

S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI - TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE - SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA22

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. M. RASIMELLI
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A632

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. D. BONADIES Ing. M. PROCACCI
Ing. P. LOSPENNATO Ing. R. CERQUIGLINI
Ing. S. PELLEGRINI Ing. M. CARAFFINI
Ing. A. POLLI Geom. M. BINAGLIA
Ing. M. MARELLI
Ing. A. LUCIA

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Arch. E. RASIMELLI

IL GEOLOGO

Dott. S. PIAZZOLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. L. IOVINE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. F. RUGGIERI

PROTOCOLLO

DATA:

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



Str. del Colle, 1/a - Fratz. Fontana
06132 Perugia - Italia



UNI ISO 9001:2008



UNI EN ISO 14001:2004

MANDATARIA



PINI
SWISS

PINI SWISS ENGINEERS SA

Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



PINI
ITALIA

PINI SWISS ENGINEERS Srl

Via Cavour 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOTECNICHE RISULTATI DELLE INDAGINI GEOFISICHE

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

DPCA22 D 2002

NOME FILE

T00_GE00_GEO_RE02_A-1

REVISIONE

SCALA

CODICE ELAB. T00GE00GEORE02

A

D					
C					
B					
A	PRIMA EMISSIONE	AGOSTO 2020			RASIMELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio**PERUGIA** Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione – Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi
- Terreni – Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

RAPPORTO N. Q0816QC01_Rev.1 DEL 10/05/2018

OGGETTO: **PROSPEZIONI GEOFISICHE DI SISMICA A RIFRAZIONE IN MODALITA' TOMOGRAFICA - DOWN HOLE**
TRONCO VILLANOVA - LANUSEI: LOTTO BIVIO VILLAGRANDE - SVINCOLO ARZANA



COMMESSA: Accordo Quadro con unico operatore per lotto, ai sensi dell'art.59, comm 4, del D.lgs. 163/2006 e s.m.i., per l'affidamento dell'appalto dei servizi di prove di laboratorio e controllo qualità dei materiali, delle lavorazioni e delle indagini geognostiche per lavori su opere stradali di competenza di ANAS S.p.A. Codice CIG:6023248D7A Accordo Quadro DGACQ 15-14 in data 2016/07/08.

PROTOCOLLO ANAS: CDG-04746064 del 21/09/2017

DIRETTORE DEI LAVORI: DOTT. GEOL. STEFANO SERANGELI

EXPERIMENTATIONS S.r.l.
Elaborazione dati
Dott. Geol. Franco Guglielmelli

BUREAU VERITAS
Certification



EXPERIMENTATIONS SRL

Sede Legale:
Via Yurj Gagarin, 69 - Fraz. San Mariano – 06073 CORCIANO (PG)

Certificato multisito. Il dettaglio dei siti è nell'appendice di questo certificato.

Bureau Veritas Italia spa certifica che il sistema di gestione dell'organizzazione sopra indicata è stato valutato e giudicato conforme ai requisiti della norma di sistema di gestione seguente

Norma

ISO 9001:2008

Campo di applicazione

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Certificazione rilasciata in conformità al Regolamento Tecnico ACCREDIA: RT-05
Settore/i EA di attività: **35, 28**

Data d'inizio del presente ciclo di certificazione: **23 aprile 2015**

Soggetto al continuo e soddisfacente mantenimento del sistema di gestione questo certificato è valido fino al: **27 aprile 2018**

Data della certificazione originale: **28 ottobre 2014**

Certificate No. **IT260359**

Rev. 1 del: **23 aprile 2015**

Copia

Patrizia Caporaletti - Quality Technical Committee

Indirizzo dell'organismo di certificazione: Bureau Veritas Italia S.p.A., Via Miramare, 15, - 20126 Milano, Italia

La presente certificazione si intende riferita agli aspetti gestionali dell'impresa nel suo complesso ed è utilizzabile ai fini della qualificazione delle imprese di costruzione ai sensi dell'articolo 40 della legge 163 del 12 aprile 2006 e successive modificazioni e del DPR 5 ottobre 2010 n. 207. La validità del presente certificato è consultabile sul sito www.certification.bureauveritas.it. Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega contattare l'indirizzo e-mail registro.certificati@it.bureauveritas.com



SGQ	N° 009A	PRS	N° 076C
SCA	N° 008D	SGE	N° 009M
PRD	N° 009B	EMAS	N° 004P
SCR	N° 008F	GHG	N° 008O
FSMS	N° 003I	ISP	N° 006E

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA e IAF
Signatory of EA and IAF mutual Recognition Agreements

1 - PREMESSA	4
2. INDAGINE TOMOGRAFICA SISMICA.....	6
2.1 GENERALITA' SULLA TOMOGRAFIA SISMICA	6
2.2. SISTEMA DI ACQUISIZIONE	7
2.3. SISMOGRAFO	7
2.4. ELABORAZIONE DATI.....	7
2.5.1 LSR1 progressiva progetto Km 0+485/0+595 in onda P e SH.....	10
2.5.2 LSR2 progressiva progetto Km 0+485/0+595 in onda P ed onda SH.....	15
2.5.3 LSR3 progressiva progetto Km 1+450/1+560 in onda P ed onda SH.....	20
2.5.4 LSR4 progressiva progetto Km 1+705/1+760 in onda P ed onda SH.....	25
2.5.5 LSR5 progressiva progetto Km 1+895/1+950 in onda P ed onda SH.....	30
2.5.6 LSR6 progressiva progetto Km 2+040/2+150 in onda P ed onda SH.....	35
2.5.7 LSR7 progressiva progetto Km 2+235/2+345 in onda P ed onda SH.....	40
2.5.8 LSR8 progressiva progetto Km 2+710/2+765 in onda P ed onda SH.....	45
2.5.9 LSR9 progressiva progetto Km 3+500/3+550 in onda P ed onda SH.....	50
2.5.10 LSR10 progressiva progetto Km 3+910/3+965 in onda P ed onda SH.....	55
2.5.12 LSR12 progressiva progetto Km 4+965/5+020 in onda P ed onda SH.....	65
2.5.13 LSR13 progressiva progetto Km 5+210/5+265 in onda P ed onda SH.....	70
3. INDAGINI SISMICHE CON TECNICA DOWN - HOLE.....	75
3.1 Introduzione	75
3.2. Procedura sperimentale.....	76
3.3. Interpretazione in down hole con il metodo diretto	76

1 - PREMESSA

La EXPERIMENTATIONS S.r.l. è stata incaricata dell'esecuzione di una campagna di Indagini di PROSPEZIONI GEOFISICHE DI SISMICA A RIFRAZIONE IN MODALITA' TOMOGRAFICA e DOWN HOLE a corredo della progettazione relativa al TRONCO VILLANOVA - LANUSEI: LOTTO BIVIO VILLAGRANDE - SVINCOLO ARZANA , articolate come di seguito:

Riferimento di progetto	Sigla	Progressive di progetto	Sondaggi			Sismica a rifrazione		
			n°	ml.	Prova Down-Hole	Sismica a rifrazione	Lunghezza stendimento	Elaborazione tomografica
Viadotto 1	LSR1	0+485/0+595				1	110	110
Rilevato di approccio	S2	0+669	1	20	20			
Viadotto 2	LSR2	0+485/0+595				1	55	55
Viadotto 3	S6	1+450	1	25	25			
	LSR3	1+450/1+560				1	110	110
Viadotto 4	LSR4	1+705/1+760				1	55	55
Viadotto 5	LSR5	1+895/1+950				1	55	55
Viadotto 6	LSR6	2+040/2+150				1	110	110
	S9	2+285	1	30	30			
	LSR7	2+235/2+345				1	110	110
Viadotto 7	LSR8	2+710/2+765				1	55	55
Viadotto 8	LSR9	3+500/3+550				1	55	55
	S15	3+630	1	25	25			
Viadotto 9	LSR10	3+910/3+965				1	55	55
Viadotto 10	LSR11	4+450/4+505				1	55	55
Galleria artificiale	LSR12	4+965/5+020				1	55	55
Viadotto 11	S18	5+140	1	30	30			
	LSR13	5+210/5+265				1	55	55
TOTALI			20	415	130	13	935	935

Tali indagini, eseguite per conto dell'Azienda ANAS e sono state effettuate dai seguenti Tecnici:

Geol. Franco Guglielmelli	<i>Responsabile indagini geognostiche e geofisiche</i>
Ing. Fabio Usai	<i>Sperimentatore prove esterne</i>
Geol. Maurizio Ruggieri	<i>Sperimentatore prove esterne</i>
Geom. Danilo Sirigu	<i>Sperimentatore prove esterne</i>

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione convenuta con la committenza, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di *energizzazioni* ed un opportuno software di elaborazione, un'ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L'acquisizione delle onde SH con la prospezione sismica in foro del tipo down-hole ha consentito di ottenere i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30m (V_{Seq}), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni e le successive Nuove NTC 2018 del 17/1/2018.

La relazione tecnica riferisce sui risultati ottenuti dall'indagine sismica a rifrazione mediante Onde P e SH, e down-hole ed è corredata dalle seguenti documentazioni che ne costituiscono parte integrante:

- **Planimetria generale** con ubicazione dei profili sismici
- **Diagrammi** Tempi d'arrivo-Distanze (Dromocrone) Onde P-SH
- **Sezioni tomografiche** onde P-SH
- **Documentazione fotografica** della linea sismica e di ciascun punto scoppio.

2. INDAGINE TOMOGRAFICA SISMICA

2.1 GENERALITA' SULLA TOMOGRAFIA SISMICA

Come è noto, le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo. Nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione"), che sono le più veloci fra le diverse onde elastiche, o trasversali (onde SH o "di taglio") per determinare spessori e andamento dei livelli presenti.

La prospezione consiste nel generare un'onda sismica di compressione (nel nostro caso) o di taglio nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino agli apparecchi di ricezione (geofoni) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (*Legge di Snell*), cioè rifrangendosi sulle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente.

La strumentazione utilizzata è costituita da una serie di ricevitori (geofoni) che vengono spazati lungo un determinato allineamento (base sismica) e da un cronografo che registra l'istante di inizio della perturbazione elastica ed i tempi di primo arrivo delle onde a ciascun geofono. Così, osservando i primi arrivi su punti posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, è possibile costruire una curva tempo-distanza (dromocrona) rappresentante la variazione del minimo percorso in funzione del tempo. 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.

Il metodo della tomografia sismica è una tecnica di indagine che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un alto potere risolutivo, offrendo la possibilità di ricostruire anomalie e discontinuità stratigrafiche anche particolarmente complesse.

Questa tecnica fornisce l'immagine della distribuzione delle onde sismiche sotto la superficie, basate sui tempi di primo arrivo (come nella normale sismica a rifrazione) e sulla geometria di acquisizione. Si ricostruisce in tal modo un modello di velocità, che può essere migliorato attraverso successive iterazioni: 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, qui eseguito con il programma **RAYFRACT ver 3.34**, 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.

Successivamente, con la fase di imaging, si è ottenuto, con un software dedicato (SURFER 13), l'immagine della sezione tomografica.

2.2. SISTEMA DI ACQUISIZIONE

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

- sismografo
- sorgente energizzante
- trigger

2.3. SISMOGRAFO

La strumentazione è compatta a 24 bit, numero di canali 24/48, ampio range dinamico 144db, output dei dati in SEG-Y, SEG-2 o ASCII, possibilità di scaricare i dati in modalità wireless e opzione per test dei geofoni ed accelerometri. Lunghezza di registrazione : fino a 4 mld di campioni. Intervalli di campionamento: 0.0208, 0.0625, 0.125, 0.250, 0.500, 1.00, 2.00, 4.00, 8.00, 16.00 ms

Per generare le onde di compressione P, è stata utilizzata la caduta impressa da una mazza e laddove possibile da un cannoncino. Per la generazione delle onde SH la sorgente è stata affidata ad un parallelepipedo in legno di forma tale da potere essere colpito lateralmente ad entrambe le estremità con una massa

Il trasduttore - trigger - alloggiato nella sorgente ha permesso l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

2.4. ELABORAZIONE DATI

Il risultato finale della fase di acquisizione è costituito da una serie di files in formato SEGY. Per quanto riguarda la tomografia sismica, la successiva elaborazione dei dati si sviluppa attraverso le seguenti fasi: determinazione dei primi arrivi attraverso il software interno del sismografo DAQLINK III, operata prima in automatico e successivamente con aggiustamenti manuali, con particolare attenzione alle fasi d'onda ed alla loro evoluzione;

- ✓ inserimento dei dati ed interpretazione con programma DEDICATO;
- ✓ output delle dromocrone sismiche e della sezione sismostratigrafica interpretativa

- ✓ formazione di un database contenente la geometria della linea sismica (posizione altimetrica e planimetrica dei geofoni e degli scoppi) ed i tempi di primo arrivo per ciascun scoppio.
- ✓ Conversione dei dati in formato ASCII.
- ✓ Inversione Delta t-V che permette di ottenere profili monodimensionali (1D) di tipo profondità/velocità.
- ✓ Ottimizzazione del profilo, per iterazioni successive, mediante inversione tomografica 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.
- ✓ Controllo del "fitting" tra tempi misurati e tempi calcolati ed eventuale reiterazione del processo di inversione.
- ✓ Output grafico della sezione tomografica.

