

REGIONE
TOSCANA

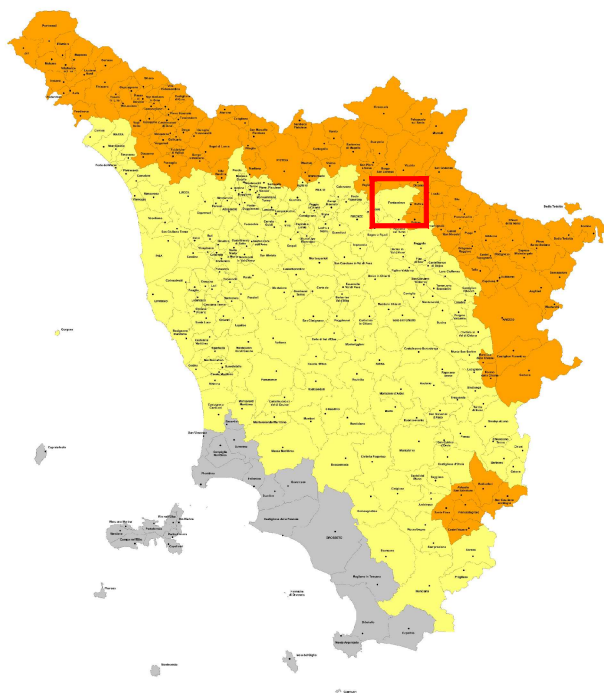


INDAGINI GEOFISICHE INTEGRATE DI
CARATTERIZZAZIONE SISMICA E PROPEDEUTICHE
ALLA REDAZIONE DI CARTOGRAFIE DI
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2

RELAZIONE TECNICA

Regione Toscana
Comune di Pontassieve (FI)

MAGGIO 2019



COORDINATORE DEL PROGETTO:



Geo-Eco Progetti
via A. Del Castagno n°8
Firenze

ESECUZIONE INDAGINI:



ENKI s.r.l.
Società di ingegneria
civile ed ambientale
via G. B. Lulli n°62
Firenze

SOMMARIO RELAZIONE TECNICA INTERPRETATIVA

SOMMARIO RELAZIONE TECNICA INTERPRETATIVA	3
INDICE FIGURE E TABELLE RELAZIONE TECNICA	4
INDICE FIGURE E TABELLE ALLEGATO TECNICO	4
INDAGINI GEOFISICHE INTEGRATE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI	12
1 Introduzione	12
1.1 Premesse	12
1.2 Contesto	12
1.3 Scopo delle indagini	12
1.4 Scelta delle zone oggetto delle indagini	12
1.5 Descrizione dei contenuti della relazione	14
2 Caratterizzazione sismica	14
2.1 Sismica a rifrazione	15
2.2 Tomografia sismica in onde P ed SH	16
2.3 Strumentazione e metodologia per sismica a rifrazione e tecnica tomografica	17
3 Elaborazione dati e risultati	19
3.1 Elaborazione dei dati sismici con metodi a rifrazione	19
3.2 Elaborazione dei dati sismici con tecnica tomografica	21
4 Glossario	23
5 Riferimenti normativi e bibliografici	24
5.1 Riferimenti normativi e specifiche tecniche	24
5.2 Riferimenti bibliografici	24
 ALLEGATO TECNICO 1 - SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTI, SENSORI, SOFTWARE DI ACQUISIZIONE ED ANALISI	 27
 ALLEGATO TECNICO 2 – RISULTATI OTTENUTI DALLE STESE SISMICHE A RIFRAZIONE ..	 39
I. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 115_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA’ E VELOCITA’ RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	 40
II. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 115_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA’ E VELOCITA’ RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	 54
III. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 116_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA’ E VELOCITA’ RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	 73

IV.	ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 116_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	87
V.	ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 117_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	106
VI.	ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 117_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	120
VII.	ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 118_SR ONDE P – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	139
VIII.	ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 118_SR ONDE SH – SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA' RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE – TOMOGRAFIE	153

* * *

TAVOLE:

01 – CARTE INDAGINI

02 - CARTE INDAGINI DI DETTAGLIO

INDICE FIGURE E TABELLE RELAZIONE TECNICA

Figura 2-1: Schema acquisizioni prospezioni sismiche	18
Figura 3-1: Confronto shot break primi arrivi e dromocrone	21
Tabella 1.1: Individuazione e numerazione delle indagini.....	13
Tabella 2-1: Riepilogo geometria prospezioni sismiche.....	18
Tabella 2-2: Distanze punti di energizzazione dal primo geofono.....	18
Tabella 3-1: Riepilogo spessori e velocità sismostrati onde P ed SH	20

INDICE FIGURE E TABELLE ALLEGATO TECNICO

Allegato 1. 1: Sismografo Summit	28
Allegato 1. 2: Specifiche tecniche Sismografo Summit.....	29
Allegato 1. 3: Specifiche tecniche geofoni orizzontali 10 Hz – SENSOR NEDERLAND	30
Allegato 1. 4: Specifiche tecniche geofoni verticali 14 Hz – GEOSPACE	31
Allegato 1. 5: Specifiche tecniche geofoni verticali 4.5 Hz – RTC CLARK.....	32
Allegato 1. 6: Tromino Microtremori	33

Allegato 1. 7: Tromino Microtremori	34
Allegato 1. 8: Software Rayfract ver. 3.24 per tomografia sismica.....	35
Allegato 1. 9: Software Swan per tecnica MASW e REMI	36
Allegato 1. 10: Software WinMASW Academy 6.0 per tecnica MASW-REMI-ESAC e fattore di qualità	37
Allegato 1. 11: Software grilla per analisi microtremori.....	38

INDICE FIGURE E TABELLE ALLEGATI GRAFICI

Fig. I-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	41
Fig. I-2: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400.....	51
Fig. I-3: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400	52
Fig. I-4: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400	53
Fig. II-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000.....	55
Fig. II-2: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400.....	70
Fig. II-3: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400.....	71
.....	72
Fig. II-4: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400.....	72
Fig. III-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000.....	74
Fig. III-2: Stesa sismica 116_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:500.....	84
Fig. III-3: Stesa sismica 116_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500	85
Fig. III-4: Stesa sismica 116_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:500	86
Fig. IV-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	88
.....	103
Fig. IV-2: Stesa sismica 116_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:500.....	103
Fig. IV-3: Stesa sismica 116_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500	104
Fig. IV-4: Stesa sismica 116_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:500	105
Fig. V-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	107
Fig. V-2: Stesa sismica 117_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:500	117
Fig. V-3: Stesa sismica 117_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500.....	118
Fig. V-4: Stesa sismica 117_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:500.....	119
Fig. VI-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	121
Fig. VI-2: Stesa sismica 117_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:500.....	136
Fig. VI-3: Stesa sismica 117_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500	137
Fig. VI-4: Stesa sismica 117_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:500	138
Fig. VII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	140
Fig. VII-2: Stesa sismica 118_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400	150
Fig. VII-3: Stesa sismica 118_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400.....	151
Fig. VII-4: Stesa sismica 118_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400.....	152

Fig. VIII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000	154
Fig. VIII-2: Stesa sismica 118_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400.....	169
Fig. VIII-3: Stesa sismica 118_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400	170
.....	171
Fig. VIII-4: Stesa sismica 118_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400	171
Tab. I-1: Stesa sismica 115_SR ONDE P - Schema dettagliato	48
Tab. I-2: Stesa sismica 115_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	48
Tab. I-3: Stesa sismica 115_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi	49
Tab. I-4: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	50
Tab. II-1: Stesa sismica 115_SR ONDE SH - Schema dettagliato	67
Tab. II-2: Stesa sismica 115_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)	67
Tab. II-3: Stesa sismica 115_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi.....	68
Tab. II-4: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	69
Tab. III-1: Stesa sismica 116_SR ONDE P - Schema dettagliato	81
Tab. III-2: Stesa sismica 116_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	81
Tab. III-3: Stesa sismica 116_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi	82
Tab. III-4: Stesa sismica 116_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	83
Tab. IV-1: Stesa sismica 116_SR ONDE SH - Schema dettagliato	100
Tab. IV-2: Stesa sismica 116_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	100
Tab. IV-3: Stesa sismica 116_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi	101
Tab. IV-4: Stesa sismica 116_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	102
Tab. V-1: Stesa sismica 117_SR ONDE P - Schema dettagliato.....	114
Tab. V-2: Stesa sismica 117_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	114
Tab. V-3: Stesa sismica 117_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi.....	115
Tab. V-4: Stesa sismica 117_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	116
Tab. VI-1: Stesa sismica 117_SR ONDE SH - Schema dettagliato	133
Tab. VI-2: Stesa sismica 117_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	133
Tab. VI-3: Stesa sismica 117_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi	134
Tab. VI-4: Stesa sismica 117_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	135
Tab. VII-1: Stesa sismica 118_SR ONDE P - Schema dettagliato.....	147
Tab. VII-2: Stesa sismica 118_SR ONDE P - Punti energizzazione (SCOPPIO).....	147

Tab. VII-3: Stesa sismica 118_SR ONDE P - Tabella scoppi - primi arrivi.....	148
Tab. VII-4:Stesa sismica 118_SR ONDE P – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	149
Tab. VIII-1: Stesa sismica 118_SR ONDE SH - Schema dettagliato	166
Tab. VIII-2: Stesa sismica 118_SR ONDE SH - Punti energizzazione (SCOPPIO)	166
Tab. VIII-3: Stesa sismica 118_SR ONDE SH- Tabella scoppi - primi arrivi	167
Tab. VIII-4:Stesa sismica 118_SR ONDE SH – Sezione sismostratigrafica - Rifrattori spessori e velocità	168

INDICE SISMOGRAMMI ALLEGATI GRAFICI

Sism. I-1: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza.....	42
Sism. I-2: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza.....	42
Sism. I-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	43
Sism. I-4: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza.....	43
Sism. I-5: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	44
Sism. I-6: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	44
Sism. I-7: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza.....	45
Sism. I-8: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	45
Sism. I-9: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza.....	46
Sism. I-10: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza.....	46
Sism. I-11: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza.....	47
Sism. II-1: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza	56
Sism. II-2: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza.....	56
Sism. II-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza.....	57
Sism. II-4: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza.....	57
Sism. II-5: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza.....	58
Sism. II-6: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza.....	58
Sism. II-7: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza.....	59
Sism. II-8: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza.....	59
Sism. II-9: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza.....	60
Sism. II-10: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza.....	60
Sism. II-11: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza.....	61
Sism. II-12: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza.....	61
Sism. II-13: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza.....	62
Sism. II-14: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza.....	62
Sism. II-15: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza.....	63
Sism. II-16: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza.....	63
Sism. II-17: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza.....	64
Sism. II-18: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza.....	64
Sism. II-19: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza.....	65
Sism. II-20: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza.....	65
Sism. II-21: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza.....	66
Sism. II-22: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza.....	66
Sism. III-1: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza.....	75
Sism. III-2: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza.....	75
Sism. III-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	76
Sism. III-4: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza.....	76

Sism. III-5: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	77
Sism. III-6: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	77
Sism. III-7: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza.....	78
Sism. III-8: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	78
Sism. III-9: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza.....	79
Sism. III-10: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza.....	79
Sism. III-11: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza.....	80
Sism. IV-1: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza.....	89
Sism. IV-2: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza	89
Sism. IV-3: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza	90
Sism. IV-4: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza	90
Sism. IV-5: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza	91
Sism. IV-6: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza	91
Sism. IV-7: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza	92
Sism. IV-8: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza	92
Sism. IV-9: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza	93
Sism. IV-10: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza	93
Sism. IV-11: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza	94
Sism. IV-12: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza	94
Sism. IV-13: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza	95
Sism. IV-14: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza	95
Sism. IV-15: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza	96
Sism. IV-16: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza	96
Sism. IV-17: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza	97
Sism. IV-18: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza	97
Sism. IV-19: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza	98
Sism. IV-20: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza	98
Sism. IV-21: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza	99
Sism. IV-22: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza	99
Sism. V-1: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza	108
Sism. V-2: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza	108
Sism. V-3: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	109
Sism. V-4: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza	109
Sism. V-5: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	110
Sism. V-6: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	110
Sism. V-7: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza	111
Sism. V-8: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	111
Sism. V-9: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza	112

Sism. V-10: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza	112
Sism. V-11: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza	113
Sism. VI-1: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza.....	122
Sism. VI-2: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza	122
Sism. VI-3: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza	123
Sism. VI-4: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza	123
Sism. VI-5: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza	124
Sism. VI-6: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza	124
Sism. VI-7: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza	125
Sism. VI-8: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza	125
Sism. VI-9: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza	126
Sism. VI-10: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza	126
Sism. VI-11: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza	127
Sism. VI-12: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza	127
Sism. VI-13: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza	128
Sism. VI-14: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza	128
Sism. VI-15: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza	129
Sism. VI-16: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza	129
Sism. VI-17: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza	130
Sism. VI-18: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza	130
Sism. VI-19: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza	131
Sism. VI-20: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza	131
Sism. VI-21: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza	132
Sism. VI-22: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza	132
Sism. VII-1: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza	141
Sism. VII-2: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza	141
Sism. VII-3: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza	142
Sism. VII-4: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza	142
Sism. VII-5: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza	143
Sism. VII-6: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza	143
Sism. VII-7: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza	144
Sism. VII-8: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza	144
Sism. VII-9: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza	145
Sism. VII-10: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza	145
Sism. VII-11: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza	146
Sism. VIII-1: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza.....	155
Sism. VIII-2: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza	155
Sism. VIII-3: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza	156

Sism. VIII-4: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza	156
Sism. VIII-5: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza	157
Sism. VIII-6: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza	157
Sism. VIII-7: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza	158
Sism. VIII-8: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza	158
Sism. VIII-9: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza	159
Sism. VIII-10: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza	159
Sism. VIII-11: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza	160
Sism. VIII-12: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza	160
Sism. VIII-13: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza	161
Sism. VIII-14: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza	161
Sism. VIII-15: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza	162
Sism. VIII-16: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza	162
Sism. VIII-17: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza	163
Sism. VIII-18: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza	163
Sism. VIII-19: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza	164
Sism. VIII-20: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza	164
Sism. VIII-21: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza	165
Sism. VIII-22: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza	165

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 Pontassieve (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. 02 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:

- **4 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;

1.4 Scelta delle zone oggetto delle indagini

Le indagini sono state effettuate nel comprensorio del comune di Pontassieve (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	115_SR	PONTASSIEVE		X		
02	116_SR			X		
03	117_SR	MOLIN DEL PIANO		X		
04	118_SR	SIECI		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;

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 Vp;
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;

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 idrofon) ed i trasmettitori (punti di scoppio) su linee parallele;
- utilizzando due fori, residui di sondaggi geognostici, (tomografia cross-hole), dove previo opportuno condizionamento si alloggiano 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:

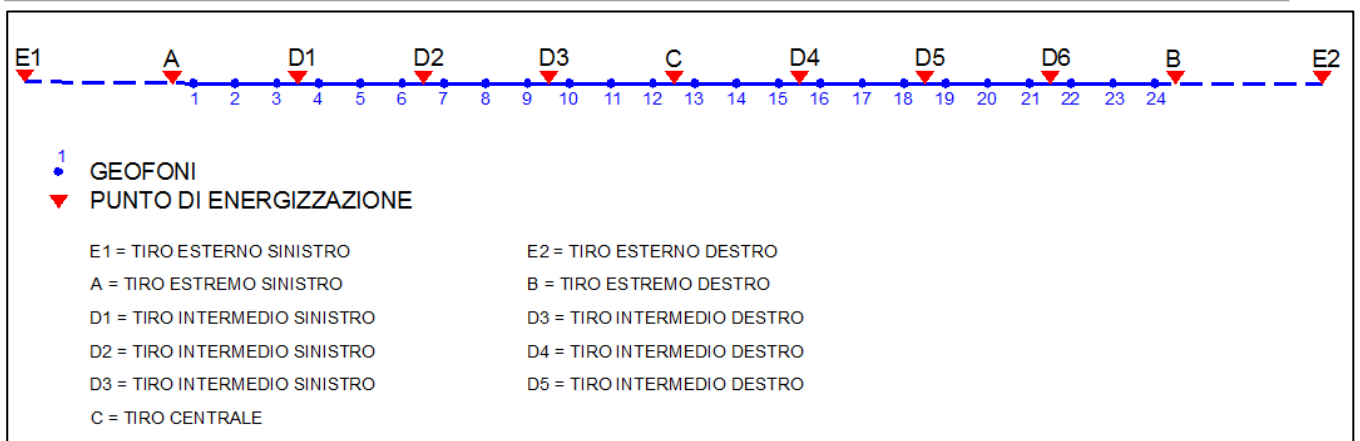


Figura 2-1: Schema acquisizioni prospezioni sismiche

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]
115_SR	3	69
116_SR	4	92
117_SR	4	92
118_SR	3	69

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

	E1	A	D1	D2	D3	C	D4	D5	D6	B	E2
43_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
34_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
34_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
43_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

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]
115_SR	P	2 ÷ 4	333 ÷ 389	5÷8	1411÷ 2167	ND	2706 ÷ 3476
	S	2 ÷ 3	184 ÷ 194	6÷8	411÷ 639	ND	1233 ÷ 1289
116_SR	P	3 ÷ 5	324÷ 340	6 ÷ 13	1224÷ 2012	ND	2059 ÷ 4089
	S	3 ÷ 6	178 ÷ 194	5 ÷ 18	398÷ 536	ND	685 ÷ 986
117_SR	P	4 ÷ 6	693 ÷ 805	6 ÷ 8	1913÷ 2897	ND	3658÷4321
	S	5 ÷ 6	371 ÷ 422	7÷ 11	1005÷ 1075	ND	1382 ÷ 2013
118_SR	P	2 ÷ 3	382 ÷ 417	5 ÷ 8	879÷ 990	ND	1920÷2780
	S	1 ÷ 2	150	6 ÷ 7	363÷ 426	ND	635 ÷ 892

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.

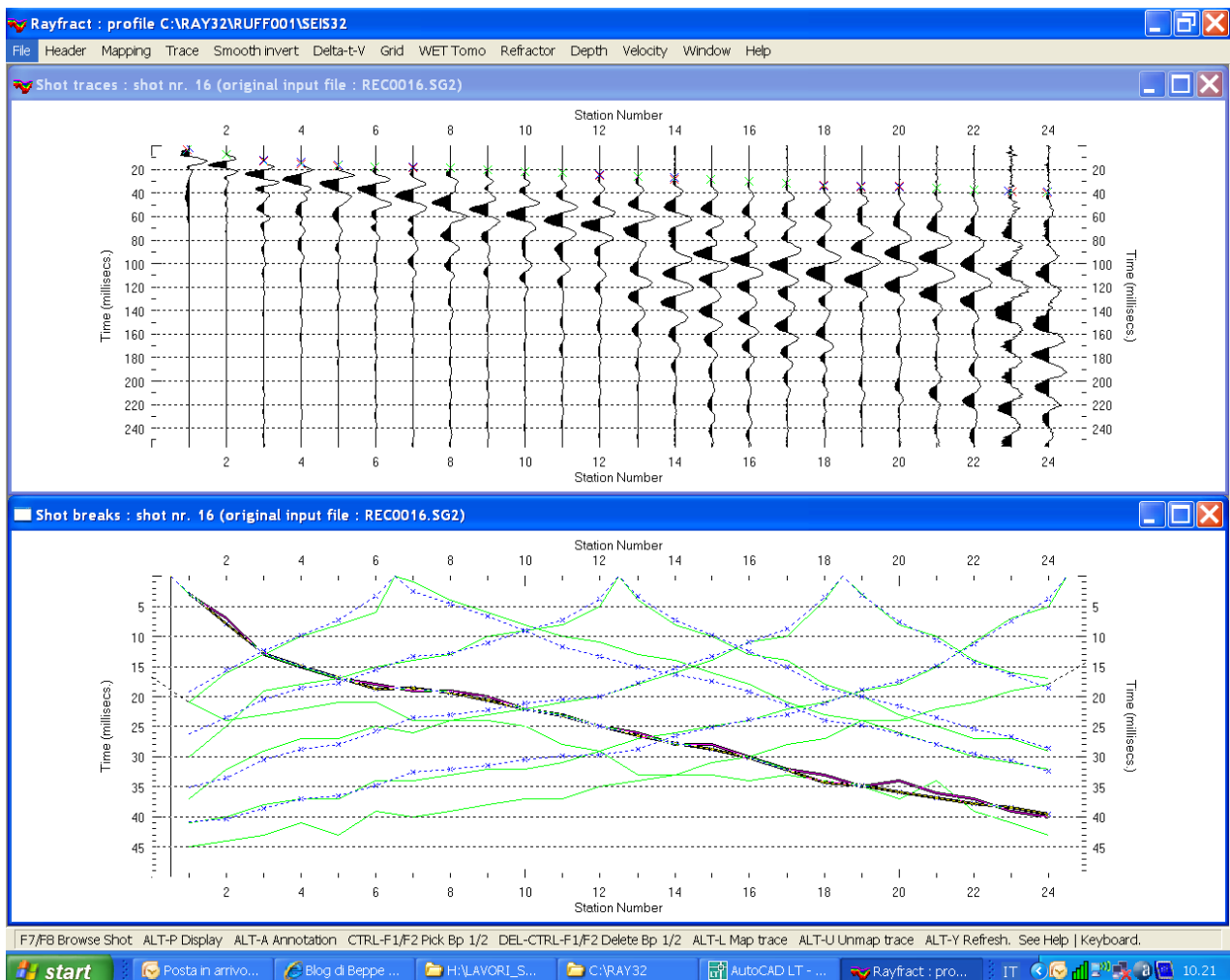


Figura 3-1: Confronto shot break primi arrivi e dromocrone

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.

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**



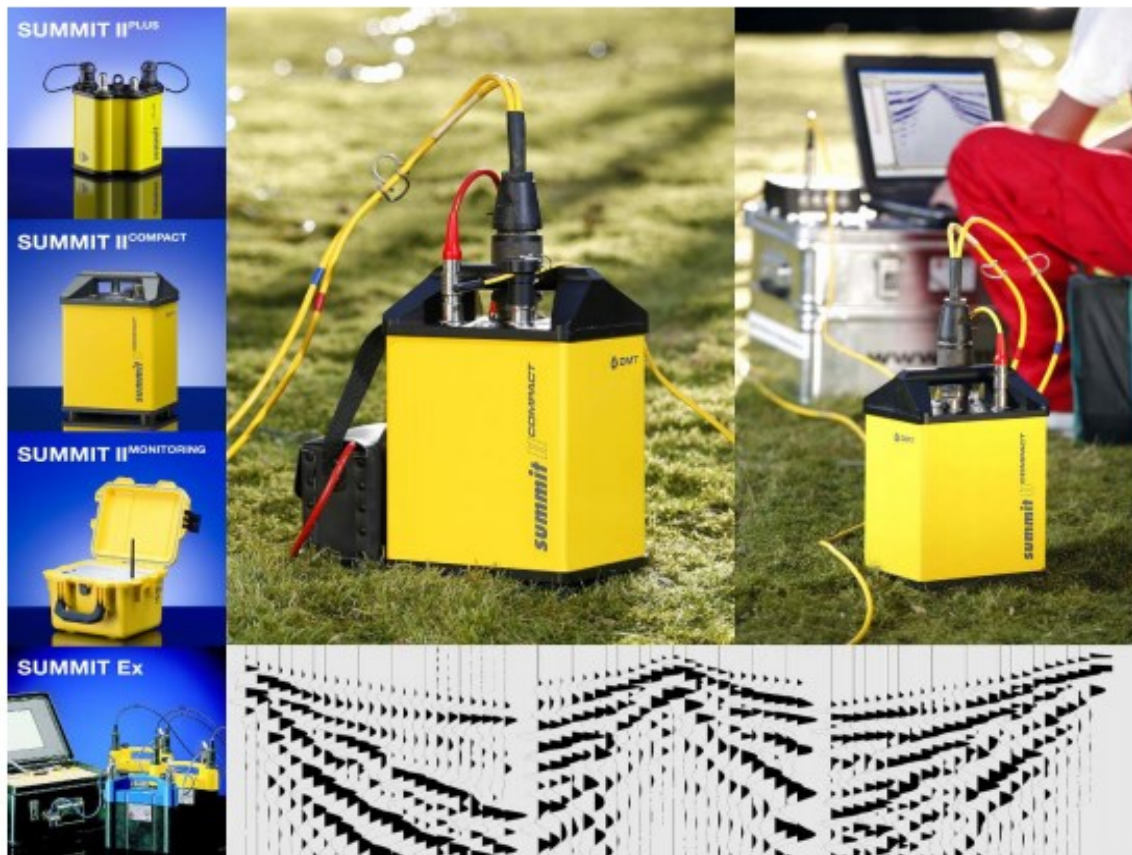
Summit II Compact

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**:

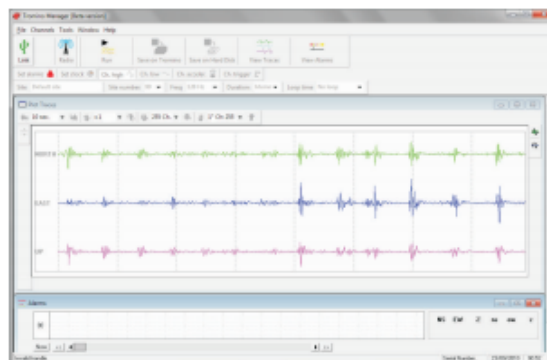
- nessun cavo esterno
- dimensioni minime (10 x 14 x 8 cm)
- peso minimo (~1 kg)

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

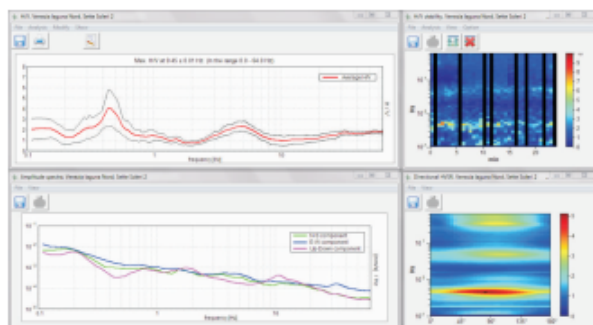
TROMINO® è un brevetto internazionale



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.

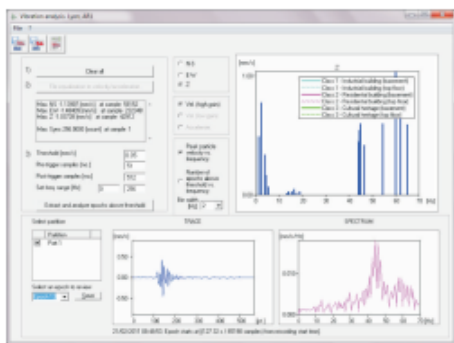
I diversi moduli di **Grilla** permettono di effettuare:

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.



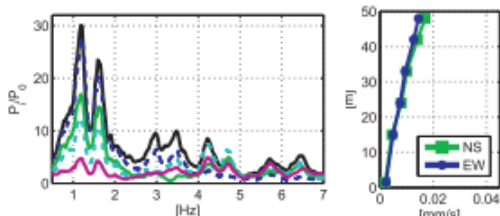
Modulo per analisi spettrale e H/V

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.

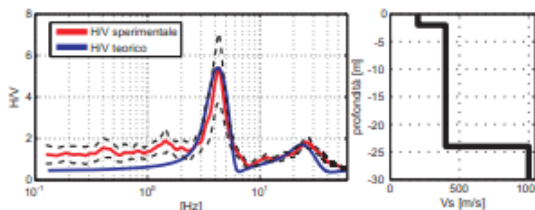


Stazione	Tracce	Distanza	Data	Start	End	Duration	In File (GPS)	
27	Fontaine Cabane EN	TR 0004	PR071	06/05/11	11:38:41	11:38:42	28'0"	128
28	Fontaine Carpi A	Fontaine Carpi A	SPR-0005/08-4	06/05/11	12:51:46	12:52:04	8'19"	932
29	Fontaine Carpi A	Fontaine Carpi A	SPR-0005/08-4	06/05/11	12:49:13	12:50:38	1'56"	932
30	Fontaine Carpi A	TR	PR071	06/05/11	11:45:07	11:45:46	19'30"	128
31	Lyon	[R1] area 2 vide Test	SPR-PR02/00	21/02/11	11:05:38	11:38:54	1'1"	932
32	Lyon	[R1] area 2 vide Test	SPR-PR02/00	21/02/11	11:09:38	11:38:54	1'1"	932
33	Lyon	[R1] area 2 vide Test	SPR-PR02/00	21/02/11	11:09:38	11:38:54	1'1"	932
34	Lyon	AR1	FD-0002/00-01	21/02/11	08:46:46	08:54:25	7'30"	932
35	Lyon	AR2	FD-0002/00-01	21/02/11	08:46:46	08:54:25	7'30"	932
36	Lyon	AR3	FD-0002/00-01	21/02/11	08:46:46	08:54:25	7'30"	932

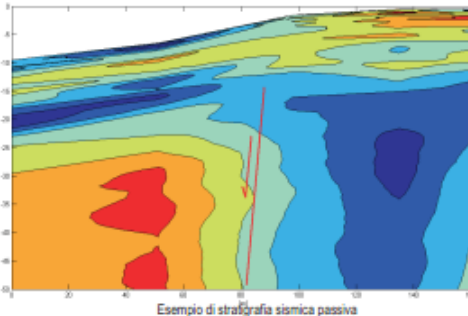
Database per la gestione integrata delle tracce di **TROMINO®** e **SoilSpy Rosina**

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.

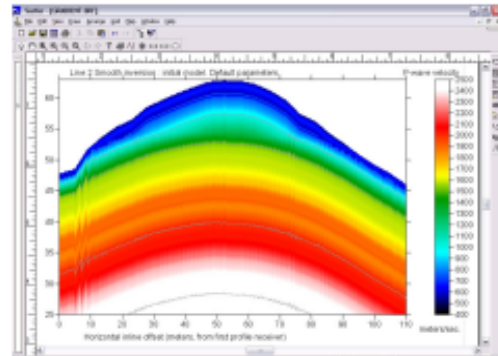
Specifications

- 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.

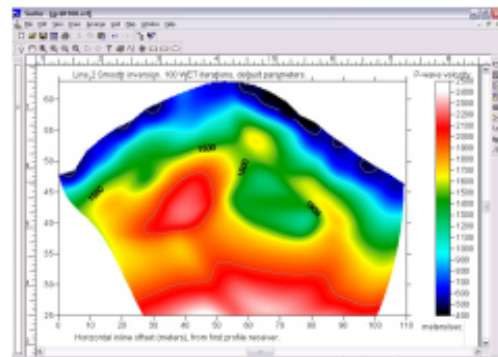
Copyright © 1996–2012 Intelligent Resources Inc. All rights reserved. Contact us at

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

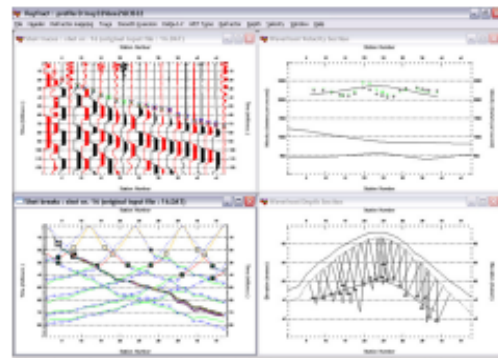
Phone 1 604 782-9845 Fax 1 604 408-8678
E-mail sales@rayfract.com Web http://rayfract.com



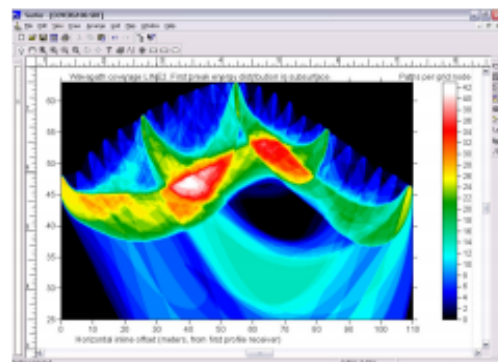
1D-gradient initial model : horizontally averaged DeltatV



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.

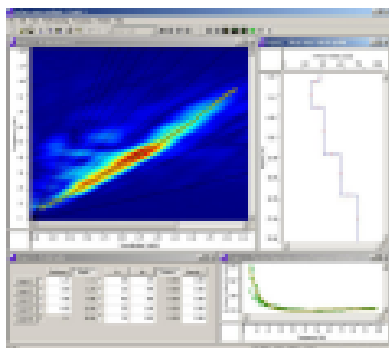
- ☒ **MASW e SASW** (Multi-Channel Analysis of Surface Waves - Spectral Analysis of Surface Waves)
- ☒ **REMI** (Refraction Microtremors)

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)

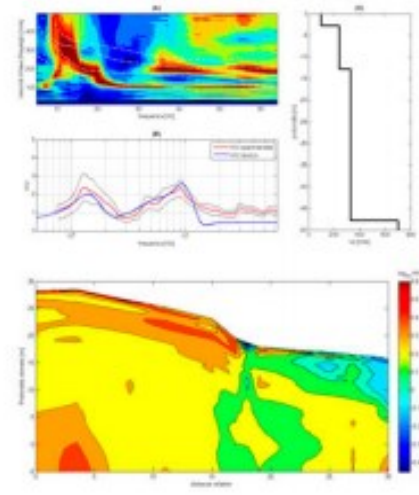
Allegato 1. 10: Software WinMASW Academy 6.0 per tecnica MASW-REMI-ESAC e fattore di qualità



i nostri Prodotti

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

Stazione	Profondità	Velocità	Velocità	Velocità	Velocità	Velocità	Velocità	Velocità	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**

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

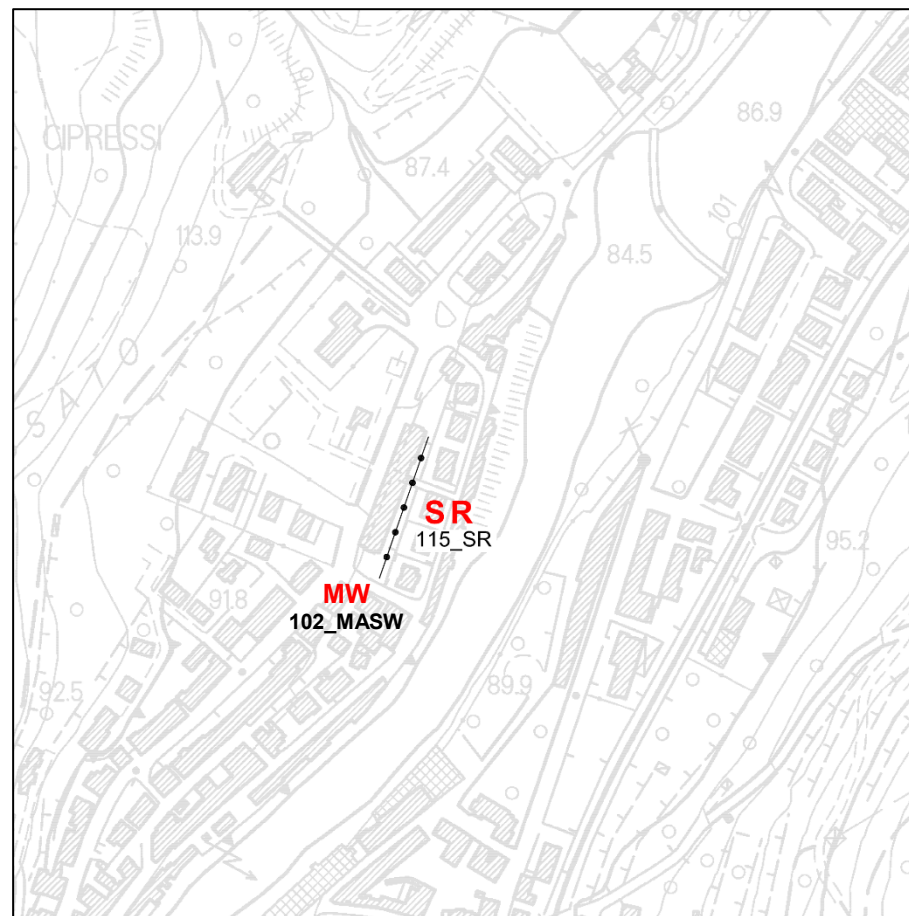
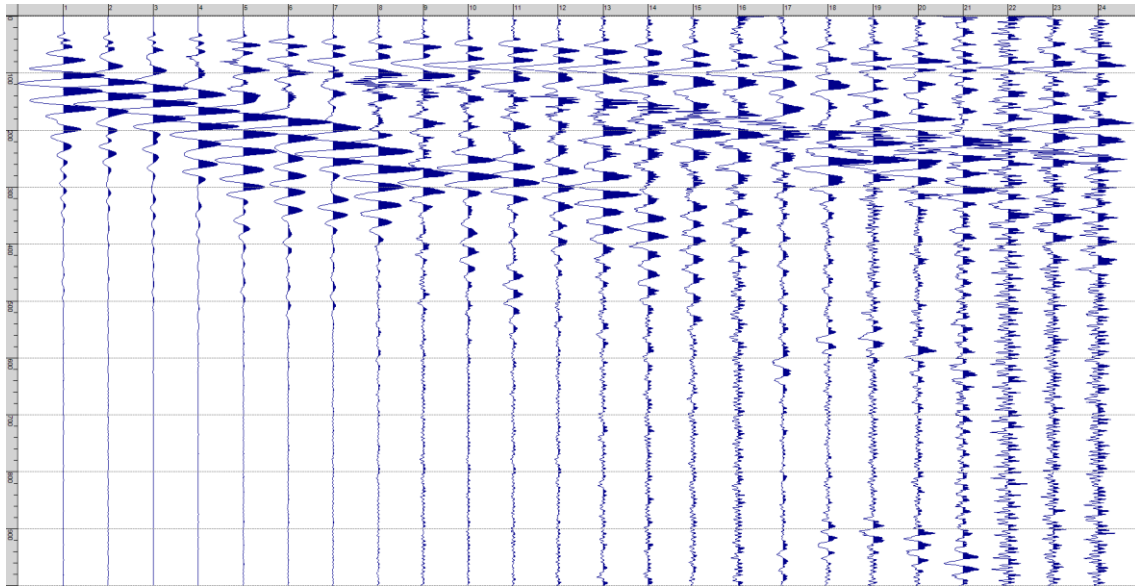
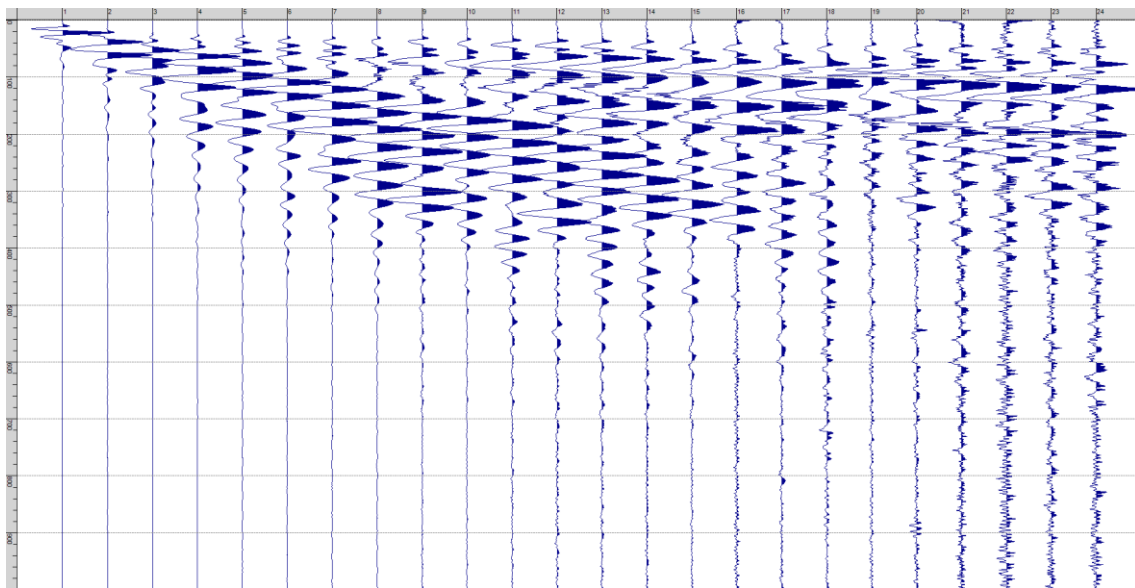


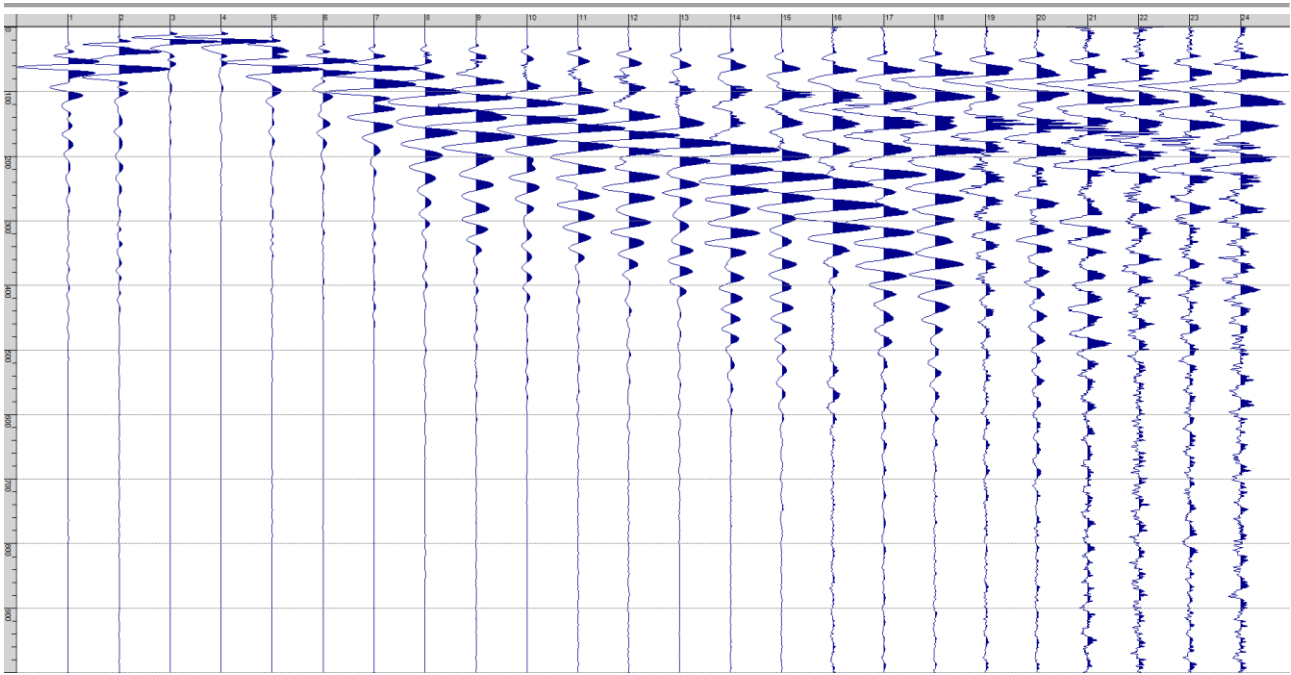
Fig. I-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



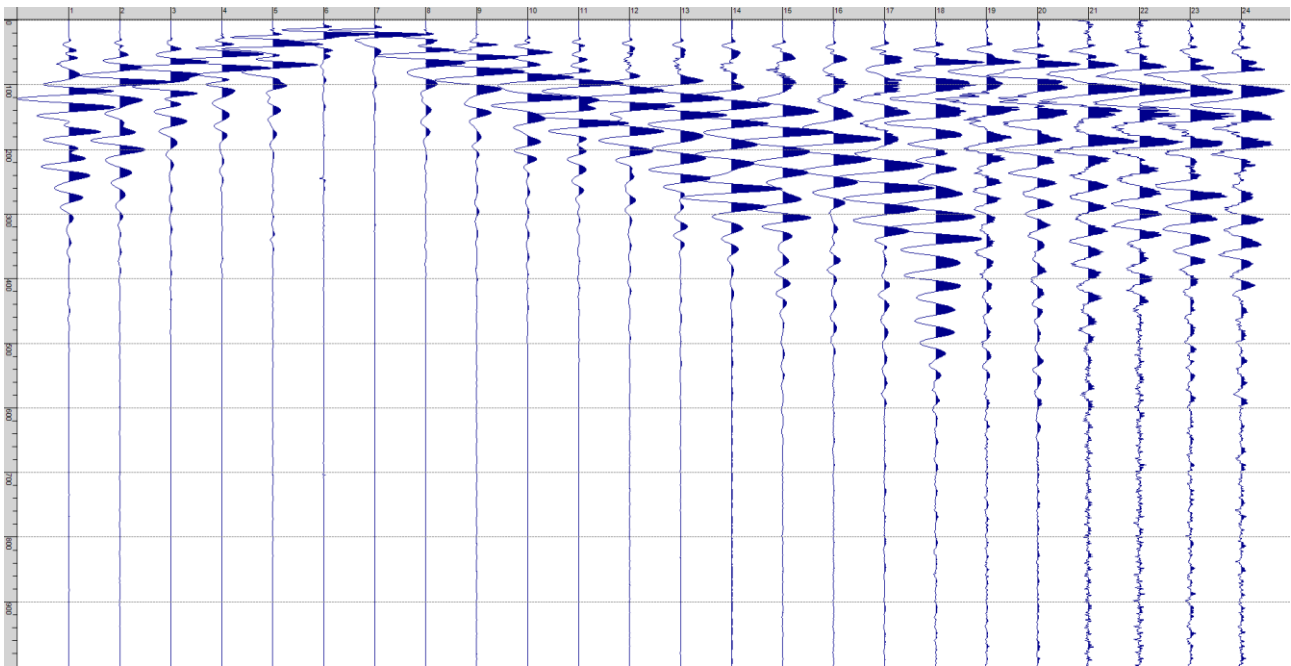
Sism. I-1: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



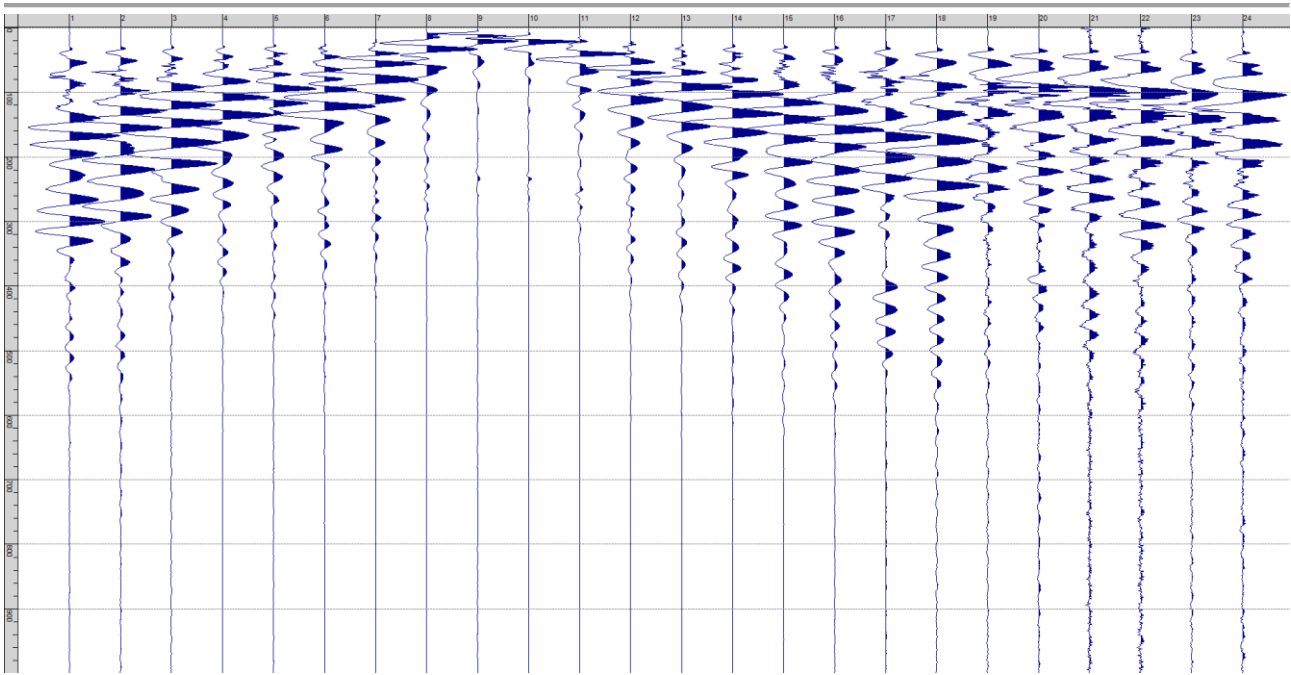
Sism. I-2: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



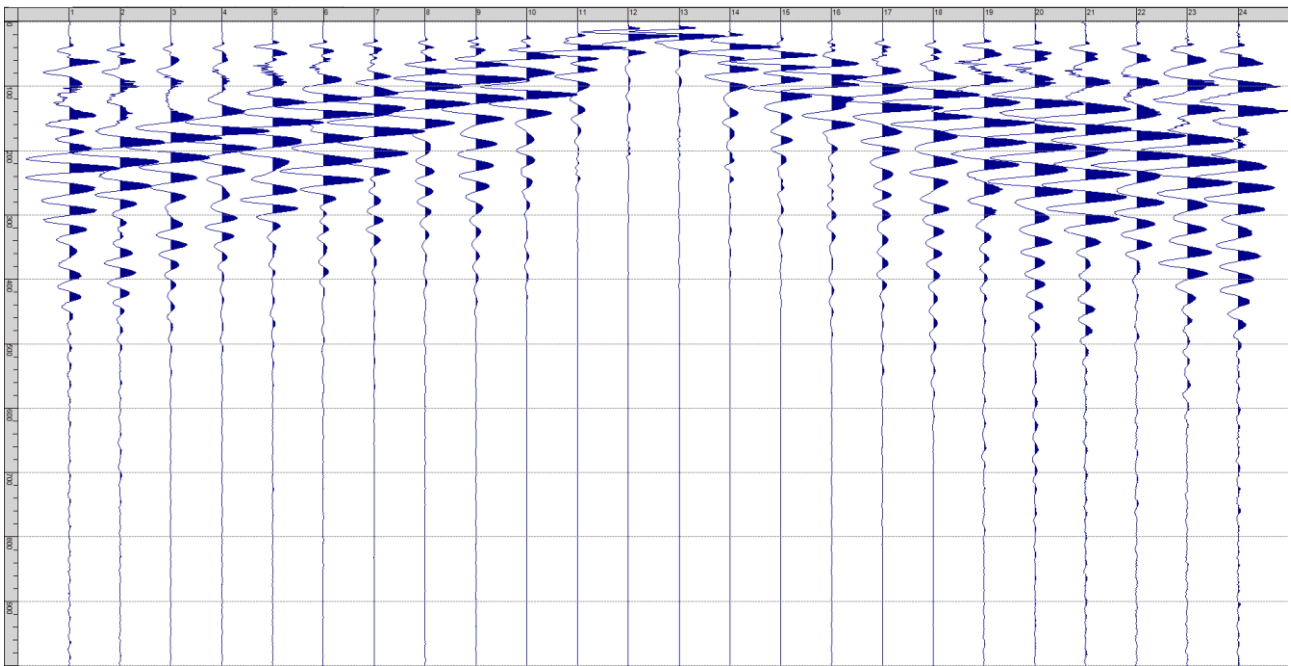
Sism. I-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



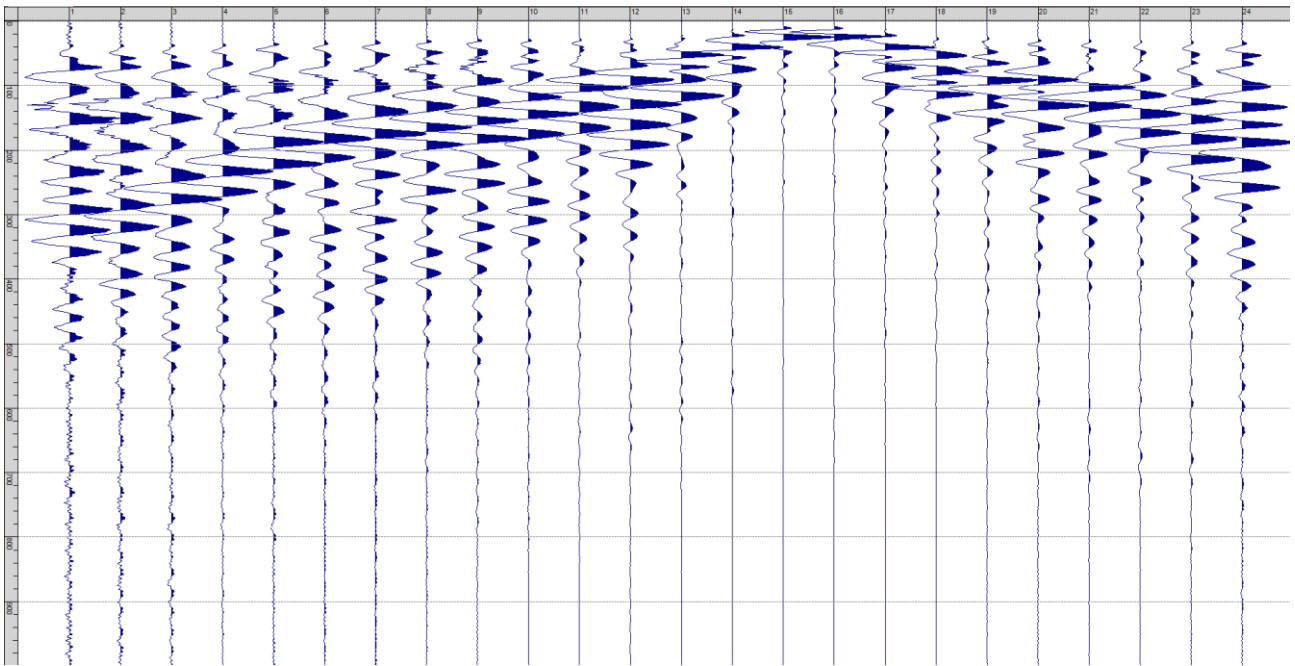
Sism. I-4: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza



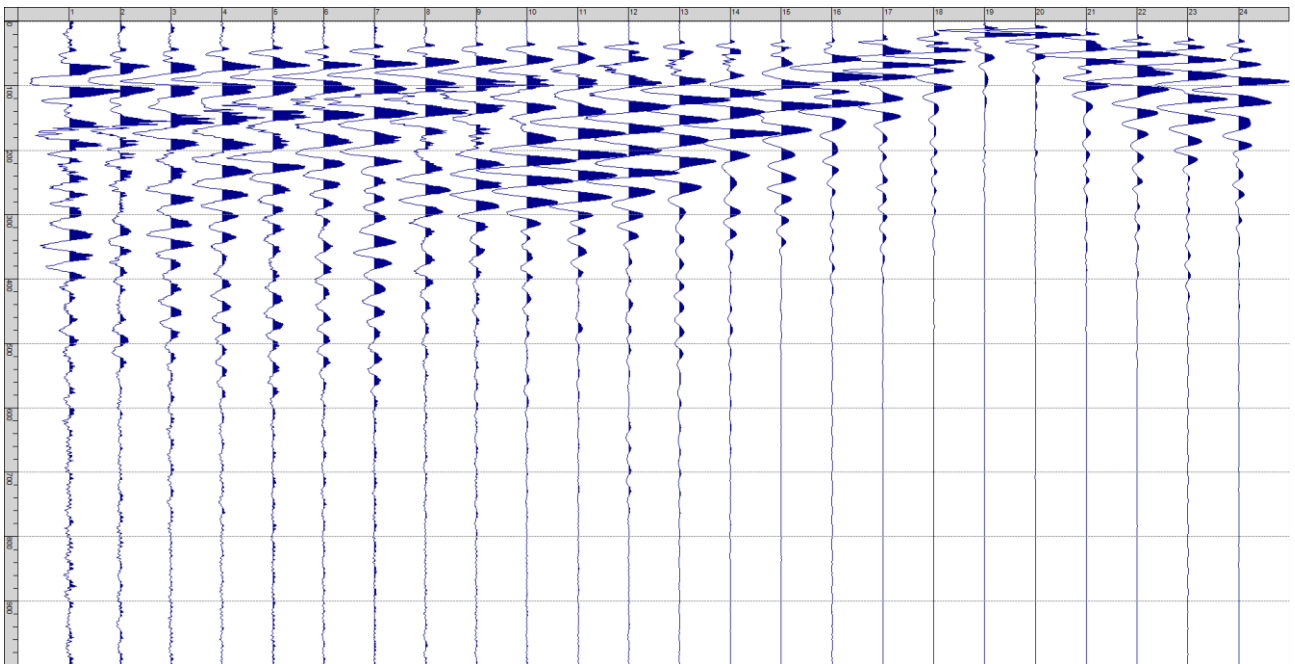
Sism. I-5: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



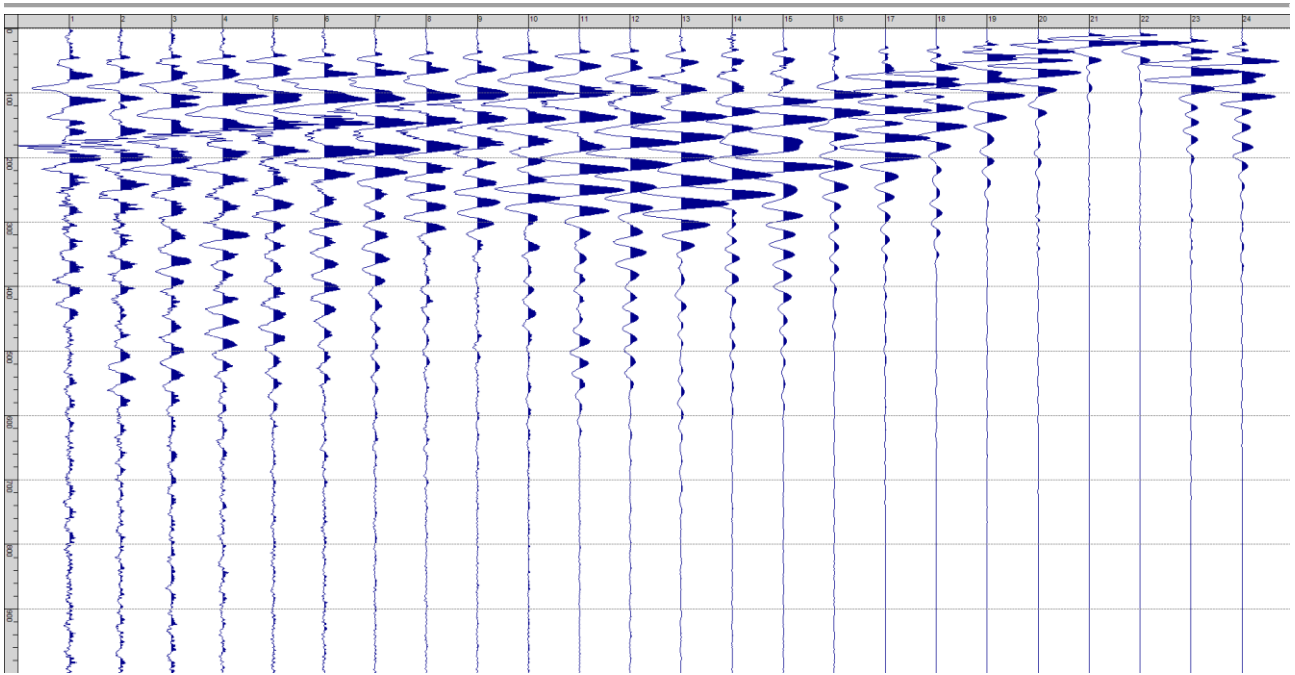
Sism. I-6: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



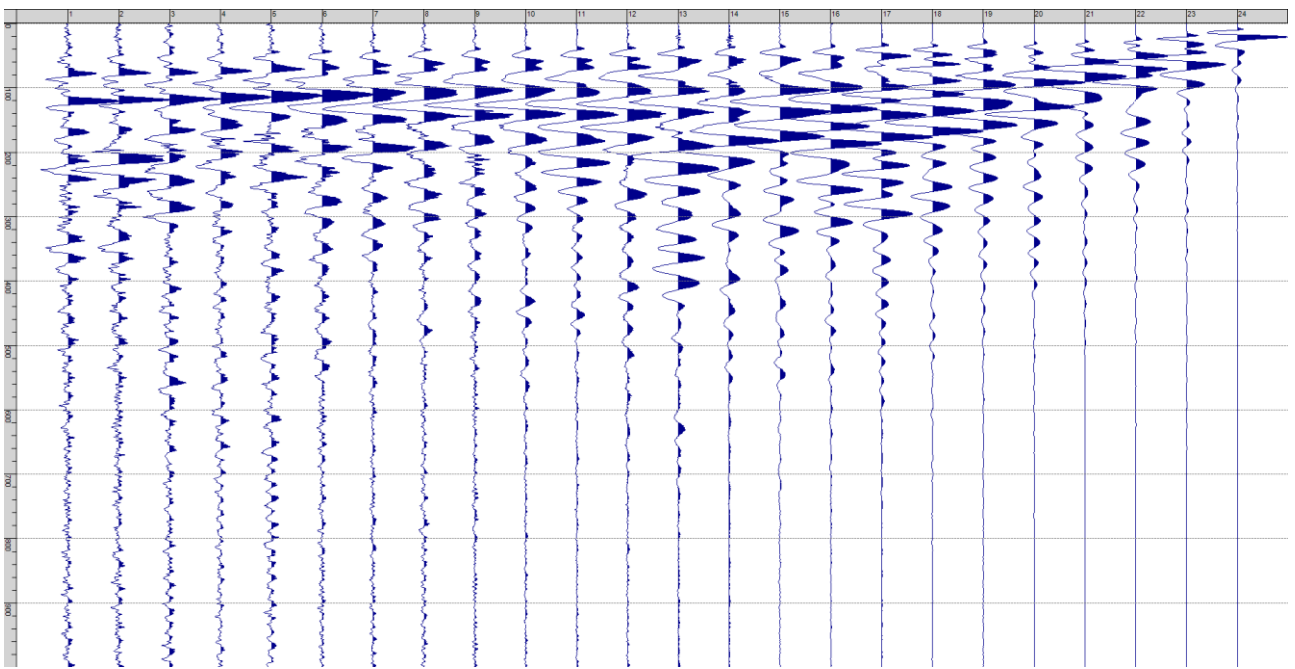
Sism. I-7: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



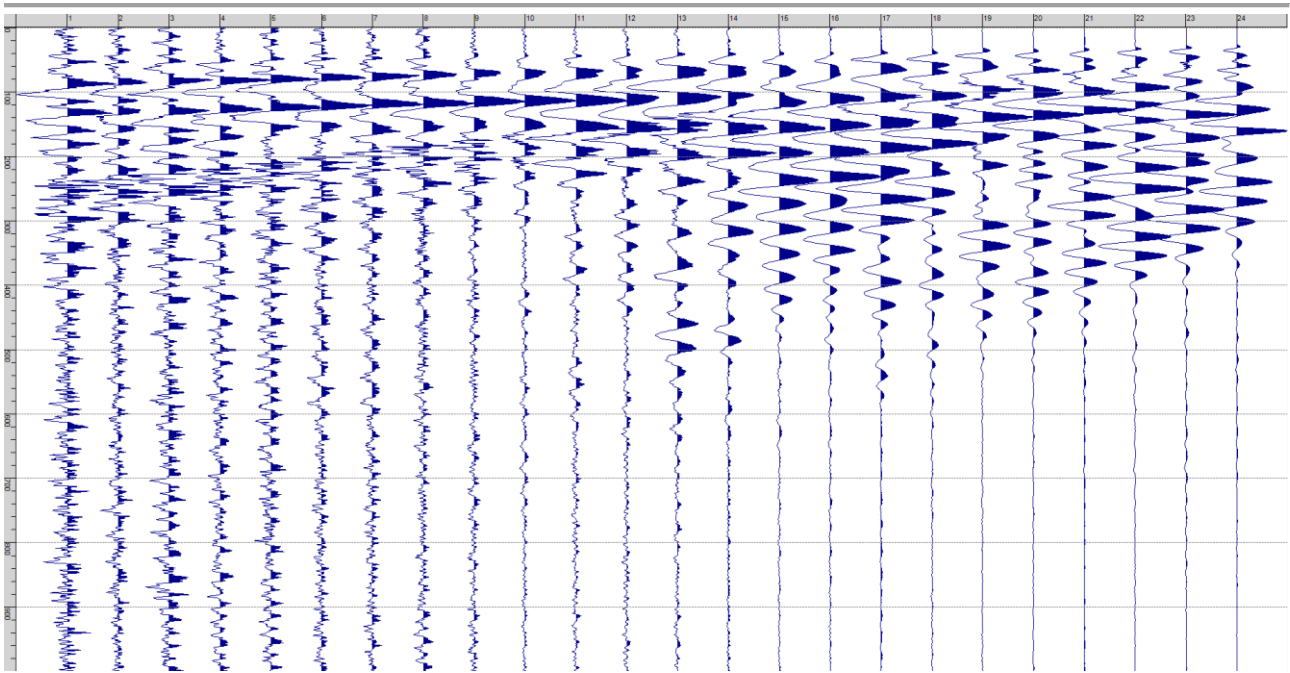
Sism. I-8: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



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



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



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

Tab. I-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	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	55	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	4	2	3	3	3	3
QUOTA [m]	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1

Tab. I-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]	-15.00	-1.50	7.50	16.50	25.50	34.50	43.50	56.00	61.50	70.50	84.00
QUOTA [m]	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1

Tab. I-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	27	6	24	28	29	33	36	41	43	46	49
2	3	28	13	13	27	28	33	35	41	41	45	49
3	6	30	23	8	26	28	32	35	40	40	43	47
4	9	30	24	8	22	27	30	34	39	40	42	46
5	12	31	26	13	12	25	29	33	38	39	42	45
6	15	32	28	23	7	24	28	32	36	38	41	44
7	18	33	28	25	7	18	27	31	35	37	40	43
8	21	33	28	26	12	7	25	29	34	35	38	43
9	24	34	29	26	21	3	23	28	32	34	36	41
10	27	35	30	28	22	4	21	27	32	33	36	40
11	30	37	32	29	25	13	13	26	31	32	35	40
12	33	38	33	31	26	21	7	24	29	31	35	40
13	36	39	33	33	28	24	6	21	29	30	34	38
14	39	40	34	33	29	26	12	17	28	31	33	38
15	42	41	36	34	30	27	20	7	28	29	32	37
16	45	42	37	36	32	28	24	7	26	29	31	36
17	48	44	38	37	32	28	25	19	20	27	30	35
18	51	45	39	38	34	30	28	24	14	26	30	34
19	55	44	40	37	35	30	28	25	6	19	26	33
20	57	45	40	39	36	32	29	27	6	14	27	32
21	60	46	42	40	37	33	30	28	10	6	24	31
22	63	46	41	41	38	33	31	29	19	6	20	29
23	66	45	42	42	39	34	33	29	25	13	14	27
24	69	45	45	42	40	35	33	31	27	21	7	26

