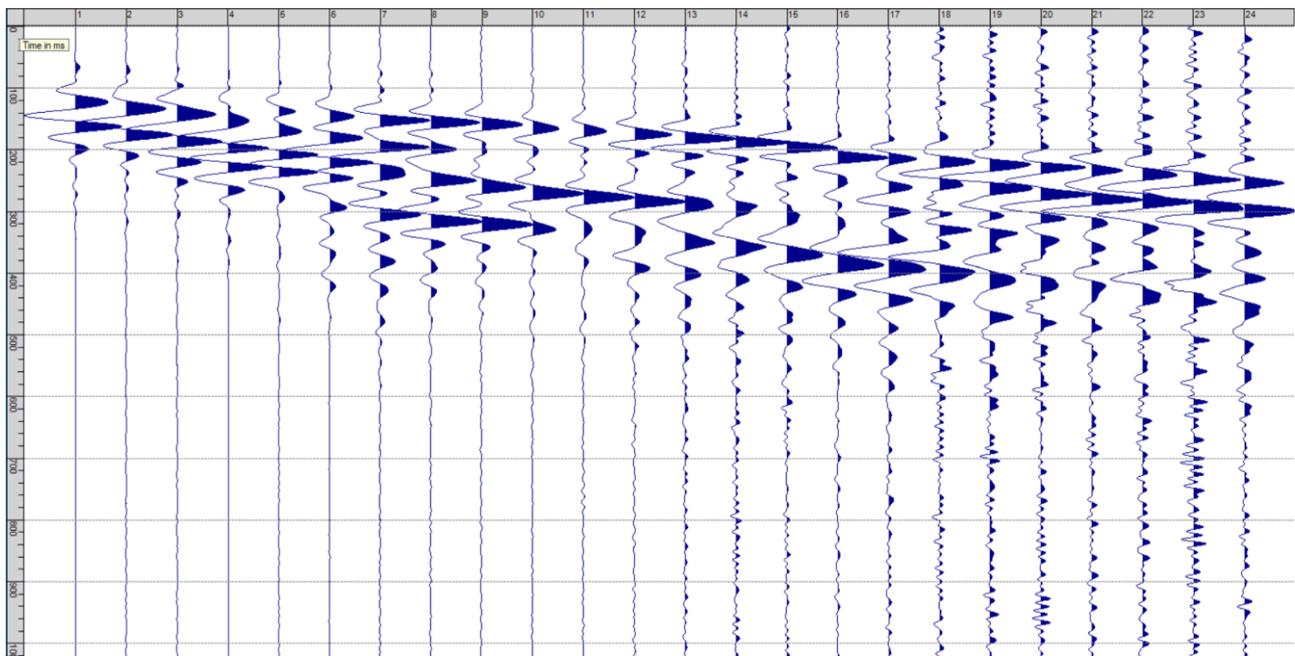


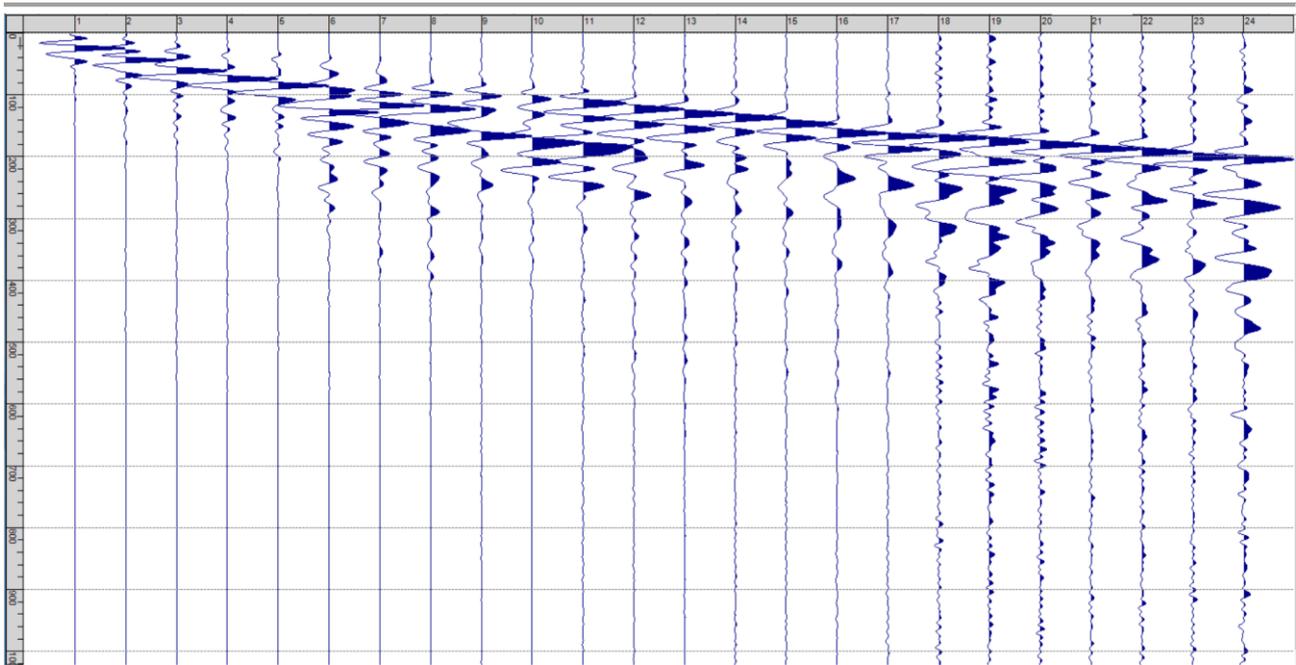
Fig. VIII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



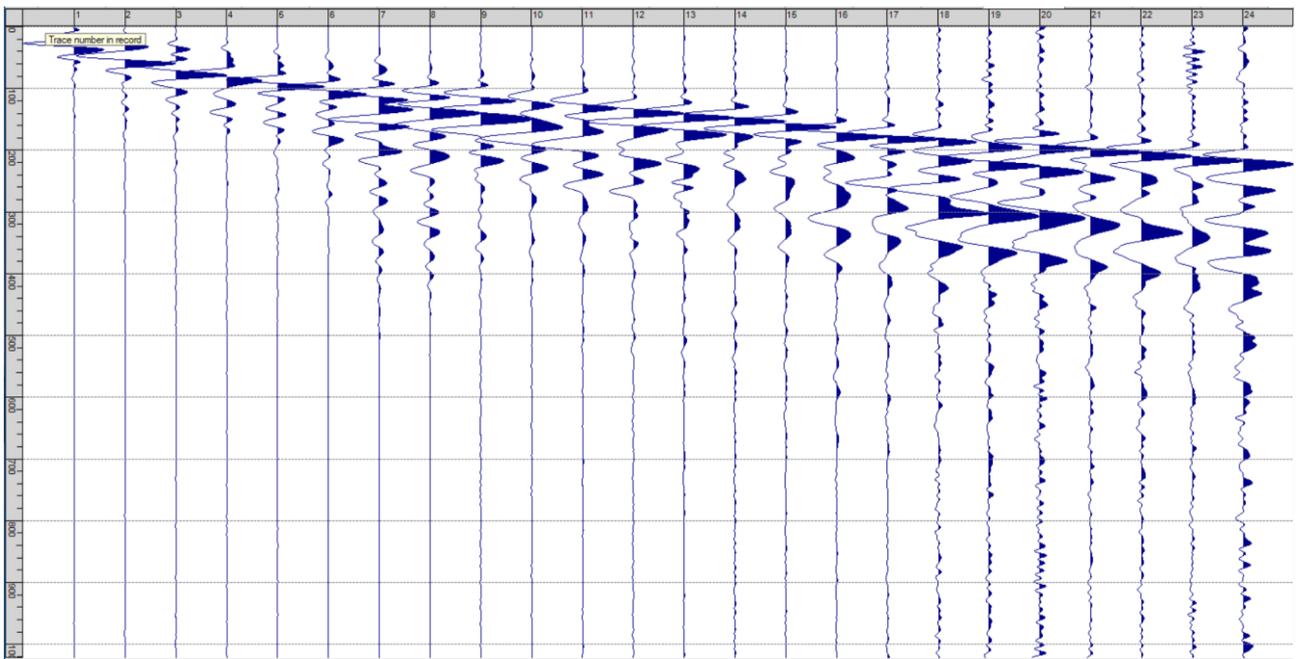
Sism. VIII-1: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



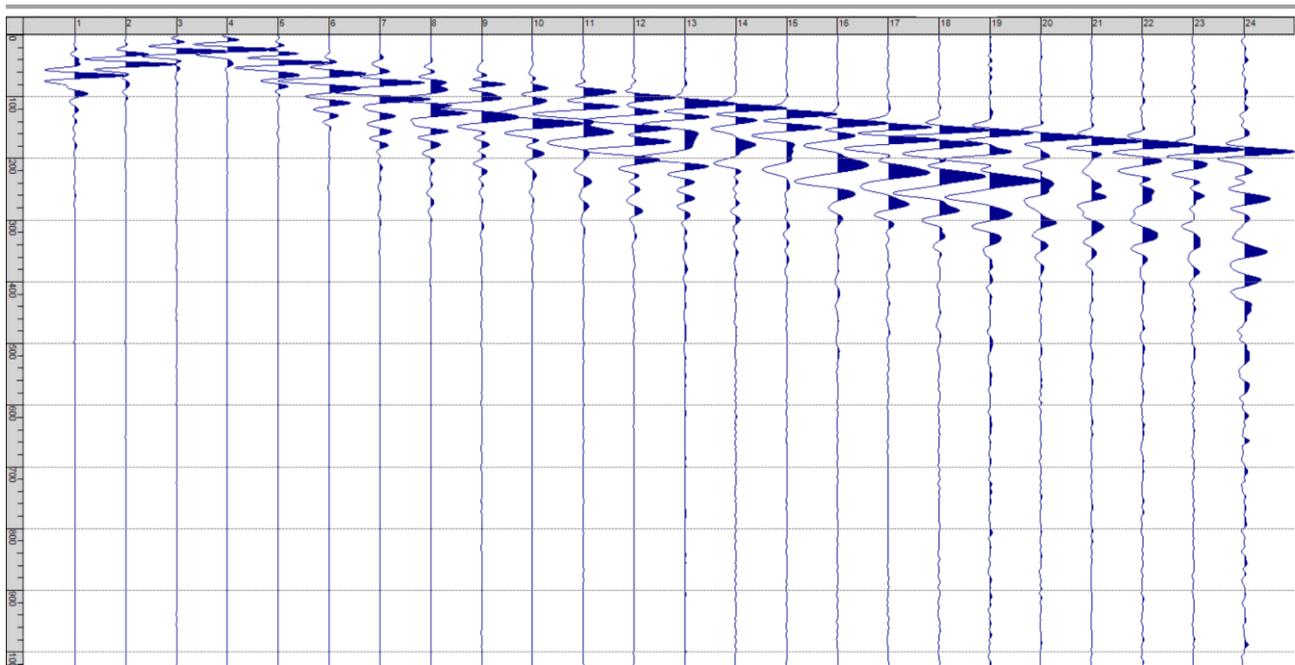
Sism. VIII-2: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



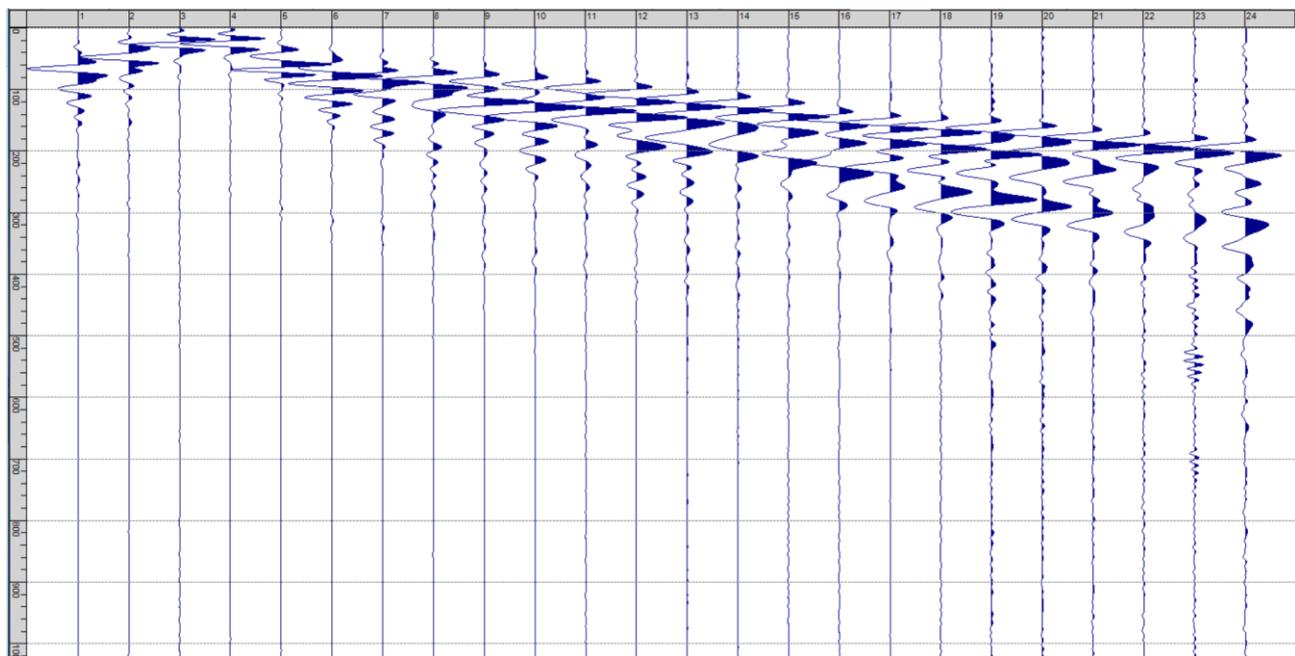
Sism. VIII-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



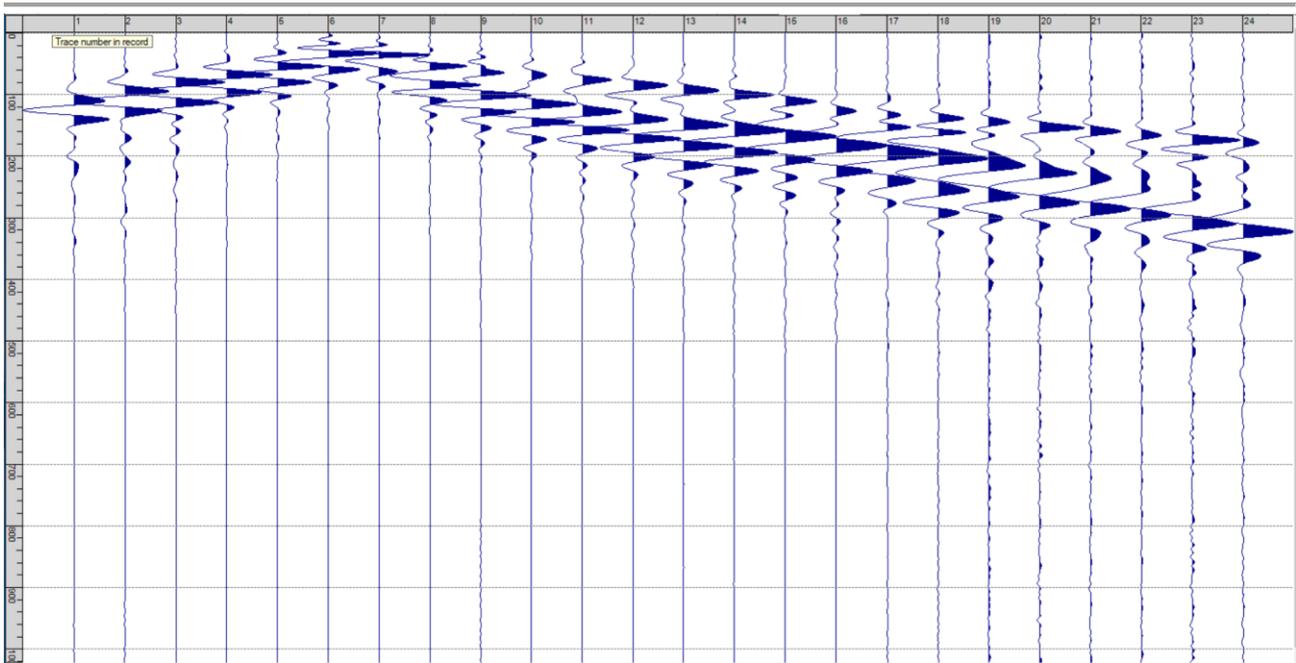
Sism. VIII-4: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



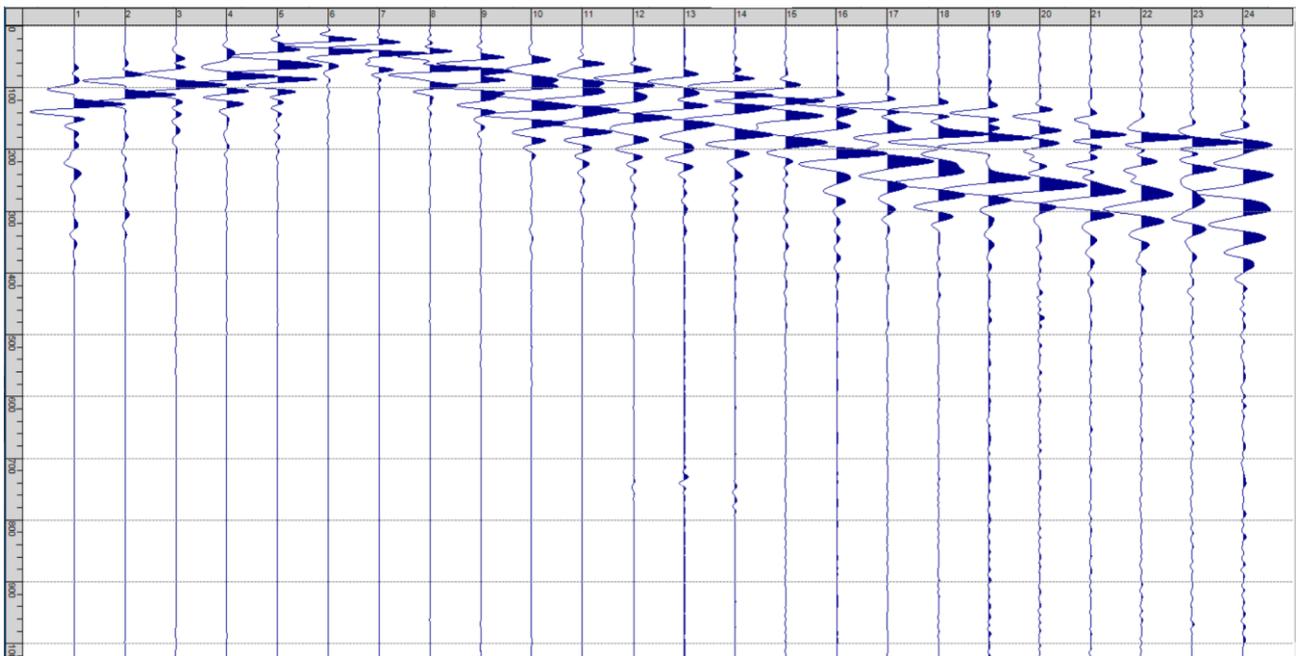
Sism. VIII-5: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



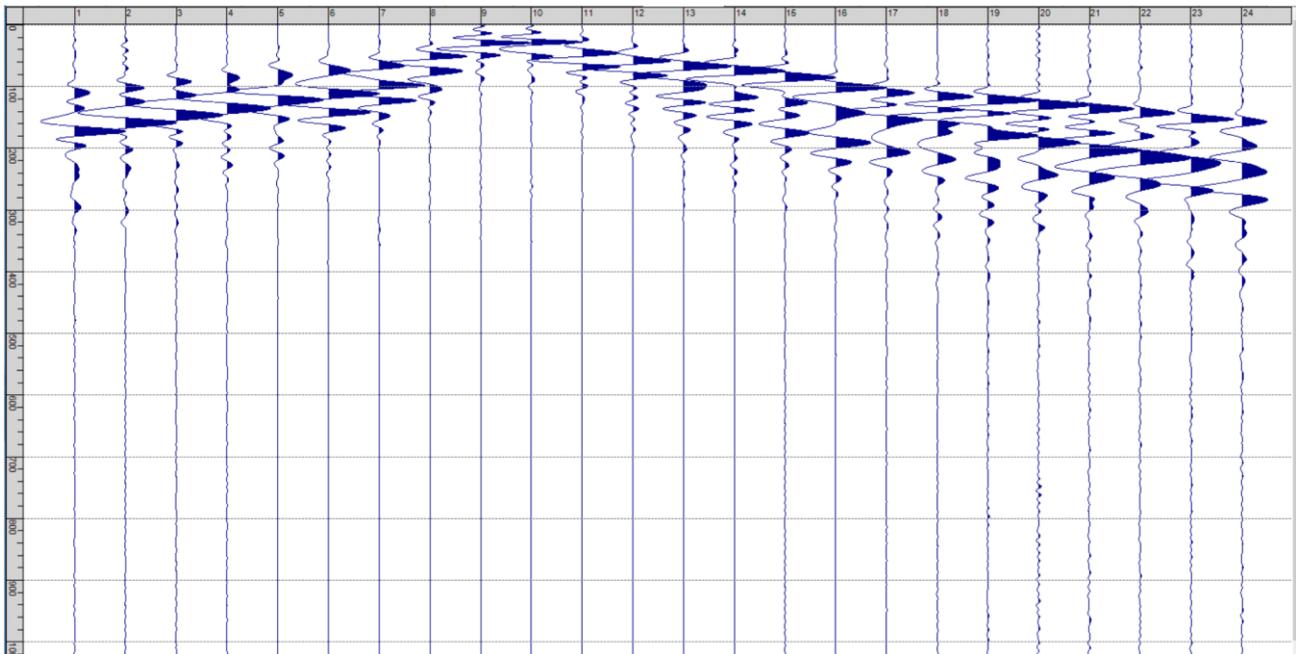
Sism. VIII-6: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



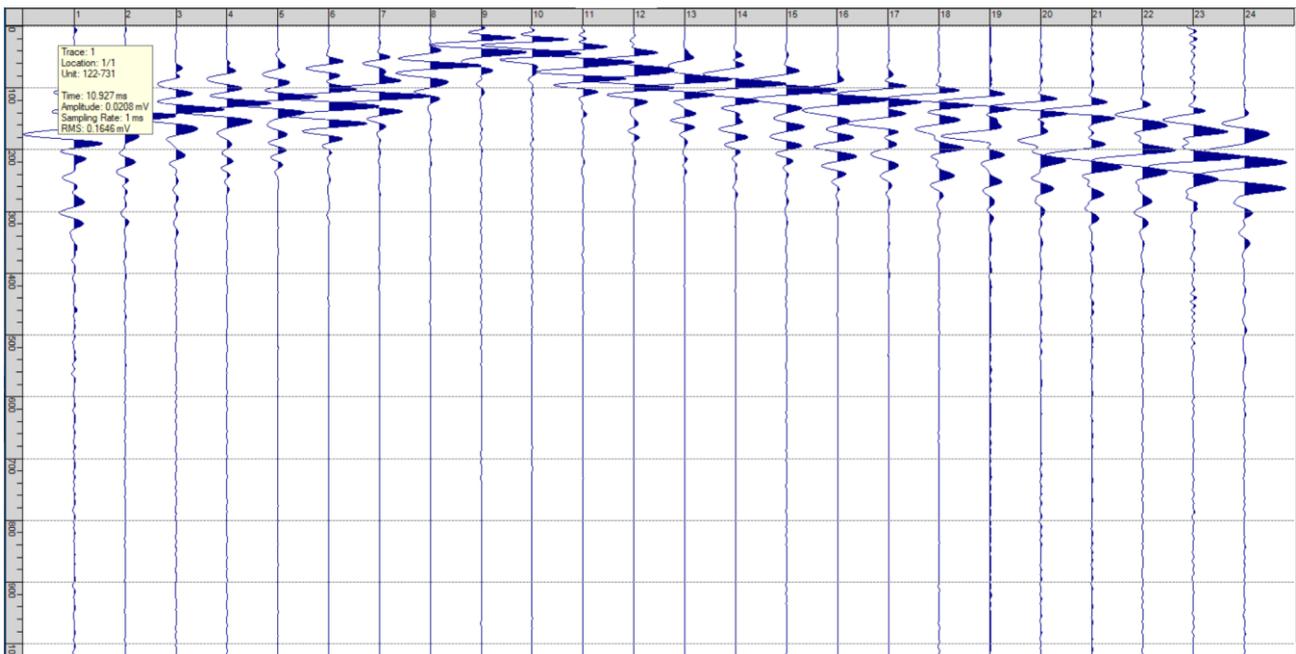
Sism. VIII-7: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



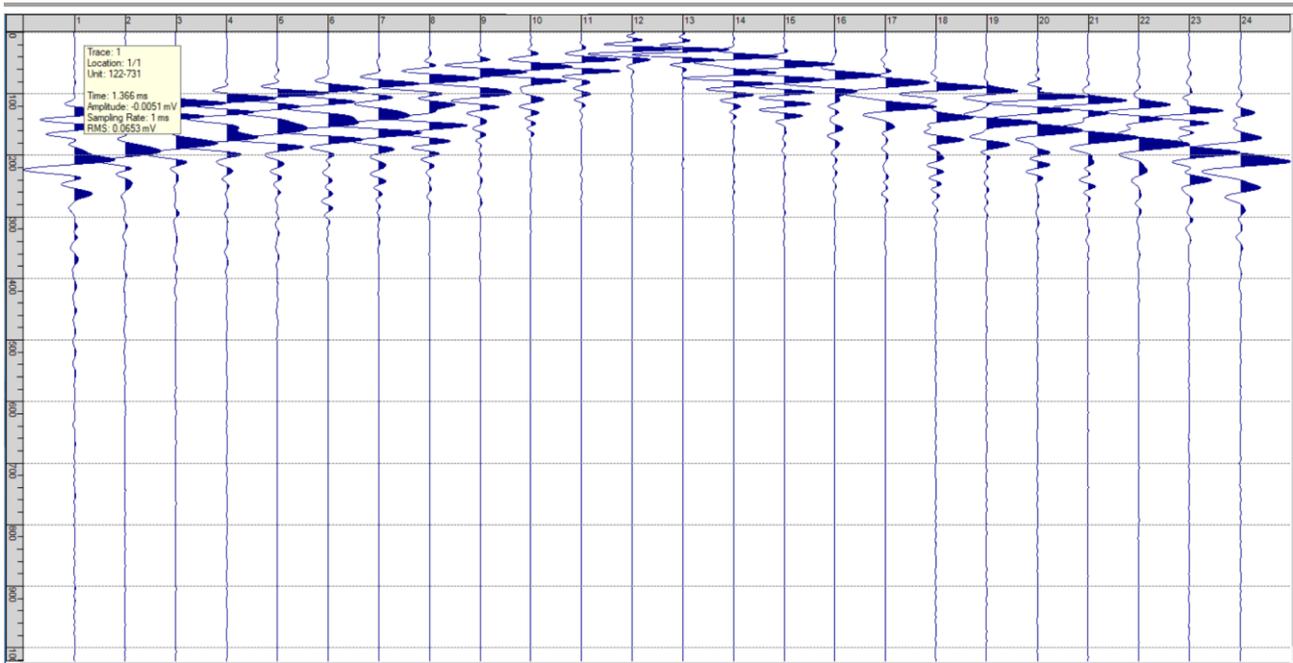
Sism. VIII-8: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



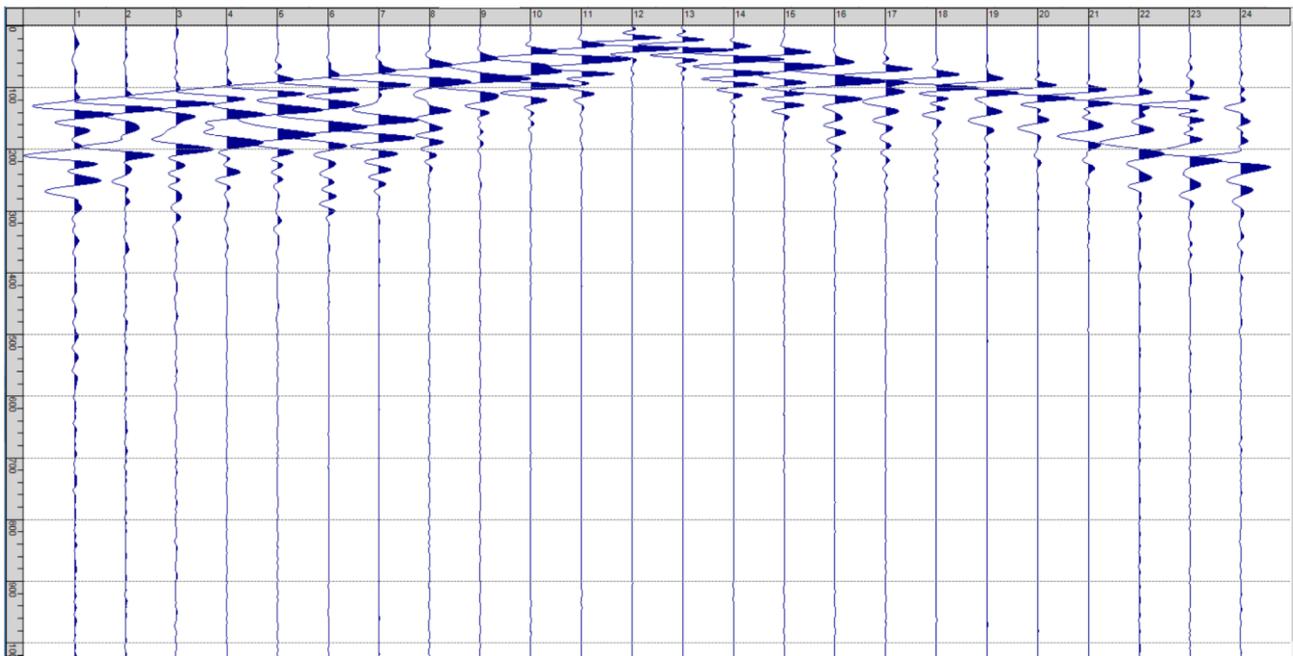
Sism. VIII-9: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