Di seguito si allegano la documentazione fotografica, l'ubicazione degli stendimenti e i profili tomografici ottenuti rispettivamente per le Onde P ed Onde S.





Foto 1: Documentazione fotografica relativa alle indagini Sismiche a rifrazione

2.5 PROSPEZIONE TOMOGRAFICA

Di seguito si riportano le ubicazione degli stendimenti tomografici sismici eseguiti secondo le indicazioni della DL. Inoltre sono allegati:

1. le acquisizioni di campagna in onda P ed SH;
2. Dromocrone per le onde P ed SH;
3. sezioni tomografiche sismiche in onda P ed SH e loro relativa correlazione con le litologie emerse dai sondaggi geognostici eseguiti;

E' da sottolineare che in alcune sezioni l'andamento delle superfici di separazione tra i litotipi è influenzato dalla fratturazione che talora si estende secondo allineamenti sub-verticali

2.5.1 LSR1 progressiva progetto Km 0+485/0+595 in onda P e SH

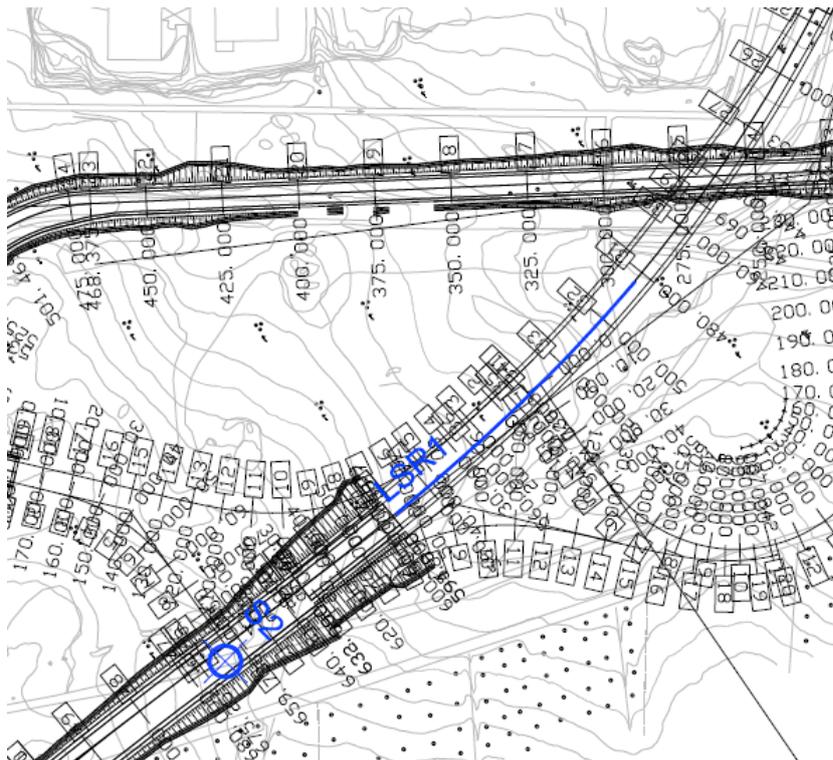


Fig. 2: Ubicazione stendimento sismico LSR1

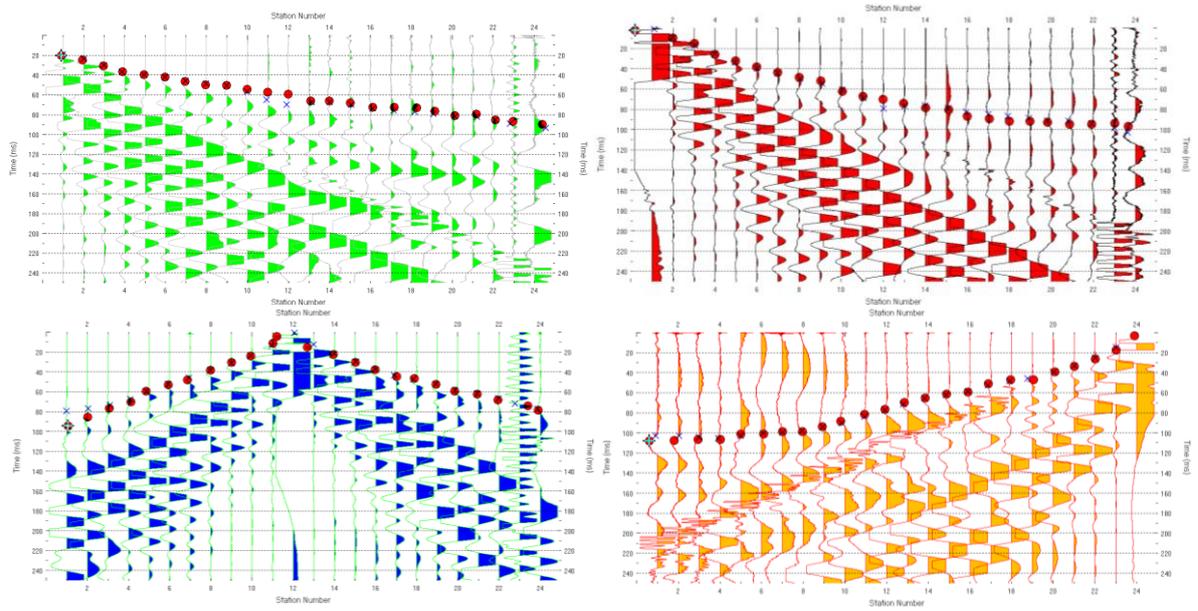


Fig. 3: Acquisizioni stendimento LSR1 - Elaborazione in onda P

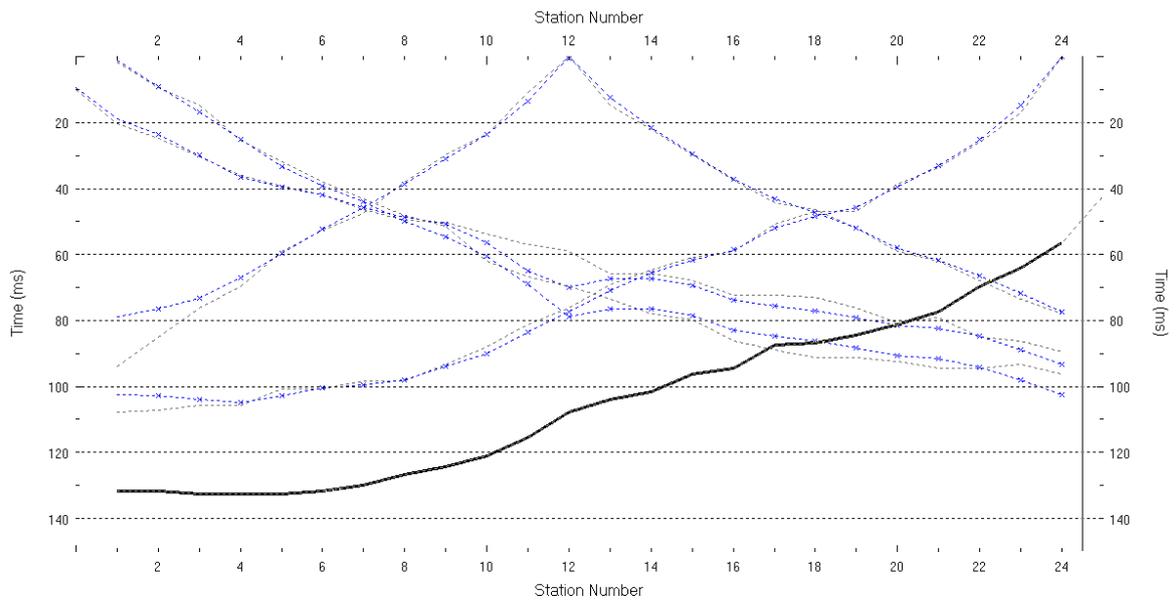
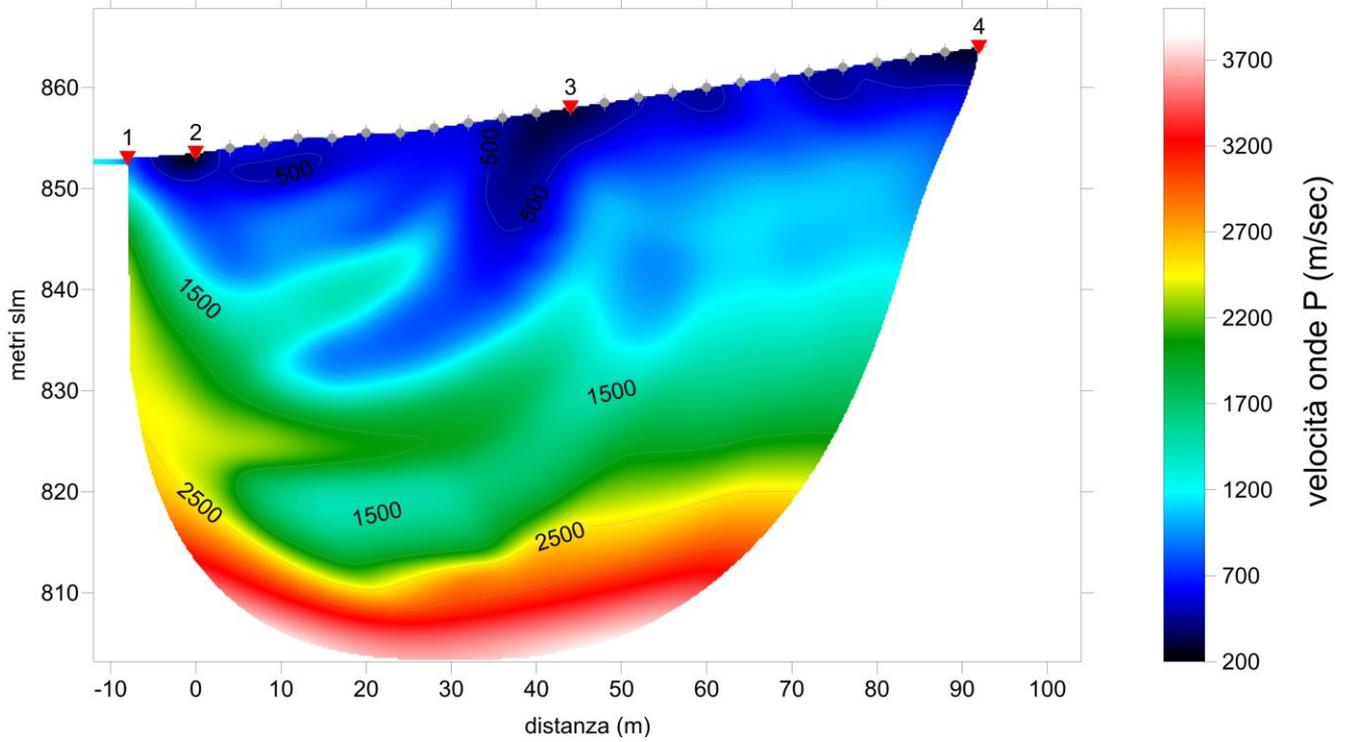


Fig. 4: Dromocrone stendimento sismico LSR1 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR1 RMS error 2.8%=3.00ms 20 WET iters. 50Hz Width 5.5% initial VELOIT20.GRD Vers. 3.35



Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR1 RMS error 2.8%=3.00ms 20 WET iters. 50Hz Width 5.5% initial VELOIT20.GRD Vers. 3.35

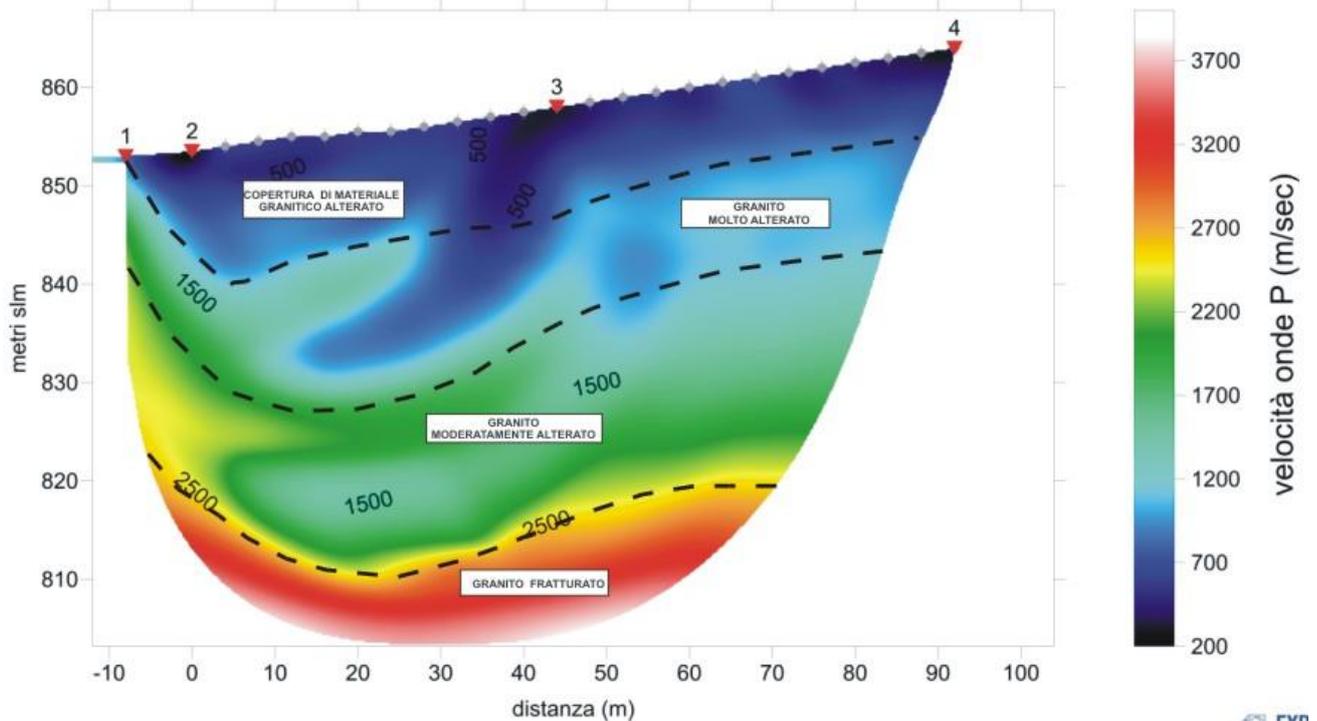


Fig. 5 e 6 : prospezione tomografica sismica LSR1 in onda P e sua interpretazione