Tab. I-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	88.10	384	85.24	1697	79.23	2706
1.5	1.5	88.10	385	85.24	1697	79.12	2737
2	3	88.10	386	85.24	1697	79.00	2772
2.5	4.5	88.10	387	85.24	1697	78.89	2809
3	6	88.10	388	85.24	1697	78.77	2848
3.5	7.5	88.10	388	85.24	1697	78.66	2889
4	9	88.10	389	85.24	1697	78.56	2931
4.5	10.5	88.10	388	85.24	1697	78.47	2974
5	12	88.10	387	85.24	1697	78.38	3018
5.5	13.5	88.10	388	85.24	1697	78.31	3064
6	15	88.10	388	85.24	1697	78.25	3113
6.5	16.5	88.10	388	85.24	1697	78.19	3161
7	18	88.10	388	85.25	1688	78.15	3206
7.5	19.5	88.10	387	85.26	1653	78.13	3247
8	21	88.10	385	85.28	1612	78.12	3286
8.5	22.5	88.10	382	85.31	1571	78.11	3321
9	24	88.10	379	85.34	1527	78.12	3349
9.5	25.5	88.10	377	85.37	1480	78.13	3368
10	27	88.10	374	85.39	1441	78.15	3381
10.5	28.5	88.10	369	85.41	1411	78.20	3389
11	30	88.10	364	85.43	1423	78.26	3390
11.5	31.5	88.10	357	85.43	1460	78.35	3383
12	33	88.10	350	85.42	1482	78.47	3370
12.5	34.5	88.10	345	85.39	1516	78.59	3354
13	36	88.10	341	85.34	1589	78.70	3336
13.5	37.5	88.10	338	85.28	1686	78.80	3316
14	39	88.10	336	85.21	1786	78.89	3296
14.5	40.5	88.10	335	85.14	1887	78.97	3281
15	42	88.10	334	85.06	1982	79.03	3269
15.5	43.5	88.10	334	84.99	2063	79.08	3260
16	45	88.10	333	84.91	2120	79.10	3249
16.5	46.5	88.10	336	84.85	2129	79.11	3234
17	48	88.10	339	84.79	2119	79.11	3221
17.5	49.5	88.10	344	84.74	2138	79.08	3214
18	51	88.10	349	84.70	2167	79.05	3209
18.5	53	88.10	353	84.66	2159	79.02	3217
19	55	88.10	357	84.63	2122	78.98	3233
19.5	56	88.10	360	84.60	2091	78.93	3254
20	57	88.10	363	84.58	2073	78.88	3275
20.5	58.5	88.10	367	84.56	2065	78.81	3298
21	60	88.10	370	84.54	2063	78.73	3323
21.5	61.5	88.10	372	84.53	2064	78.63	3349
22	63	88.10	374	84.53	2073	78.51	3374
22.5	64.5	88.10	373	84.52	2093	78.39	3400
23	66	88.10	371	84.52	2095	78.27	3426
23.5	67.5	88.10	370	84.51	2089	78.16	3451
24	69	88.10	368	84.51	2103	78.06	3476

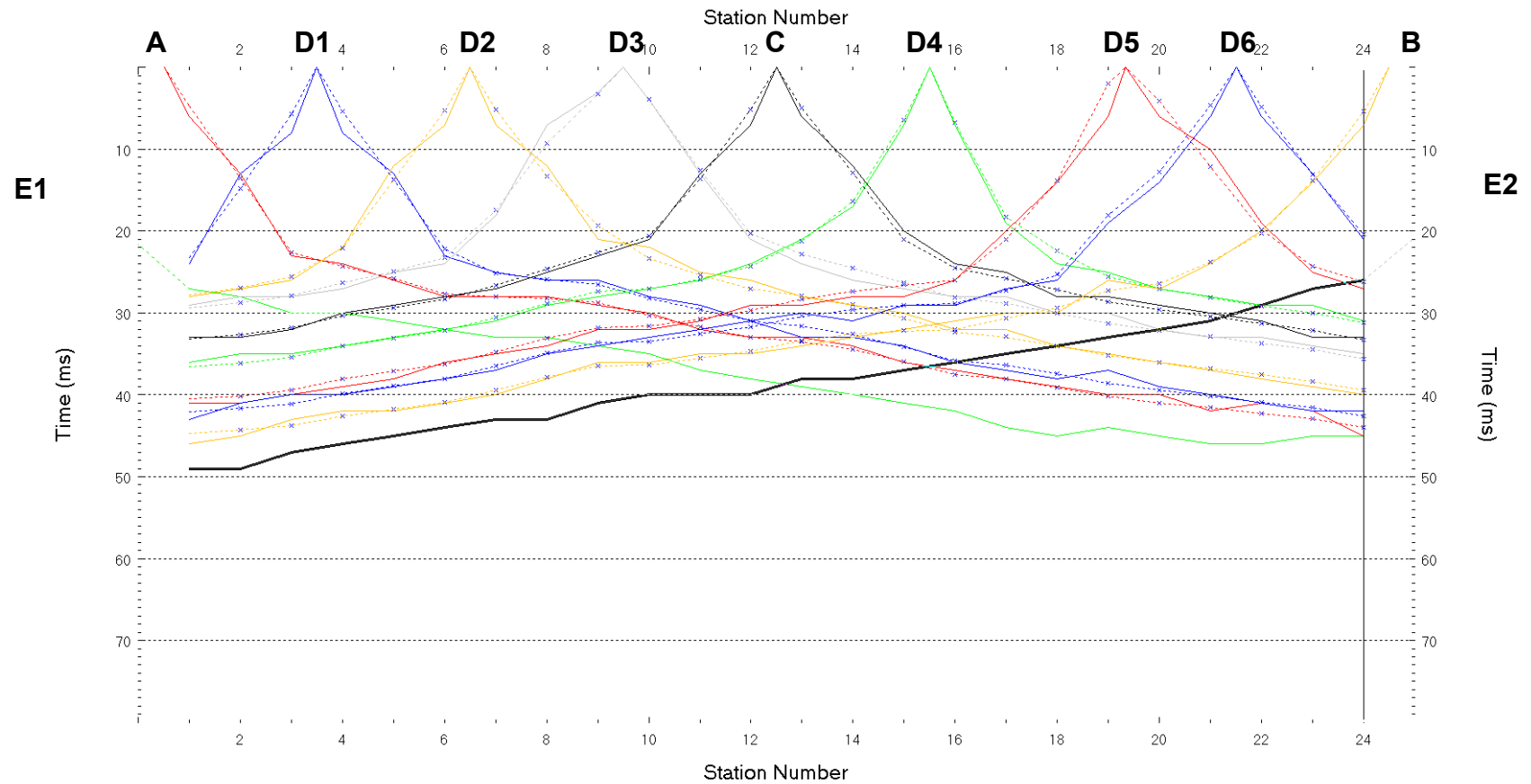


Fig. I-2: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400

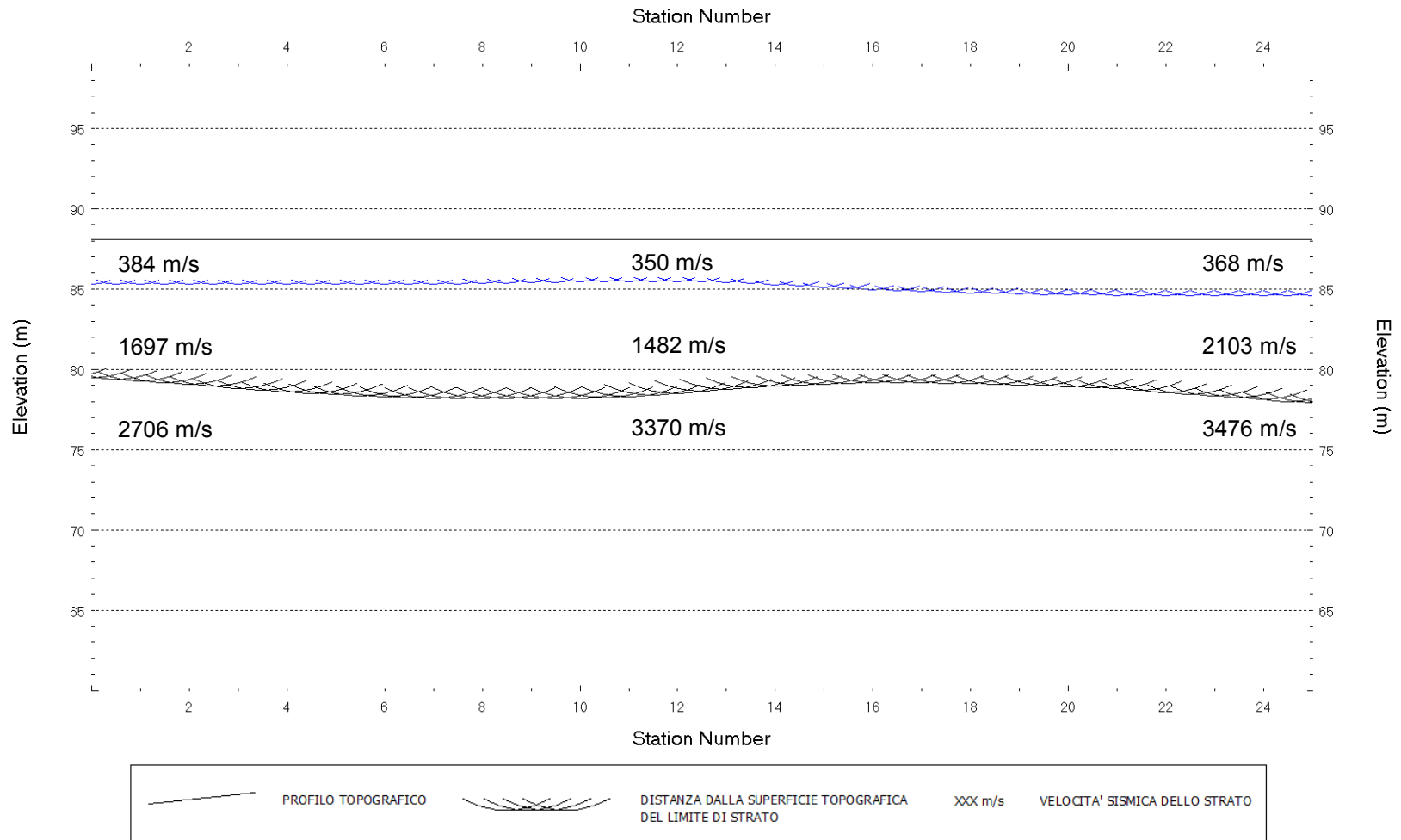


Fig. I-3: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400

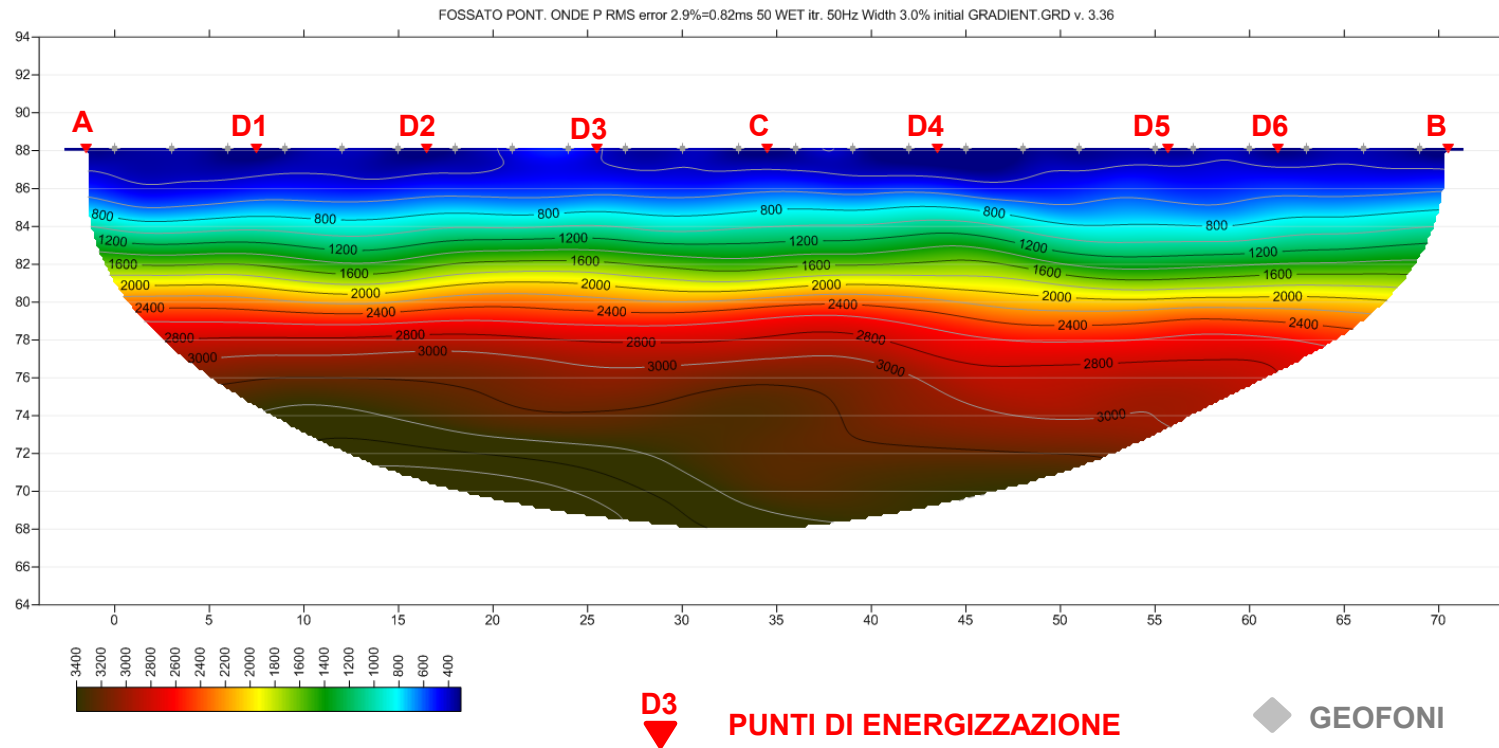


Fig. I-4: Stesa sismica 115_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400

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

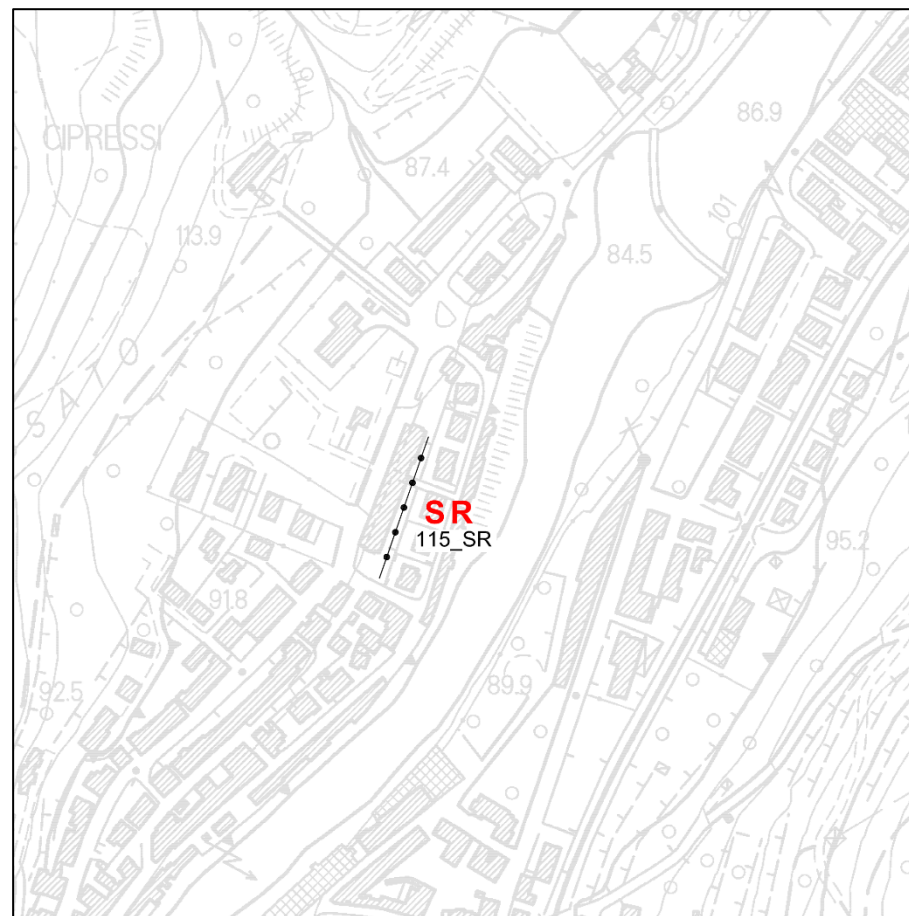
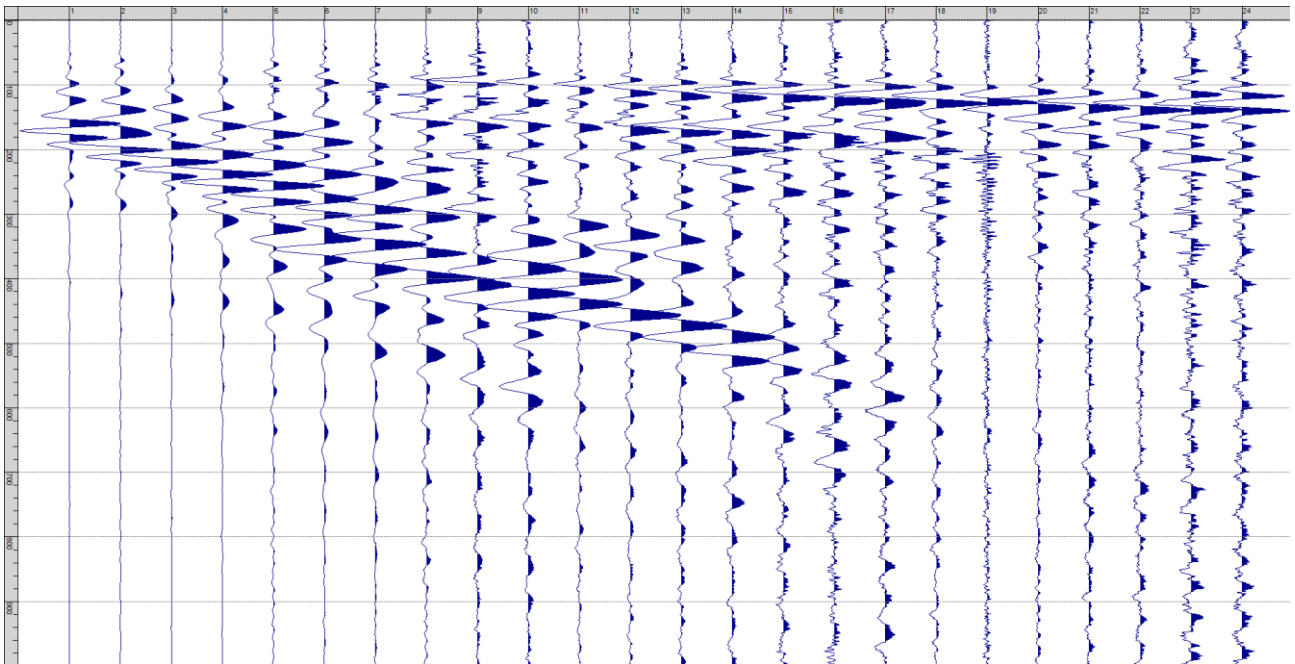
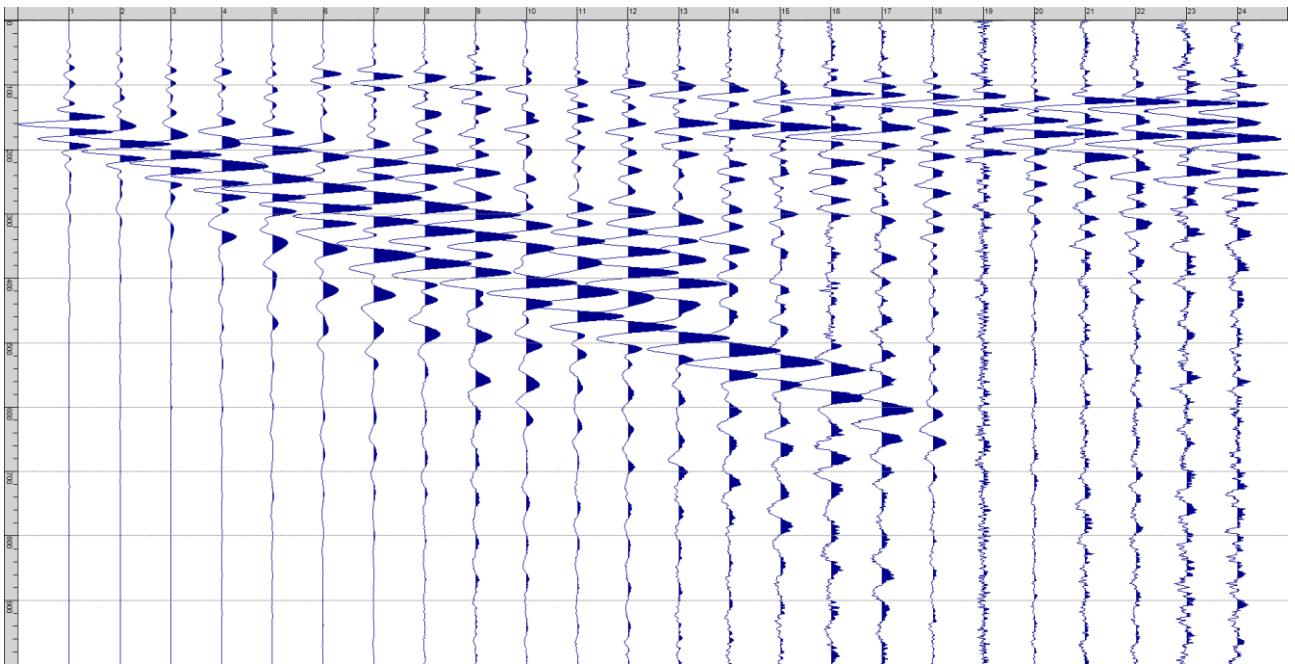


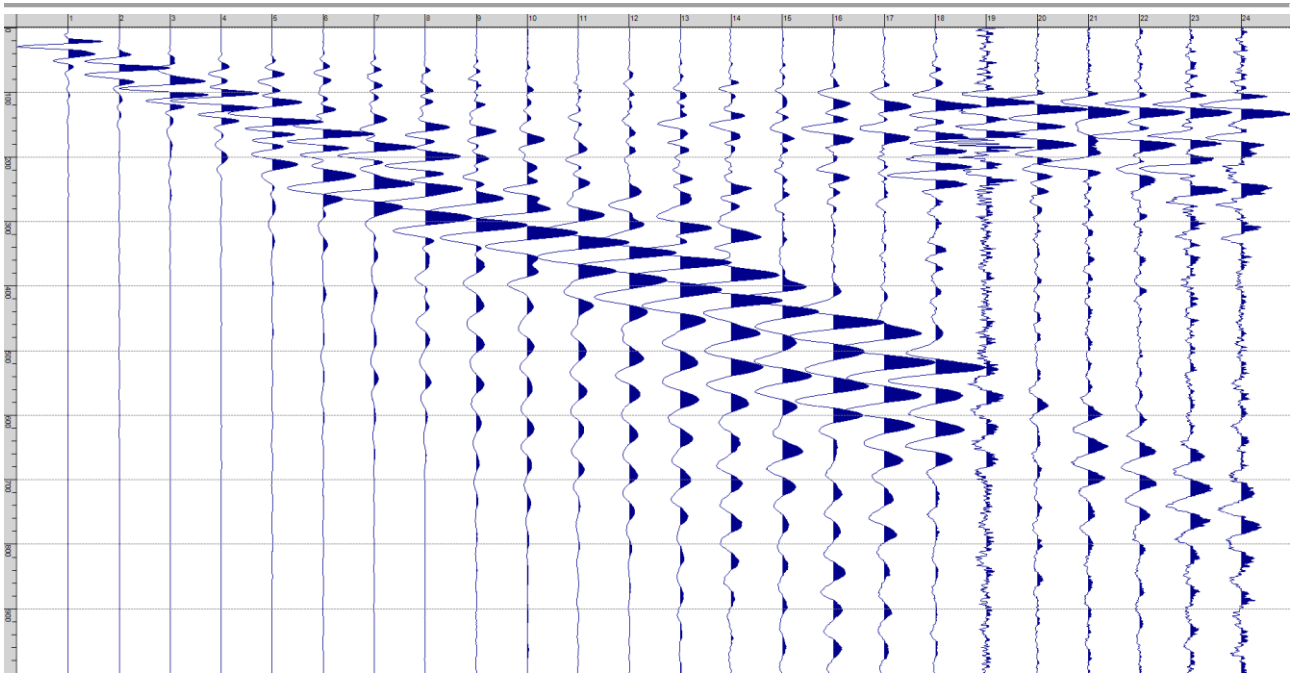
Fig. II-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



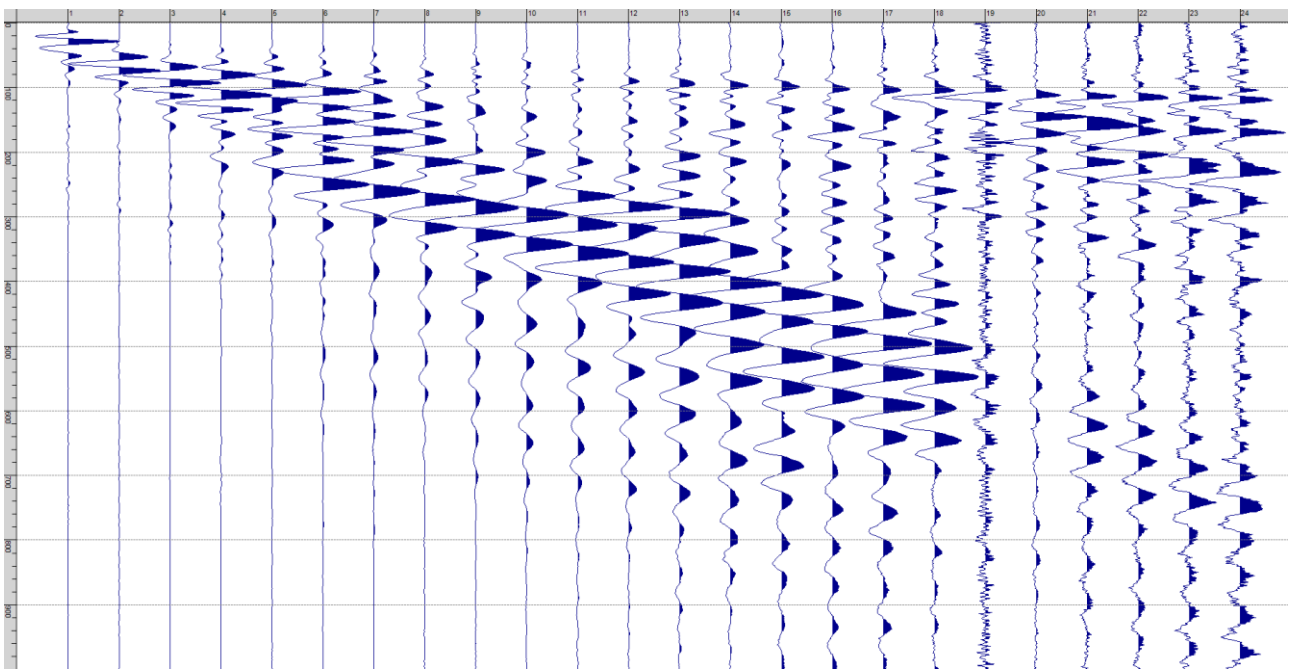
Sism. II-1: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



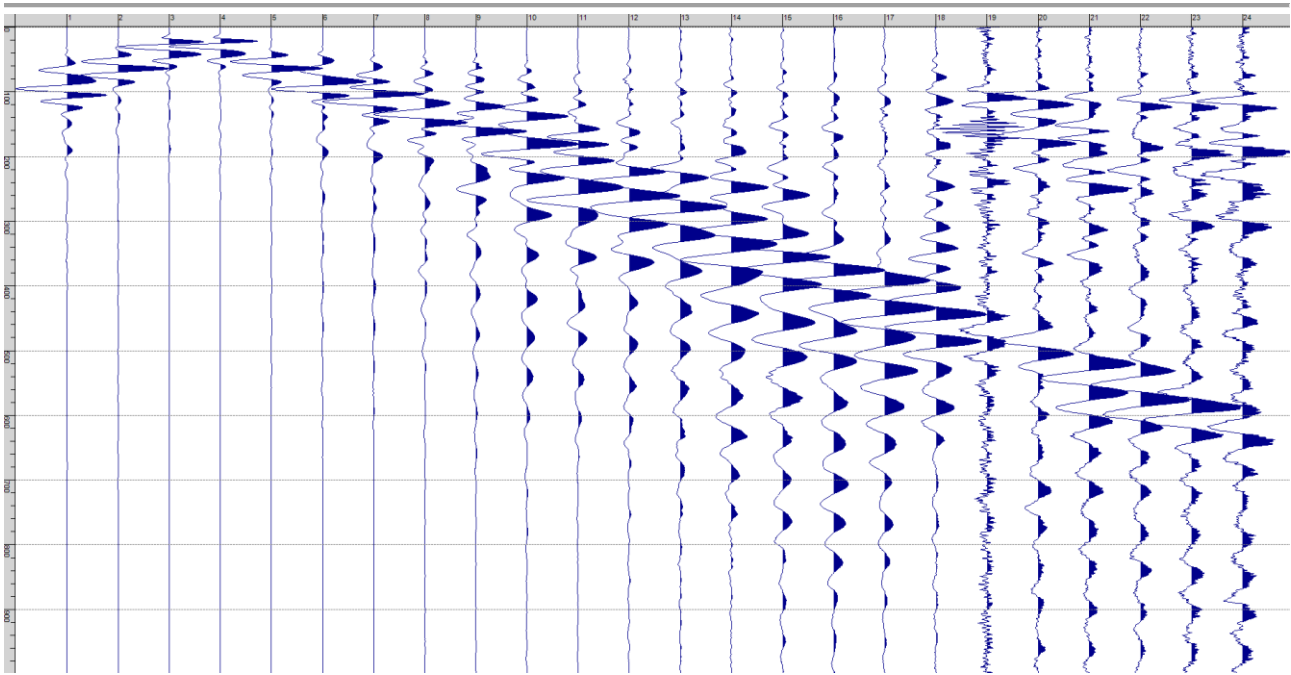
Sism. II-2: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



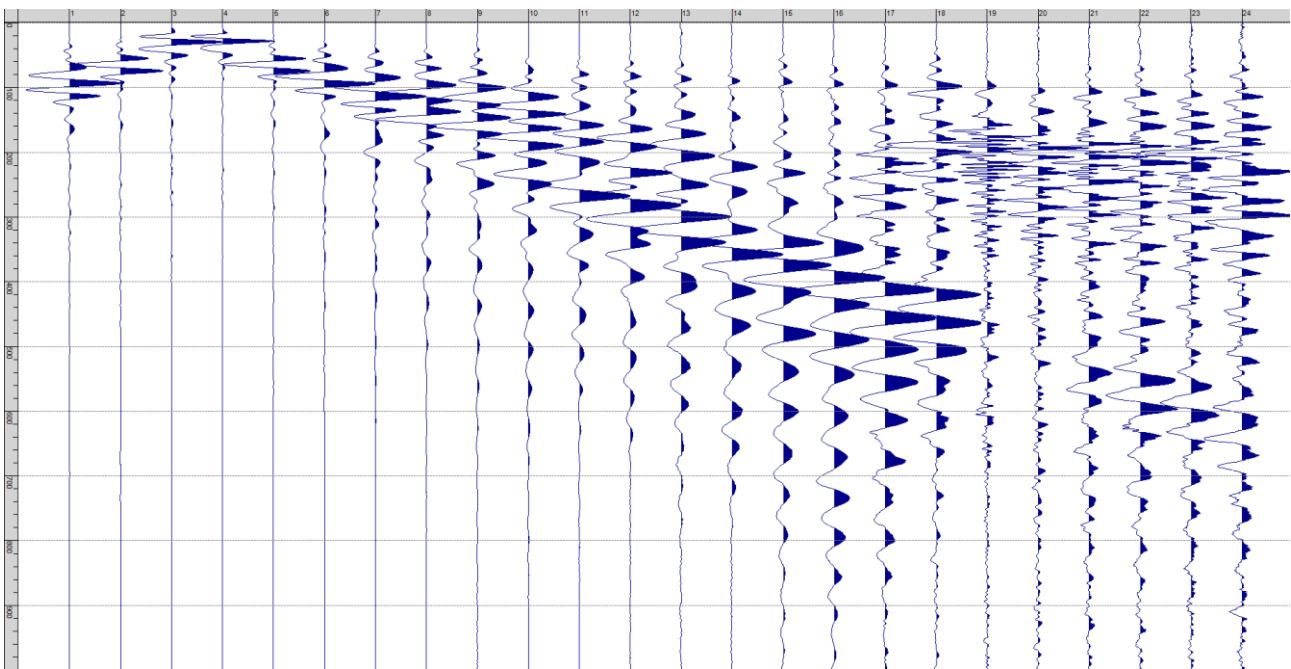
Sism. II-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



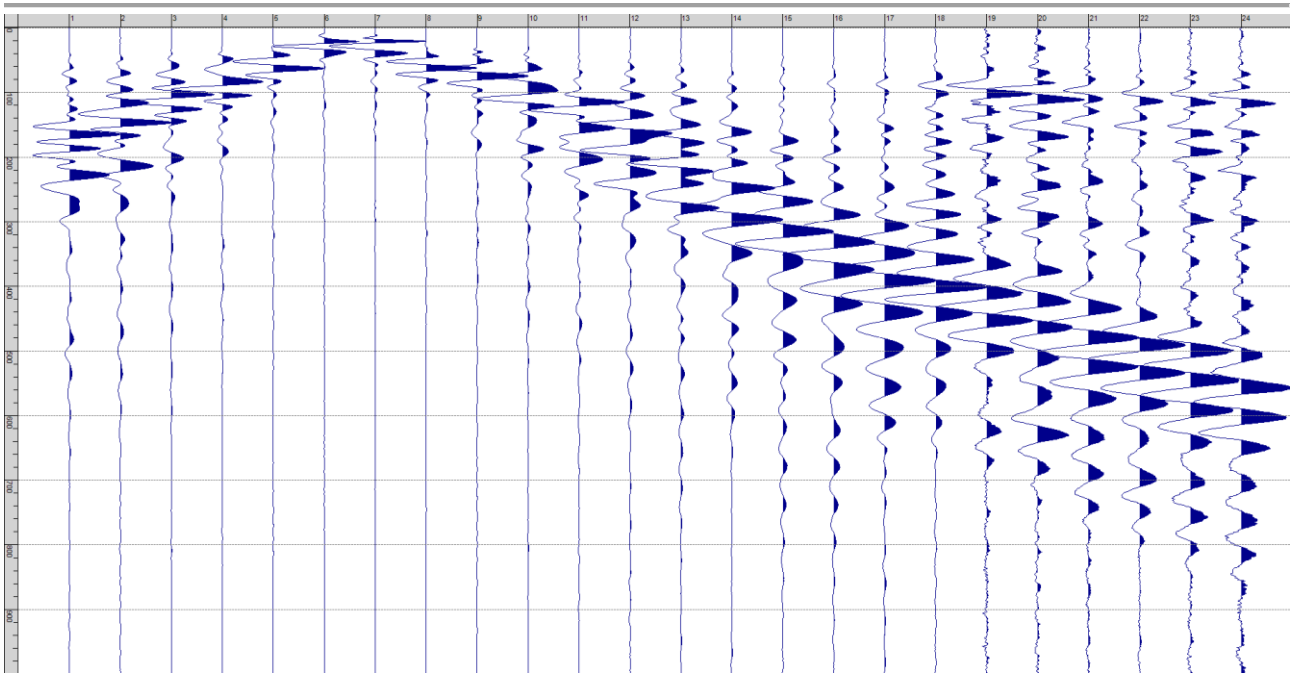
Sism. II-4: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



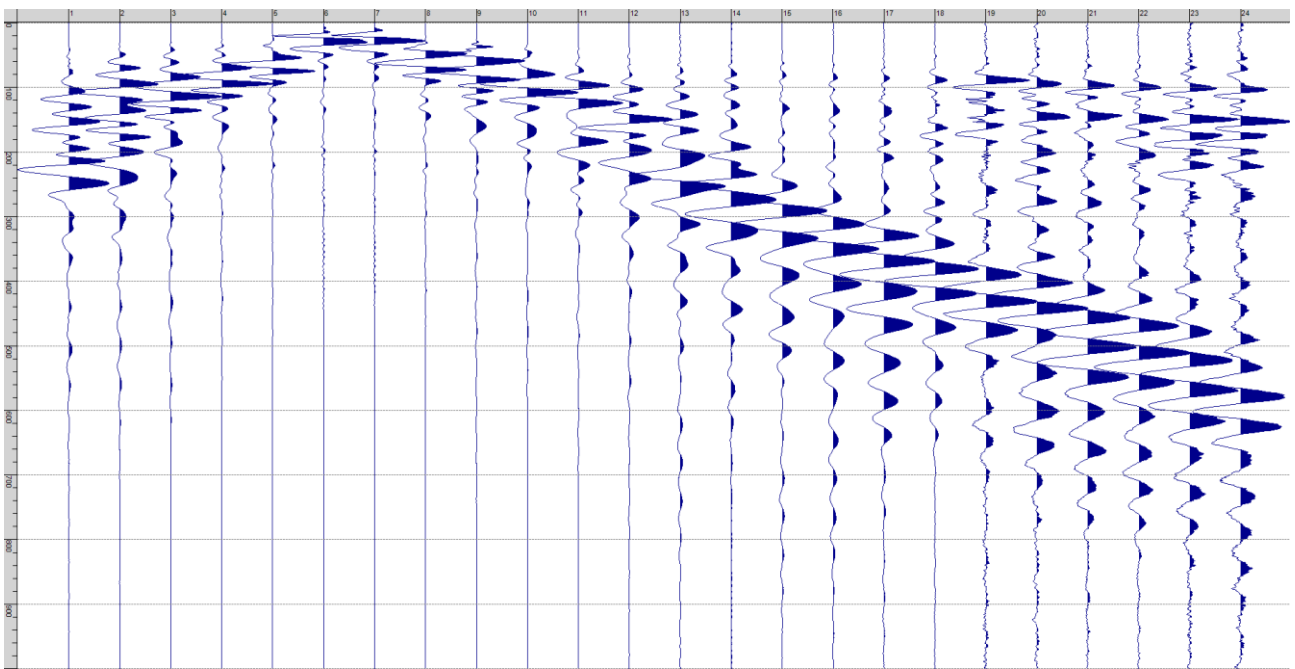
Sism. II-5: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



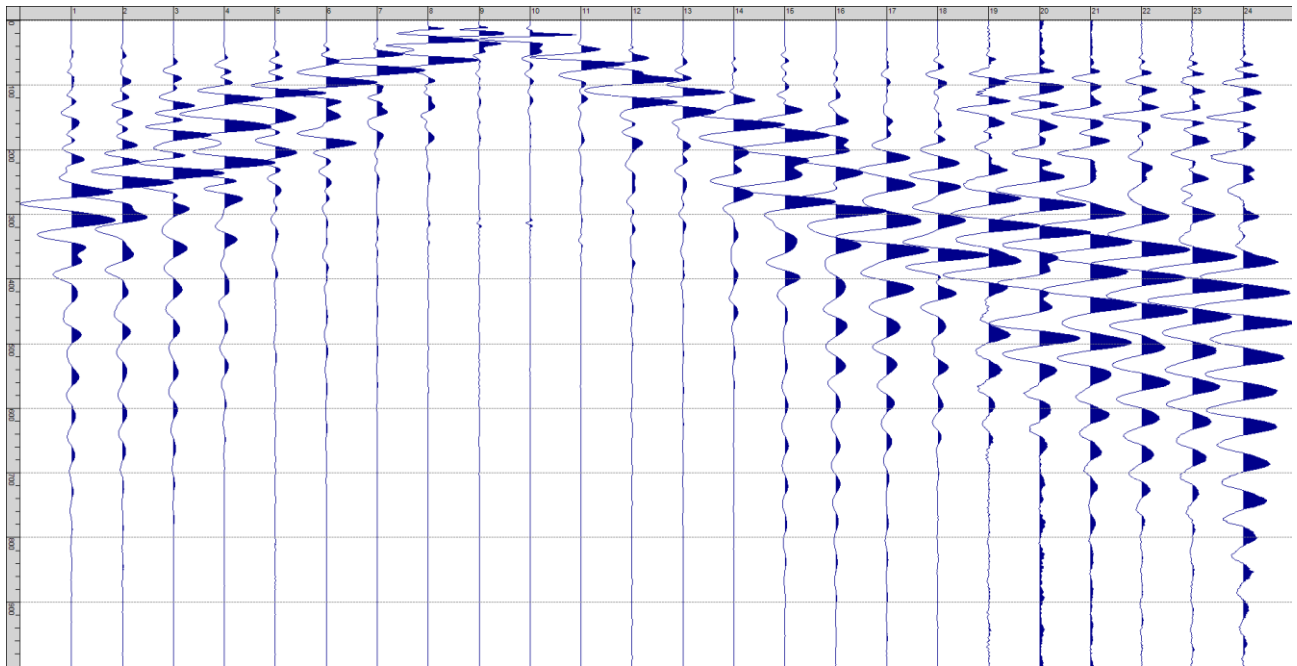
Sism. II-6: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



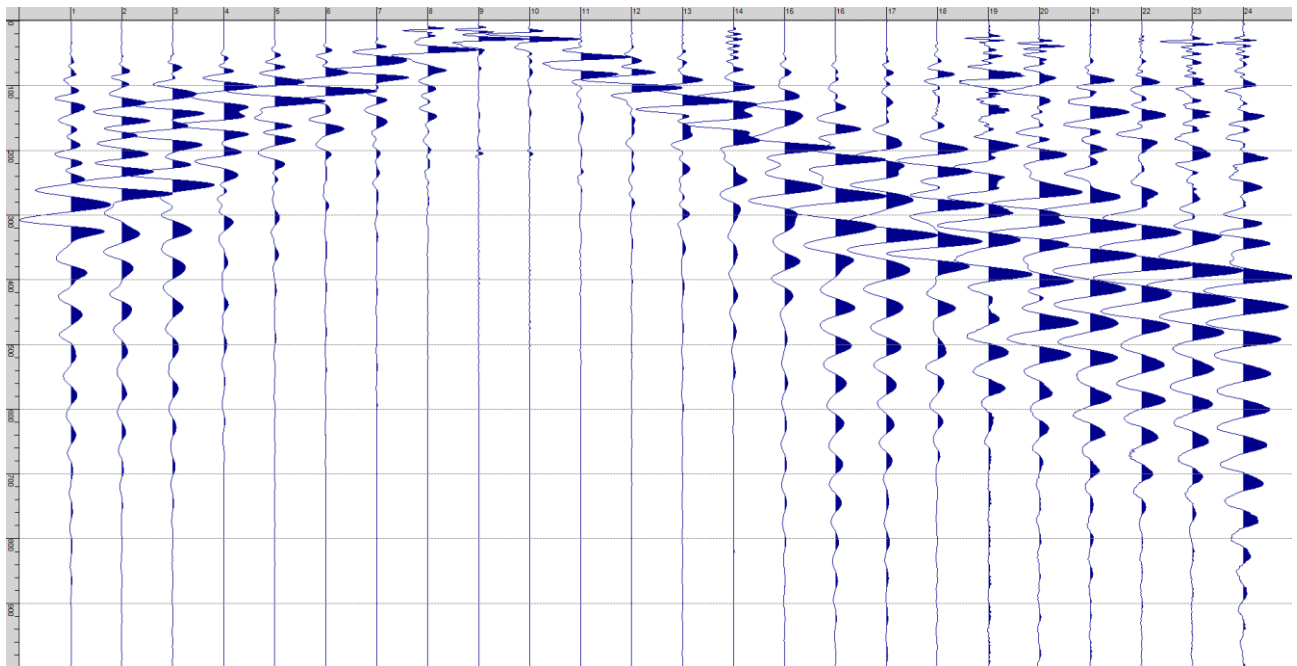
Sism. II-7: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



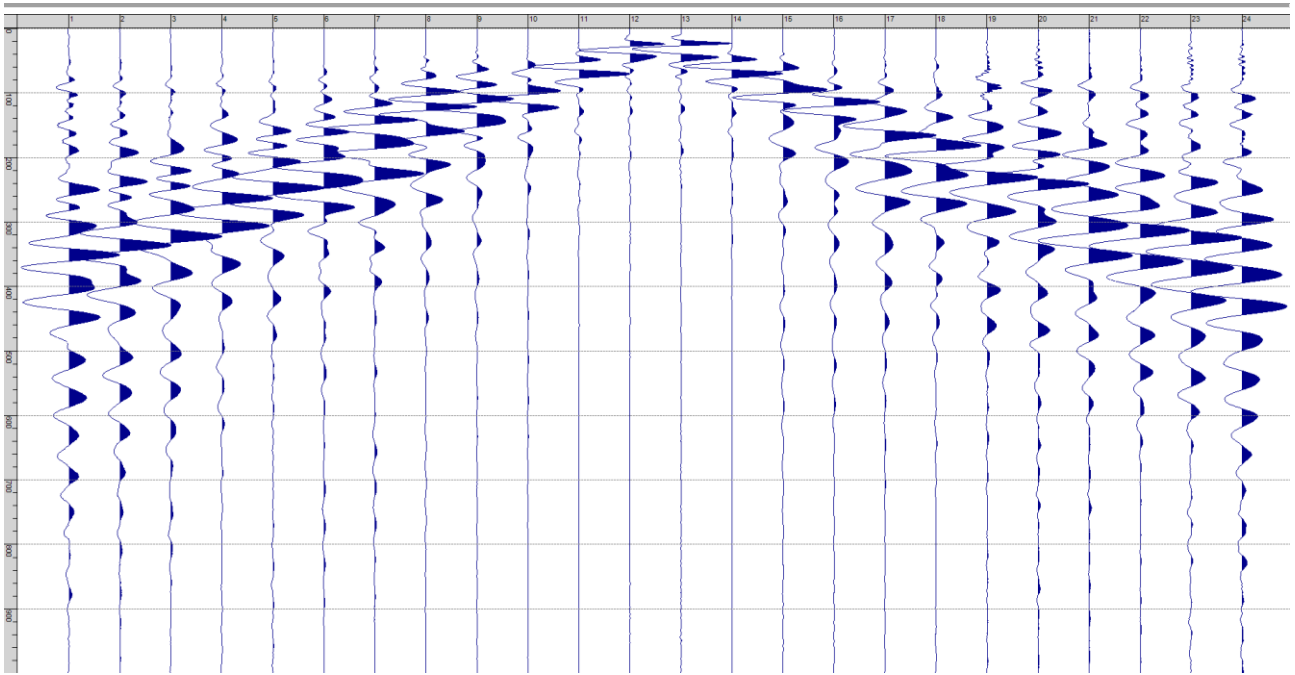
Sism. II-8: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



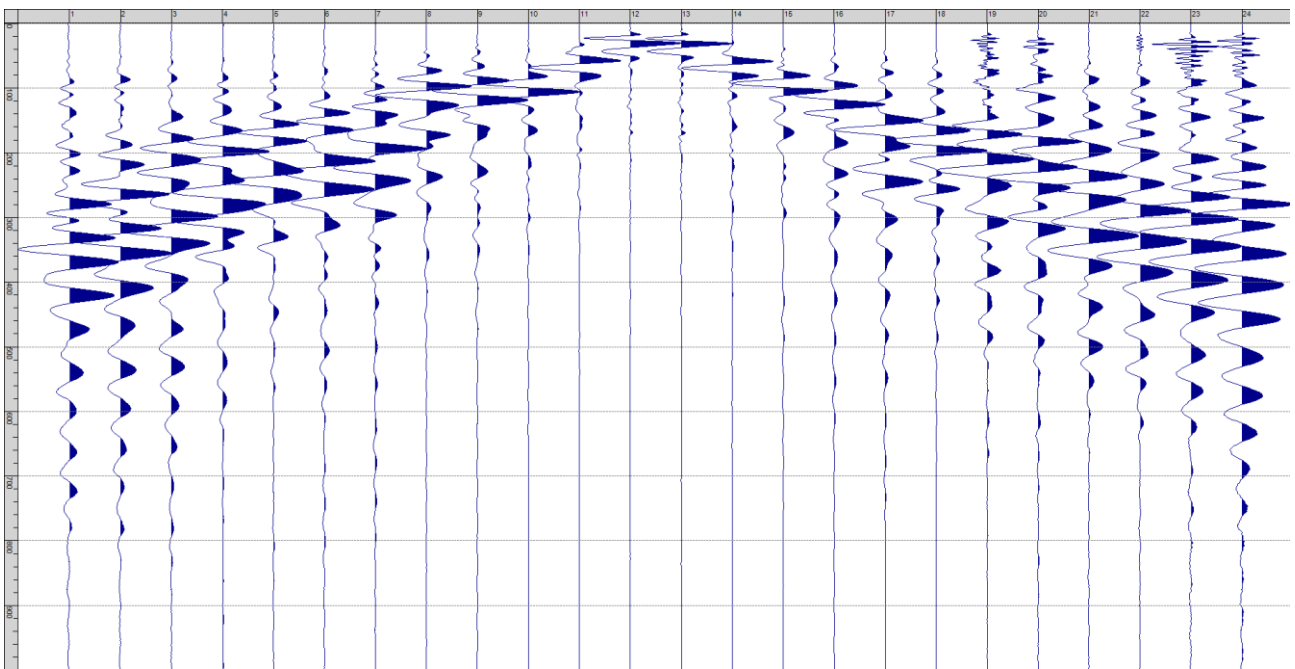
Sism. II-9: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



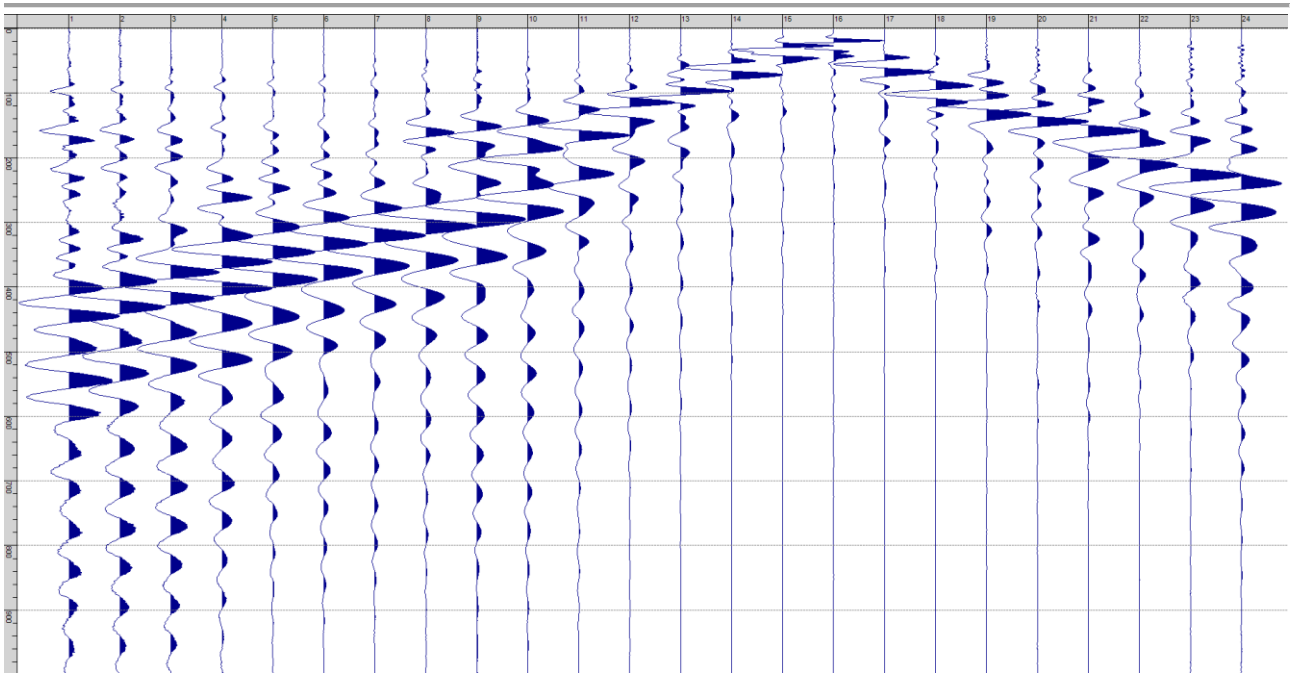
Sism. II-10: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



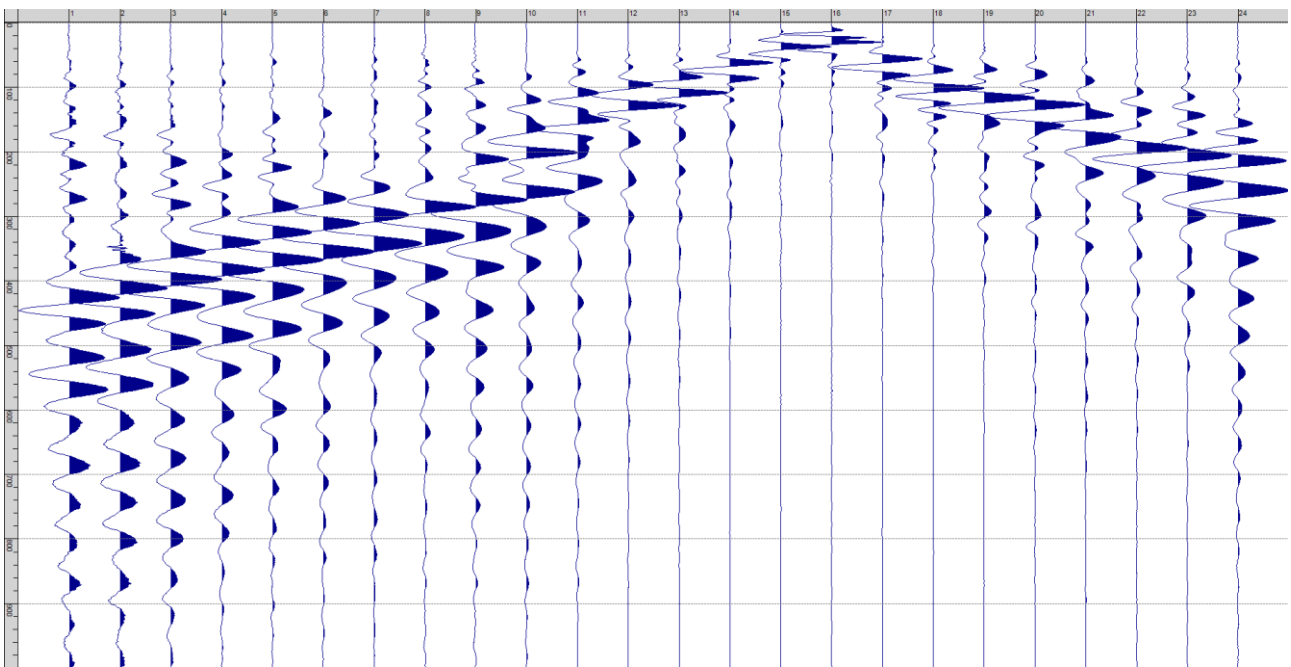
Sism. II-11: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



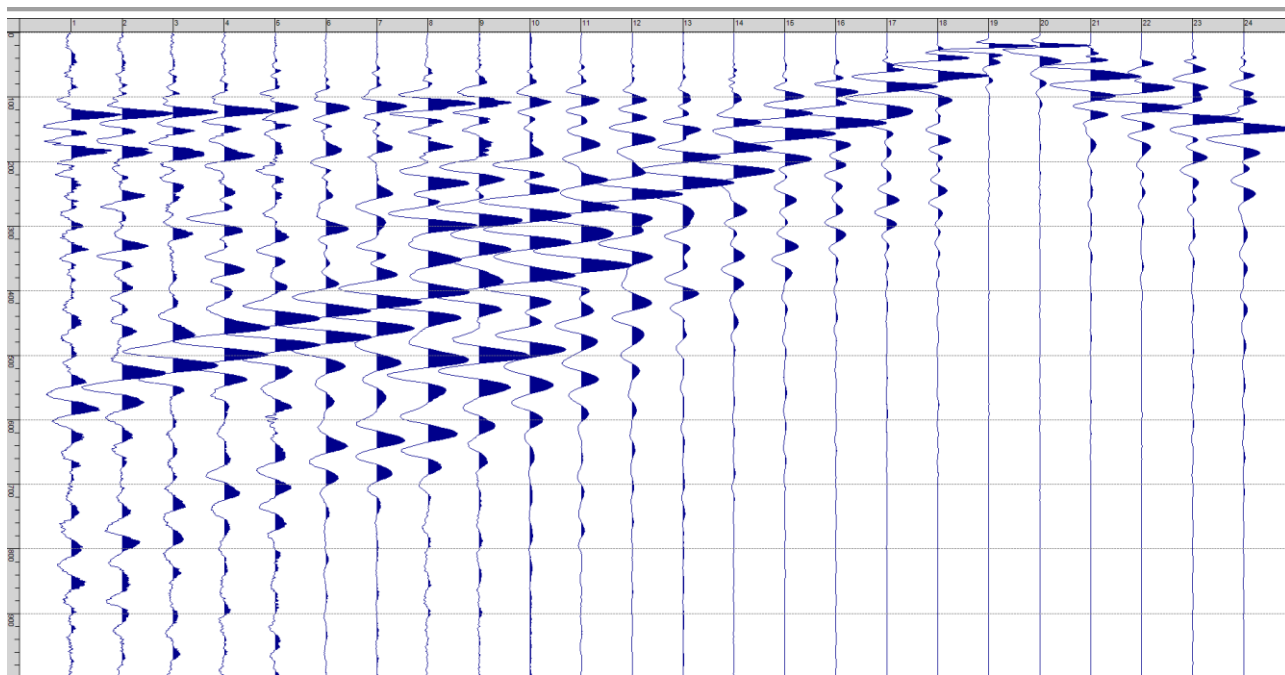
Sism. II-12: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



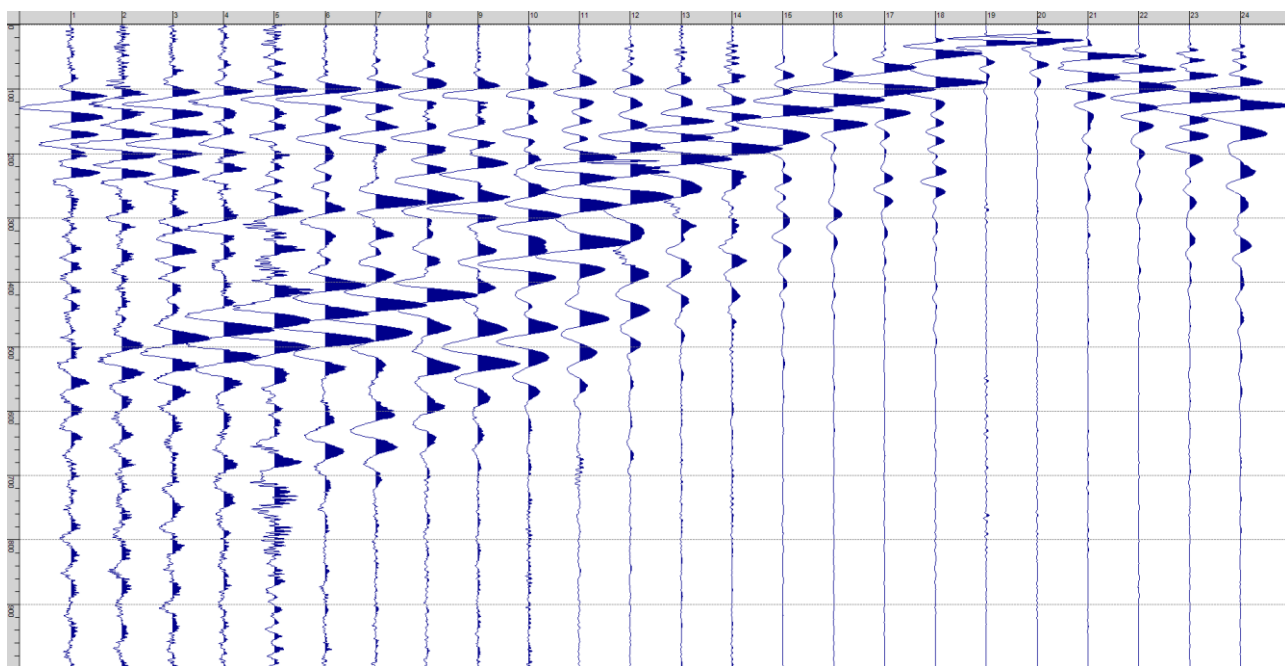
Sism. II-13: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



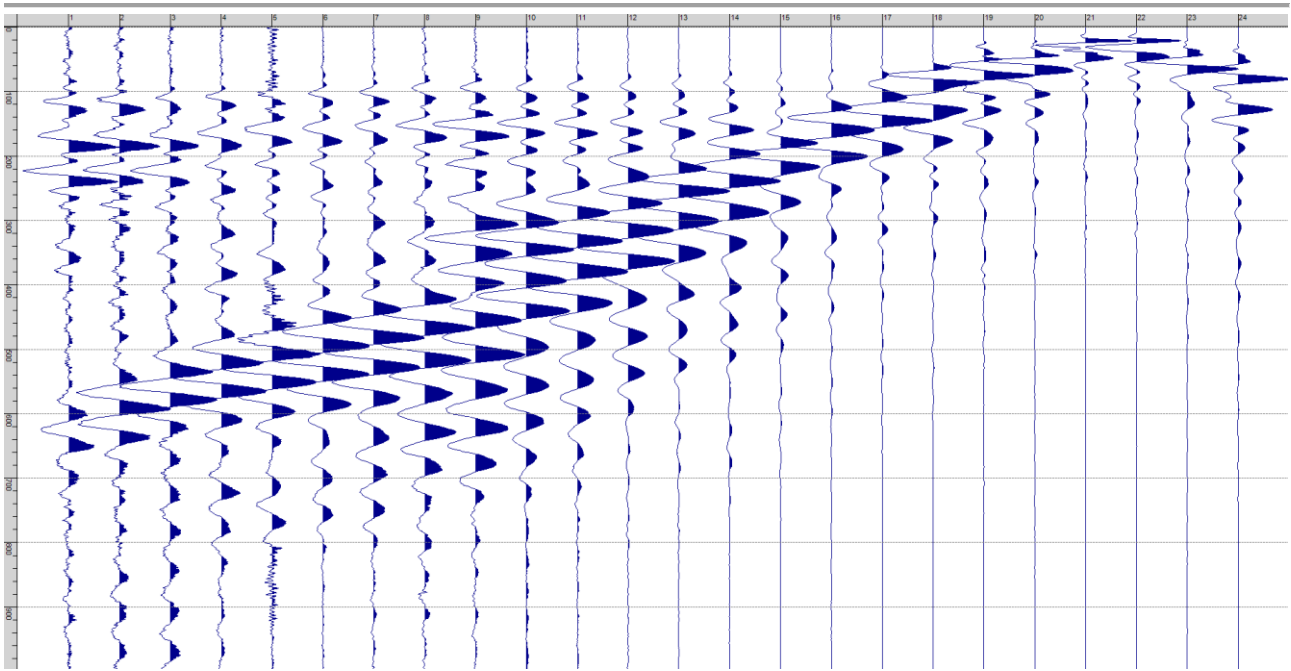
Sism. II-14: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



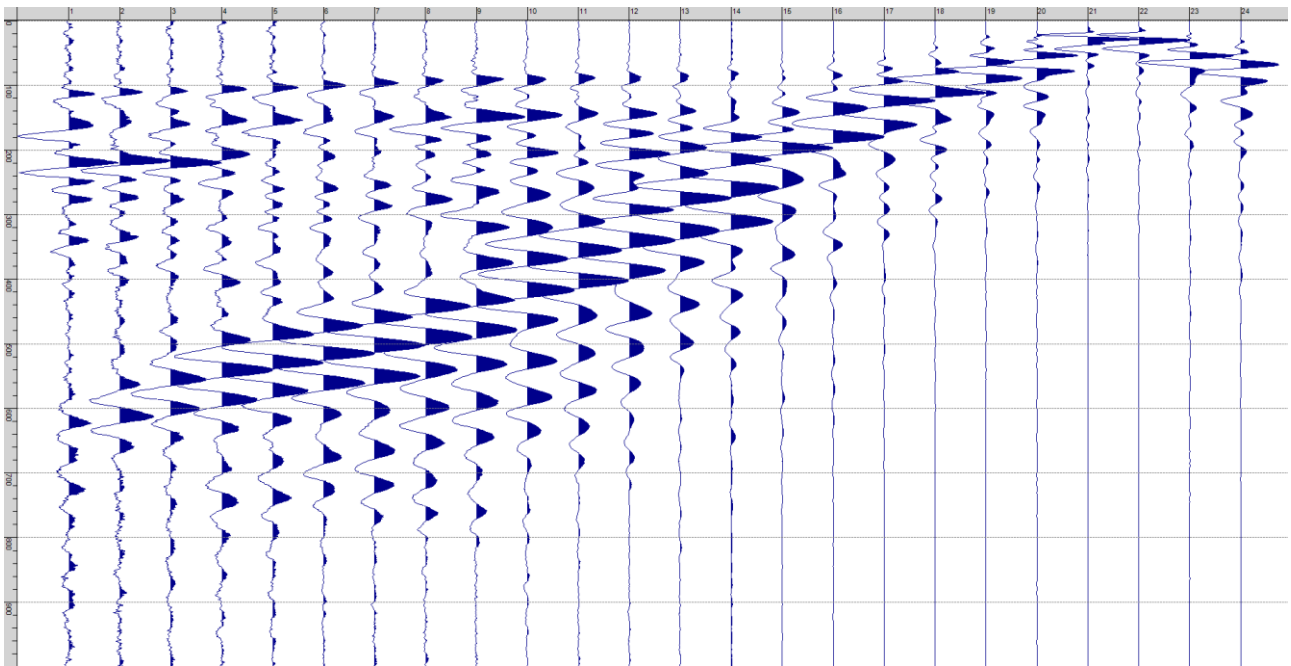
Sism. II-15: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



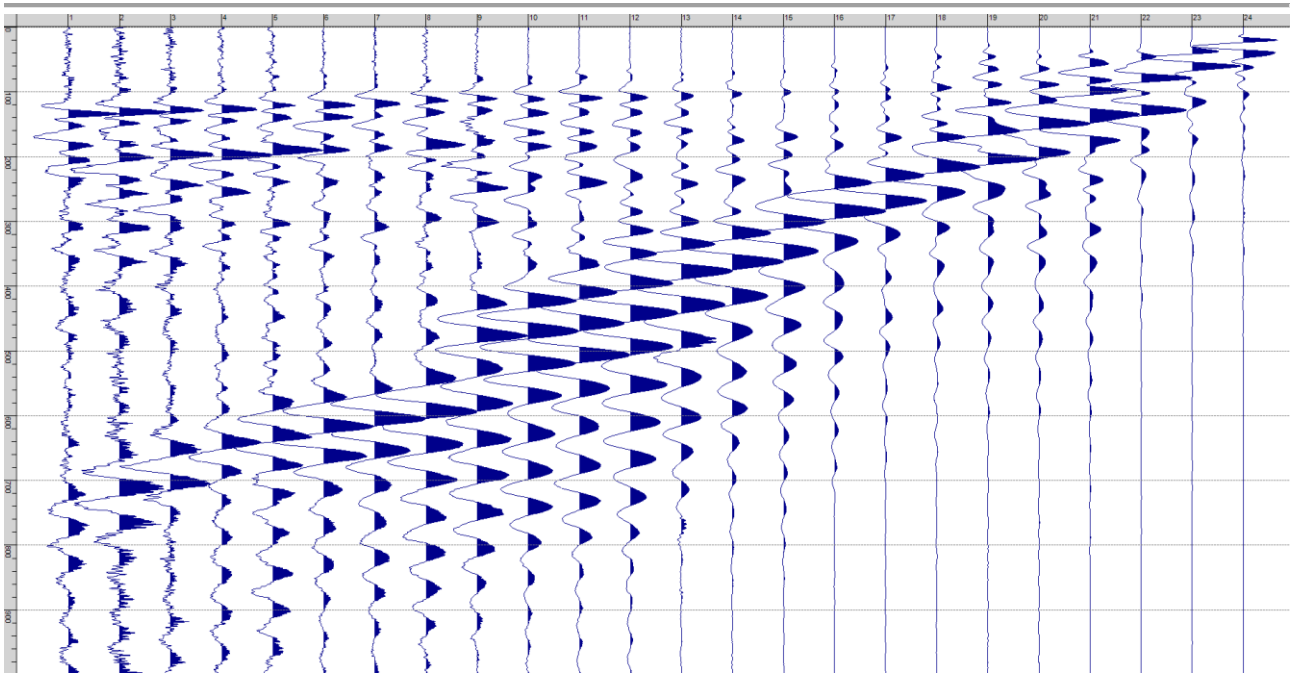
Sism. II-16: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