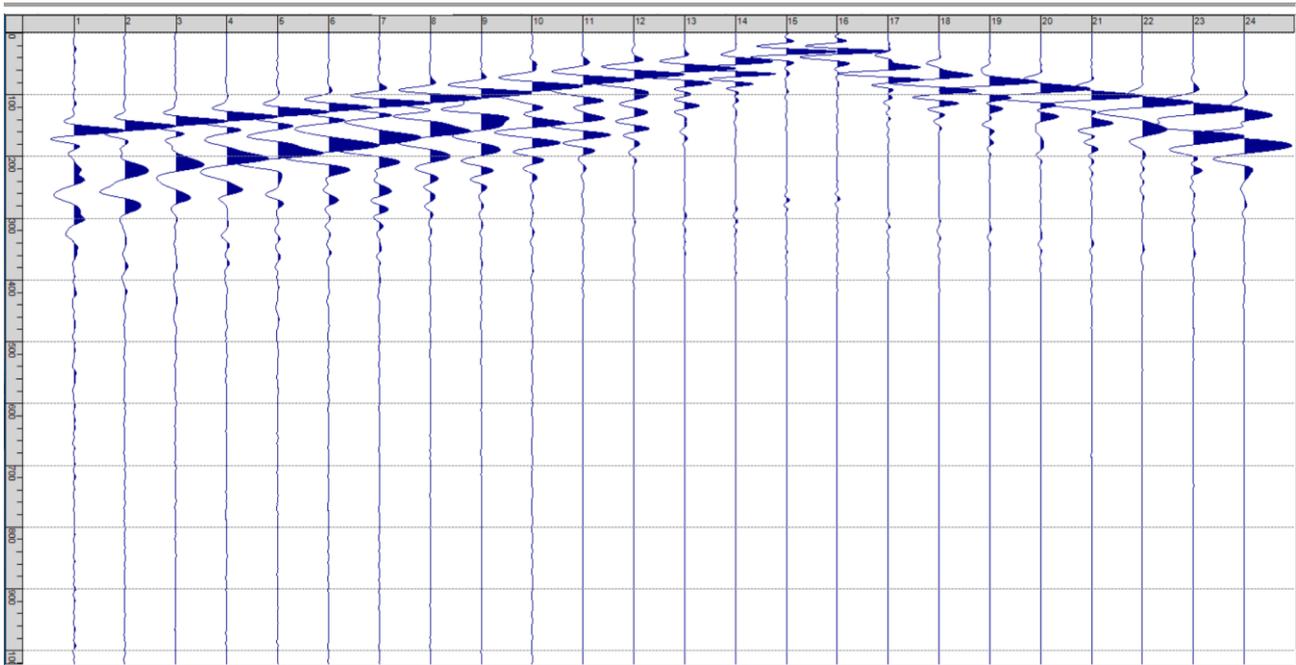
Sism. VIII-10: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



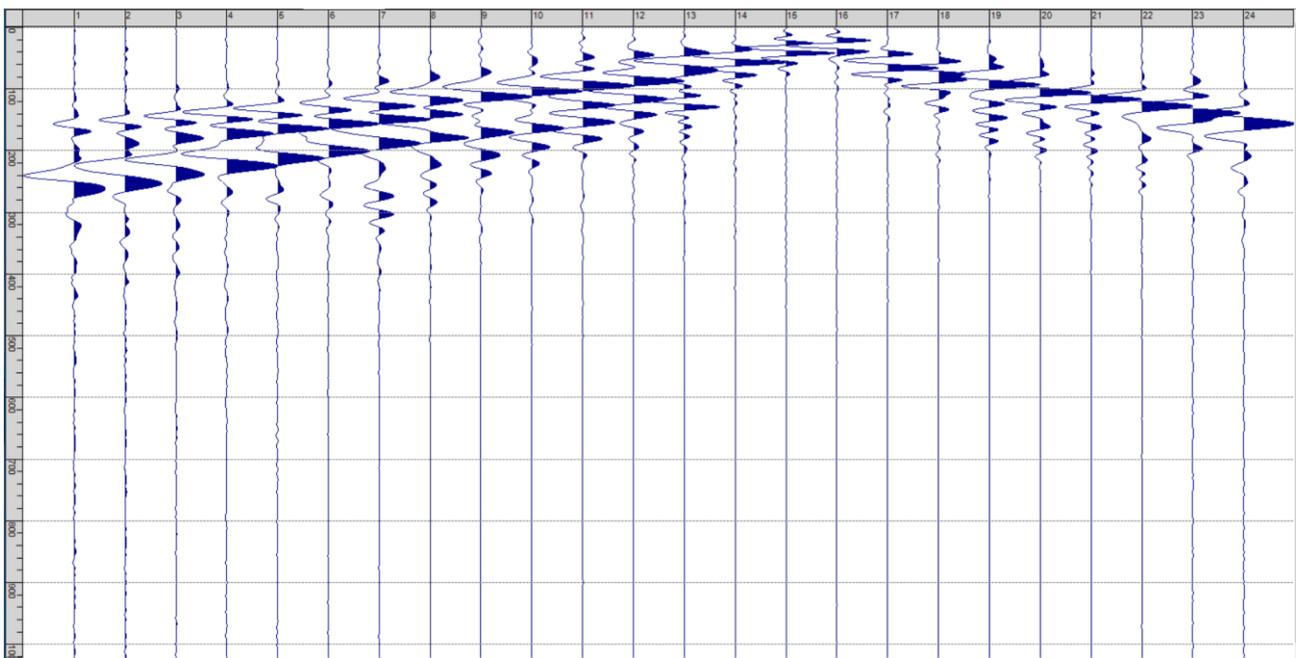
Sism. VIII-11: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



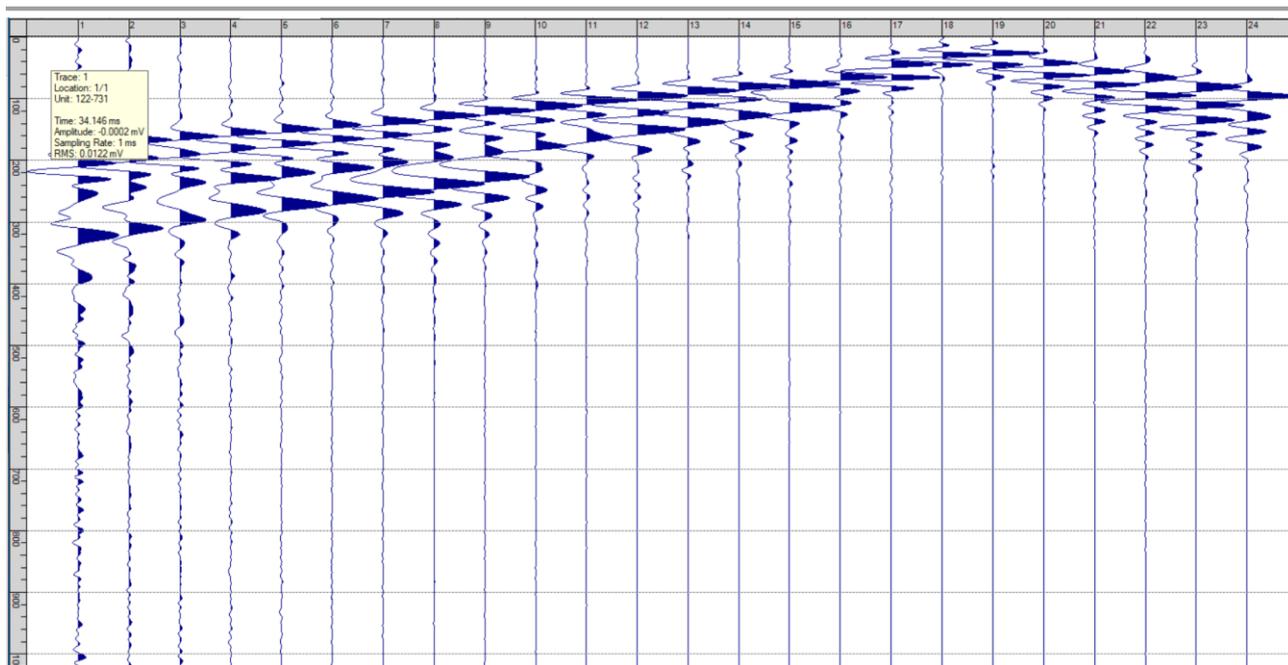
Sism. VIII-12: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



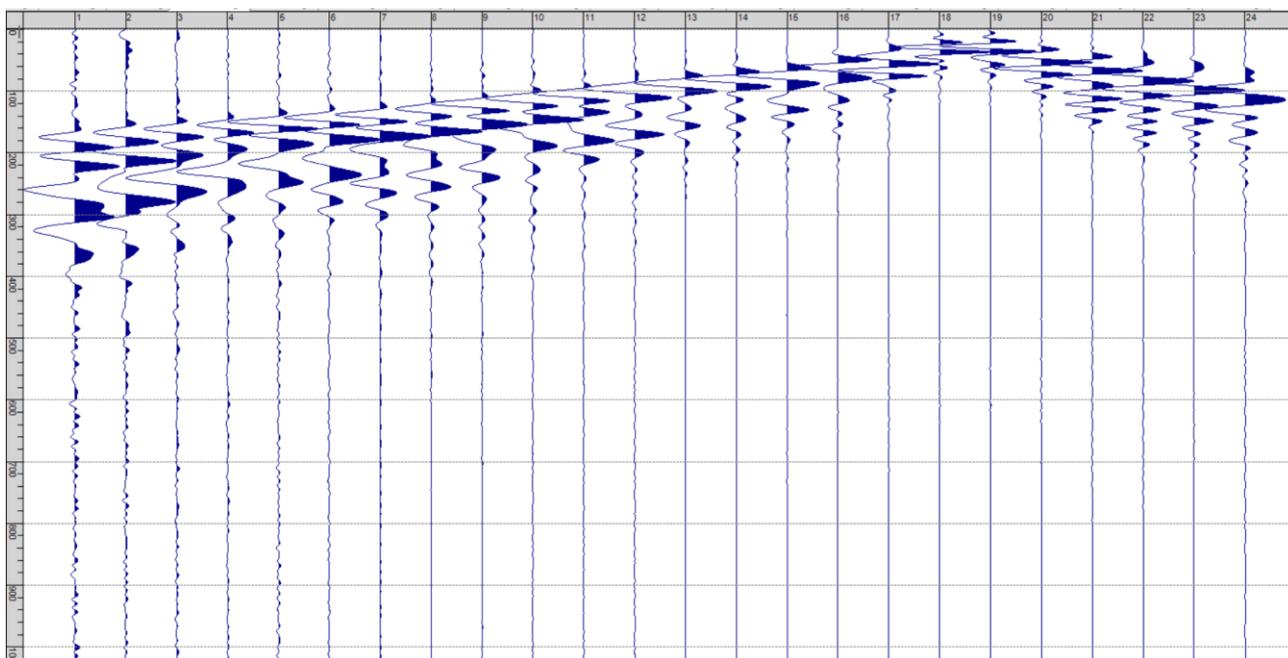
Sism. VIII-13: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



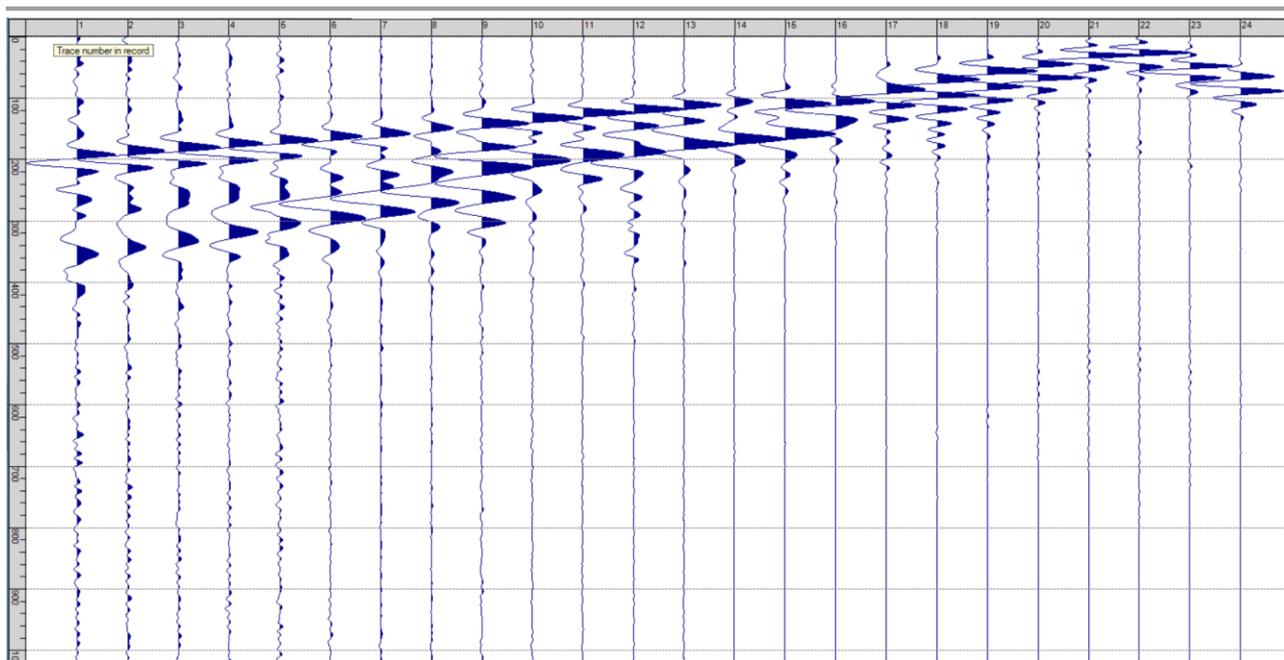
Sism. VIII-14: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



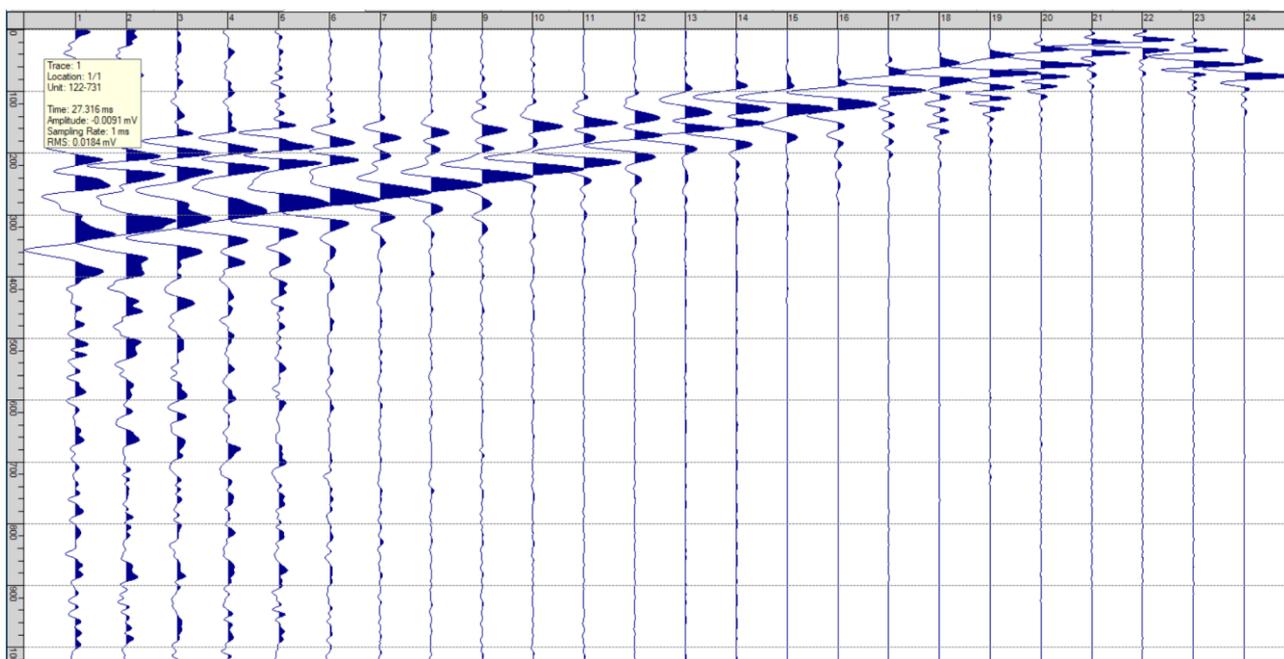
Sism. VIII-15: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



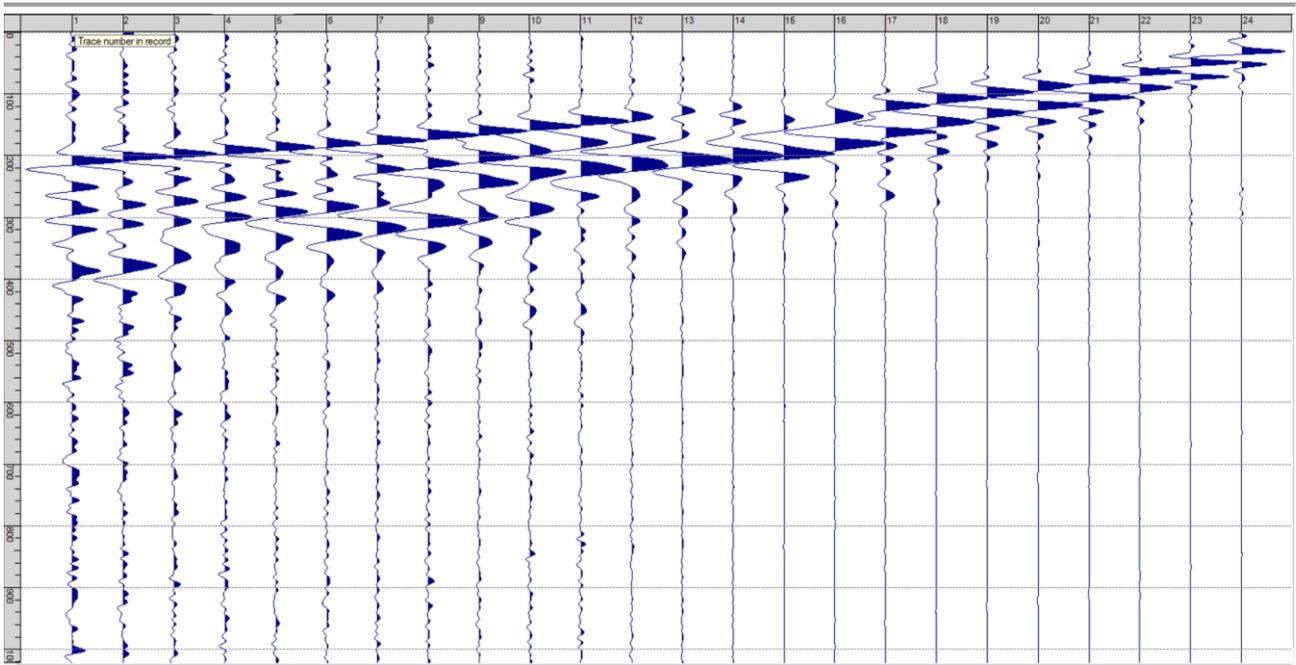
Sism. VIII-16: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



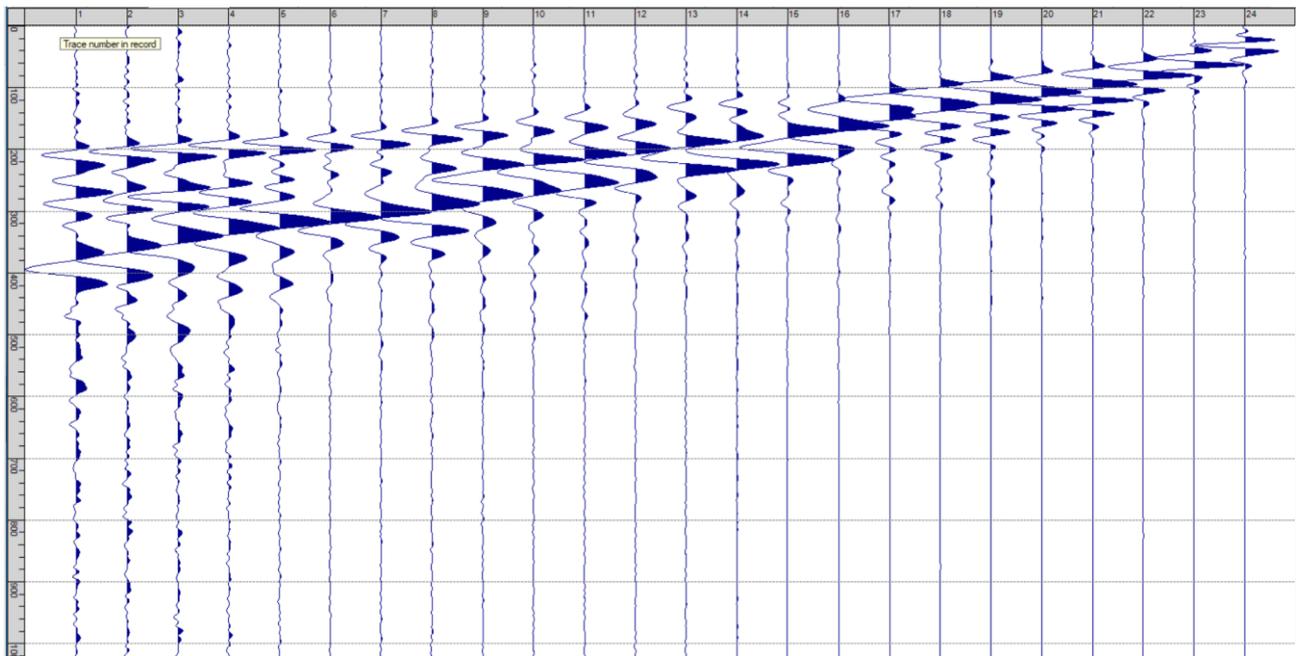
Sism. VIII-17: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



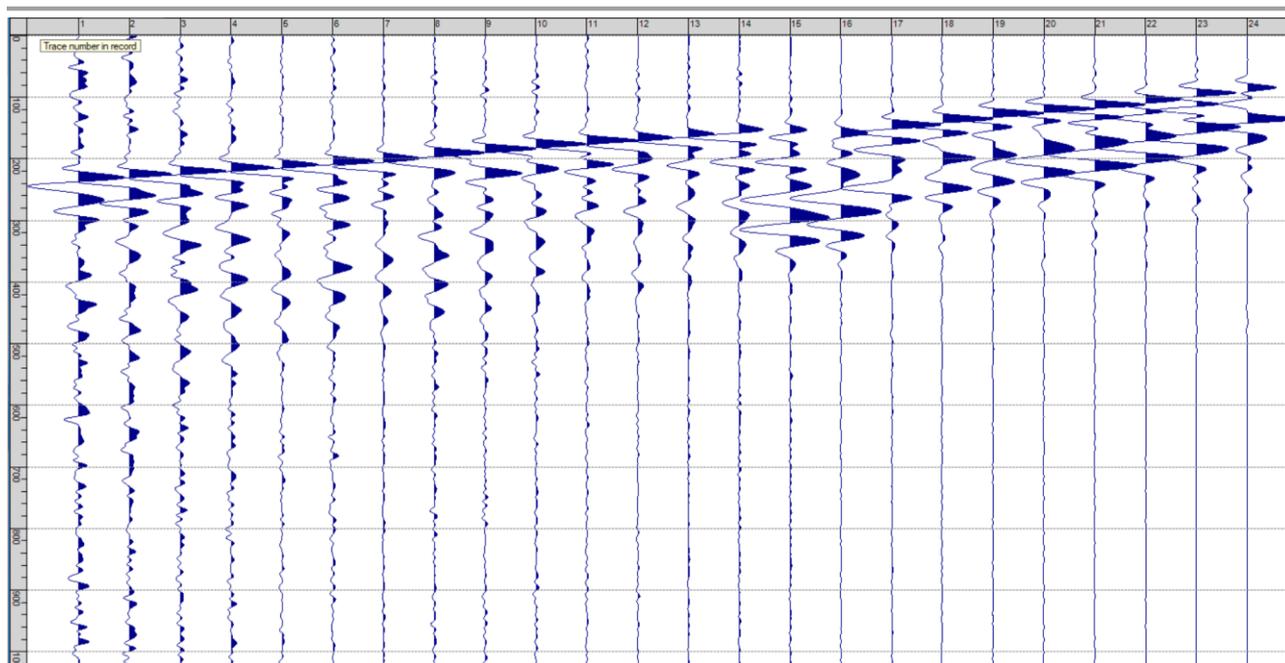
Sism. VIII-18: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



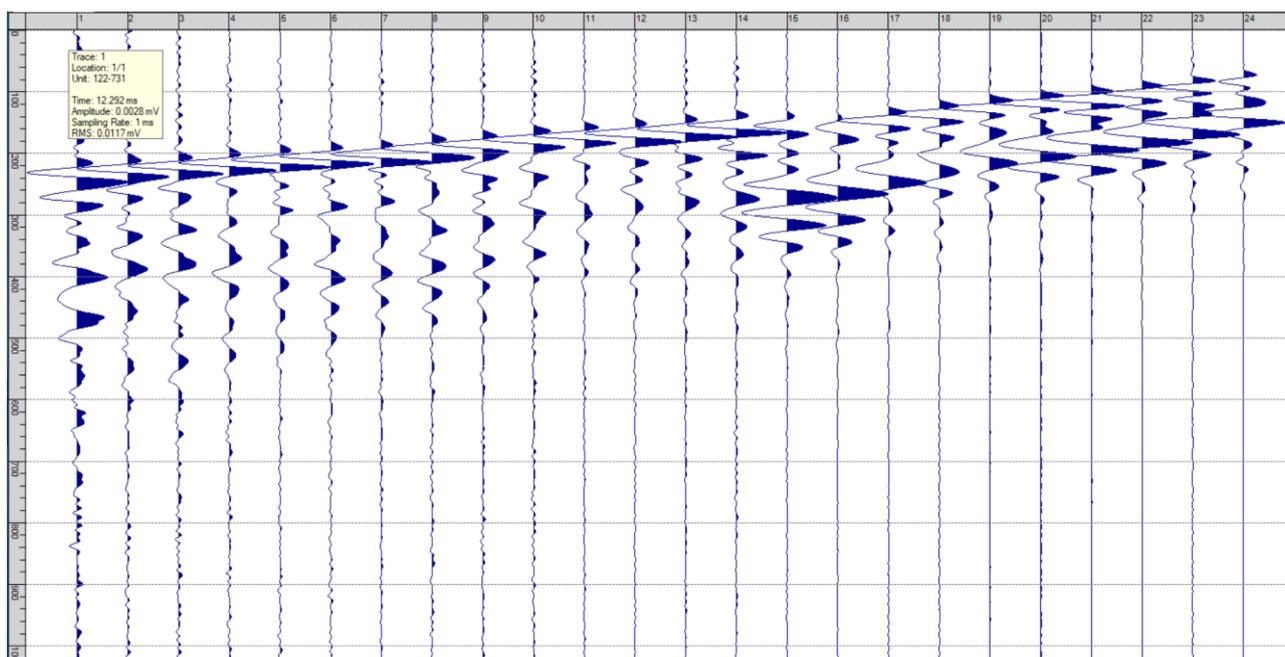
Sism. VIII-19: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. VIII-20: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. VIII-21: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. VIII-22: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. VIII-1: Stesa sismica 115_SR ONDE SH - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
DISTANZA PARZIALI [m]	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
QUOTA [m]	448.1	448.3	448.5	448.7	448.9	449.1	449.3	449.5	449.8	450.0	450.2	450.4	450.6	450.8	451.0	451.2	451.5	451.7	451.9	452.1	452.3	452.5	452.7	452.9

Tab. VIII-2: Stesa sismica 115_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-20.00	-2.00	10.00	22.00	34.00	46.00	58.00	70.00	82.00	94.00	112.00
QUOTA [m]	447.0	448.0	448.6	449.2	449.9	450.5	451.1	451.8	452.4	453.0	454.0

Tab. VIII-3: Stesa sismica 115_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	59	7	30	78	89	108	133	148	167	184	208
2	4	63	9	26	70	83	101	128	145	165	182	-1000
3	8	68	23	-1000	57	-1000	94	-1000	-1000	-1000	177	198
4	12	81	30	8	47	-1000	86	-1000	134	150	-1000	192
5	16	91	41	-1000	27	-1000	81	105	129	147	-1000	187
6	20	99	57	37	13	-1000	72	-1000	120	138	-1000	182
7	24	105	74	50	-1000	-1000	64	91	-1000	132	-1000	-1000
8	28	105	79	60	32	31	55	-1000	106	-1000	146	167
9	32	109	85	-1000	38	13	43	72	102	116	138	-1000
10	36	112	86	73	46	-1000	34	61	93	110	132	-1000
11	40	119	95	80	53	18	23	-1000	85	-1000	124	148
12	44	128	102	-1000	63	30	11	41	-1000	95	-1000	141
13	48	136	110	95	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	88	111	-1000
14	52	143	118	-1000	-1000	54	24	-1000	-1000	84	108	-1000
15	56	150	125	-1000	87	62	34	12	54	82	-1000	-1000
16	60	166	138	123	-1000	77	49	13	-1000	71	104	131
17	64	170	147	-1000	-1000	90	62	-1000	-1000	57	97	123
18	68	173	150	-1000	119	-1000	73	-1000	16	44	84	112
19	72	180	155	-1000	-1000	-1000	76	53	14	-1000	73	-1000
20	76	185	161	-1000	128	-1000	86	66	-1000	20	63	-1000
21	80	190	163	-1000	133	-1000	95	78	35	12	53	90
22	84	195	170	159	143	-1000	102	-1000	41	8	43	-1000
23	88	204	178	166	149	128	105	96	-1000	20	25	73
24	92	209	182	169	155	137	112	104	70	41	11	63

Tab. VIII-4: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	448.10	150	447.14	428	440.55	669
1.5	2	448.20	150	447.24	427	440.59	667
2	4	448.30	150	447.34	425	440.63	665
2.5	6	448.40	150	447.43	423	440.65	663
3	8	448.50	150	447.53	421	440.67	661
3.5	10	448.60	150	447.63	419	440.68	659
4	12	448.70	150	447.72	418	440.69	657
4.5	14	448.80	150	447.82	419	440.70	655
5	16	448.90	150	447.92	420	440.69	654
5.5	18	449.00	150	448.02	421	440.68	653
6	20	449.10	150	448.12	422	440.67	652
6.5	22	449.20	150	448.23	424	440.65	652
7	24	449.30	150	448.33	427	440.63	652
7.5	26	449.40	150	448.43	429	440.61	653
8	28	449.50	150	448.54	430	440.58	655
8.5	30	449.65	150	448.70	430	440.56	658
9	32	449.80	150	448.86	429	440.53	660
9.5	34	449.90	150	448.97	426	440.51	663
10	36	450.00	150	449.07	424	440.49	665
10.5	38	450.10	150	449.18	422	440.48	667
11	40	450.20	150	449.27	422	440.48	669
11.5	42	450.30	150	449.37	421	440.49	671
12	44	450.40	150	449.46	421	440.52	673
12.5	46	450.50	150	449.55	419	440.55	675
13	48	450.60	150	449.64	419	440.59	678
13.5	50	450.70	150	449.71	419	440.65	680
14	52	450.80	150	449.78	418	440.71	682
14.5	54	450.90	150	449.85	418	440.77	685
15	56	451.00	150	449.92	419	440.83	688
15.5	58	451.10	150	449.98	420	440.89	690
16	60	451.20	150	450.04	421	440.95	692
16.5	62	451.35	150	450.16	421	441.01	696
17	64	451.50	150	450.28	422	441.07	700
17.5	66	451.60	150	450.35	422	441.13	709
18	68	451.70	150	450.42	422	441.19	719
18.5	70	451.80	150	450.50	419	441.24	729
19	72	451.90	150	450.60	417	441.29	739
19.5	74	452.00	150	450.69	416	441.33	749
20	76	452.10	150	450.80	415	441.36	758
20.5	78	452.20	150	450.92	413	441.39	768
21	80	452.30	150	451.04	409	441.41	778
21.5	82	452.40	150	451.17	405	441.42	788
22	84	452.50	150	451.30	400	441.43	798
22.5	86	452.60	150	451.43	395	441.43	807
23	88	452.70	150	451.57	391	441.42	817
23.5	90	452.80	150	451.70	389	441.42	827
24	92	452.90	150	451.82	387	441.41	836