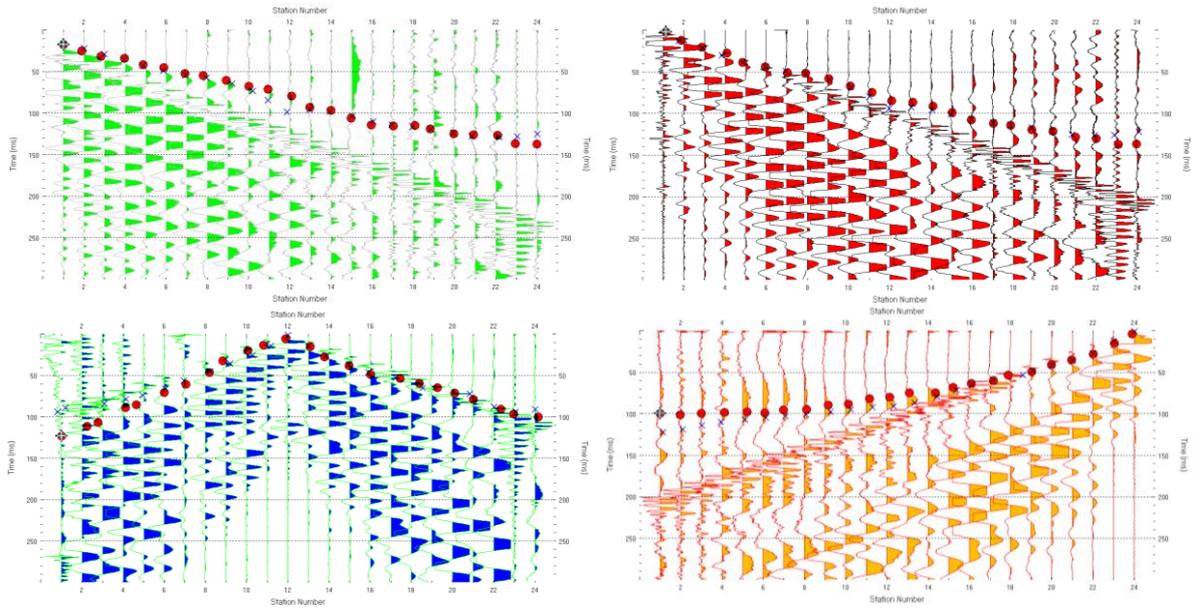


Fig. 7: Acquisizioni stendimento LSR1 - Elaborazione in onda SH

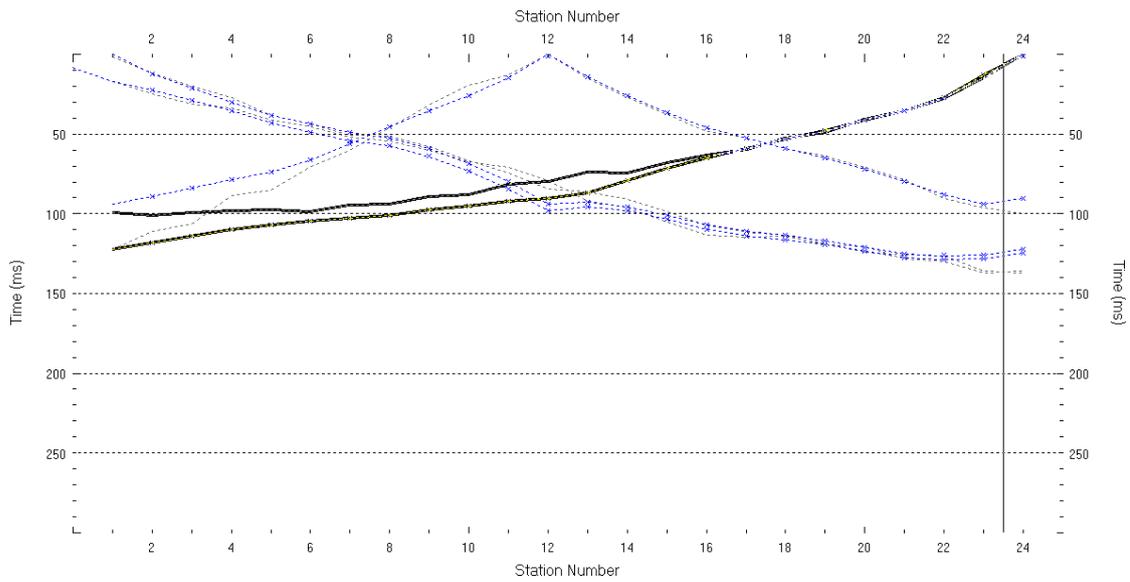


Fig. 8: Dromocrone stendimento sismico LSR1 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