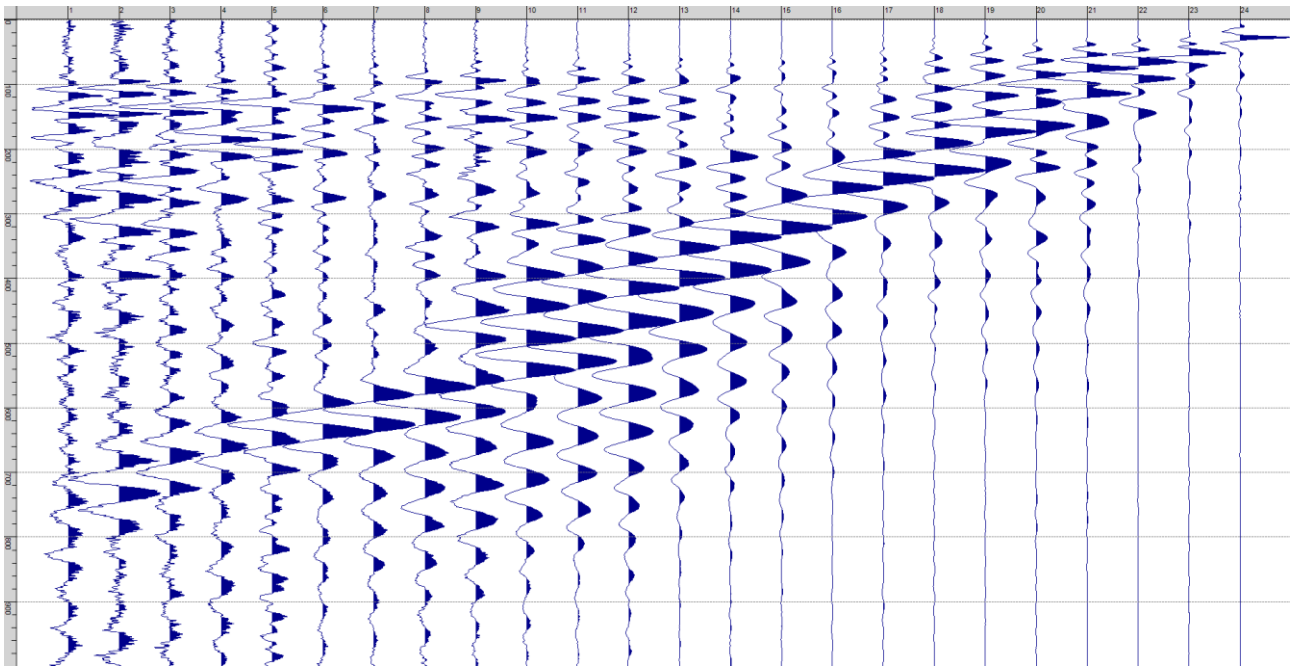
Sism. II-17: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



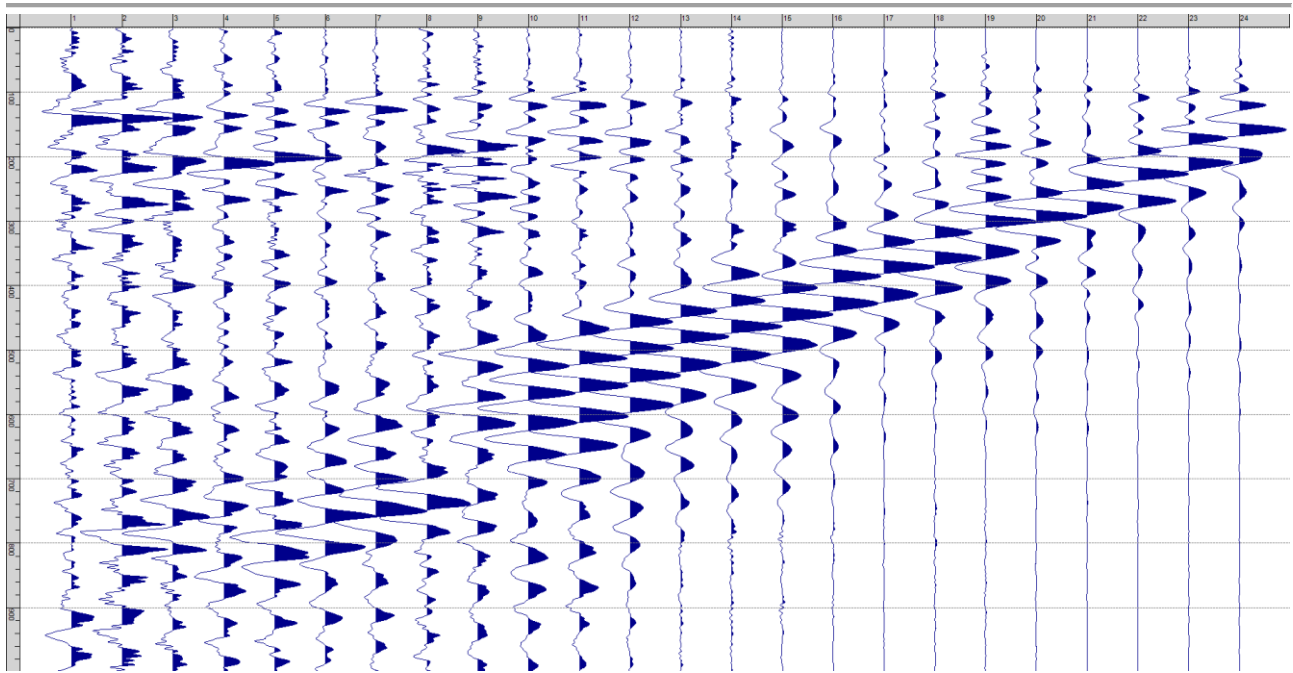
Sism. II-18: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



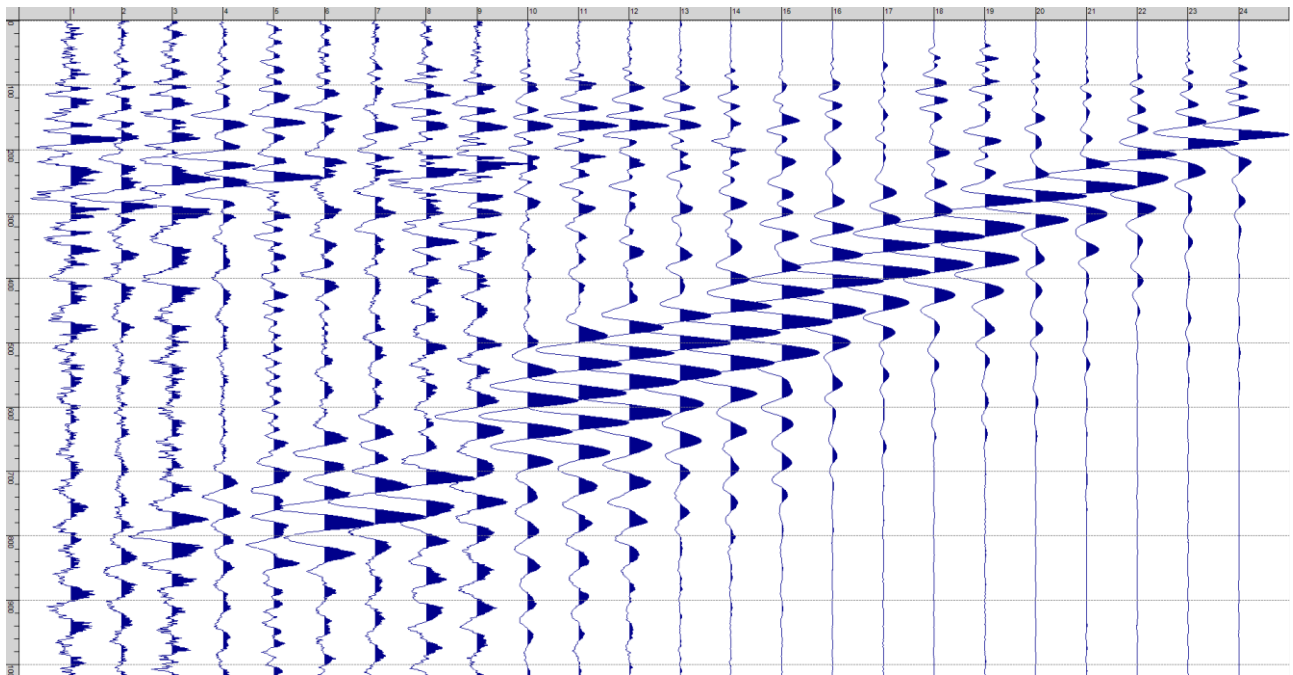
Sism. II-19: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



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



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



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

Tab. II-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	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	55	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	4	2	3	3	3	3
QUOTA [m]	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1

Tab. II-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]	-15.00	-1.50	7.50	16.50	25.50	34.50	43.50	56.00	61.50	70.50	84.00
QUOTA [m]	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1

Tab. II-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	60	7	-1000	58	74	75	79	92	98	100	116
2	3	62	26	30	54	70	74	81	89	95	100	113
3	6	67	35	13	45	67	71	79	86	92	98	111
4	9	71	42	14	39	62	68	74	85	91	96	109
5	12	72	48	30	32	54	67	74	83	88	93	105
6	15	74	56	36	9	46	61	70	80	84	89	106
7	18	74	59	41	9	37	60	65	78	81	85	103
8	21	79	62	47	25	26	55	62	73	78	83	103
9	24	80	65	55	34	12	49	60	70	76	82	99
10	27	80	70	61	47	12	49	57	68	73	81	99
11	30	85	75	65	50	38	37	53	66	74	78	97
12	33	88	76	67	60	49	13	49	67	72	77	97
13	36	92	77	70	63	55	11	41	64	69	76	94
14	39	94	81	75	65	57	35	33	63	69	74	94
15	42	95	82	73	65	61	46	13	60	66	74	94
16	45	98	83	77	70	65	52	8	53	67	71	91
17	48	99	85	77	69	67	59	28	45	61	68	87
18	51	101	87	81	72	67	62	41	26	46	62	88
19	55	102	91	-1000	73	68	65	52	9	31	53	83
20	57	105	95	85	72	71	69	60	8	26	48	80
21	60	106	97	88	71	73	69	64	29	11	41	78
22	63	106	98	91	73	75	71	65	33	10	36	75
23	66	107	98	91	76	77	76	67	41	24	29	71
24	69	108	102	93	76	81	78	68	45	35	12	68

Tab. II-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	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

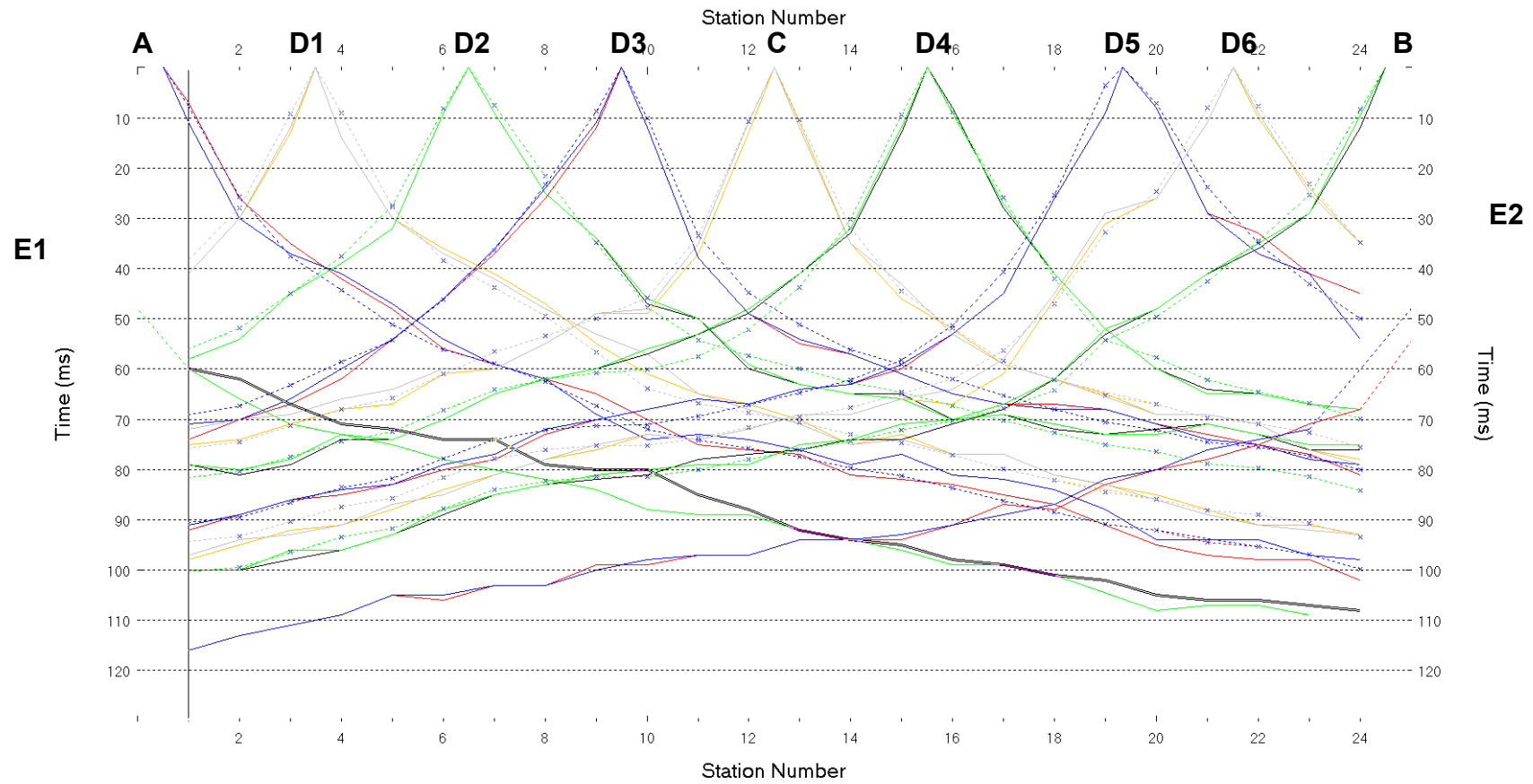


Fig. II-2:Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400

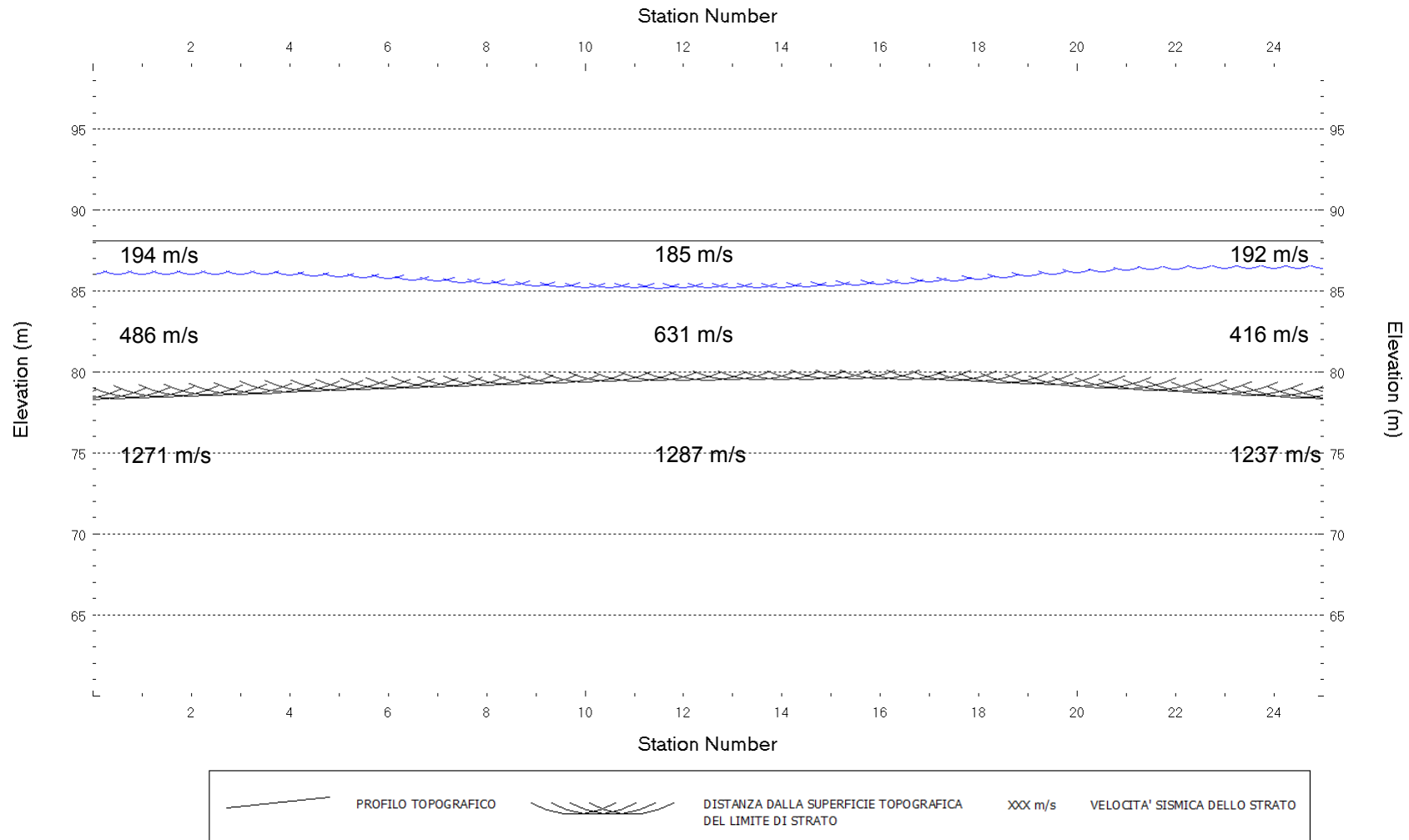
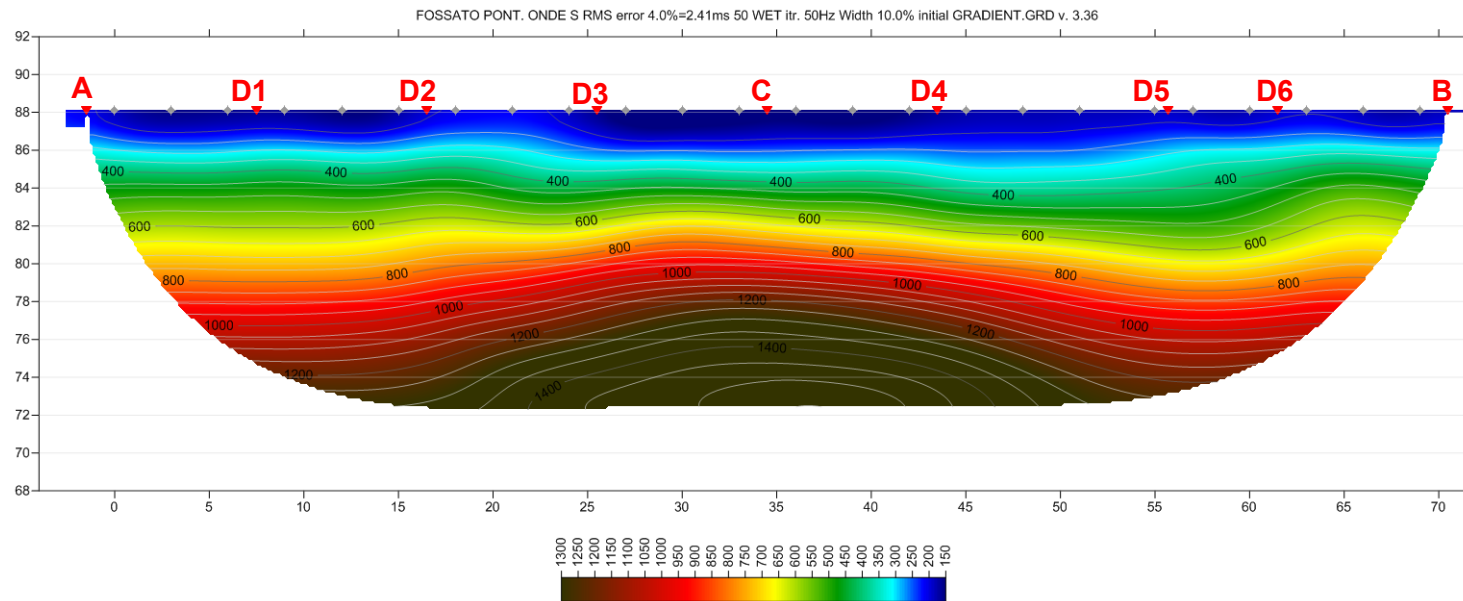


Fig. II-3: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400



PUNTI DI ENERGIZZAZIONE



GEOFONI

Fig. II-4: Stesa sismica 115_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400

**III. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 116_SR ONDE P – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRFIE**

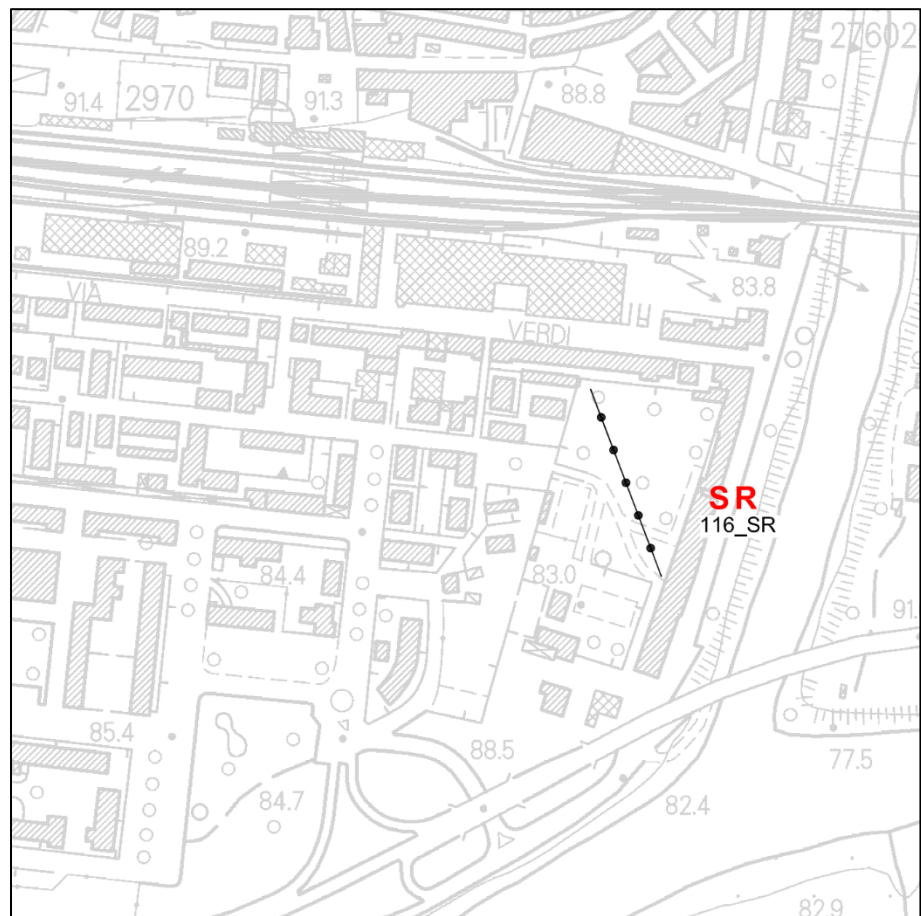
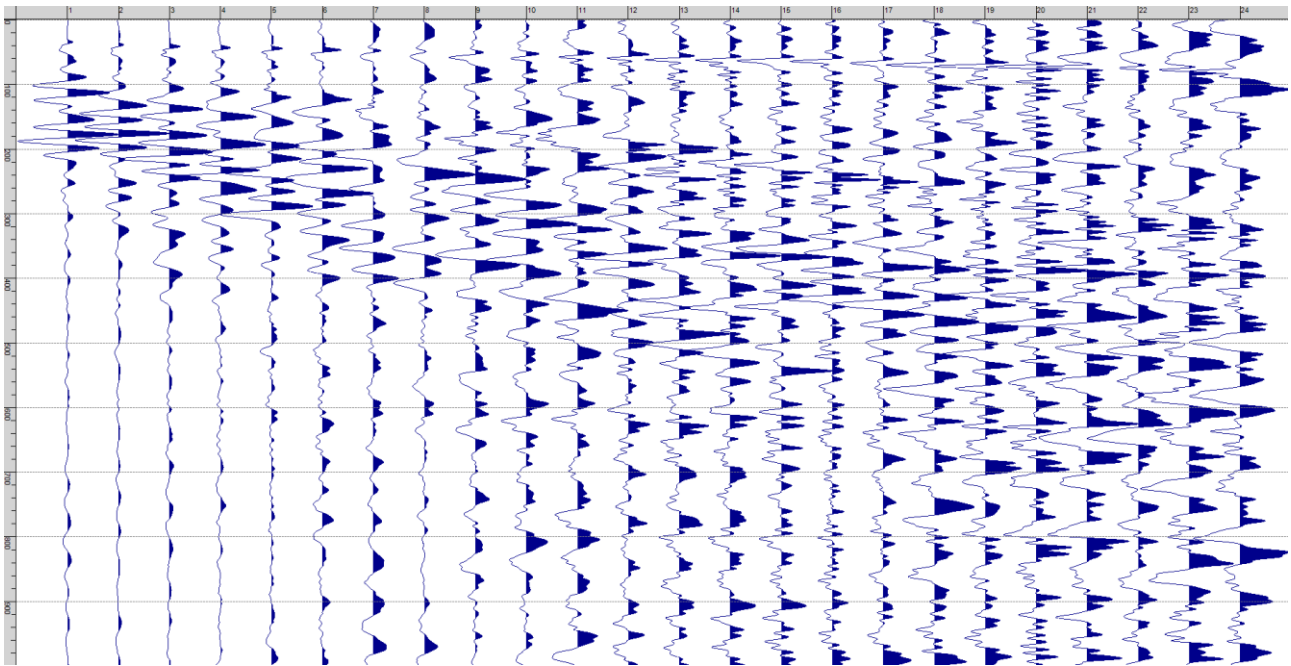
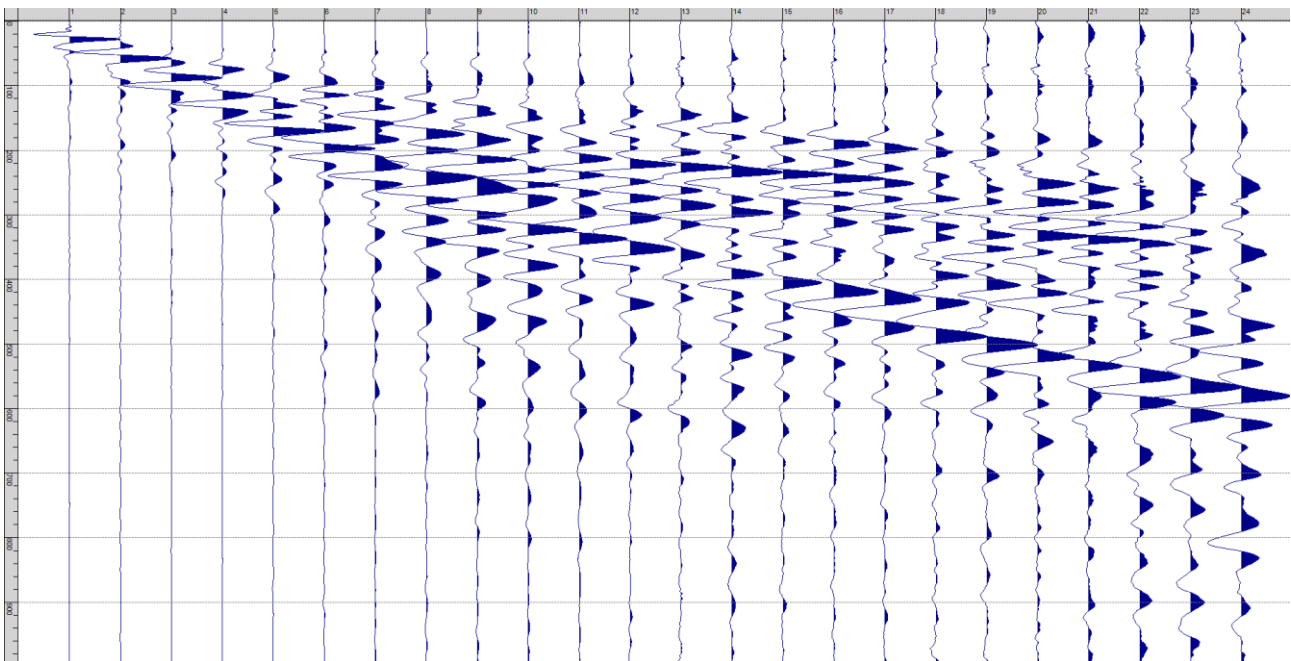


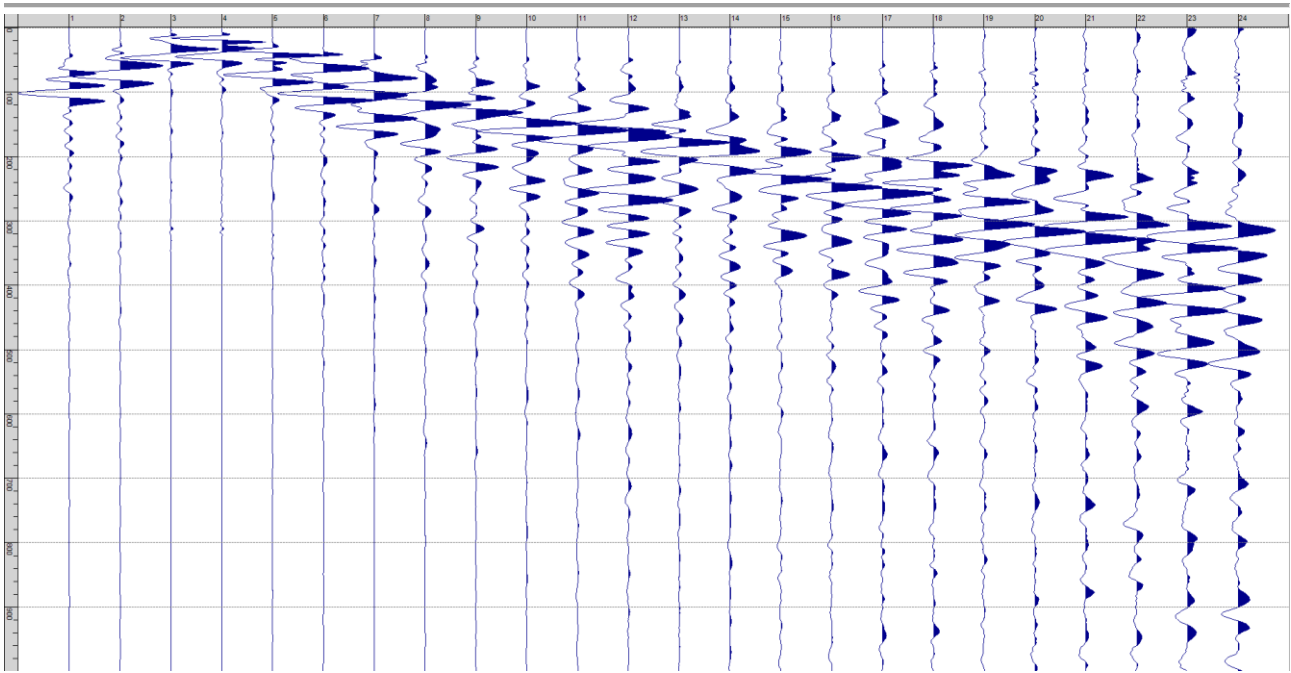
Fig. III-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



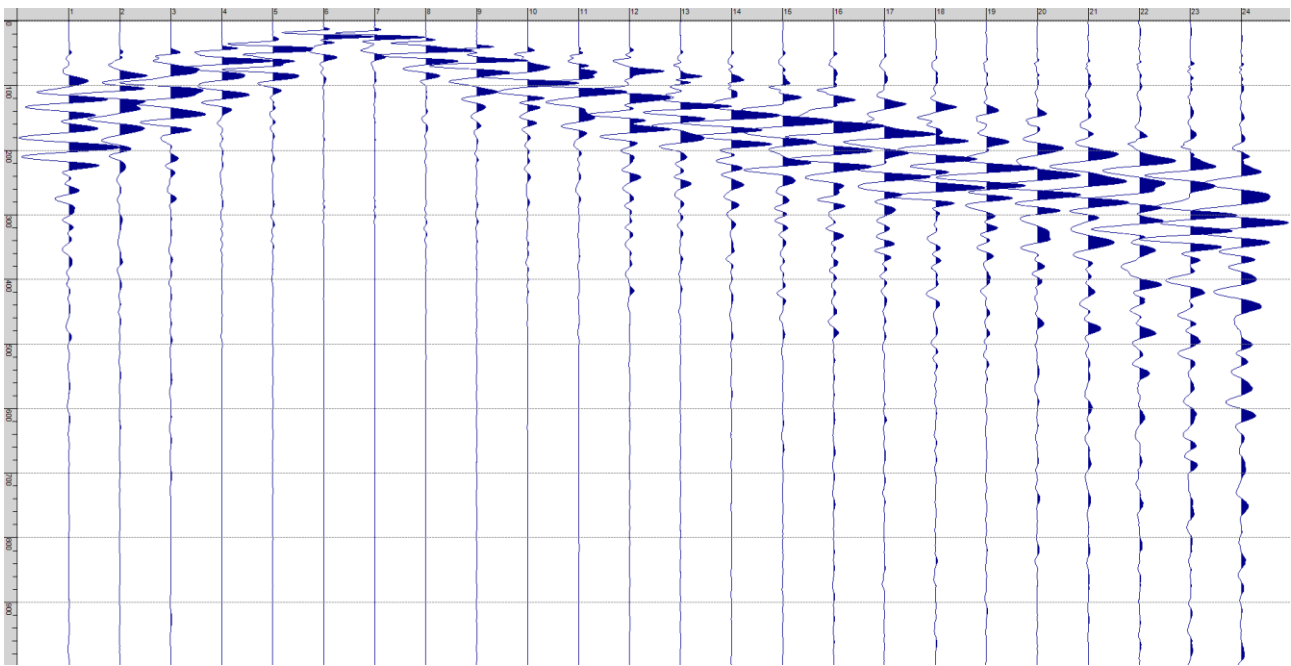
Sism. III-1: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



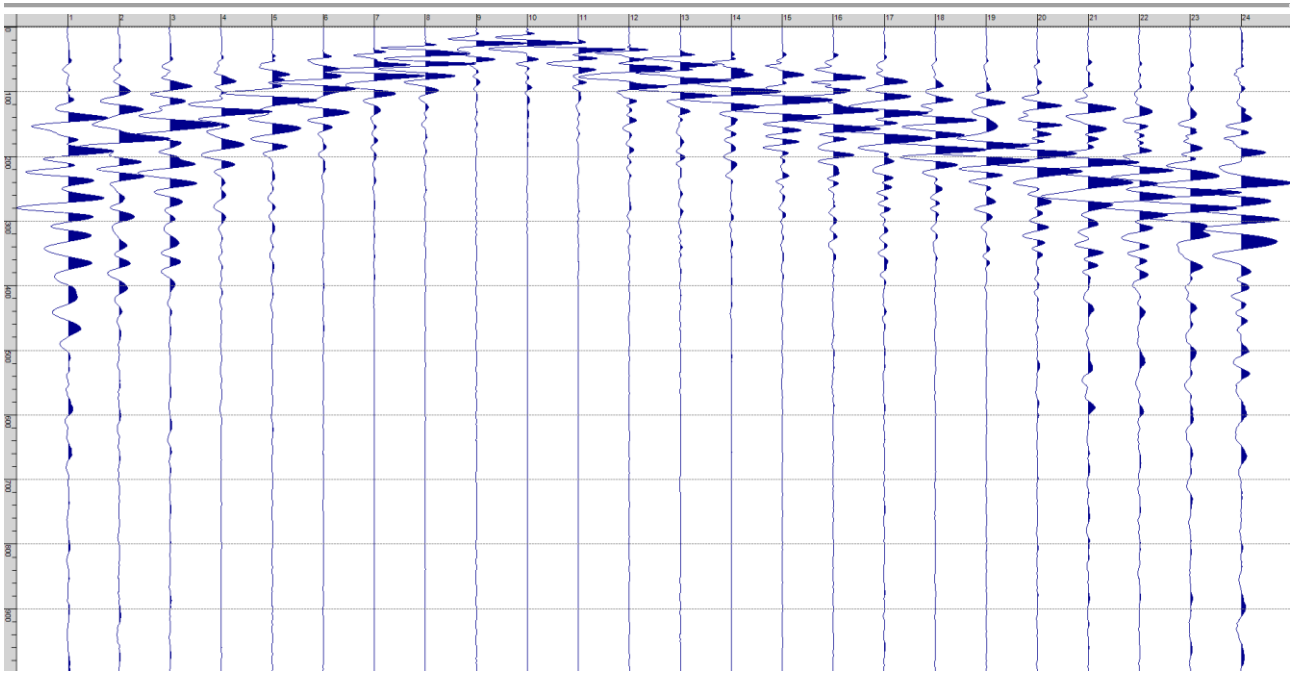
Sism. III-2: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



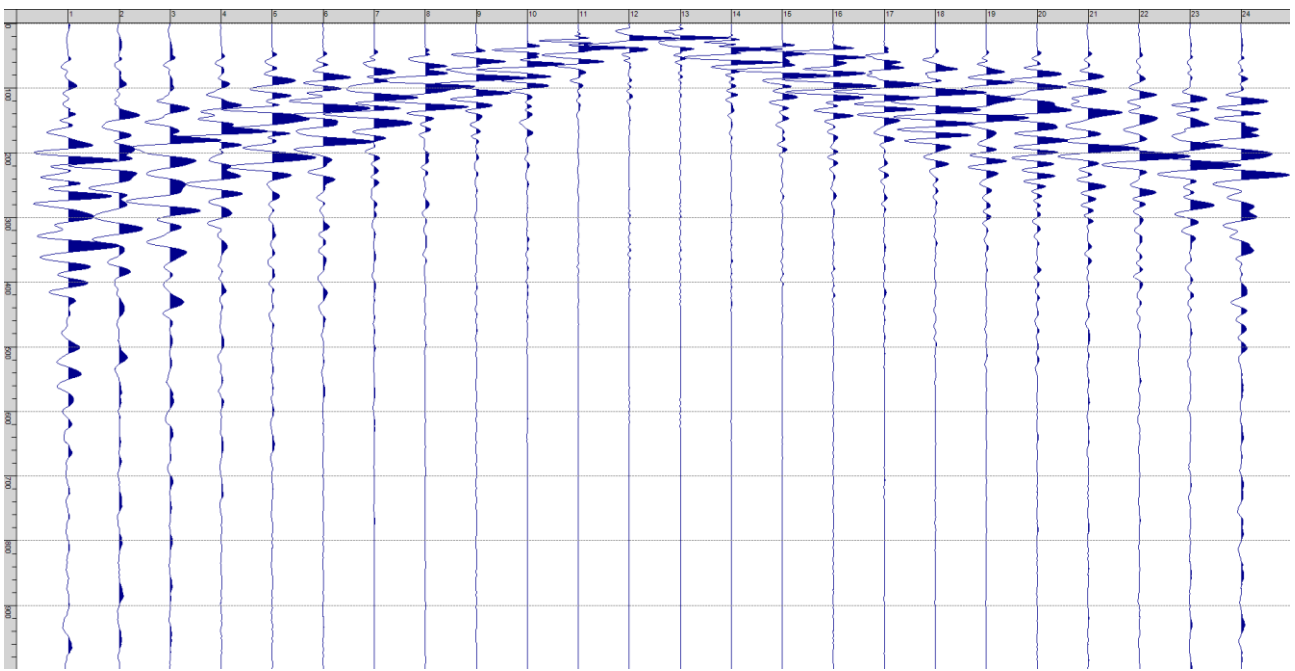
Sism. III-3: 115_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



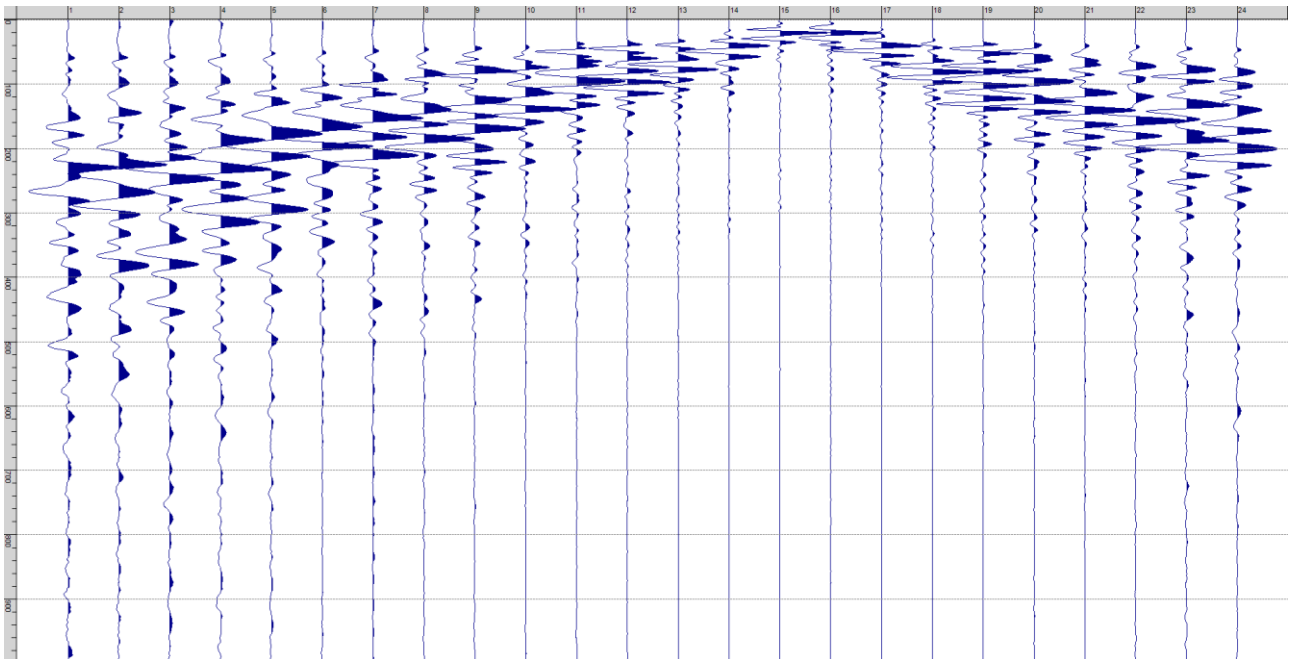
Sism. III-4: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza



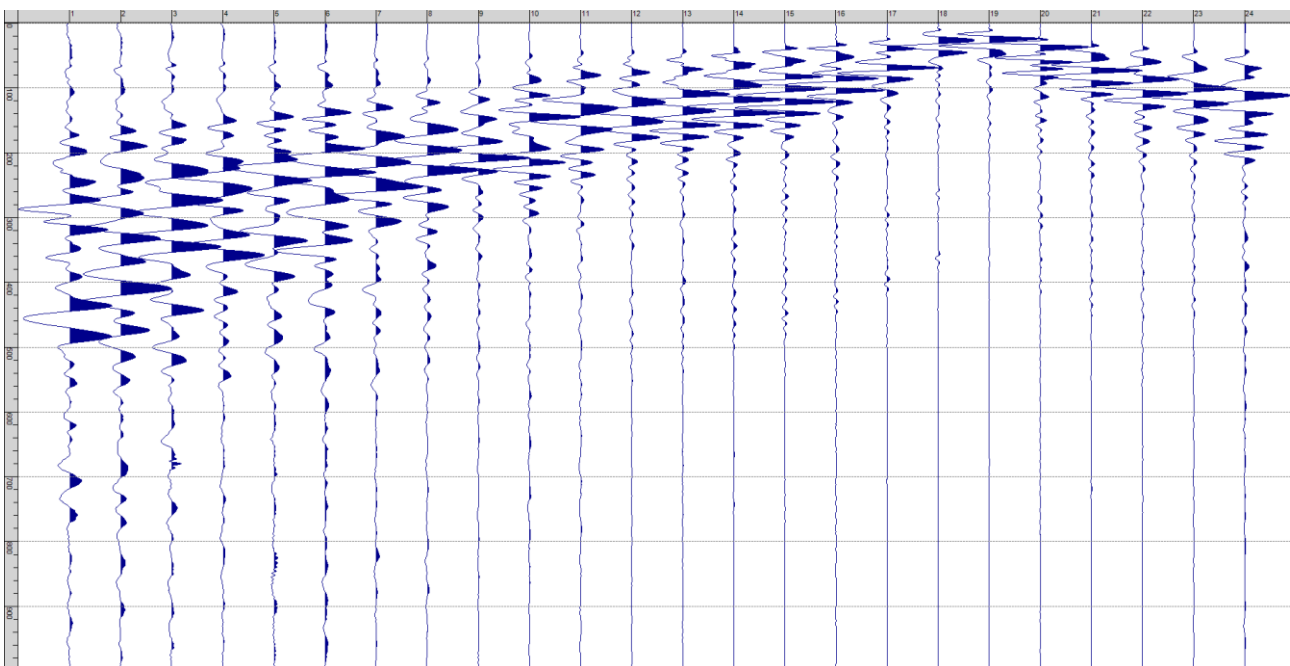
Sism. III-5: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



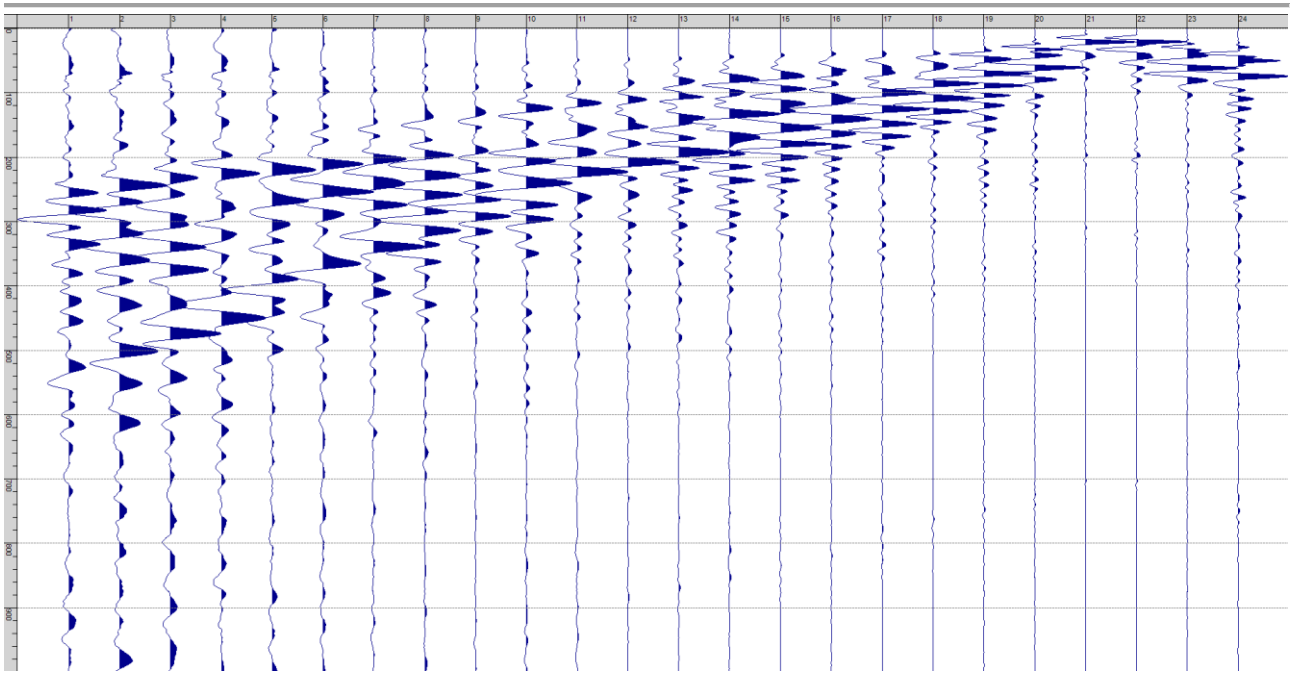
Sism. III-6: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



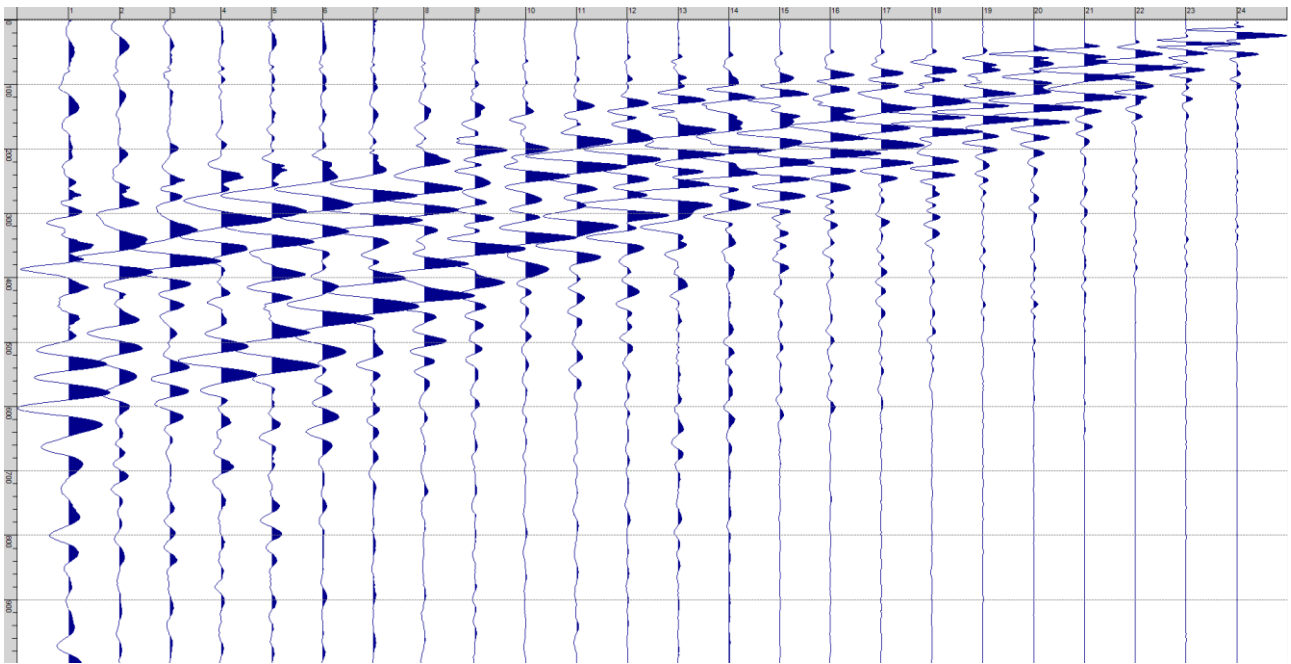
Sism. III-7: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



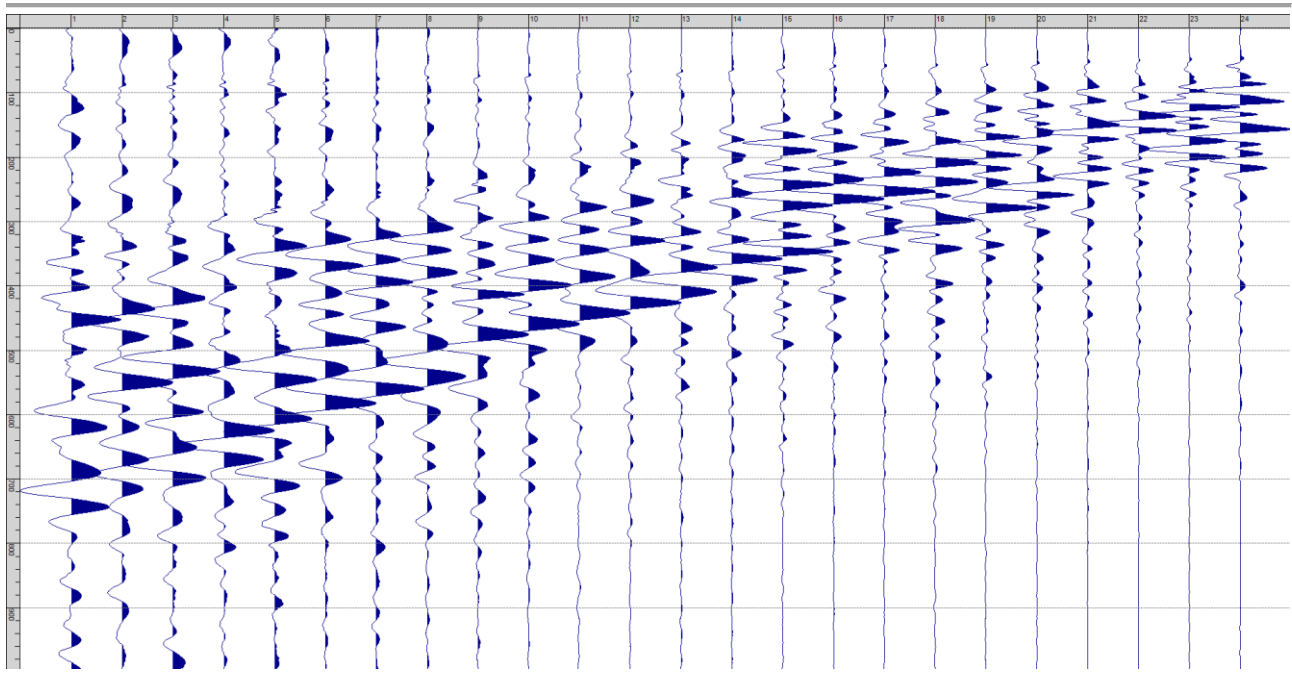
Sism. III-8: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. III-9: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza



Sism. III-10: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza



Sism. III-11: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza

Tab. III-1: Stesa sismica 116_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]	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0

Tab. III-2: Stesa sismica 116_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]	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0

Tab. III-3: Stesa sismica 116_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	31	7	39	45	47	51	54	63	65	75	82
2	4	36	20	24	43	46	51	53	62	66	74	82
3	8	37	38	8	43	45	49	53	61	64	74	81
4	12	39	40	8	37	43	47	51	59	63	72	78
5	16	41	42	25	22	41	45	49	56	60	70	77
6	20	43	44	36	9	39	43	47	55	59	67	76
7	24	45	45	41	10	34	41	44	53	57	65	74
8	28	47	46	42	25	24	39	42	51	54	63	72
9	32	47	48	44	34	8	36	40	48	52	59	71
10	36	49	49	44	39	7	30	38	45	49	58	70
11	40	48	50	45	39	19	20	34	41	46	54	67
12	44	50	52	46	40	28	5	32	39	45	53	65
13	48	51	53	49	44	35	6	30	39	44	52	63
14	52	52	54	51	45	37	16	15	36	41	48	61
15	56	53	56	52	45	38	29	6	33	38	46	58
16	60	54	57	53	47	40	33	5	28	36	45	56
17	64	57	59	55	50	42	37	14	20	34	45	55
18	68	58	61	59	54	46	39	28	8	33	44	54
19	72	61	64	59	55	47	41	33	8	28	41	52
20	76	63	65	61	56	48	41	35	19	16	38	51
21	80	63	67	62	58	49	43	36	28	6	35	48
22	84	65	68	64	60	52	46	39	33	6	28	46
23	88	67	70	66	61	54	49	42	37	16	16	44
24	92	68	72	67	64	56	50	44	40	27	6	42

Tab. III-4: Stesa sismica 116_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	83.00	327	78.13	2012	71.68	3844
1.5	2	83.00	327	78.13	2012	71.32	3880
2	4	83.00	327	78.13	2012	70.95	3916
2.5	6	83.00	327	78.13	2012	70.57	3958
3	8	83.00	327	78.13	2012	70.17	4000
3.5	10	83.00	327	78.13	2012	69.77	4035
4	12	83.00	327	78.13	2012	69.38	4061
4.5	14	83.00	326	78.13	2012	69.01	4067
5	16	83.00	324	78.14	2004	68.66	4071
5.5	18	83.00	325	78.16	1984	68.34	4082
6	20	83.00	327	78.19	1953	68.06	4089
6.5	22	83.00	328	78.24	1928	67.81	4085
7	24	83.00	329	78.29	1873	67.59	4057
7.5	26	83.00	330	78.35	1812	67.39	4013
8	28	83.00	332	78.43	1759	67.22	3953
8.5	30	83.00	333	78.52	1709	67.09	3879
9	32	83.00	334	78.62	1660	66.98	3786
9.5	34	83.00	337	78.72	1608	66.91	3678
10	36	83.00	340	78.83	1557	66.85	3558
10.5	38	83.00	340	78.94	1518	66.83	3434
11	40	83.00	340	79.03	1492	66.84	3311
11.5	42	83.00	339	79.12	1470	66.89	3198
12	44	83.00	339	79.20	1450	66.97	3090
12.5	46	83.00	339	79.27	1458	67.08	2980
13	48	83.00	339	79.33	1459	67.20	2865
13.5	50	83.00	339	79.38	1456	67.33	2756
14	52	83.00	339	79.42	1453	67.47	2655
14.5	54	83.00	339	79.46	1452	67.61	2565
15	56	83.00	339	79.48	1453	67.75	2482
15.5	58	83.00	339	79.50	1451	67.88	2396
16	60	83.00	339	79.52	1448	67.99	2307
16.5	62	83.00	339	79.54	1443	68.10	2225
17	64	83.00	339	79.57	1440	68.20	2160
17.5	66	83.00	339	79.59	1436	68.29	2116
18	68	83.00	339	79.61	1427	68.39	2084
18.5	70	83.00	339	79.64	1412	68.48	2065
19	72	83.00	339	79.66	1393	68.57	2059
19.5	74	83.00	339	79.69	1367	68.65	2063
20	76	83.00	339	79.71	1340	68.73	2069
20.5	78	83.00	339	79.73	1314	68.80	2076
21	80	83.00	339	79.75	1294	68.87	2084
21.5	82	83.00	339	79.77	1275	68.93	2091
22	84	83.00	339	79.78	1257	68.98	2098
22.5	86	83.00	339	79.79	1242	69.03	2102
23	88	83.00	339	79.79	1234	69.08	2106
23.5	90	83.00	339	79.79	1228	69.11	2109
24	92	83.00	339	79.78	1224	69.15	2111

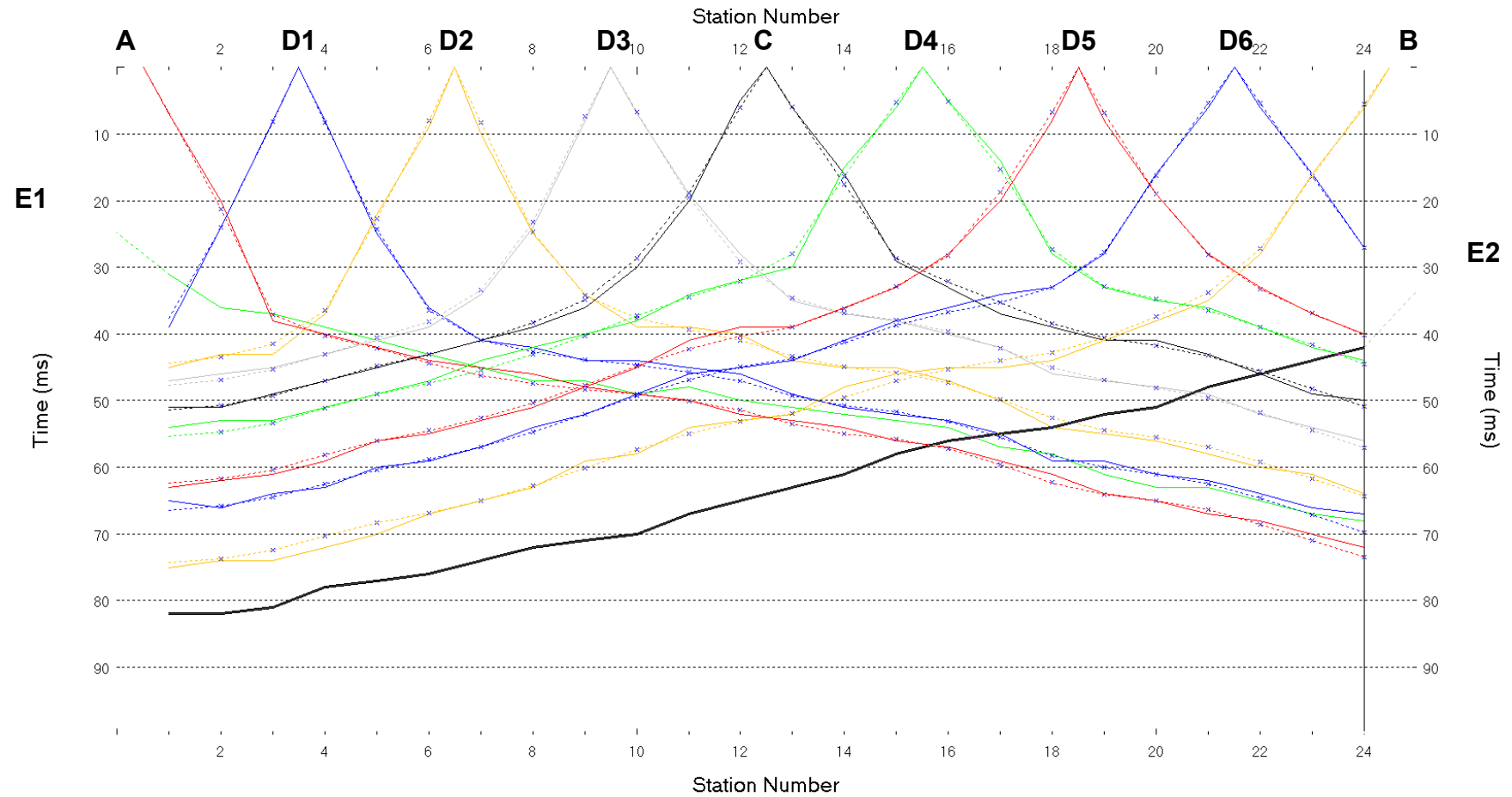


Fig. III-2: Stesa sismica 116_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:500

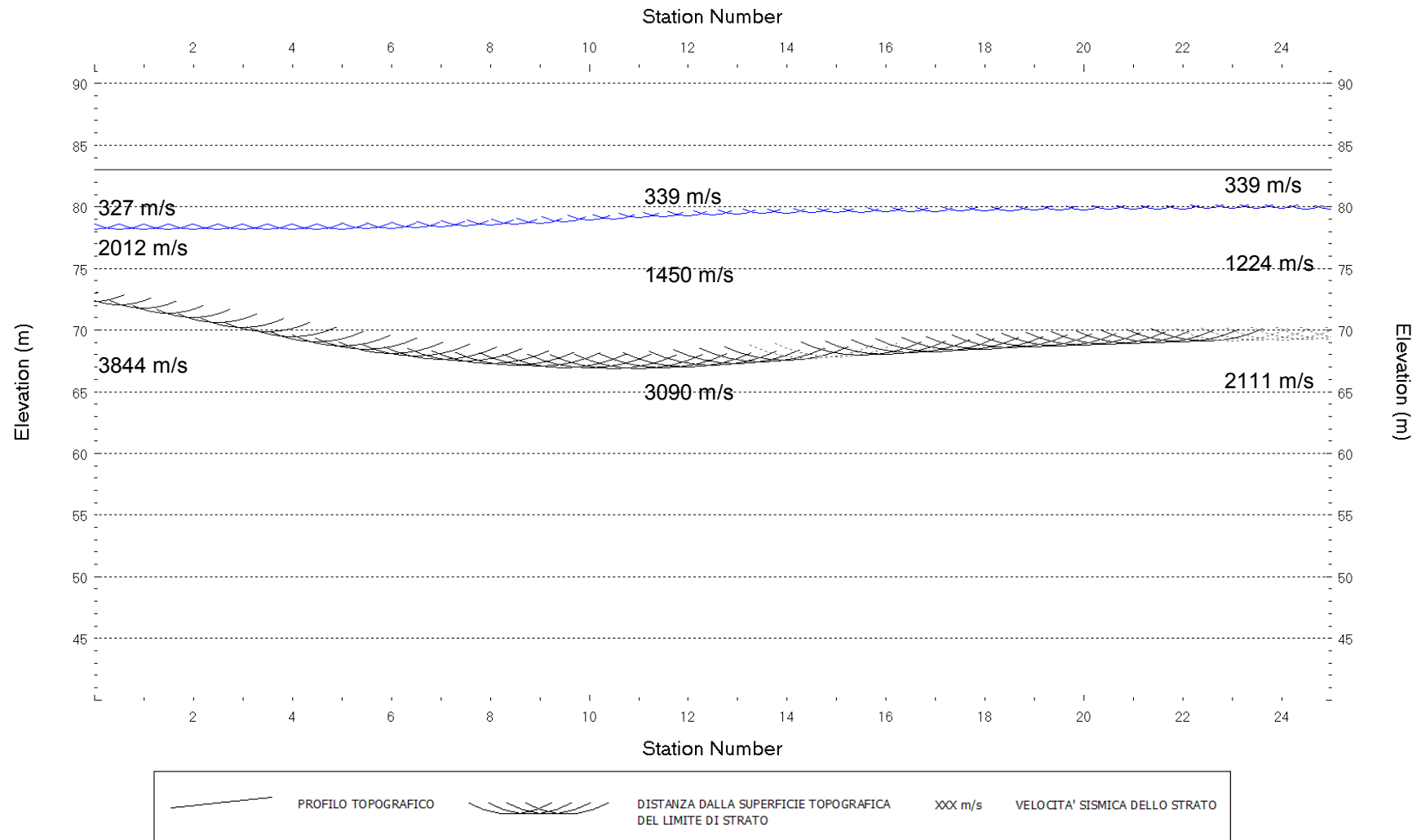


Fig. III-3: Stesa sismica 116_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500

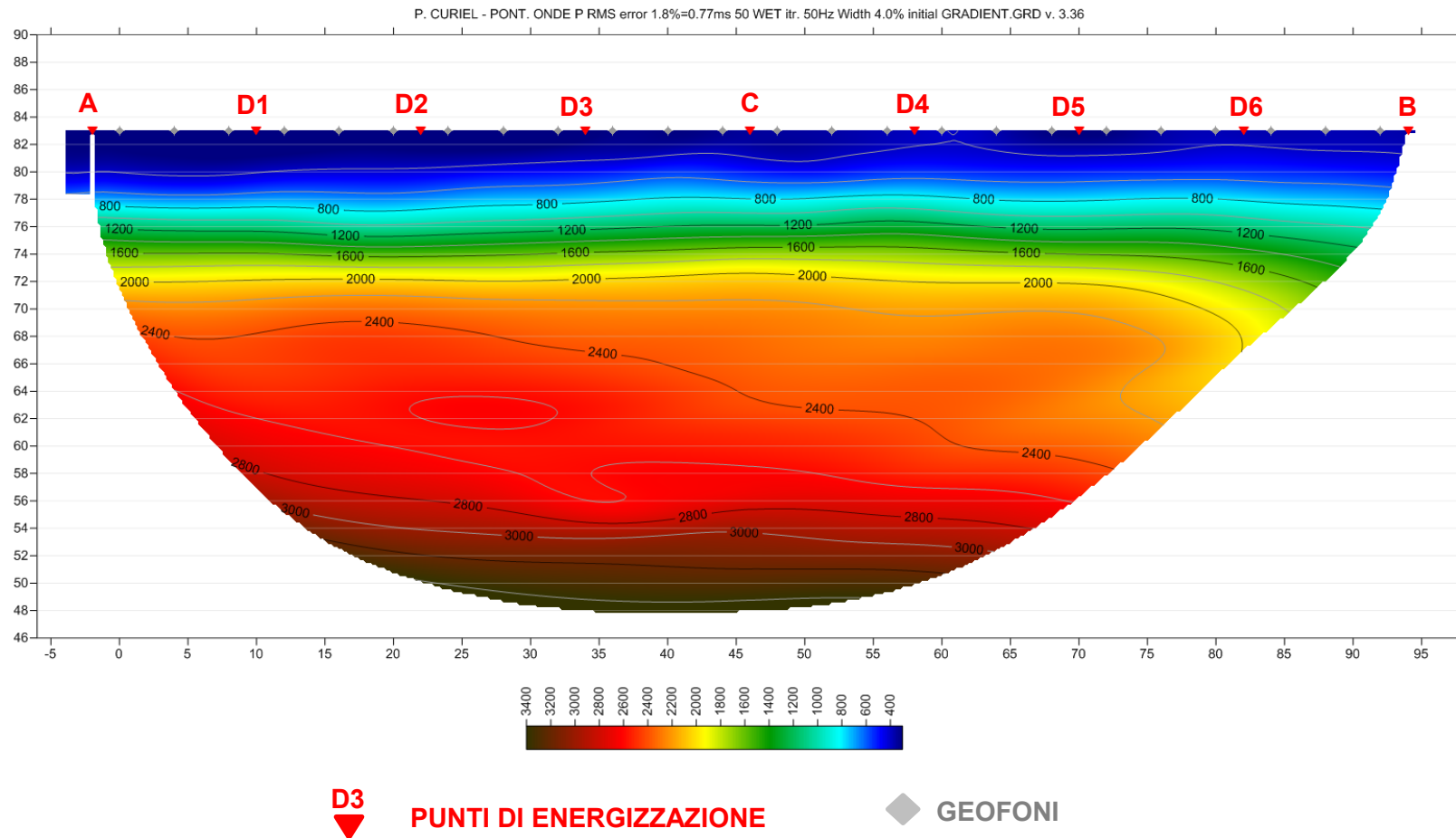


Fig. III-4: Stesa sismica 116_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:500