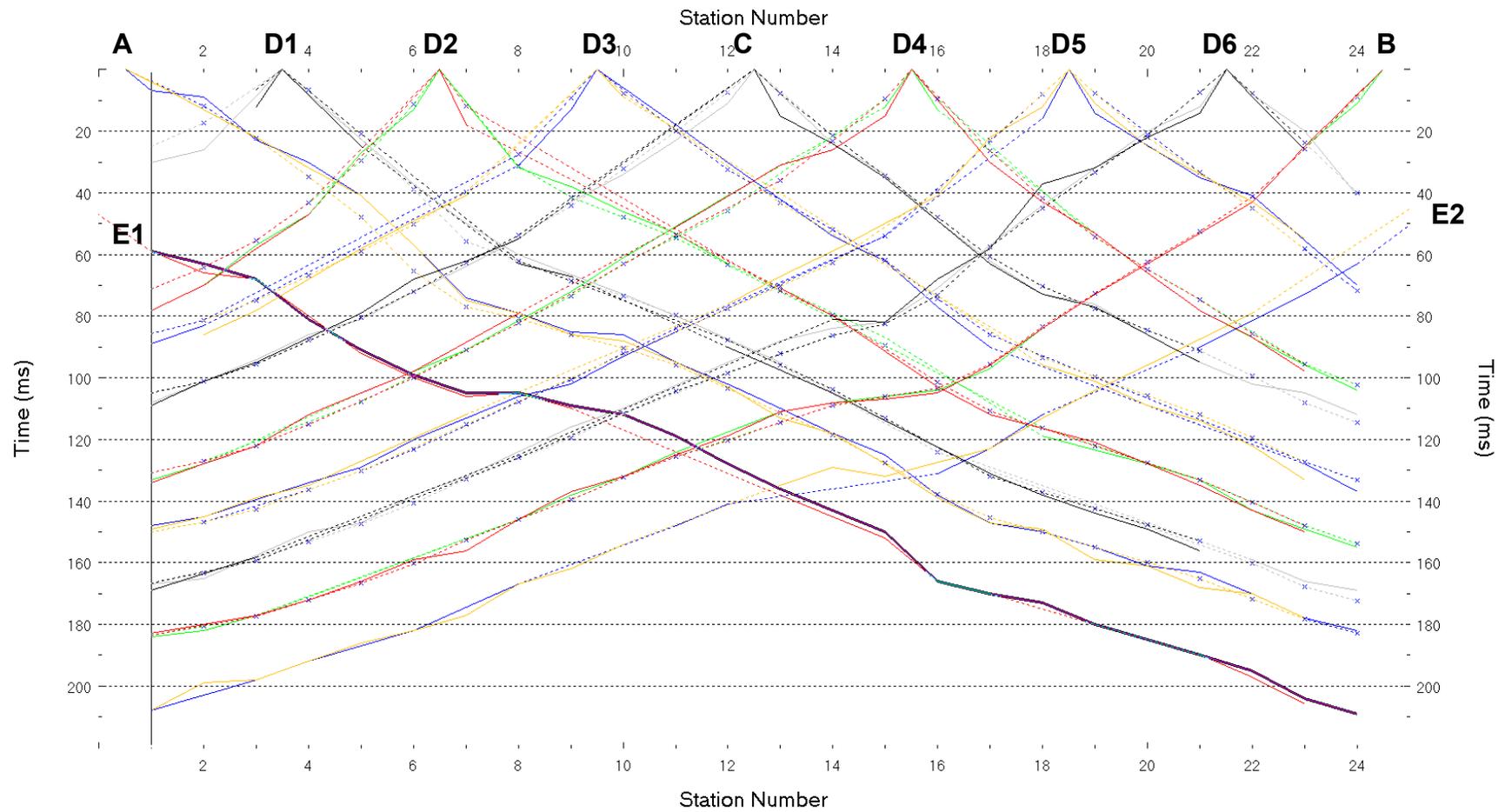


Fig. VIII-2:Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:500

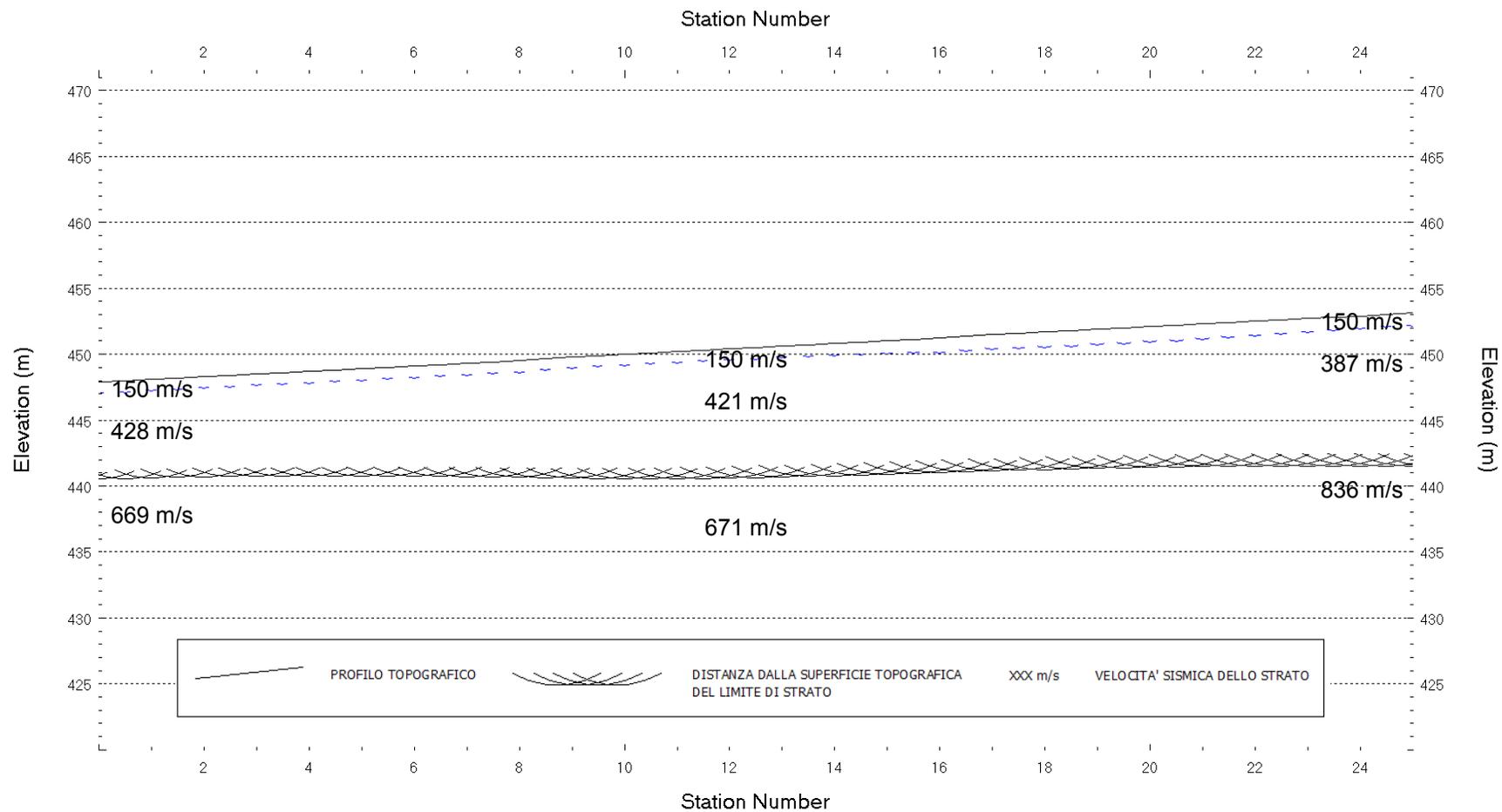


Fig. VIII-3: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500

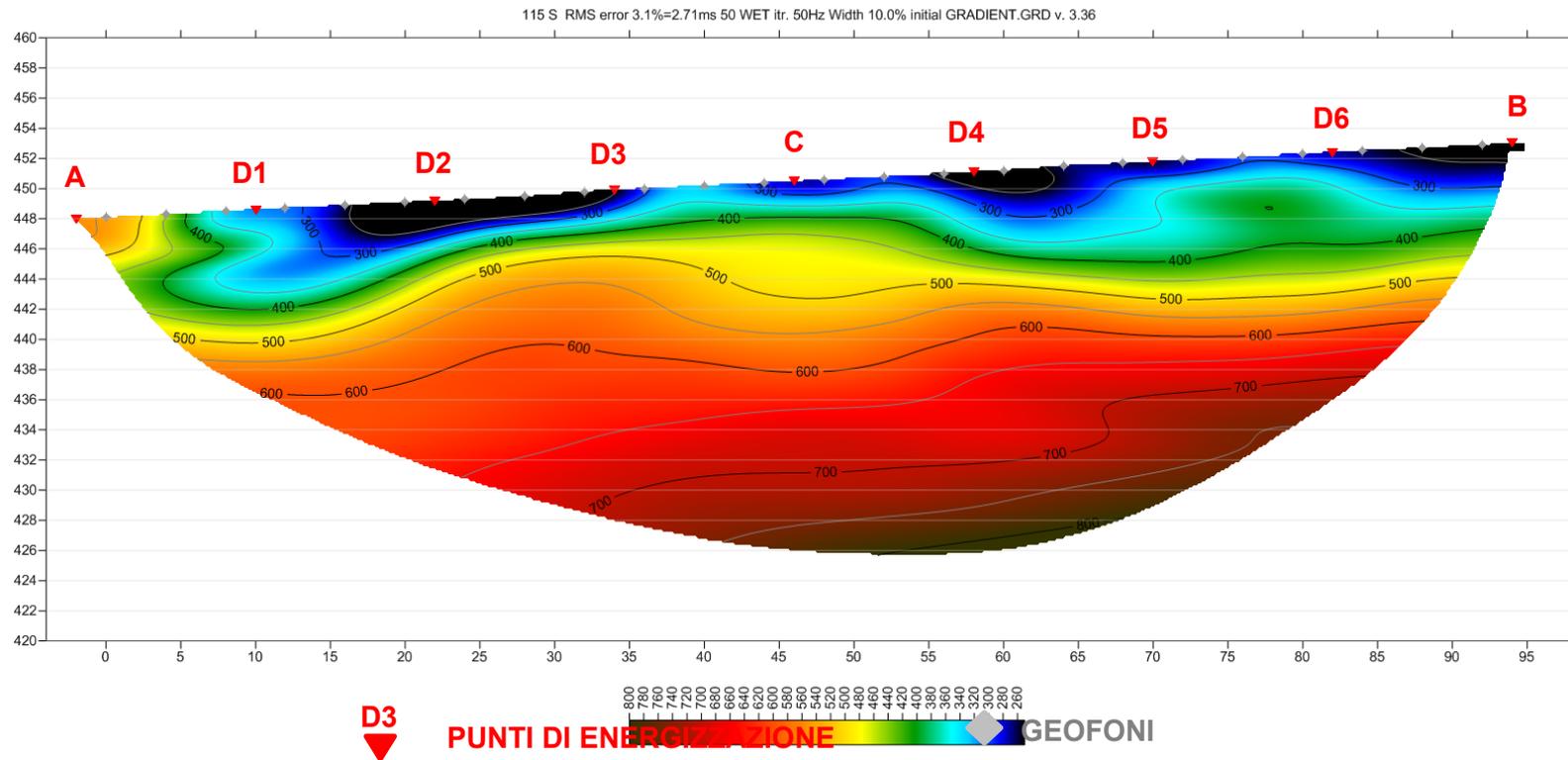
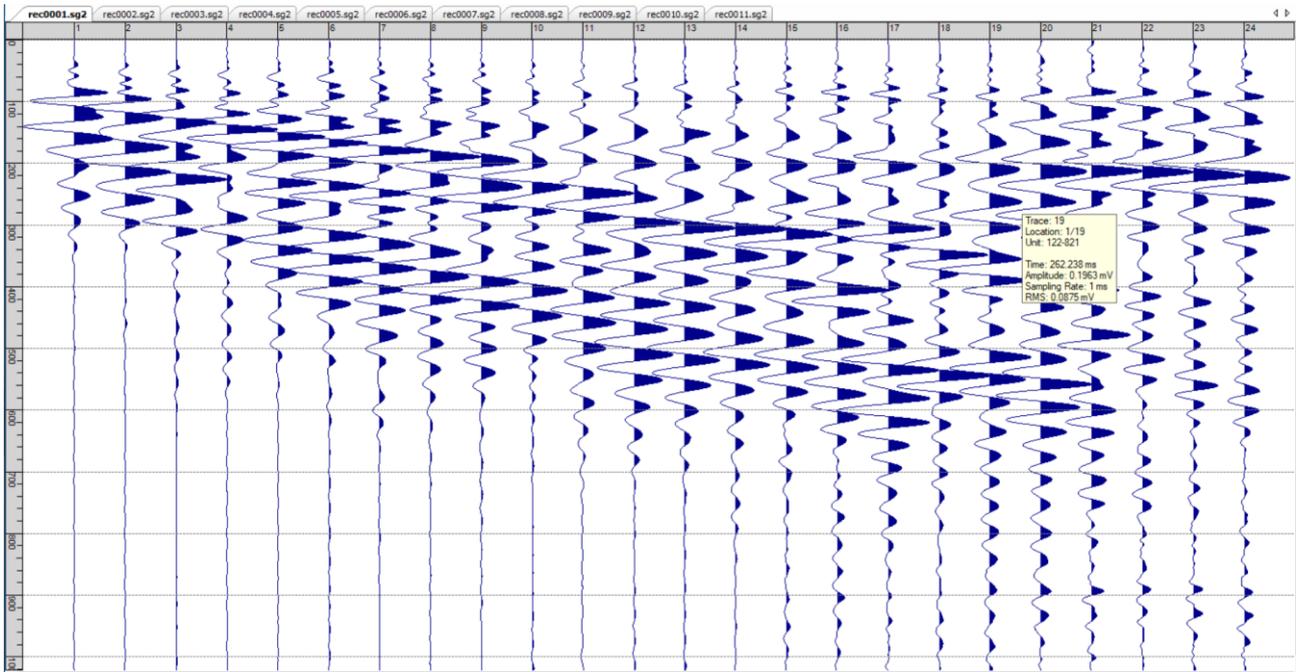


Fig. VIII-4: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:500

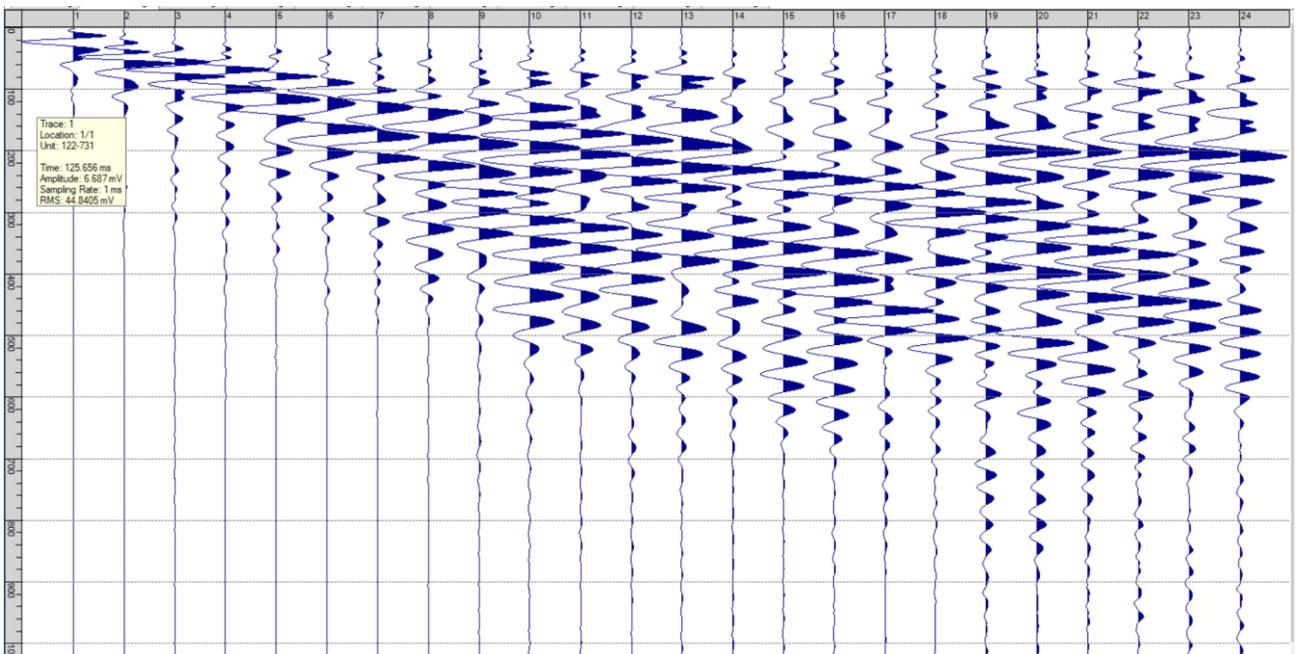
**IX. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 119_SR ONDE P – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRAFIE**



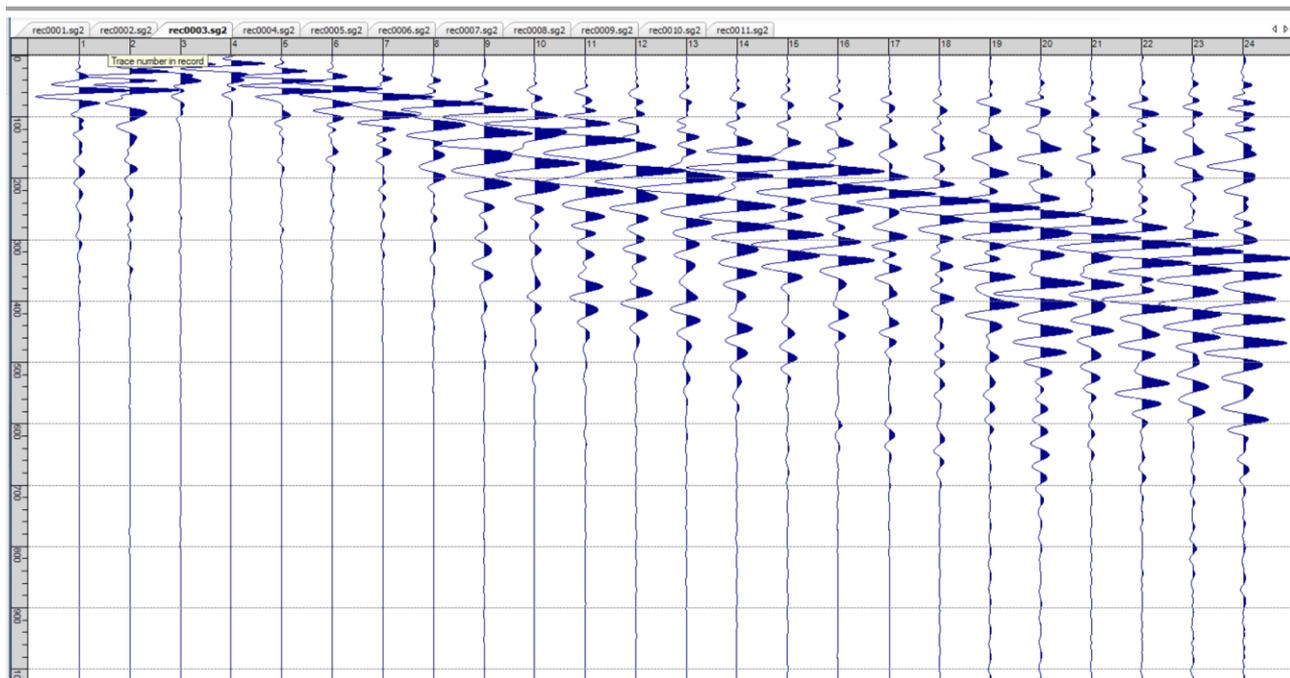
Fig. IX-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



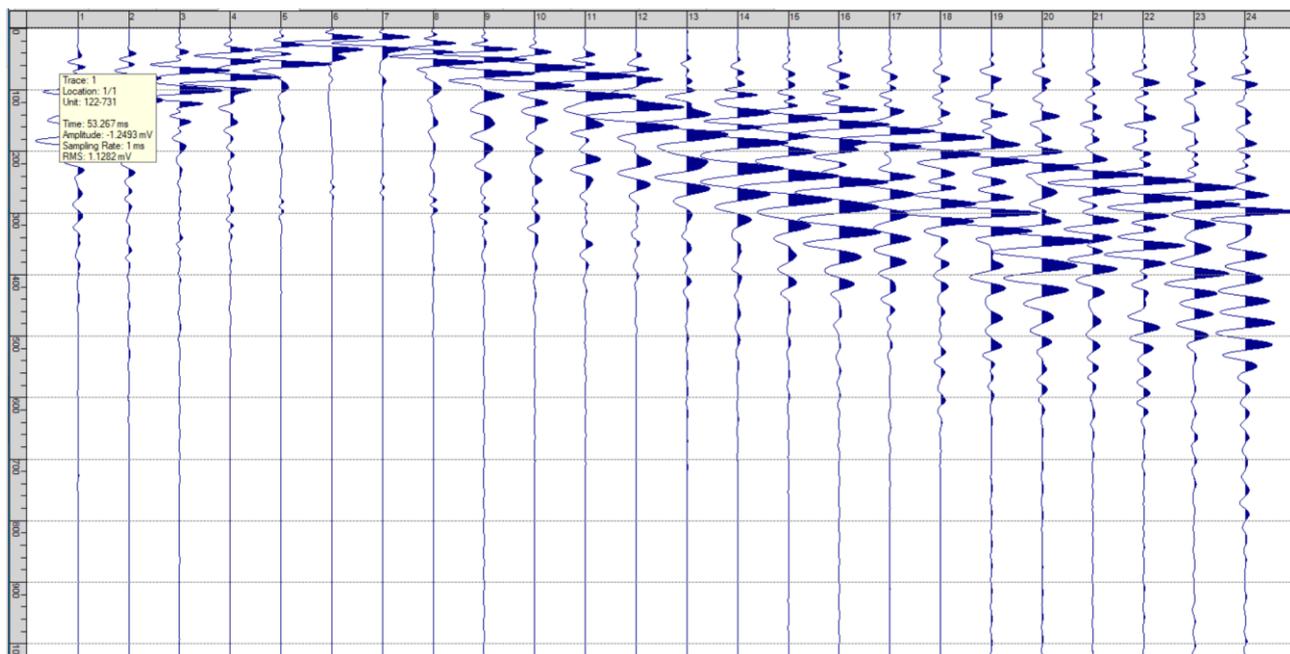
Sism. IX-1: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



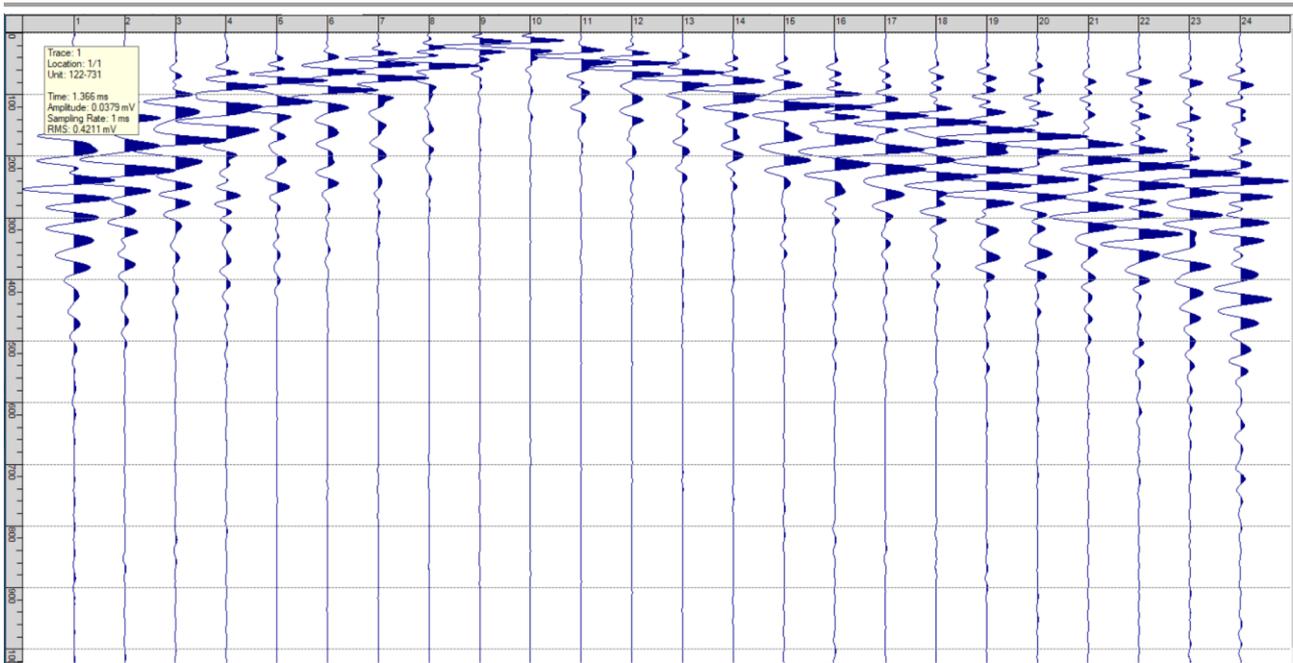
Sism. IX-2: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



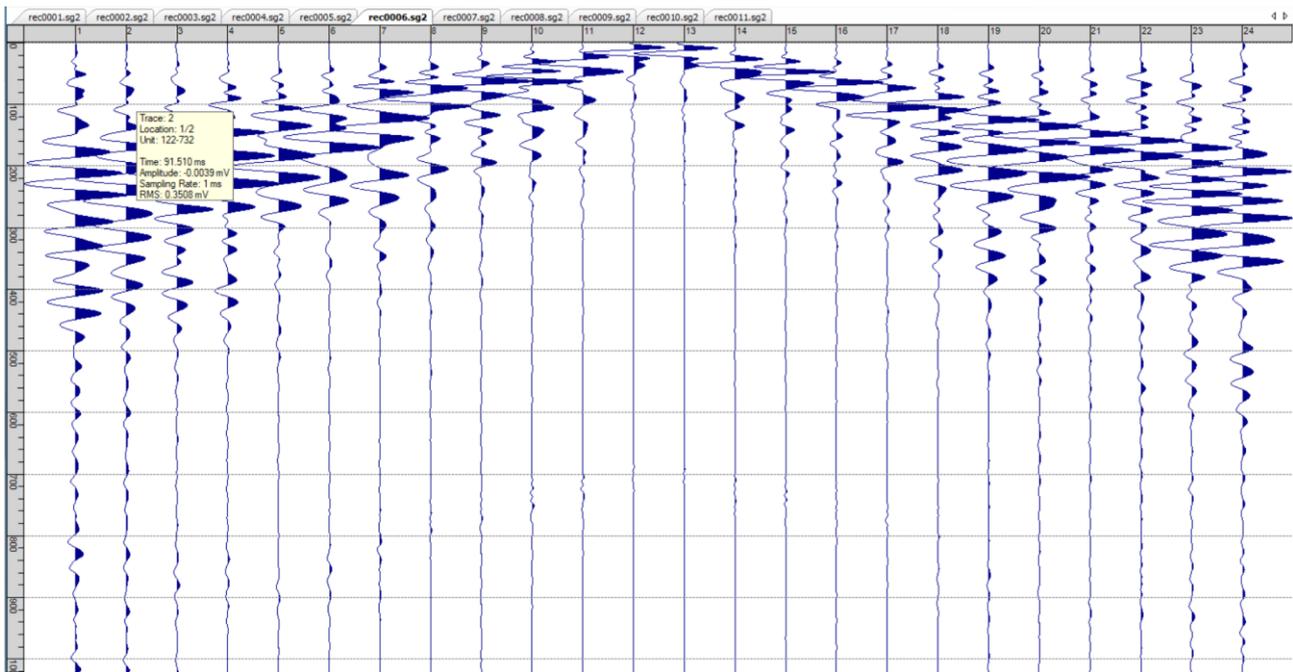
Sism. IX-3: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



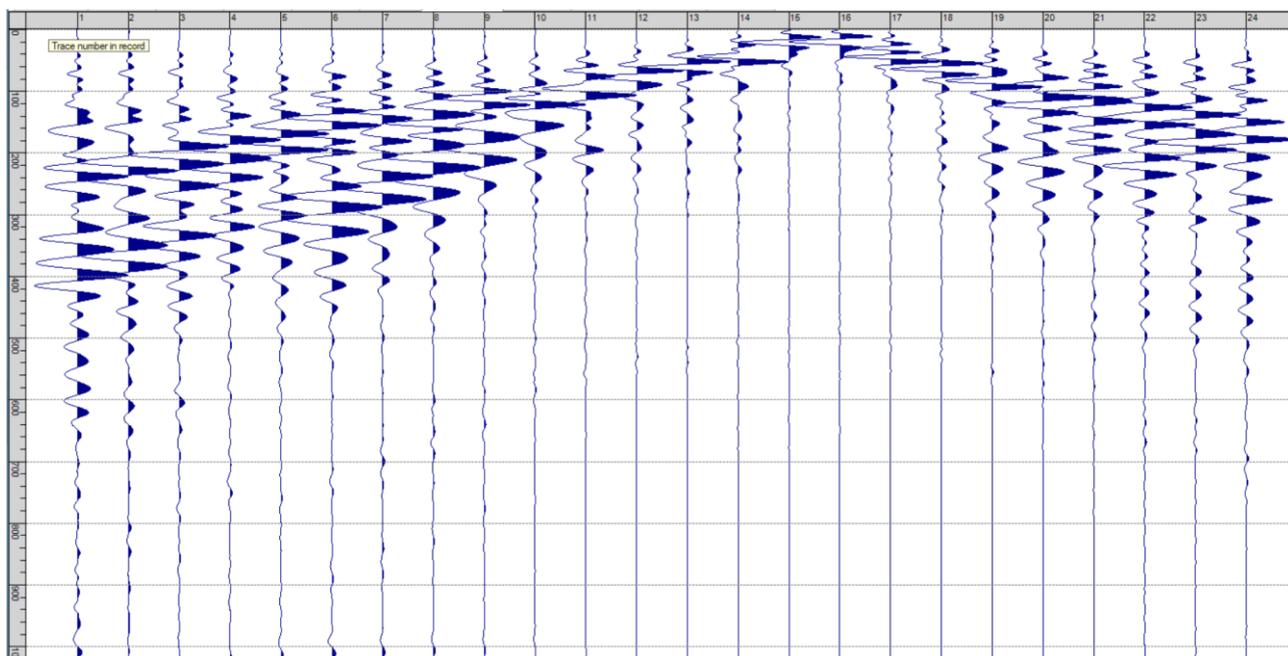
Sism. IX-4: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza