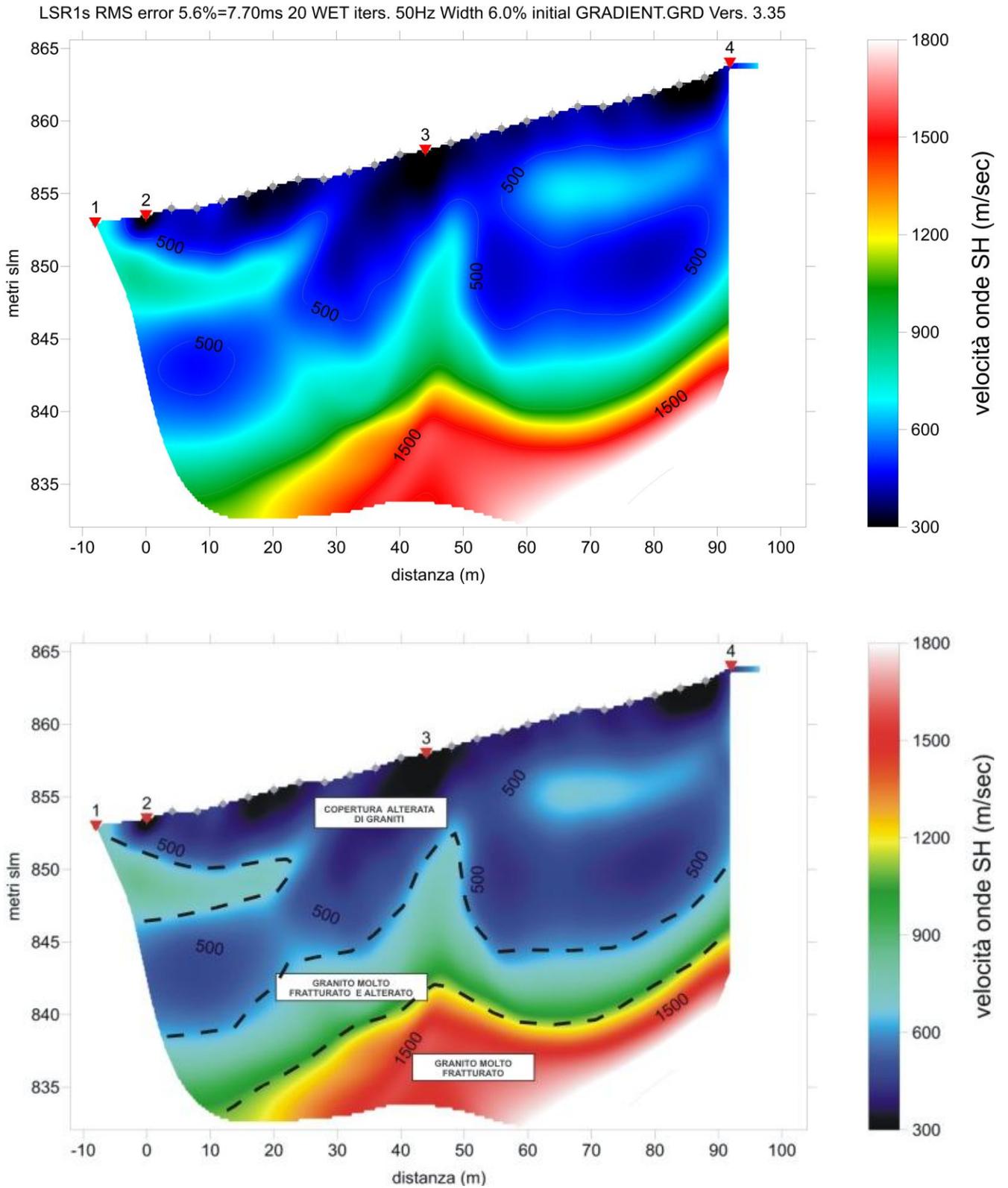


Fig. 9: prospezione tomografica sismica LSR1 in onda SH e sua interpretazione

2.5.2 LSR2 progressiva progetto Km 0+485/0+595 in onda P ed onda SH

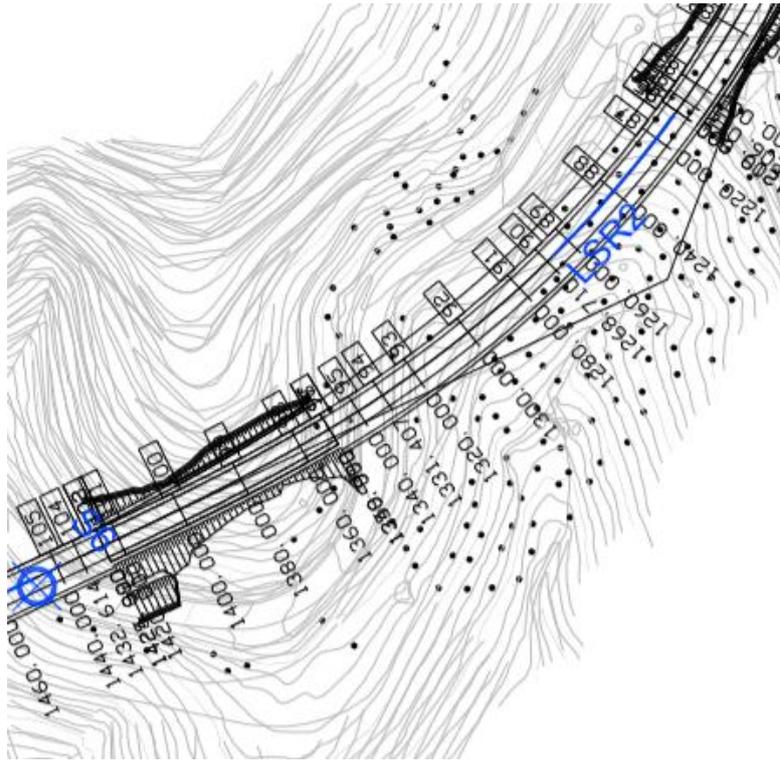


Fig. 10: Ubicazione stendimento sismico LSR2

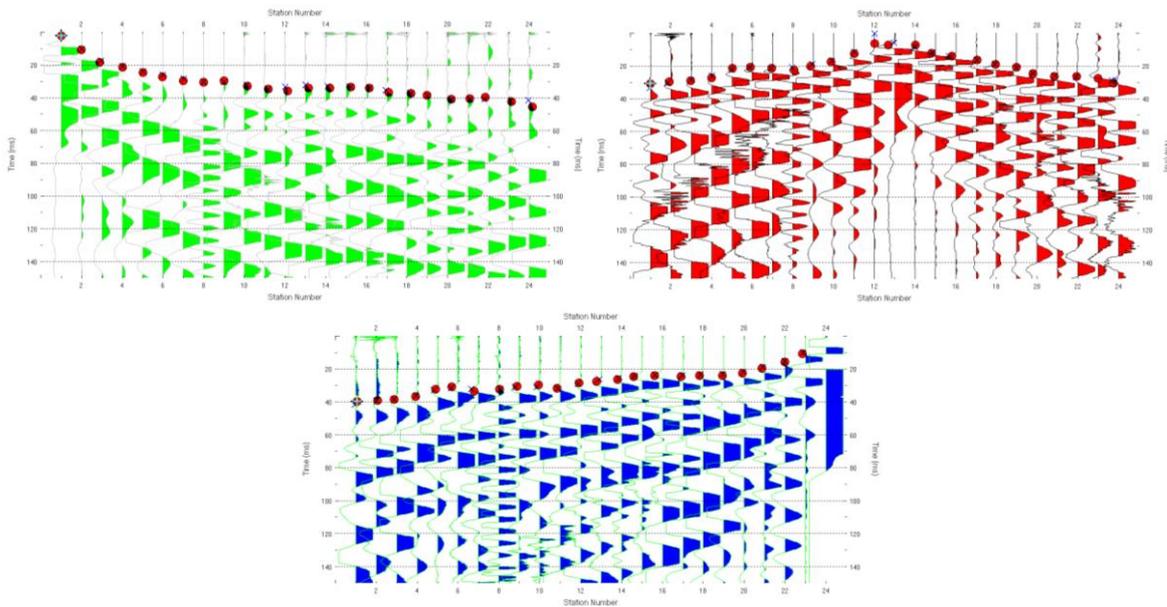


Fig. 11: Acquisizioni stendimento LSR2 - Elaborazione in onda P

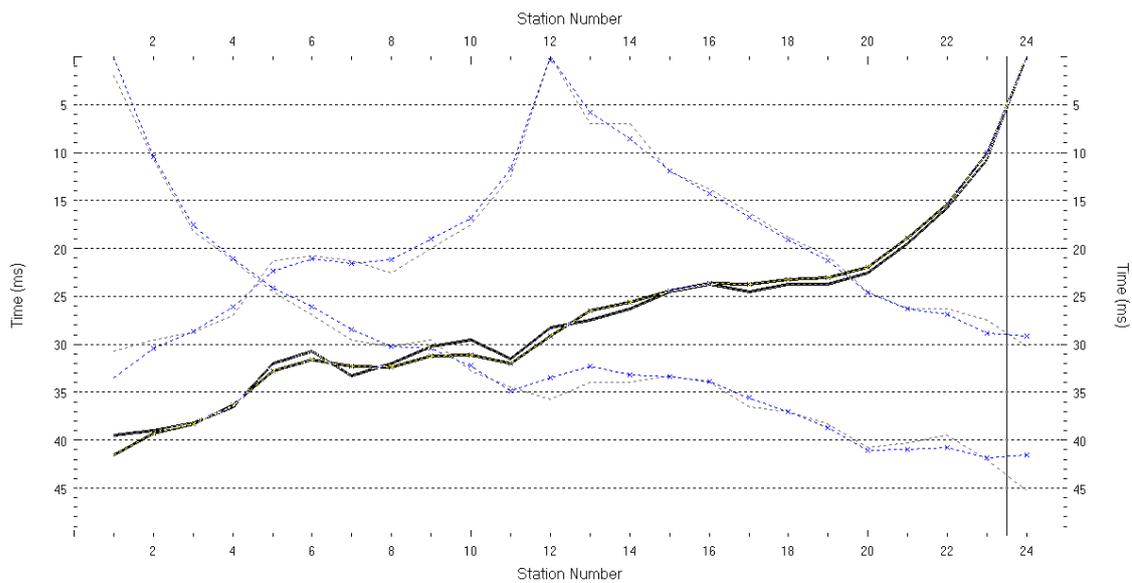
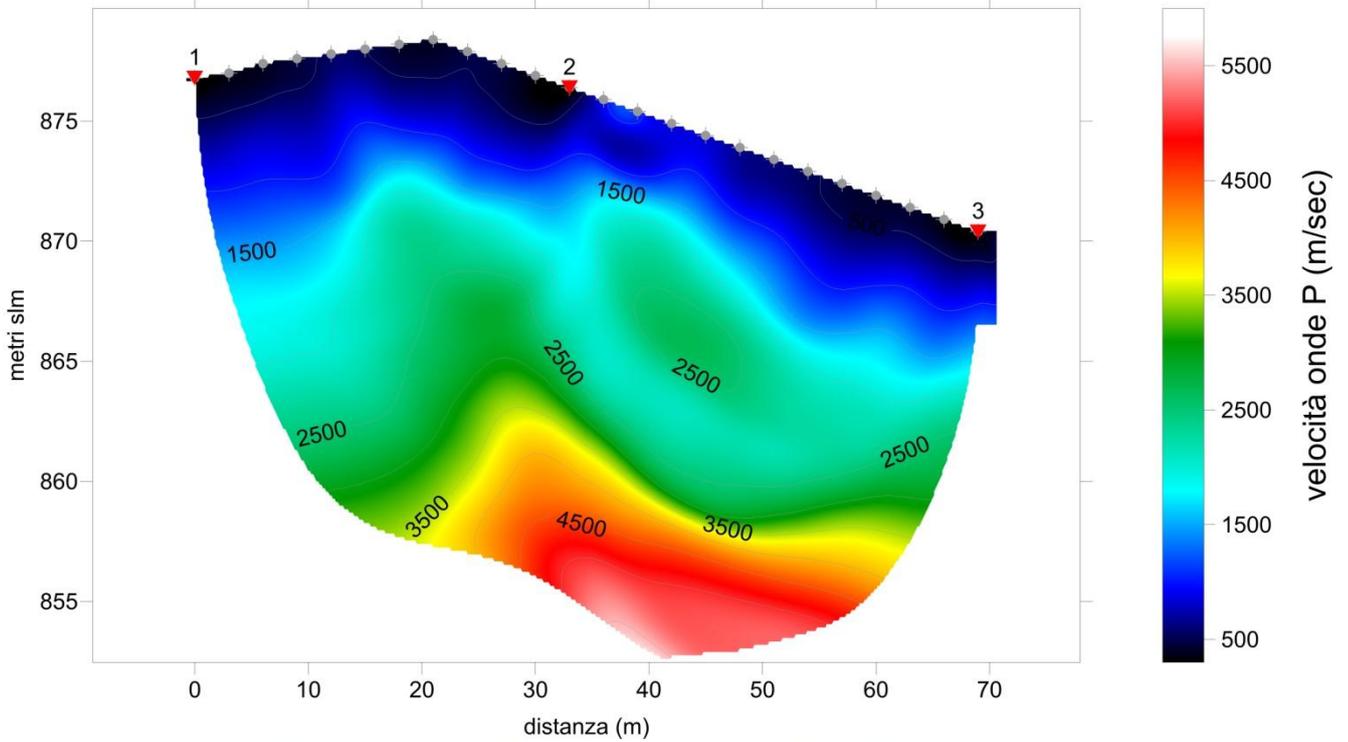


Fig. 12: Dromocrone stendimento sismico LSR2 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR2p RMS error 2.7%=1.22ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIEN.GRD Vers. 3.35



LSR2p RMS error 2.7%=1.22ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIEN.GRD Vers. 3.35

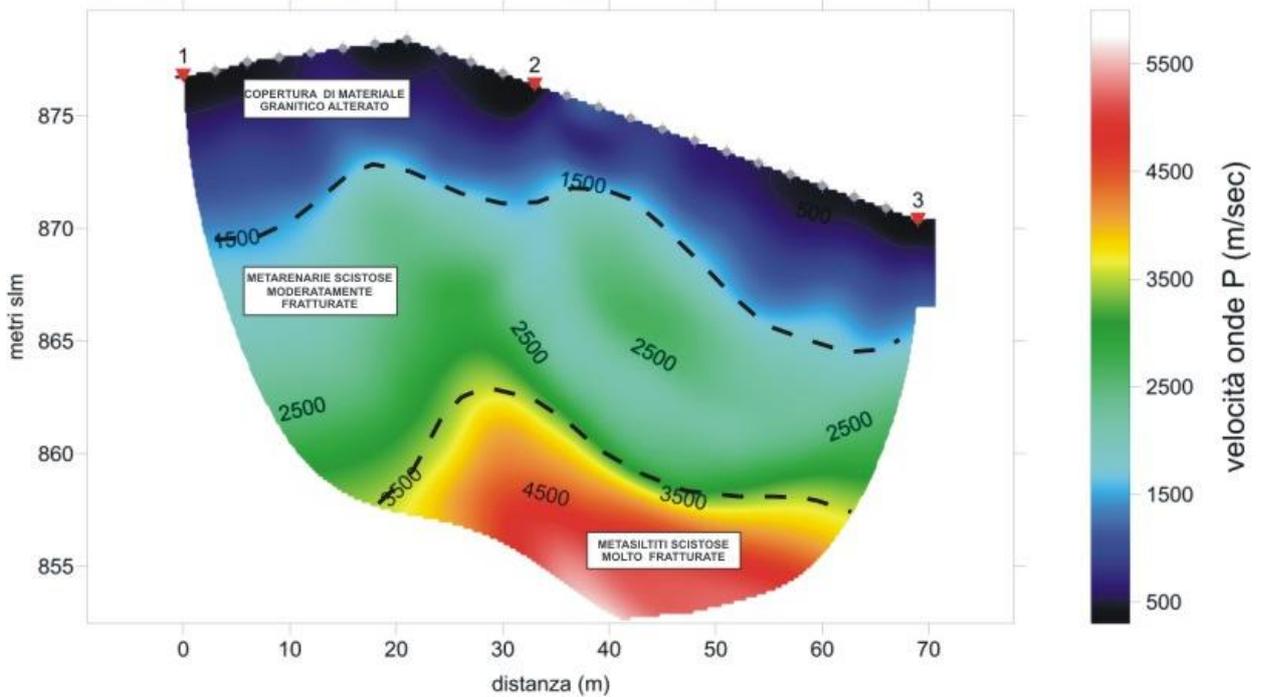


Fig. 13 e 14 : prospezione tomografica sismica LSR2 in onda P e sua interpretazione