**IV. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 116_SR ONDE SH -
SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI - TABULATI PROFONDITA' E
VELOCITA' RIFRATTORI - DROMOCRONE — SEZIONI
SISMOSTRATIGRAFICHE - TOMOGRAFIE**

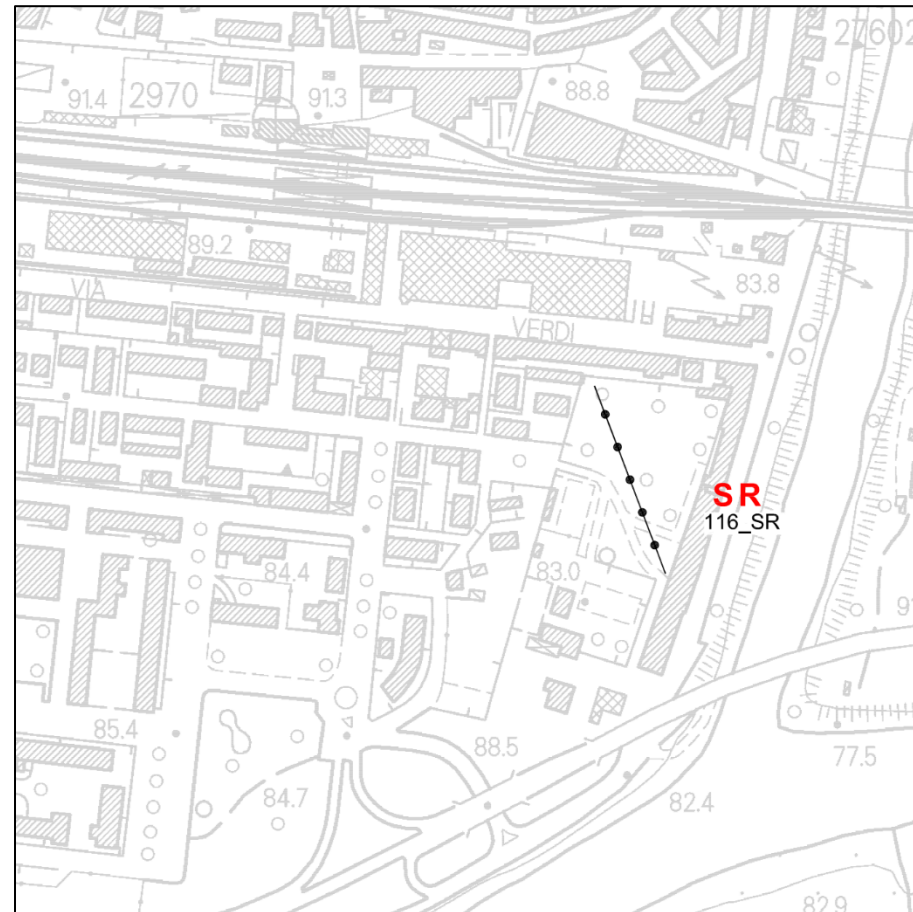
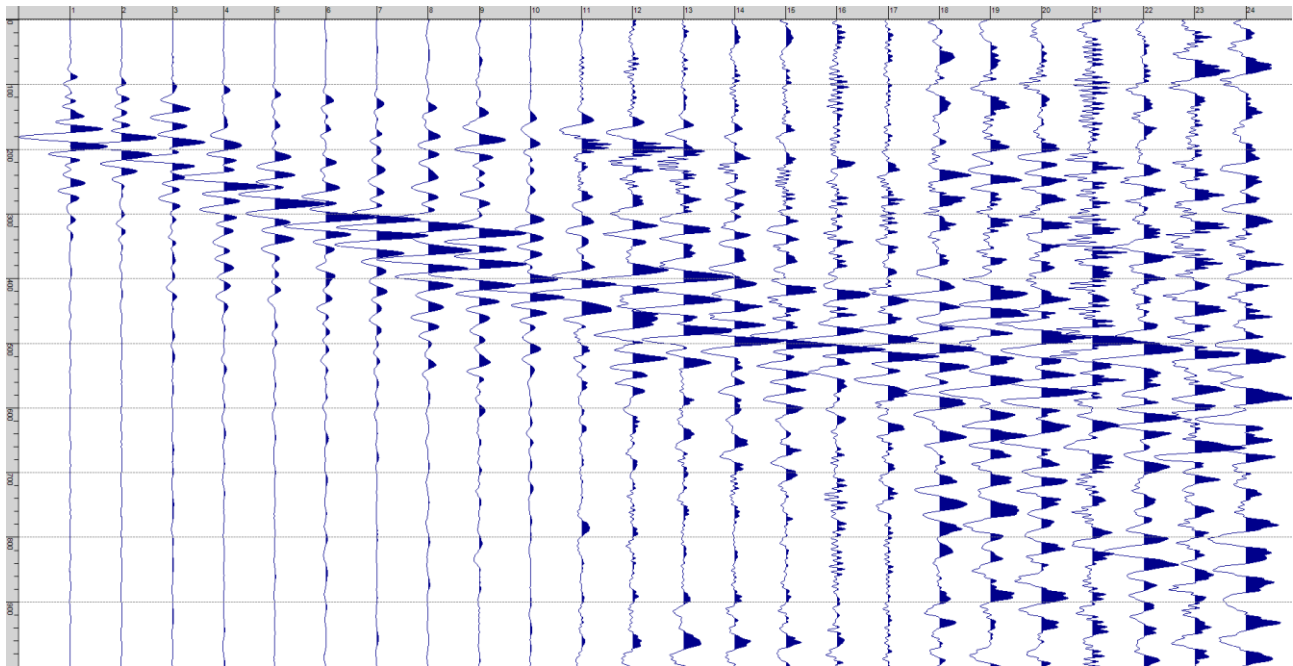
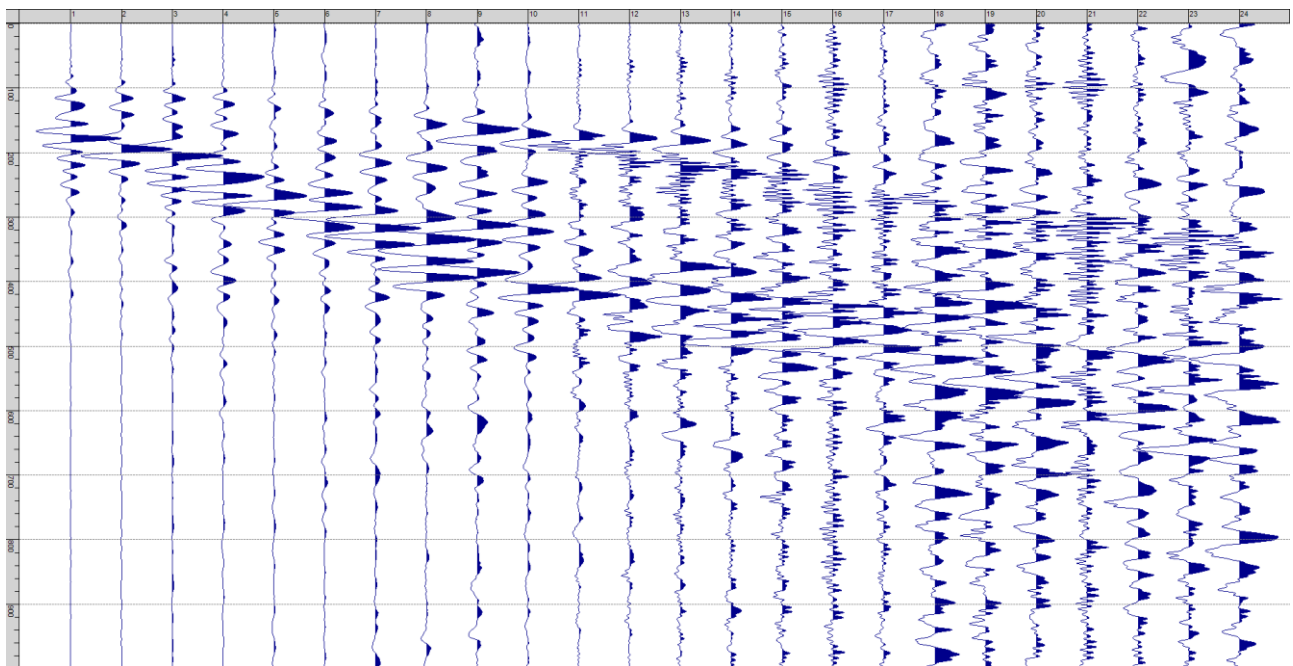


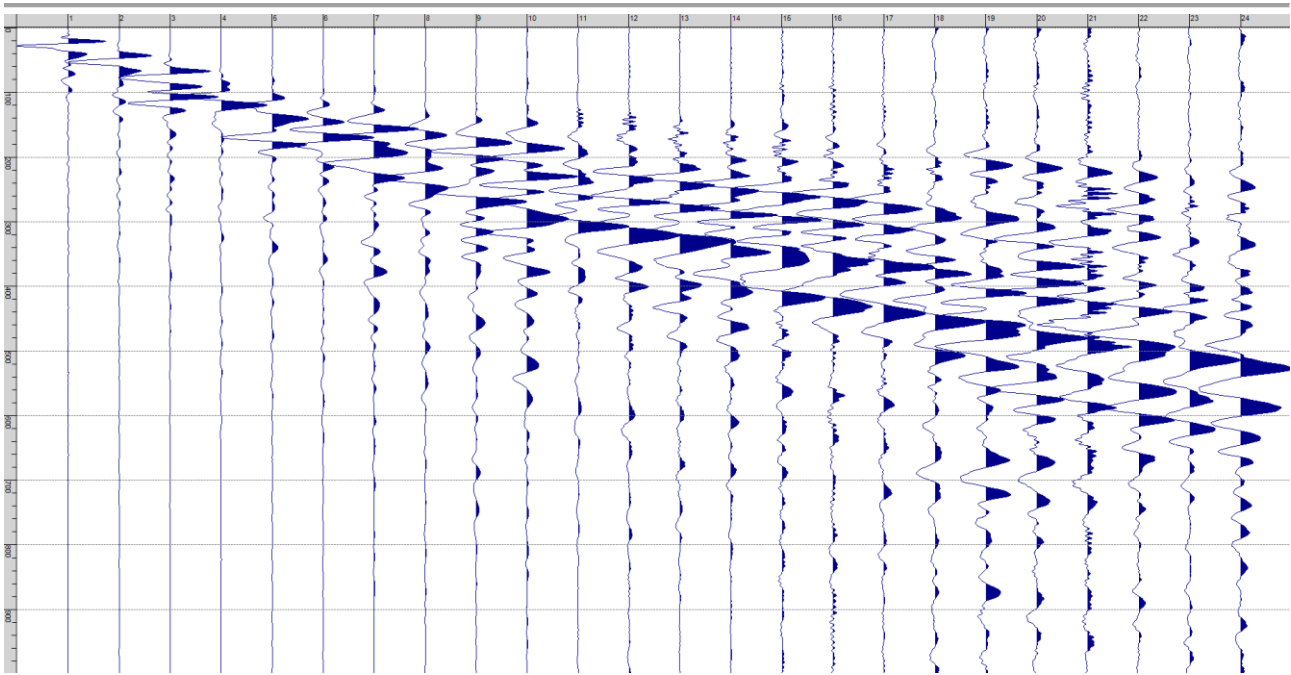
Fig. IV-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



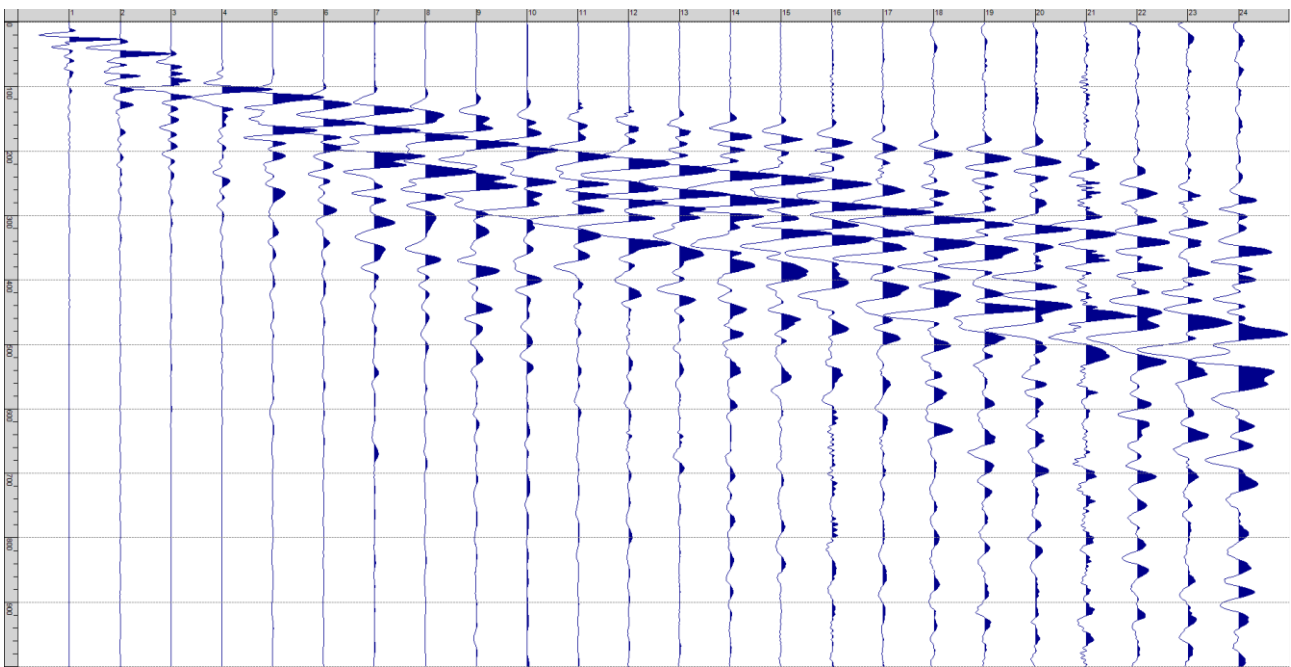
Sism. IV-1: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



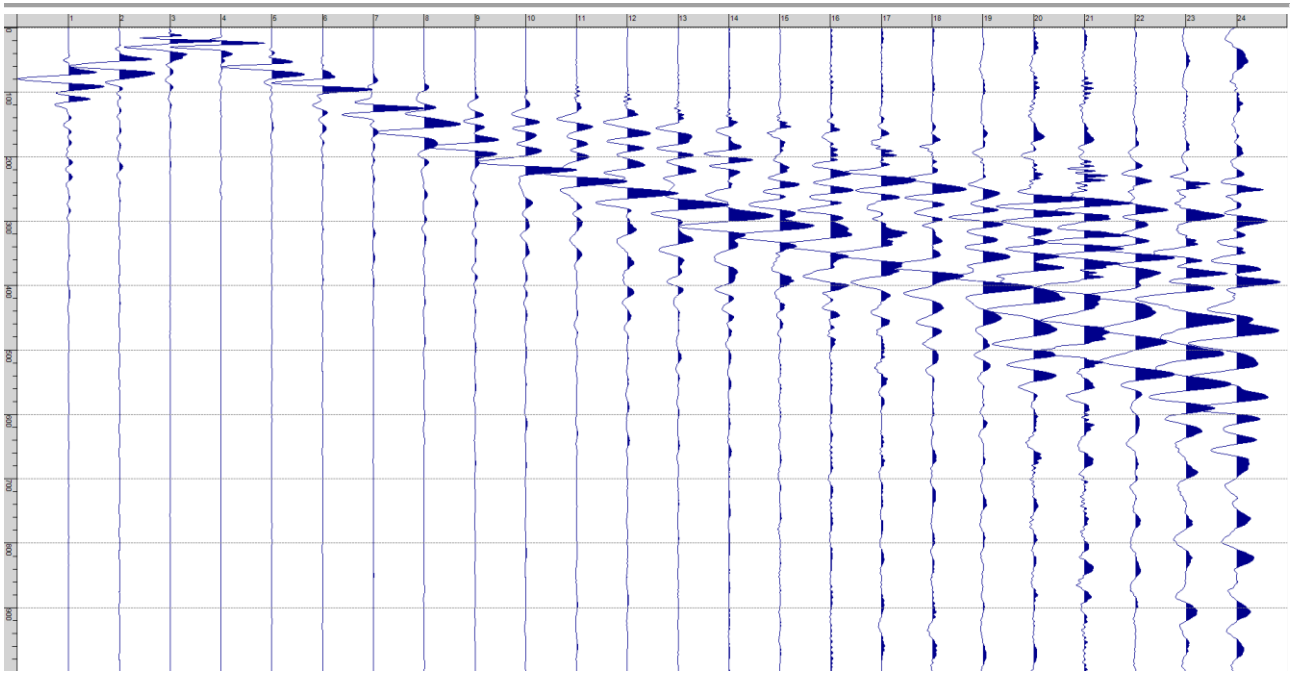
Sism. IV-2: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



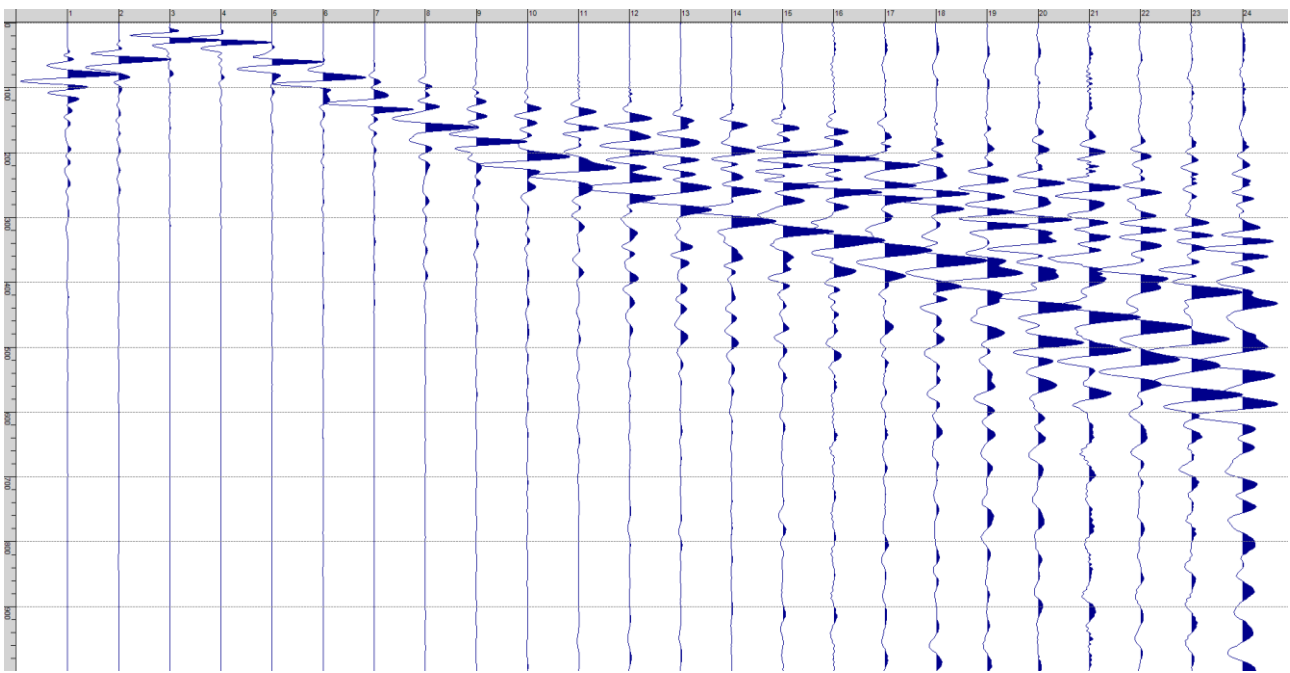
Sism. IV-3: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



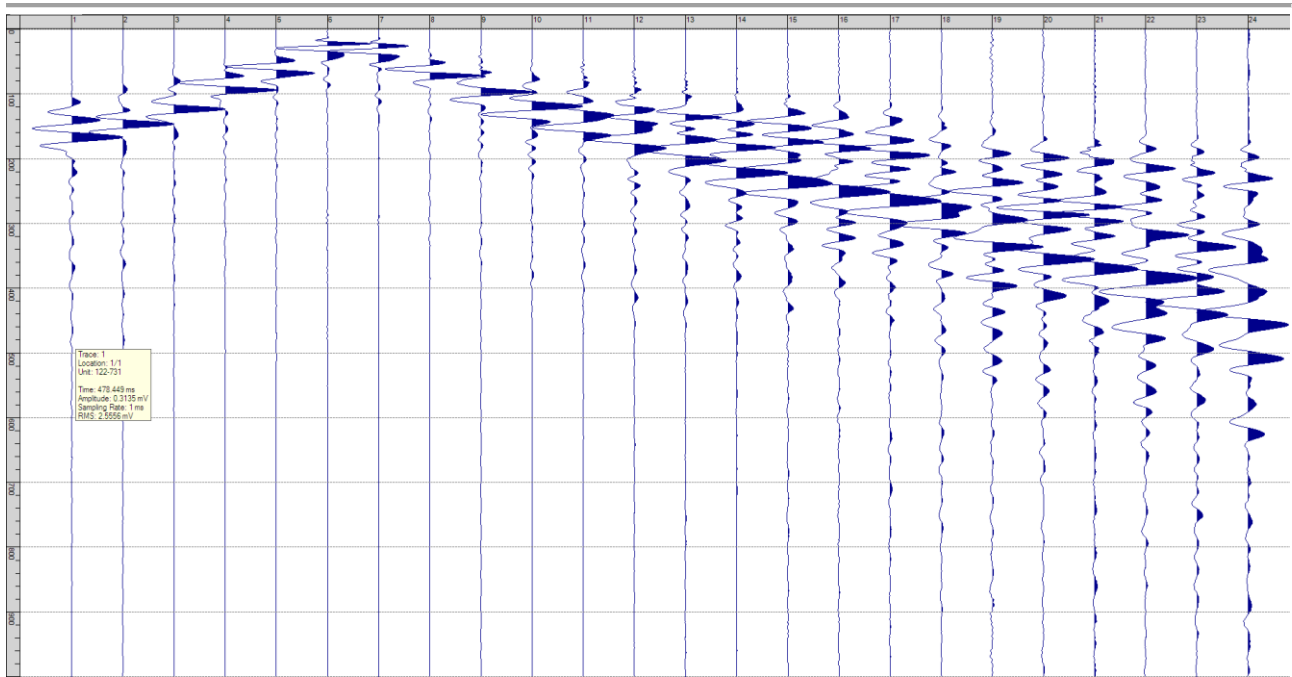
Sism. IV-4: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



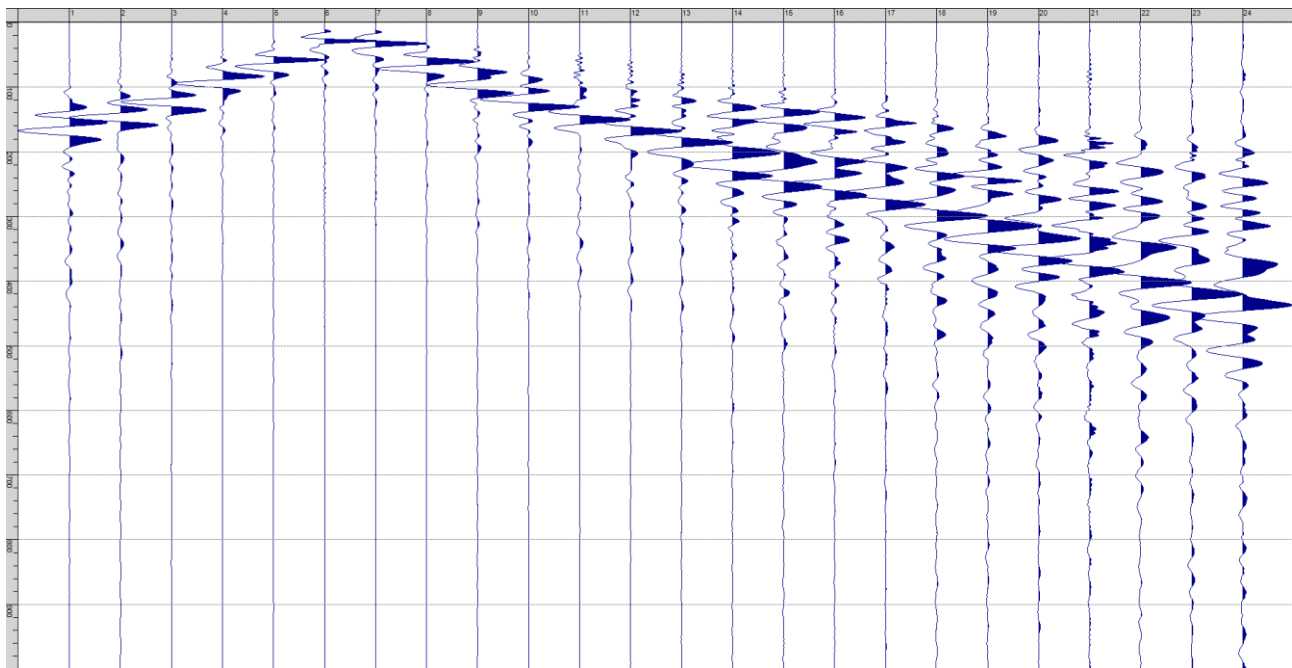
Sism. IV-5: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



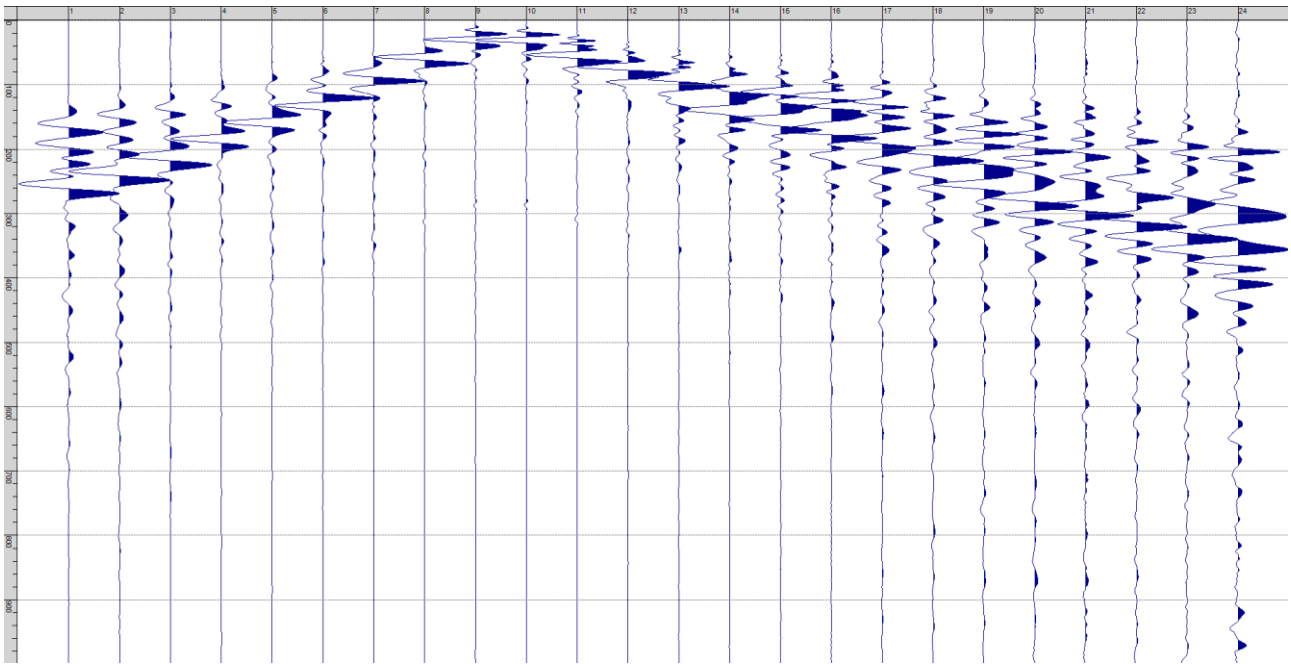
Sism. IV-6: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



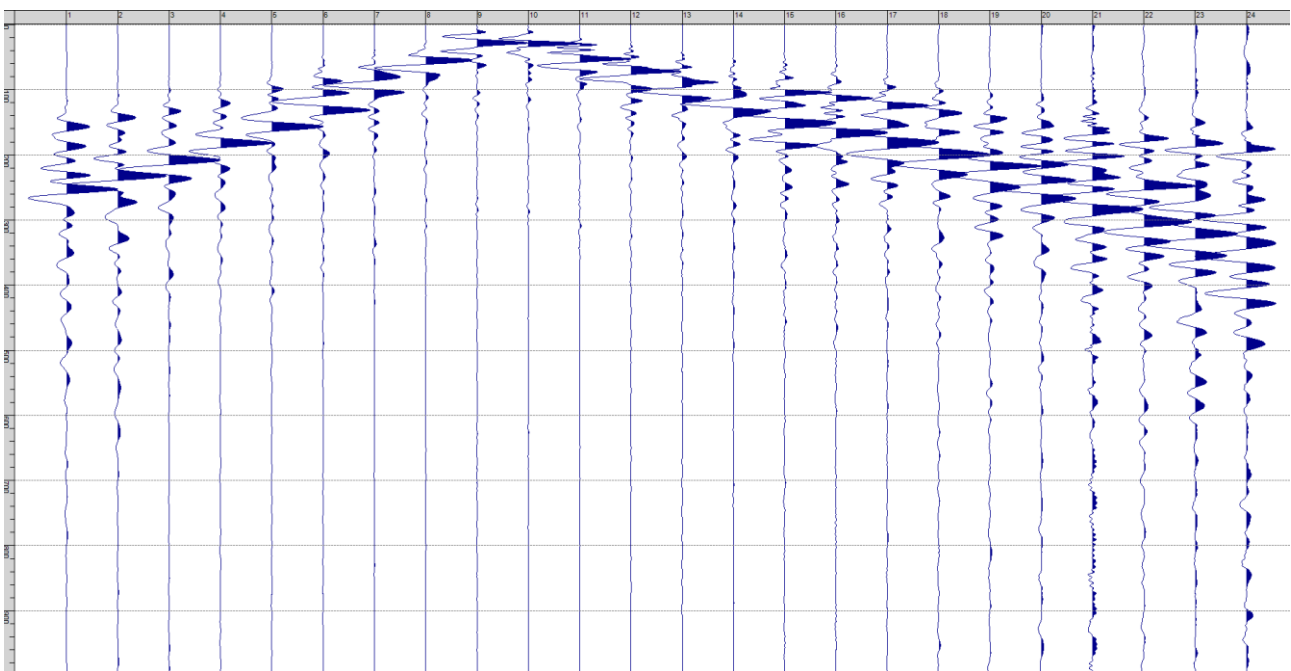
Sism. IV-7: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



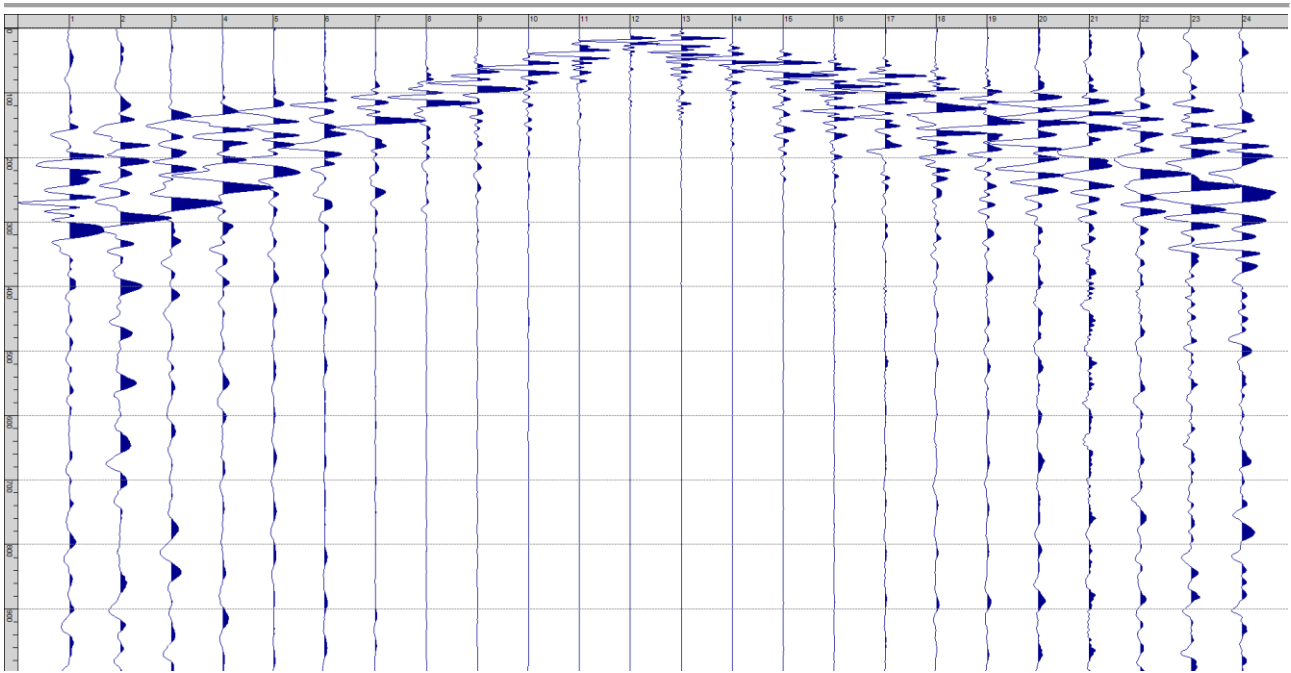
Sism. IV-8: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



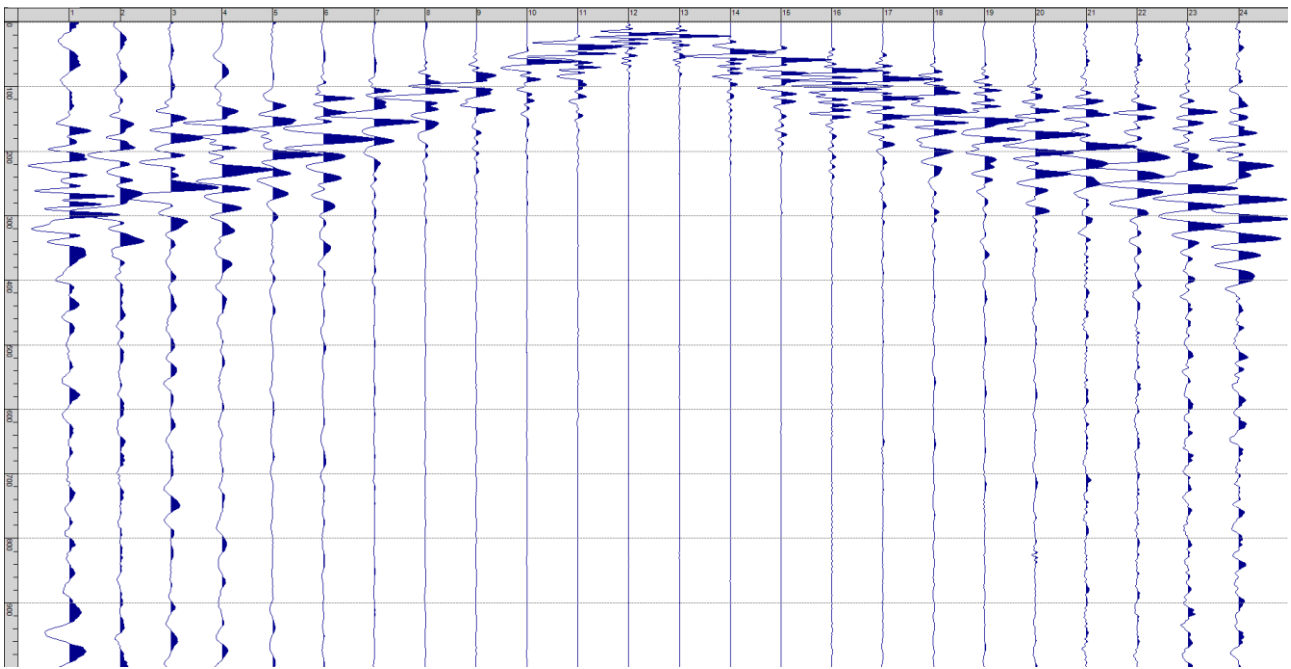
Sism. IV-9: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



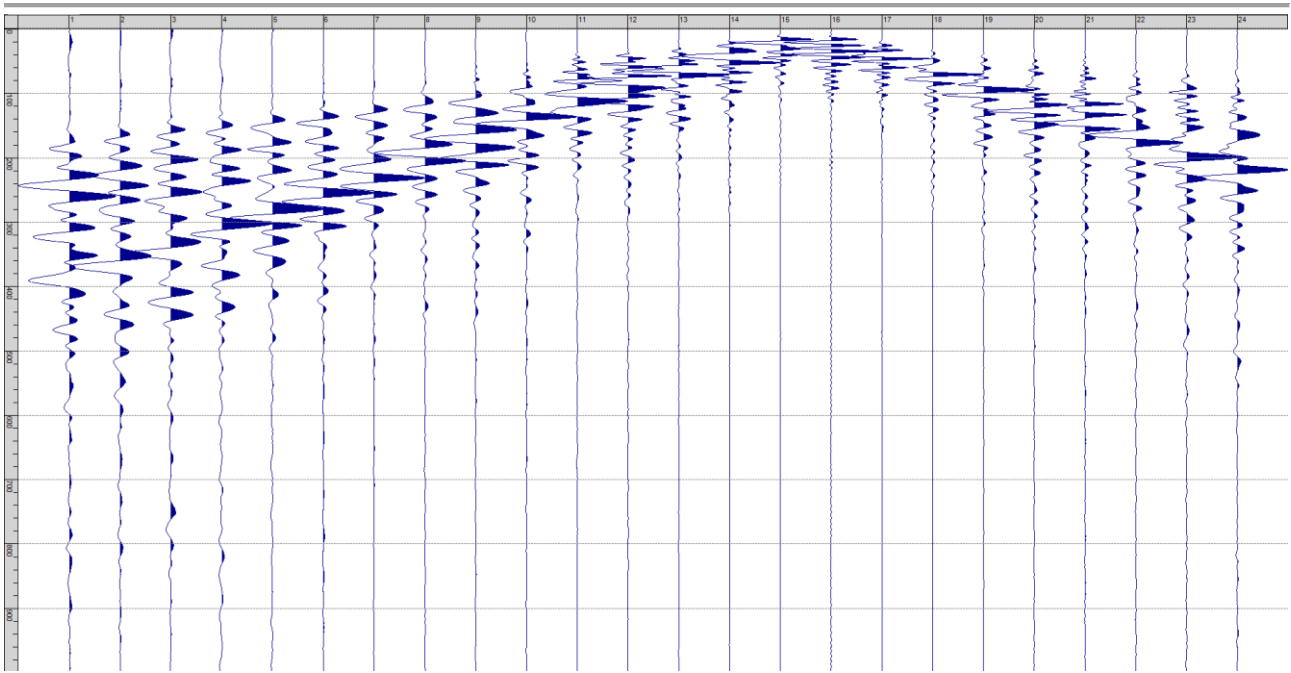
Sism. IV-10: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



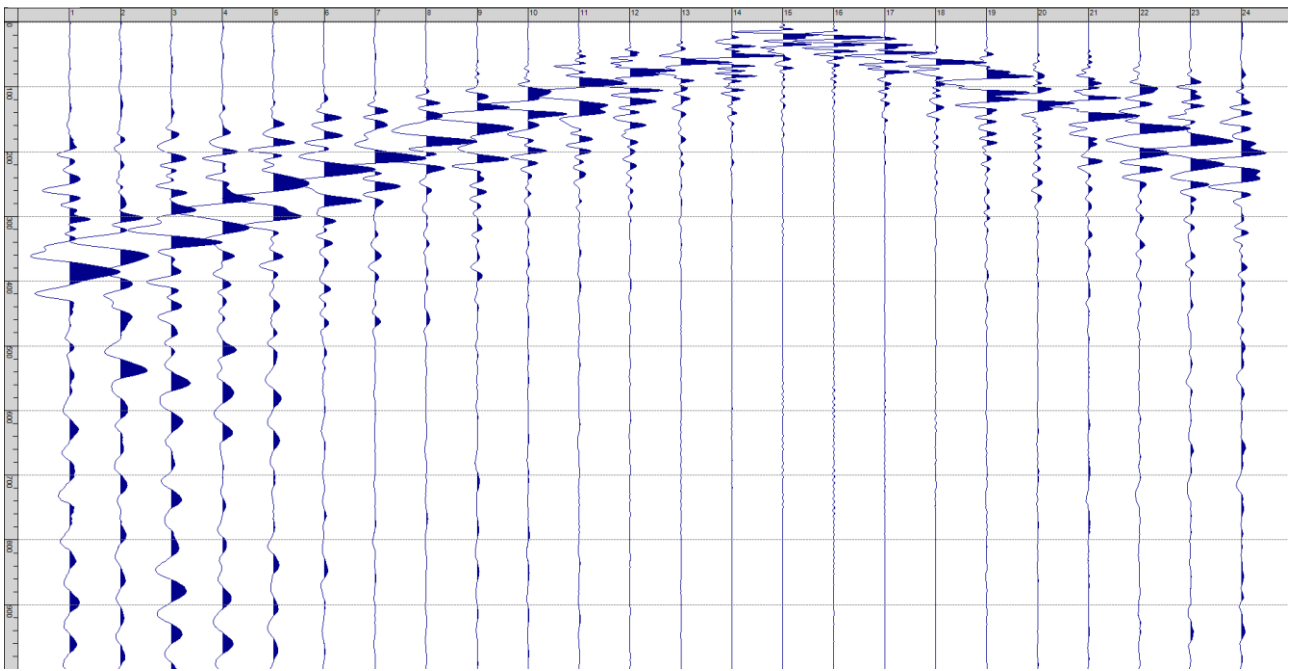
Sism. IV-11: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



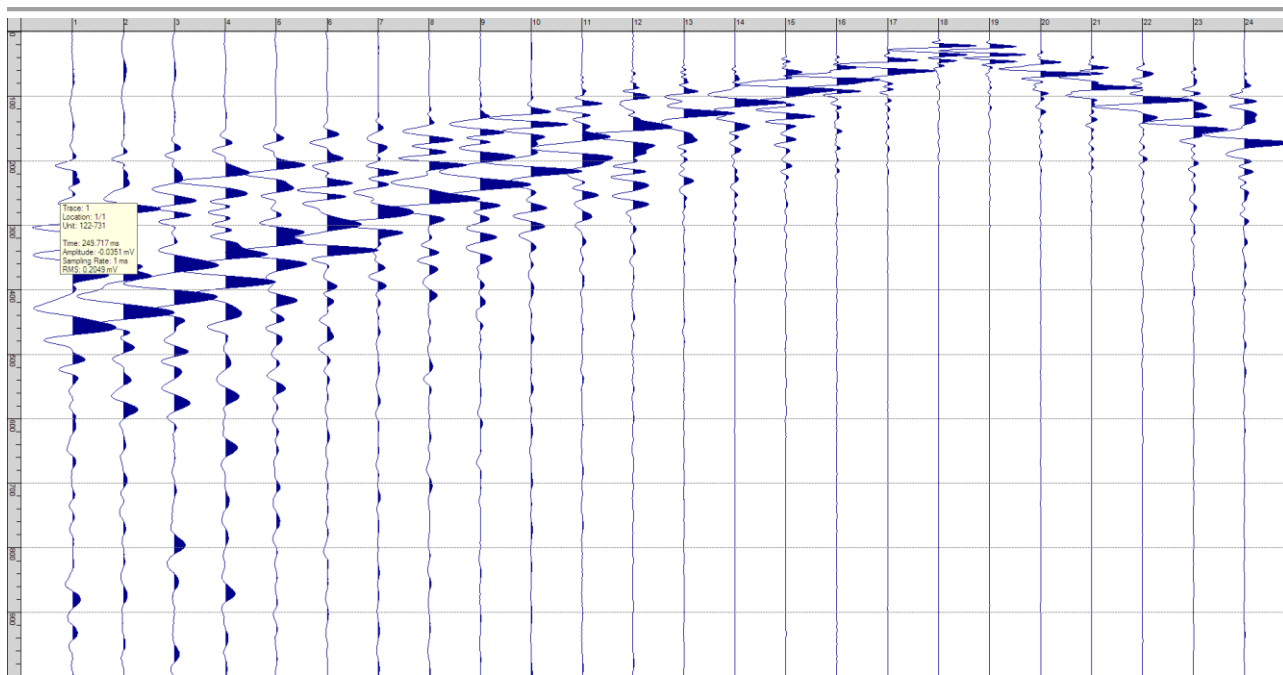
Sism. IV-12: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



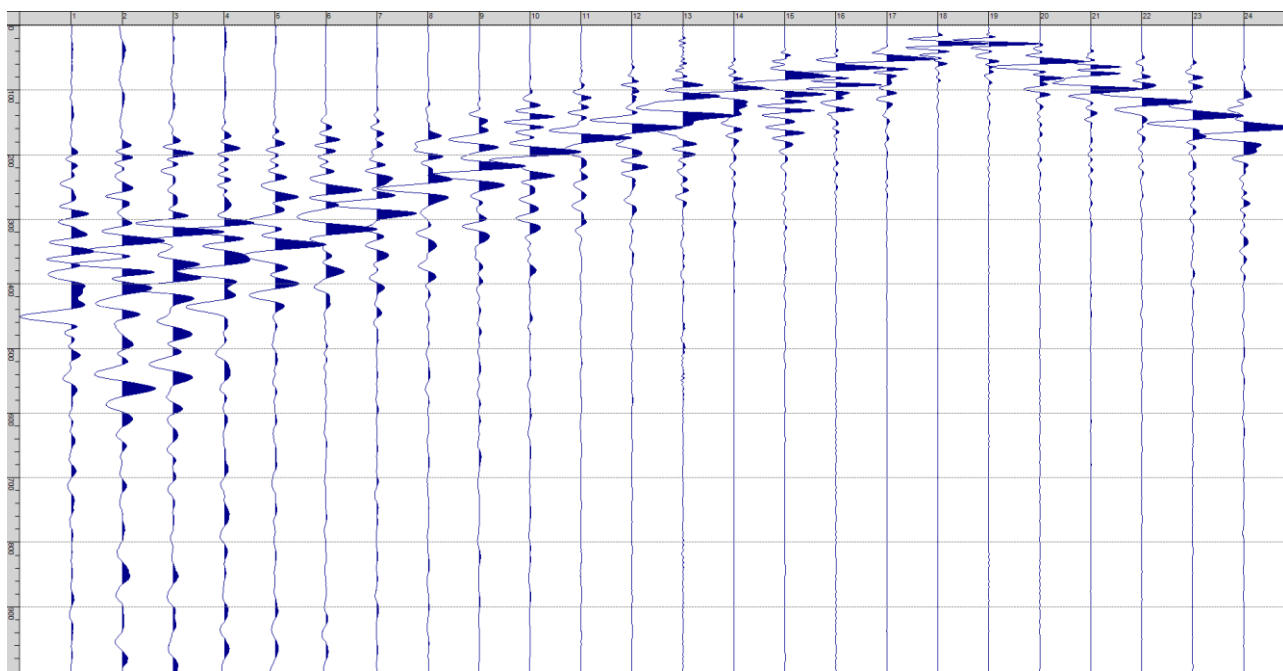
Sism. IV-13: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



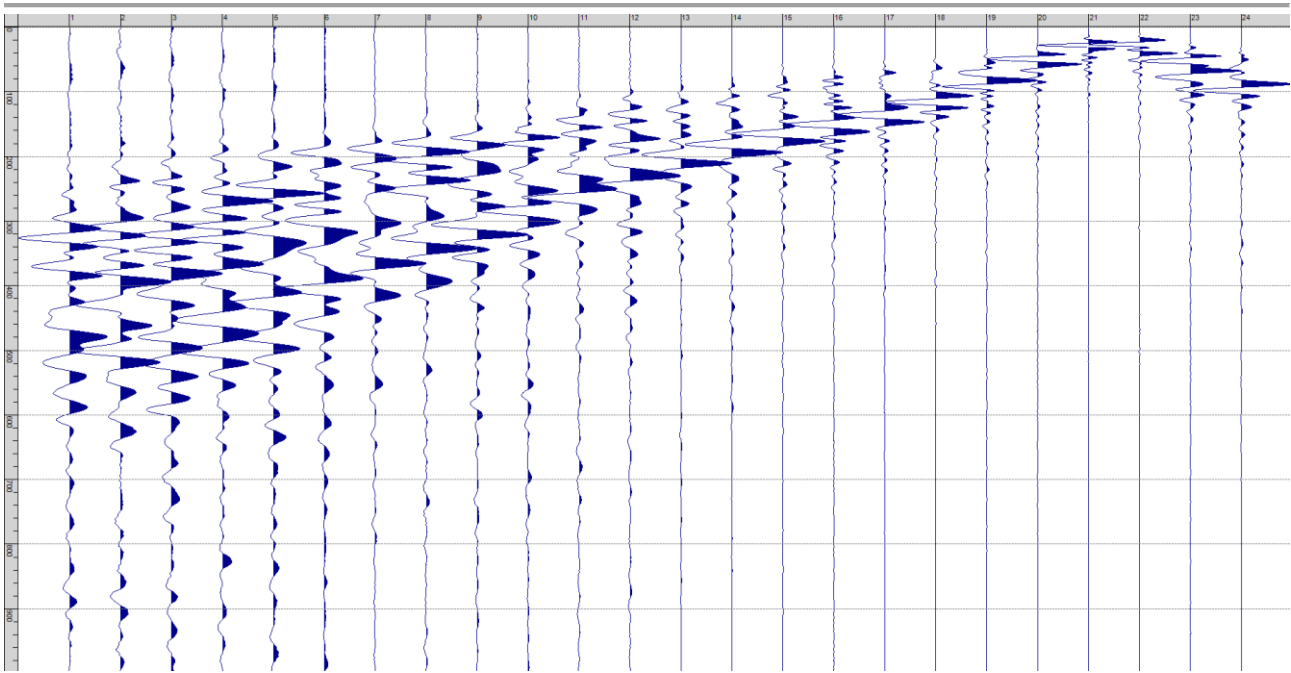
Sism. IV-14: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



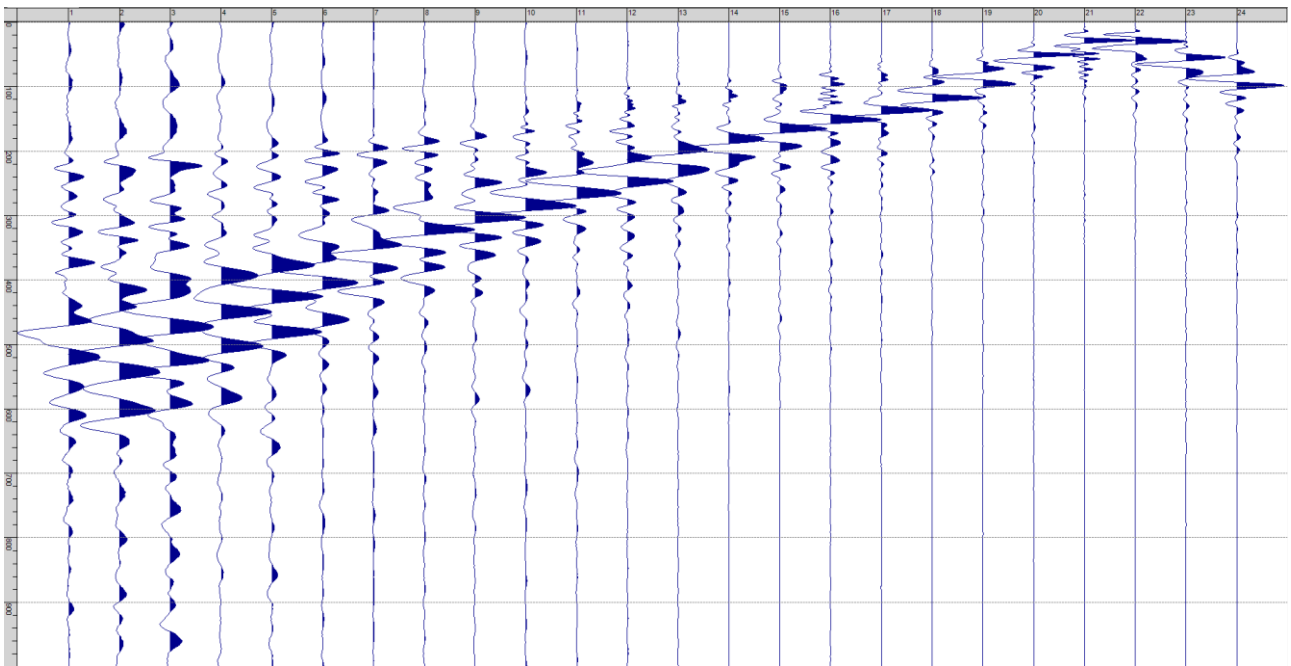
Sism. IV-15: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



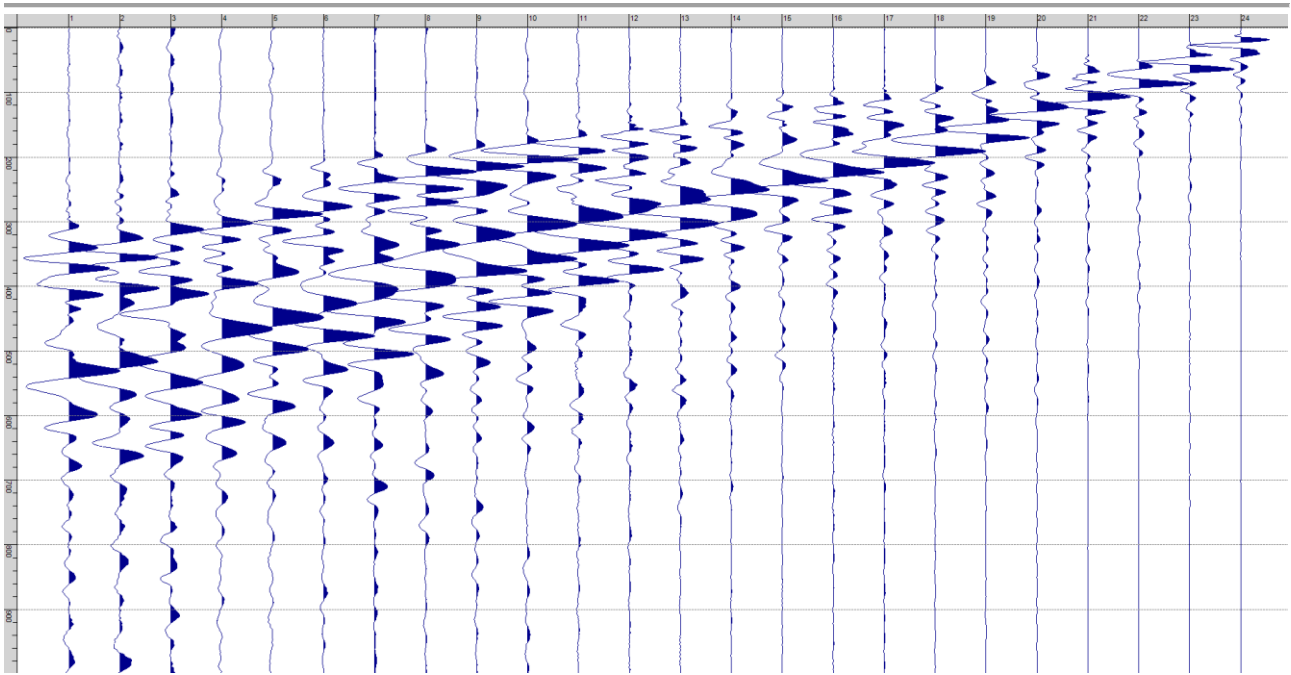
Sism. IV-16: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



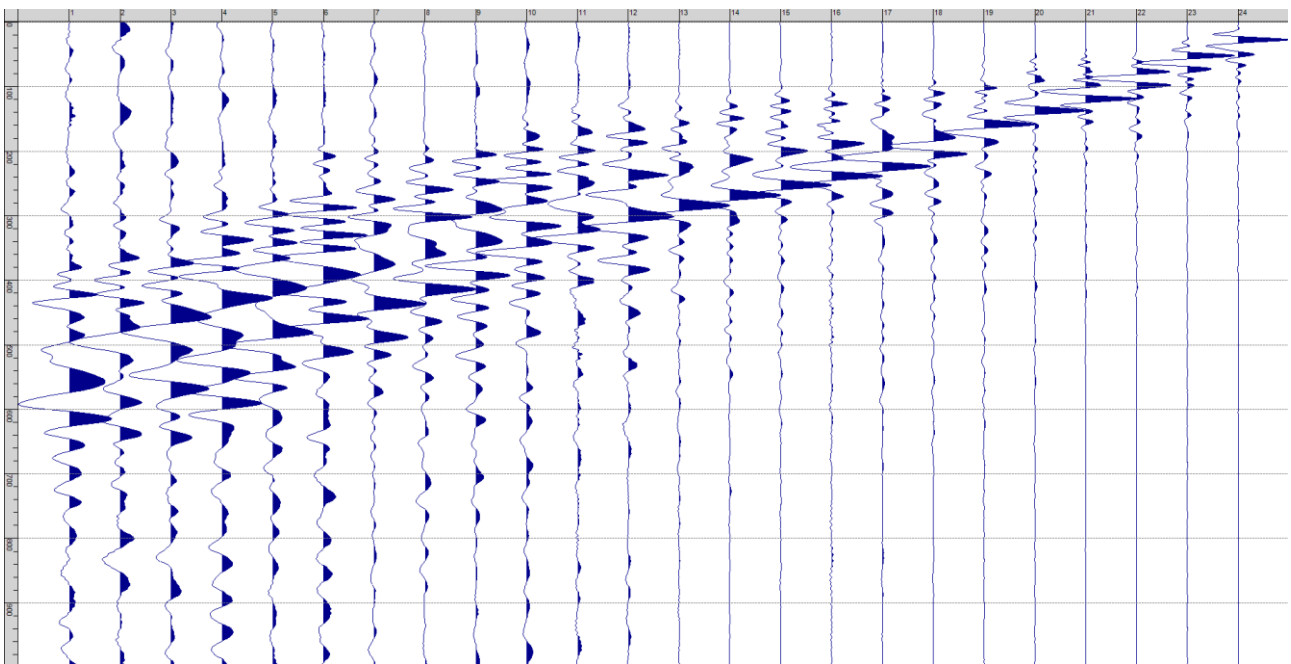
Sism. IV-17: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



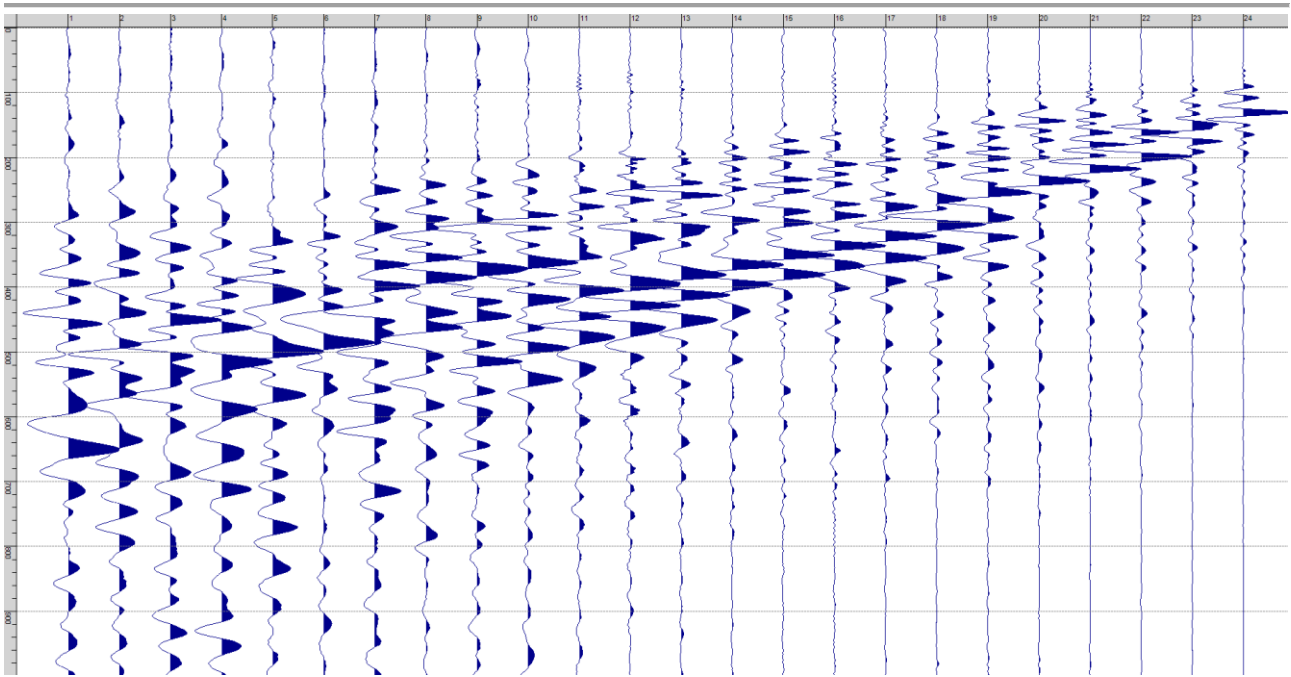
Sism. IV-18: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



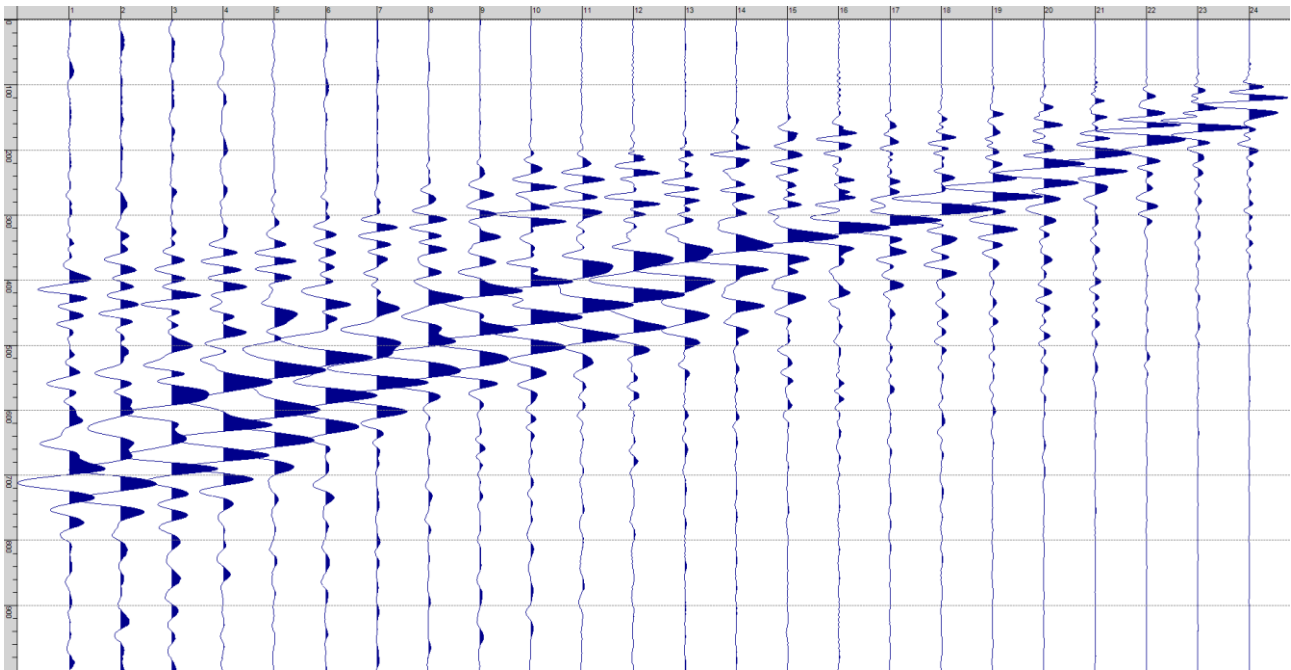
Sism. IV-19: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. IV-20: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. IV-21: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. IV-22: 116_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. IV-1: Stesa sismica 116_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]	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0

Tab. IV-2: Stesa sismica 116_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]	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0

Tab. IV-3: Stesa sismica 116_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	82	15	59	106	131	146	164	182	203	224	272
2	4	93	34	41	89	122	134	158	176	197	217	260
3	8	101	59	16	75	111	125	150	173	189	211	260
4	12	108	79	15	65	97	119	142	165	181	212	248
5	16	113	99	46	41	81	108	136	158	175	212	244
6	20	119	110	66	18	69	102	128	153	171	204	237
7	24	125	119	78	19	60	89	118	142	164	187	236
8	28	132	129	87	46	39	75	104	135	157	180	231
9	32	136	135	96	60	12	62	97	123	148	171	225
10	36	146	138	112	73	13	47	83	113	141	165	215
11	40	150	142	117	84	29	26	72	107	124	162	195
12	44	156	146	125	89	48	11	58	94	119	154	187
13	48	158	149	133	99	62	10	45	86	108	147	174
14	52	164	146	141	116	75	33	29	79	103	132	168
15	56	166	151	144	120	88	46	12	56	92	118	158
16	60	178	155	153	129	96	58	12	48	86	108	152
17	64	178	164	159	133	108	69	25	37	67	105	143
18	68	185	172	171	150	113	76	46	17	60	90	136
19	72	189	178	177	150	122	92	67	18	47	78	126
20	76	191	181	183	157	135	101	80	34	34	67	121
21	80	195	185	190	163	148	107	89	51	15	60	111
22	84	202	196	193	165	152	115	98	59	16	49	102
23	88	203	199	199	170	157	122	106	73	28	34	92
24	92	206	202	204	170	165	127	114	78	47	13	84