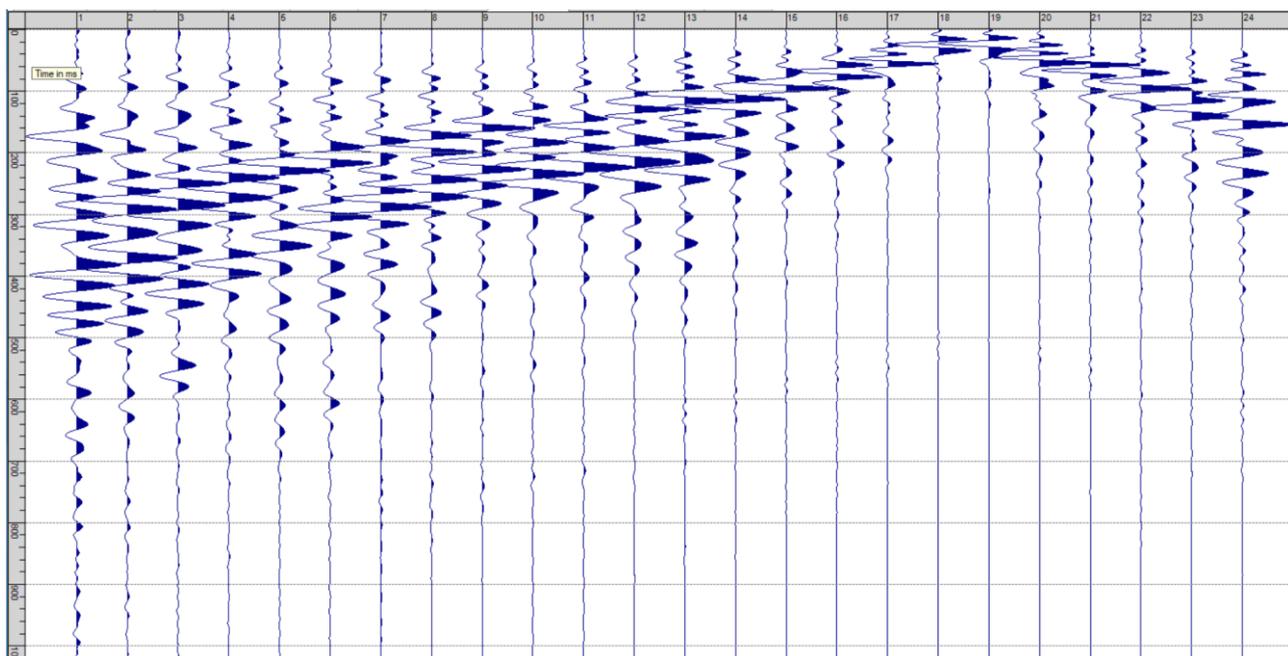
Sism. IX-5: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



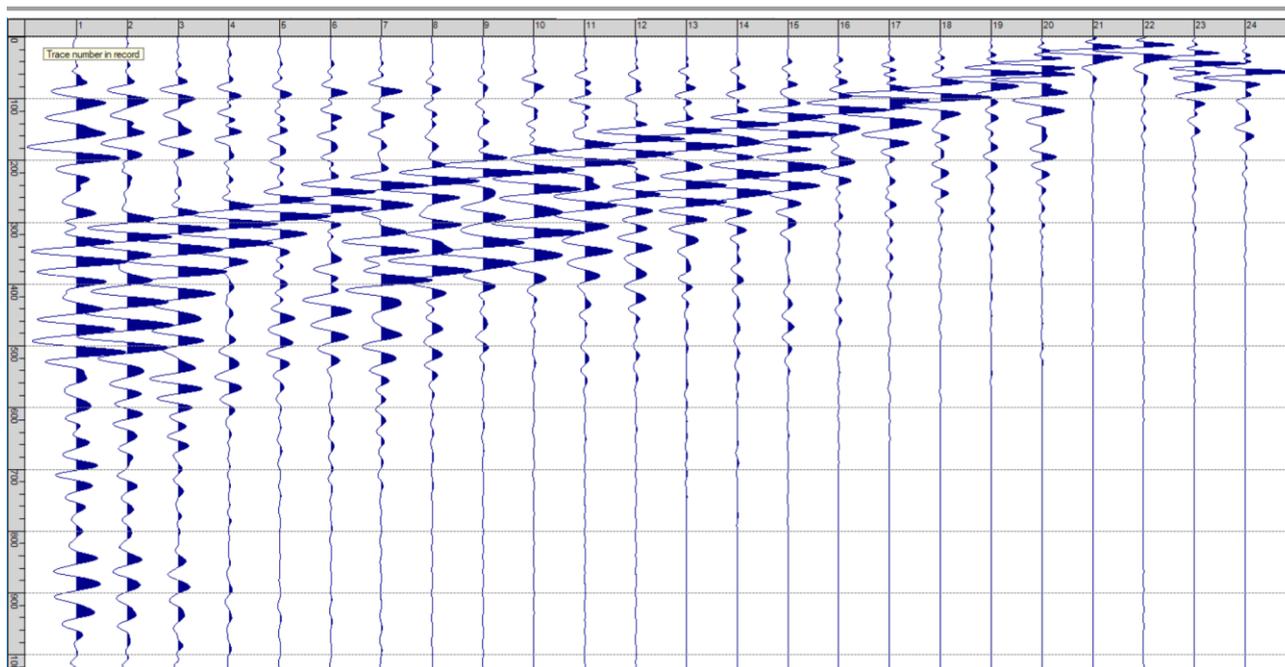
Sism. IX-6: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



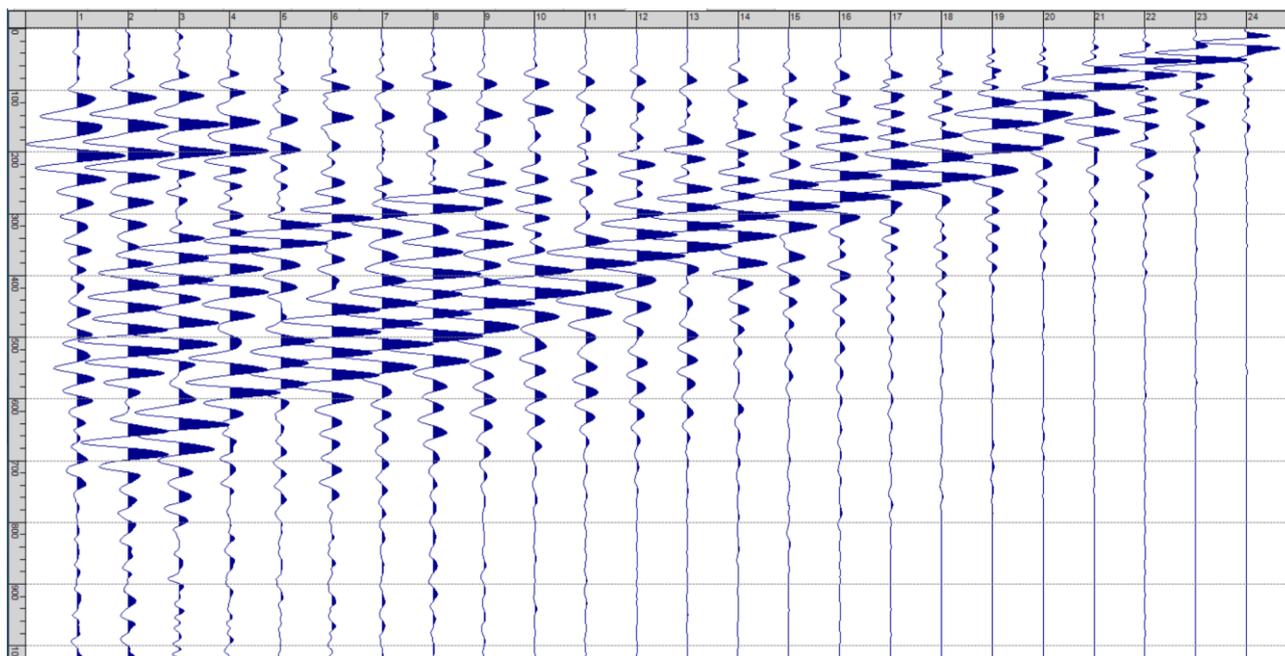
Sism. IX-7: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



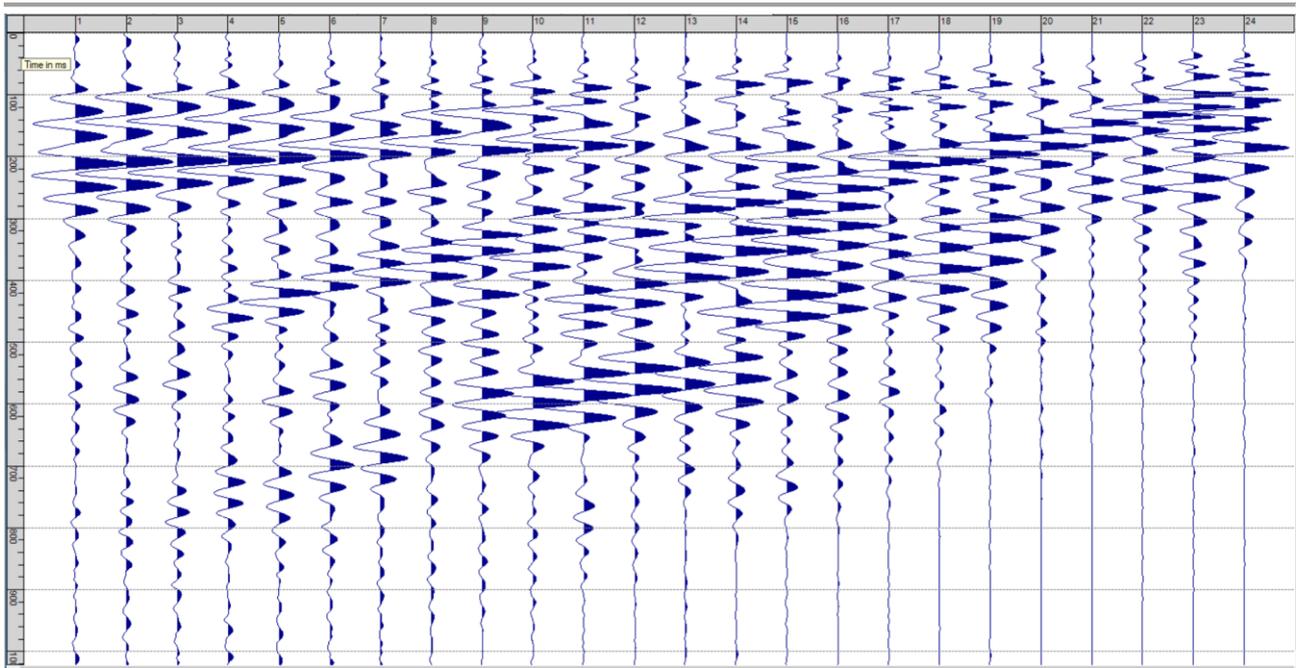
Sism. IX-8: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. IX-9: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza



Sism. IX-10: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza



Sism. IX-11: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza

Tab. IX-1: Stesa sismica 119_SR ONDE P - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
DISTANZA PARZIALI [m]	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
QUOTA [m]	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0

Tab. IX-2: Stesa sismica 119_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-15.00	-1.50	7.50	16.50	25.50	34.50	43.50	52.50	61.50	70.50	84.00
QUOTA [m]	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0

Tab. IX-3: Stesa sismica 119_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	28	4	23	27	31	29	34	36	37	34	35
2	3	29	14	15	28	29	30	33	36	36	35	36
3	6	30	21	5	26	29	29	33	35	35	34	37
4	9	30	24	4	20	27	28	31	34	34	34	37
5	12	31	24	14	15	26	28	31	35	34	33	37
6	15	32	26	20	4	25	27	31	34	33	32	37
7	18	33	26	26	4	21	25	30	32	32	31	37
8	21	34	28	27	14	13	25	29	33	31	31	36
9	24	35	29	27	23	5	23	28	32	30	33	35
10	27	36	30	29	25	4	18	28	31	31	30	34
11	30	36	31	32	27	13	10	27	32	31	31	34
12	33	36	32	31	27	22	3	26	30	29	27	34
13	36	37	31	32	28	25	3	24	29	29	28	33
14	39	38	31	33	29	27	14	17	27	28	25	33
15	42	39	34	33	30	27	20	5	24	27	25	31
16	45	39	34	32	31	28	22	4	23	26	25	32
17	48	39	35	35	30	28	23	15	17	25	25	31
18	51	41	36	35	33	29	25	23	5	24	26	29
19	54	40	37	37	35	31	27	26	3	20	24	29
20	57	42	37	36	35	32	27	27	9	12	23	28
21	60	43	38	38	35	32	27	27	19	4	21	27
22	63	42	36	37	33	31	26	27	23	5	18	26
23	66	43	38	39	36	33	27	28	26	15	10	25
24	69	44	37	39	36	35	28	30	27	21	4	25

Tab. IX-4: Stesa sismica 119_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	95.00	400	93.05	995	86.38	4142
1.5	1.5	95.00	398	93.05	995	86.34	4218
2	3	95.00	397	93.05	995	86.30	4296
2.5	4.5	95.00	395	93.05	995	86.25	4372
3	6	95.00	394	93.05	995	86.19	4447
3.5	7.5	95.00	392	93.05	995	86.13	4524
4	9	95.00	390	93.05	995	86.07	4615
4.5	10.5	95.00	388	93.05	995	86.00	4721
5	12	95.00	386	93.05	995	85.93	4831
5.5	13.5	95.00	384	93.05	995	85.86	4949
6	15	95.00	382	93.05	995	85.80	5072
6.5	16.5	95.00	380	93.05	995	85.73	5211
7	18	95.00	379	93.05	995	85.67	5367
7.5	19.5	95.00	377	93.05	995	85.60	5539
8	21	95.00	376	93.05	995	85.55	5701
8.5	22.5	95.00	376	93.05	995	85.49	5844
9	24	95.00	375	93.05	995	85.44	5971
9.5	25.5	95.00	376	93.05	995	85.40	6084
10	27	95.00	376	93.05	995	85.36	6193
10.5	28.5	95.00	376	93.05	995	85.33	6295
11	30	95.00	375	93.05	995	85.31	6387
11.5	31.5	95.00	374	93.05	995	85.29	6461
12	33	95.00	374	93.05	995	85.28	6520
12.5	34.5	95.00	374	93.05	995	85.29	6582
13	36	95.00	373	93.05	995	85.30	6641
13.5	37.5	95.00	372	93.05	995	85.33	6693
14	39	95.00	371	93.05	995	85.37	6727
14.5	40.5	95.00	371	93.05	995	85.42	6730
15	42	95.00	371	93.05	995	85.47	6705
15.5	43.5	95.00	372	93.05	995	85.54	6670
16	45	95.00	374	93.05	995	85.61	6617
16.5	46.5	95.00	375	93.05	995	85.68	6546
17	48	95.00	377	93.05	995	85.75	6445
17.5	49.5	95.00	379	93.05	995	85.83	6309
18	51	95.00	381	93.05	993	85.92	6143
18.5	52.5	95.00	383	93.05	990	86.00	5984
19	54	95.00	386	93.05	985	86.08	5830
19.5	55.5	95.00	386	93.05	983	86.16	5681
20	57	95.00	386	93.05	989	86.24	5531
20.5	58.5	95.00	387	93.05	998	86.31	5378
21	60	95.00	387	93.04	1007	86.39	5225
21.5	61.5	95.00	387	93.04	1017	86.47	5072
22	63	95.00	387	93.03	1026	86.54	4930
22.5	64.5	95.00	387	93.02	1036	86.61	4795
23	66	95.00	387	93.01	1046	86.68	4657
23.5	67.5	95.00	387	93.00	1058	86.74	4527
24	69	95.00	387	92.99	1071	86.79	4404

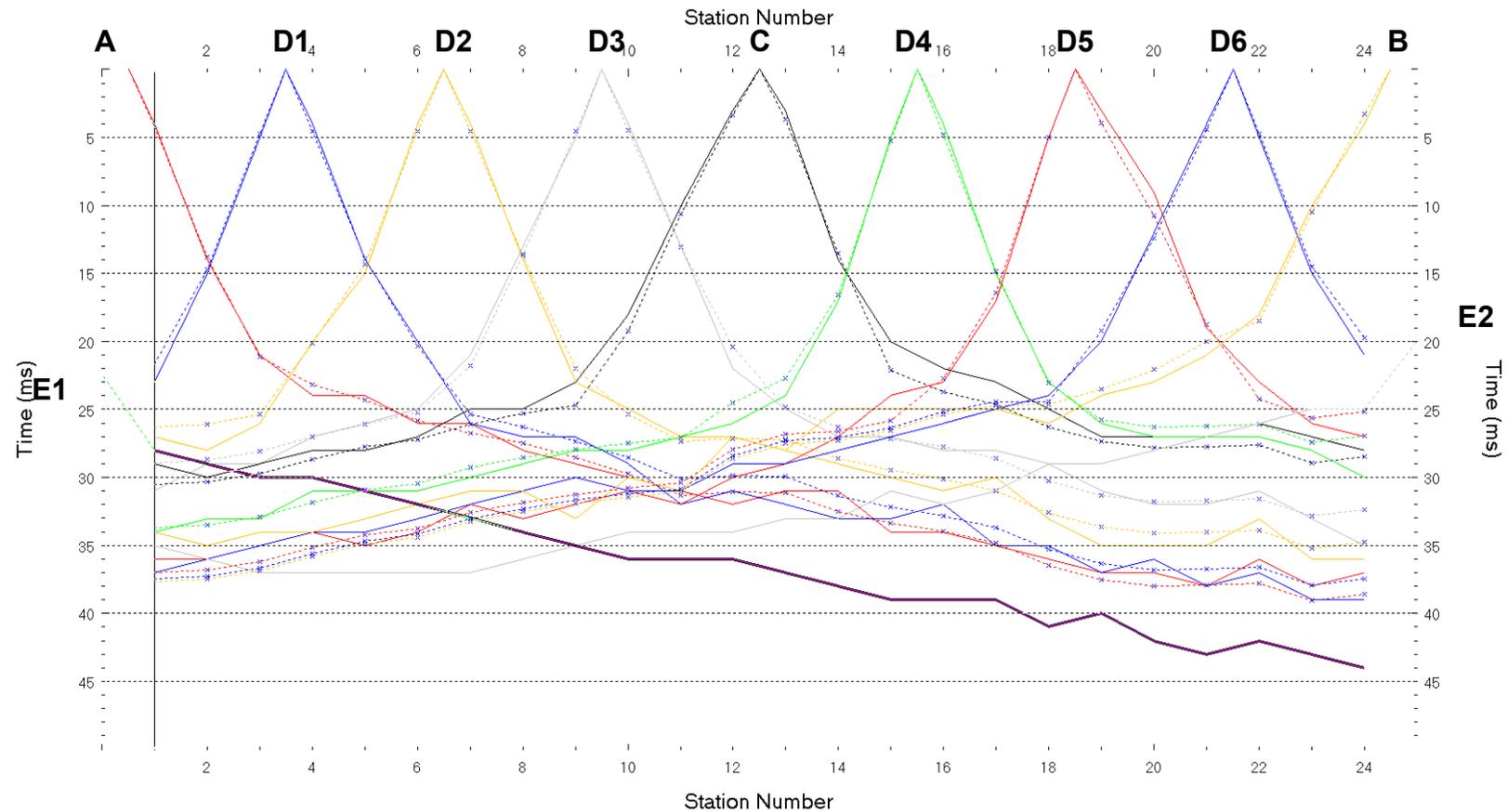


Fig. IX-2: Stesa sismica 119_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400

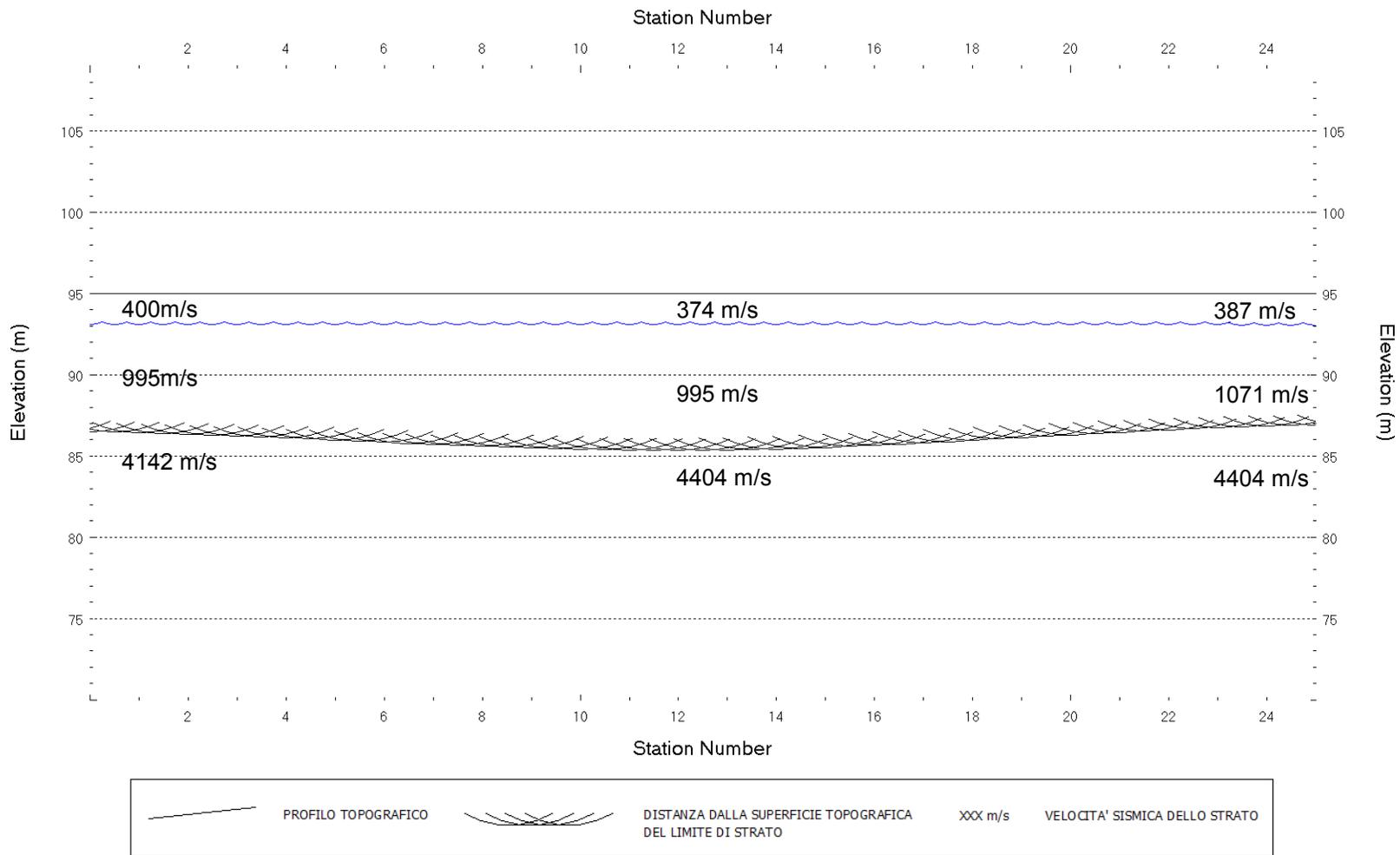


Fig. IX-3: Stesa sismica 119_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400

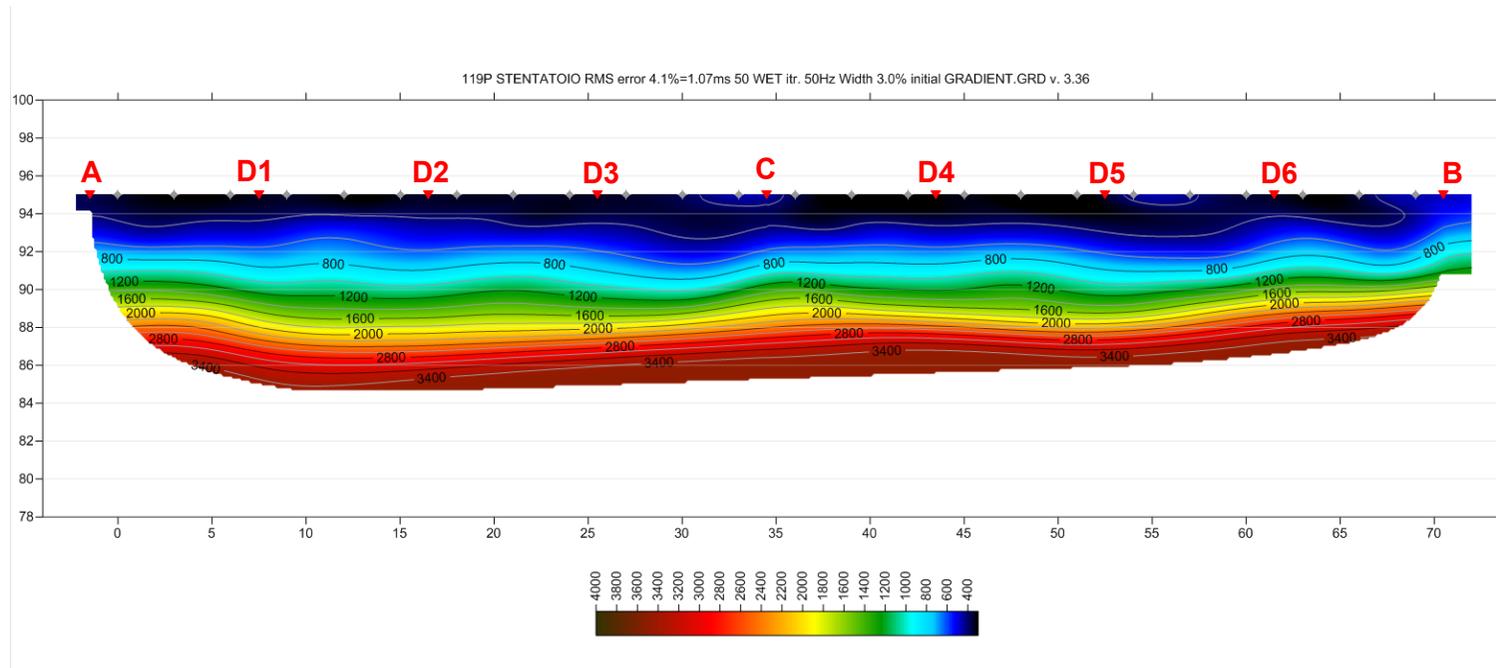
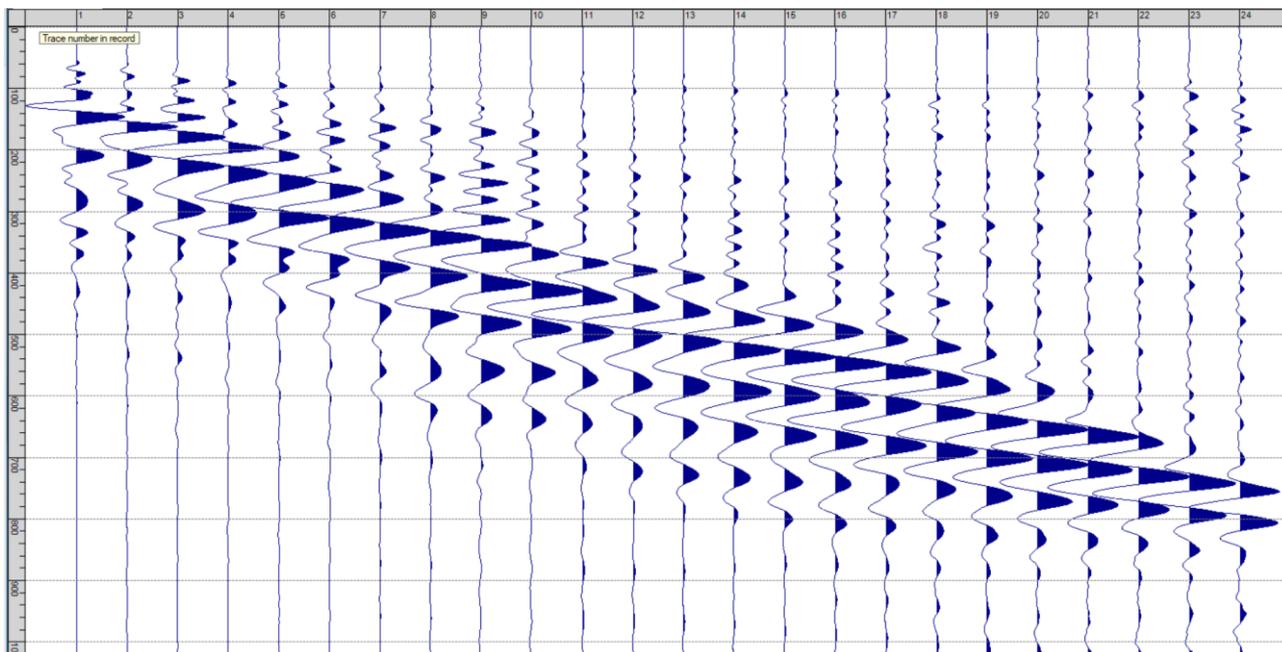


Fig. IX-4: Stesa sismica 119_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400

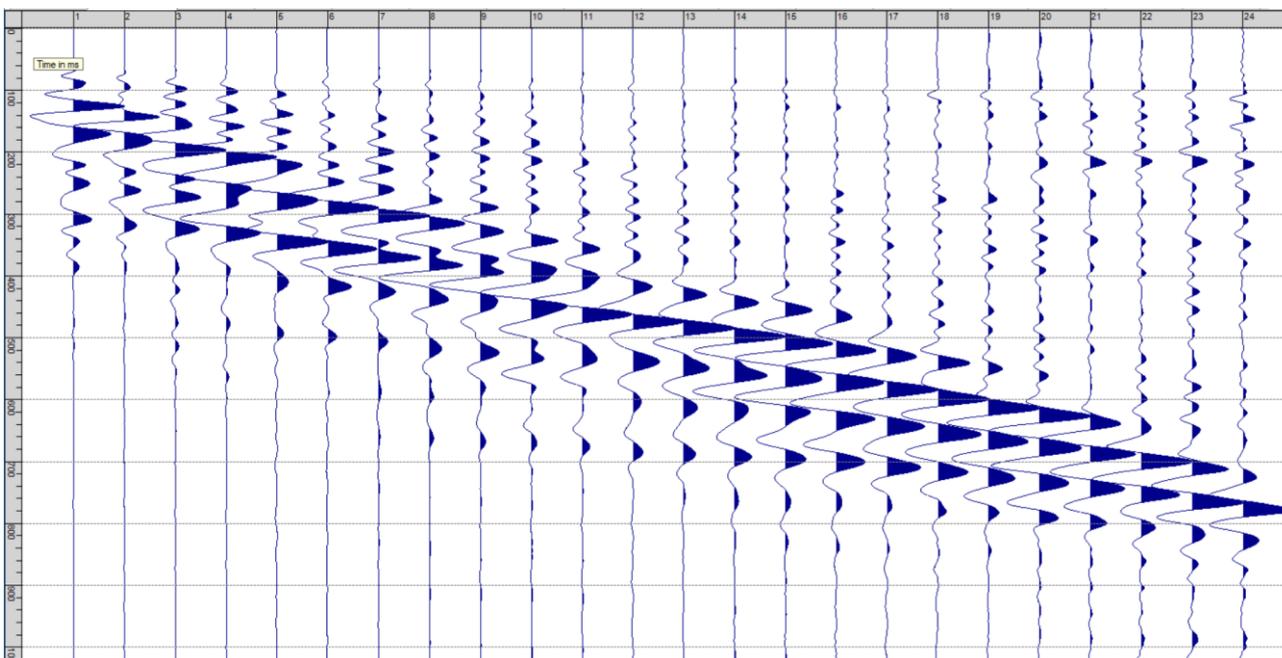
**X. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 119_SR ONDE SH -
SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI - TABULATI PROFONDITA' E
VELOCITA' RIFRATTORI - DROMOCRONE — SEZIONI
SISMOSTRATIGRAFICHE - TOMOGRAFIE**