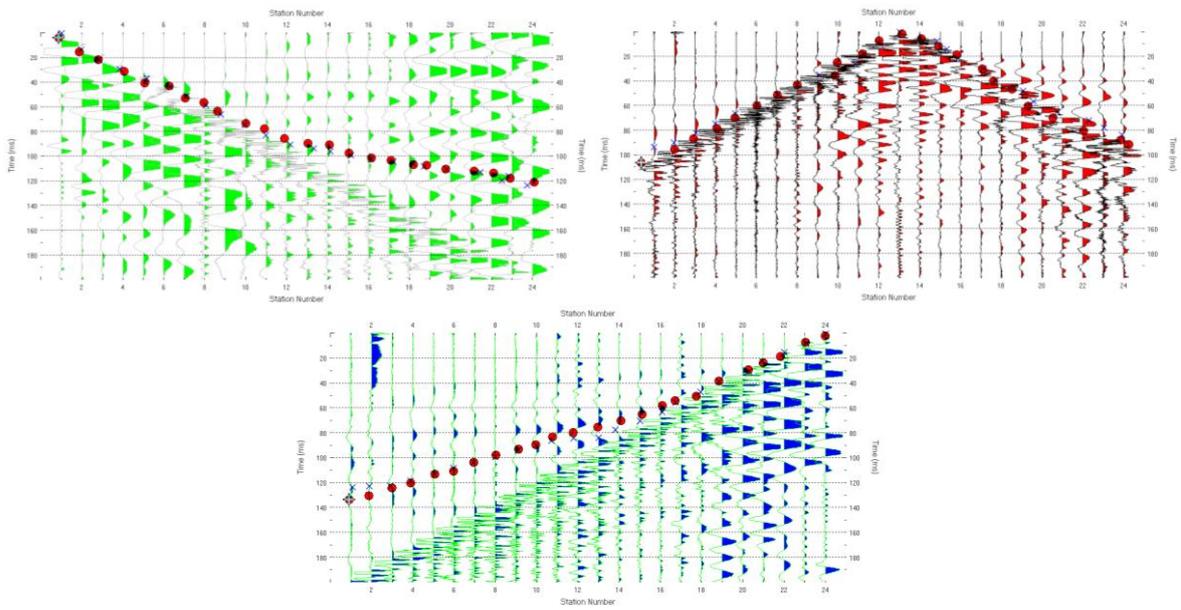


Fig. 15: Acquisizioni stendimento LSR2 - Elaborazione in onda SH

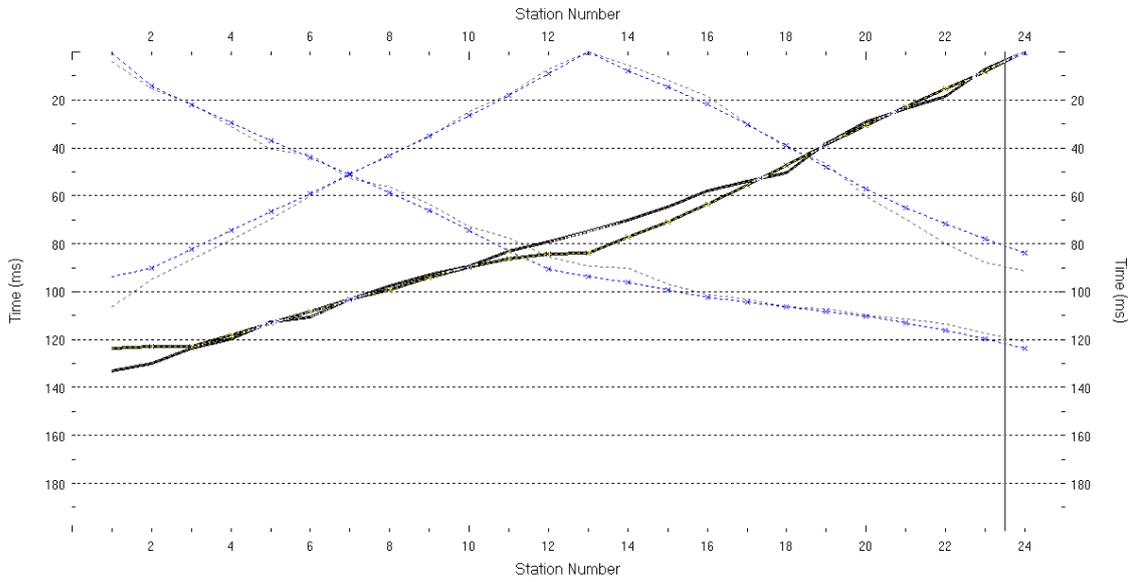
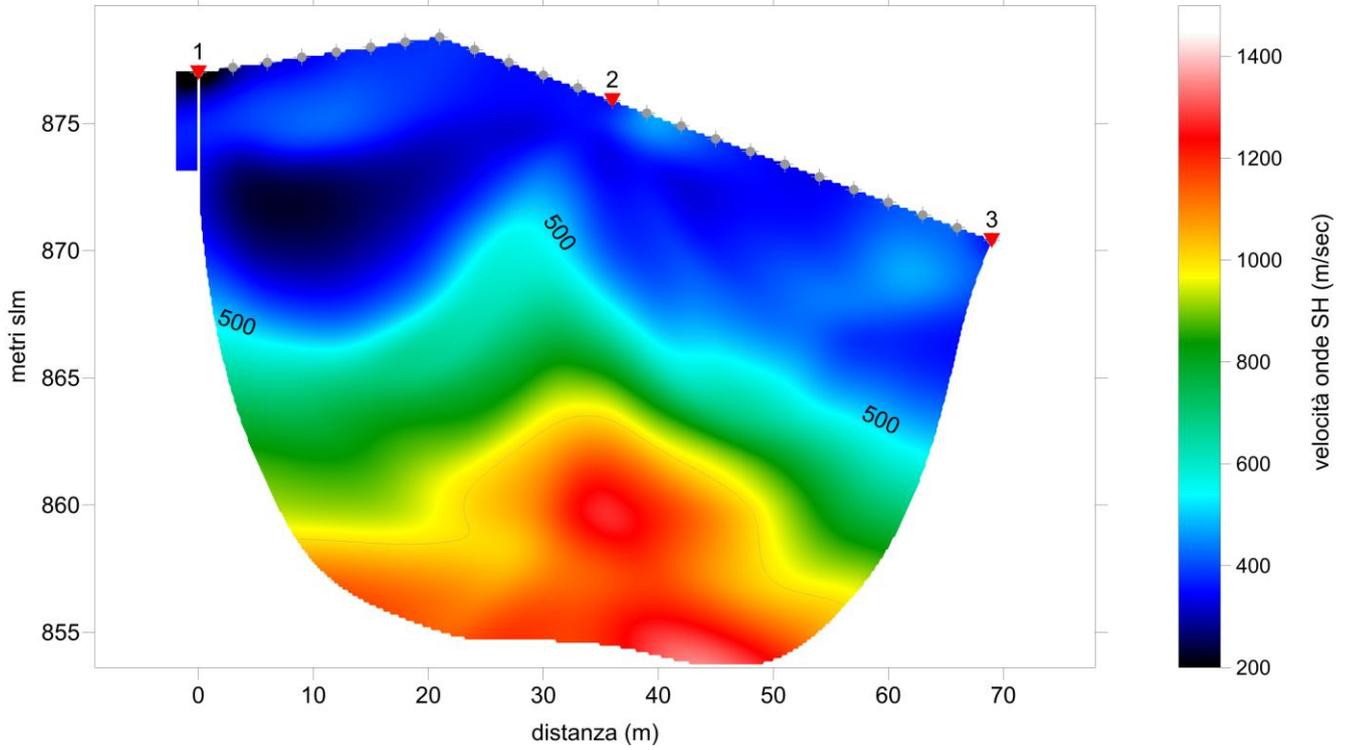


Fig. 16: Dromocrone stendimento sismico LSR2 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

LRS2s RMS error 3.0%=3.96ms 20 WET iters. 50Hz Width 12.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LRS2s RMS error 3.0%=3.96ms 20 WET iters. 50Hz Width 12.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

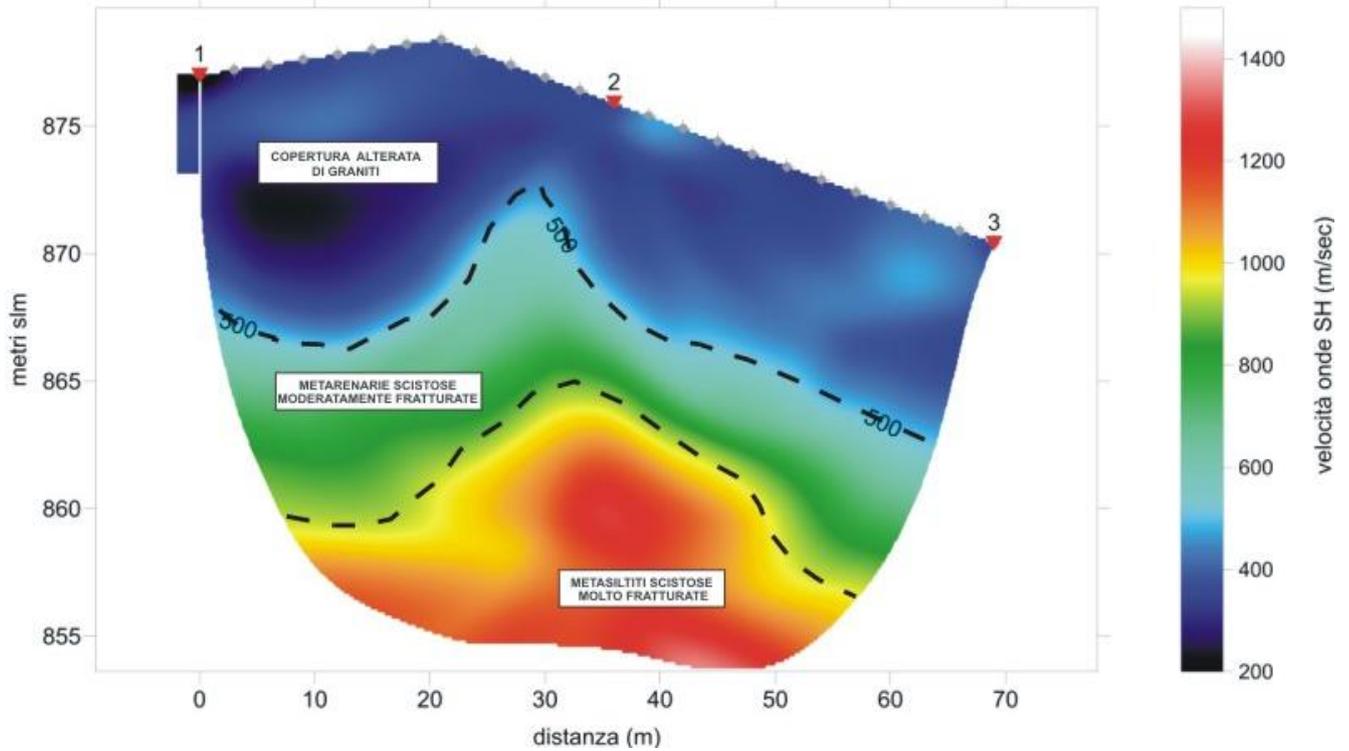


Fig. 17: prospezione tomografica sismica LSR2 in onda SH e sua interpretazione

2.5.3 LSR3 progressiva progetto Km 1+450/1+560 in onda P ed onda SH



Fig. 18: Ubicazione stendimento sismico LSR3

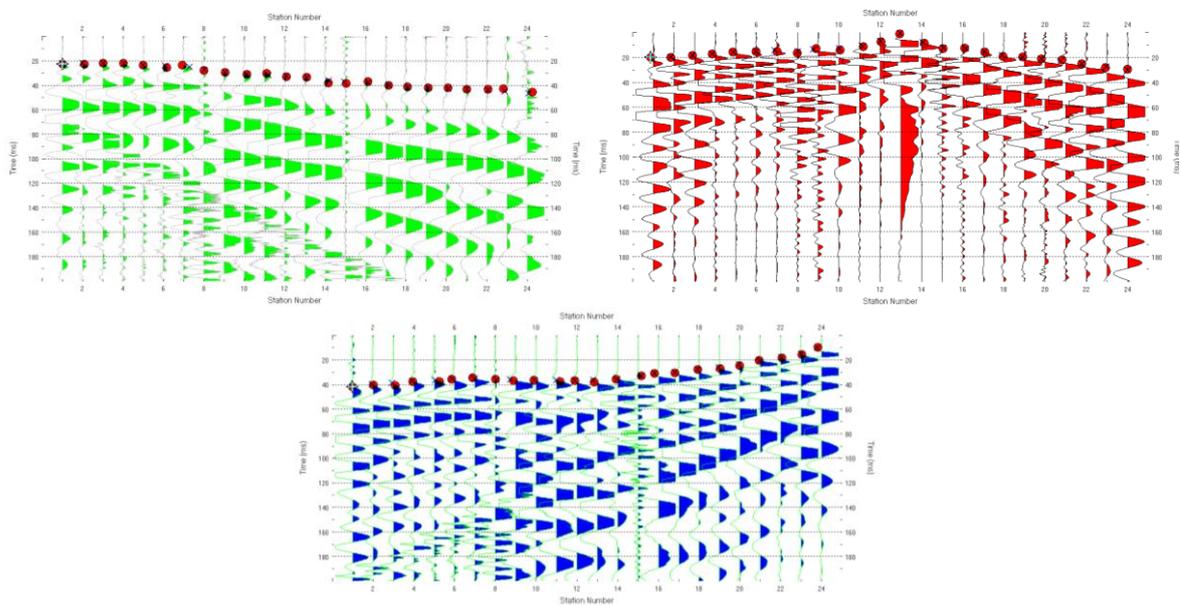


Fig. 19: Acquisizioni stendimento LSR3 - Elaborazione in onda P

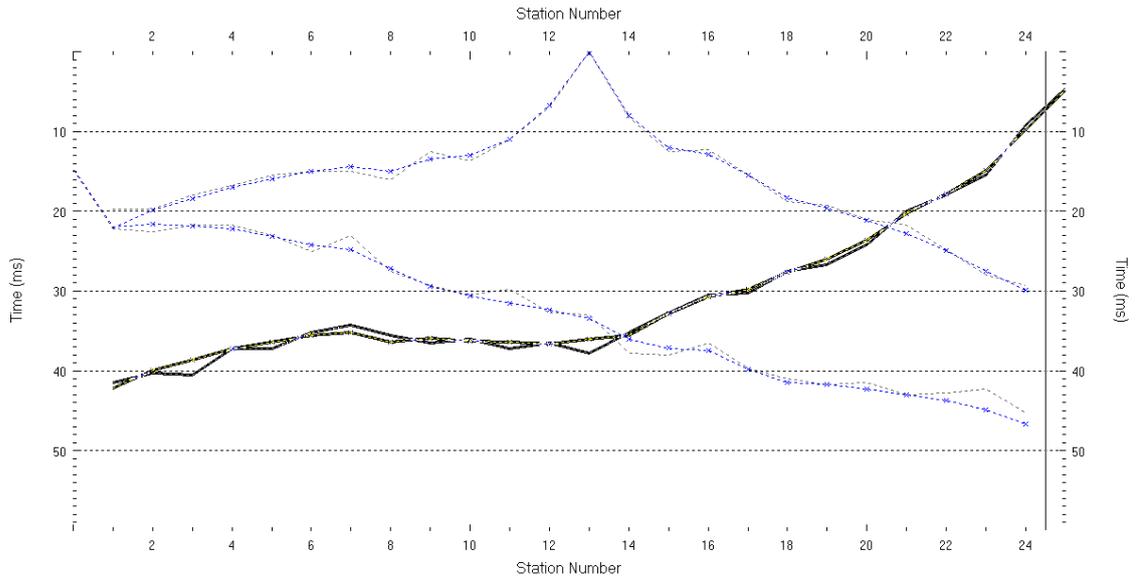


Fig. 20: Dromocrone stendimento sismico LSR3 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