Tab. IV-4: Stesa sismica 116_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	83.00	178	77.47	536	72.32	772
1.5	2	83.00	178	77.47	536	71.86	788
2	4	83.00	179	77.47	536	71.38	805
2.5	6	83.00	181	77.47	536	70.88	825
3	8	83.00	183	77.48	533	70.38	845
3.5	10	83.00	185	77.49	528	69.88	864
4	12	83.00	186	77.51	521	69.40	885
4.5	14	83.00	186	77.54	515	68.94	904
5	16	83.00	186	77.60	508	68.51	922
5.5	18	83.00	188	77.68	499	68.13	943
6	20	83.00	191	77.78	490	67.77	964
6.5	22	83.00	192	77.90	482	67.45	977
7	24	83.00	193	78.05	471	67.17	983
7.5	26	83.00	192	78.21	460	66.93	986
8	28	83.00	191	78.40	450	66.72	985
8.5	30	83.00	191	78.59	441	66.54	976
9	32	83.00	190	78.80	433	66.38	962
9.5	34	83.00	192	79.02	426	66.24	946
10	36	83.00	194	79.22	418	66.10	928
10.5	38	83.00	192	79.41	412	65.97	909
11	40	83.00	190	79.59	408	65.87	890
11.5	42	83.00	190	79.74	403	65.78	869
12	44	83.00	189	79.86	400	65.71	846
12.5	46	83.00	189	79.97	399	65.63	823
13	48	83.00	189	80.06	398	65.55	804
13.5	50	83.00	189	80.12	399	65.44	786
14	52	83.00	189	80.17	401	65.30	769
14.5	54	83.00	189	80.20	403	65.14	752
15	56	83.00	189	80.21	406	64.97	738
15.5	58	83.00	189	80.22	408	64.78	724
16	60	83.00	189	80.22	411	64.58	706
16.5	62	83.00	189	80.22	412	64.36	691
17	64	83.00	189	80.22	413	64.14	686
17.5	66	83.00	189	80.22	413	63.91	685
18	68	83.00	189	80.22	414	63.68	687
18.5	70	83.00	189	80.23	413	63.46	692
19	72	83.00	189	80.23	413	63.26	702
19.5	74	83.00	189	80.24	413	63.07	716
20	76	83.00	189	80.25	413	62.91	730
20.5	78	83.00	189	80.25	413	62.76	743
21	80	83.00	189	80.26	413	62.62	755
21.5	82	83.00	189	80.26	413	62.51	766
22	84	83.00	189	80.27	413	62.41	777
22.5	86	83.00	189	80.27	413	62.33	786
23	88	83.00	189	80.27	413	62.26	792
23.5	90	83.00	189	80.27	413	62.22	795
24	92	83.00	189	80.27	413	62.20	797

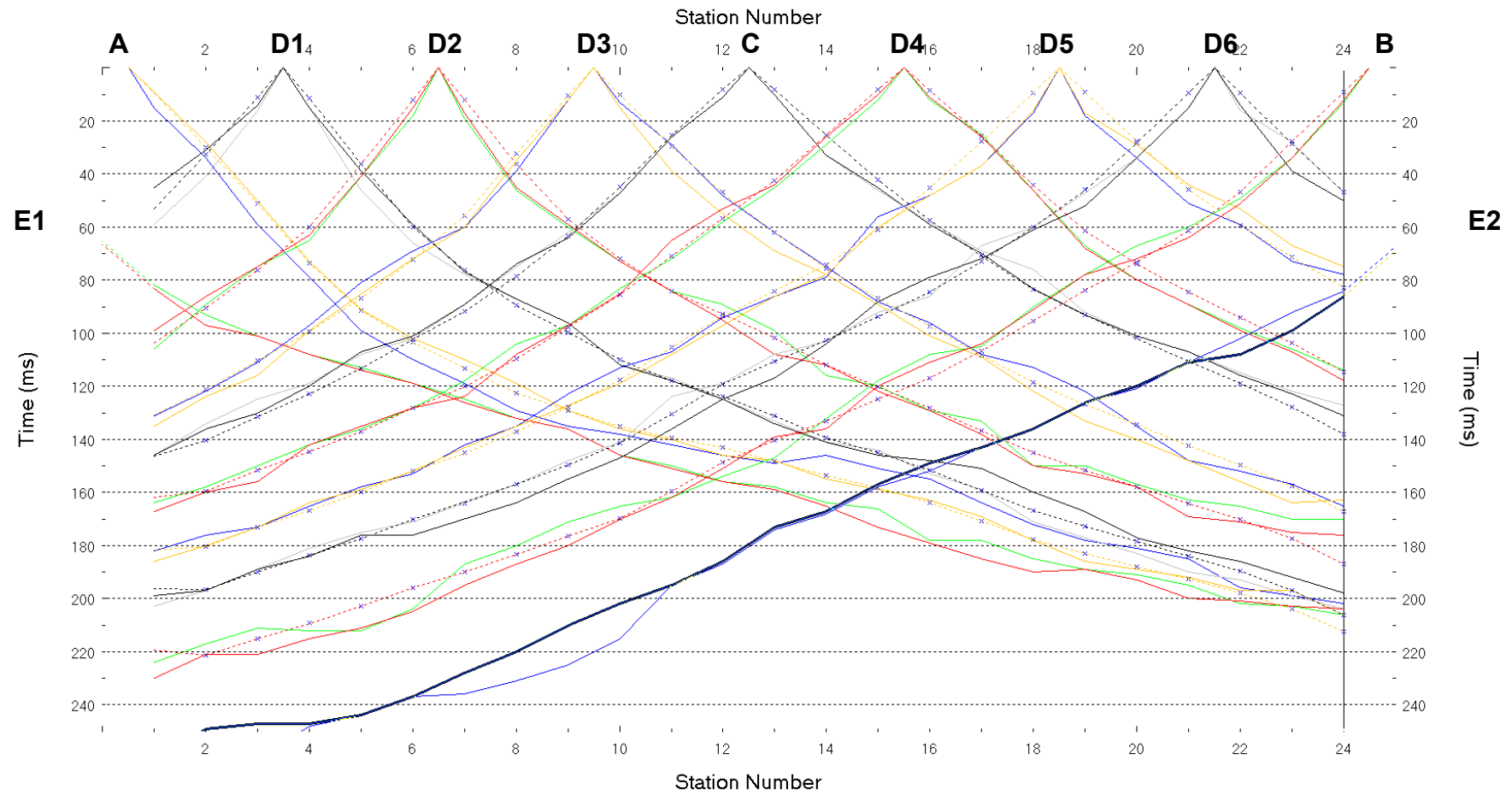


Fig. IV-2:Stesa sismica 116_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:500

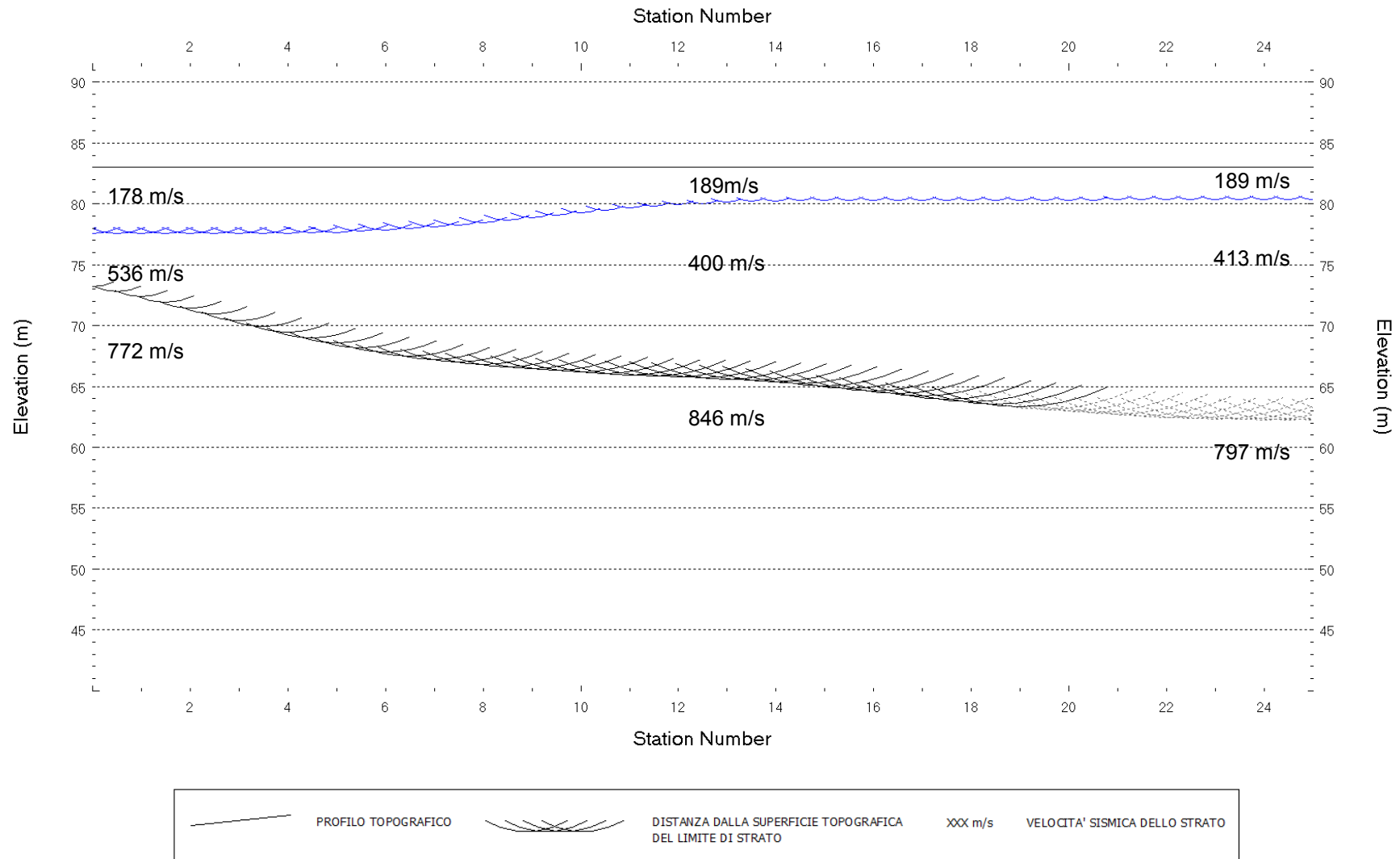


Fig. IV-3: Stesa sismica 116_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500

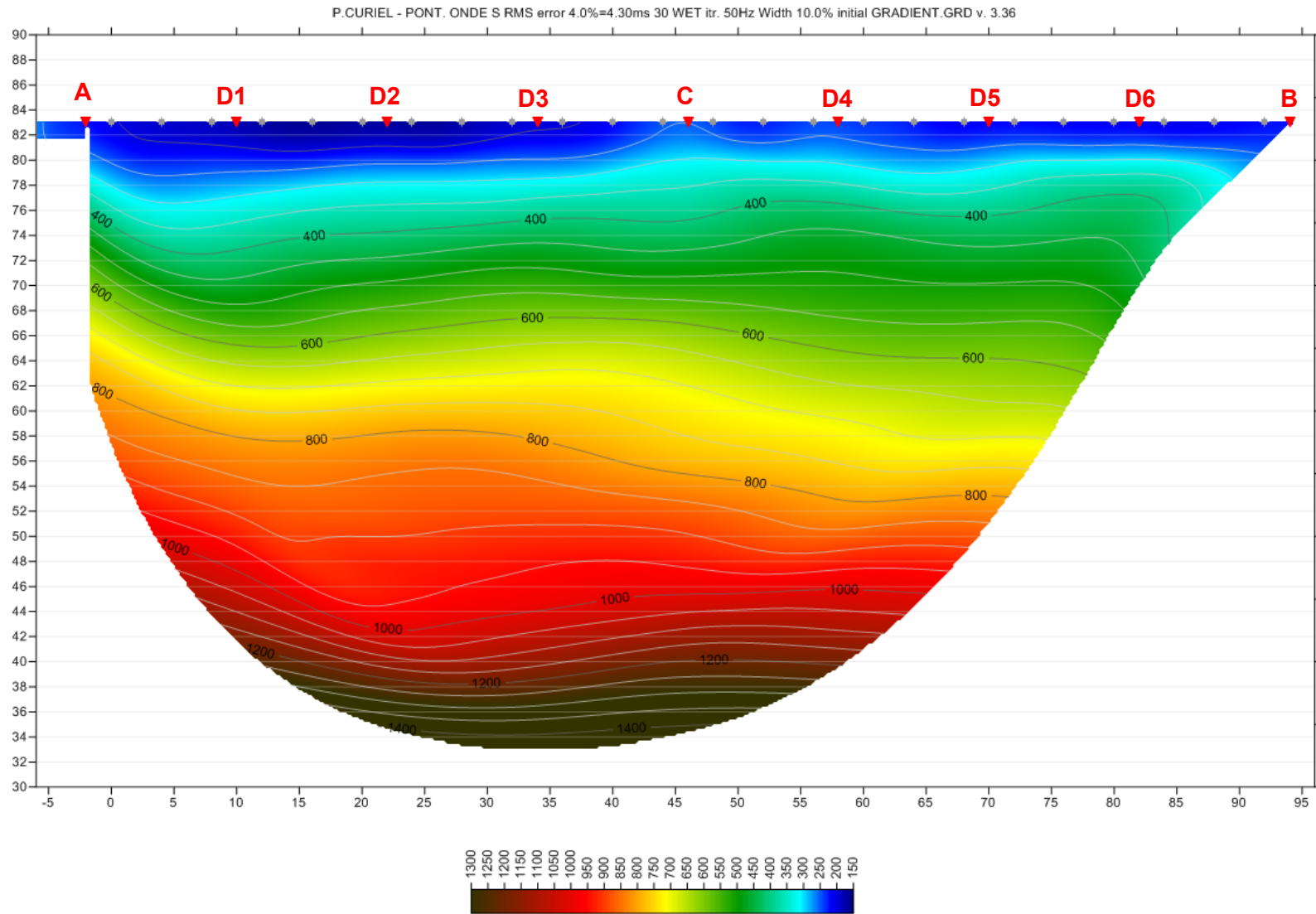


Fig. IV-4: Stesa sismica 116_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:500

**V. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 117_SR ONDE P – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRFIE**

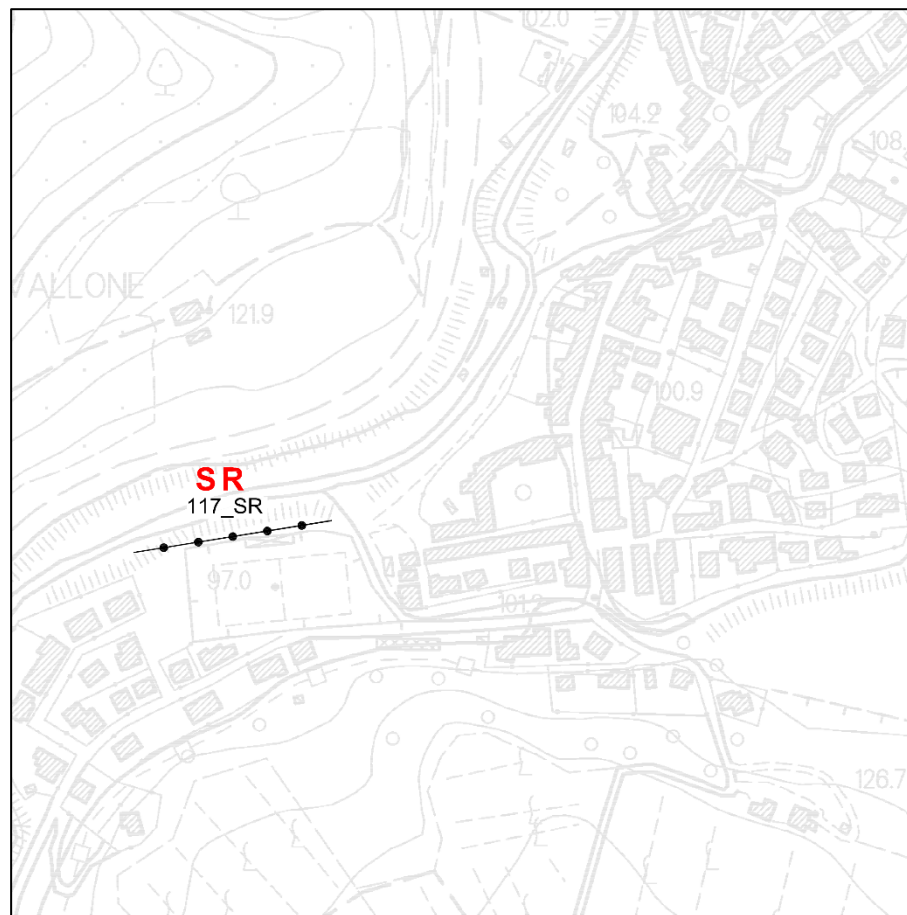
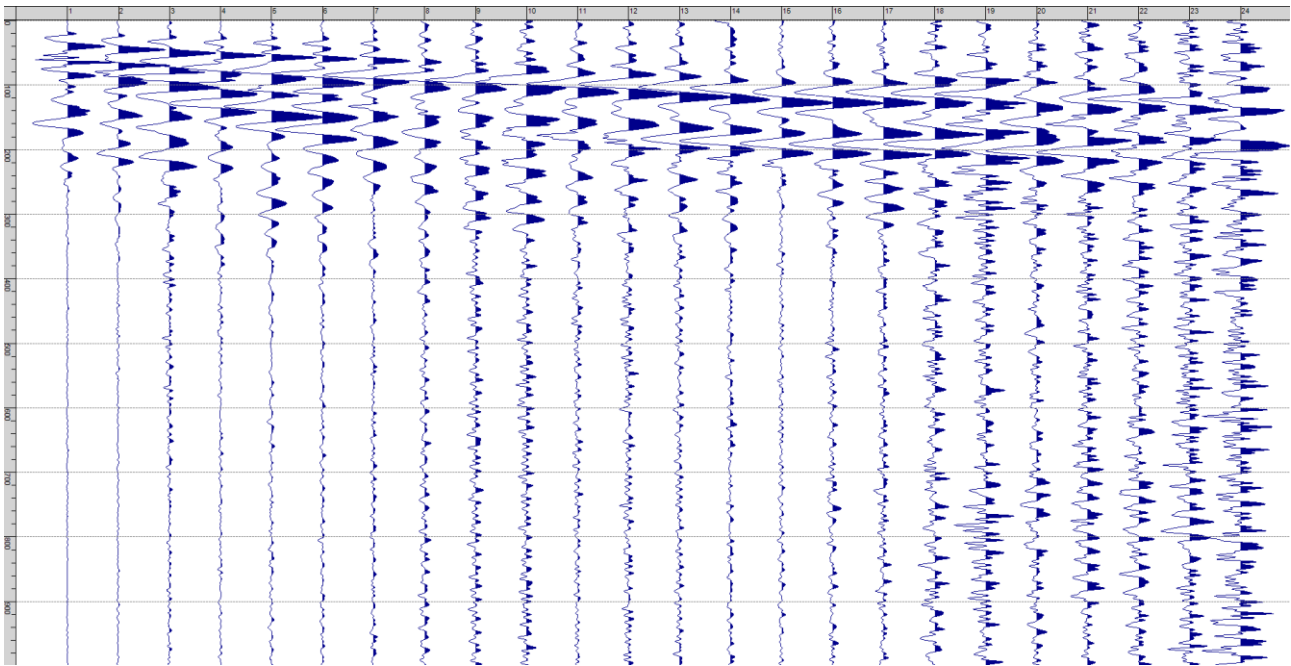
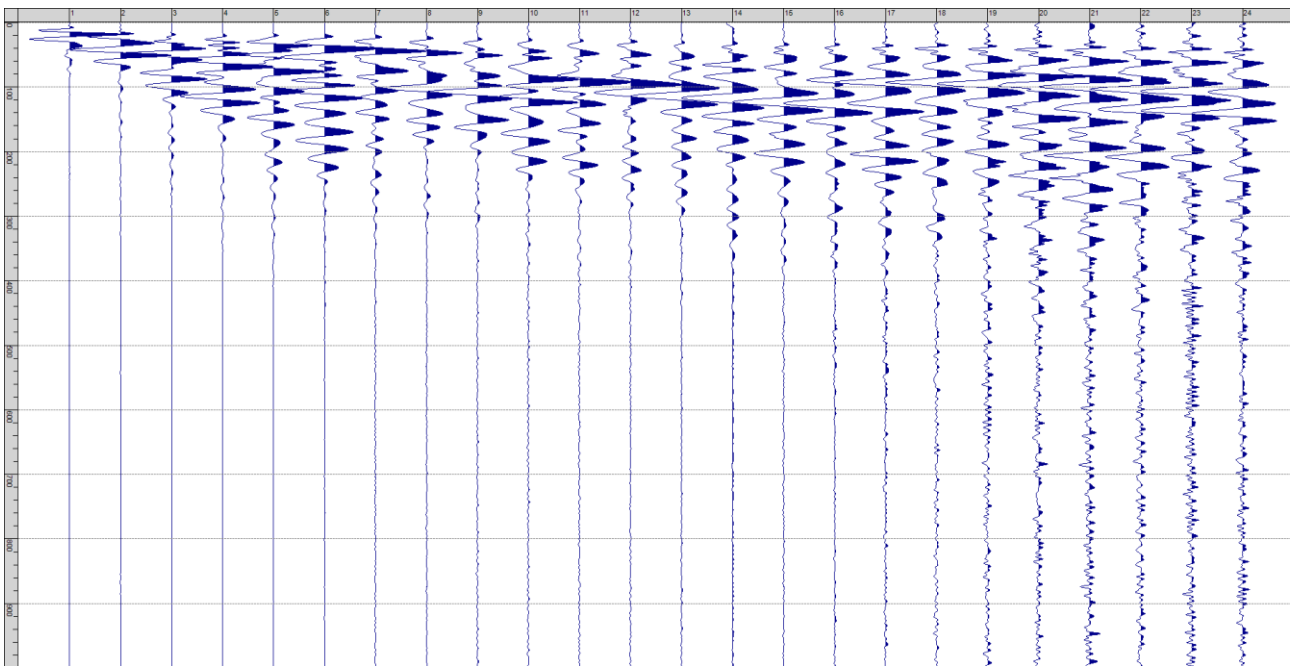


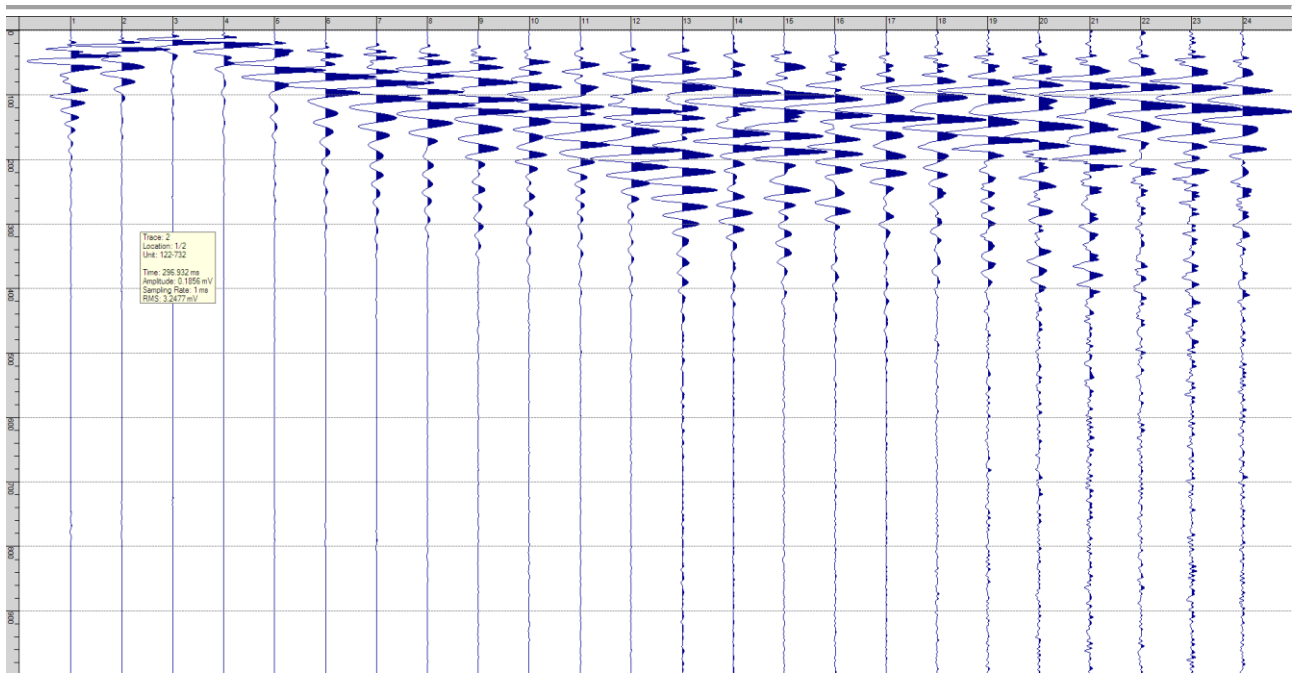
Fig. V-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



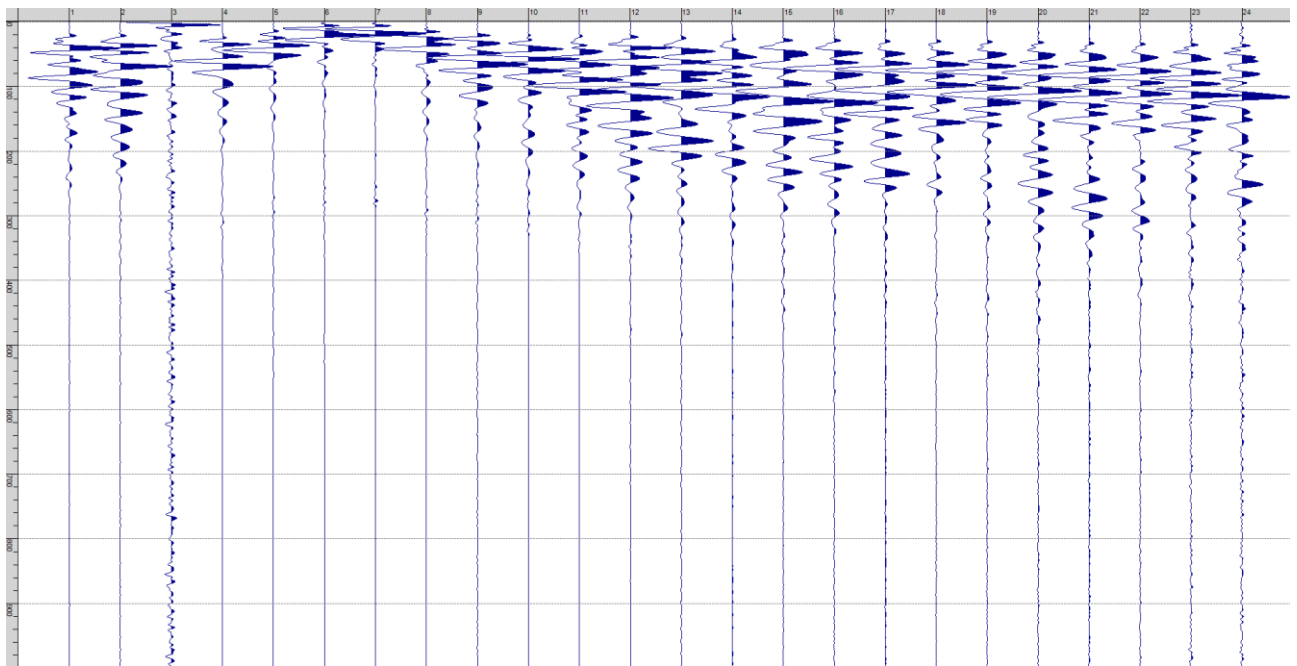
Sism. V-1: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



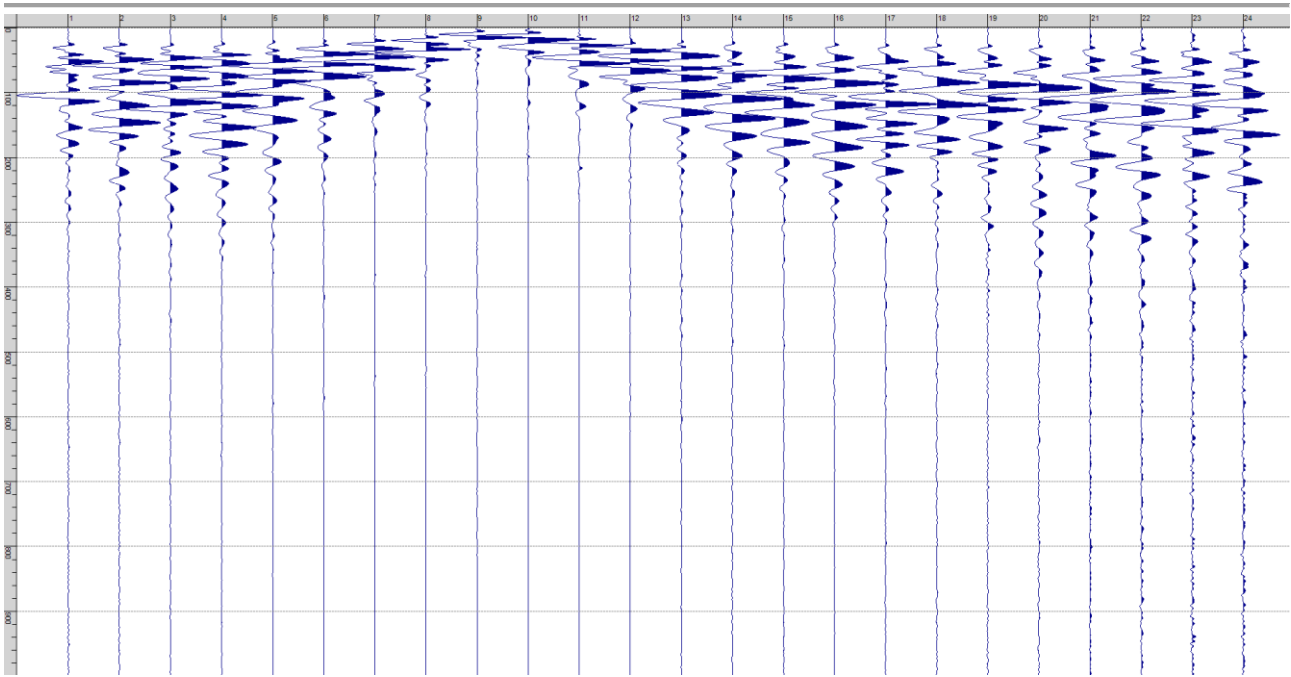
Sism. V-2: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



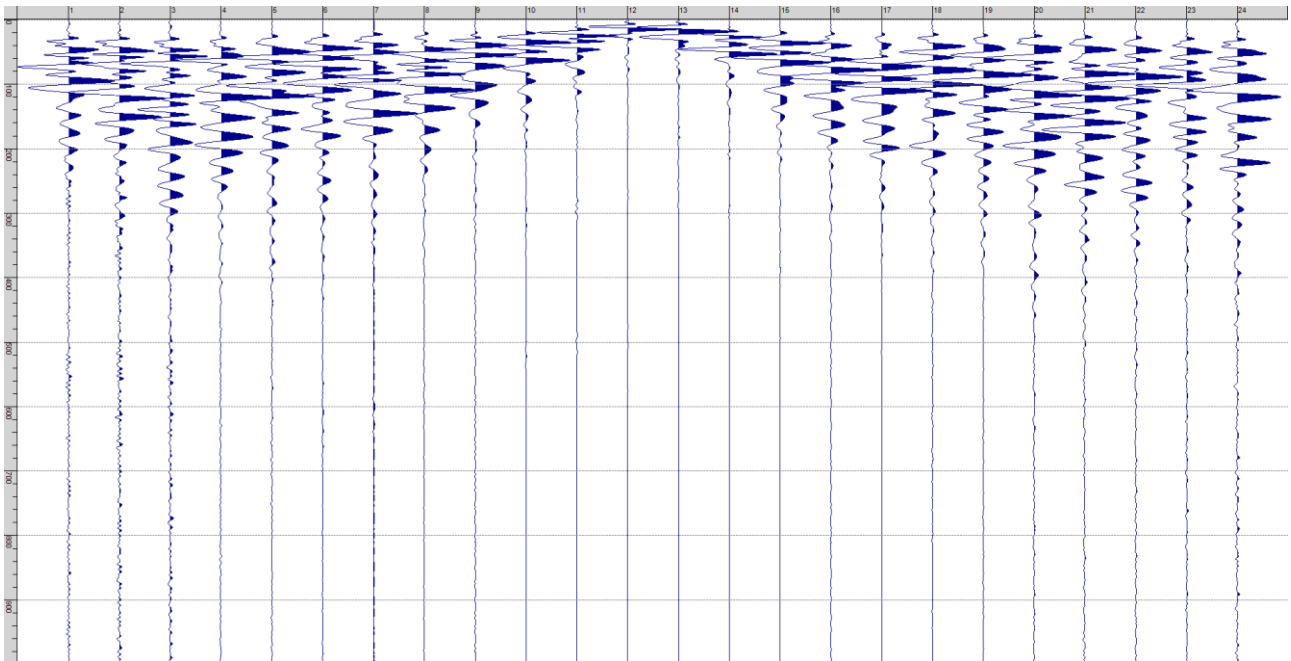
Sism. V-3: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



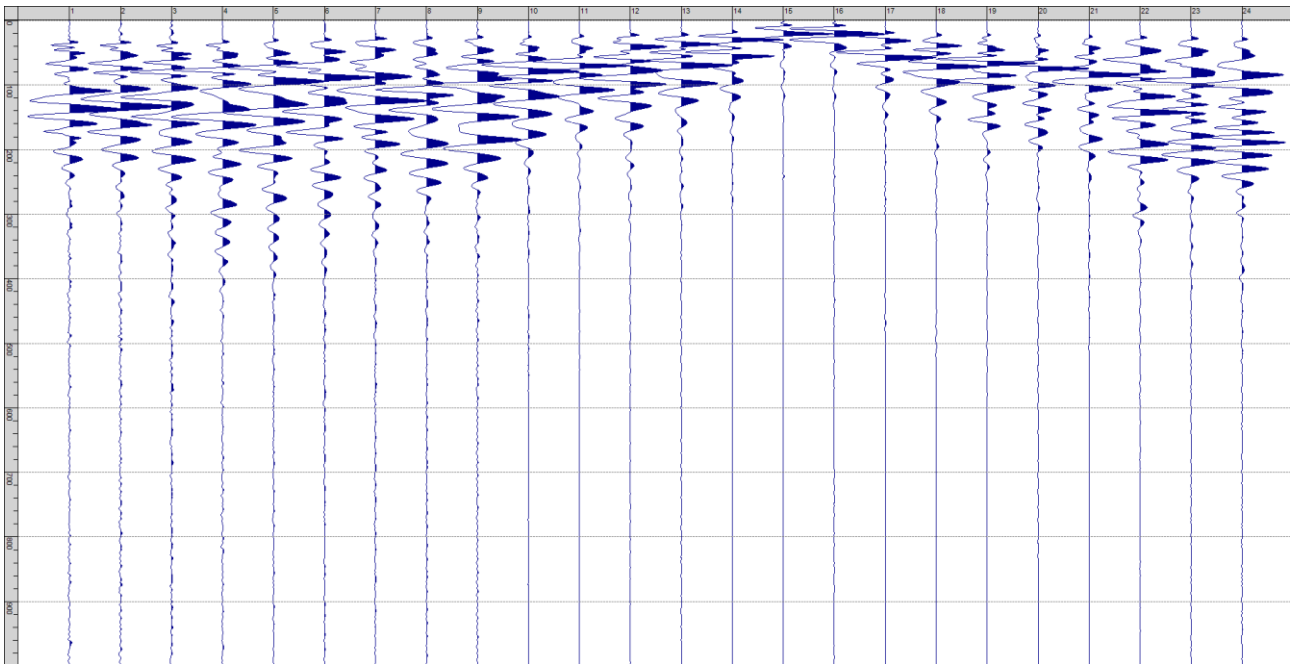
Sism. V-4: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza



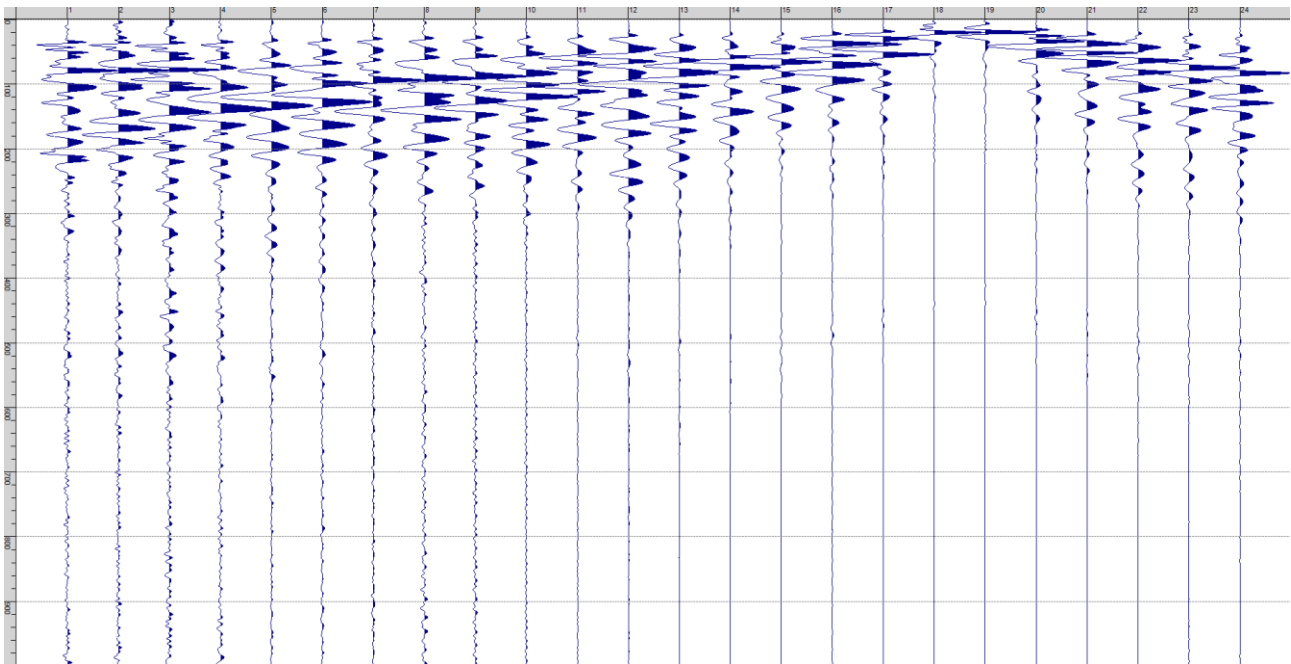
Sism. V-5: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



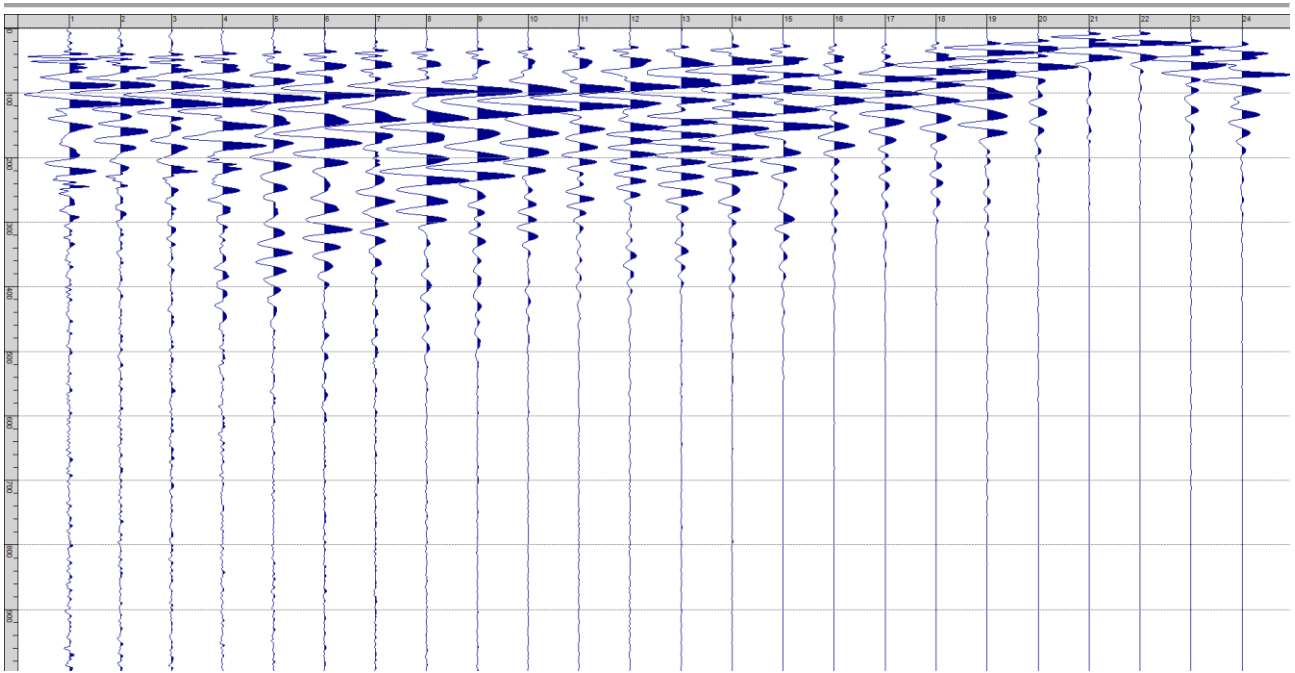
Sism. V-6: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



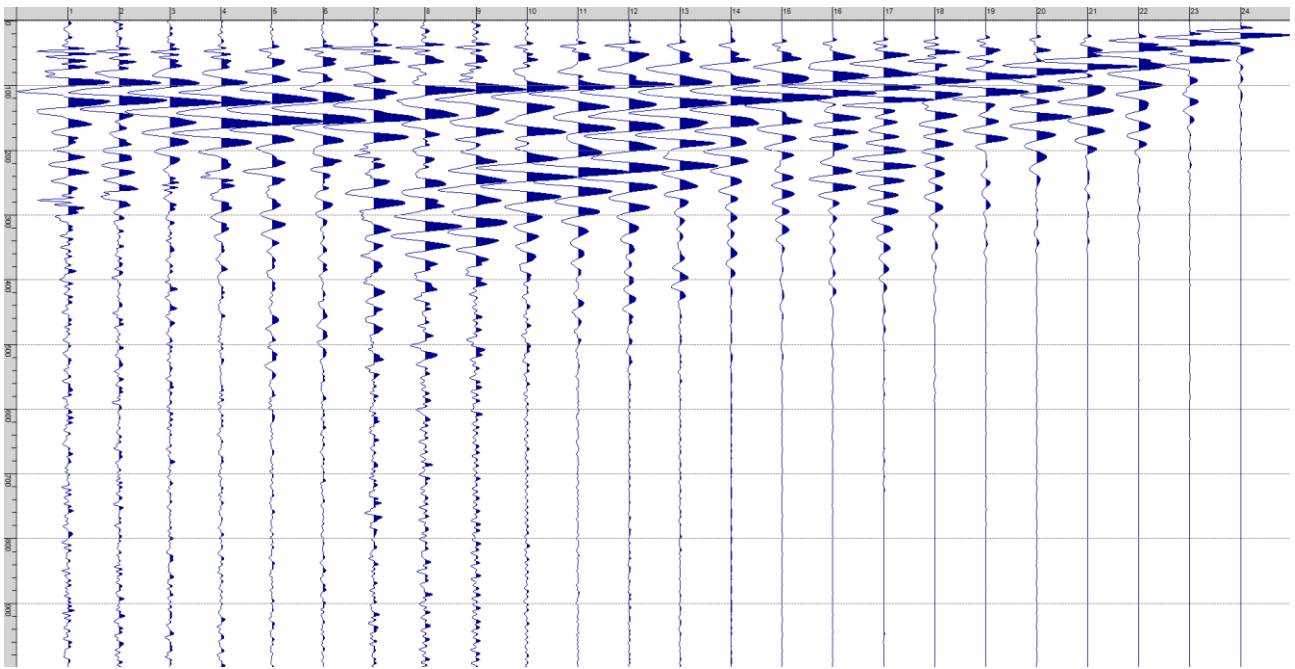
Sism. V-7: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



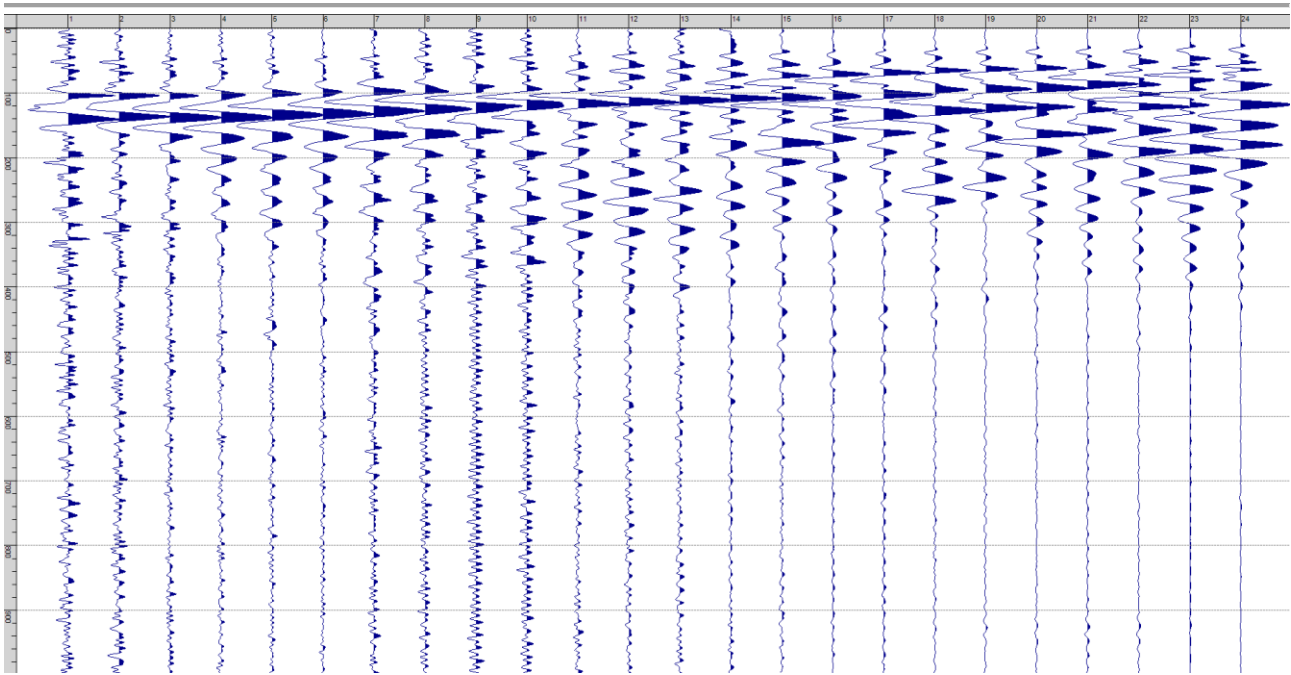
Sism. V-8: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. V-9: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza



Sism. V-10: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza



Sism. V-11: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza

Tab. V-1: Stesa sismica 117_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]	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0

Tab. V-2: Stesa sismica 117_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]	-25.00	-2.49	12.49	27.49	42.49	57.48	72.48	87.45	102.45	117.46	140.00
QUOTA [m]	430.0	431.3	432.7	434.2	435.7	437.7	439.7	442.5	445.5	447.0	452.0

Tab. V-3: Stesa sismica 117_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	17	5	16	18	23	26	31	32	37	41	43
2	4	20	14	15	19	23	26	31	32	37	40	43
3	8	23	16	6	18	23	26	31	32	36	39	43
4	12	25	17	6	17	22	25	30	31	35	38	42
5	16	26	18	15	11	21	23	28	29	34	37	41
6	20	27	19	18	5	19	22	27	28	33	36	40
7	24	28	20	19	4	17	21	25	27	32	35	39
8	28	29	21	21	12	11	20	24	26	31	34	39
9	32	30	23	23	17	4	18	23	25	29	33	38
10	36	31	25	25	18	5	17	23	24	29	32	37
11	40	32	26	25	20	14	13	21	23	28	31	36
12	44	33	27	26	21	17	5	19	22	27	30	35
13	48	34	28	27	22	20	5	18	21	26	29	35
14	52	34	29	29	23	22	14	15	20	24	28	34
15	56	35	31	31	25	23	17	5	19	24	28	33
16	60	36	32	31	26	24	19	5	18	23	27	32
17	64	37	33	33	27	25	20	15	15	22	26	31
18	68	37	33	33	28	25	21	19	5	20	24	30
19	72	38	34	34	29	26	22	20	5	18	23	29
20	76	39	34	35	30	27	23	21	13	15	22	28
21	80	40	36	37	31	28	25	23	18	5	20	27
22	84	40	37	38	32	29	26	24	19	6	19	26
23	88	40	38	38	33	30	27	25	21	16	16	25
24	92	41	40	40	34	31	28	26	23	19	6	24

Tab. V-4: Stesa sismica 117_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	97.00	805	92.72	2195	86.51	3658
1.5	2	97.00	805	92.72	2176	86.44	3703
2	4	97.00	805	92.72	2157	86.37	3750
2.5	6	97.00	805	92.72	2134	86.29	3796
3	8	97.00	805	92.71	2114	86.21	3840
3.5	10	97.00	805	92.69	2090	86.13	3883
4	12	97.00	805	92.68	2077	86.05	3928
4.5	14	97.00	805	92.66	2074	85.97	3980
5	16	97.00	805	92.65	2078	85.92	4029
5.5	18	97.00	805	92.63	2088	85.87	4077
6	20	97.00	805	92.61	2081	85.83	4125
6.5	22	97.00	805	92.58	2058	85.79	4173
7	24	97.00	805	92.56	2039	85.75	4221
7.5	26	97.00	805	92.54	2025	85.71	4264
8	28	97.00	805	92.53	2021	85.68	4298
8.5	30	97.00	805	92.52	2017	85.65	4317
9	32	97.00	805	92.50	2005	85.63	4321
9.5	34	97.00	805	92.47	1969	85.61	4318
10	36	97.00	805	92.45	1938	85.61	4310
10.5	38	97.00	805	92.42	1913	85.60	4297
11	40	97.00	805	92.39	1914	85.59	4279
11.5	42	97.00	805	92.37	1940	85.58	4254
12	44	97.00	805	92.33	1962	85.55	4226
12.5	46	97.00	805	92.29	1974	85.53	4200
13	48	97.00	805	92.24	1987	85.50	4179
13.5	50	97.00	805	92.18	1996	85.48	4160
14	52	97.00	805	92.11	2013	85.46	4140
14.5	54	97.00	805	92.04	2021	85.44	4118
15	56	97.00	805	91.96	2085	85.42	4098
15.5	58	97.00	805	91.87	2172	85.38	4084
16	60	97.00	805	91.79	2260	85.34	4072
16.5	62	97.00	805	91.72	2348	85.31	4059
17	64	97.00	805	91.65	2439	85.29	4044
17.5	66	97.00	798	91.59	2532	85.27	4030
18	68	97.00	791	91.55	2625	85.25	4025
18.5	70	97.00	775	91.52	2708	85.22	4026
19	72	97.00	759	91.50	2785	85.16	4033
19.5	74	97.00	745	91.50	2853	85.10	4044
20	76	97.00	731	91.53	2897	85.04	4057
20.5	78	97.00	723	91.58	2873	84.97	4070
21	80	97.00	715	91.63	2837	84.92	4082
21.5	82	97.00	708	91.69	2774	84.88	4093
22	84	97.00	701	91.74	2703	84.84	4103
22.5	86	97.00	697	91.80	2635	84.82	4112
23	88	97.00	693	91.85	2568	84.81	4117
23.5	90	97.00	701	91.91	2504	84.80	4121
24	92	97.00	710	91.97	2442	84.78	4125

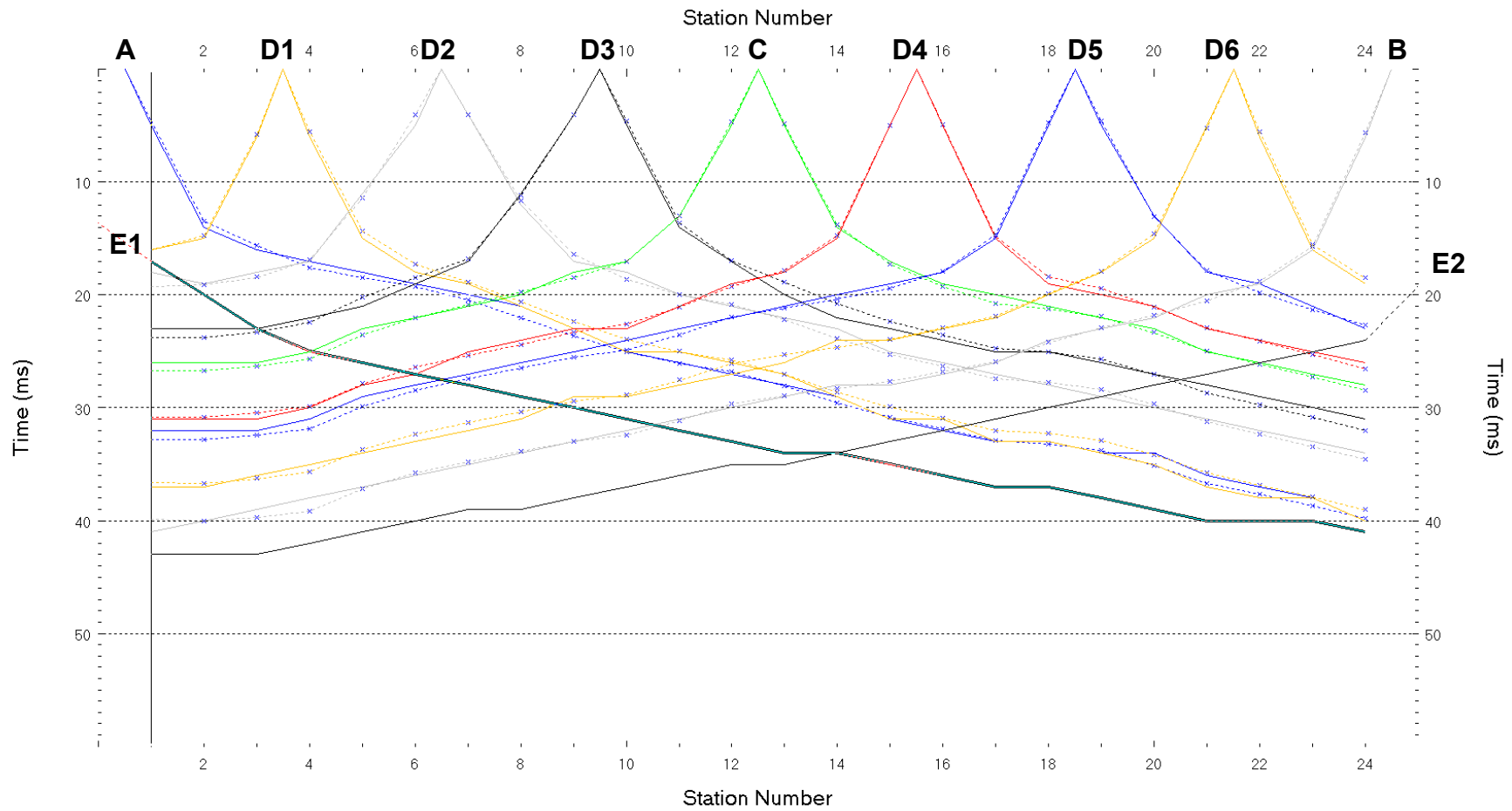


Fig. V-2: Stesa sismica 117_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:500

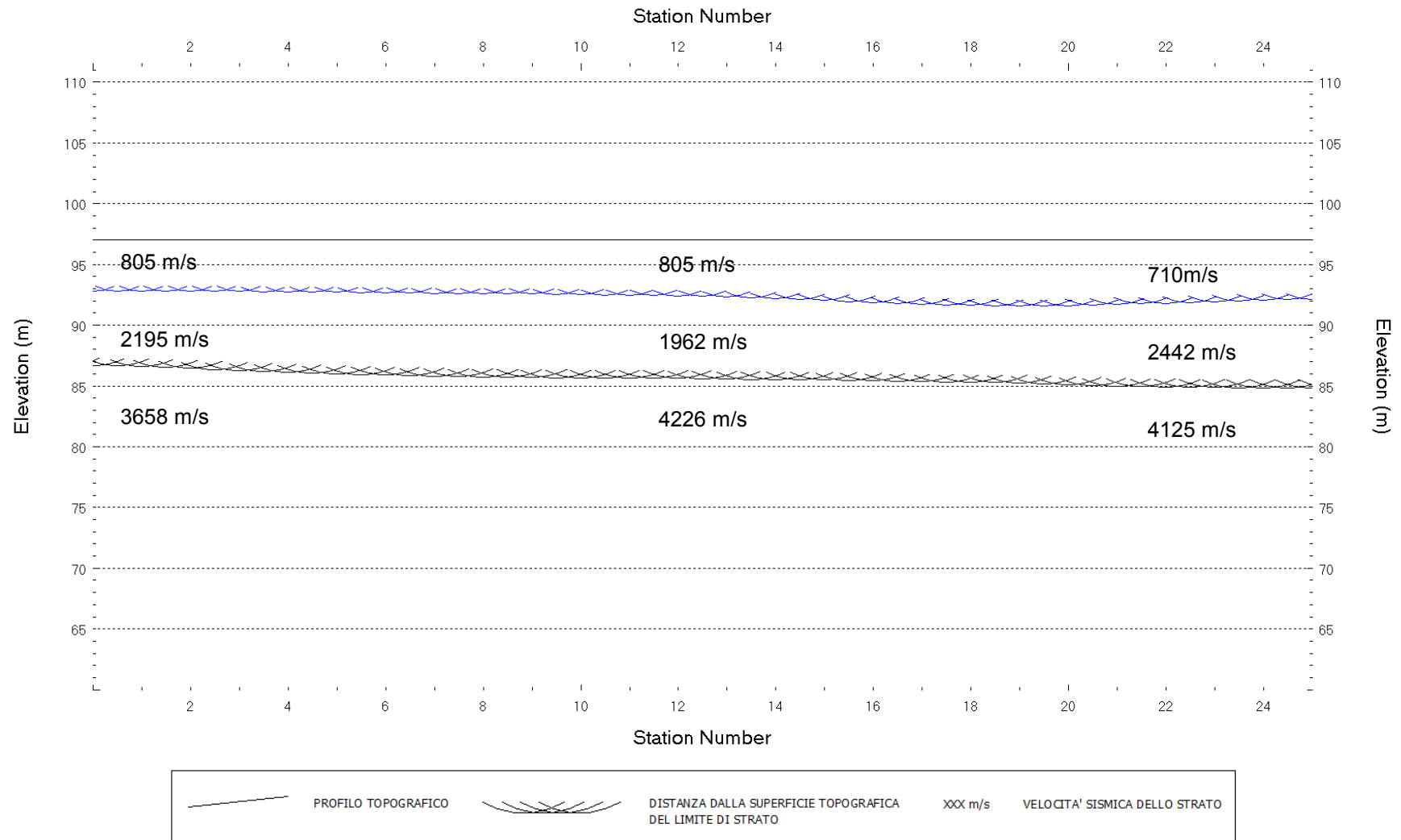


Fig. V-3: Stesa sismica 117_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500

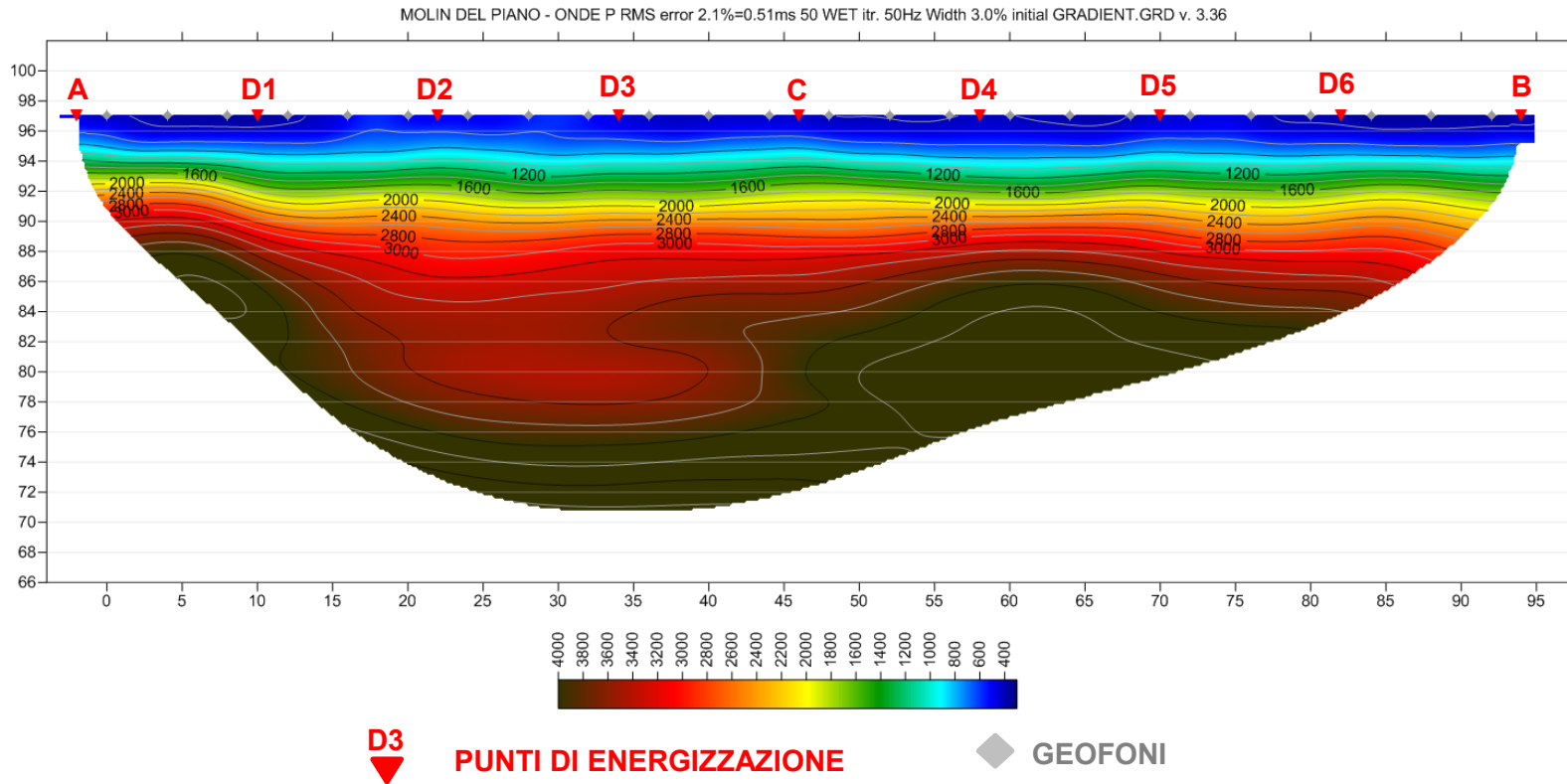


Fig. V-4: Stesa sismica 117_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:500

**VI. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 117_SR ONDE SH -
SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI - TABULATI PROFONDITA' E
VELOCITA' RIFRATTORI - DROMOCRONE - SEZIONI
SISMOSTRATIGRAFICHE - TOMOGRAFIE**

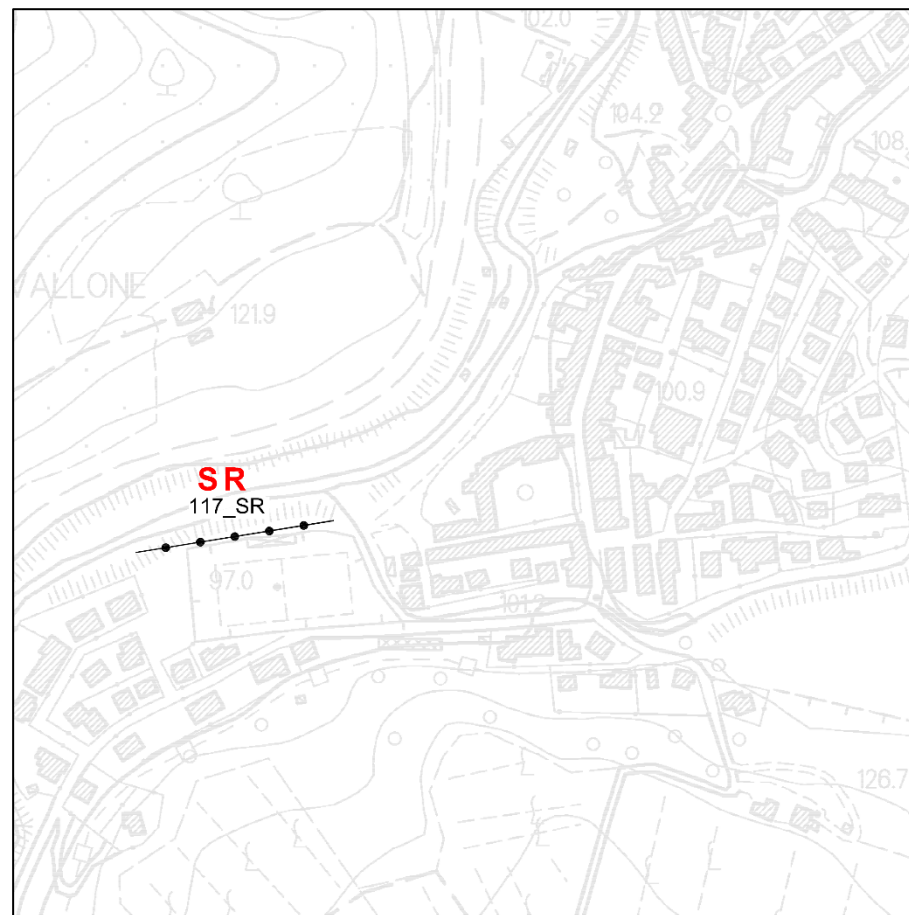
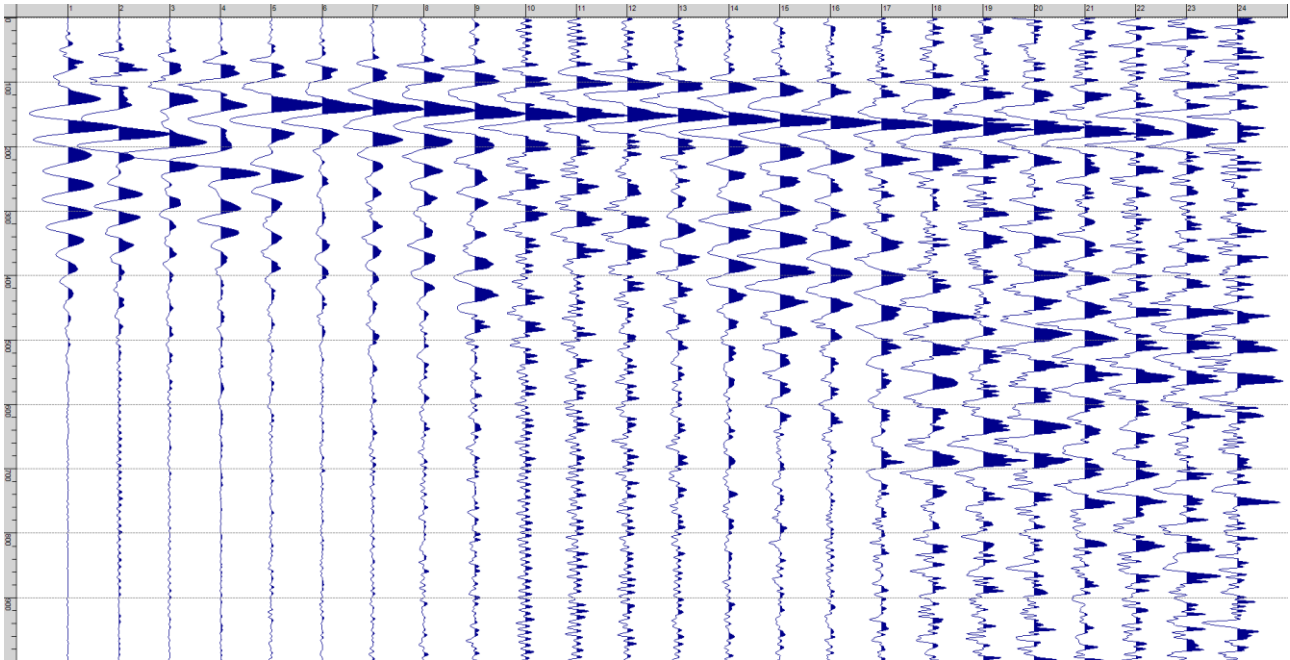
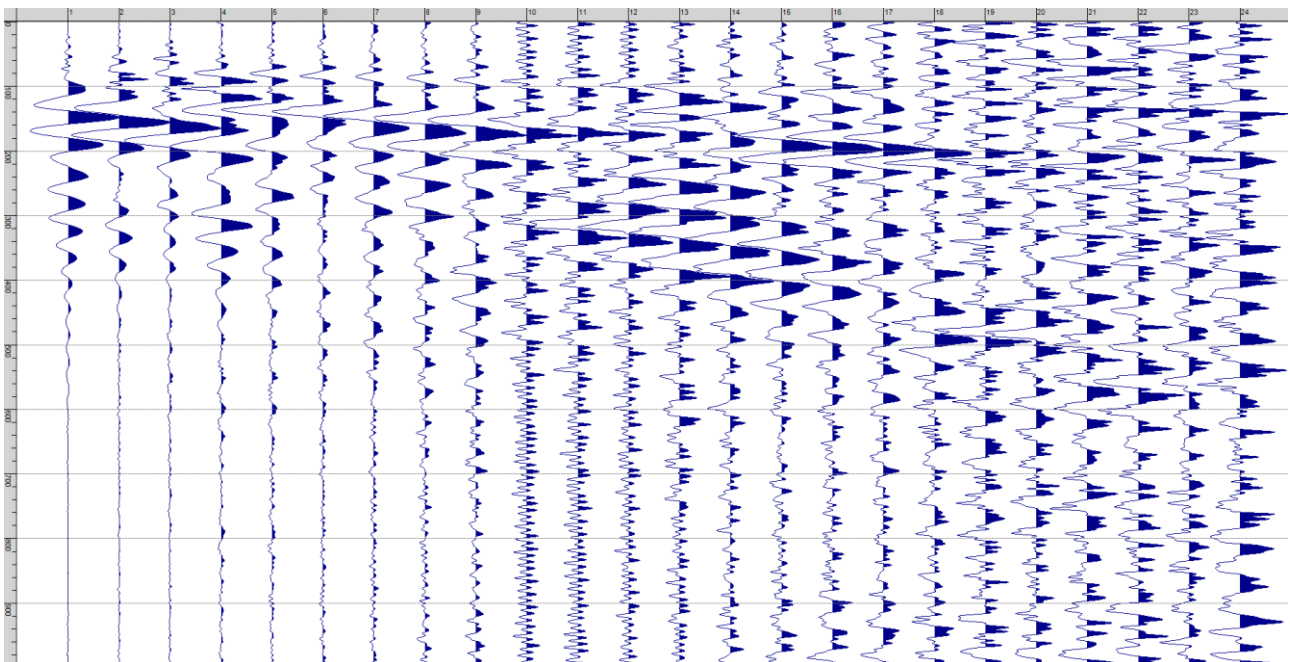