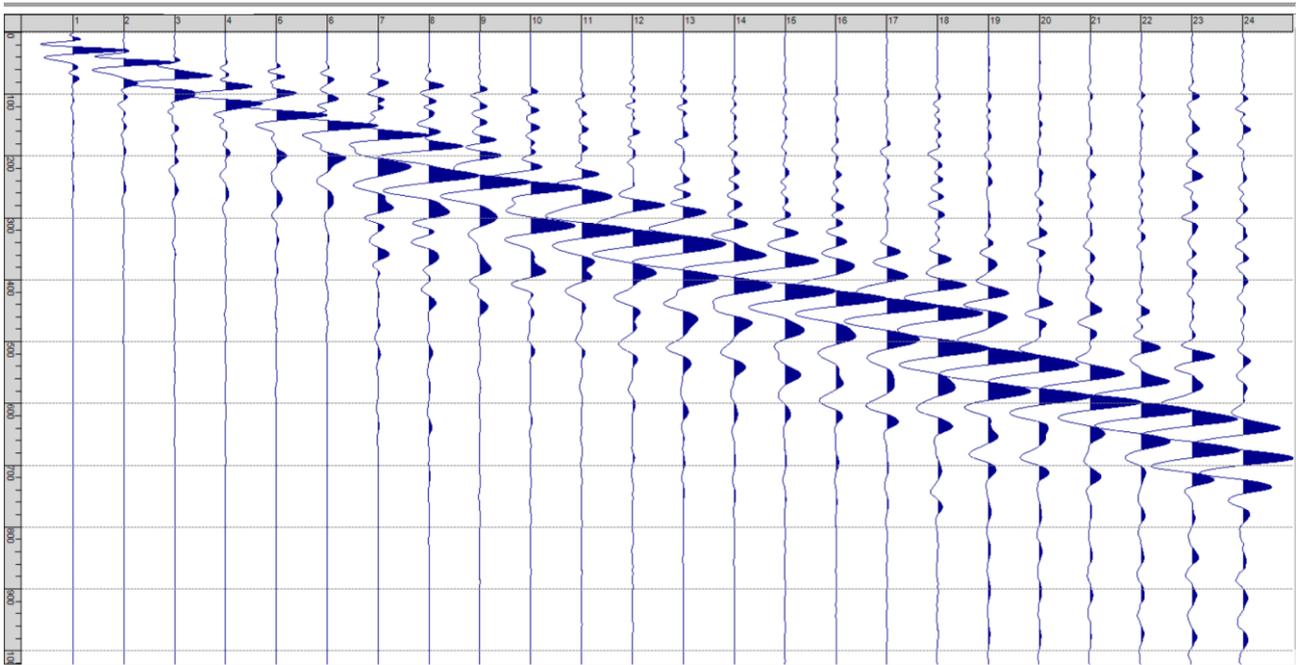
Fig. X-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



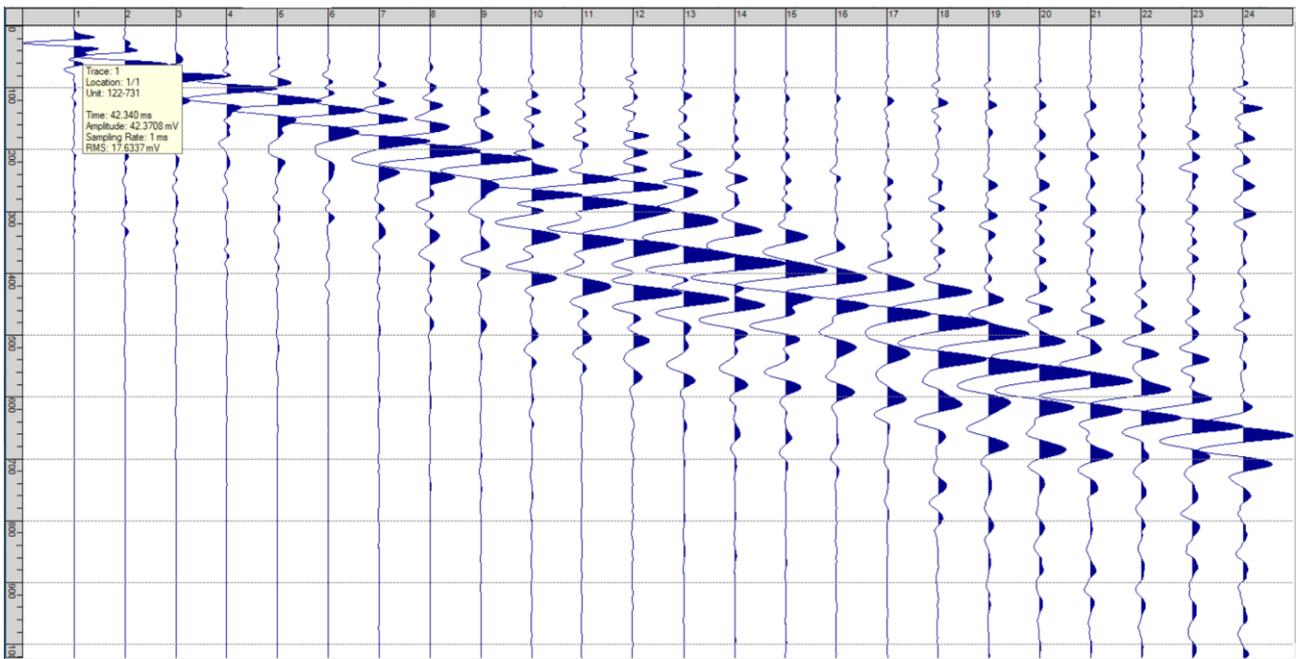
Sism. X-1: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



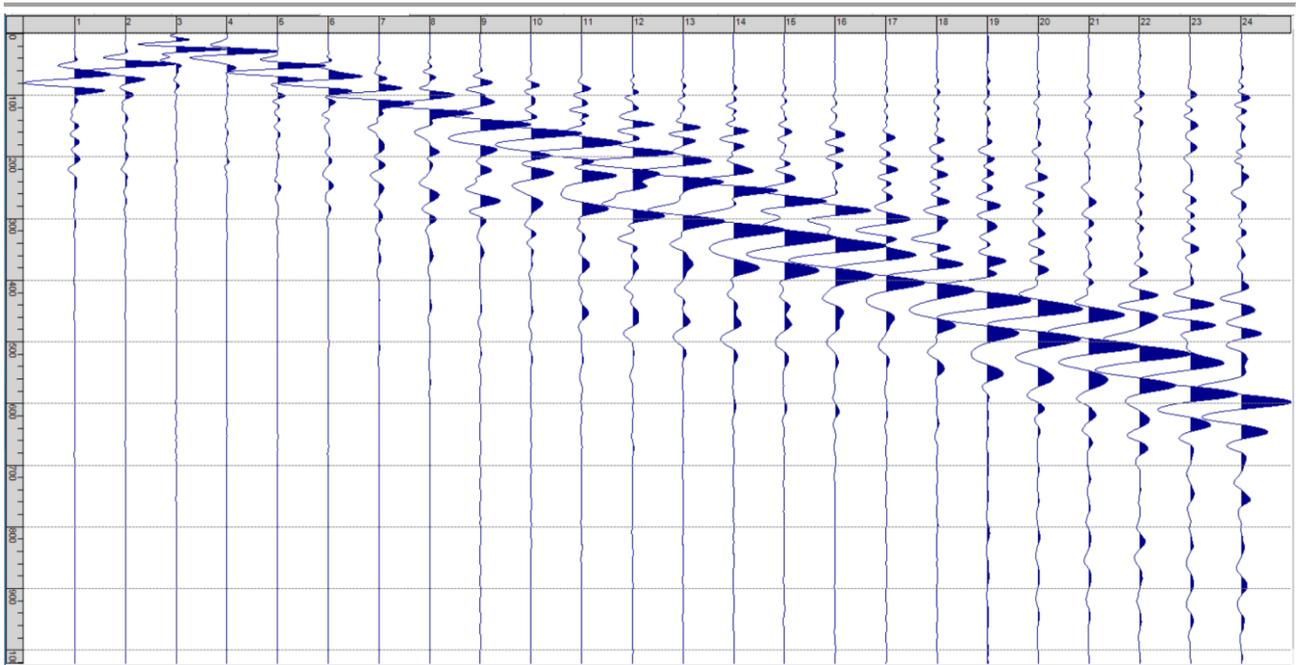
Sism. X-2: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



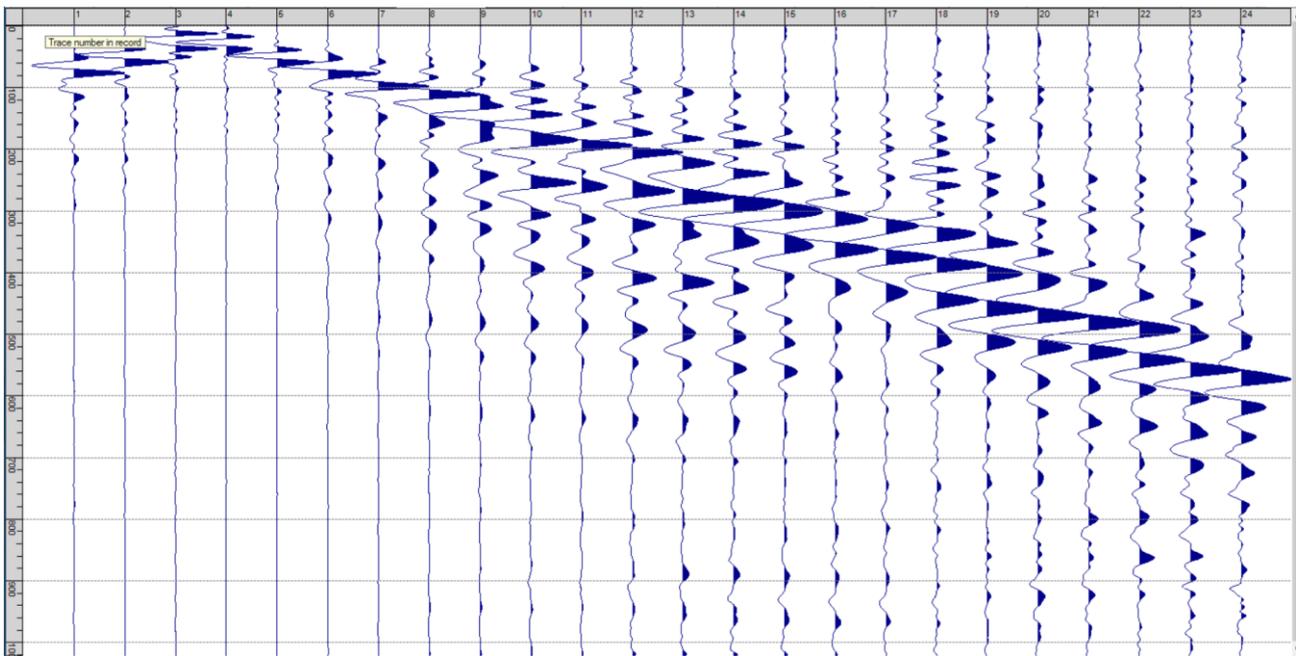
Sism. X-3: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



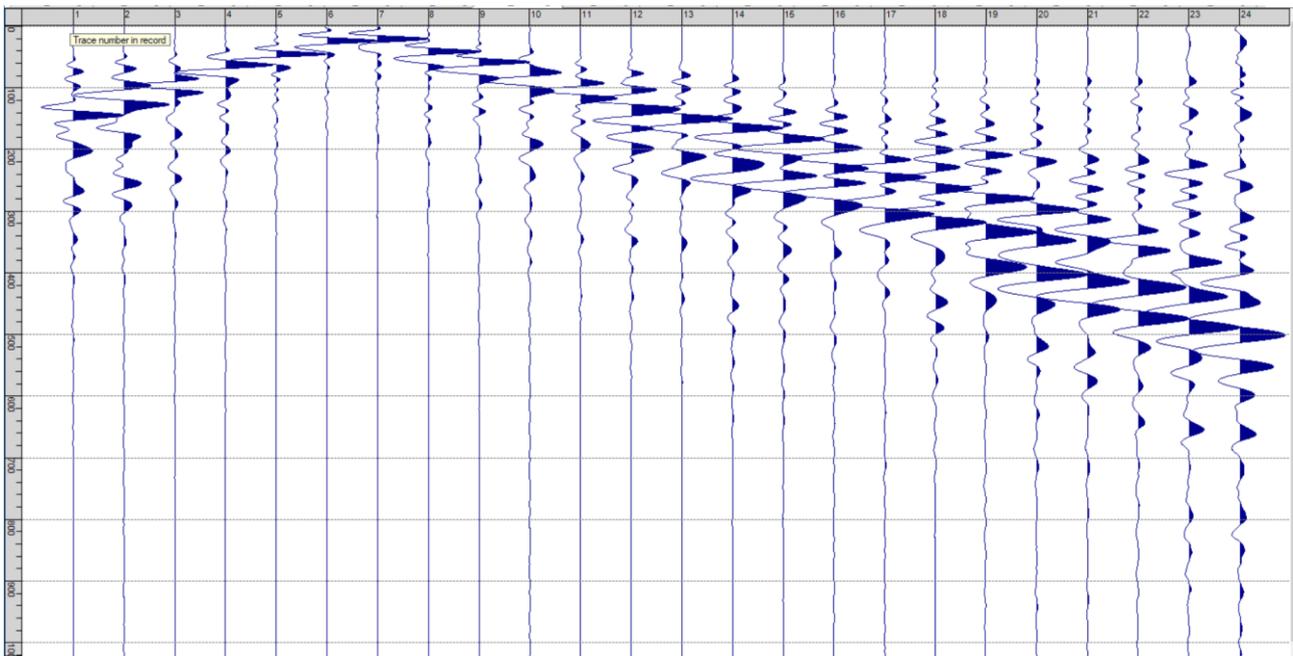
Sism. X-4: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



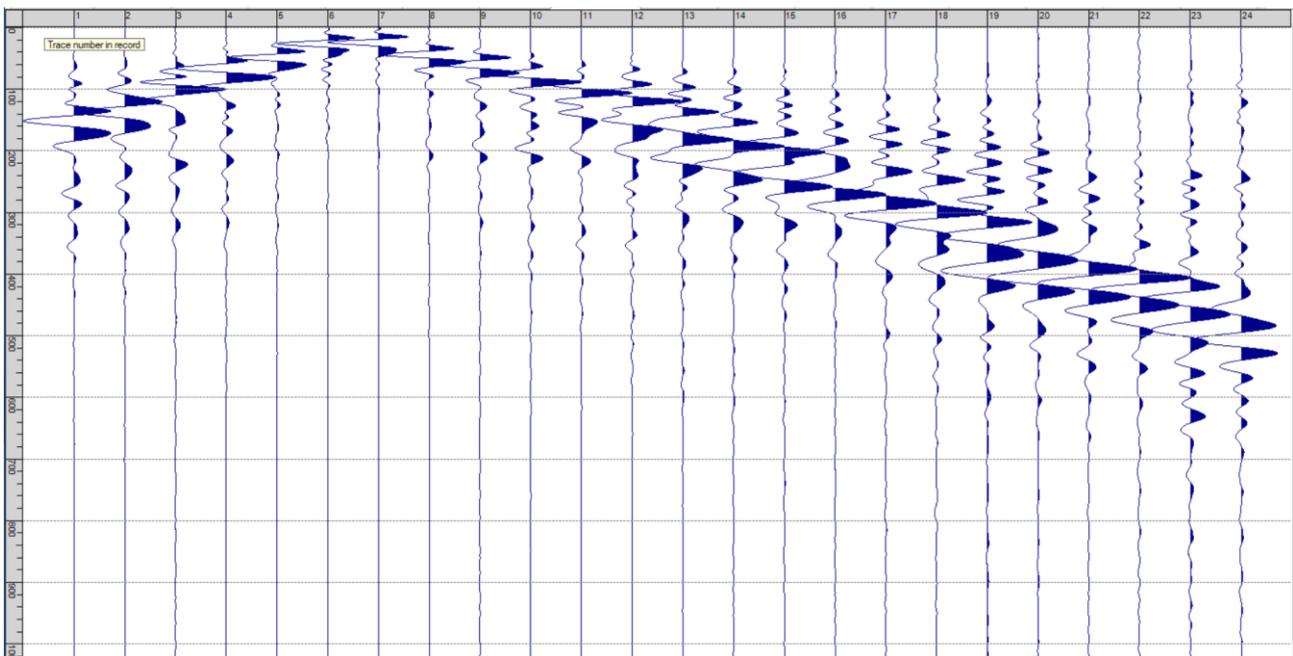
Sism. X-5: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



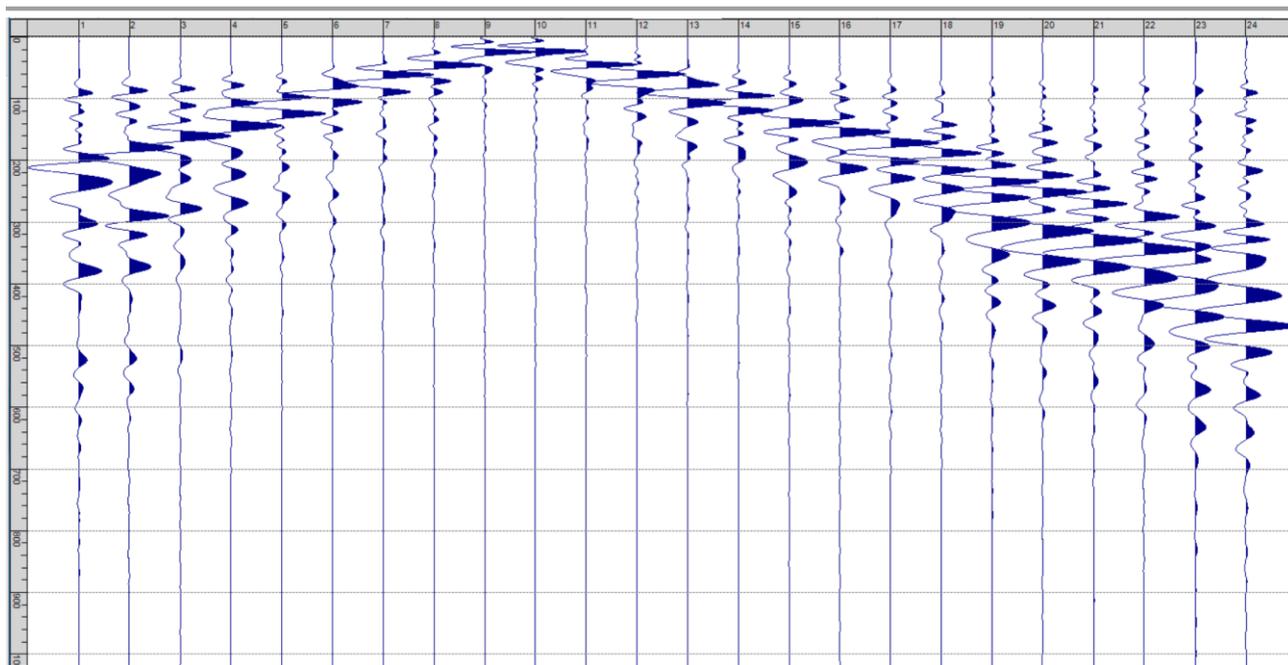
Sism. X-6: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



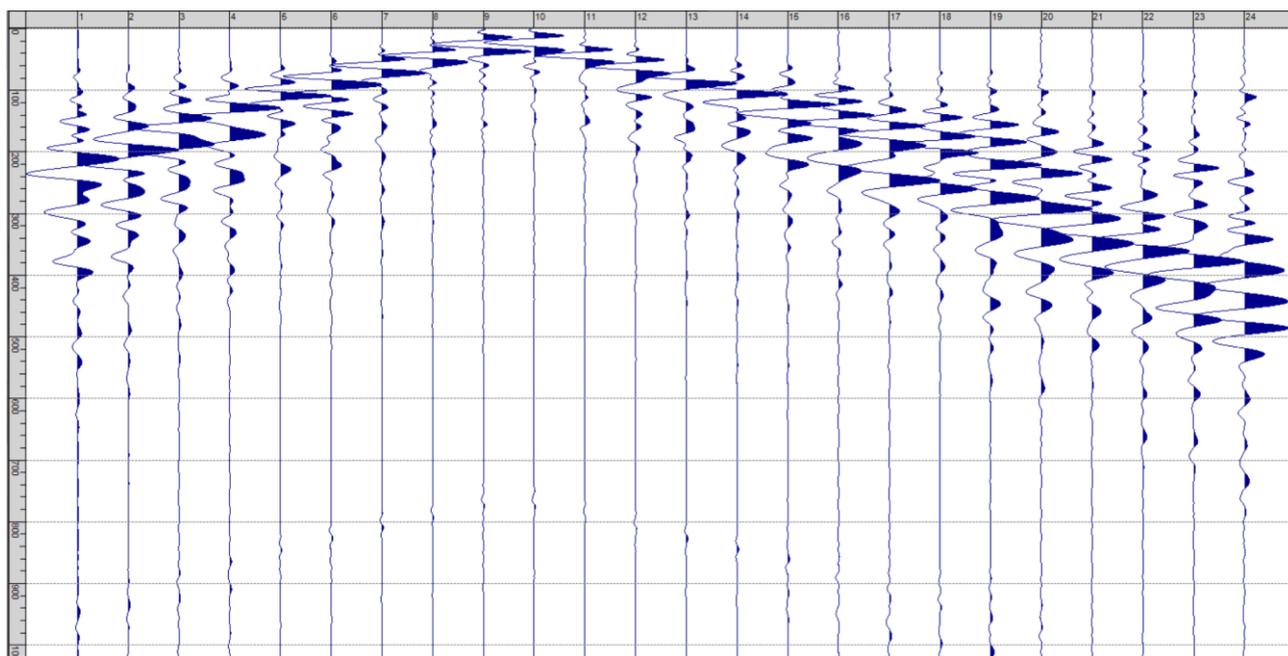
Sism. X-7: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



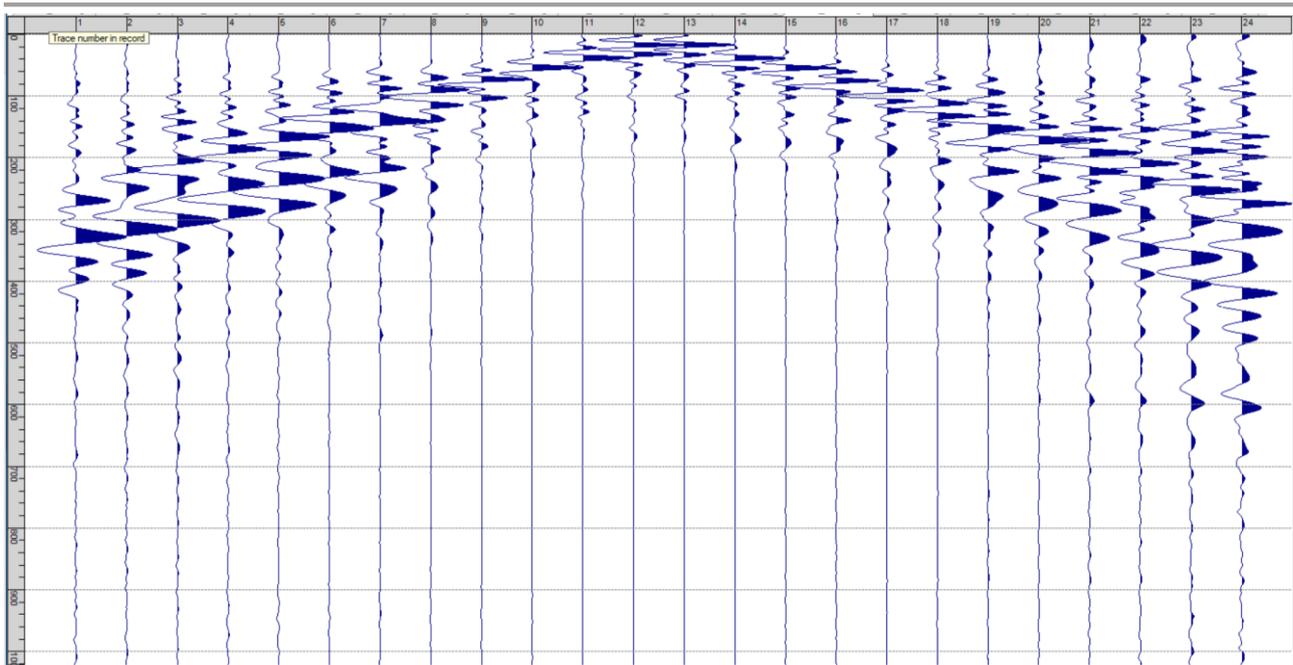
Sism. X-8: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



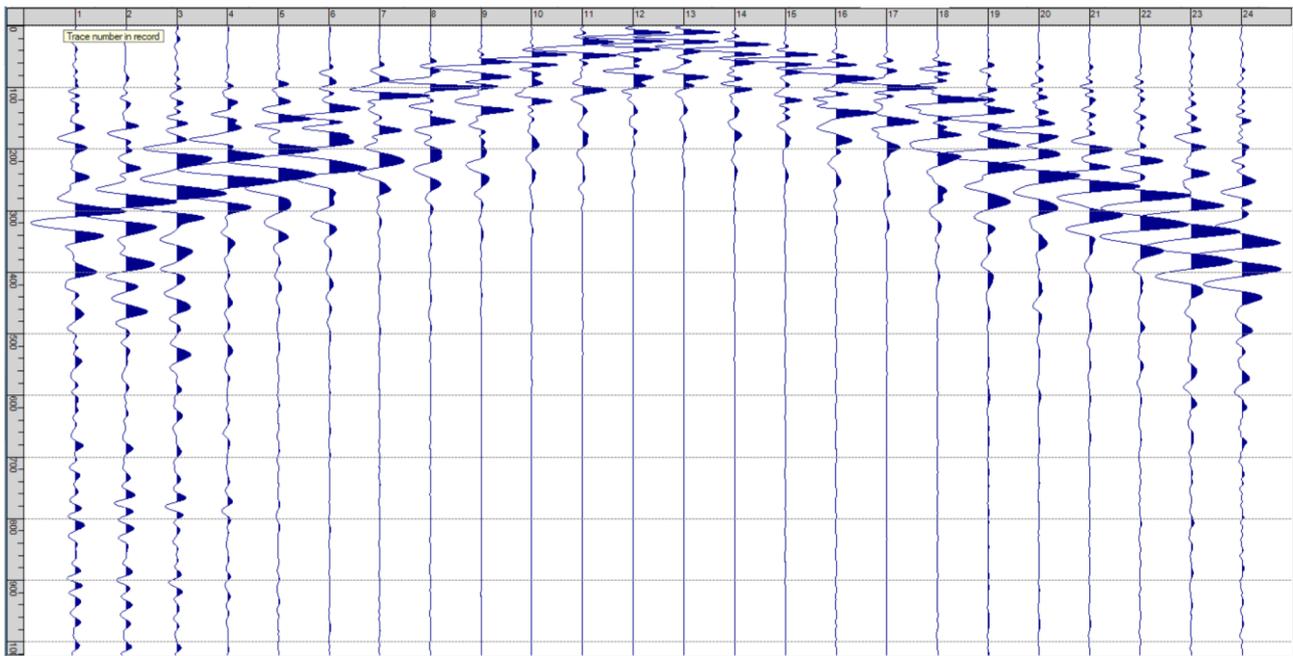
Sism. X-9: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



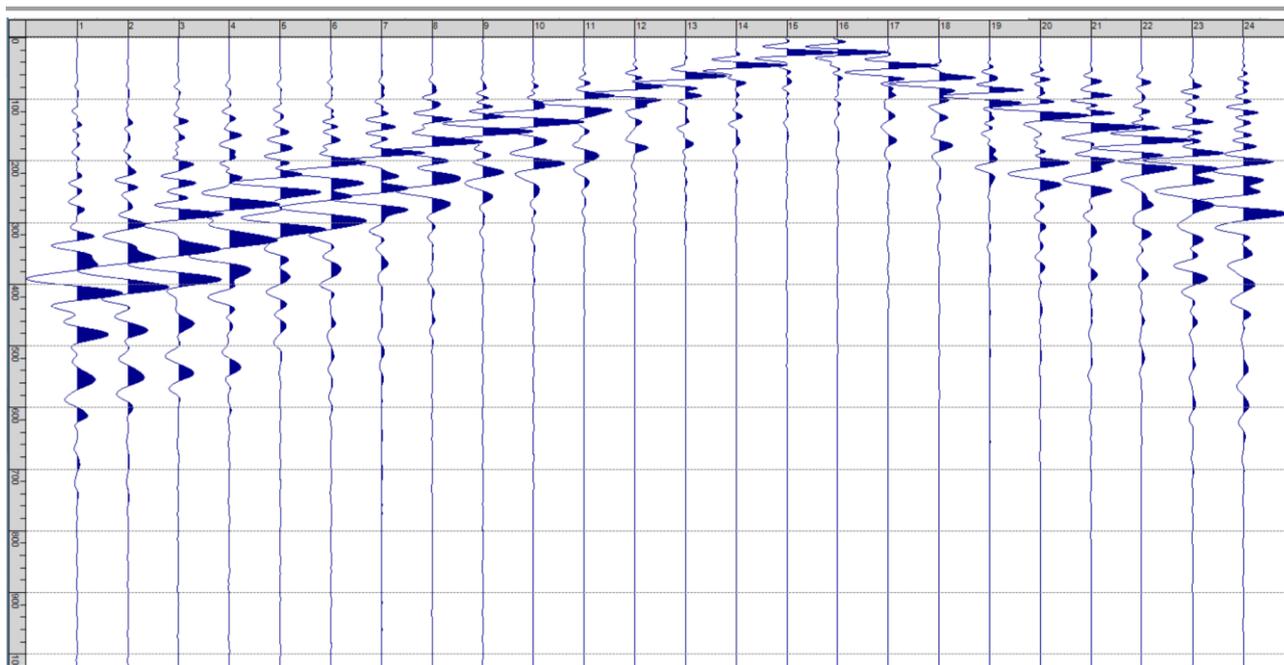
Sism. X-10: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



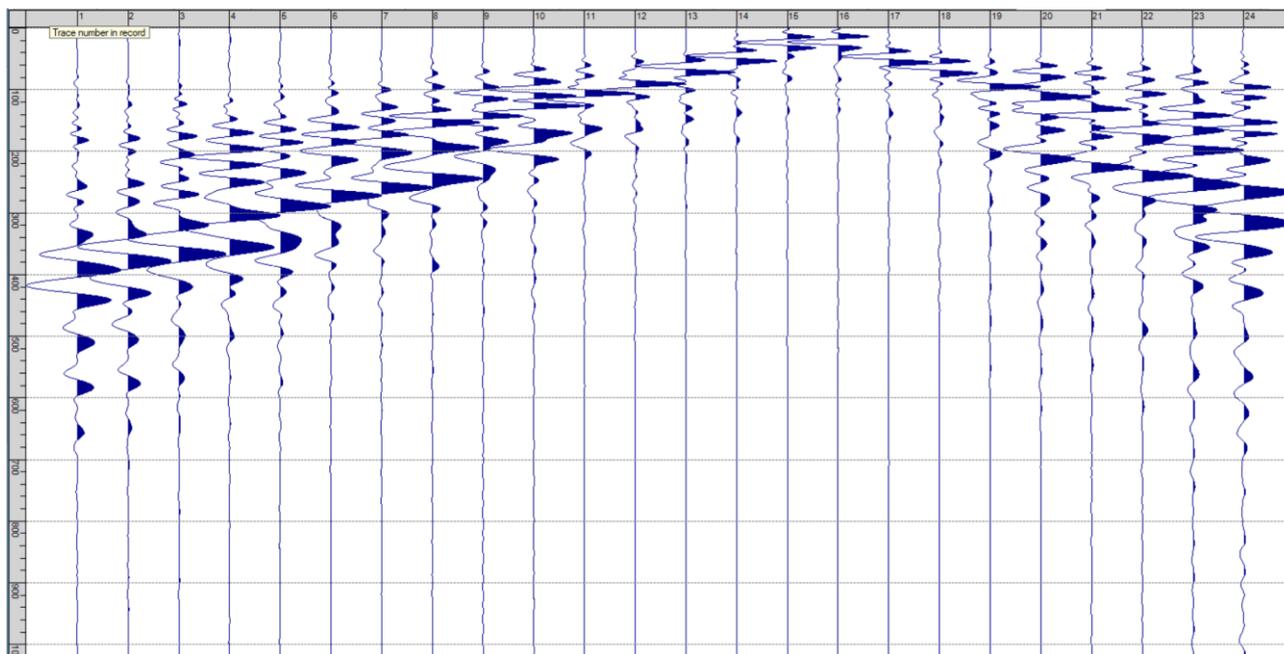
Sism. X-11: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