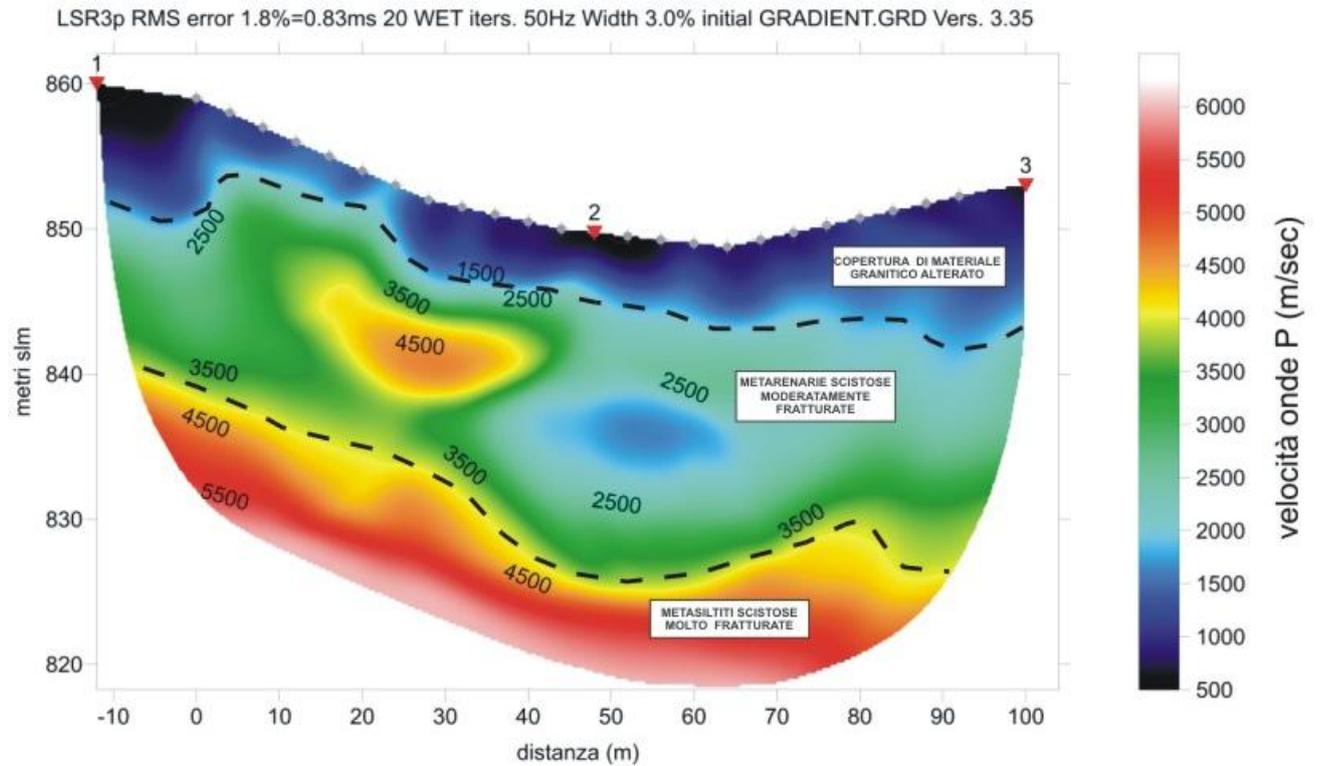
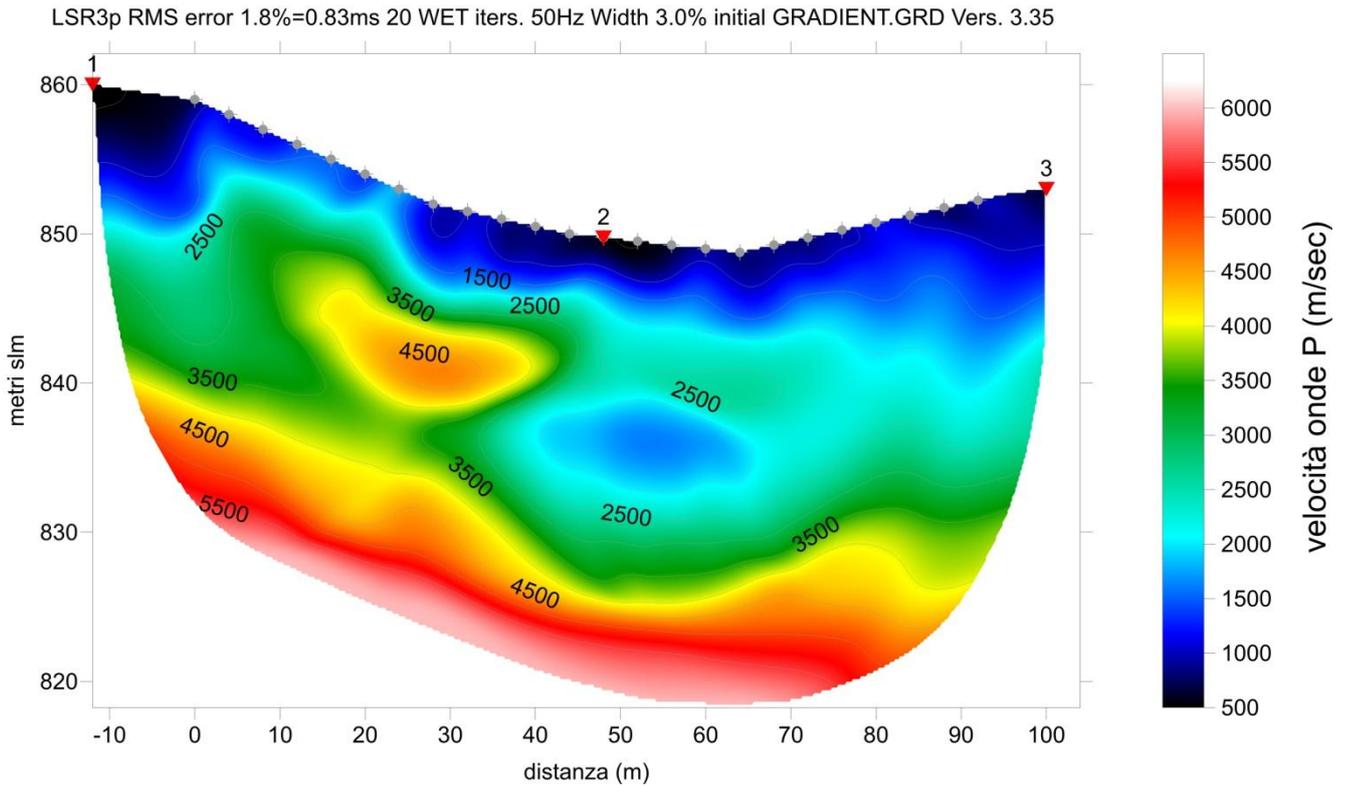


Fig. 21 e 22 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

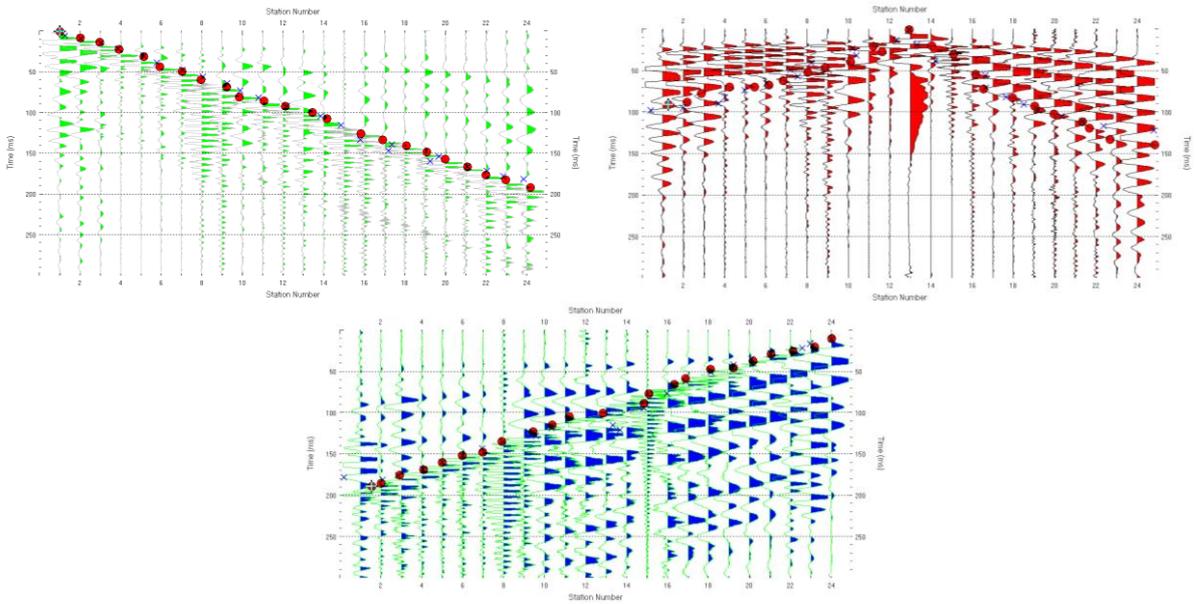


Fig. 23: Acquisizioni stendimento LSR3 - Elaborazione in onda SH

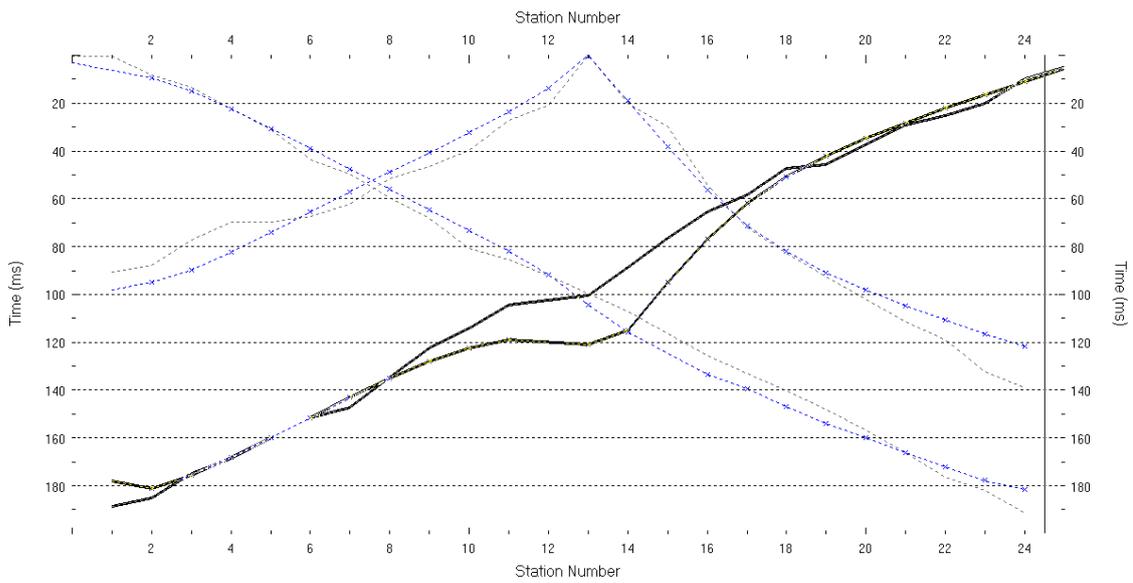
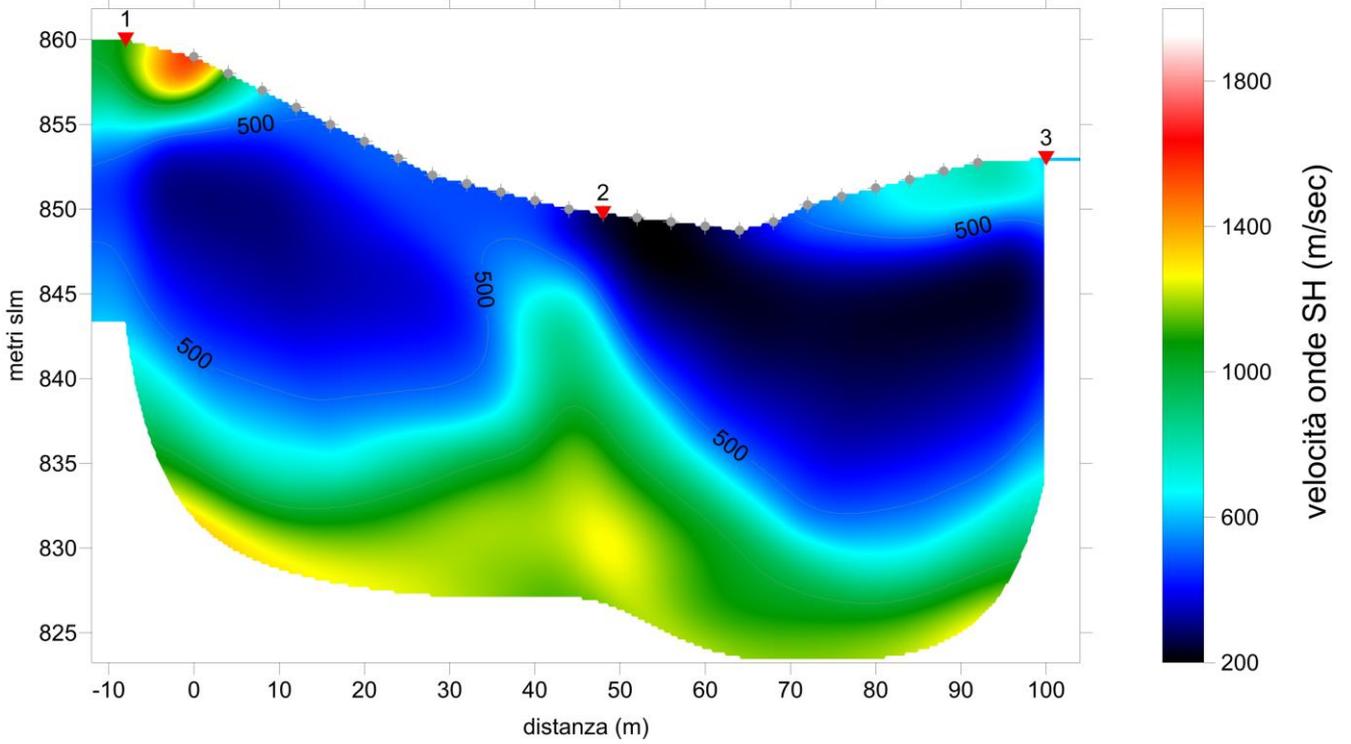