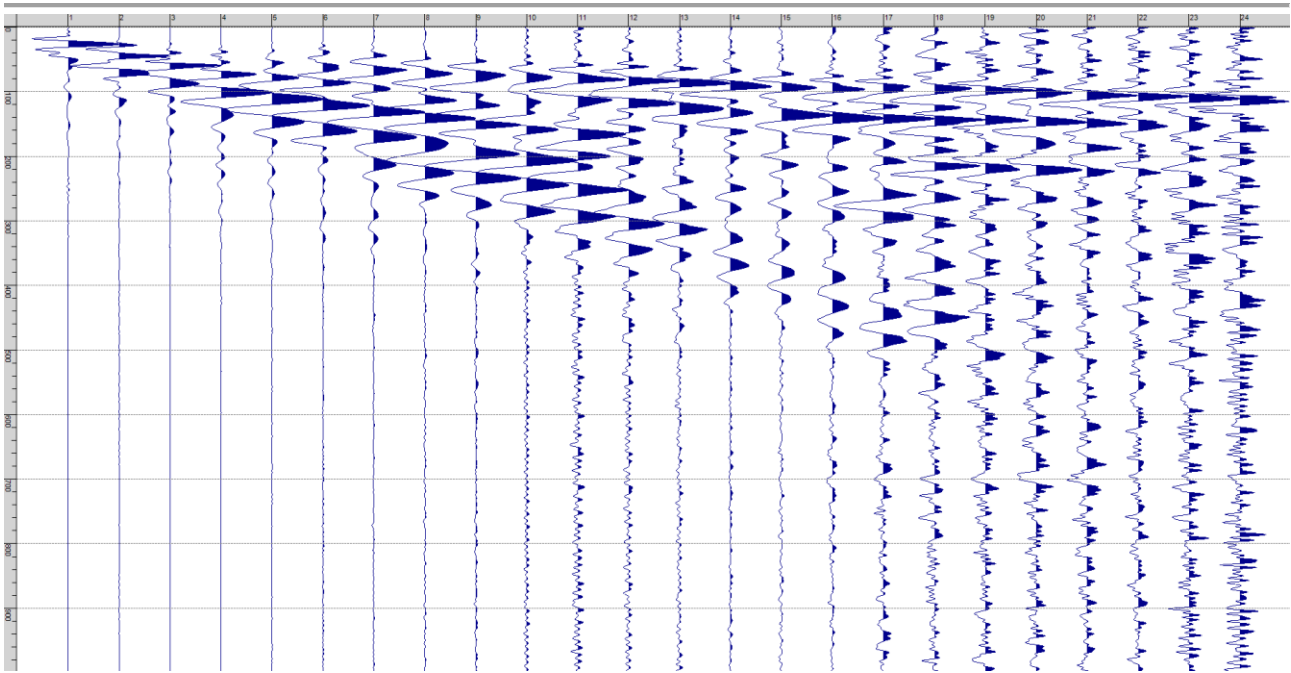
Fig. VI-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



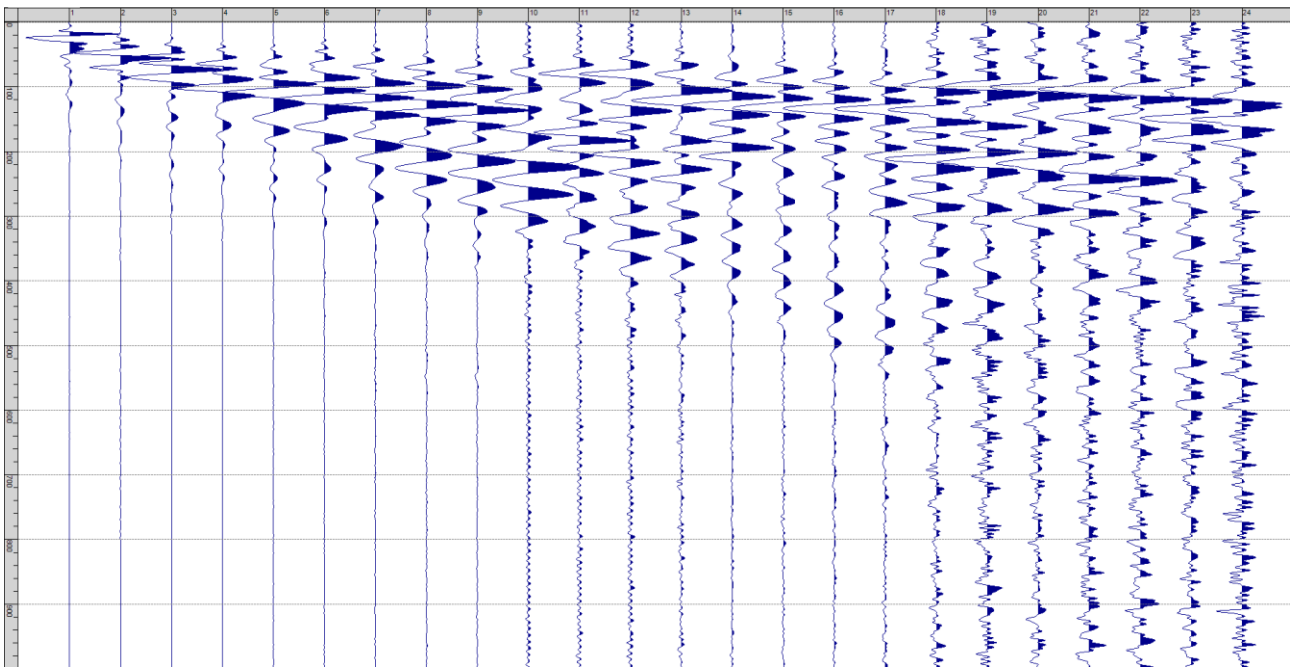
Sism. VI-1: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



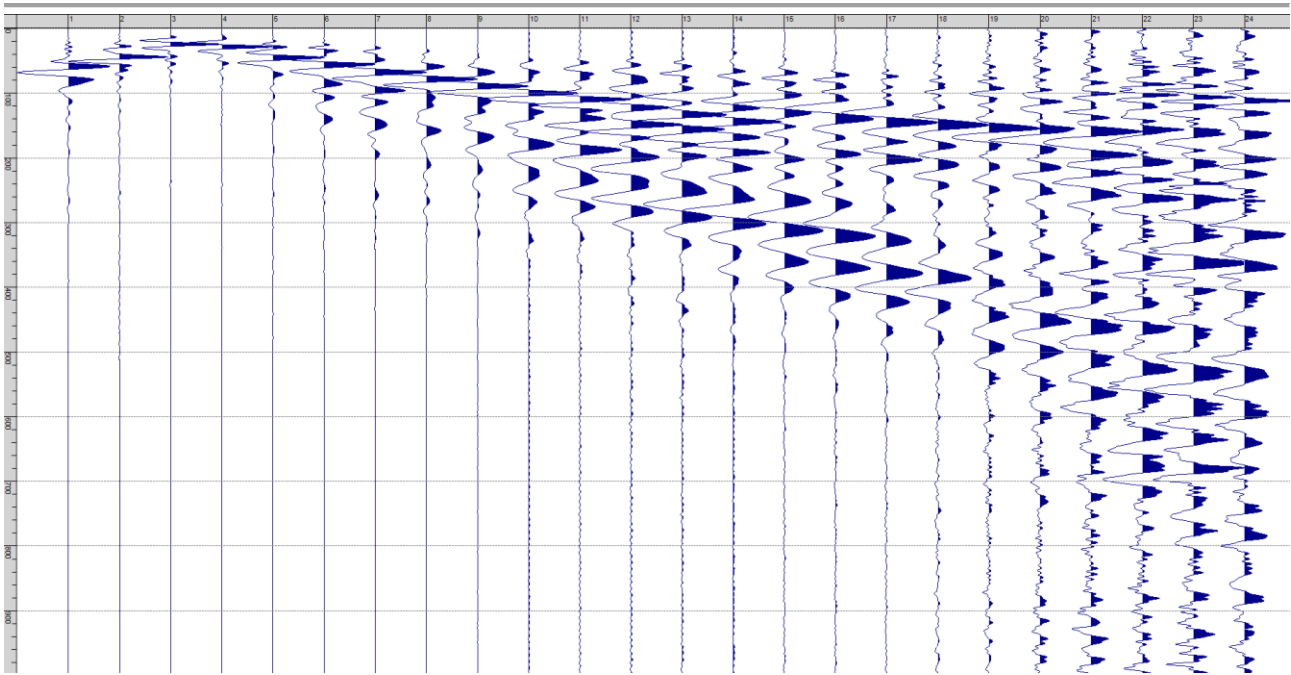
Sism. VI-2: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



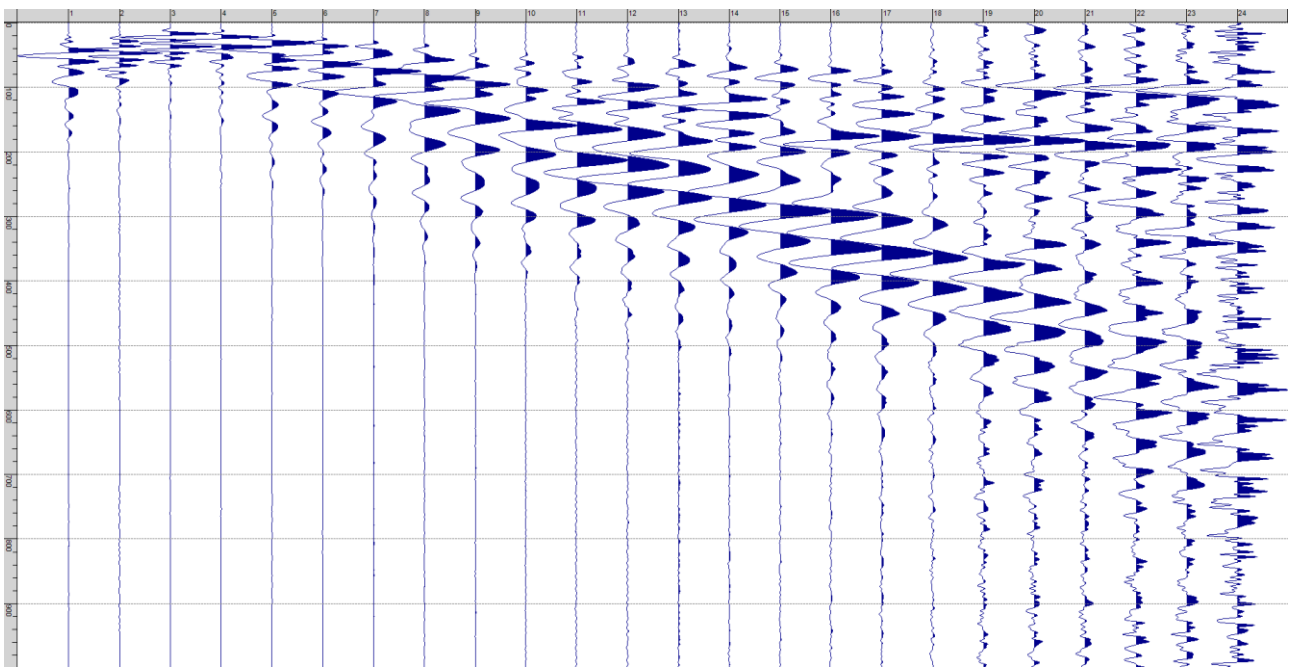
Sism. VI-3: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



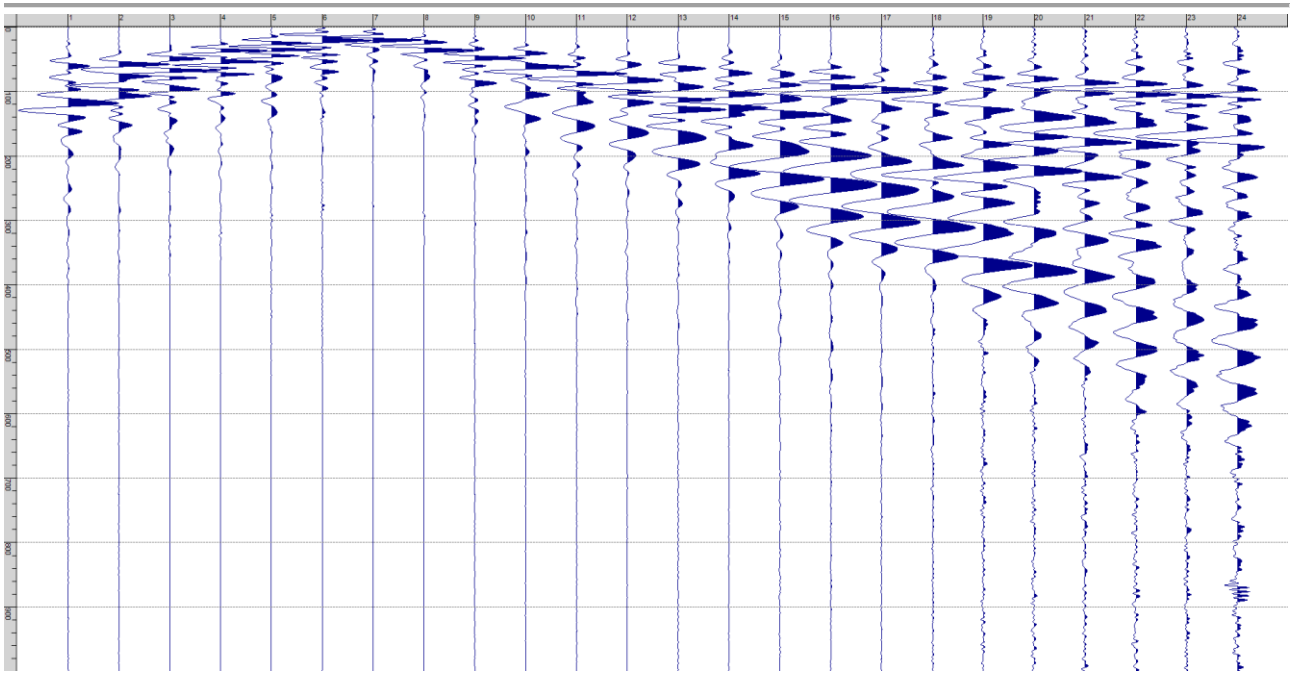
Sism. VI-4: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



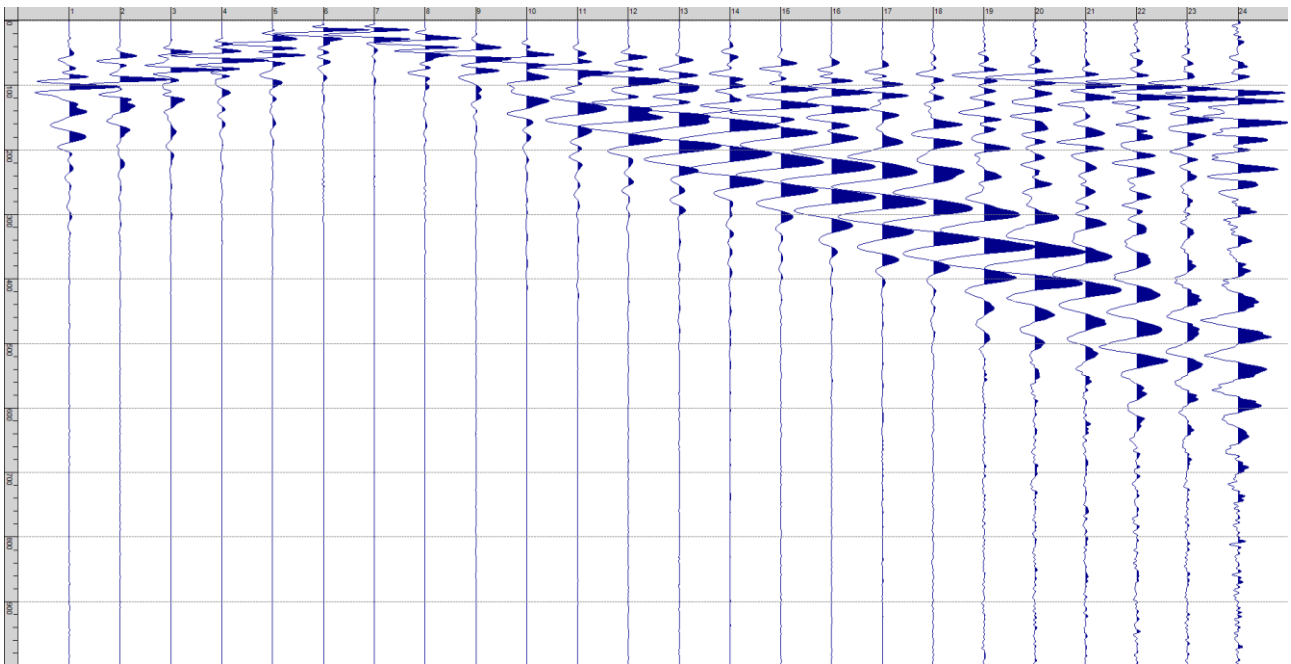
Sism. VI-5: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



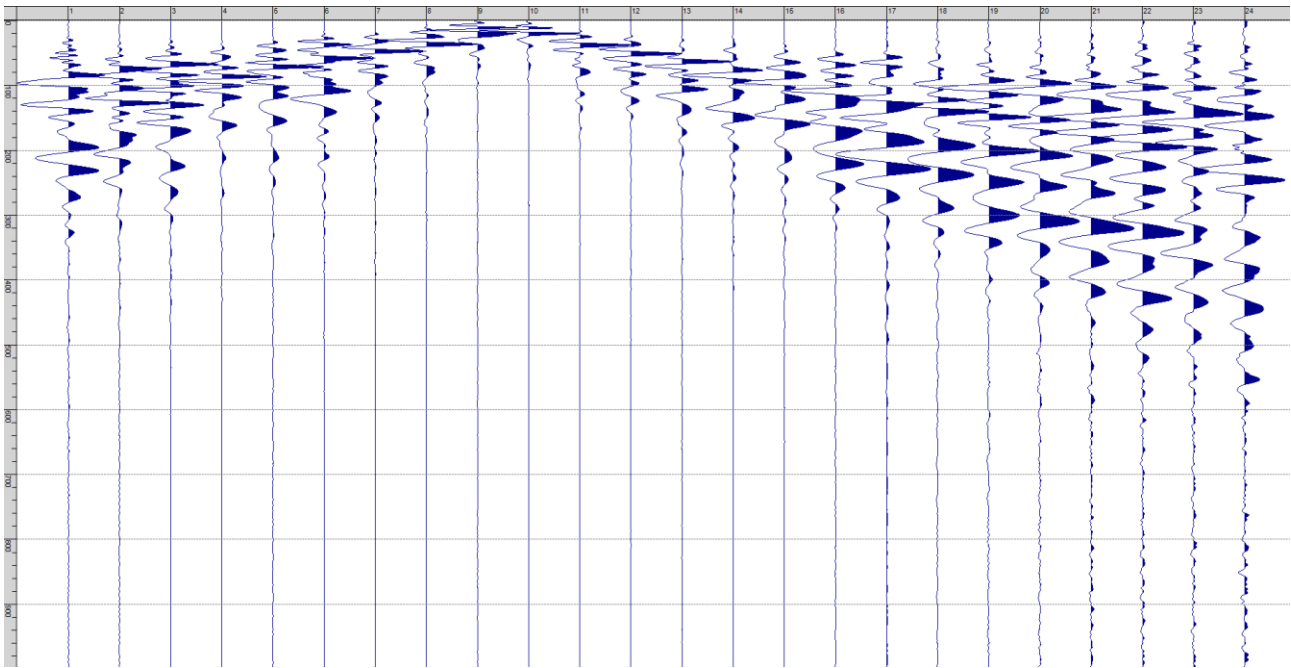
Sism. VI-6: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



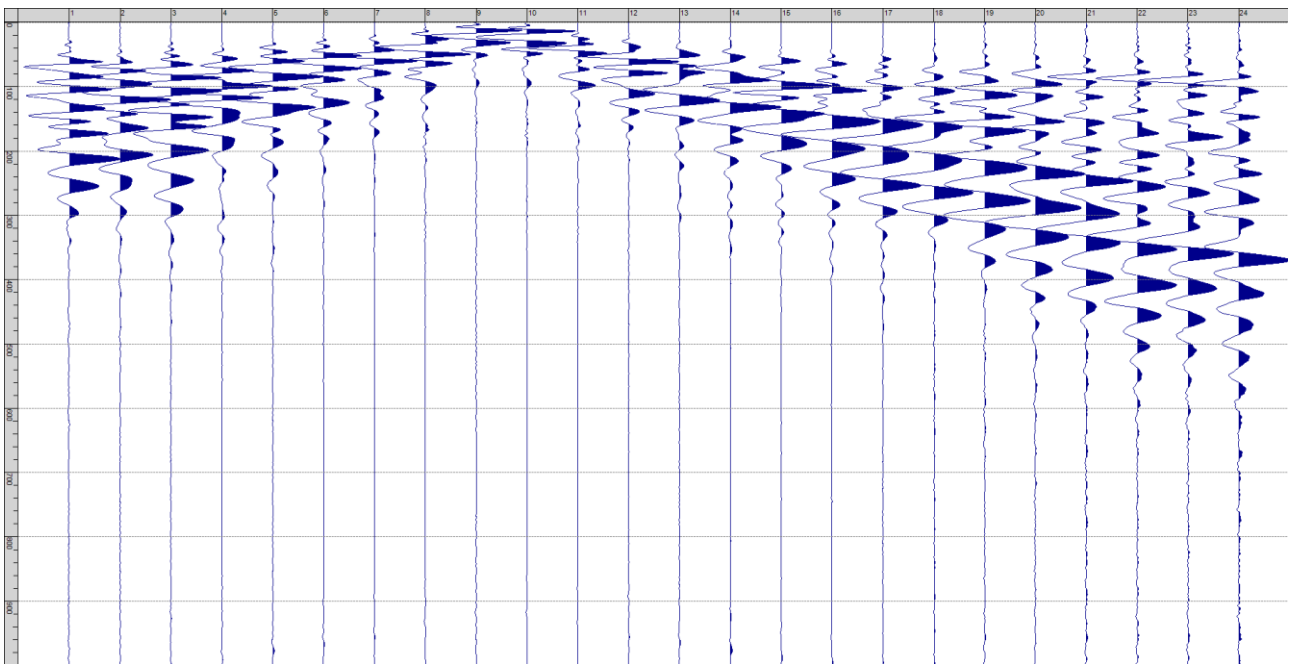
Sism. VI-7: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



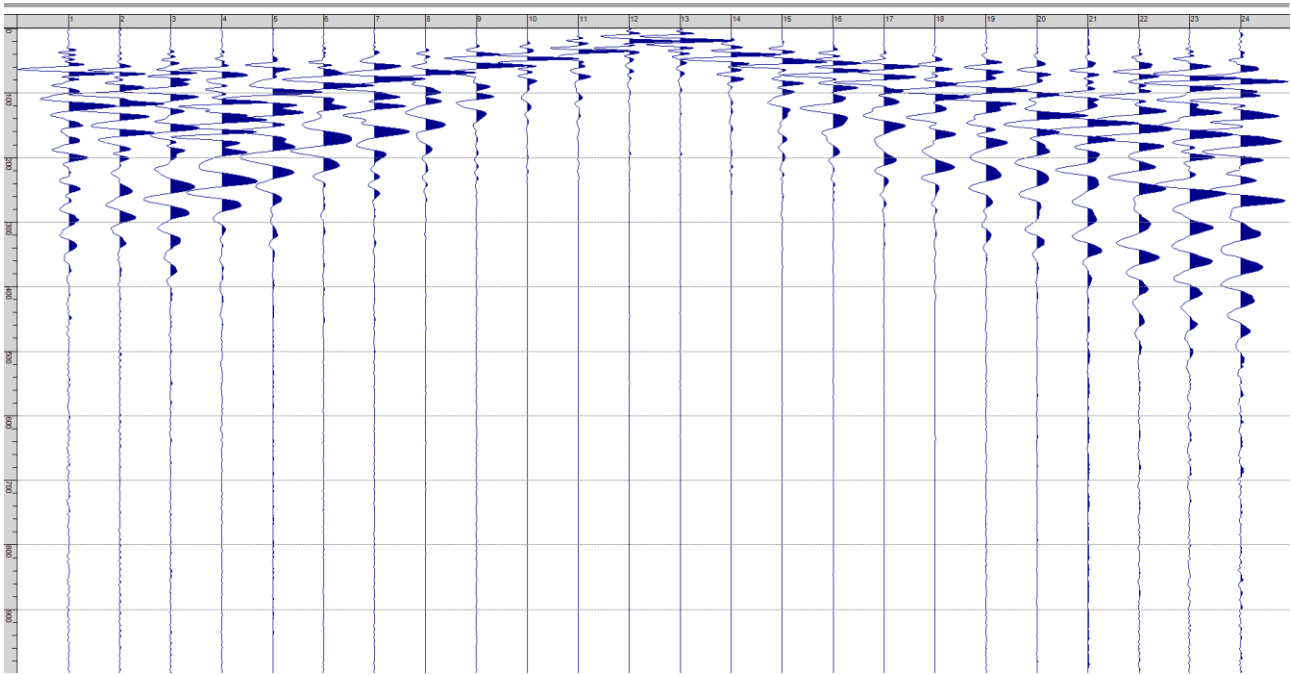
Sism. VI-8: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



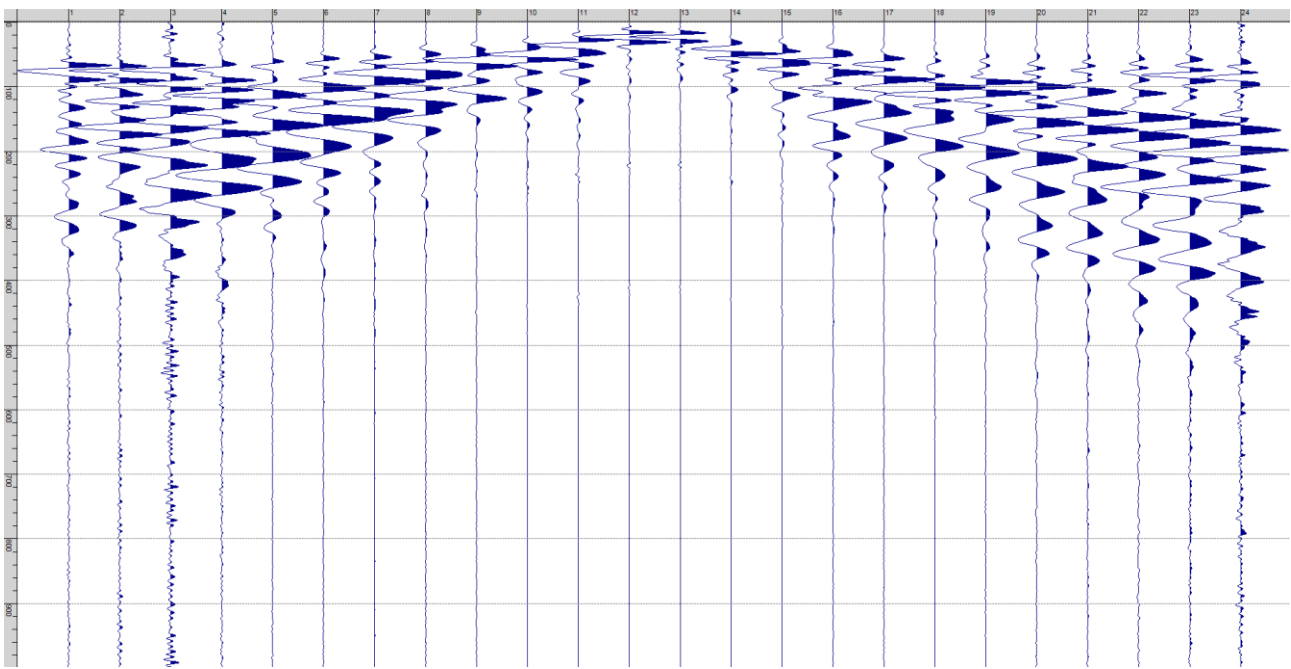
Sism. VI-9: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



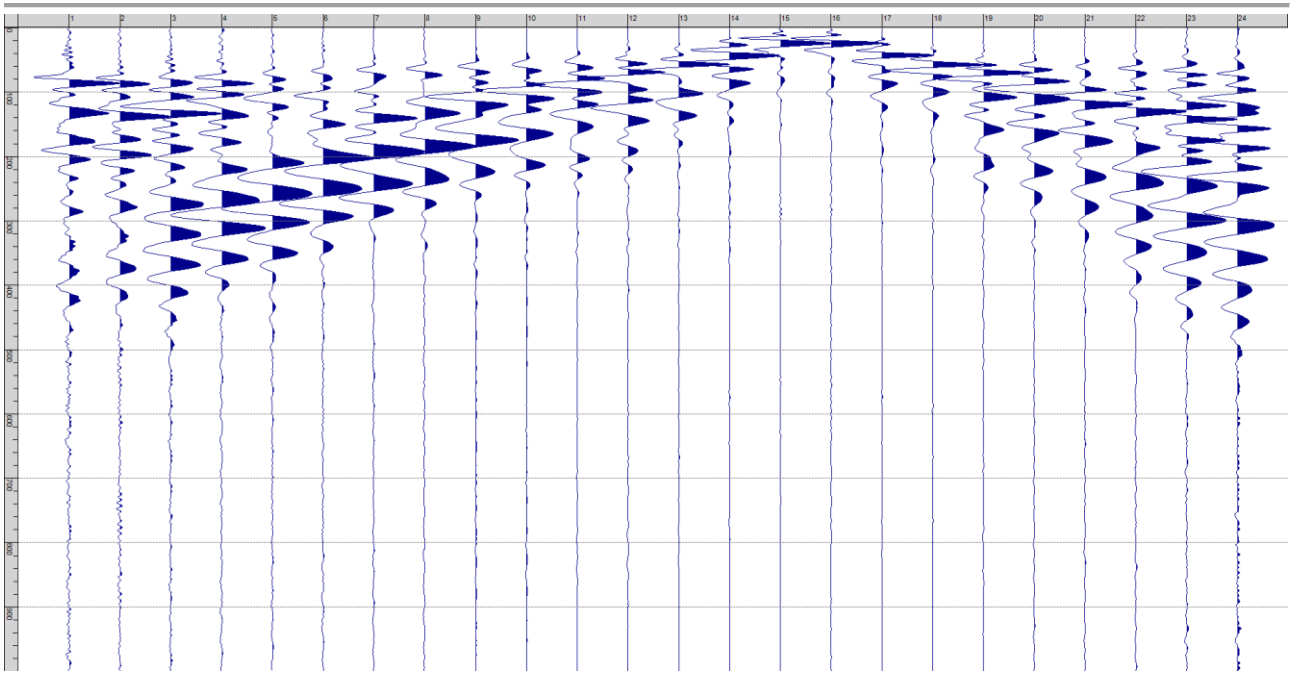
Sism. VI-10: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



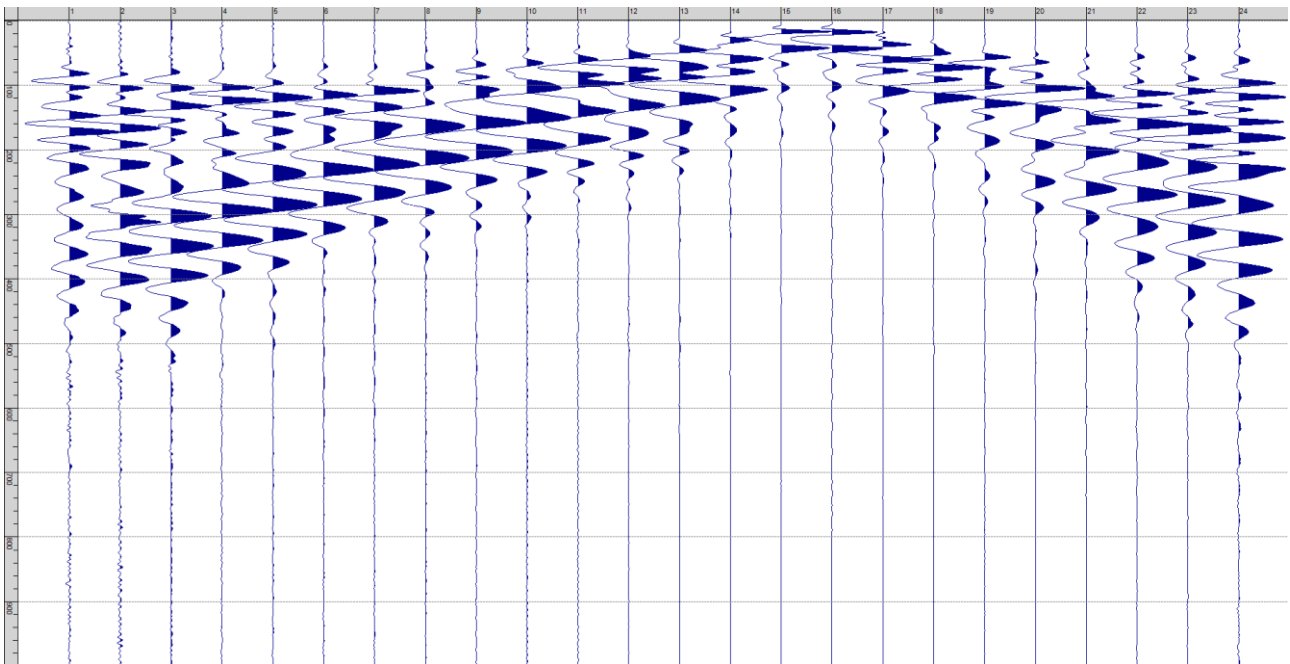
Sism. VI-11: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



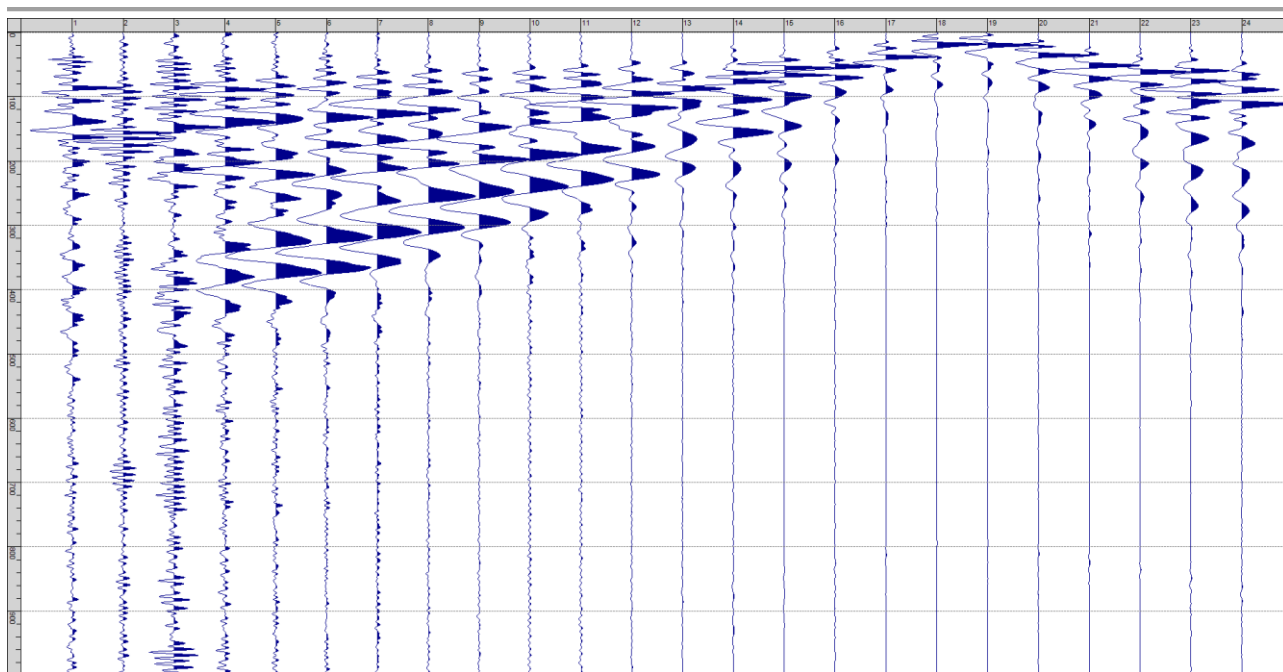
Sism. VI-12: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



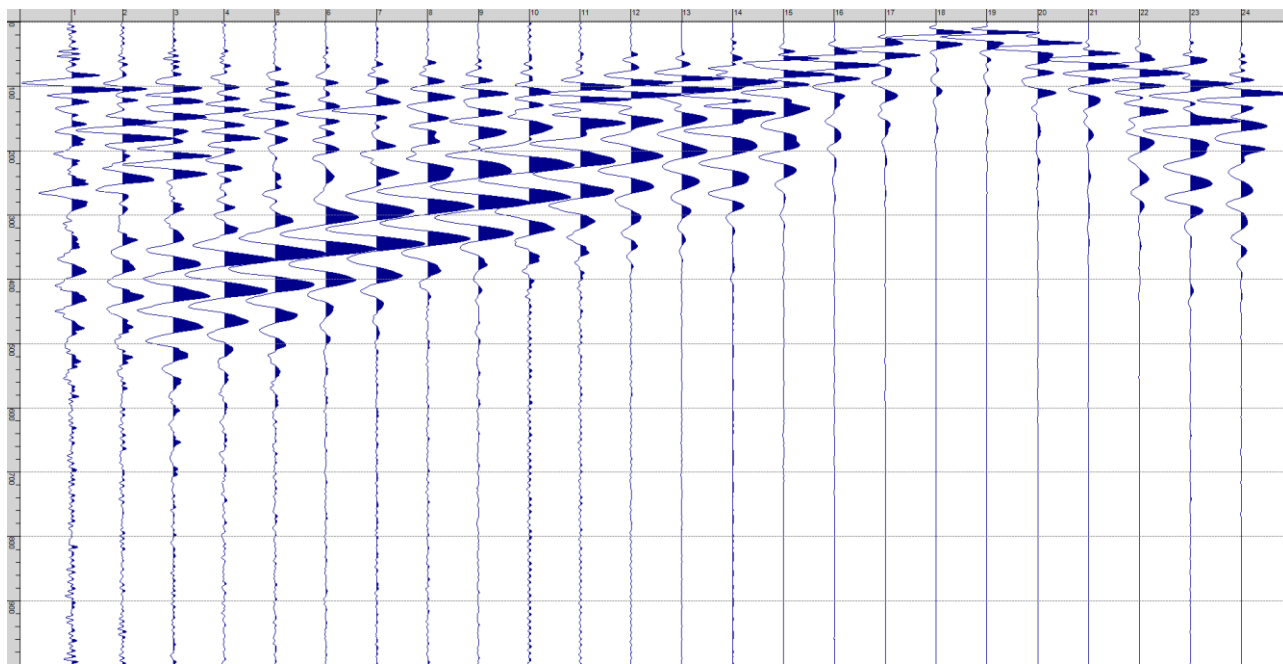
Sism. VI-13: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



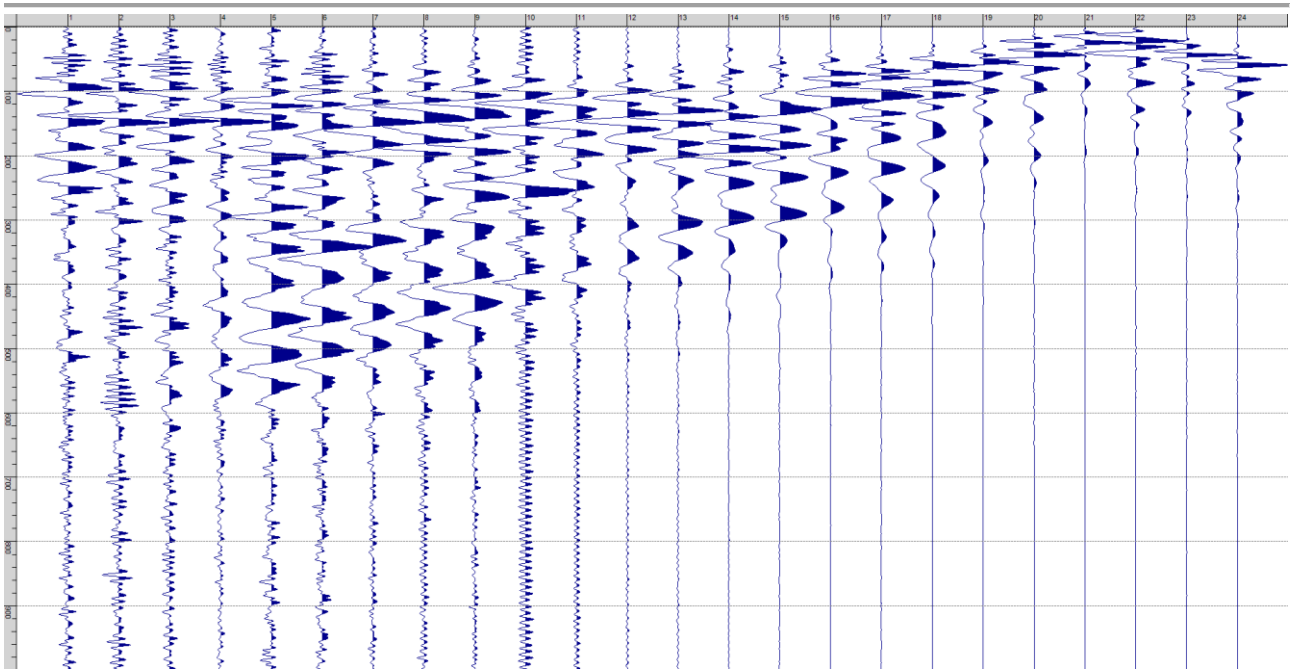
Sism. VI-14: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



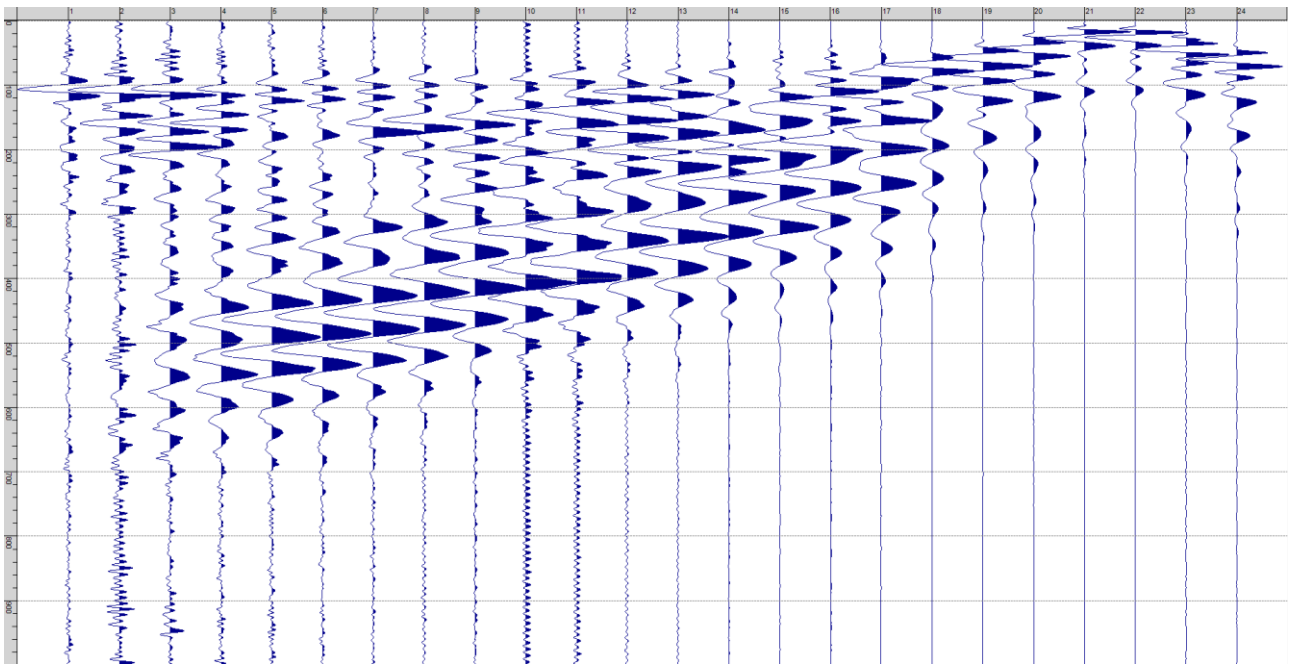
Sism. VI-15: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



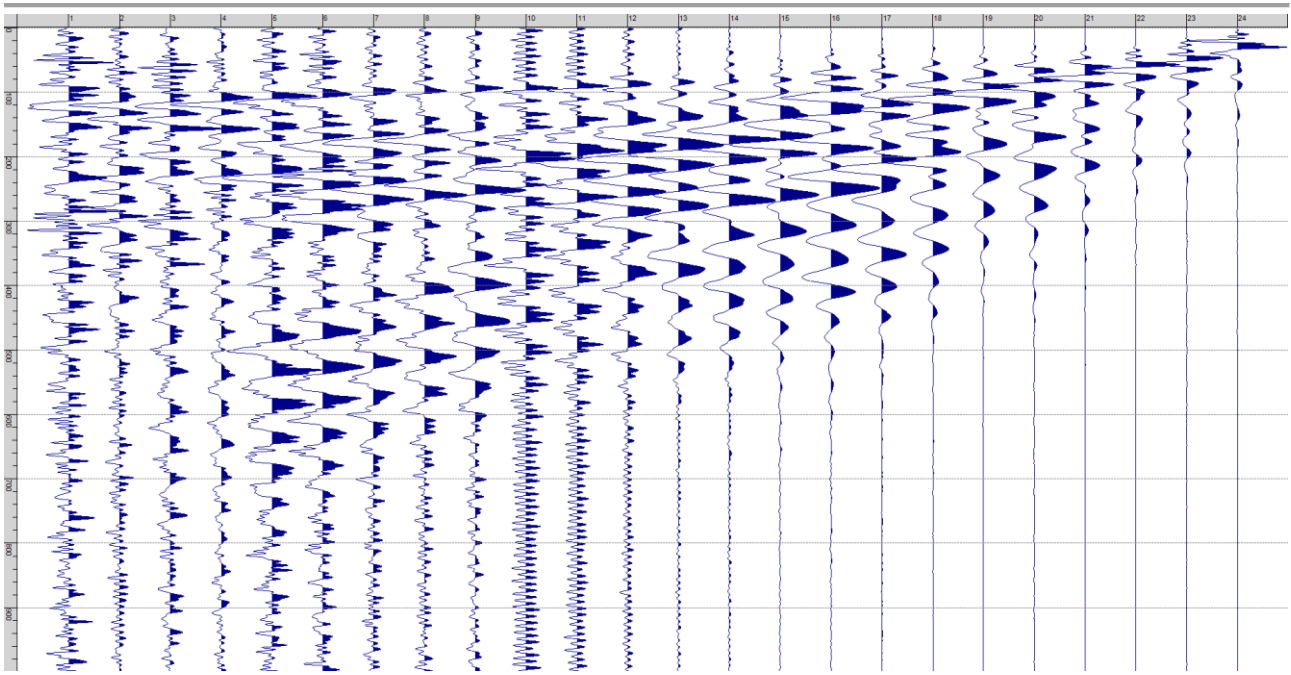
Sism. VI-16: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



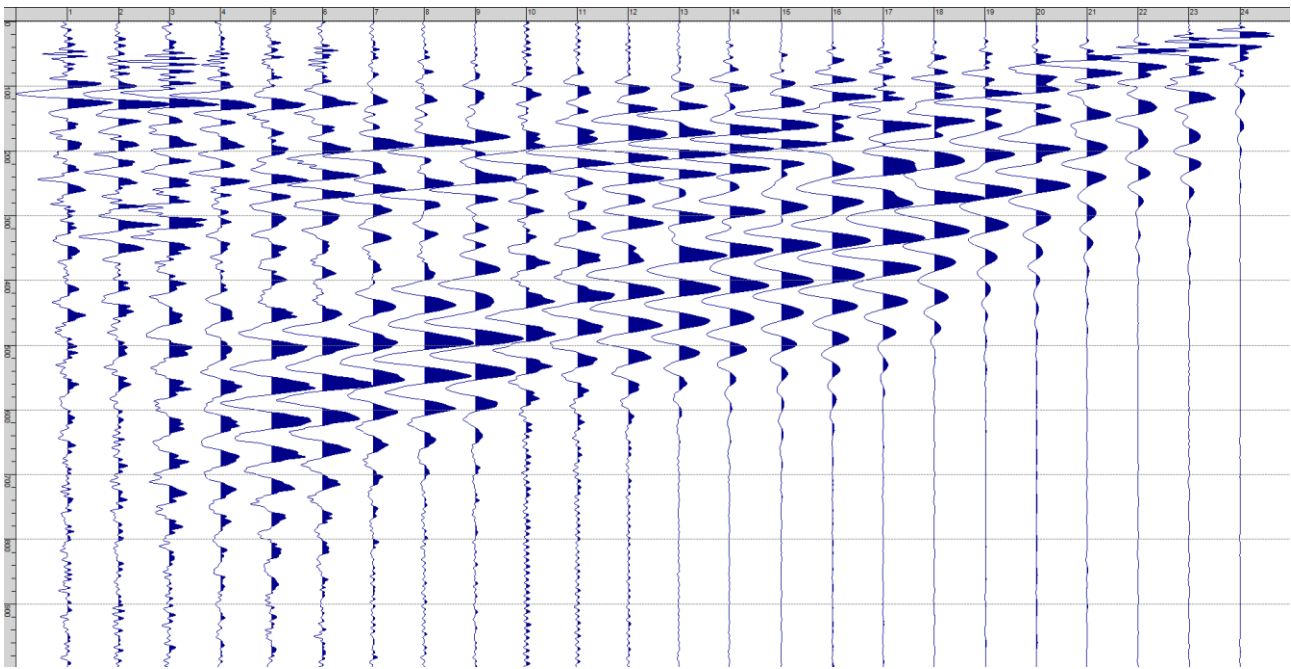
Sism. VI-17: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



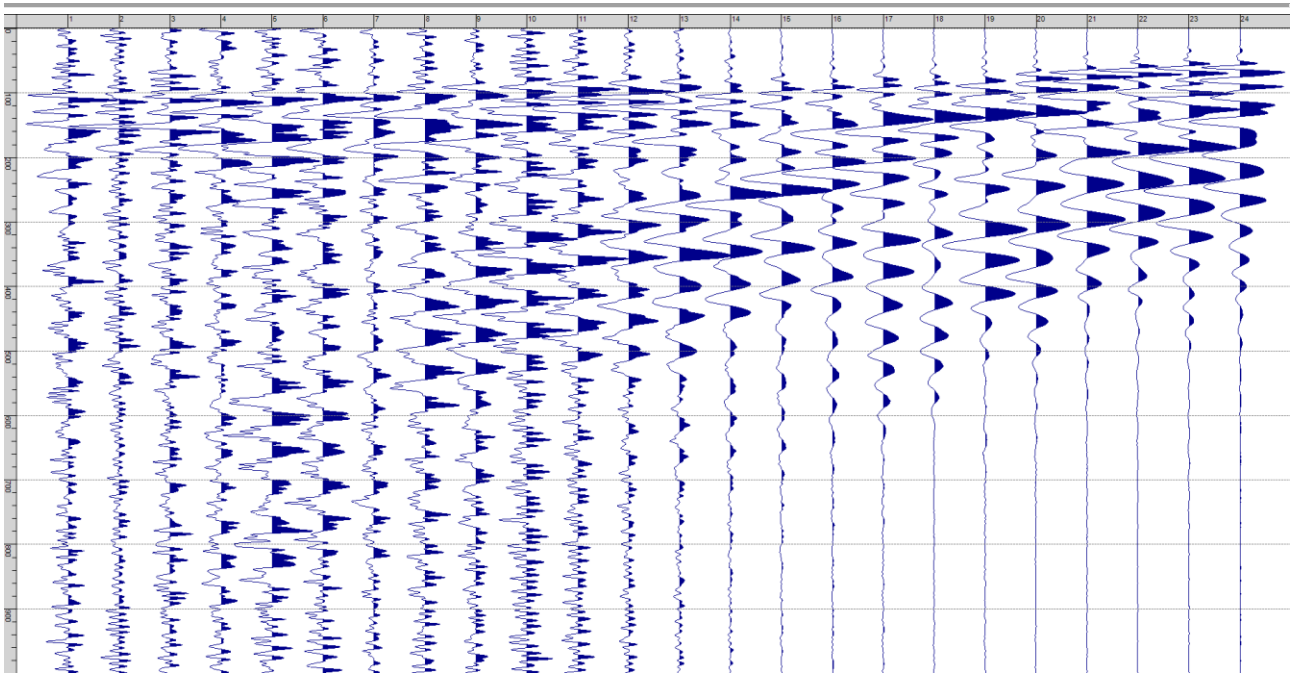
Sism. VI-18: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



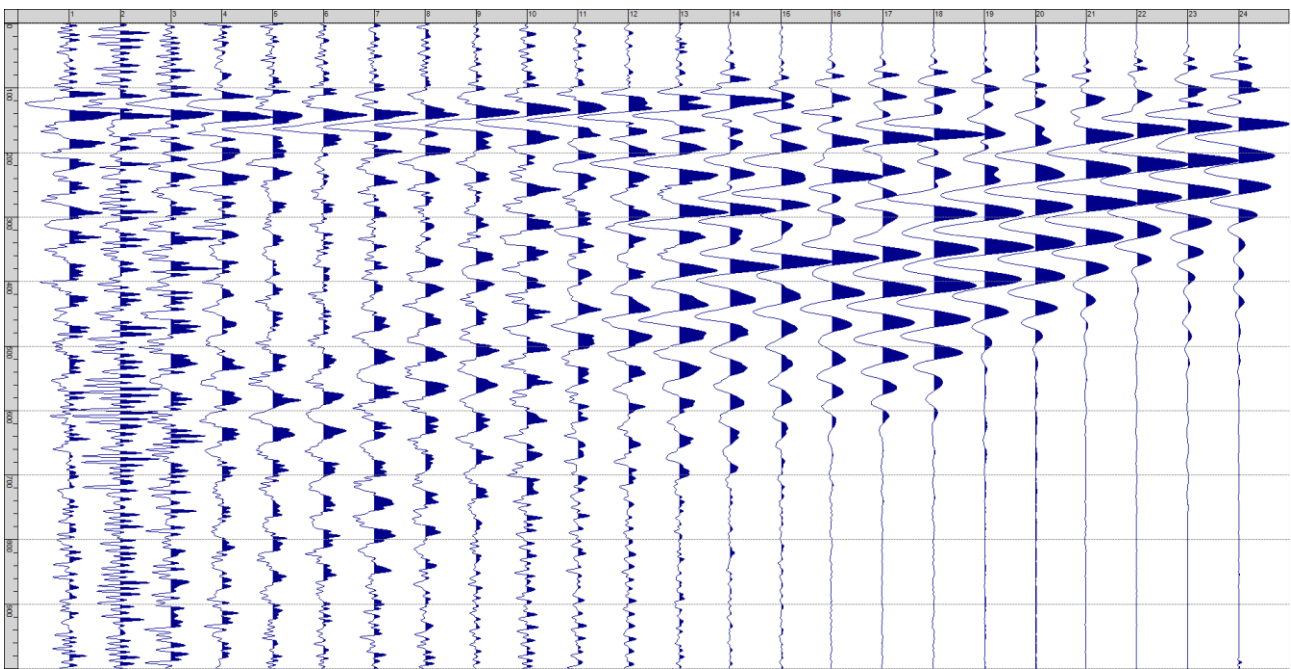
Sism. VI-19: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. VI-20: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. VI-21: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. VI-22: 117_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. VI-1: Stesa sismica 117_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]	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0

Tab. VI-2: Stesa sismica 117_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]	-25.00	-2.49	12.49	27.49	42.49	57.48	72.48	87.45	102.45	117.46	140.00
QUOTA [m]	430.0	431.3	432.7	434.2	435.7	437.7	439.7	442.5	445.5	447.0	452.0

Tab. VI-3: Stesa sismica 117_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	46	10	30	46	53	58	71	77	83	87	100
2	4	54	22	22	42	51	59	72	78	84	87	101
3	8	58	30	11	37	52	57	72	78	82	87	98
4	12	61	40	13	28	49	57	71	75	82	87	97
5	16	62	44	20	16	45	53	66	72	77	86	94
6	20	63	45	26	8	38	48	61	67	77	85	92
7	24	66	-1000	32	7	26	44	61	65	74	83	92
8	28	69	50	38	15	16	42	57	64	75	82	91
9	32	73	55	-1000	23	5	31	55	59	72	80	87
10	36	76	58	53	30	6	25	51	60	72	78	87
11	40	78	60	55	39	20	18	47	56	71	74	83
12	44	80	61	58	44	32	8	43	53	-1000	73	80
13	48	84	62	61	50	43	7	31	50	65	73	79
14	52	87	67	67	55	49	20	22	47	61	72	76
15	56	89	71	69	58	51	32	7	37	59	69	74
16	60	92	75	70	64	57	37	7	31	56	66	72
17	64	93	76	76	67	61	47	29	18	51	63	68
18	68	94	78	77	67	62	52	39	7	44	59	65
19	72	97	81	79	67	66	53	46	6	35	57	63
20	76	99	81	81	70	68	57	51	17	20	50	60
21	80	99	84	84	71	72	59	53	34	8	47	57
22	84	101	86	87	74	73	62	57	42	8	36	53
23	88	101	90	89	77	75	64	60	49	21	21	49
24	92	102	90	90	82	77	67	62	53	39	10	50

Tab. VI-4: Stesa sismica 117_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	97.00	379	92.24	1005	84.80	1382
1.5	2	97.00	380	92.21	1013	84.74	1390
2	4	97.00	381	92.17	1022	84.67	1400
2.5	6	97.00	381	92.12	1030	84.59	1411
3	8	97.00	382	92.07	1039	84.51	1424
3.5	10	97.00	389	92.00	1047	84.41	1437
4	12	97.00	396	91.93	1056	84.30	1452
4.5	14	97.00	403	91.85	1064	84.16	1468
5	16	97.00	409	91.78	1070	84.00	1485
5.5	18	97.00	412	91.70	1073	83.83	1505
6	20	97.00	414	91.64	1075	83.63	1530
6.5	22	97.00	418	91.58	1073	83.42	1558
7	24	97.00	422	91.53	1072	83.22	1589
7.5	26	97.00	422	91.49	1070	83.00	1621
8	28	97.00	422	91.46	1068	82.78	1656
8.5	30	97.00	418	91.44	1067	82.55	1697
9	32	97.00	414	91.42	1065	82.33	1738
9.5	34	97.00	410	91.42	1064	82.13	1777
10	36	97.00	406	91.42	1062	81.93	1812
10.5	38	97.00	407	91.42	1062	81.75	1841
11	40	97.00	408	91.42	1062	81.58	1868
11.5	42	97.00	405	91.42	1062	81.42	1892
12	44	97.00	401	91.42	1062	81.28	1915
12.5	46	97.00	400	91.42	1062	81.16	1937
13	48	97.00	398	91.42	1062	81.06	1957
13.5	50	97.00	397	91.42	1062	80.99	1975
14	52	97.00	396	91.42	1062	80.93	1991
14.5	54	97.00	393	91.42	1062	80.90	2002
15	56	97.00	391	91.42	1062	80.89	2010
15.5	58	97.00	387	91.42	1062	80.90	2013
16	60	97.00	384	91.42	1062	80.93	2008
16.5	62	97.00	382	91.42	1062	80.98	1997
17	64	97.00	381	91.42	1062	81.04	1981
17.5	66	97.00	378	91.42	1062	81.12	1961
18	68	97.00	376	91.42	1062	81.21	1940
18.5	70	97.00	374	91.42	1062	81.32	1920
19	72	97.00	372	91.42	1062	81.44	1900
19.5	74	97.00	372	91.42	1062	81.57	1880
20	76	97.00	371	91.42	1062	81.72	1861
20.5	78	97.00	371	91.42	1062	81.86	1843
21	80	97.00	371	91.42	1062	82.01	1825
21.5	82	97.00	371	91.42	1062	82.15	1807
22	84	97.00	371	91.42	1062	82.28	1789
22.5	86	97.00	373	91.42	1062	82.40	1770
23	88	97.00	374	91.42	1062	82.52	1751
23.5	90	97.00	375	91.42	1062	82.61	1733
24	92	97.00	376	91.42	1062	82.70	1716

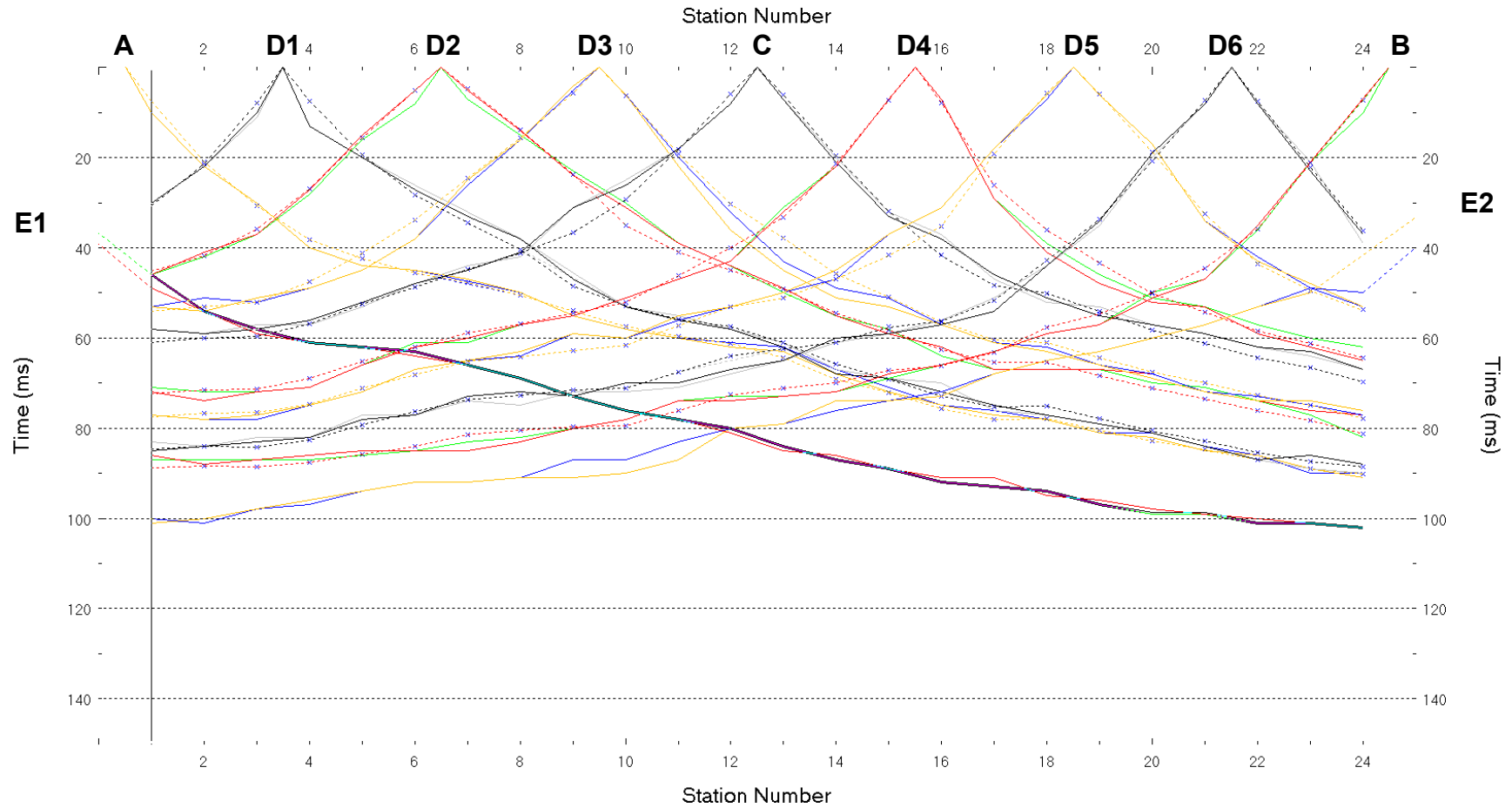


Fig. VI-2:Stesa sismica 117_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:500