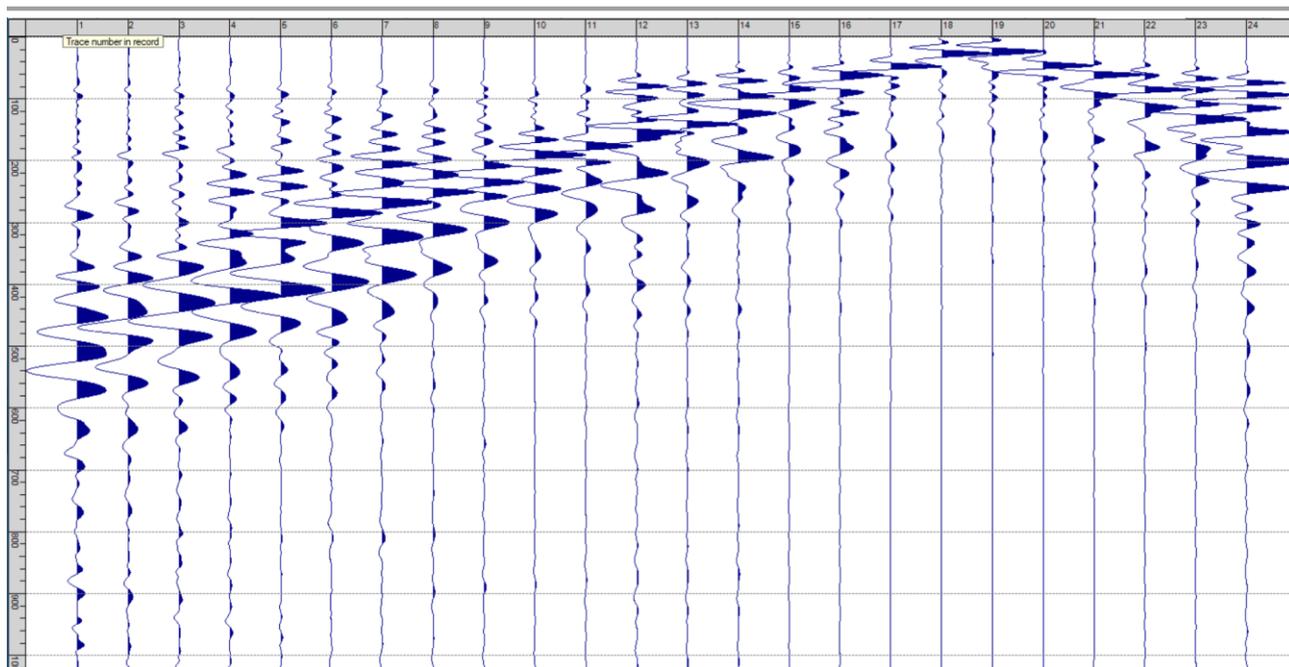
Sism. X-12: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



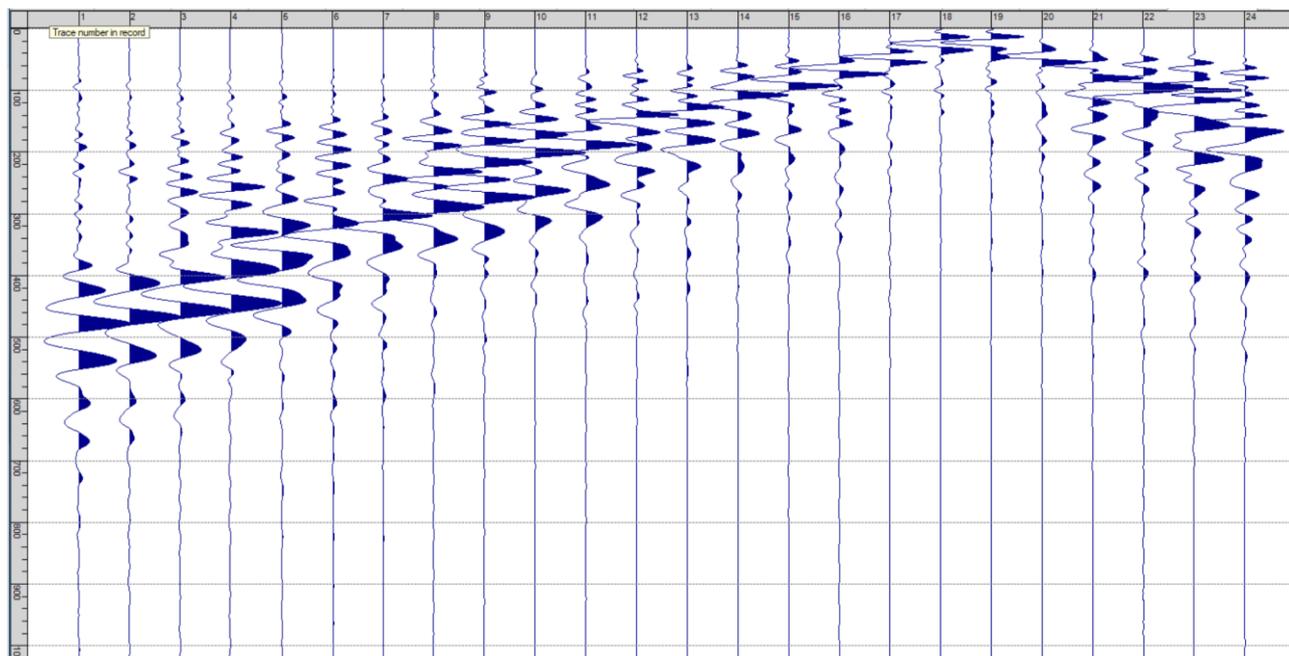
Sism. X-13: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



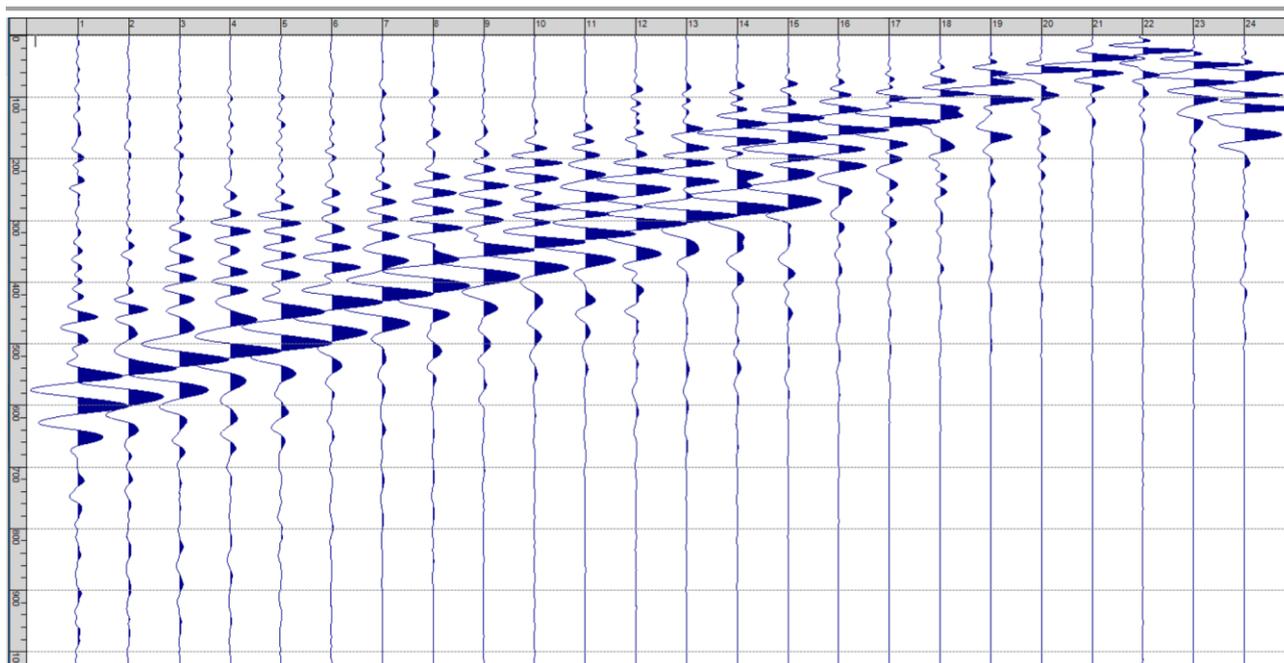
Sism. X-14: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



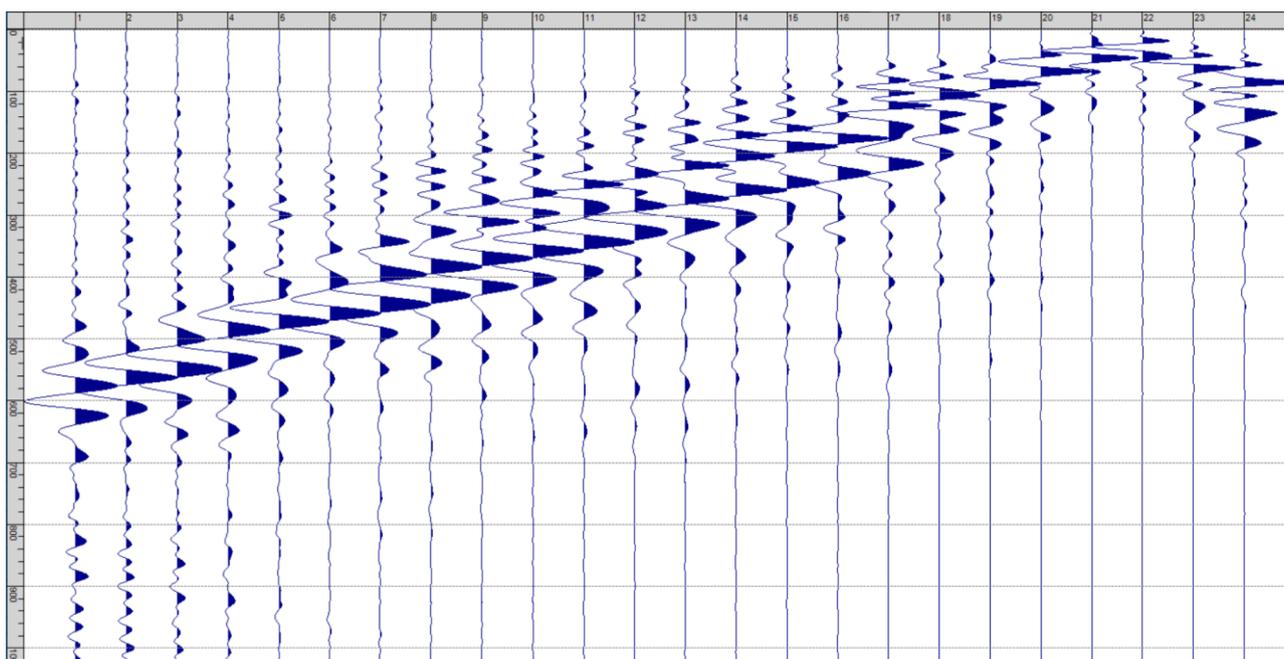
Sism. X-15: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



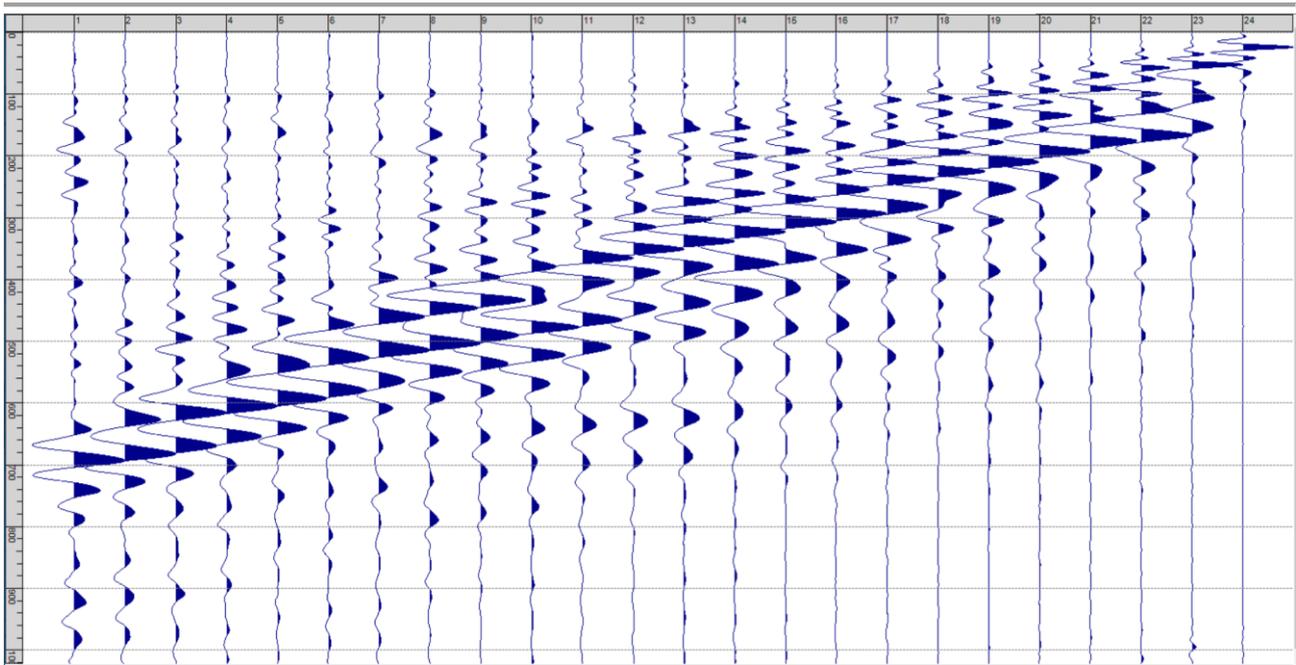
Sism. X-16: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



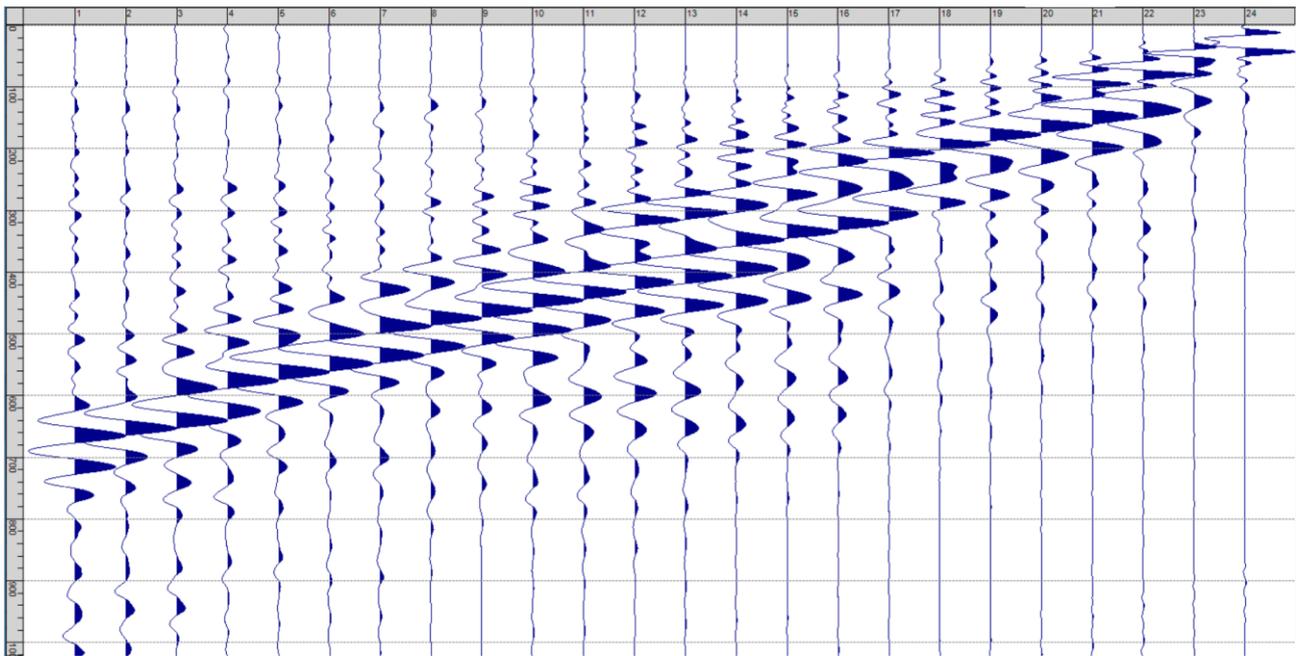
Sism. X-17: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



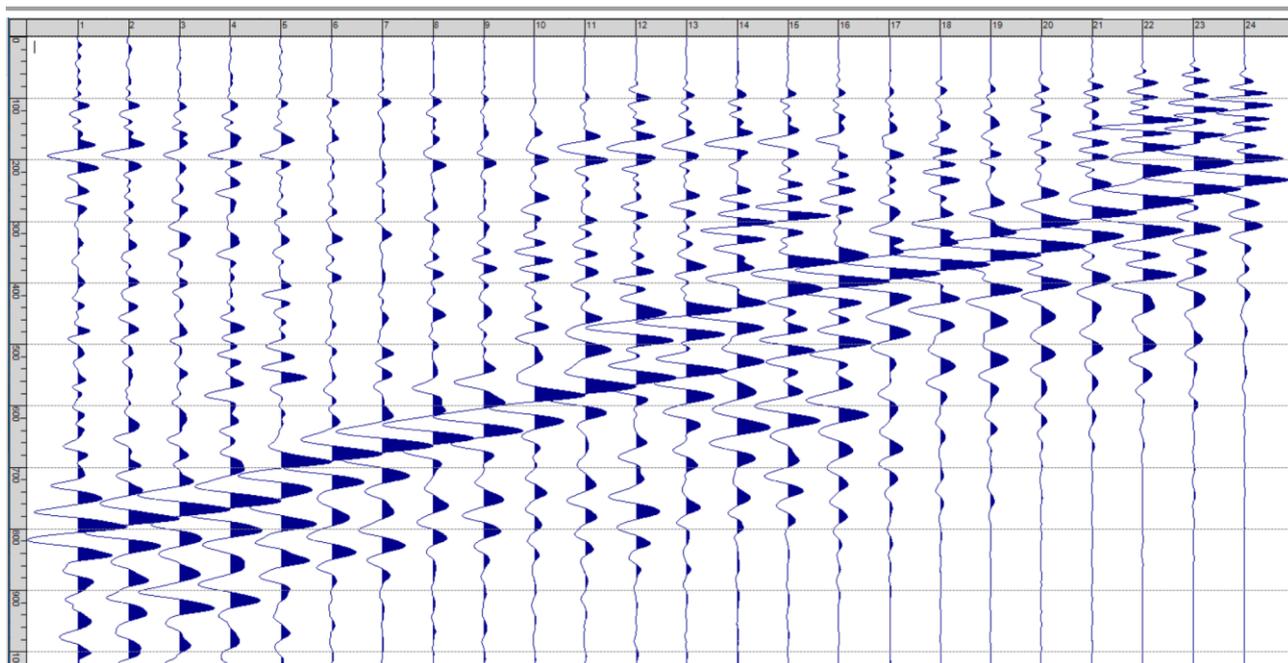
Sism. X-18: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



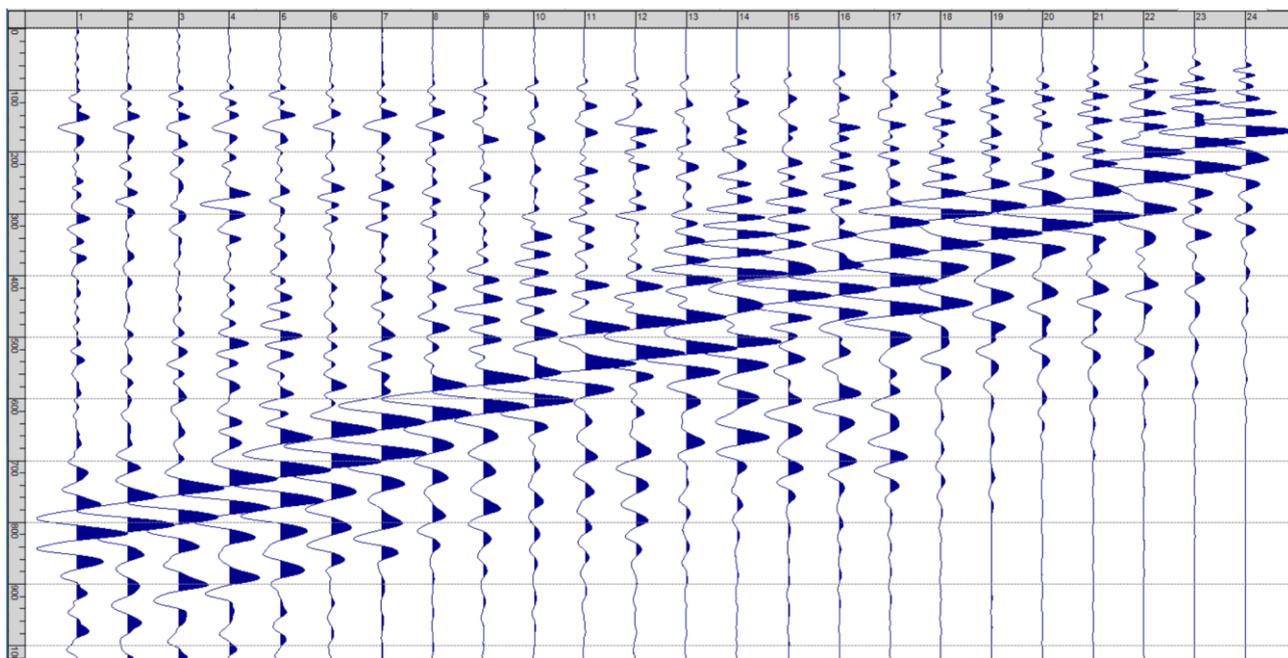
Sism. X-19: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. X-20: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. X-21: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. X-22: 119_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. X-1: Stesa sismica 119_SR ONDE SH - Schema dettagliato

GEOFONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DISTANZA PROGRESSIVA [m]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
DISTANZA PARZIALI [m]	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
QUOTA [m]	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0

Tab. X-2: Stesa sismica 119_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)

	E1 ESTERNO SX	A ESTREMO SX	D1 INTERMEDIO SX	D2 INTERMEDIO SX	D3 INTERMEDIO SX	C CENTRALE	D4 INTERMEDIO DX	D5 INTERMEDIO DX	D6 INTERMEDIO DX	B ESTREMO SX	E2 ESTERNO DX
POSIZIONE DAL GEOFONO 1 [m]	-15.00	-1.50	7.50	16.50	25.50	34.50	43.50	52.50	61.50	70.50	84.00
QUOTA [m]	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0

Tab. X-3: Stesa sismica 119_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi

GEOFONO	DISTANZA [m]	SCOPPIO E1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO A PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D1 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D2 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D3 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO C PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D4 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D5 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO D6 PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO B PRIMO ARRIVO [ms]	SCOPPIO E2 PRIMO ARRIVO [ms]
1	0	69	10	45	56	72	89	92	91	98	104	97
2	3	74	26	29	50	71	89	93	90	97	103	93
3	6	79	41	10	39	66	87	91	-1000	94	100	93
4	9	80	48	11	30	64	83	88	-1000	93	98	94
5	12	85	55	34	20	60	78	85	-1000	92	96	91
6	15	84	62	42	4	54	73	83	87	93	-1000	88
7	18	88	67	54	7	43	63	79	-1000	93	-1000	88
8	21	90	77	64	26	29	55	72	82	-1000	-1000	87
9	24	91	82	70	42	8	46	72	80	86	91	86
10	27	91	84	78	43	9	40	65	79	-1000	89	83
11	30	88	86	80	53	-1000	-1000	56	-1000	-1000	-1000	80
12	33	91	87	85	61	-1000	7	46	-1000	78	84	78
13	36	92	86	86	64	-1000	7	37	-1000	76	79	78
14	39	92	92	86	75	-1000	23	20	-1000	75	77	76
15	42	91	97	89	78	68	35	8	44	71	-1000	73
16	45	91	94	88	80	76	45	9	39	59	-1000	71
17	48	94	97	93	80	74	56	29	-1000	-1000	67	69
18	51	94	95	93	82	79	64	37	8	49	-1000	67
19	55	94	93	93	83	83	64	46	5	39	-1000	66
20	57	99	97	94	84	81	67	55	25	29	46	63
21	60	101	96	95	84	82	70	61	-1000	-1000	-1000	57
22	63	99	96	94	80	79	68	63	44	-1000	-1000	51
23	66	101	95	94	82	82	67	65	49	-1000	17	-1000
24	69	106	98	94	86	84	69	66	55	32	5	42

Tab. X-4: Stesa sismica 119_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità

GEOFONI STAZIONE	DISTANZA [m]	QUOTA PROFILO TOPOGRAFICO [m]	VELOCITA' STRATO 1 [m/s]	QUOTA STRATO 1 [m]	VELOCITA' STRATO 2 [m/s]	QUOTA STRATO 2 [m]	VELOCITA' STRATO 3 [m/s]
1	0	88.10	194	85.99	486	78.33	1271
1.5	1.5	88.10	194	86.00	487	78.38	1268
2	3	88.10	194	85.99	488	78.44	1264
2.5	4.5	88.10	194	85.99	489	78.50	1261
3	6	88.10	194	85.98	490	78.56	1258
3.5	7.5	88.10	194	85.96	491	78.62	1255
4	9	88.10	194	85.93	495	78.68	1254
4.5	10.5	88.10	194	85.89	501	78.73	1252
5	12	88.10	194	85.83	506	78.78	1251
5.5	13.5	88.10	194	85.77	510	78.84	1251
6	15	88.10	194	85.70	523	78.89	1252
6.5	16.5	88.10	194	85.62	538	78.95	1252
7	18	88.10	194	85.54	553	79.01	1251
7.5	19.5	88.10	194	85.46	567	79.06	1252
8	21	88.10	194	85.38	581	79.12	1257
8.5	22.5	88.10	194	85.31	594	79.18	1264
9	24	88.10	194	85.25	607	79.23	1272
9.5	25.5	88.10	193	85.21	616	79.28	1279
10	27	88.10	192	85.17	623	79.33	1284
10.5	28.5	88.10	189	85.14	632	79.36	1288
11	30	88.10	186	85.13	639	79.39	1289
11.5	31.5	88.10	186	85.12	635	79.41	1288
12	33	88.10	185	85.12	631	79.43	1287
12.5	34.5	88.10	185	85.13	626	79.45	1285
13	36	88.10	185	85.14	620	79.46	1282
13.5	37.5	88.10	184	85.15	615	79.47	1280
14	39	88.10	184	85.17	611	79.48	1277
14.5	40.5	88.10	185	85.20	602	79.49	1274
15	42	88.10	185	85.23	590	79.50	1271
15.5	43.5	88.10	188	85.28	573	79.51	1269
16	45	88.10	190	85.34	556	79.50	1266
16.5	46.5	88.10	191	85.41	538	79.48	1263
17	48	88.10	191	85.49	521	79.45	1258
17.5	49.5	88.10	191	85.58	504	79.41	1255
18	51	88.10	192	85.68	486	79.35	1251
18.5	53	88.10	192	85.79	469	79.29	1247
19	55	88.10	192	85.89	450	79.22	1244
19.5	56	88.10	192	85.99	433	79.14	1241
20	57	88.10	192	86.07	422	79.06	1238
20.5	58.5	88.10	192	86.15	412	78.97	1235
21	60	88.10	192	86.21	411	78.89	1233
21.5	61.5	88.10	192	86.27	411	78.81	1233
22	63	88.10	192	86.30	411	78.73	1233
22.5	64.5	88.10	192	86.33	411	78.65	1234
23	66	88.10	192	86.34	412	78.58	1235
23.5	67.5	88.10	192	86.35	414	78.50	1237
24	69	88.10	192	86.35	416	78.43	1237

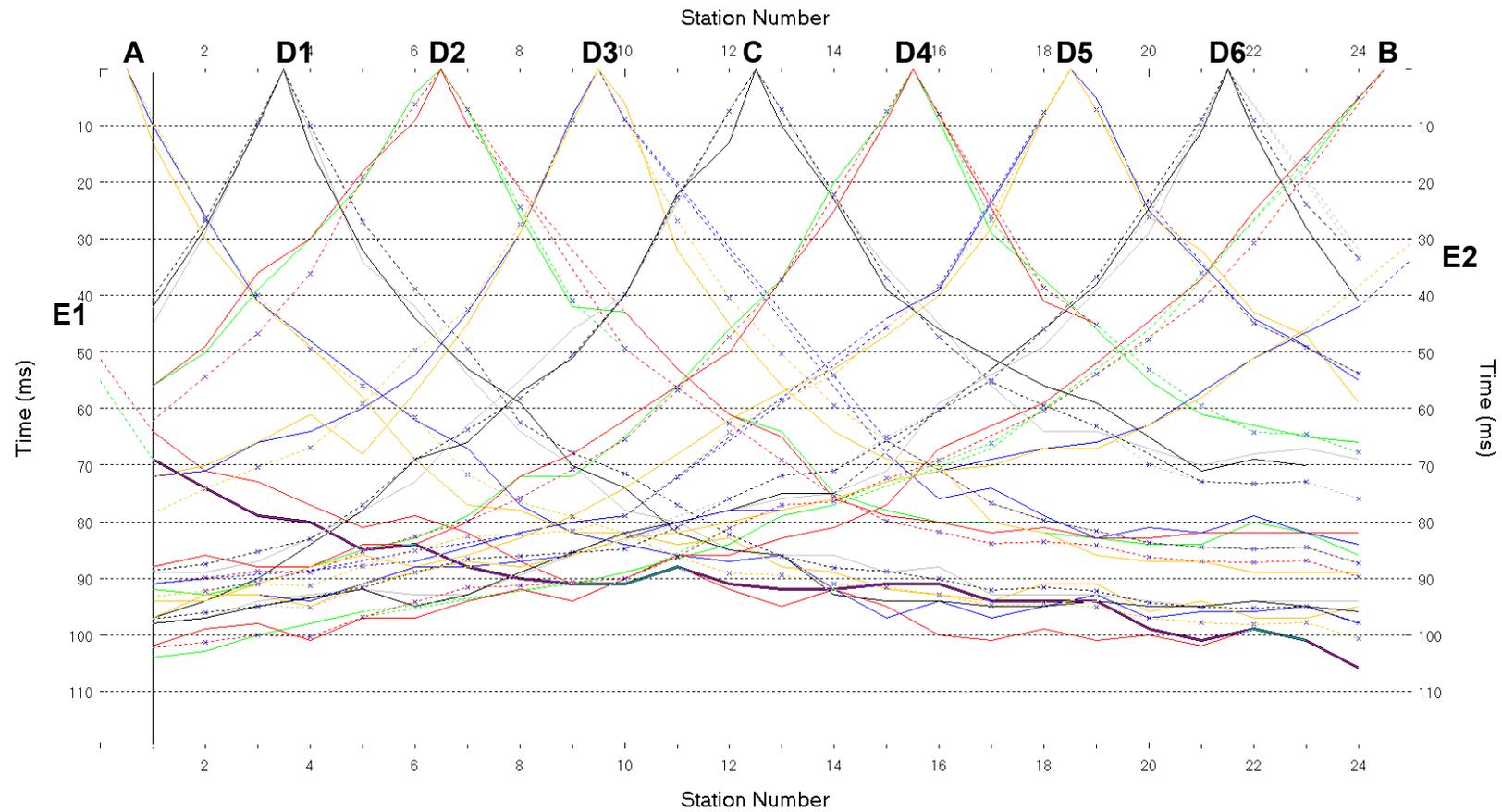


Fig. X-2:Stesa sismica 119_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400