Fig. 24: Dromocrone stendimento sismico LSR3 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

LSR3s RMS error 4.0%=7.61ms 20 WET iters. 50Hz Width 16.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR3s RMS error 4.0%=7.61ms 20 WET iters. 50Hz Width 16.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

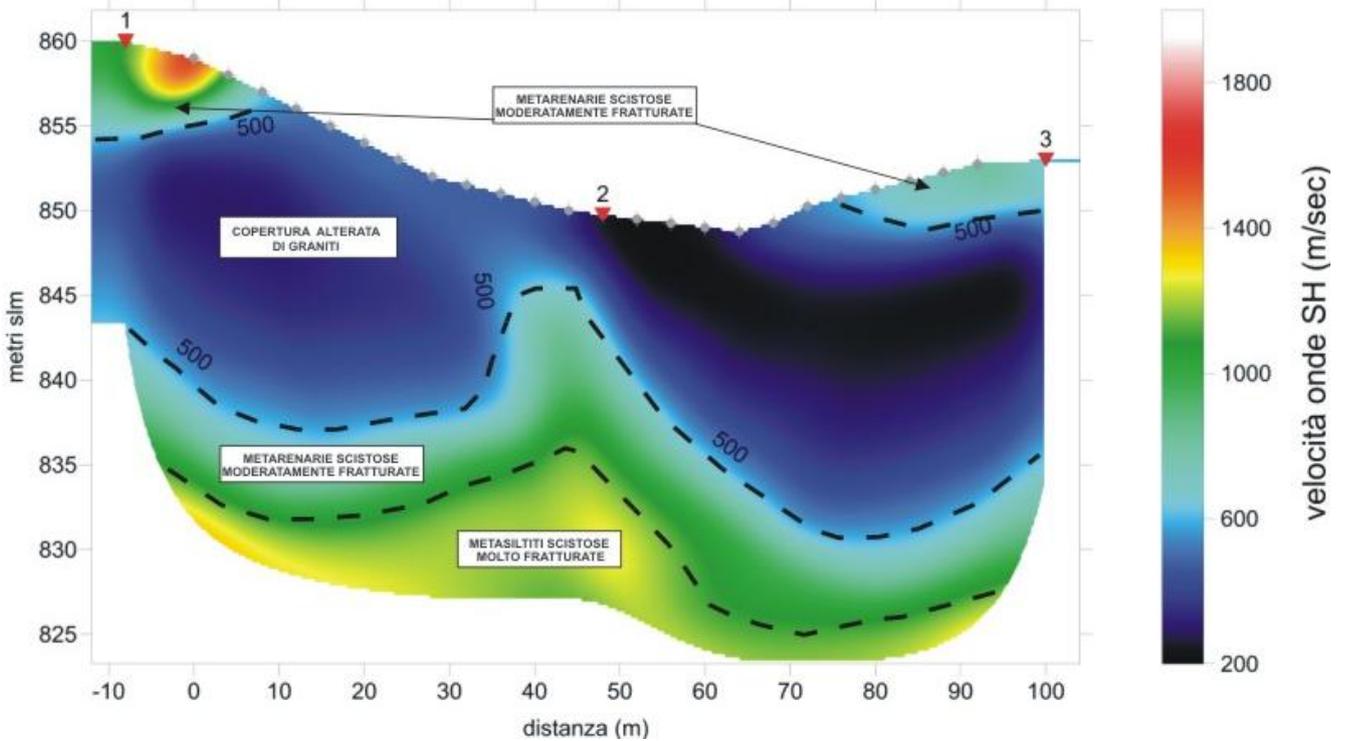


Fig. 25: prospezione tomografica sismica LSR3 in onda SH e sua interpretazione

2.5.4 LSR4 progressiva progetto Km 1+705/1+760 in onda P ed onda SH

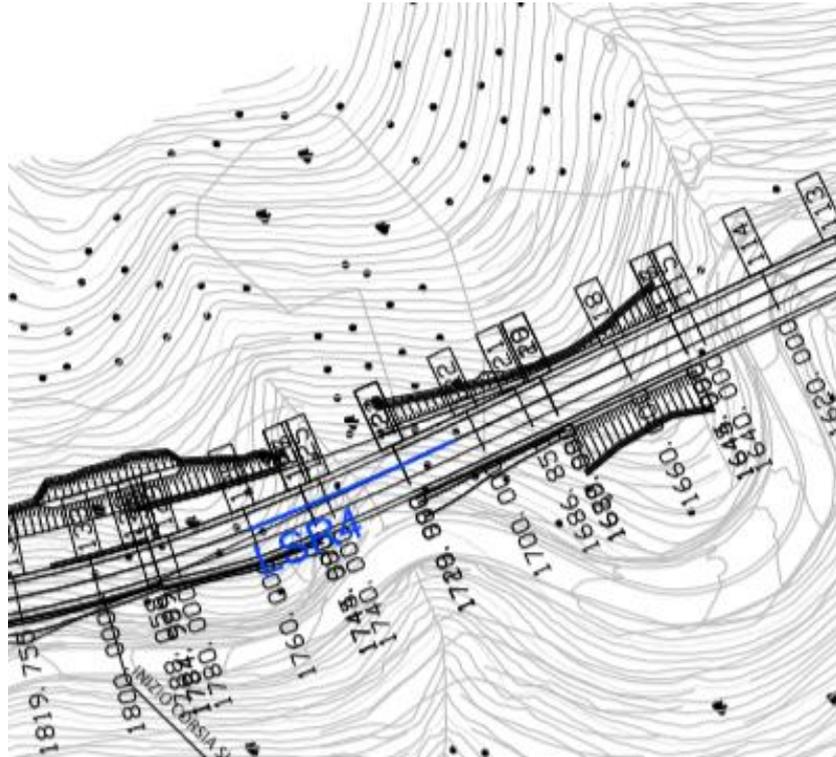


Fig. 26: Ubicazione stendimento sismico LSR4

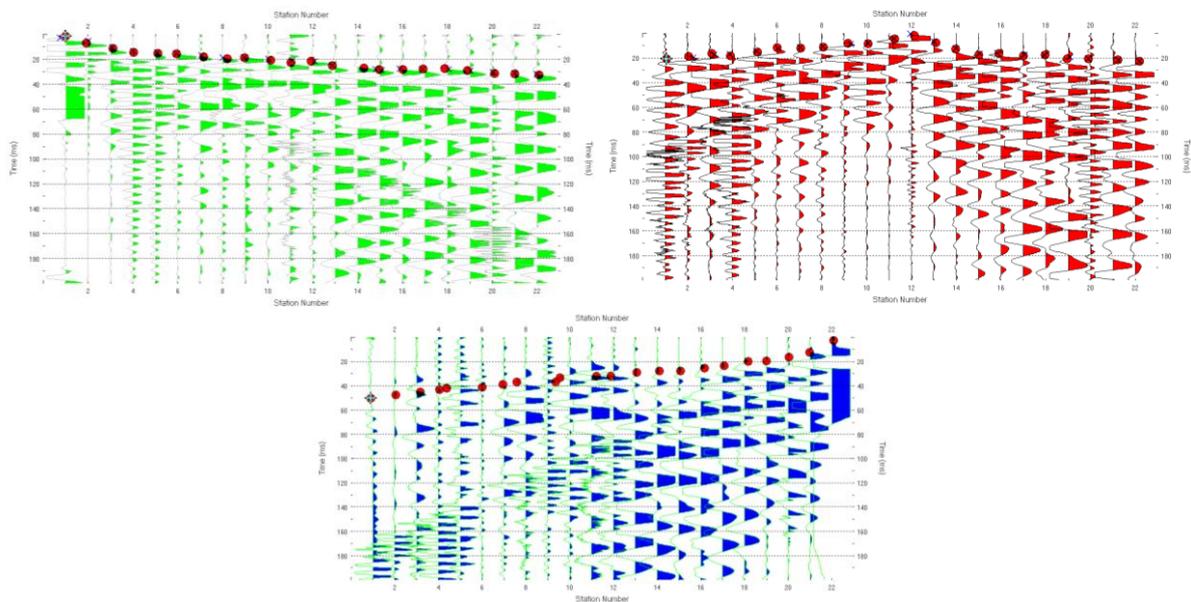


Fig. 27: Acquisizioni stendimento LSR4 - Elaborazione in onda P

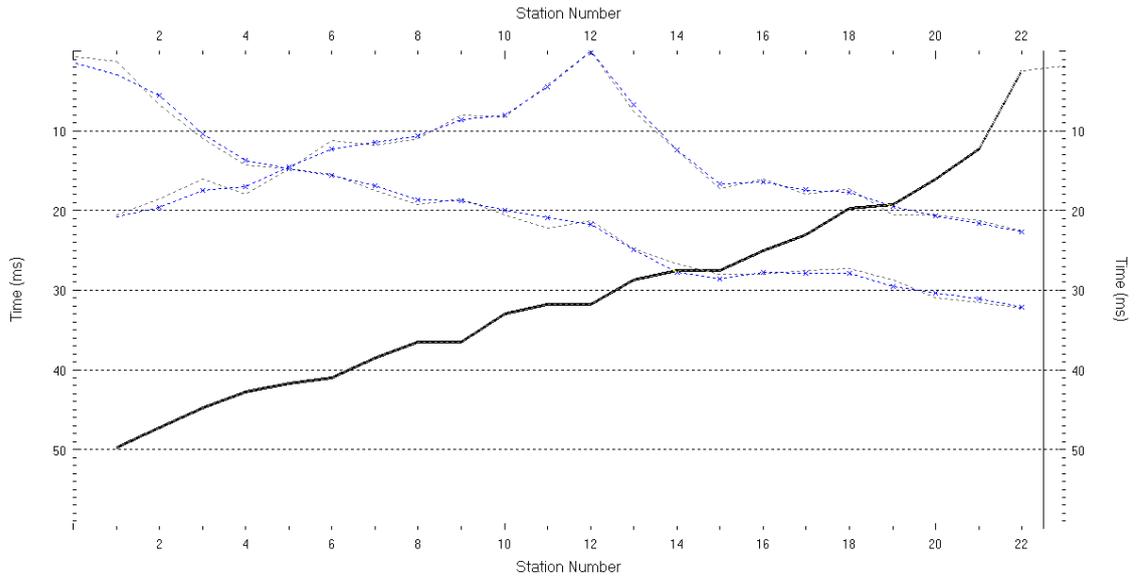
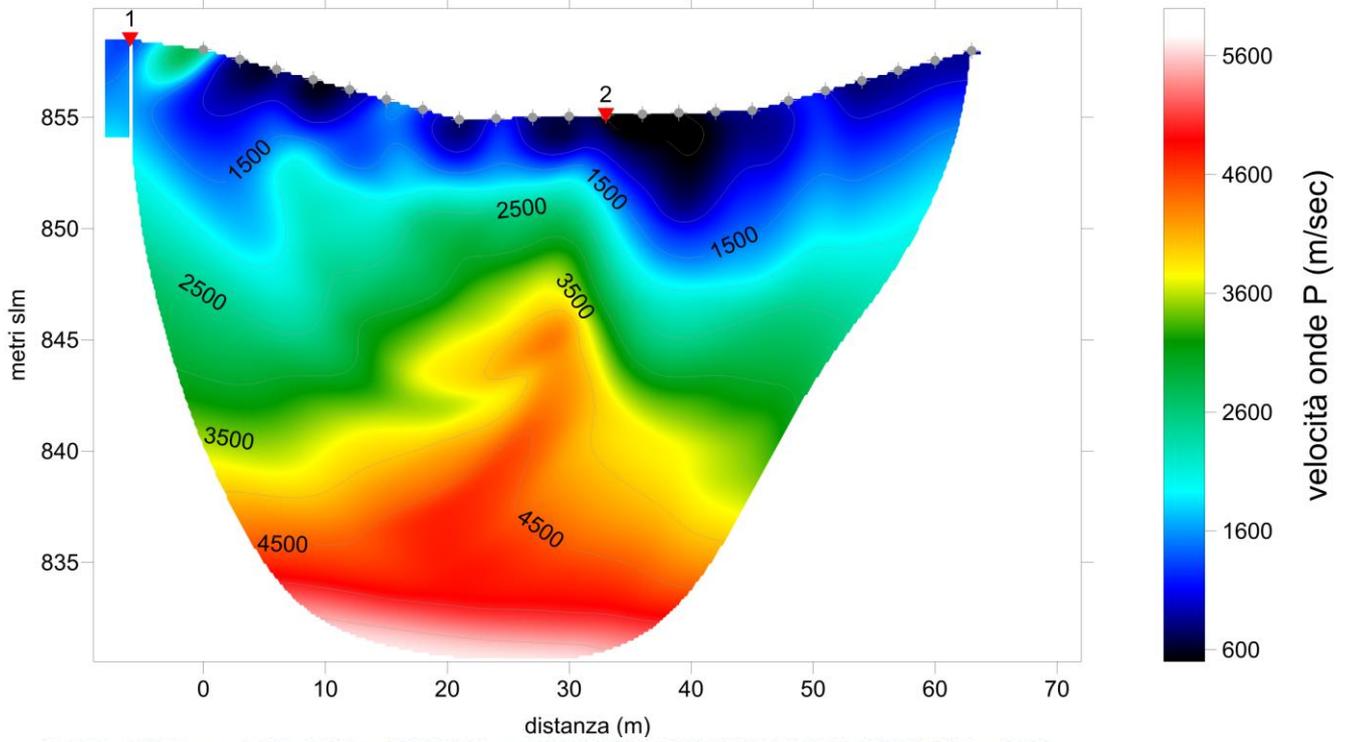