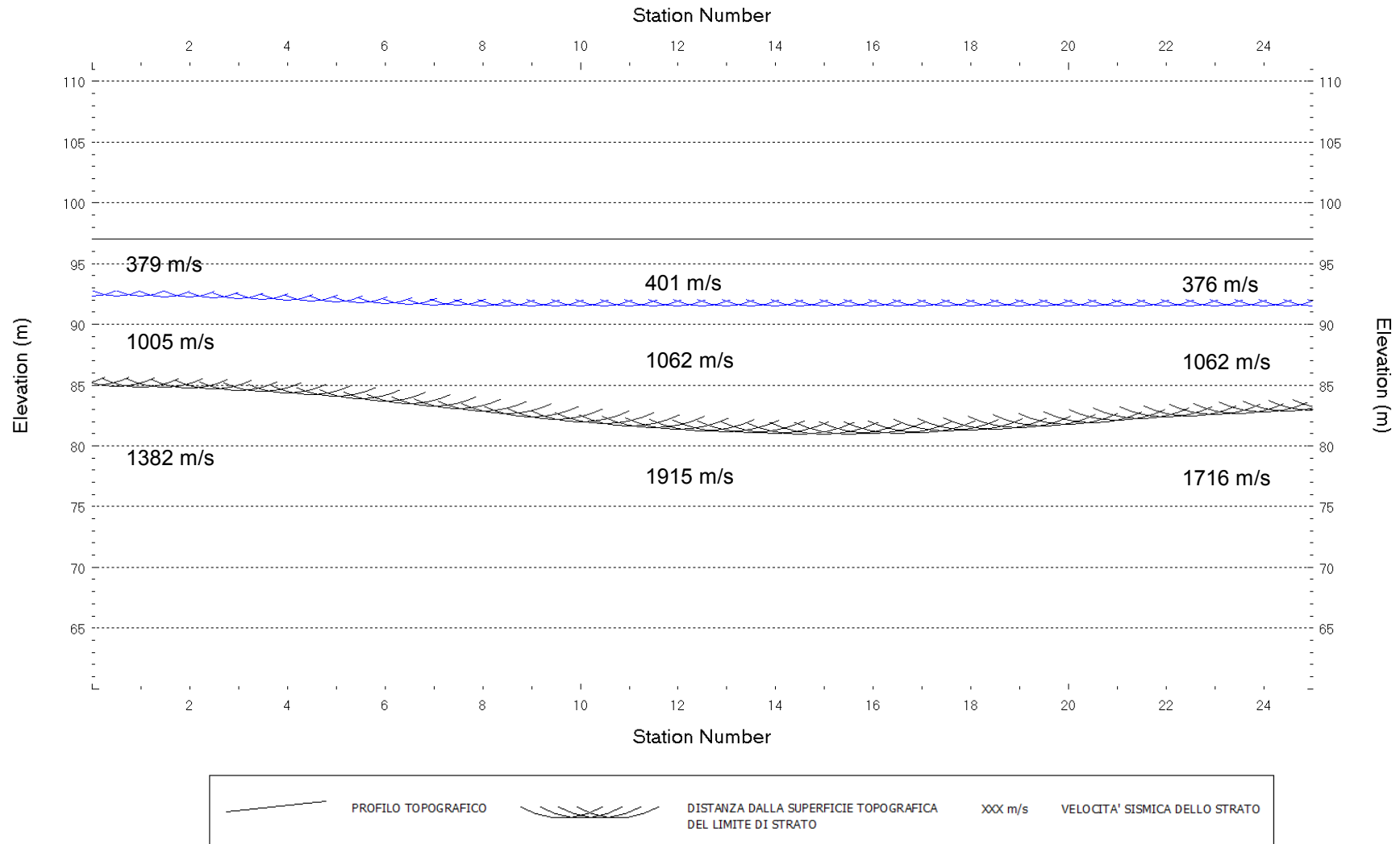
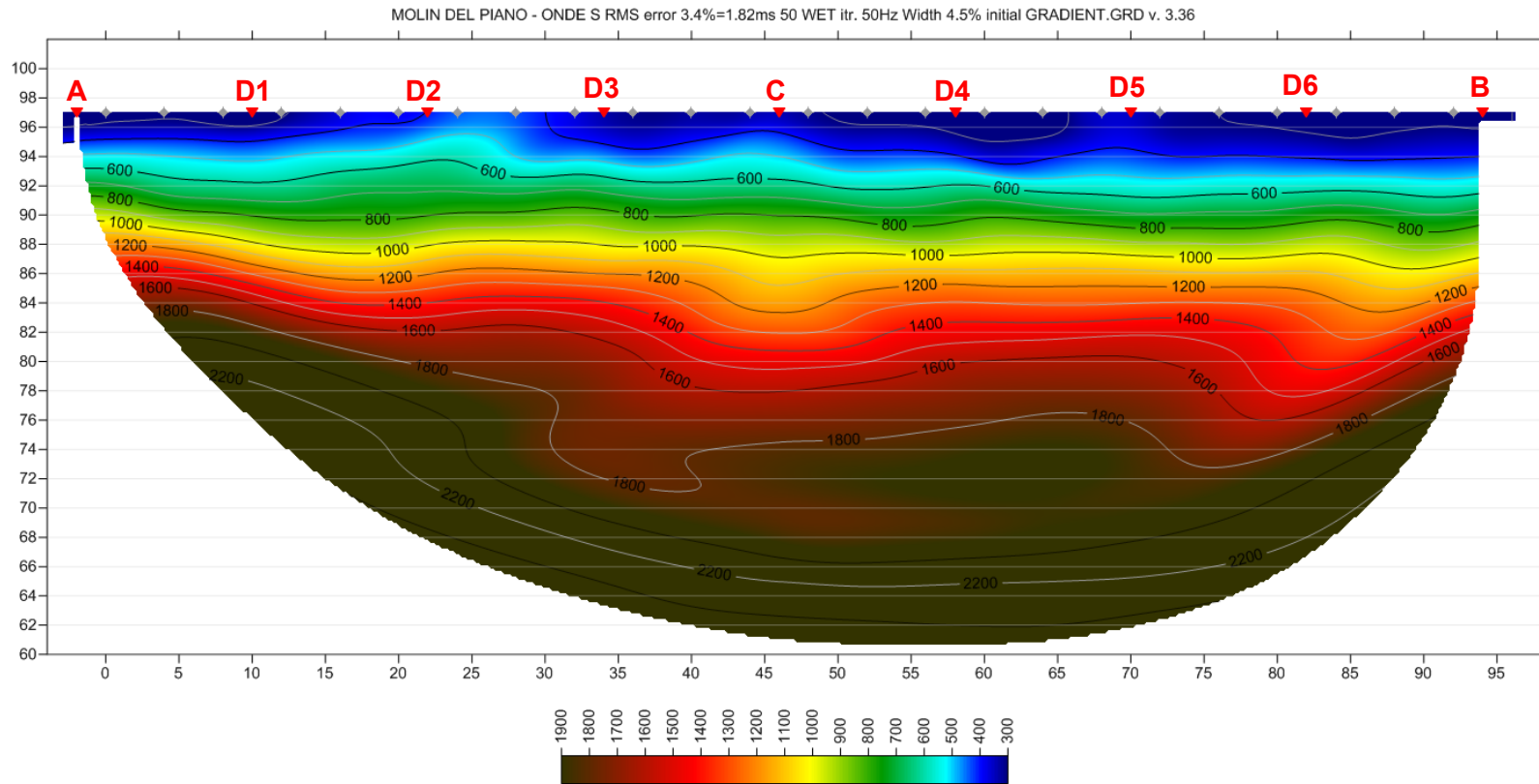


Fig. VI-3: Stesa sismica 117_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:500



D3  **PUNTI DI ENERGIZZAZIONE**  **GEOFONI**

Fig. VI-4: Stesa sismica 117_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:500

**VII. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 118_SR ONDE P – SISMOGRAMMI
- TABULATI PRIMI ARRIVI – TABULATI PROFONDITA' E VELOCITA'
RIFRATTORI – DROMOCRONE — SEZIONI SISMOSTRATIGRAFICHE –
TOMOGRFIE**

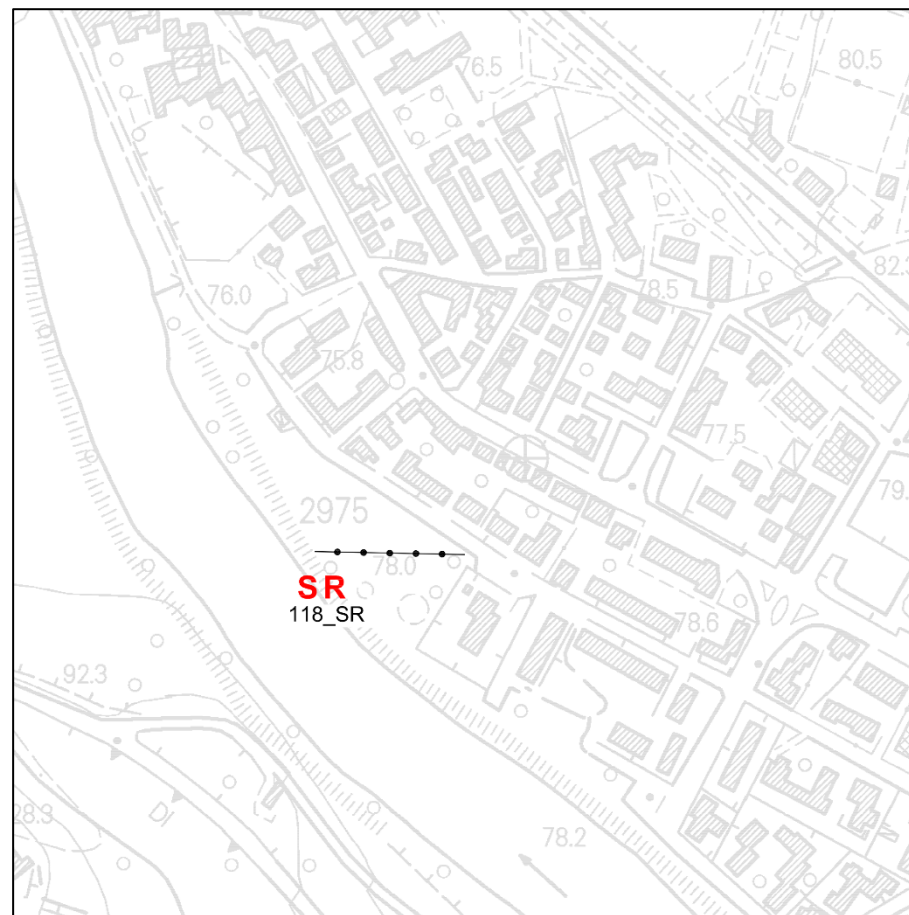
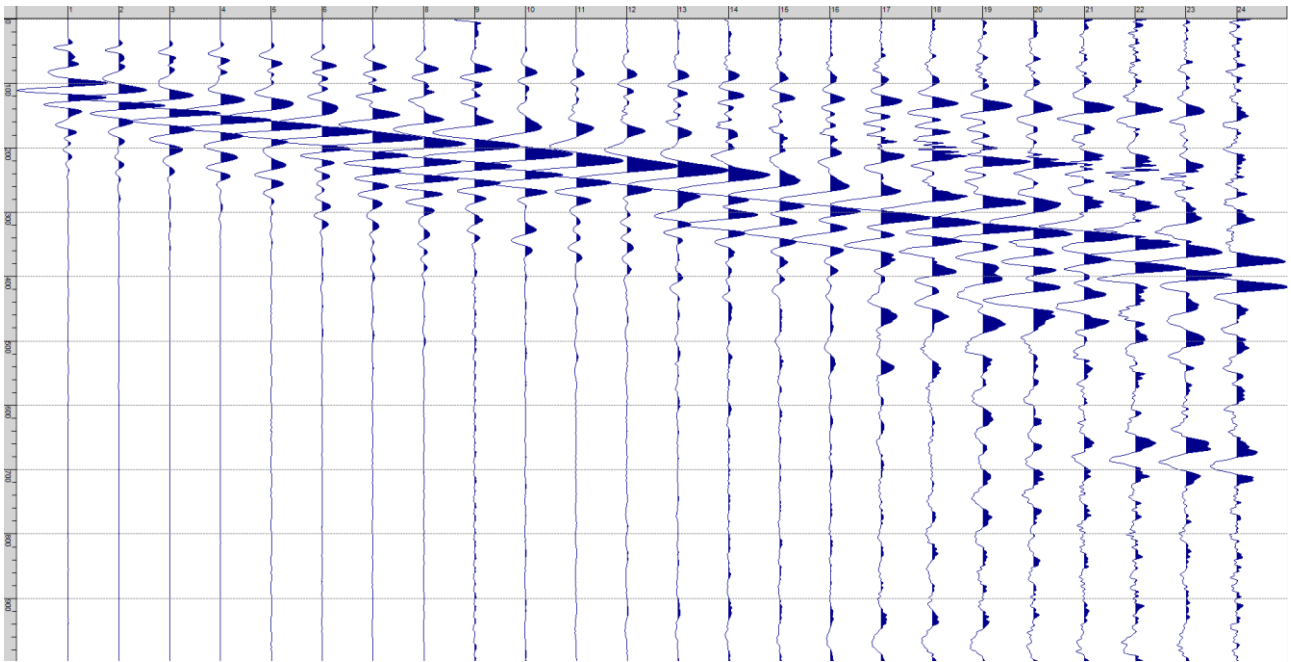
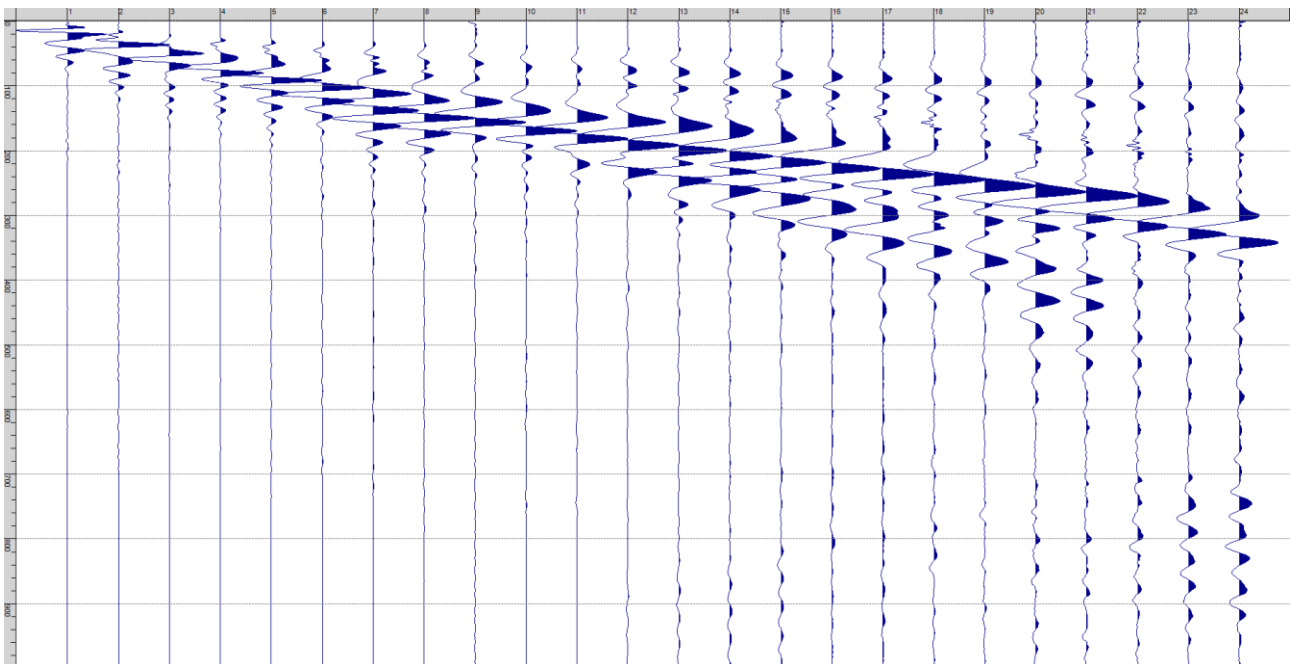


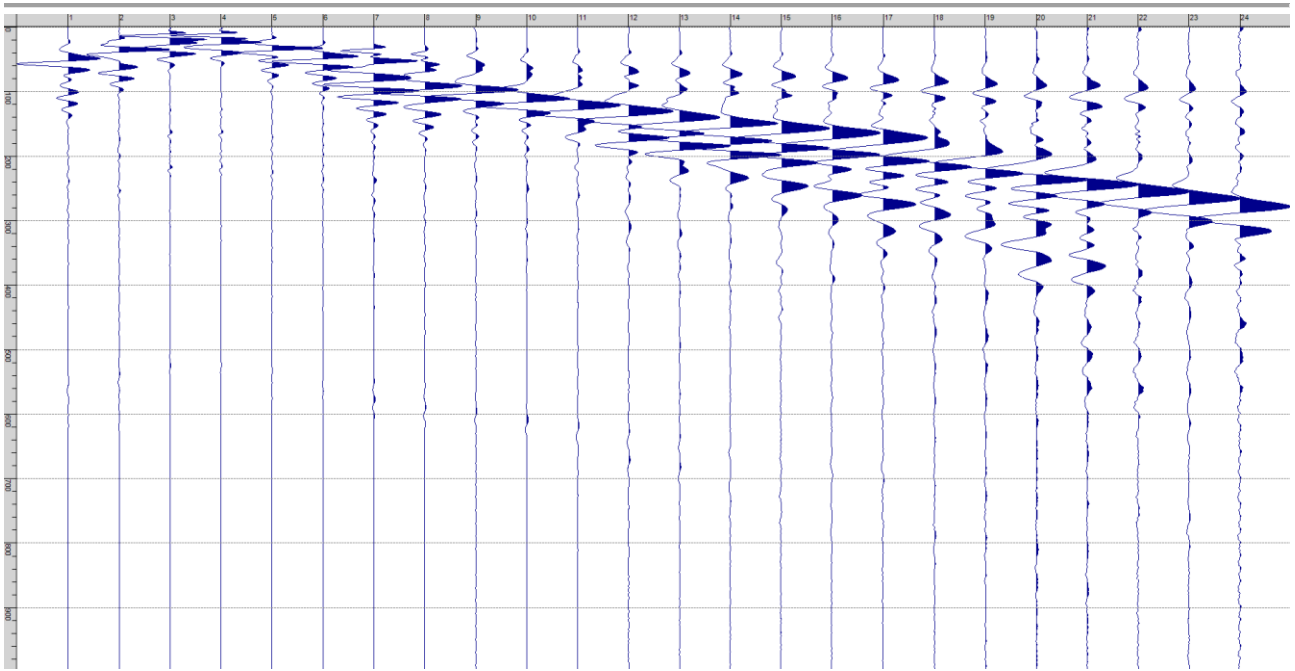
Fig. VII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



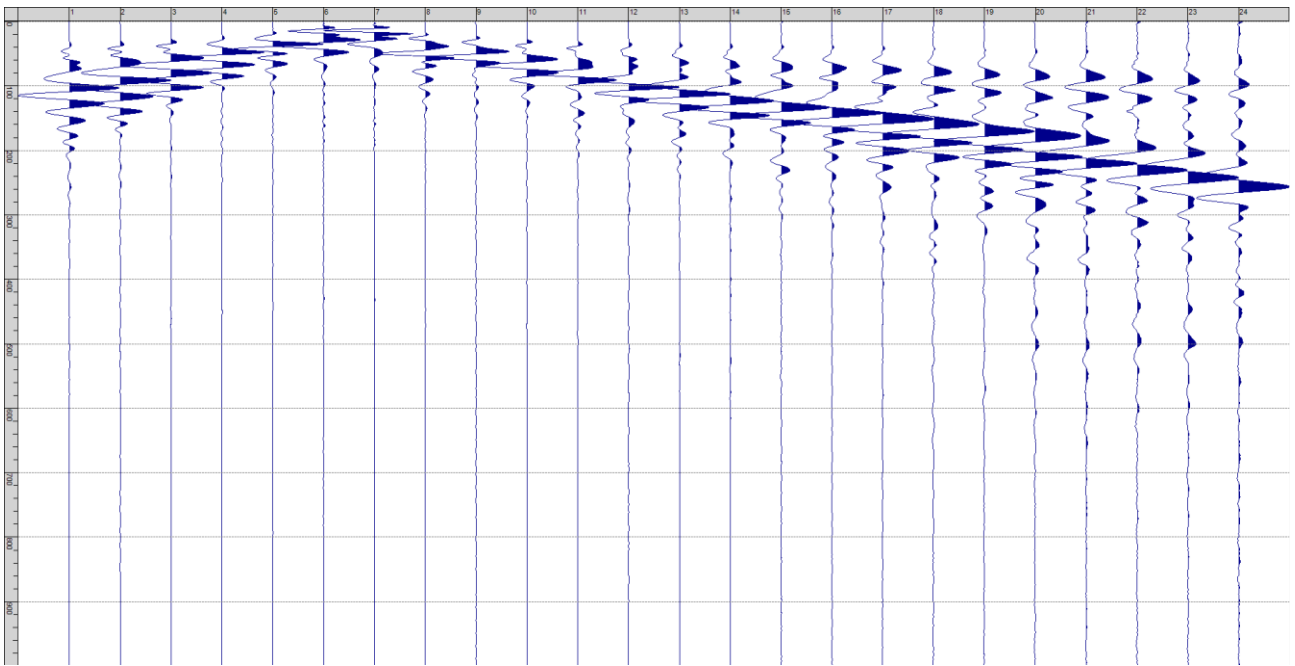
Sism. VII-1: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E1 – Mazza



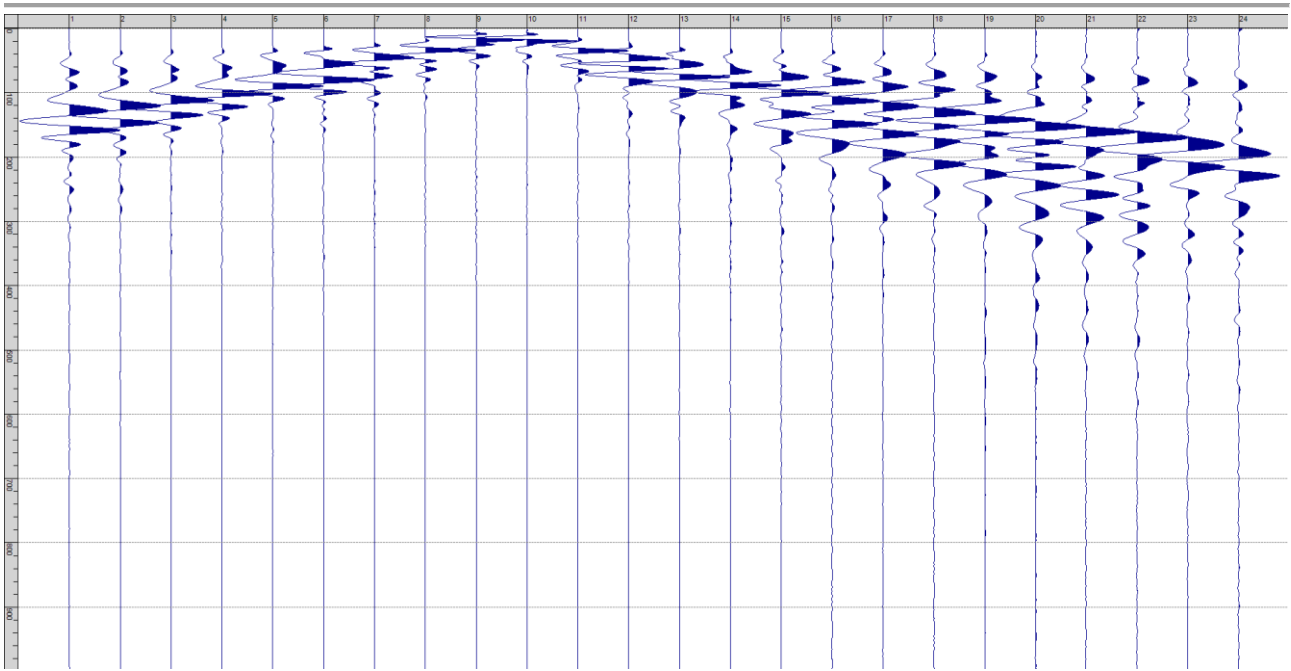
Sism. VII-2: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro A – Mazza



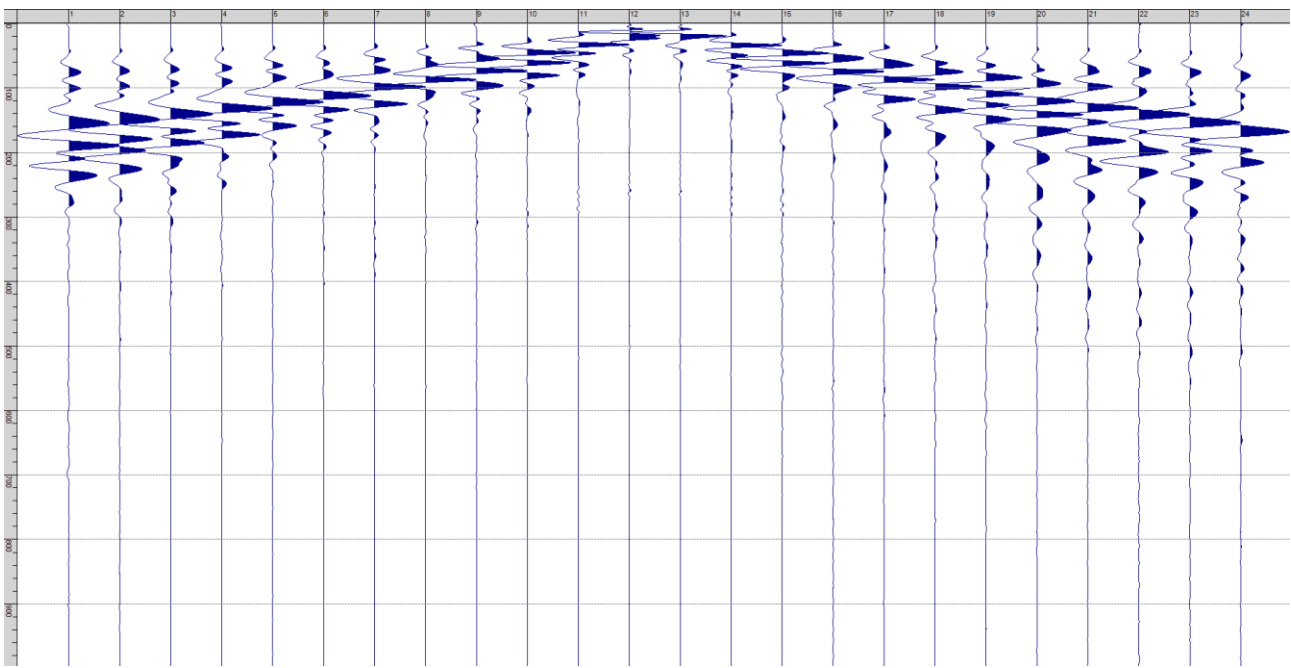
Sism. VII-3: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D1 - Mazza



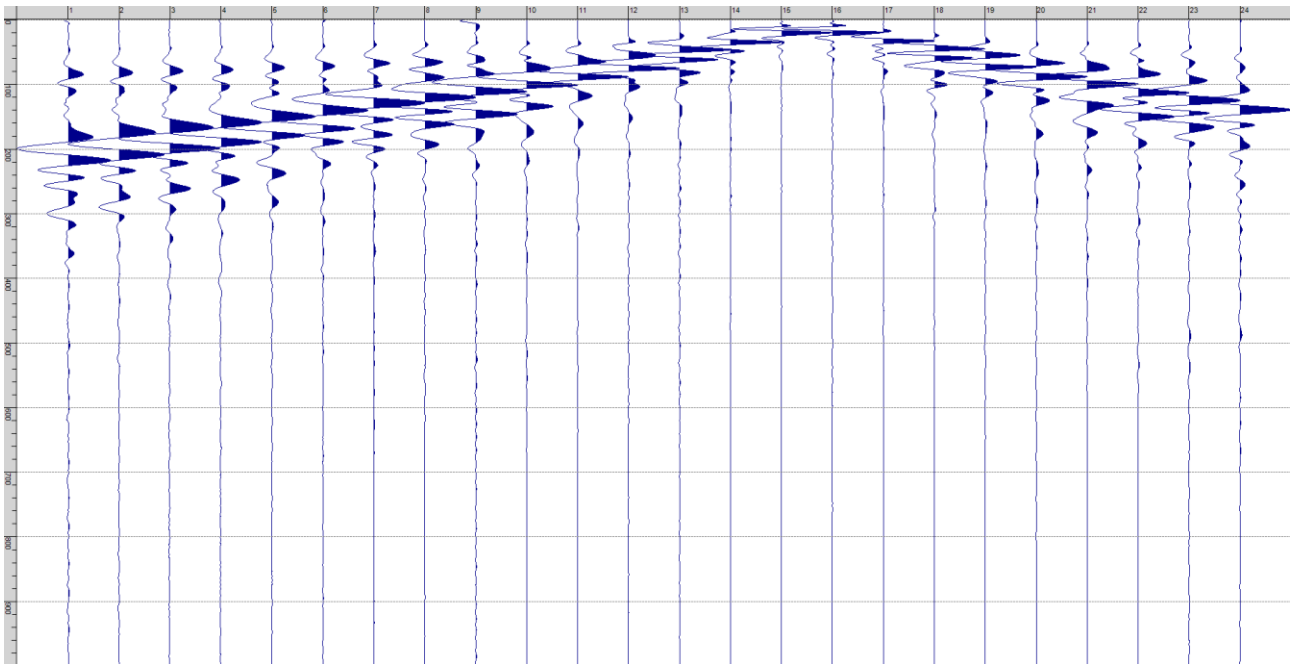
Sism. VII-4: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D2 – Mazza



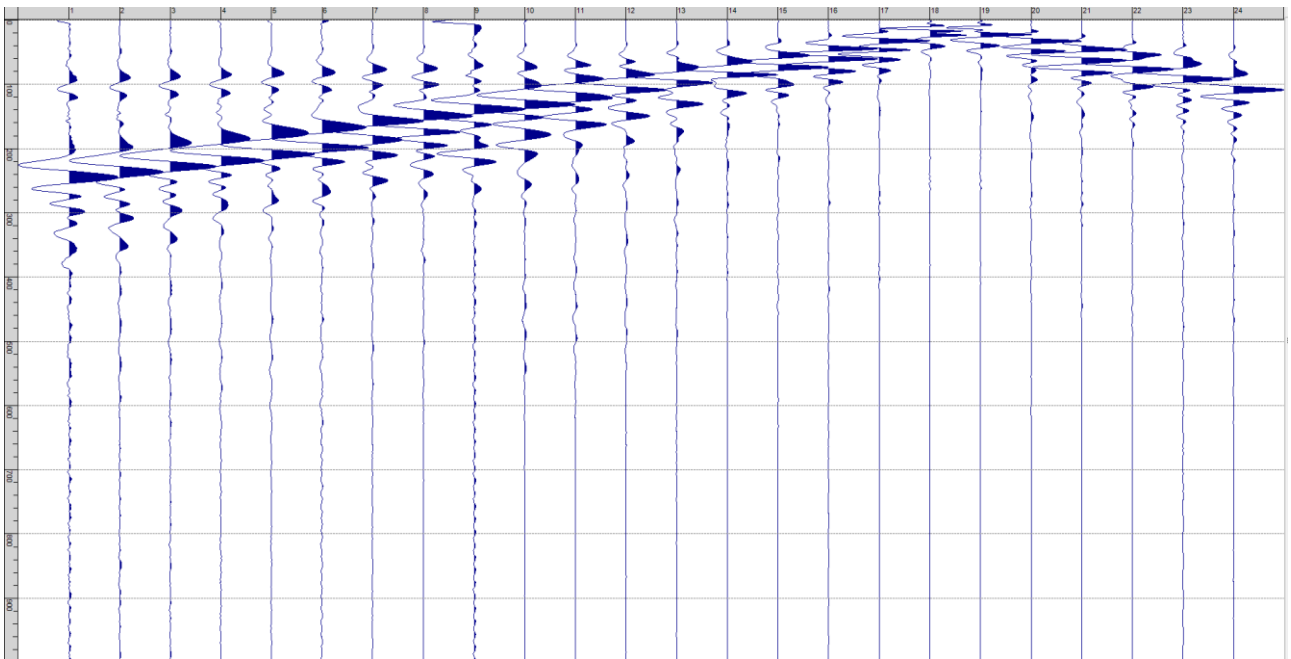
Sism. VII-5: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D3 - Mazza



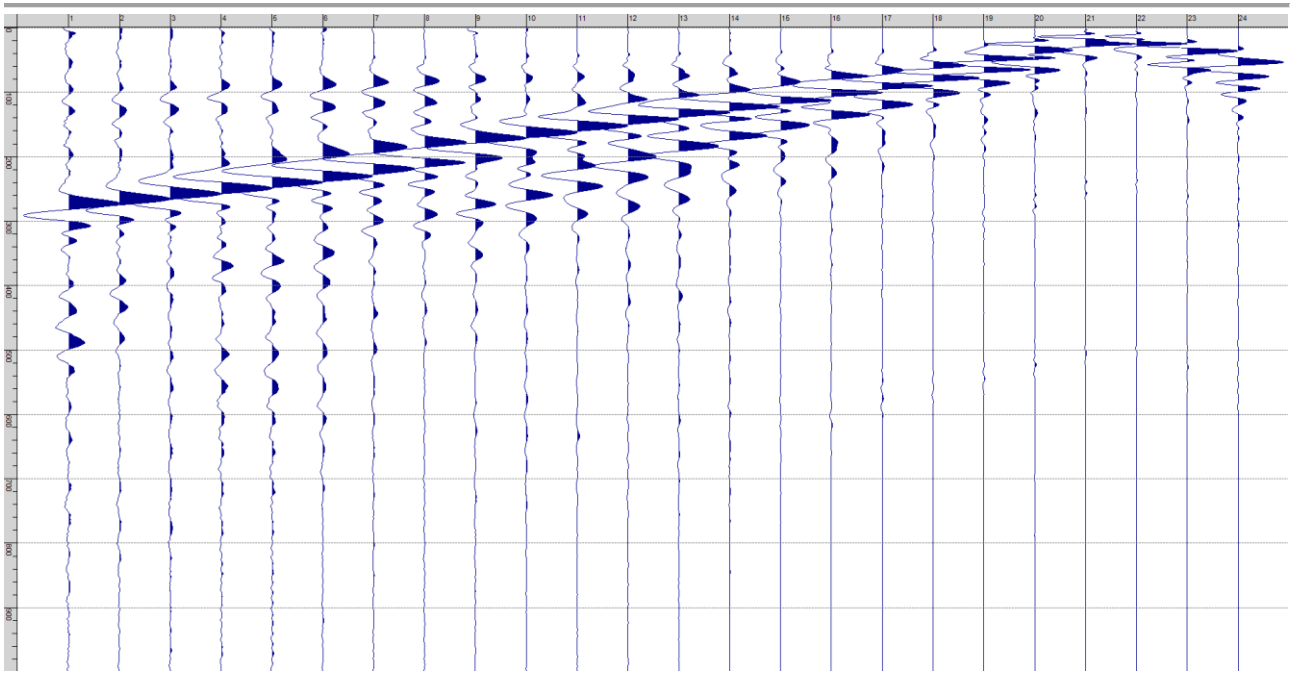
Sism. VII-6: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro C - Mazza



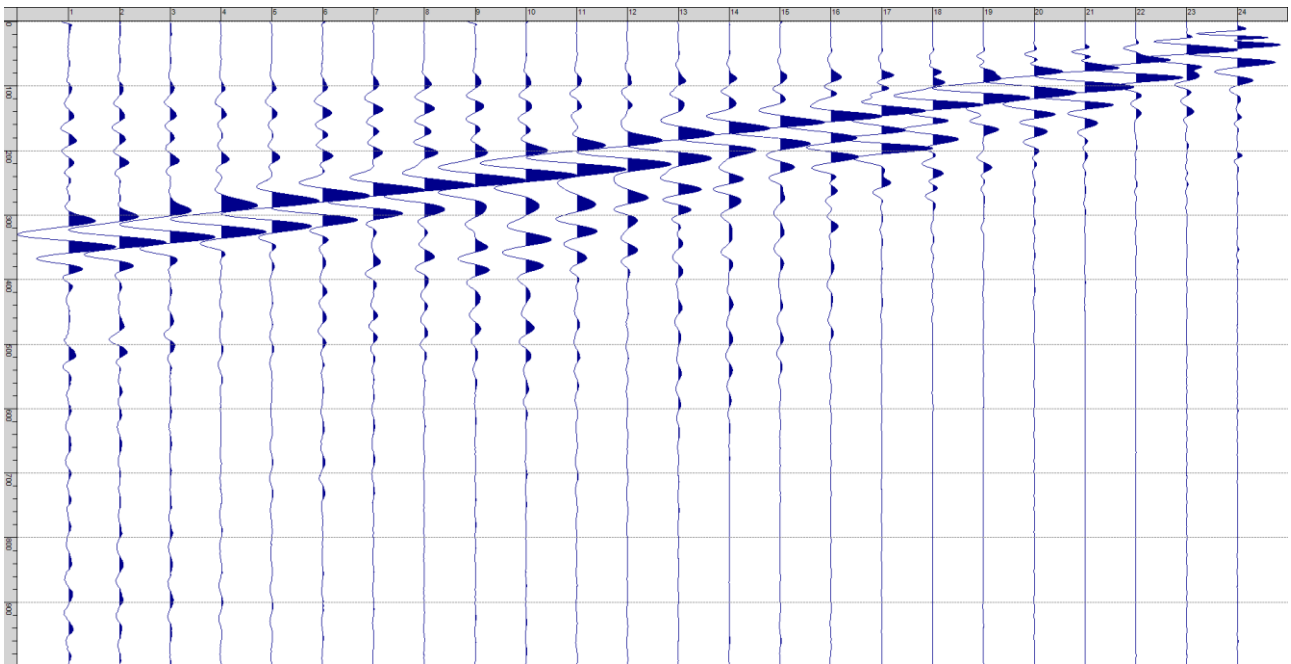
Sism. VII-7: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D4 – Mazza



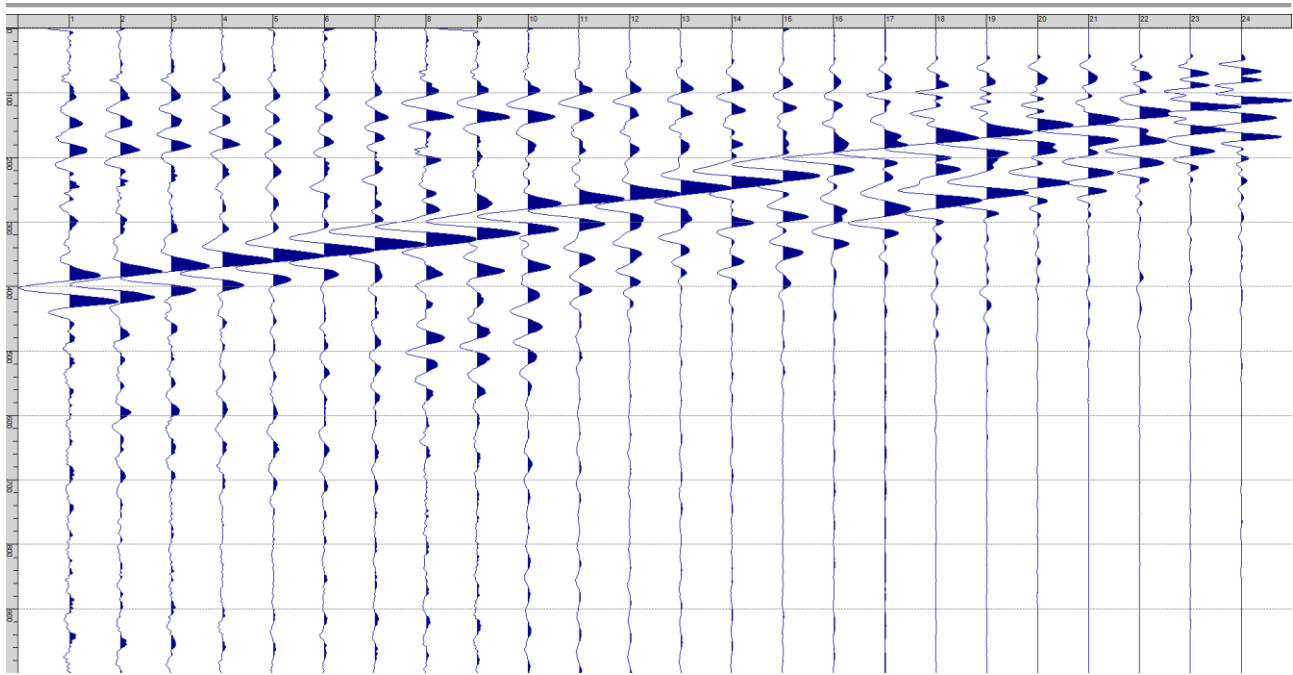
Sism. VII-8: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D5 - Mazza



Sism. VII-9: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro D6 – Mazza



Sism. VII-10: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro B – Mazza



Sism. VII-11: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde P – Tiro E2 - Mazza

Tab. VII-1: Stesa sismica 118_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	57.2	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	3.2	2.8	3	3	3
QUOTA [m]	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0

Tab. VII-2: Stesa sismica 118_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	-2.00	8.00	17.00	26.00	35.00	44.00	53.00	62.00	71.00	84.00
QUOTA [m]	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0

Tab. VII-3: Stesa sismica 118_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	30	4	18	31	34	39	42	46	49	56	56
2	3	32	12	12	29	33	37	41	44	48	55	55
3	6	32	18	5	25	31	37	40	44	48	55	56
4	9	34	23	4	20	30	36	39	43	46	54	55
5	12	35	27	13	15	28	34	38	41	46	53	55
6	15	37	30	19	5	27	33	36	41	45	52	54
7	18	38	31	25	6	20	31	35	39	42	52	53
8	21	40	33	28	17	15	30	34	38	42	50	52
9	24	43	34	30	20	4	27	31	37	40	49	52
10	27	43	34	32	25	5	20	31	35	39	47	51
11	30	44	36	33	28	14	14	30	34	39	47	50
12	33	46	39	34	30	20	6	27	33	39	46	49
13	36	48	40	36	32	27	6	20	32	37	44	47
14	39	49	40	38	34	30	13	14	30	35	41	46
15	42	49	41	38	35	31	20	6	27	34	40	44
16	45	50	42	41	35	32	26	6	19	32	41	43
17	48	52	44	41	38	33	30	12	14	31	39	43
18	51	54	45	43	39	35	32	20	6	29	38	42
19	54	56	48	44	42	36	34	26	5	21	38	40
20	57.2	58	49	45	43	38	36	31	13	12	37	40
21	60	59	50	47	44	40	37	33	20	4	35	39
22	63	60	52	50	46	42	39	34	30	4	26	39
23	66	60	54	51	48	45	41	36	35	11	18	39
24	69	63	55	54	51	47	44	40	39	20	5	40

Tab. VII-4: Stesa sismica 118_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	78.00	417	75.86	879	70.61	1920
1.5	1.5	78.00	417	75.84	881	70.60	1926
2	3	78.00	417	75.82	884	70.59	1933
2.5	4.5	78.00	417	75.80	887	70.57	1941
3	6	78.00	417	75.77	890	70.55	1950
3.5	7.5	78.00	417	75.73	893	70.53	1960
4	9	78.00	417	75.69	899	70.50	1971
4.5	10.5	78.00	417	75.65	906	70.47	1985
5	12	78.00	417	75.60	918	70.43	2000
5.5	13.5	78.00	417	75.56	929	70.39	2014
6	15	78.00	417	75.51	937	70.35	2027
6.5	16.5	78.00	417	75.47	940	70.30	2043
7	18	78.00	417	75.43	942	70.25	2062
7.5	19.5	78.00	417	75.39	944	70.18	2084
8	21	78.00	417	75.37	950	70.11	2106
8.5	22.5	78.00	417	75.35	952	70.02	2128
9	24	78.00	417	75.34	951	69.93	2152
9.5	25.5	78.00	417	75.32	945	69.83	2177
10	27	78.00	417	75.31	935	69.73	2205
10.5	28.5	78.00	417	75.29	924	69.62	2232
11	30	78.00	417	75.28	918	69.50	2260
11.5	31.5	78.00	417	75.27	912	69.38	2287
12	33	78.00	417	75.25	921	69.25	2316
12.5	34.5	78.00	417	75.23	930	69.12	2347
13	36	78.00	417	75.20	934	69.00	2383
13.5	37.5	78.00	417	75.17	936	68.88	2420
14	39	78.00	417	75.14	942	68.76	2457
14.5	40.5	78.00	416	75.11	950	68.65	2490
15	42	78.00	414	75.09	960	68.53	2521
15.5	43.5	78.00	412	75.07	970	68.42	2553
16	45	78.00	411	75.05	978	68.31	2587
16.5	46.5	78.00	408	75.04	984	68.21	2620
17	48	78.00	404	75.03	990	68.10	2646
17.5	49.5	78.00	401	75.02	984	68.01	2667
18	51	78.00	398	75.02	981	67.92	2686
18.5	52.5	78.00	394	75.02	981	67.84	2703
19	54	78.00	390	75.02	981	67.76	2719
19.5	55.6	78.00	387	75.02	981	67.70	2732
20	57.2	78.00	384	75.02	981	67.64	2742
20.5	58.6	78.00	383	75.02	981	67.59	2752
21	60	78.00	382	75.02	981	67.56	2761
21.5	61.5	78.00	383	75.02	981	67.53	2769
22	63	78.00	383	75.02	981	67.50	2776
22.5	64.5	78.00	383	75.02	981	67.49	2780
23	66	78.00	383	75.02	981	67.47	2779
23.5	67.5	78.00	384	75.02	981	67.45	2774
24	69	78.00	385	75.02	981	67.44	2767

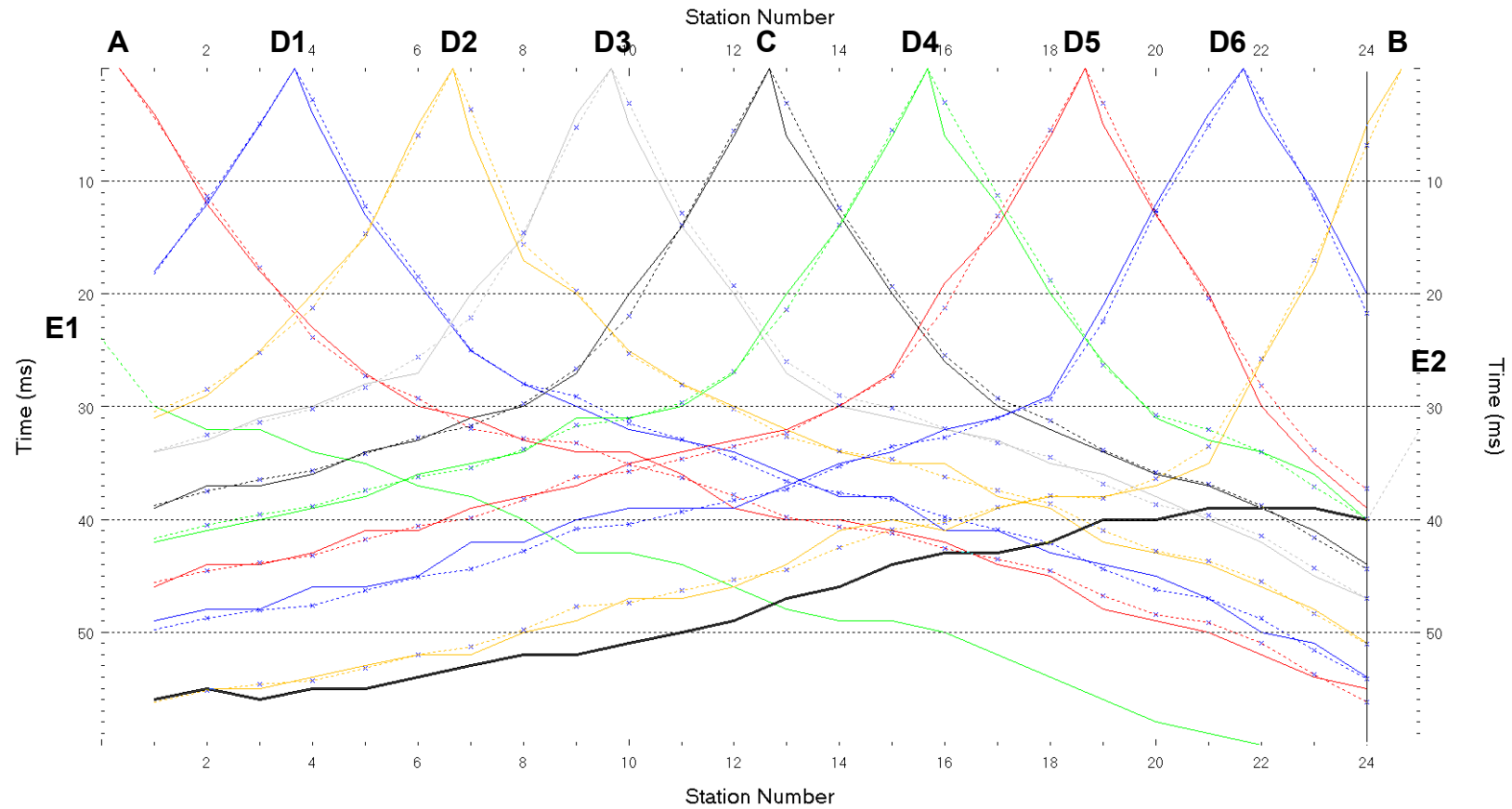


Fig. VII-2: Stesa sismica 118_SR ONDE P – Dromocrone – Scala 1:400

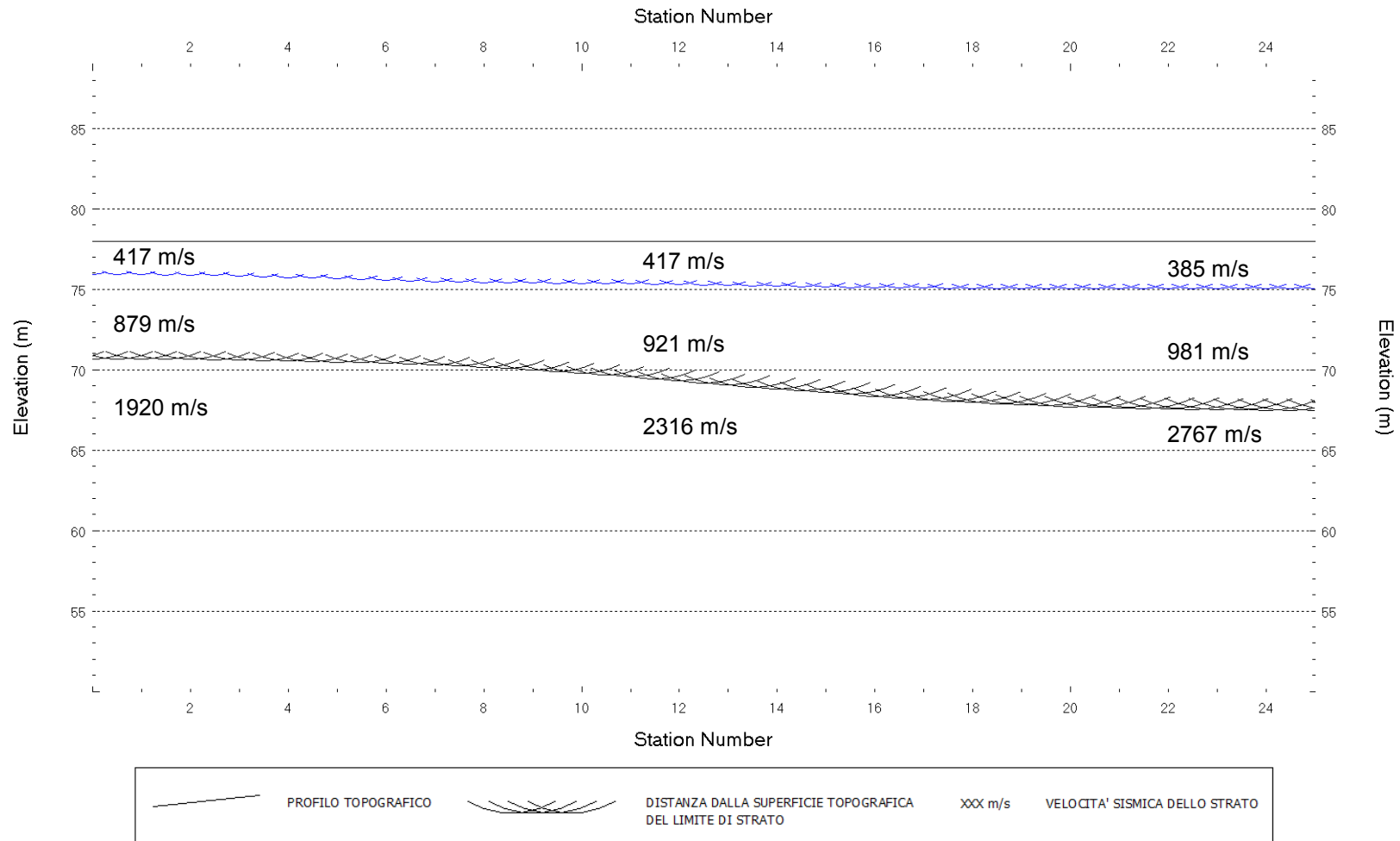


Fig. VII-3: Stesa sismica 118_SR ONDE P – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400

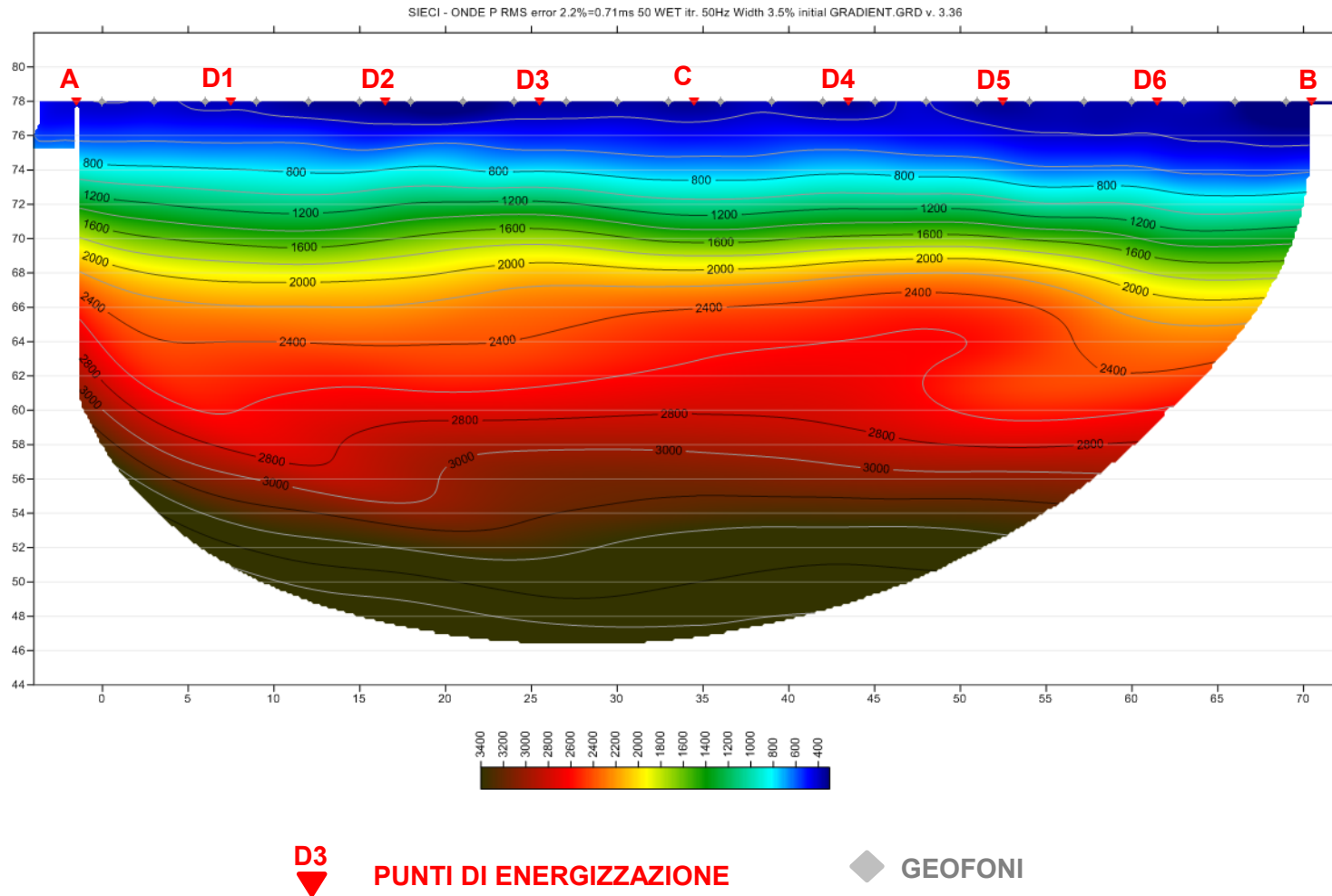


Fig. VII-4: Stesa sismica 118_SR ONDE P – Tomografia sismica - Scala 1:400

**VIII. ALLEGATO GRAFICO: STESA SISMICA 118_SR ONDE SH -
SISMOGRAMMI - TABULATI PRIMI ARRIVI - TABULATI PROFONDITA' E
VELOCITA' RIFRATTORI - DROMOCRONE — SEZIONI
SISMOSTRATIGRAFICHE - TOMOGRAFIE**

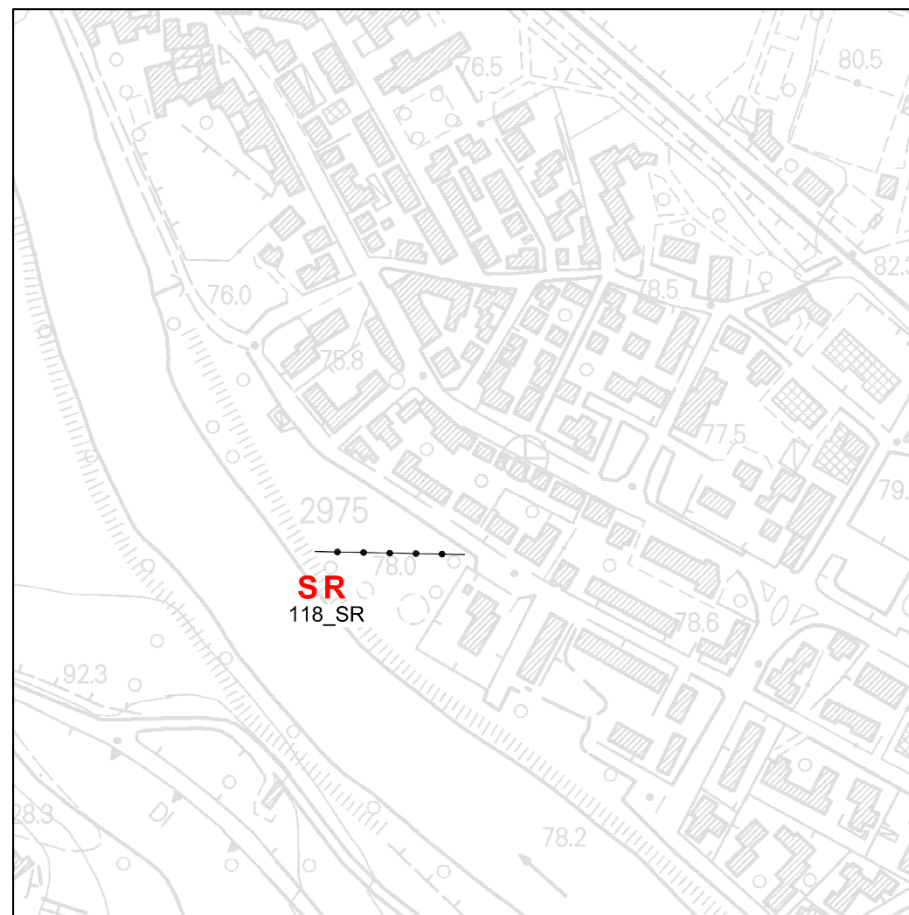
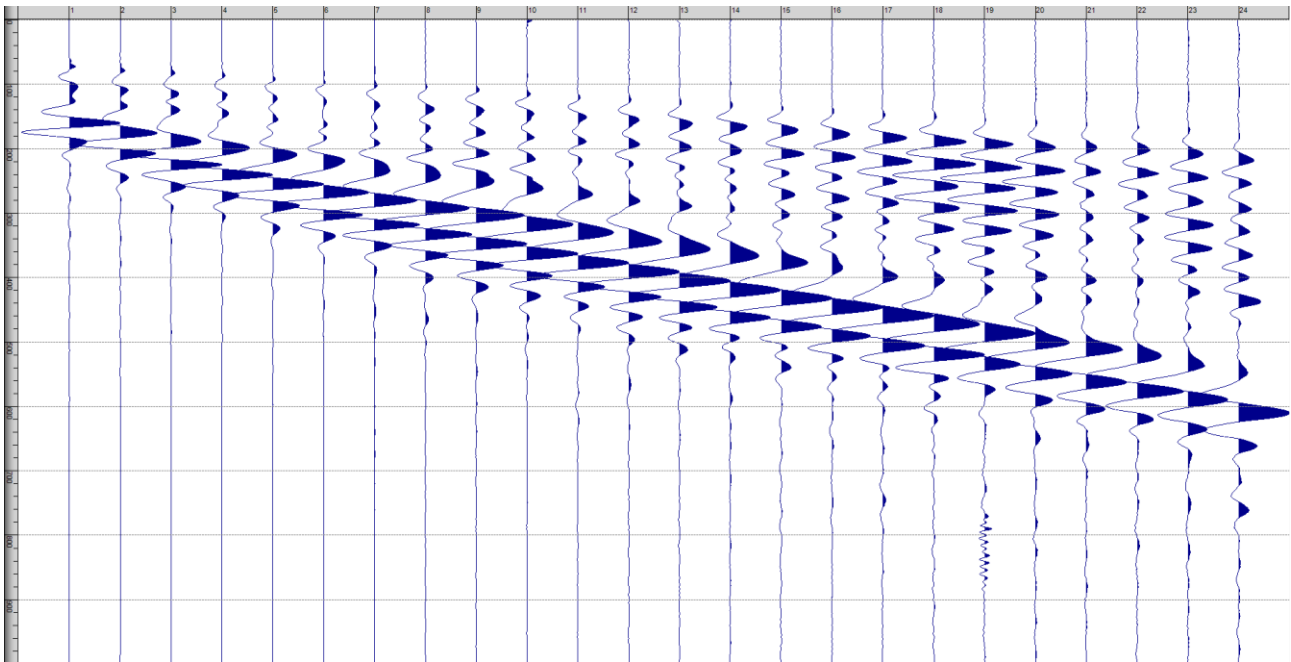
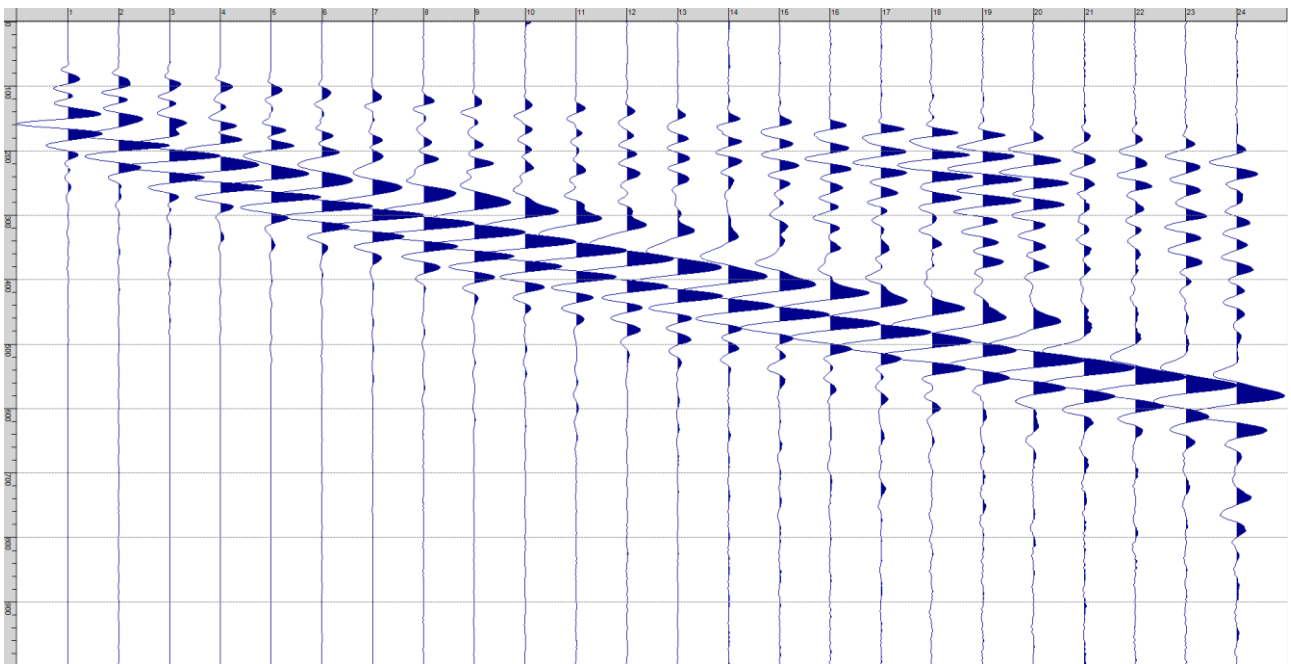


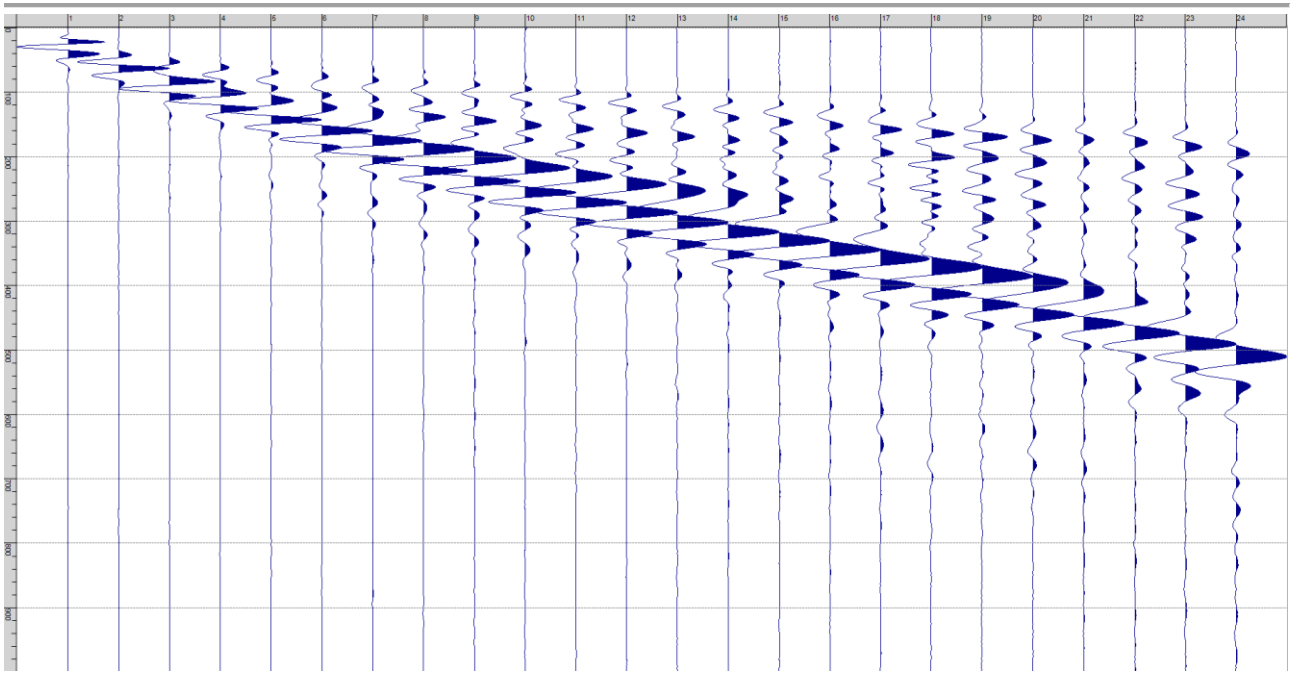
Fig. VIII-1: Ripresa fotografica ed inquadramento scala 1:5000