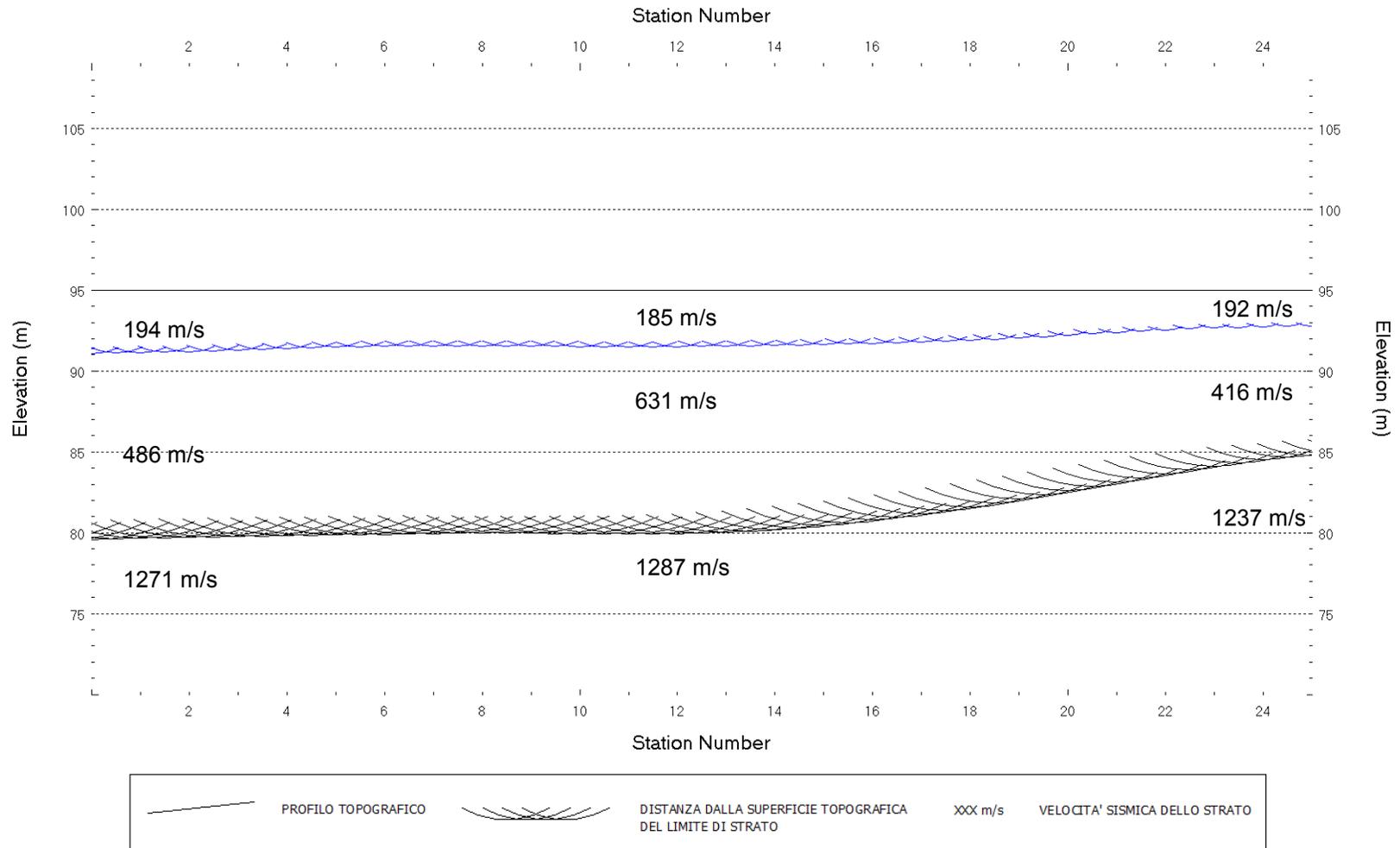


Fig. X-3: Stesa sismica 119_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400

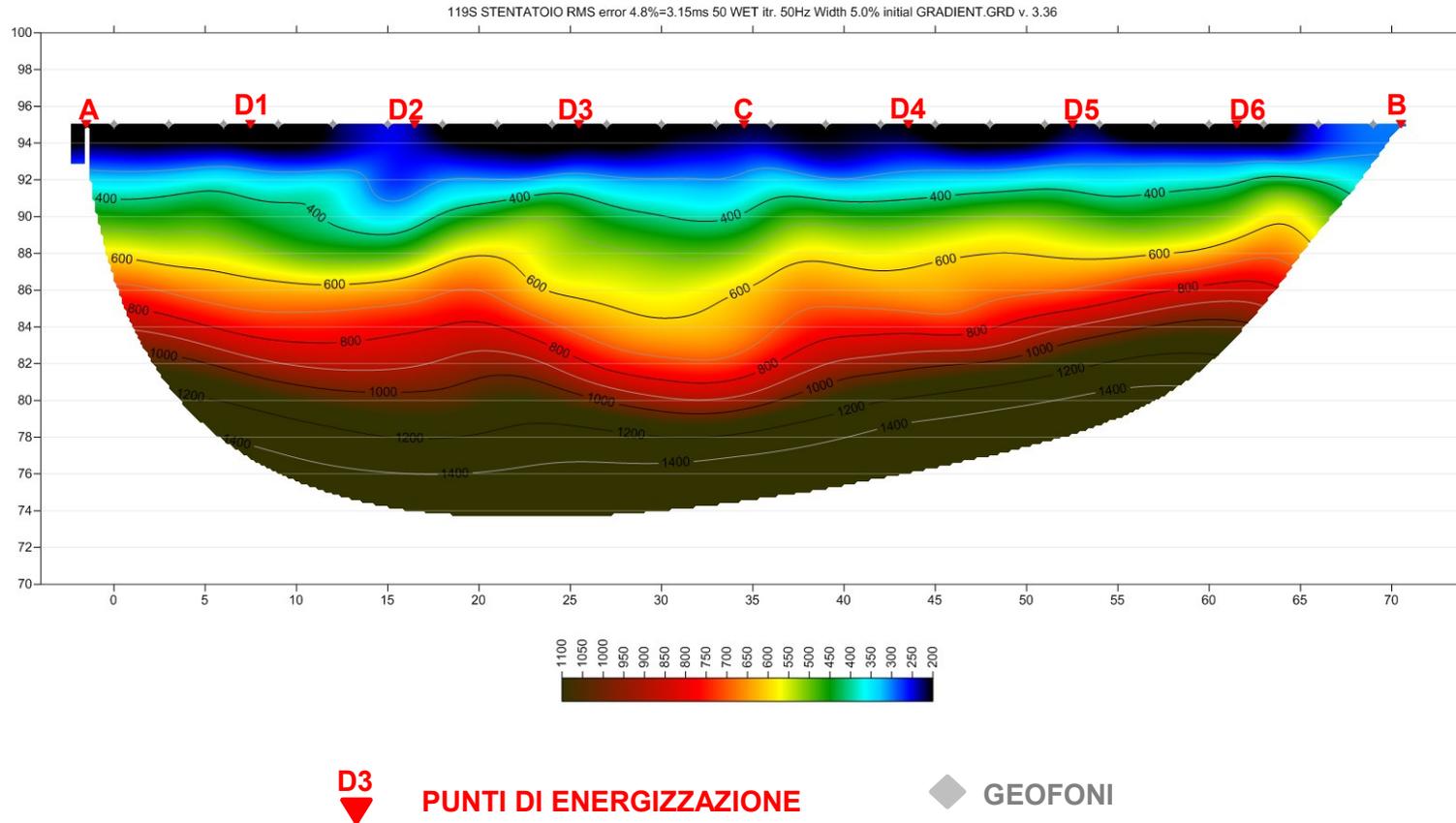


Fig. X-4: Stesa sismica 119_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400

**XI. ALLEGATO GRAFICO: 113_MASW ANALISI MASW ZVF+THF CONGIUNTE
- SISMOGRAMMA – SPETTRO E CURVA DISPERSIONE – RISULTATI
MODELLO - STRATIGRAFIA – PROFILO V_s**

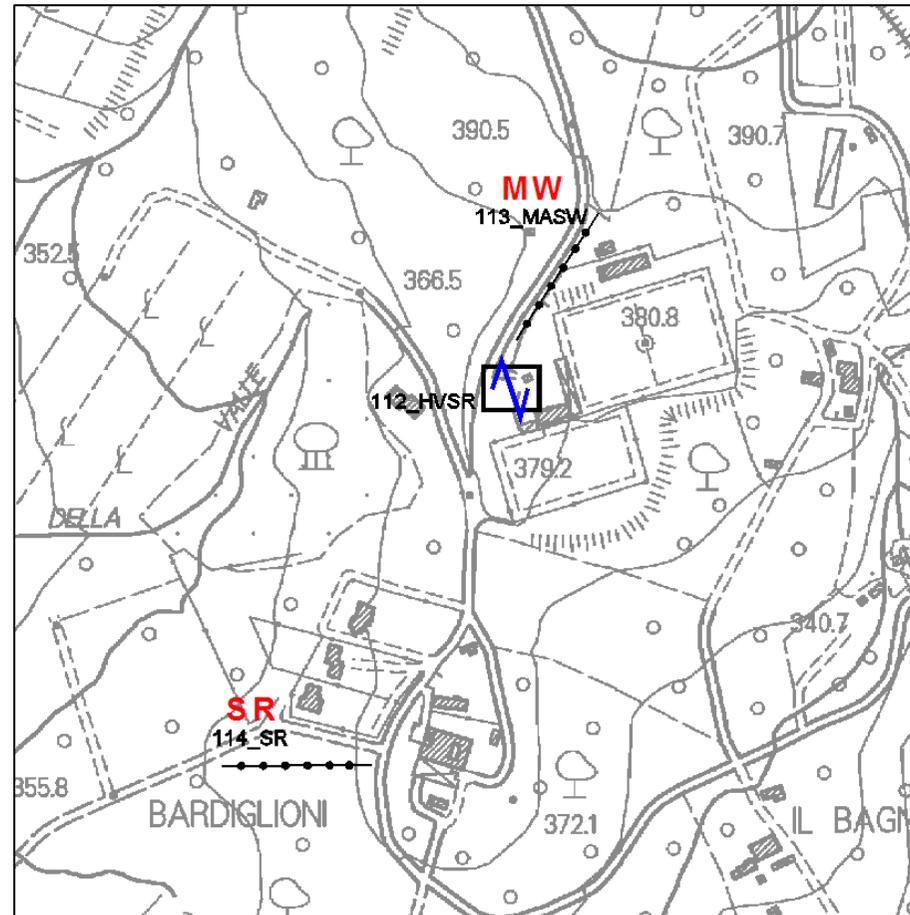


Fig. XI-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000

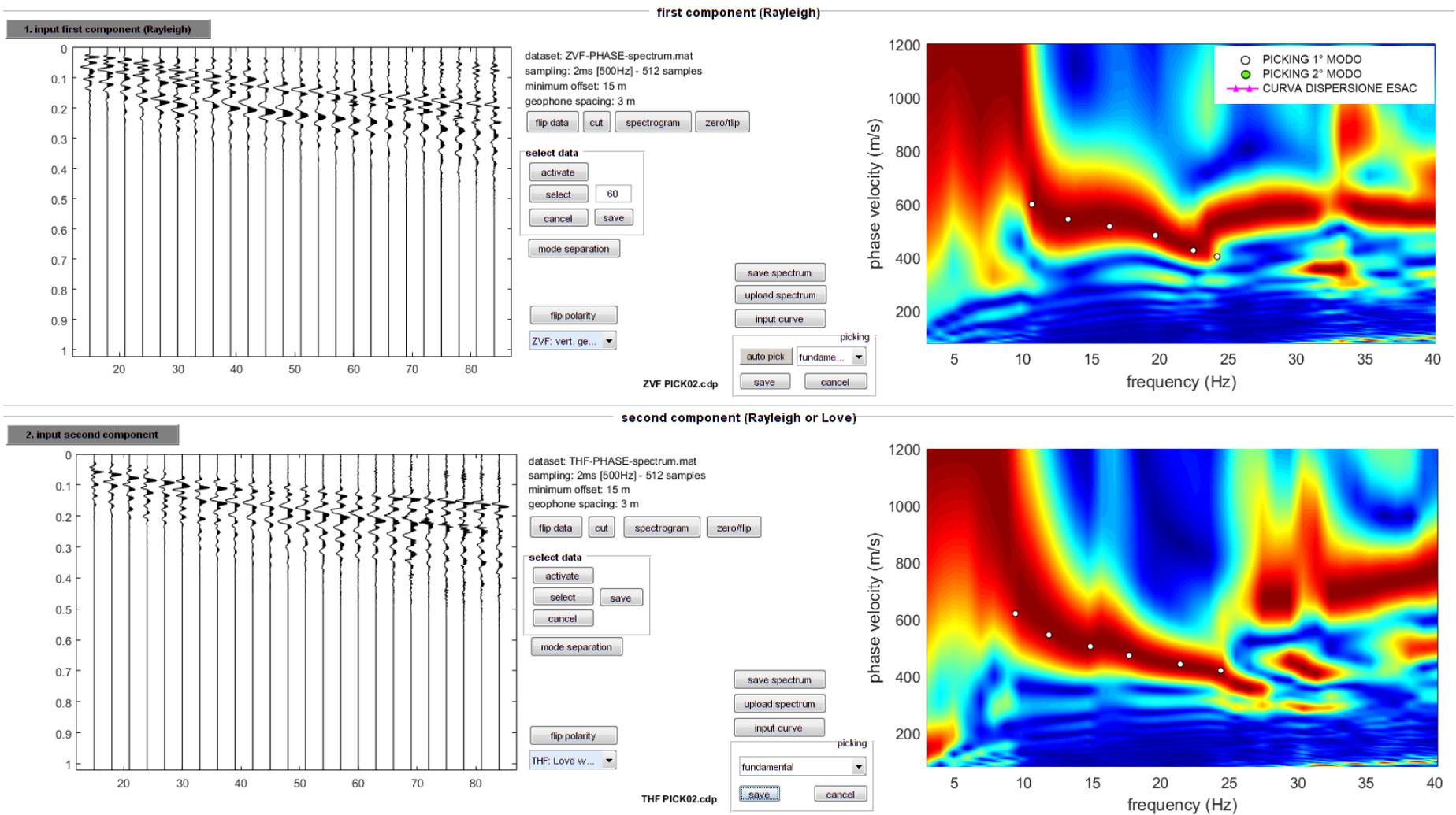
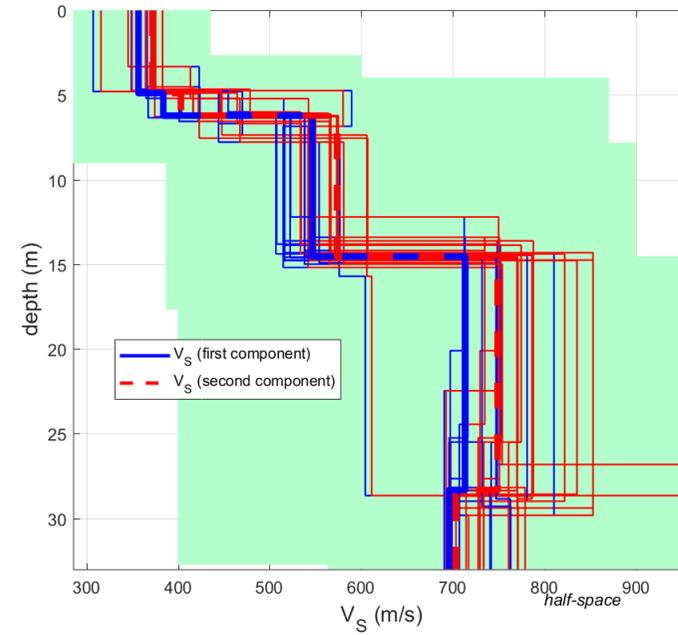
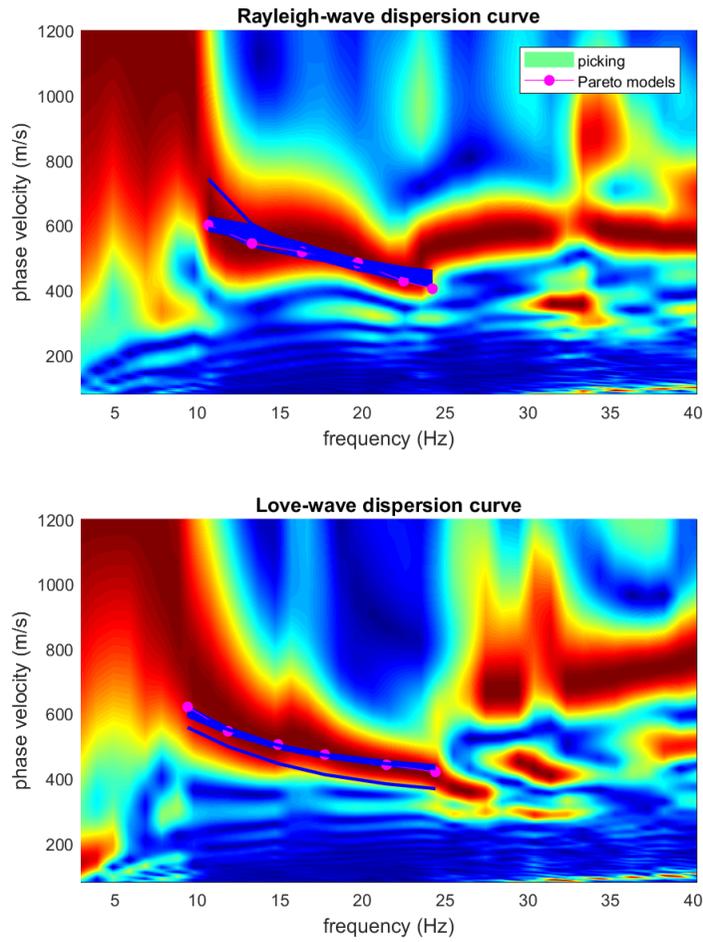


Fig. XI-2: 113_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Sismogrammi (sinistra) - Spettri di velocità con picking



Rayleigh dataset: ZVF-PHASE-spectrum.mat
 Love dataset: THF-PHASE-spectrum.mat
 Rayleigh wave dispersion curve: ZVF PICK02.cdp
 Love wave dispersion curve: THF PICK02.cdp

Fig. XI-3: 113_MASW – Analisi MASW ZVF+THF – Risultati del Best Model

PROF. (m)	SPESSORE (m)	Vsv (m/s)	Vsh (m/s)	Vp (m/s)	ρ (kg/mc)	ν
4.72	4.72	356	367	1158	2090	0.45
6.41	1.69	424	432	976	2050	0.38
14.33	7.92	532	559	1122	2080	0.35
26.7	12.37	738	768	1507	2150	0.34
-	-	746	765	1539	2160	0.35
	Vseq	563	584			

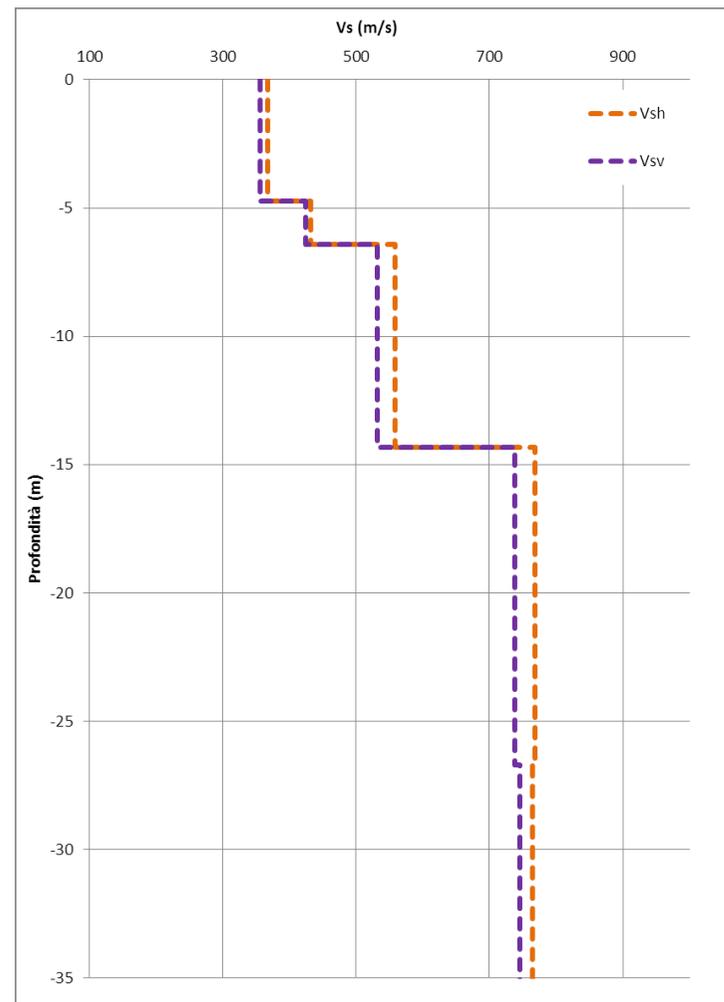


Fig. XI-4: 113_MASW - Analisi MASW ZVF+THF - Profili di velocità (Mean Model)

**ALLEGATO TECNICO 3 – ACQUISIZIONI MICROTREMORI – RAPPORTO
SPETTRALE H/V – SPETTRO DELLE SINGOLE COMPONENTI – CRITERI
DI AFFIDABILITÀ SESAME – CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA
ALBARELLO ET ALII**

Riepilogo risultati misure HVSR

ID	COD		FREQUENZA PICCO (Hz)	AMPIEZZA	CLASSE
1	109_HVSR	MASSOLINA	3.91	4.1	A1
2	110_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
3	111_HVSR		4.94	2.43	A2
4	112_HVSR	PELAGO	3.94	2.13	A2
5	116_HVSR	DIACCETO	1.34	1.76	A2
6	117_HVSR		LA MISURA NON PRESENTA PICCHI SIGNIFICATIVI		A2
7	118_HVSR		10.44	2.49	A2

**MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO
COMUNE DI PELAGO (FI)**

**STAZIONE 109
MASSOLINA**

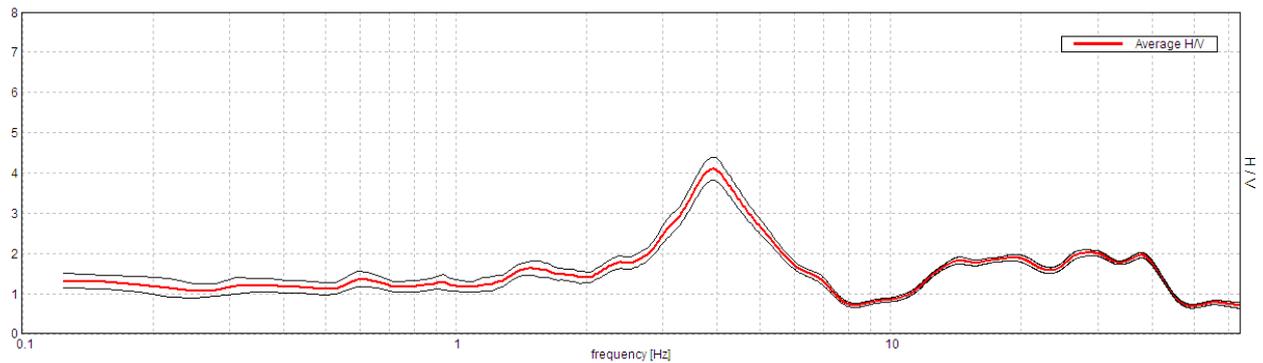
Stazione	109
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	29/06/19
Coordinate Lat.	43°46.0239 N
Coordinate Long.	011°27.6188 E
Durata registrazione:	20 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	20 s
Numero di finestre analizzate	54 (90% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



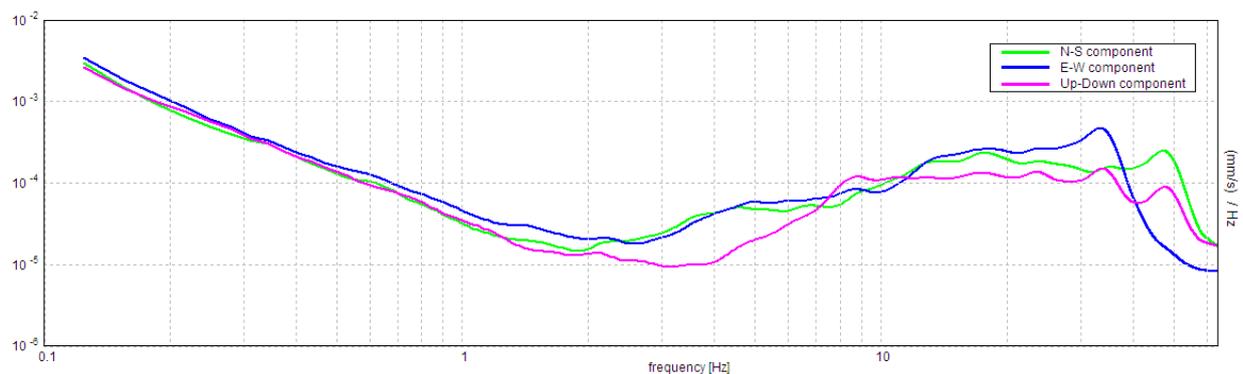
Frequenza del picco H/V max (f_0)	3.91 ± 0.15 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	4.10

RAPPORTO SPETTRALE H/V

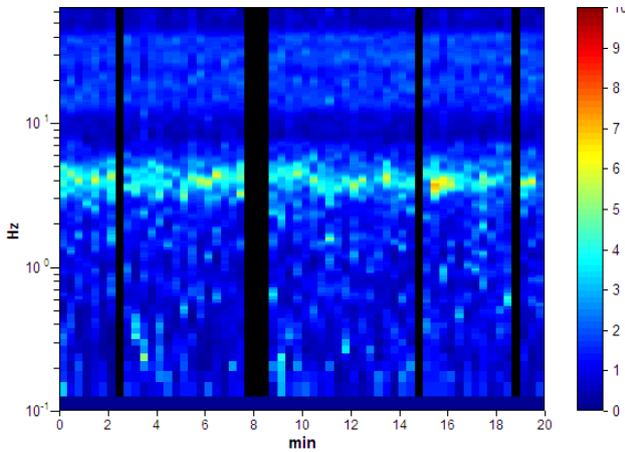
Max. H/V at 3.91 ± 0.15 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



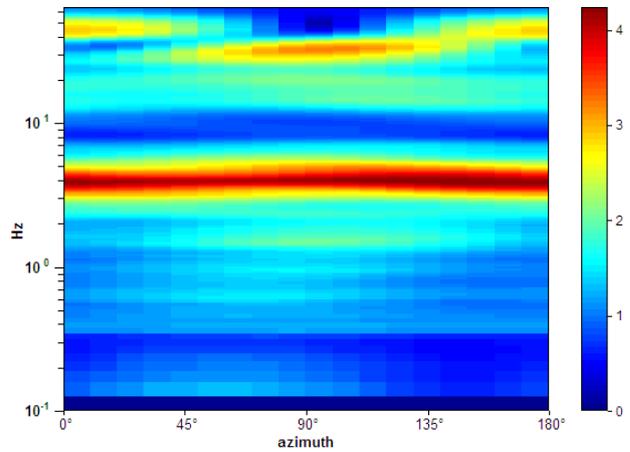
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 3.91 ± 0.15 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.91 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4218.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 188 times	OK	

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.781 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.10 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03964 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.15485 < 0.19531$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2914 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 20	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w /$ durata registrazione)= 90%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A1

MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO COMUNE DI PELAGO (FI)

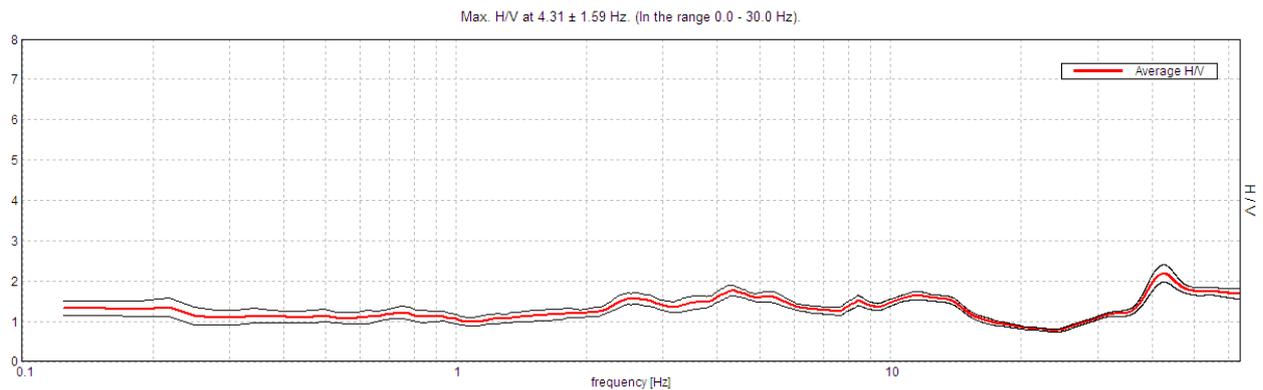
STAZIONE 110
MASSOLINA

Stazione	110
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	29/06/19
Coordinate Lat.	43°45.8121 N
Coordinate Long.	011°27.8881 E
Durata registrazione:	20 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	20 s
Numero di finestre analizzate	54 (90% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale

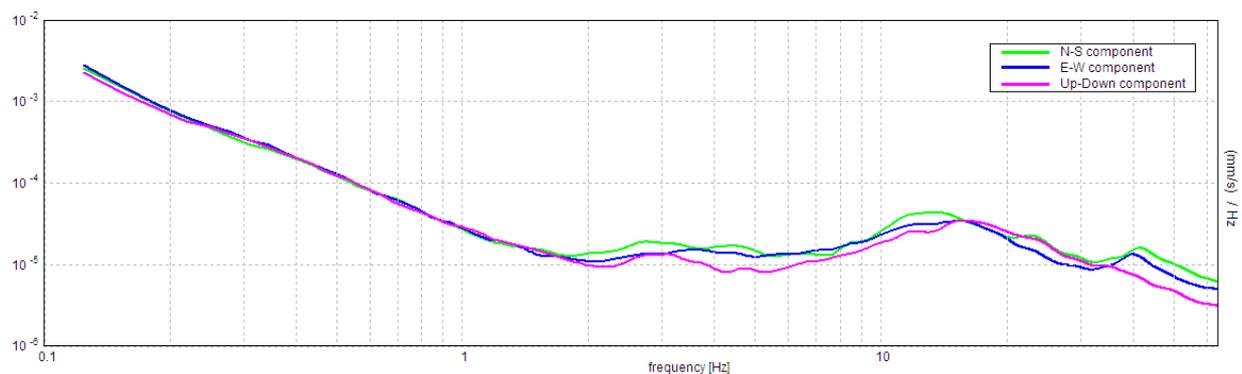


Frequenza del picco H/V max (f_0)	4.31 ± 1.59 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.76