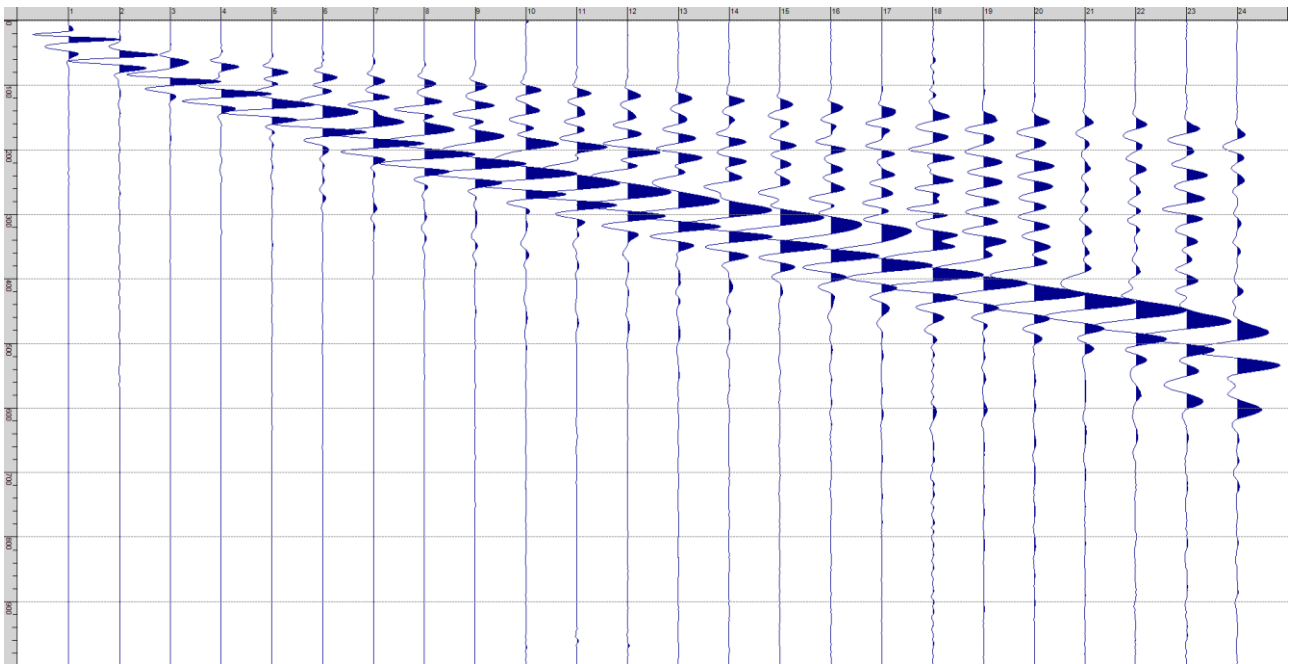
Sism. VIII-1: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S1 – Mazza



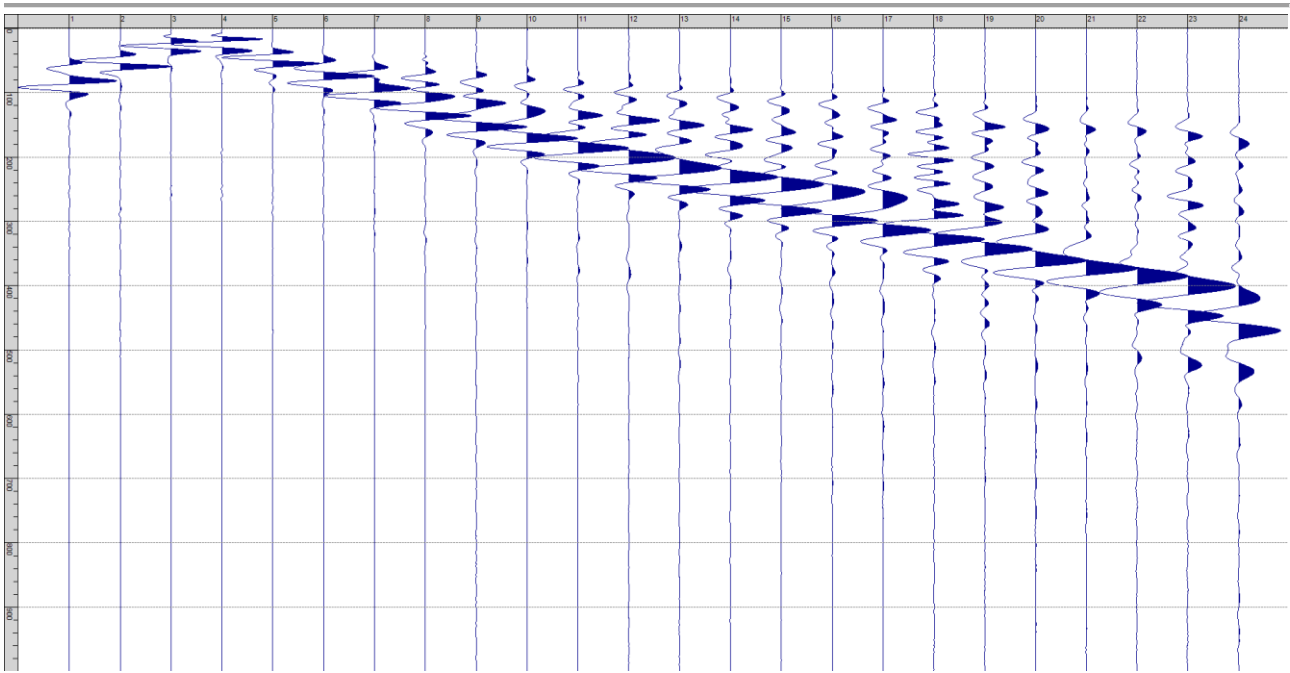
Sism. VIII-2: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E1 – S2 - Mazza



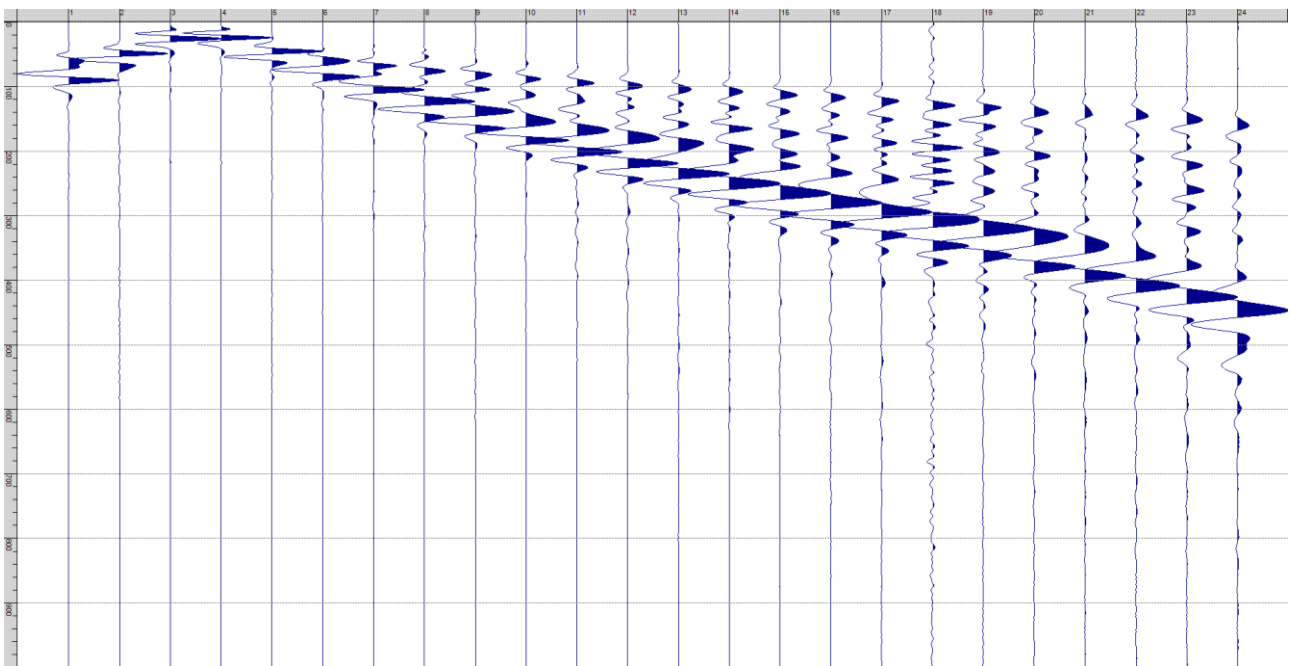
Sism. VIII-3: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S1 - Mazza



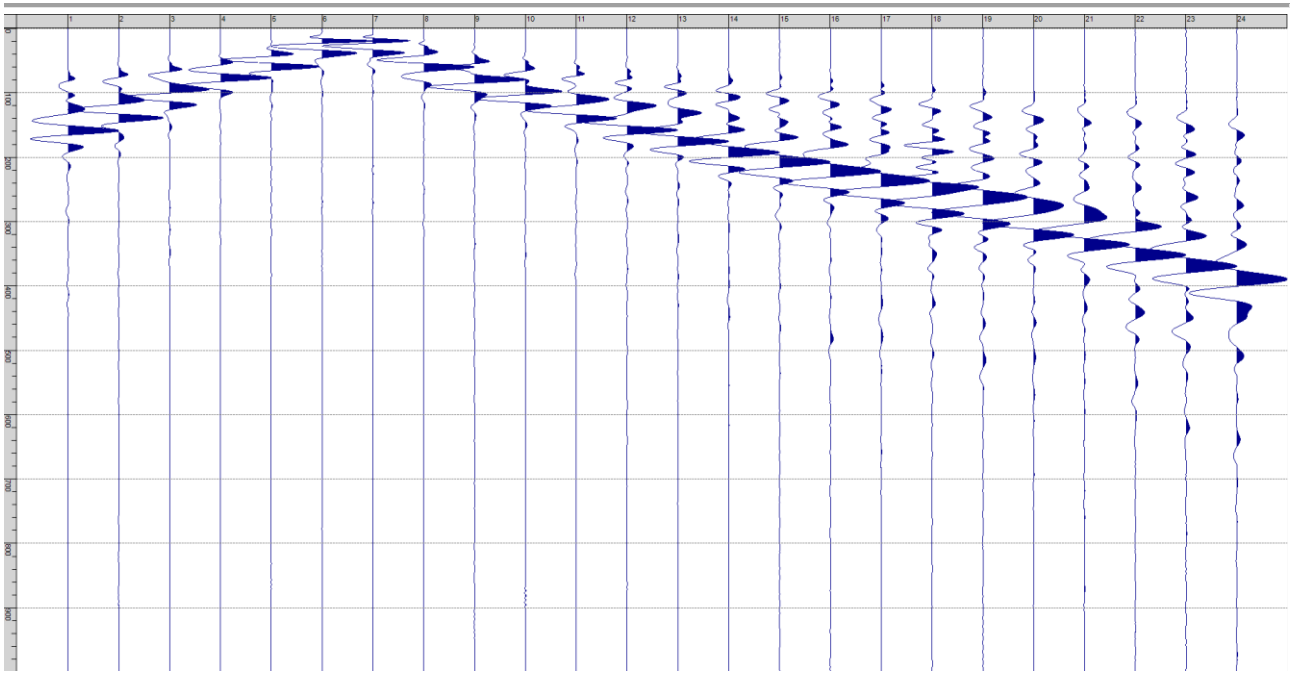
Sism. VIII-4: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro A – S2 - Mazza



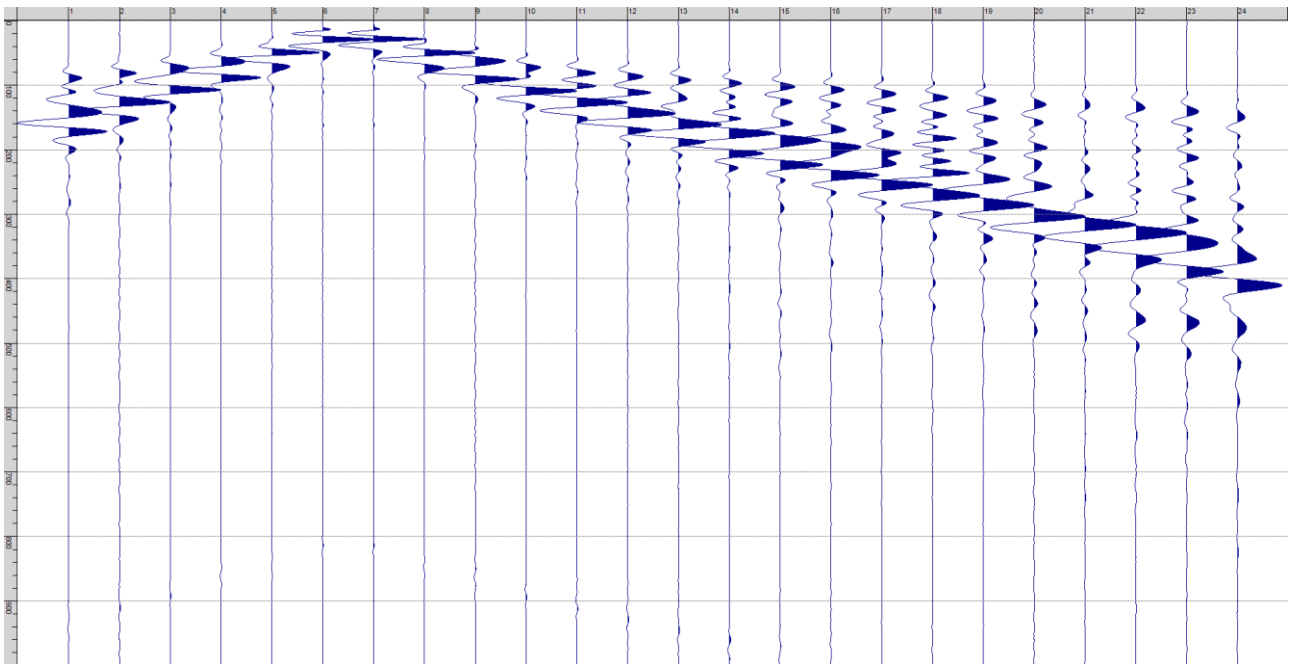
Sism. VIII-5: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S1 - Mazza



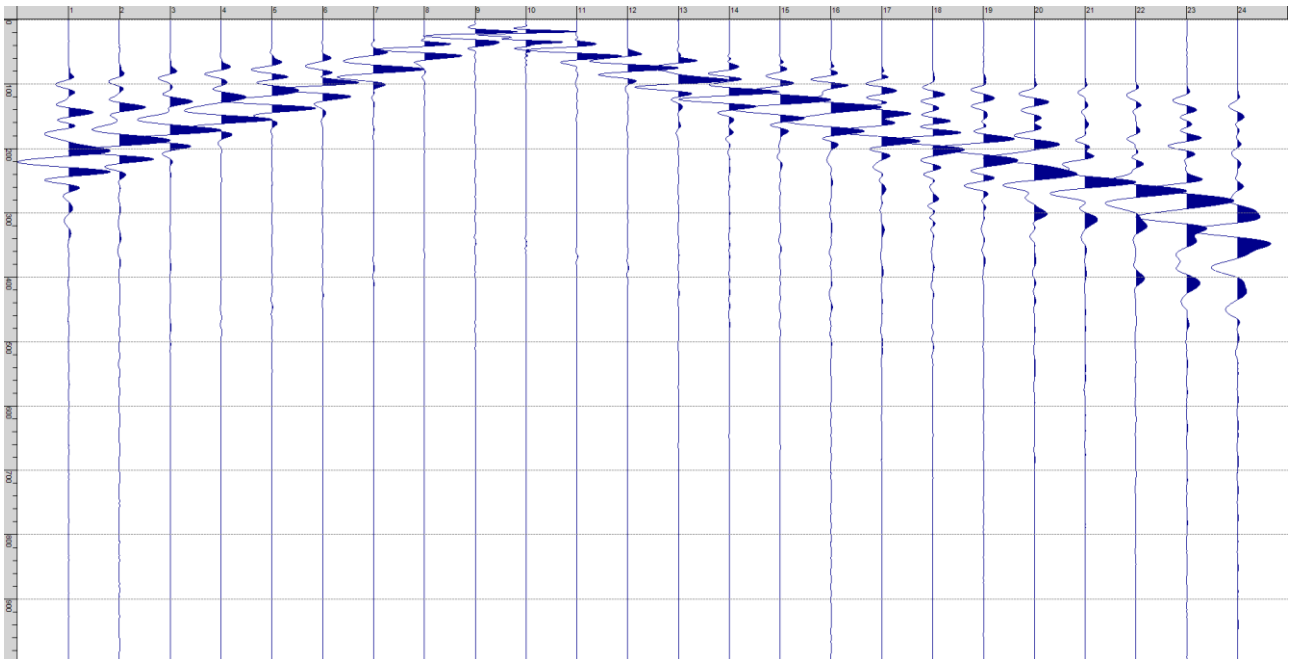
Sism. VIII-6: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D1 – S2 - Mazza



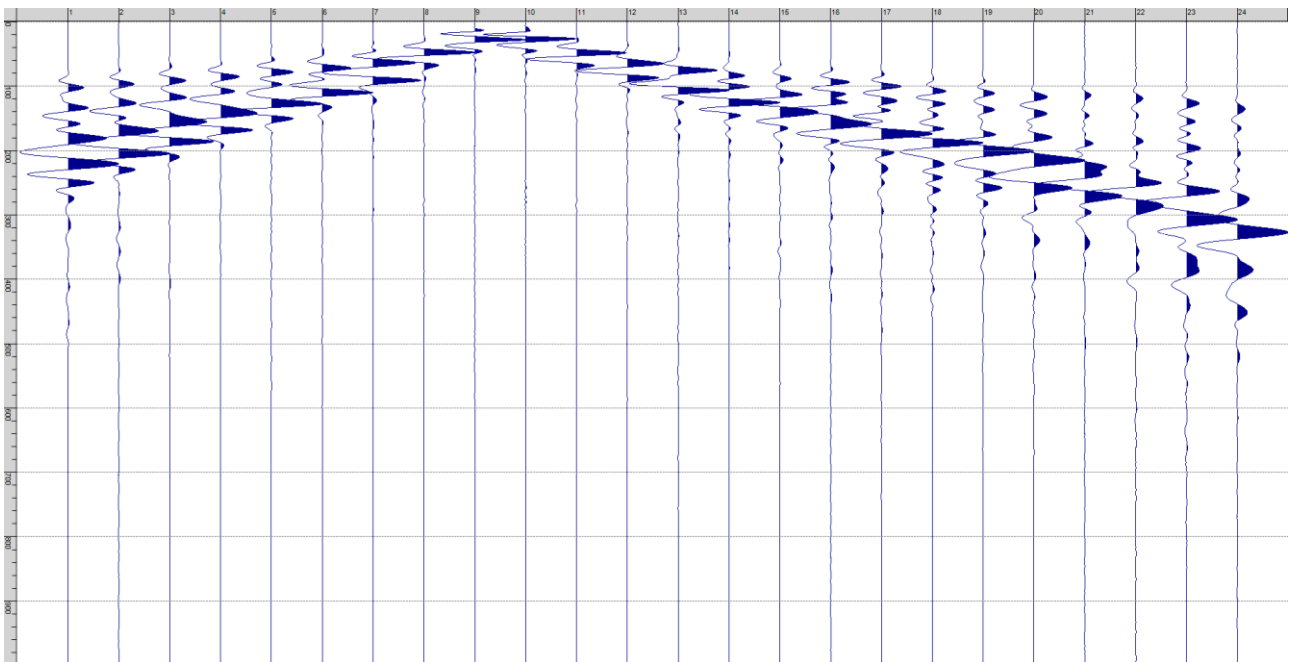
Sism. VIII-7: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S1 - Mazza



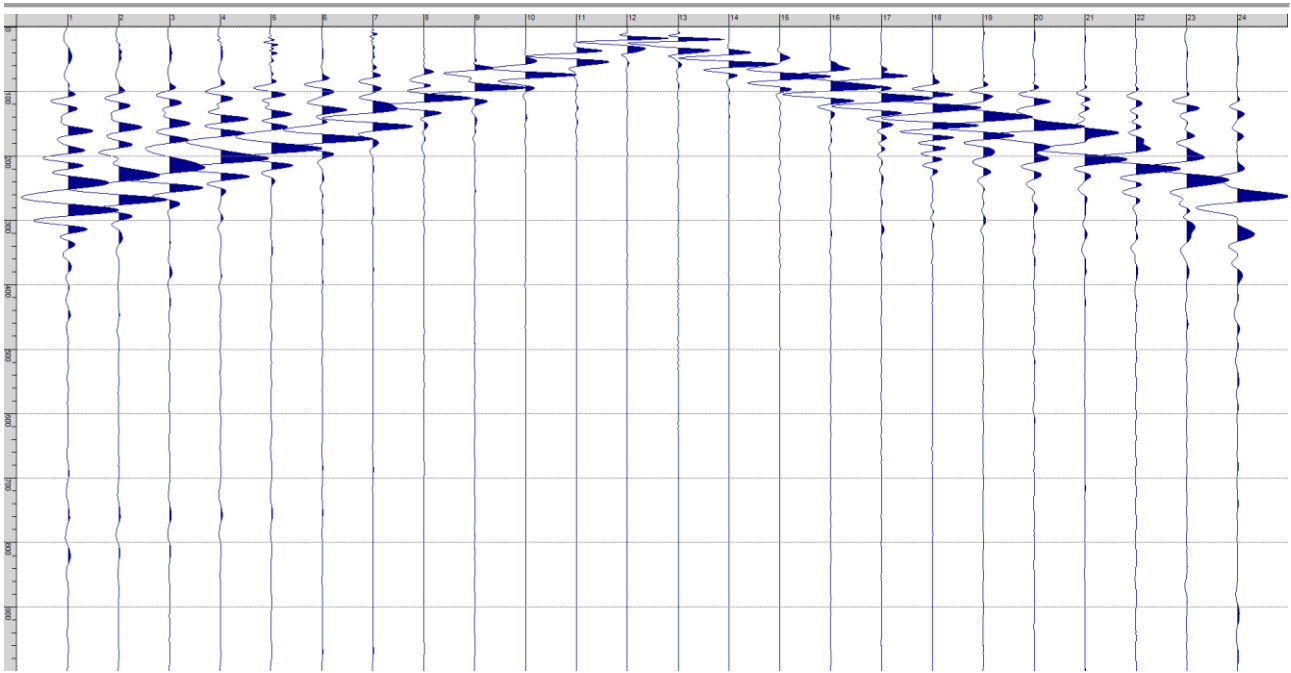
Sism. VIII-8: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D2 – S2 - Mazza



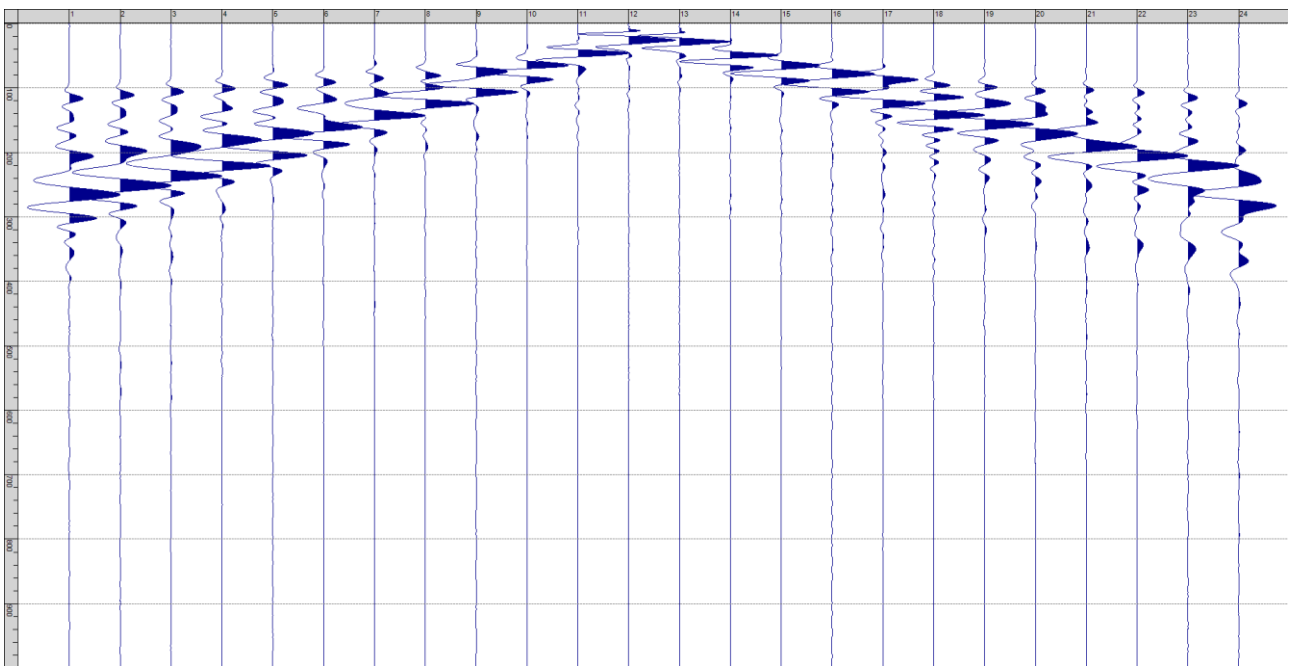
Sism. VIII-9: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S1 - Mazza



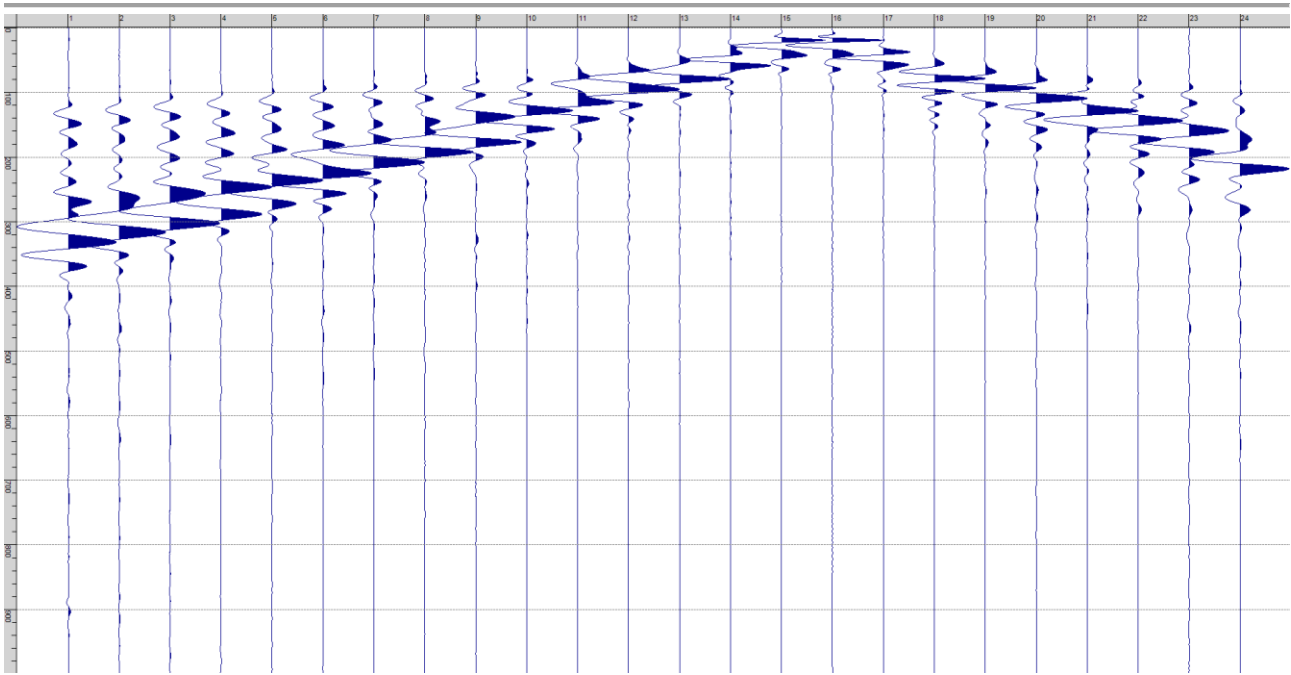
Sism. VIII-10: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D3 – S2 - Mazza



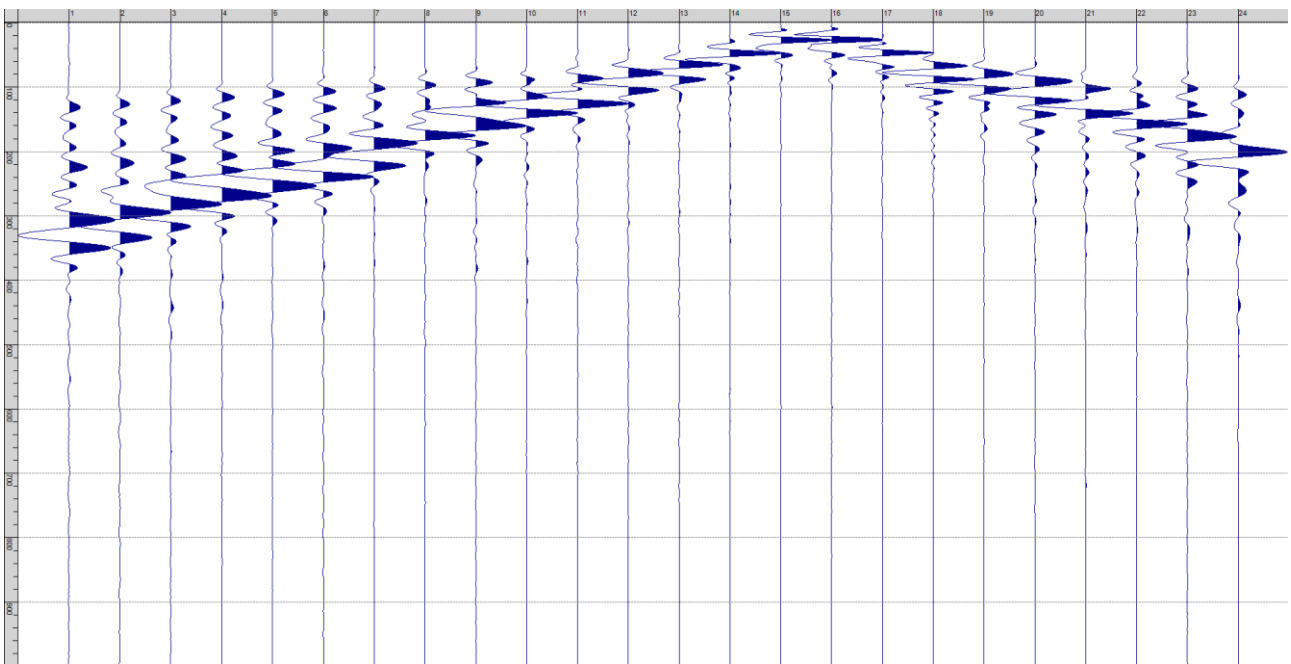
Sism. VIII-11: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S1 - Mazza



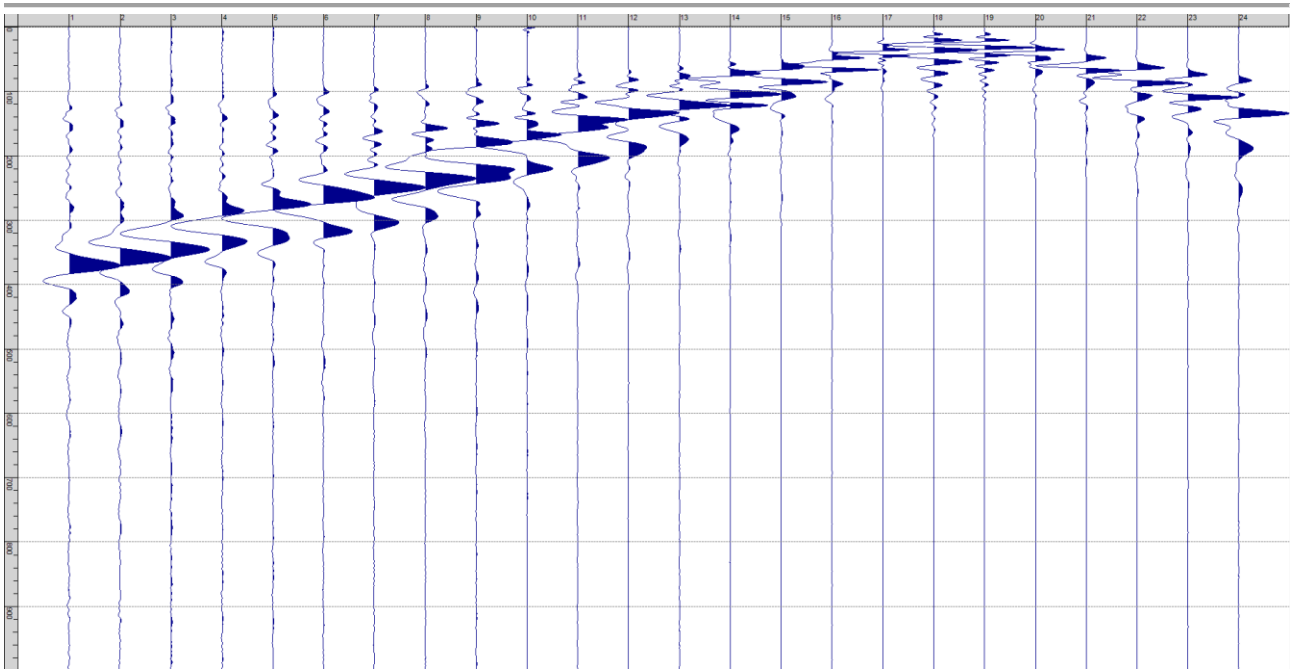
Sism. VIII-12: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro C – S2 - Mazza



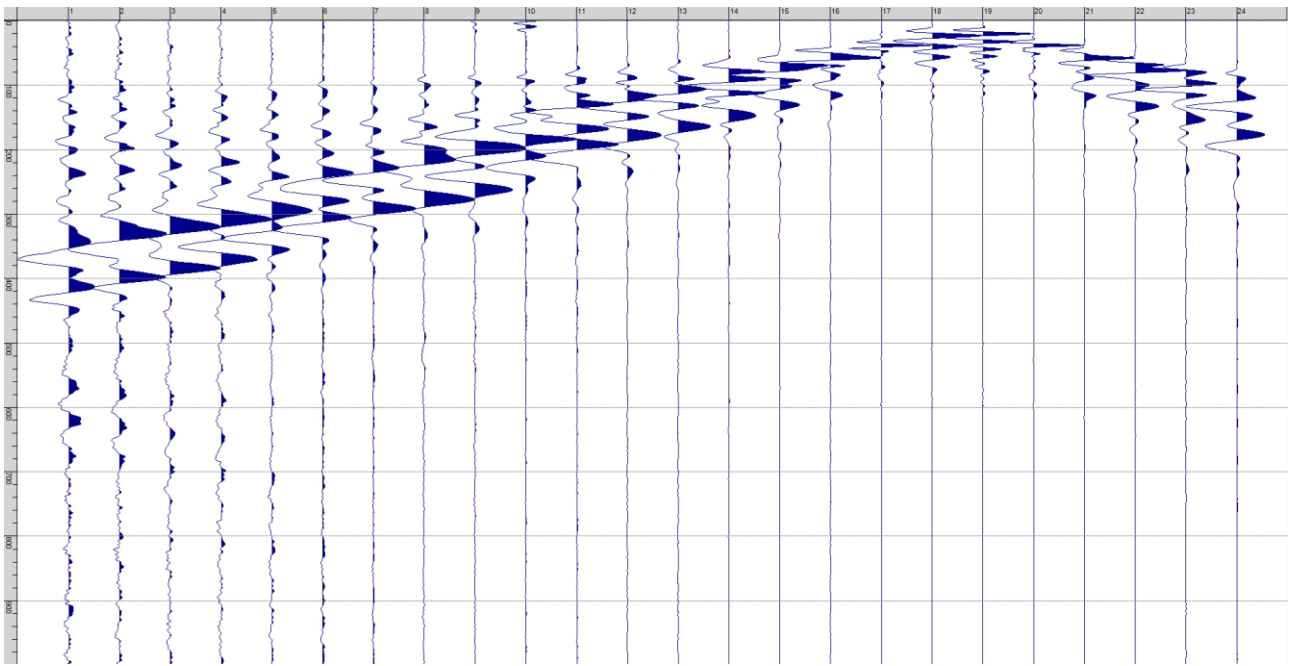
Sism. VIII-13: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S1 - Mazza



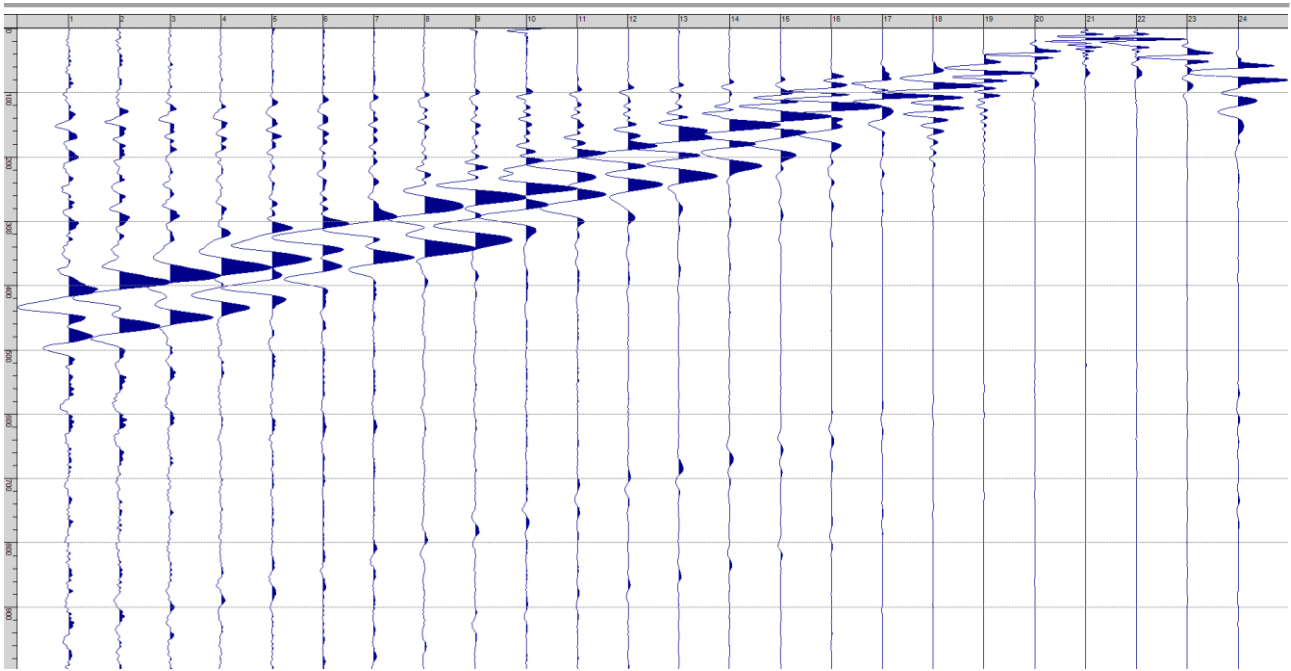
Sism. VIII-14: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D4 – S2 - Mazza



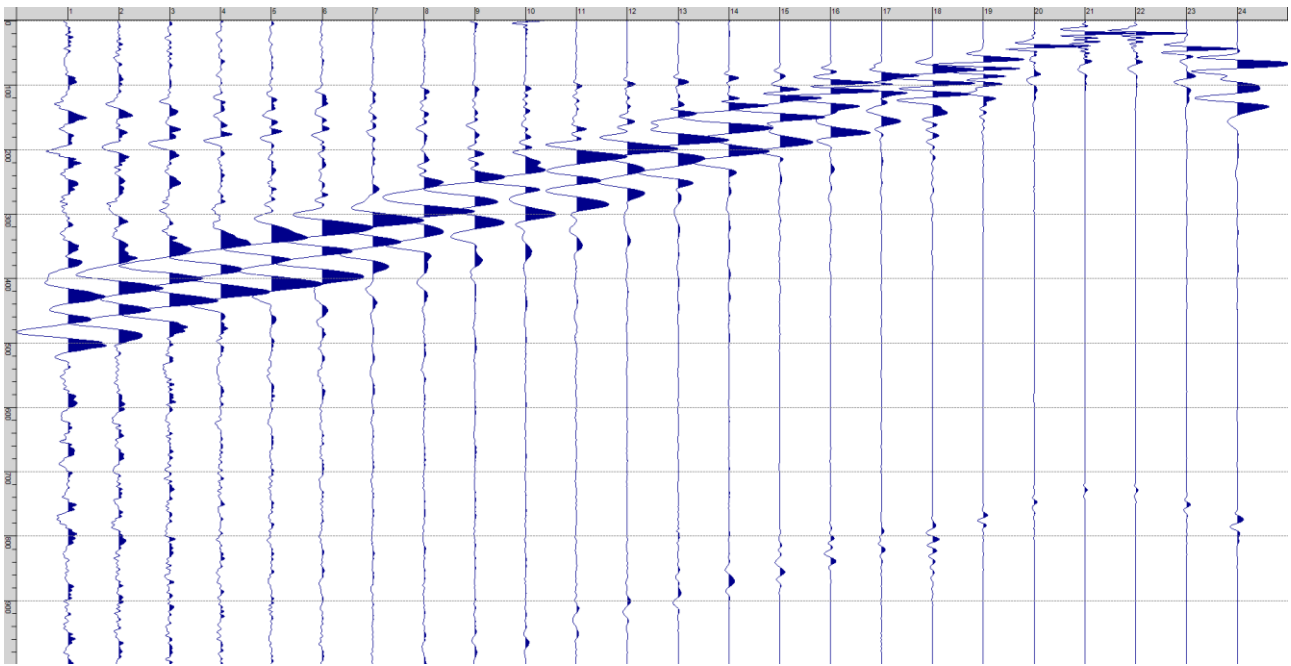
Sism. VIII-15: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S1 - Mazza



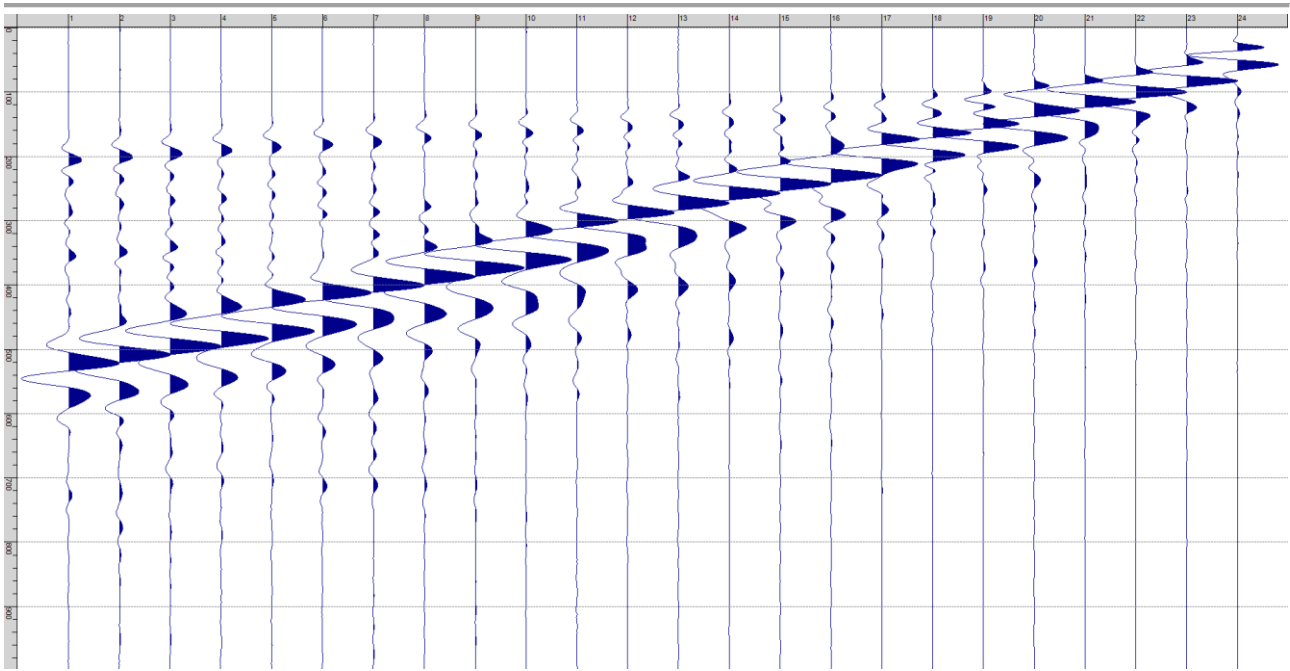
Sism. VIII-16: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D5 – S2 - Mazza



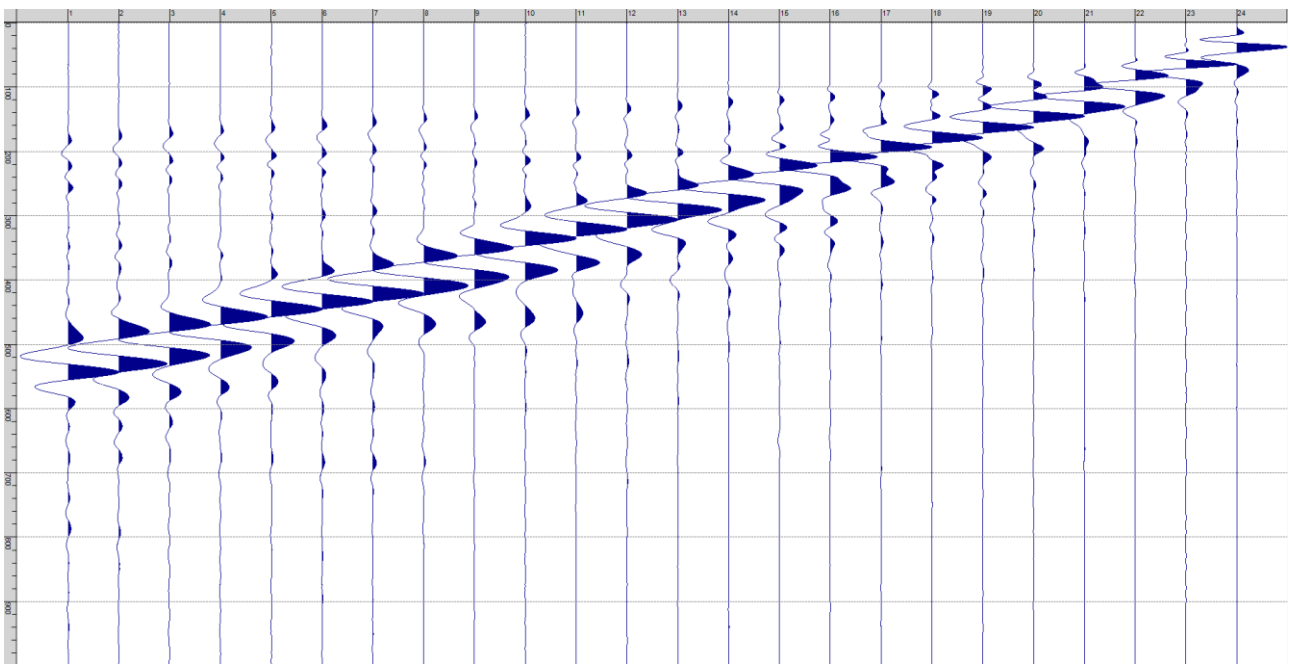
Sism. VIII-17: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S1 - Mazza



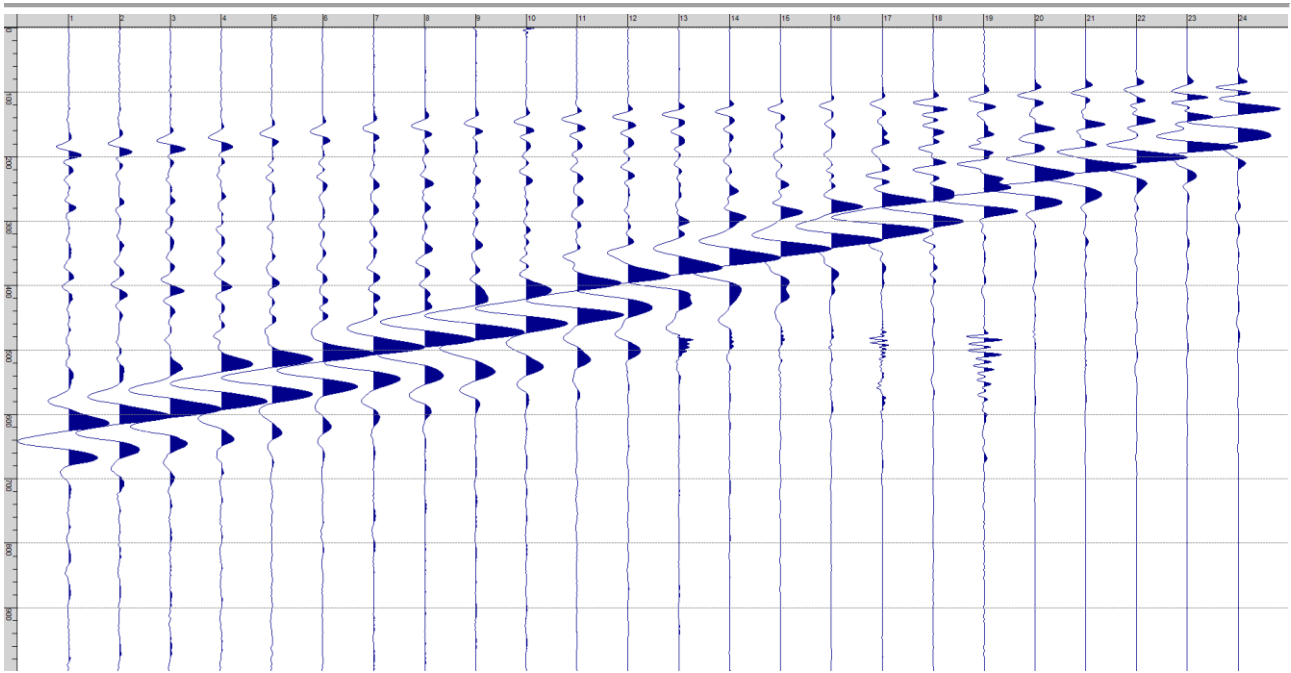
Sism. VIII-18: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro D6 – S2 - Mazza



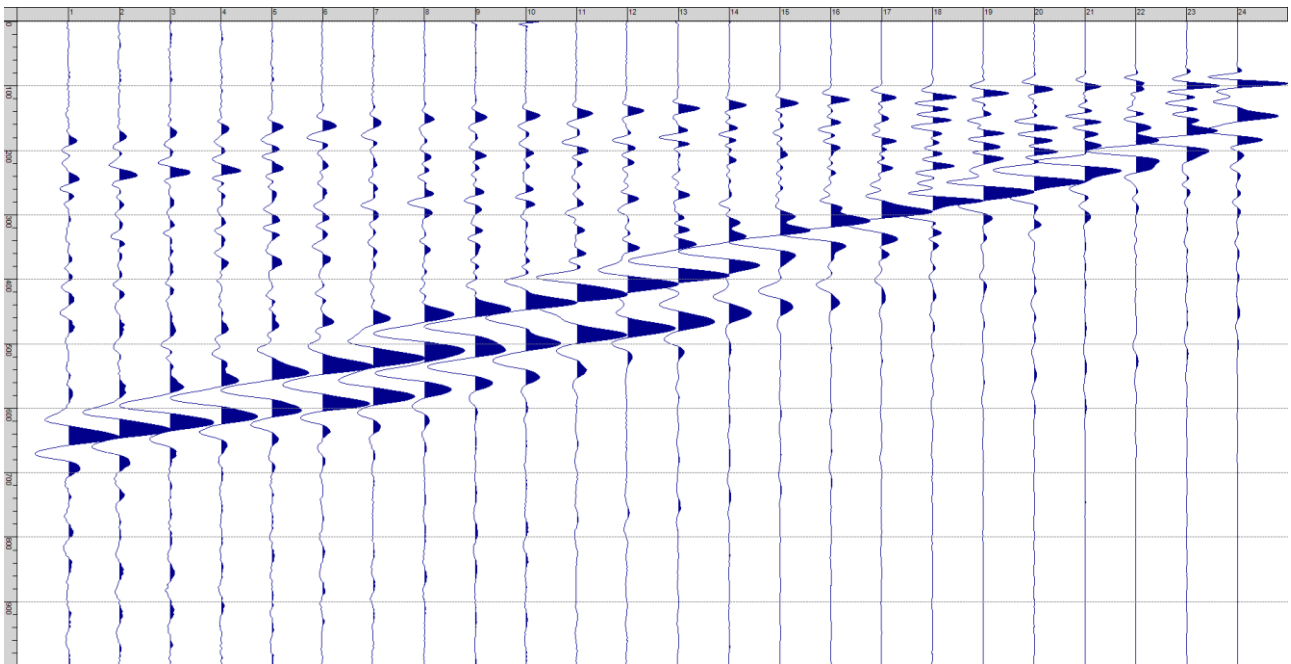
Sism. VIII-19: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S1 - Mazza



Sism. VIII-20: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro B – S2 - Mazza



Sism. VIII-21: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1 - Mazza



Sism. VIII-22: 118_SR – Prova sismica a rifrazione onde SH – Tiro E2 – S1- Mazza

Tab. VIII-1: Stesa sismica 118_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	57.2	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	3.2	2.8	3	3	3
QUOTA [m]	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0

Tab. VIII-2: Stesa sismica 118_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	-2.00	8.00	17.00	26.00	35.00	44.00	53.00	62.00	71.00	84.00
QUOTA [m]	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0

Tab. VIII-3: Stesa sismica 118_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	66	6	45	70	80	97	111	119	125	159	161
2	3	67	32	33	61	77	90	105	114	123	154	156
3	6	74	44	7	53	72	84	101	107	118	148	155
4	9	75	52	6	41	66	82	96	101	113	142	149
5	12	83	62	29	27	59	78	93	100	109	140	142
6	15	90	71	41	9	50	71	87	95	-1000	136	138
7	18	94	75	-1000	7	42	70	83	92	102	134	134
8	21	99	76	59	25	29	62	78	86	97	129	131
9	24	102	83	65	39	10	53	75	84	95	124	127
10	27	109	86	72	47	7	45	73	84	93	121	124
11	30	115	93	77	57	30	30	65	78	89	118	120
12	33	118	98	80	63	43	7	56	74	84	115	118
13	36	124	101	86	66	54	10	44	71	81	109	117
14	39	127	107	91	70	66	30	29	61	78	103	109
15	42	132	111	93	83	71	40	9	51	73	101	105
16	45	136	117	99	86	78	53	11	39	66	96	103
17	48	141	122	105	94	82	63	29	27	63	95	99
18	51	144	126	110	97	92	77	46	9	55	91	95
19	54	148	131	114	104	95	83	57	7	45	84	-1000
20	57.2	153	133	119	107	98	89	68	24	26	80	84
21	60	155	131	118	109	100	89	72	41	9	70	82
22	63	159	135	122	112	102	91	76	52	9	59	78
23	66	163	145	128	117	107	99	83	64	27	36	76
24	69	171	149	136	126	113	107	93	76	48	9	76

Tab. VIII-4: Stesa sismica 118_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	78.00	150	76.57	363	71.06	635
1.5	1.5	78.00	150	76.57	366	71.01	638
2	3	78.00	150	76.57	369	70.96	641
2.5	4.5	78.00	150	76.57	372	70.91	644
3	6	78.00	150	76.56	374	70.87	647
3.5	7.5	78.00	150	76.55	376	70.82	650
4	9	78.00	150	76.54	378	70.77	653
4.5	10.5	78.00	150	76.53	380	70.72	655
5	12	78.00	150	76.53	384	70.67	657
5.5	13.5	78.00	150	76.52	389	70.63	659
6	15	78.00	150	76.51	391	70.59	660
6.5	16.5	78.00	150	76.48	391	70.55	662
7	18	78.00	150	76.46	390	70.51	665
7.5	19.5	78.00	150	76.42	390	70.48	667
8	21	78.00	150	76.39	393	70.45	670
8.5	22.5	78.00	150	76.35	400	70.41	672
9	24	78.00	150	76.30	406	70.38	674
9.5	25.5	78.00	150	76.26	411	70.35	676
10	27	78.00	150	76.20	415	70.32	679
10.5	28.5	78.00	150	76.14	419	70.29	683
11	30	78.00	150	76.09	421	70.26	687
11.5	31.5	78.00	150	76.05	423	70.23	692
12	33	78.00	150	76.02	425	70.18	699
12.5	34.5	78.00	150	76.00	426	70.13	707
13	36	78.00	150	75.98	424	70.07	715
13.5	37.5	78.00	150	75.97	418	70.01	724
14	39	78.00	150	75.97	411	69.94	735
14.5	40.5	78.00	150	75.97	404	69.88	747
15	42	78.00	150	75.97	397	69.81	762
15.5	43.5	78.00	150	75.97	388	69.74	778
16	45	78.00	150	75.98	380	69.67	797
16.5	46.5	78.00	150	75.97	375	69.60	816
17	48	78.00	150	75.95	371	69.53	833
17.5	49.5	78.00	150	75.93	373	69.47	846
18	51	78.00	150	75.89	375	69.41	853
18.5	52.5	78.00	150	75.84	379	69.37	858
19	54	78.00	150	75.79	385	69.33	862
19.5	55.6	78.00	150	75.74	392	69.31	865
20	57.2	78.00	150	75.69	399	69.29	868
20.5	58.6	78.00	150	75.64	405	69.29	869
21	60	78.00	150	75.60	408	69.30	874
21.5	61.5	78.00	150	75.57	410	69.31	880
22	63	78.00	150	75.54	411	69.34	884
22.5	64.5	78.00	150	75.53	410	69.36	887
23	66	78.00	150	75.53	405	69.40	890
23.5	67.5	78.00	150	75.53	401	69.44	891
24	69	78.00	150	75.54	394	69.48	892

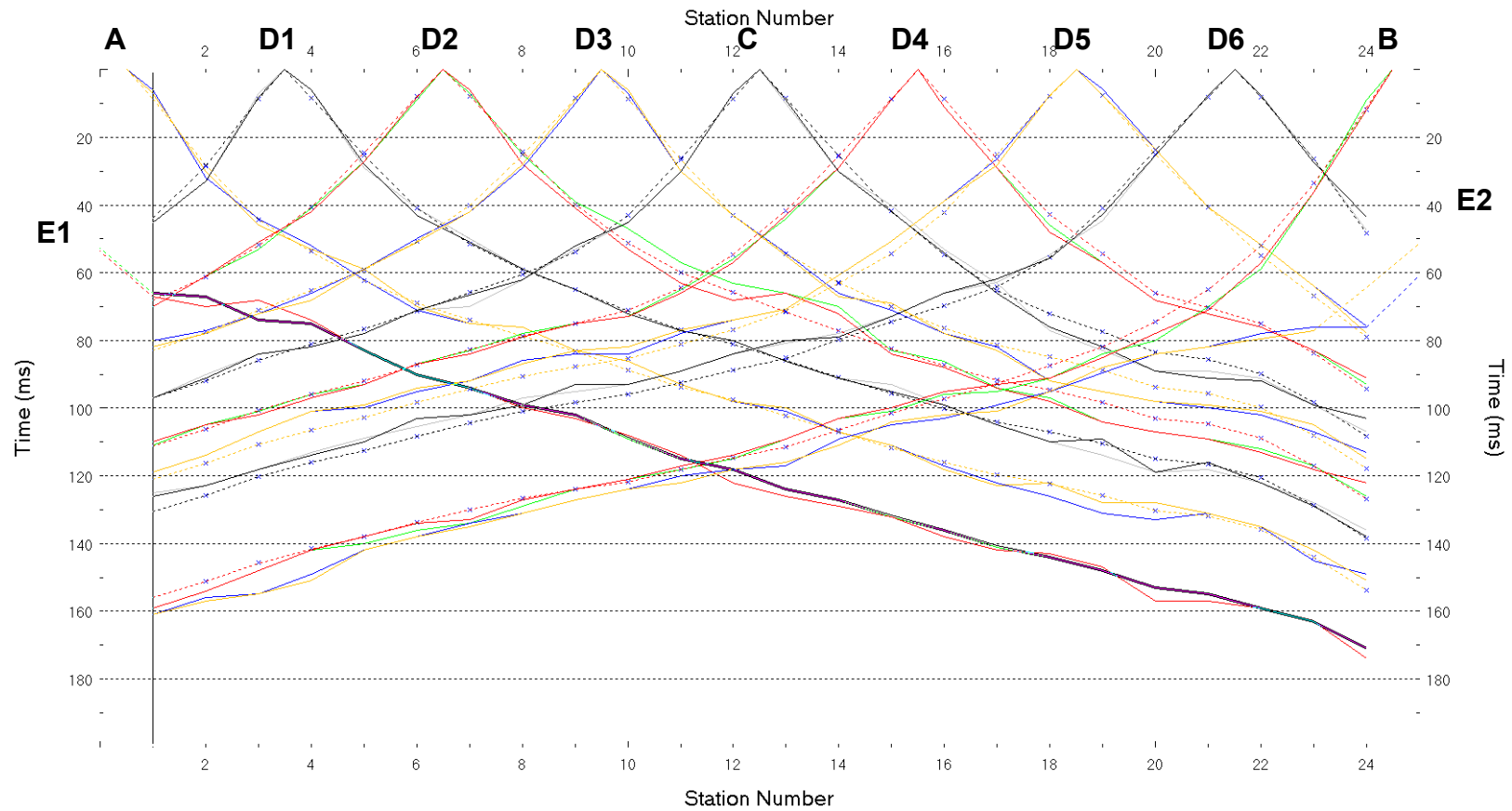


Fig. VIII-2:Stesa sismica 118_SR ONDE SH – Dromocrone - Scala 1:400

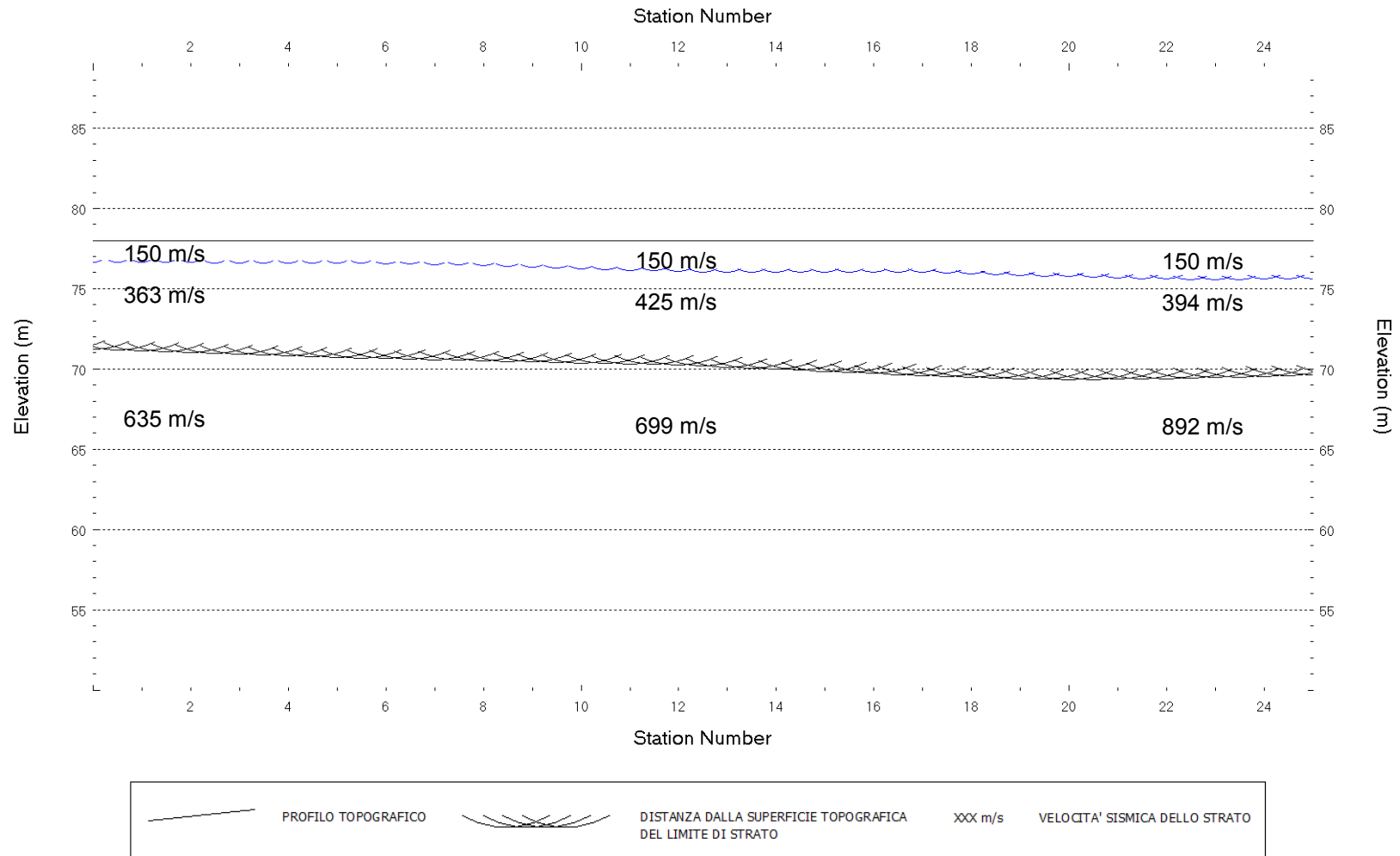
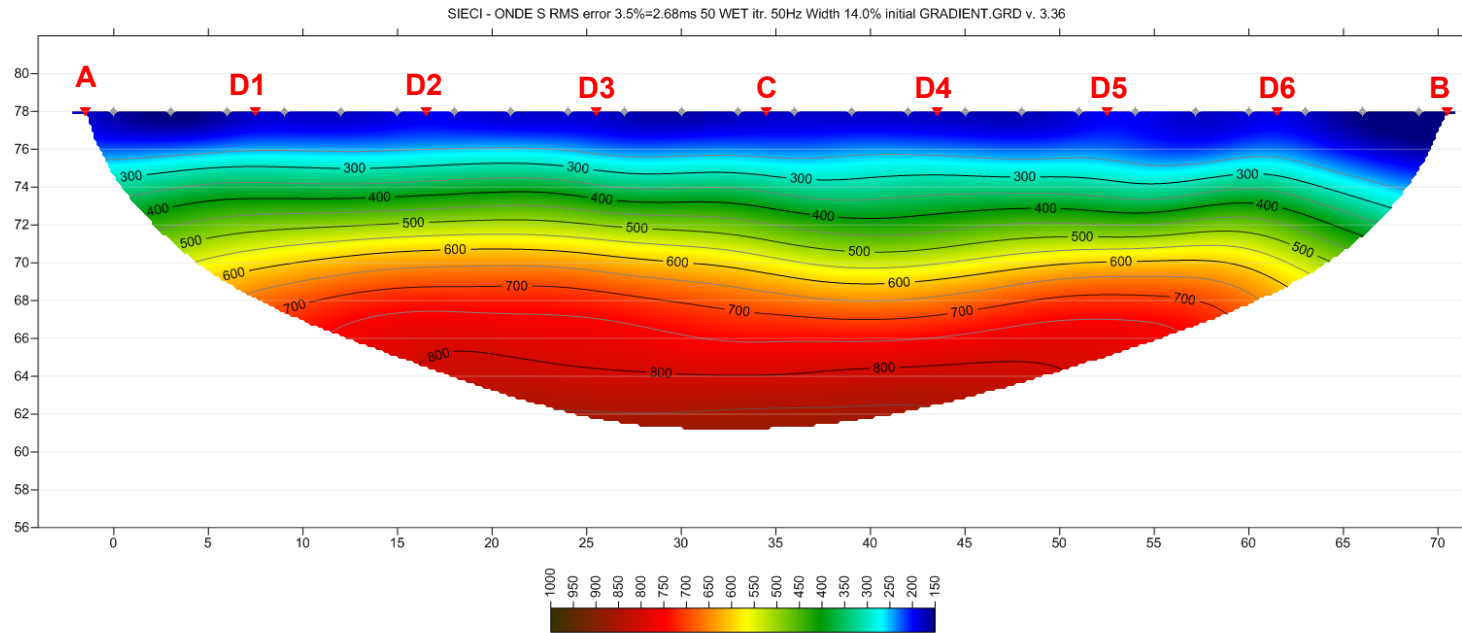


Fig. VIII-3: Stesa sismica 118_SR ONDE SH – Sezione Sismostratigrafica – Scala 1:400



PUNTI DI ENERGIZZAZIONE



GEOFONI

Fig. VIII-4: Stesa sismica 118_SR ONDE SH – Tomografia sismica - Scala 1:400