RAPPORTO SPETTRALE H/V

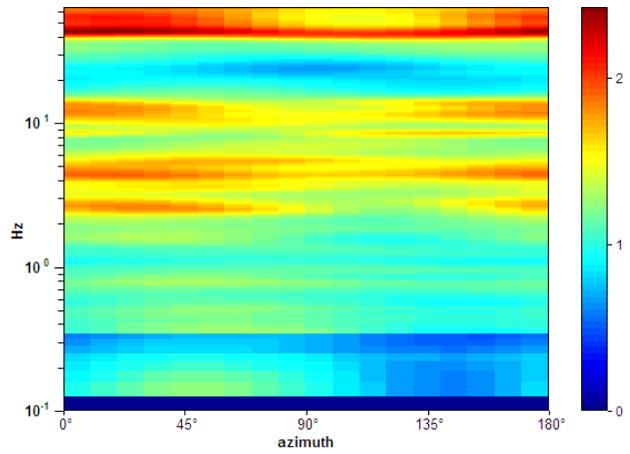
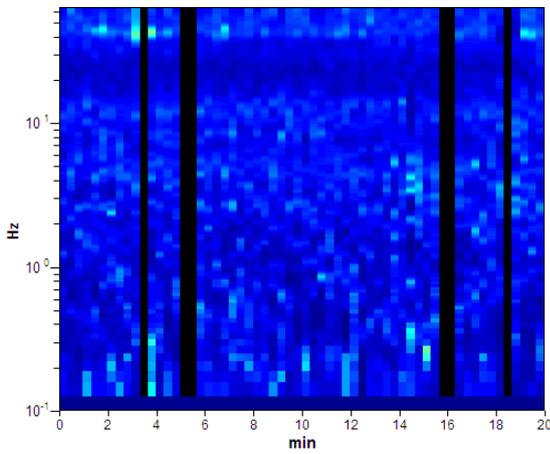


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V

DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 4.31 ± 1.59 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.31 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4657.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 208 times	OK	

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.76 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.36962 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.59397 < 0.21563$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1317 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 20	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 90%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

**MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO
COMUNE DI PELAGO (FI)**

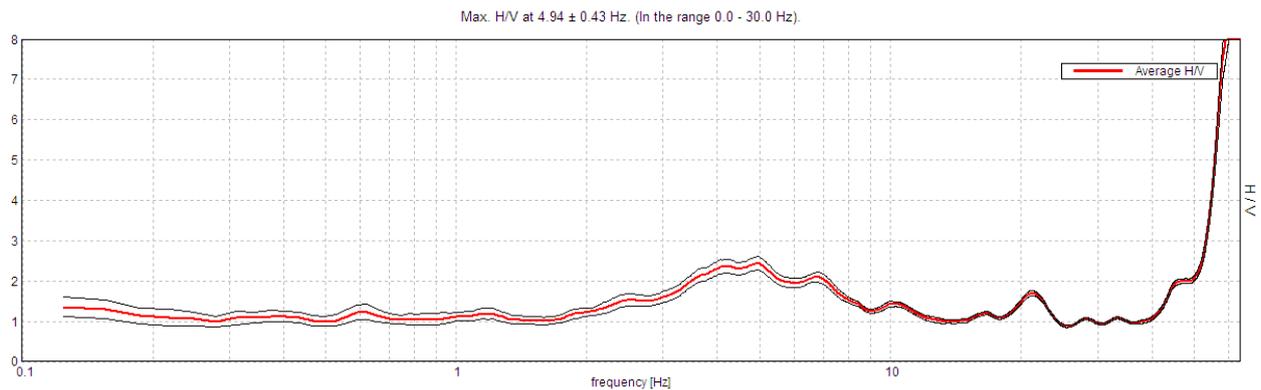
**STAZIONE 111
MASSOLINA**

Stazione	111
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	29/06/19
Coordinate Lat.	43°45.8243 N
Coordinate Long.	011°27.9868 E
Durata registrazione:	20 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	20 s
Numero di finestre analizzate	58 (97% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale

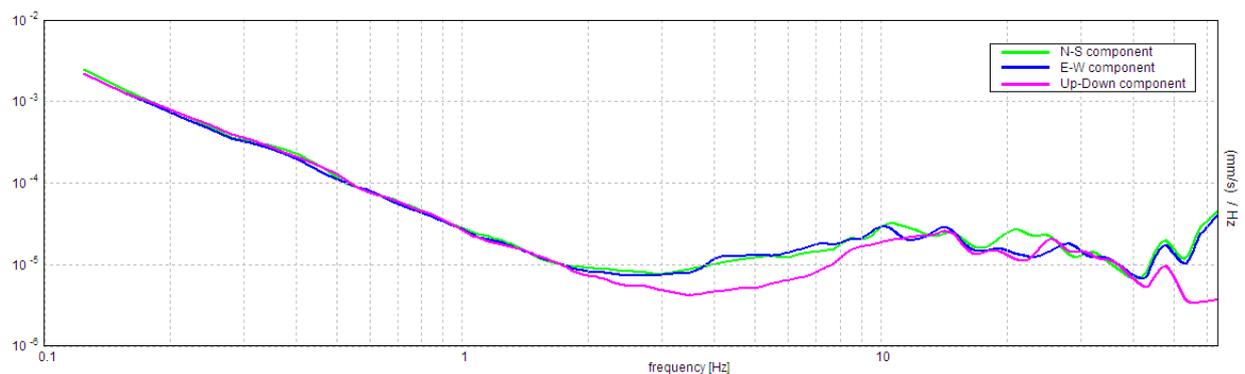


Frequenza del picco H/V max (f_0)	4.94 ± 0.43 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.43

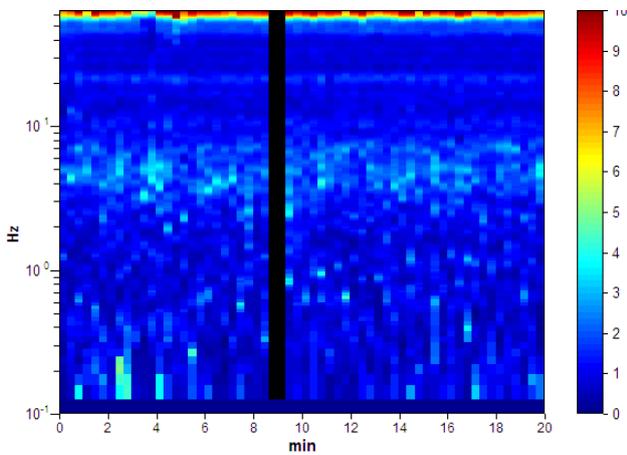
RAPPORTO SPETTRALE H/V



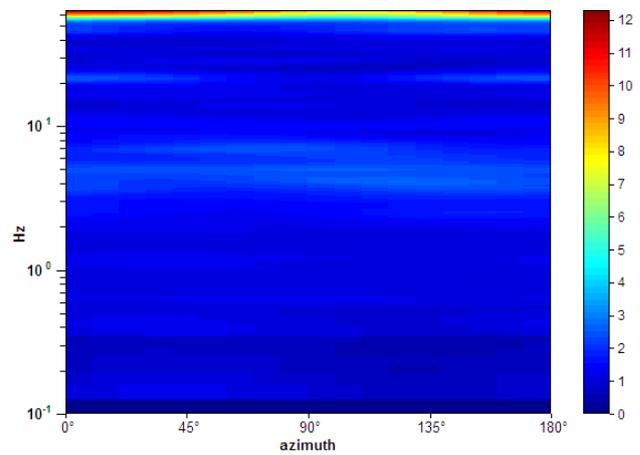
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 4.94 ± 0.43 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5727.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz	Exceeded 0 out of 238 times	OK	

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.938 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.43 > 2$	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08746 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.43184 < 0.24688$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.166 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 20	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 97%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO COMUNE DI PELAGO (FI)

STAZIONE 112
PELAGO

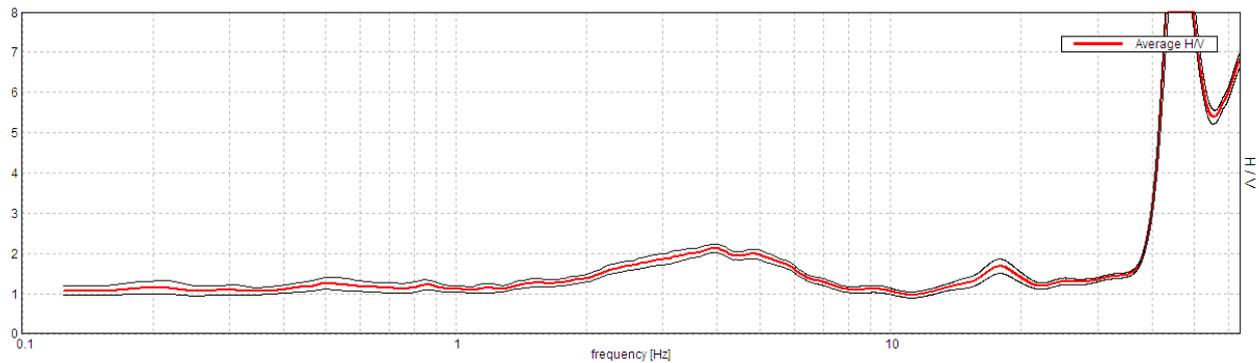
Stazione	112
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	28/06/19
Coordinate Lat.	43°46.6473 N
Coordinate Long.	011°29.9671 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	30 s
Numero di finestre analizzate	71 (89% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



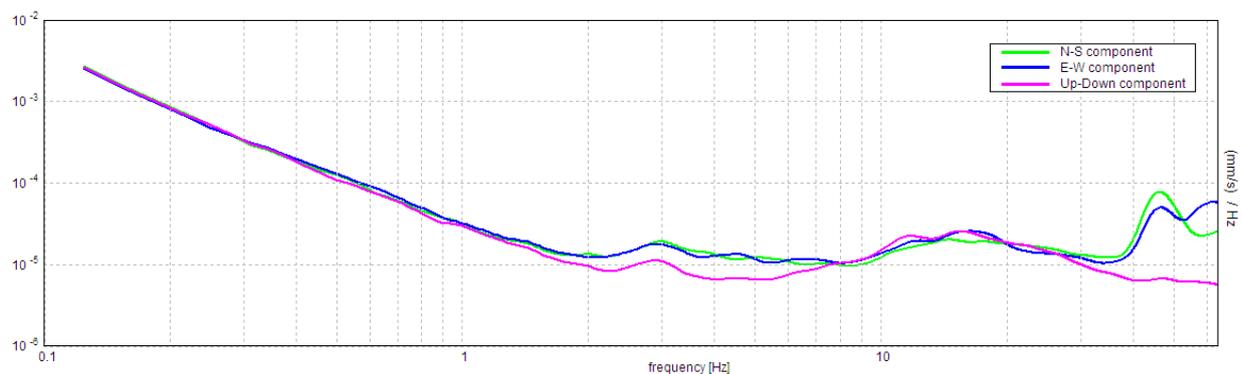
Frequenza del picco H/V max (f_0)	3.94 ± 0.48 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.13

RAPPORTO SPETTRALE H/V

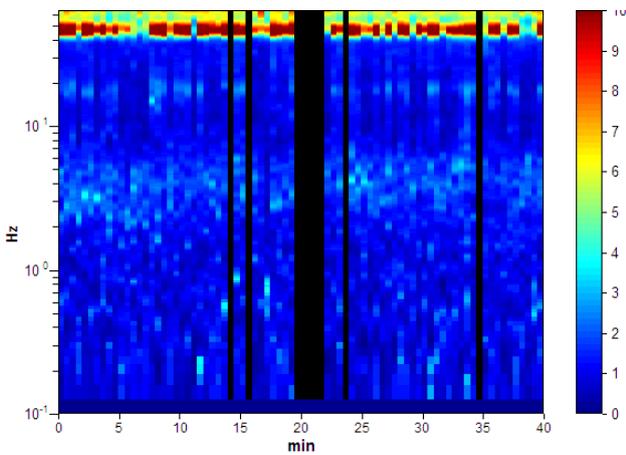
Max. H/V at 3.94 ± 0.48 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



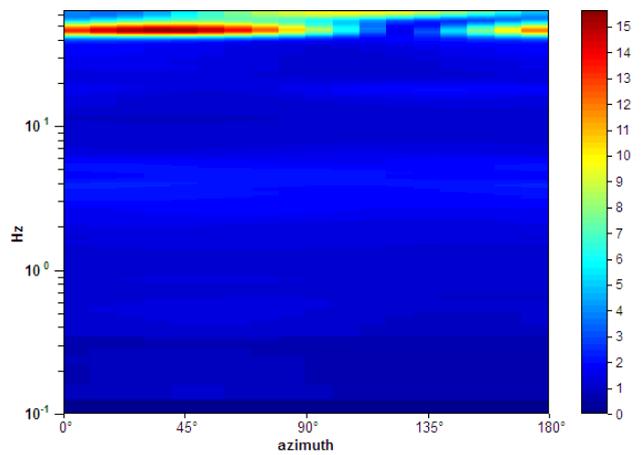
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 3.94 ± 0.48 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.94 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$8386.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 190 times	OK	

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.13 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.12081 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.4757 < 0.19688$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1041 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 20	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 89%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

**MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO
COMUNE DI PELAGO (FI)**

**STAZIONE 116
DIACCETO**

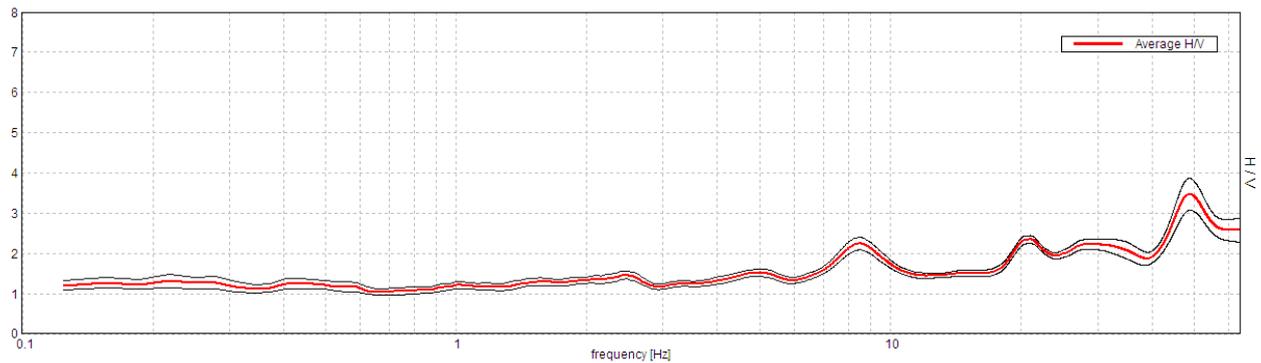
Stazione	116
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	28/06/19
Coordinate Lat.	43°47.2118 N
Coordinate Long.	011°30.3386 E
Durata registrazione:	40 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	30 s
Numero di finestre analizzate	80 (100% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



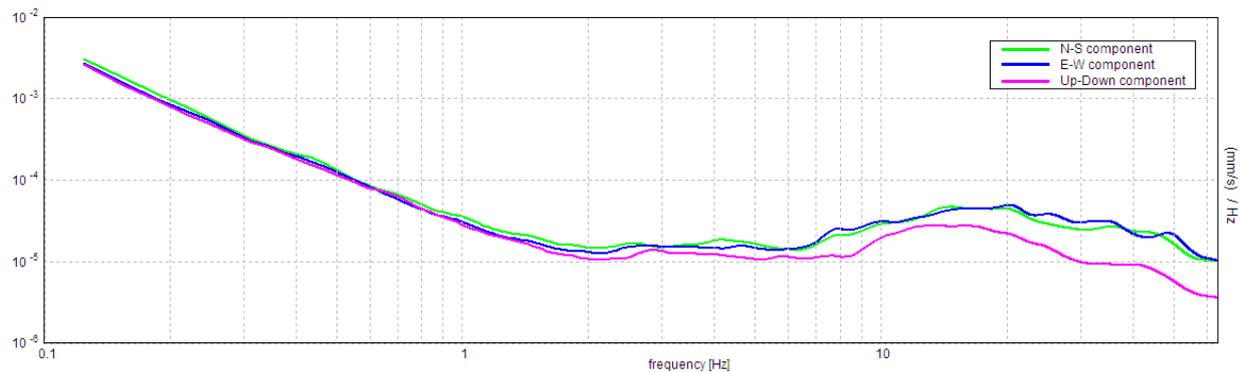
Frequenza del picco H/V max (f_0)	20.94 ± 7.99 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.35

RAPPORTO SPETTRALE H/V

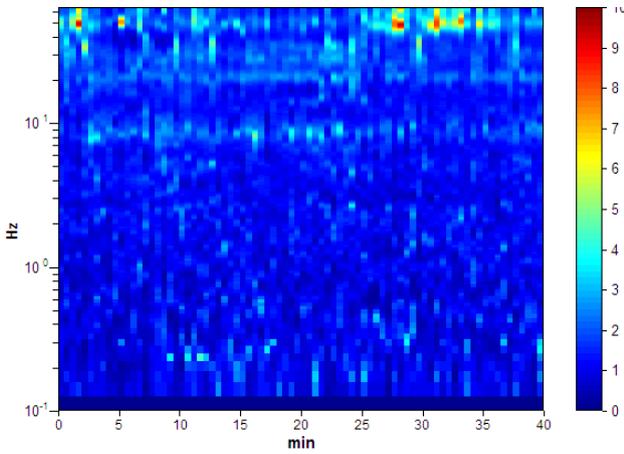
Max. H/V at 20.94 ± 7.99 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz)



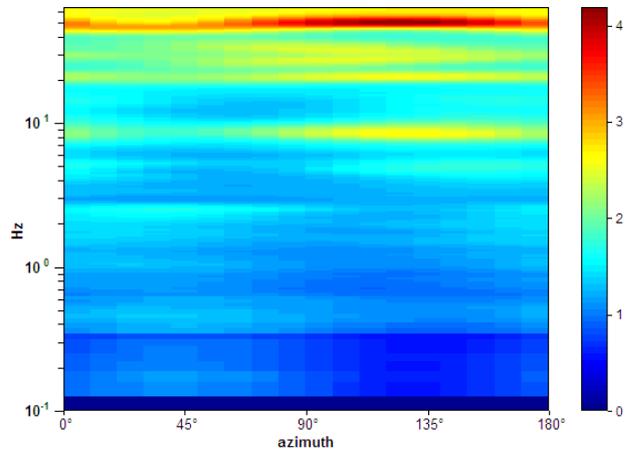
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 20.94 ± 7.99 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$20.94 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$50250.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1006 times	OK	

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.35 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.38168 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$7.99152 < 1.04688$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0985 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 20	SI
STAZIONARIETA'	$\% (\sum L_w / \text{durata registrazione}) = 100\%$	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

Presenza di un secondo picco a 8.45 Hz

**MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO
COMUNE DI PELAGO (FI)**

**STAZIONE 117
DIACCETO**

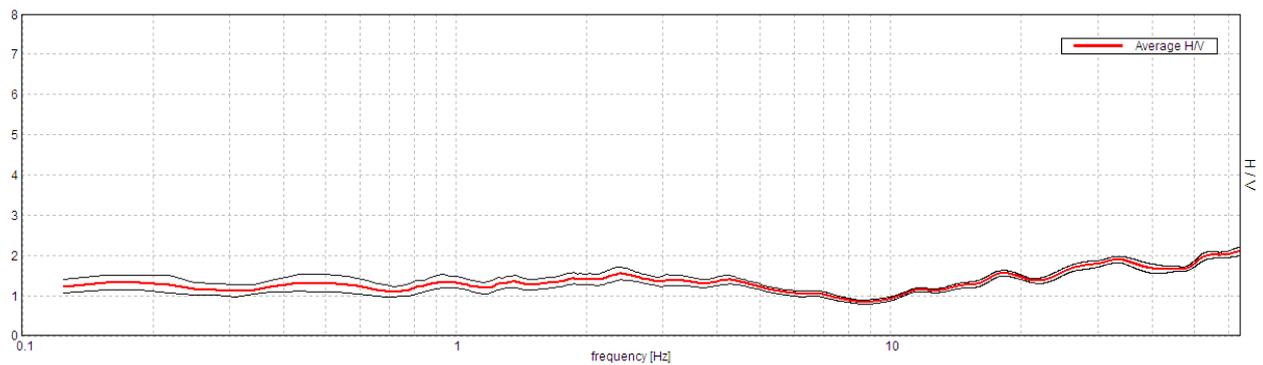
Stazione	117
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	29/06/19
Coordinate Lat.	43°46.9973 N
Coordinate Long.	011°29.8637 E
Durata registrazione:	20 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	20 s
Numero di finestre analizzate	53 (88% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



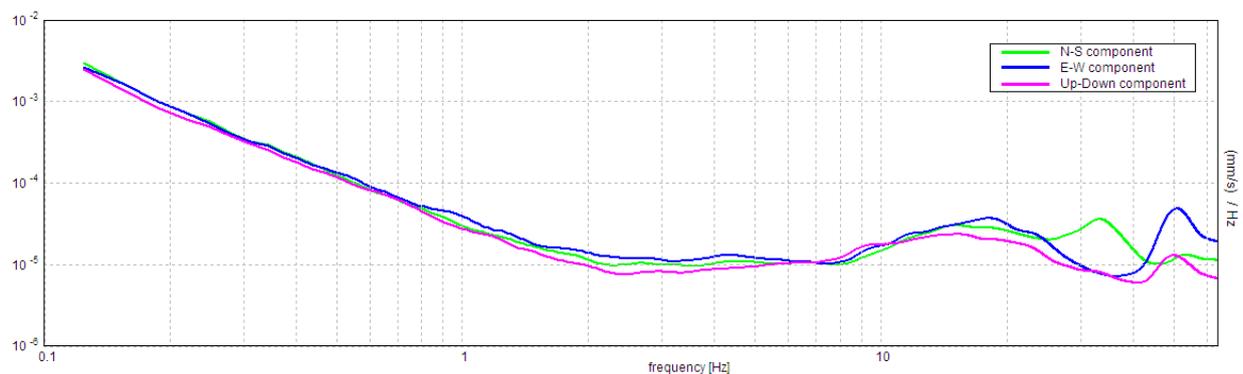
Frequenza del picco H/V max (f_0)	29.97 ± 10.76 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	1.79

RAPPORTO SPETTRALE H/V

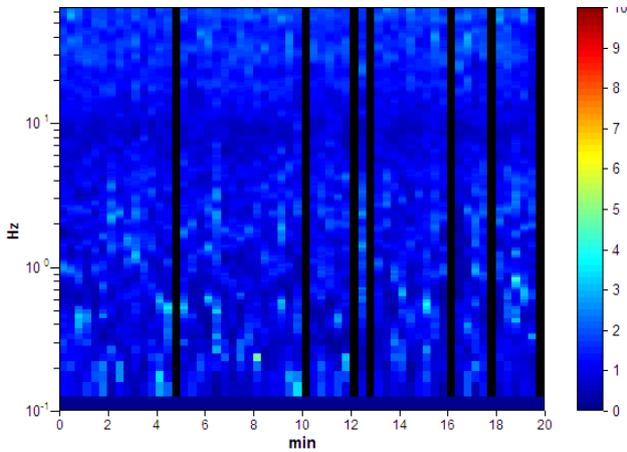
Max. H/V at 29.97 ± 10.76 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



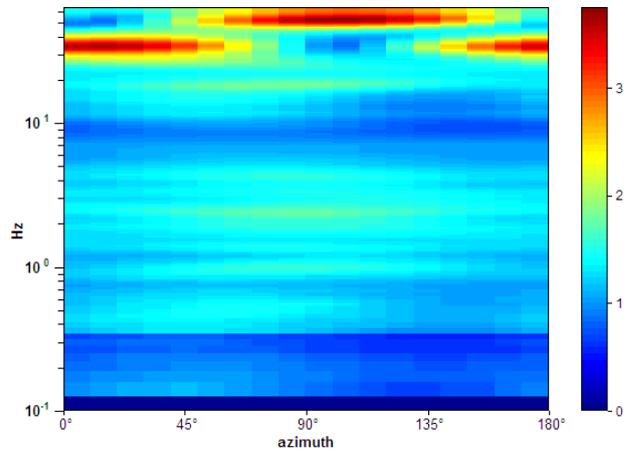
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 29.97 ± 10.76 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$29.97 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$31766.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1440 times	OK	

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.719 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.79 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.35893 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$10.75663 < 1.49844$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0817 < 1.58$	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 20	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 88%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

La misura non presenta picchi significativi

MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO COMUNE DI PELAGO (FI)

STAZIONE 118
DIACCETO

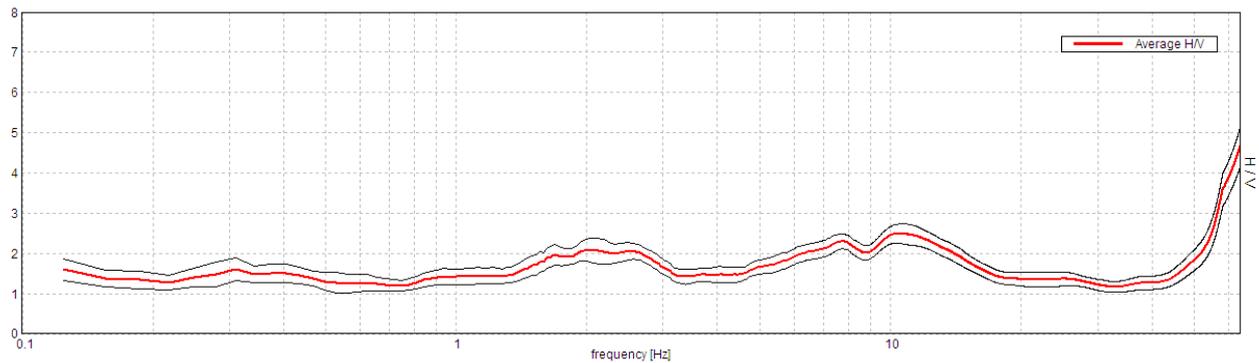
Stazione	118
Strumento	Tromino Micromed
Data acquisizione	29/06/19
Coordinate Lat.	43°47.2880 N
Coordinate Long.	011°29.7362 E
Durata registrazione:	20 minuti
Freq. campionamento	128 Hz
Lunghezza finestre:	20 s
Numero di finestre analizzate	49 (82% del tracciato)
Tipo di lisciamento:	Triangular window
Lisciamento:	10%
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo Naturale



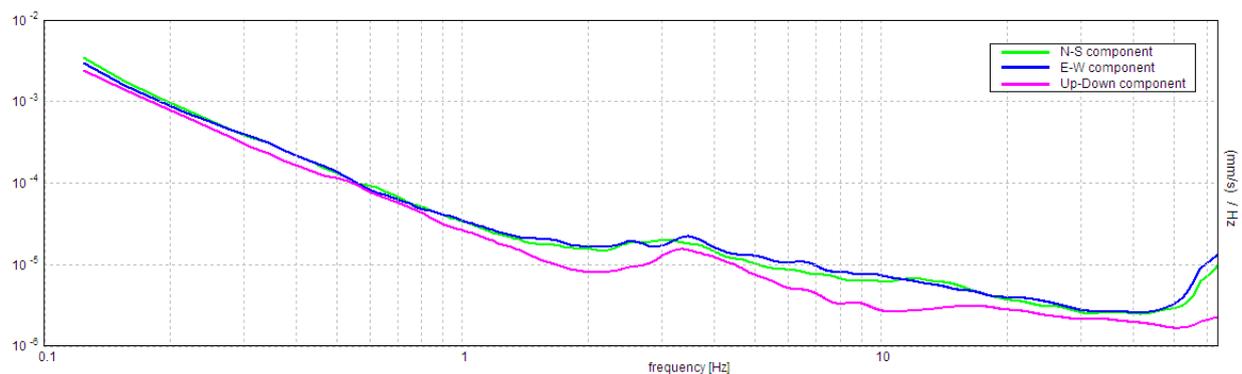
Frequenza del picco H/V max (f_0)	10.44 ± 1.36 Hz
Ampiezza Media alla frequenza f_0	2.49

RAPPORTO SPETTRALE H/V

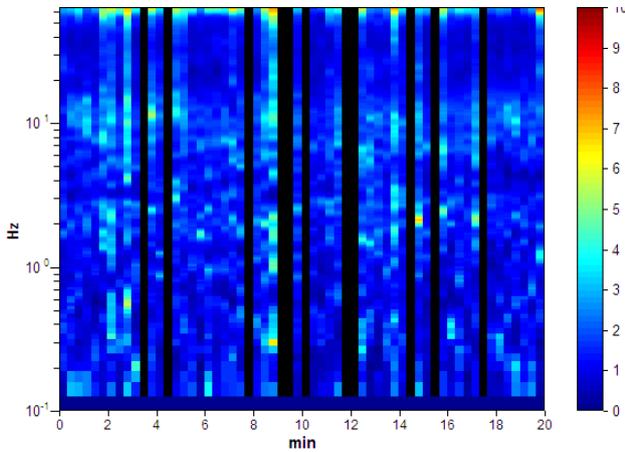
Max. H/V at 10.44 ± 1.36 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



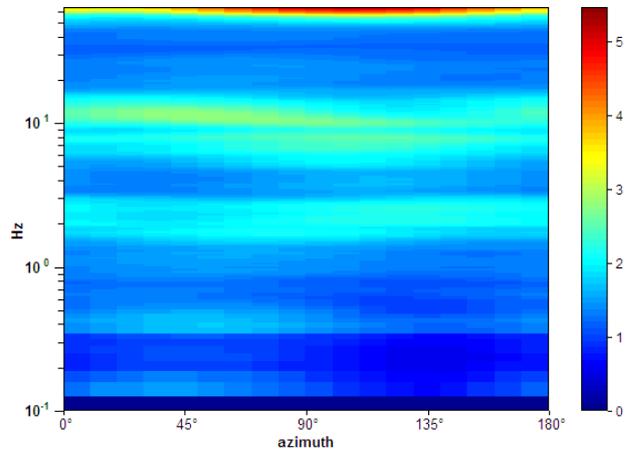
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI DI AFFIDABILITA' SESAME

Max. H/V at 10.44 ± 1.36 Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	10.44 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	10228.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 502 times	OK	

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	29.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.49 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.12987 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.35556 < 0.52188		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2355 < 1.58	OK	

CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

DURATA	Durata registrazione (min): 20	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ / durata registrazione)= 82%	SI
ISOTROPIA		SI
ASSENZA DISTURBI		SI
PLAUSIBILITA' FISICA		SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre criteri SESAME per una curva affidabile	SI

CLASSE

A2

Presenza di un secondo picco a 2.04 Hz (Ampiezza Media alla frequenza f_0 2.07)