Fig. 28: Dromocrone stendimento sismico LSR4 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR4p RMS error 2.2%=0.72ms 20 WET iters. 50Hz Width 2.5% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR4p RMS error 2.2%=0.72ms 20 WET iters. 50Hz Width 2.5% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

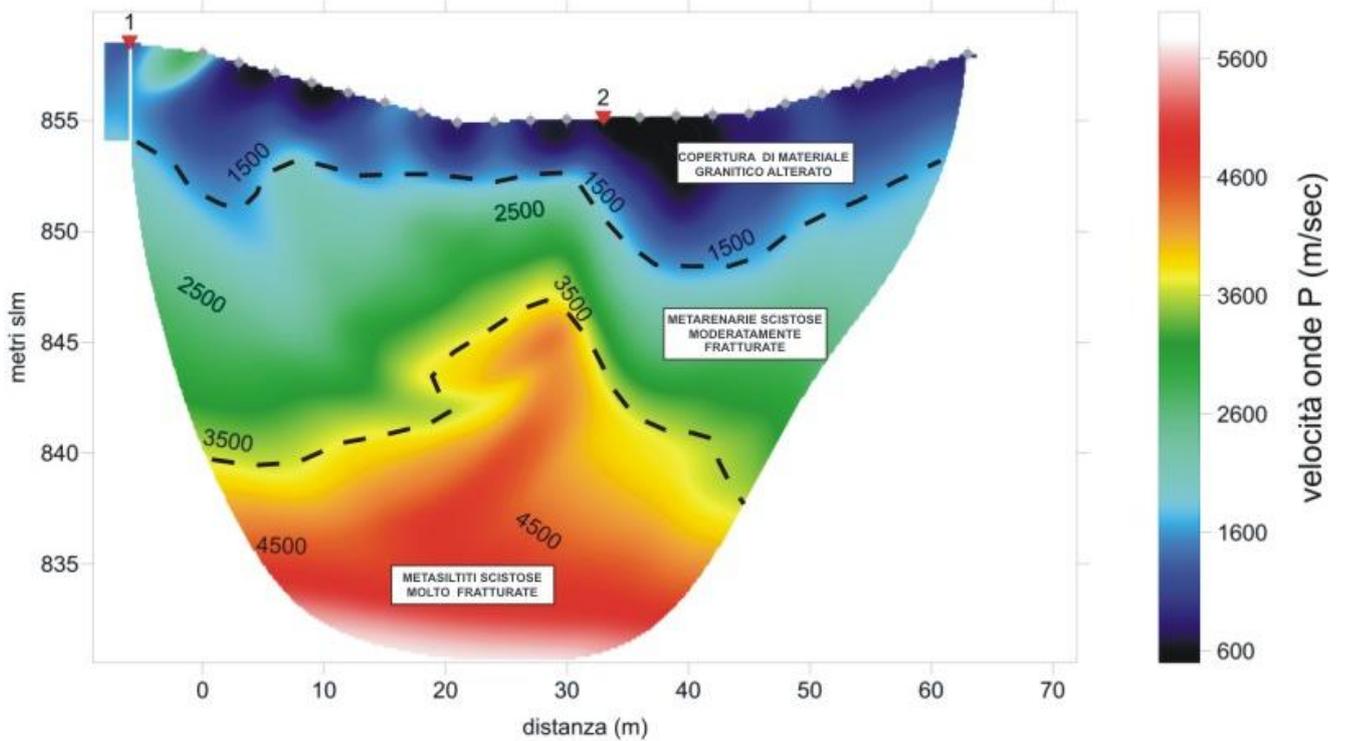


Fig. 29 e 30 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

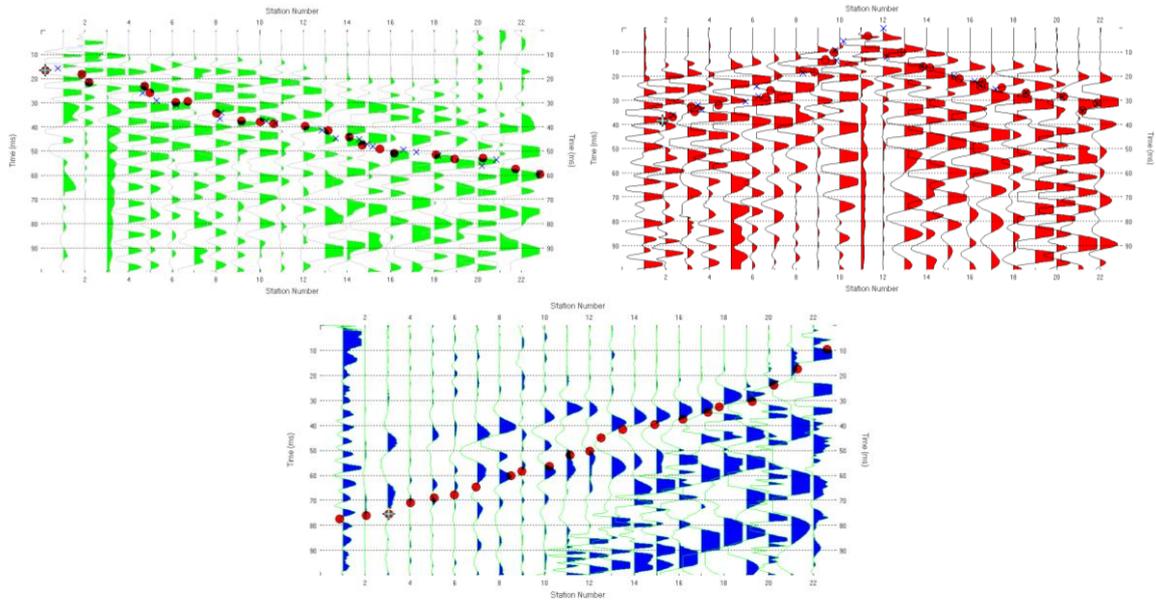


Fig. 31: Acquisizioni stendimento LSR4 - Elaborazione in onda SH

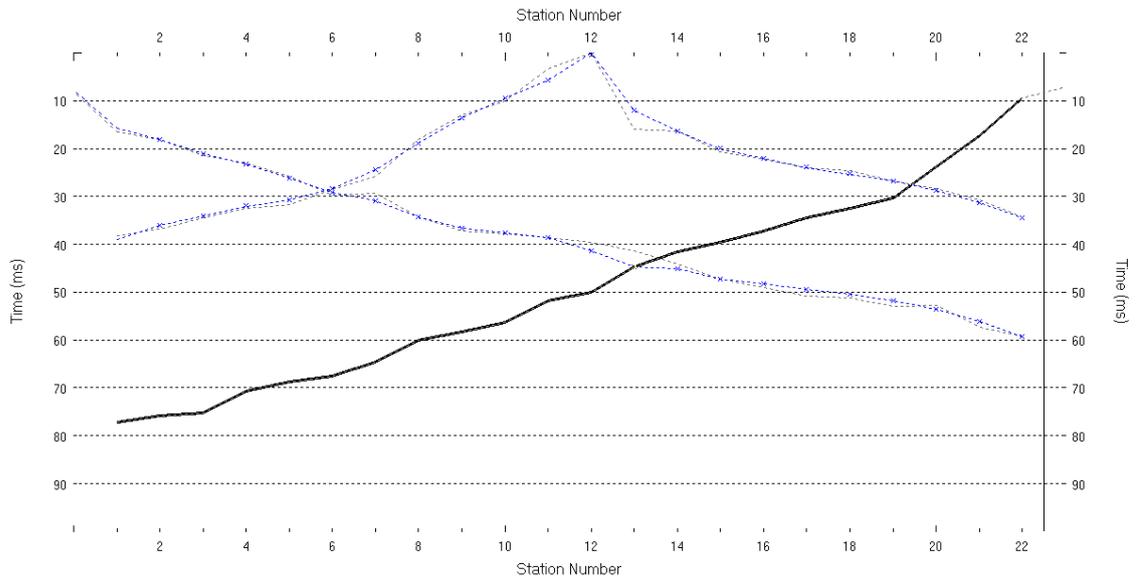
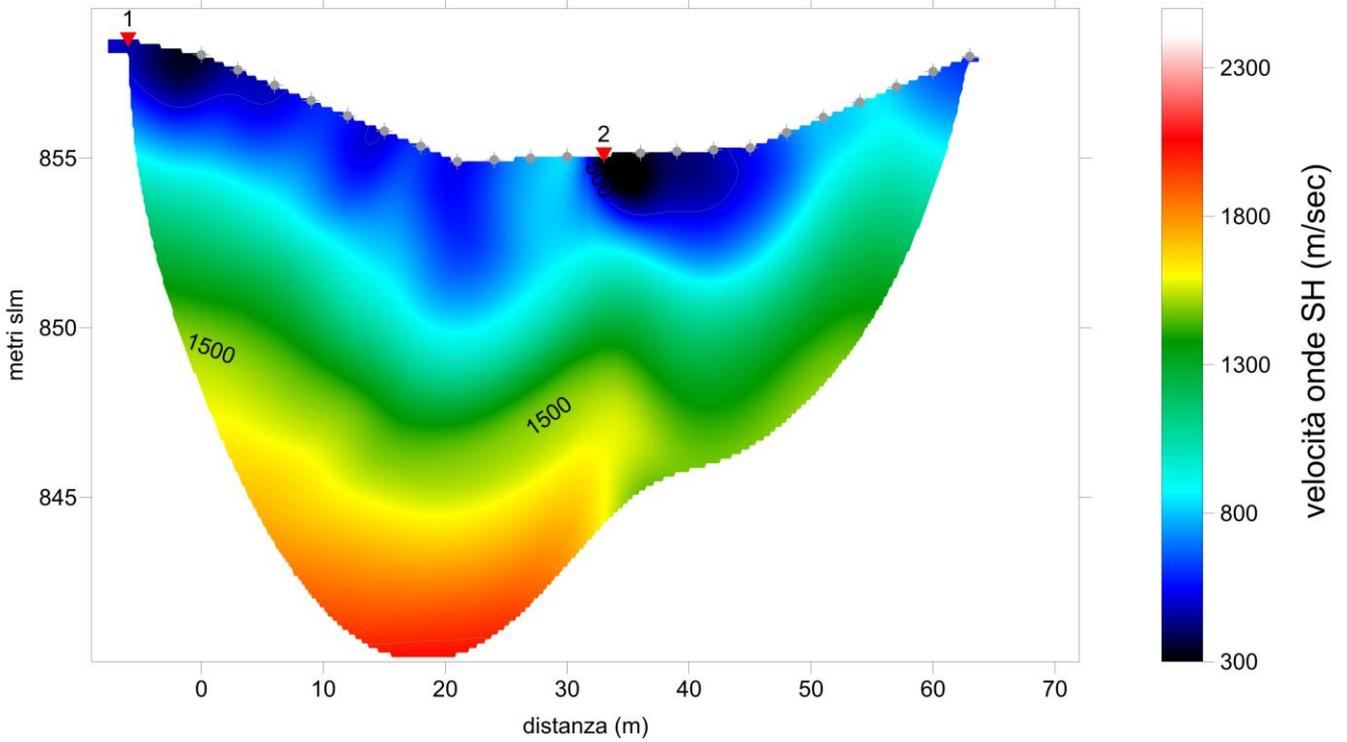


Fig. 32: Dromocrone stendimento sismico LSR4 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

LRS4s RMS error 3.1%=1.83ms 20 WET iters. 50Hz Width 7.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LRS4s RMS error 3.1%=1.83ms 20 WET iters. 50Hz Width 7.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

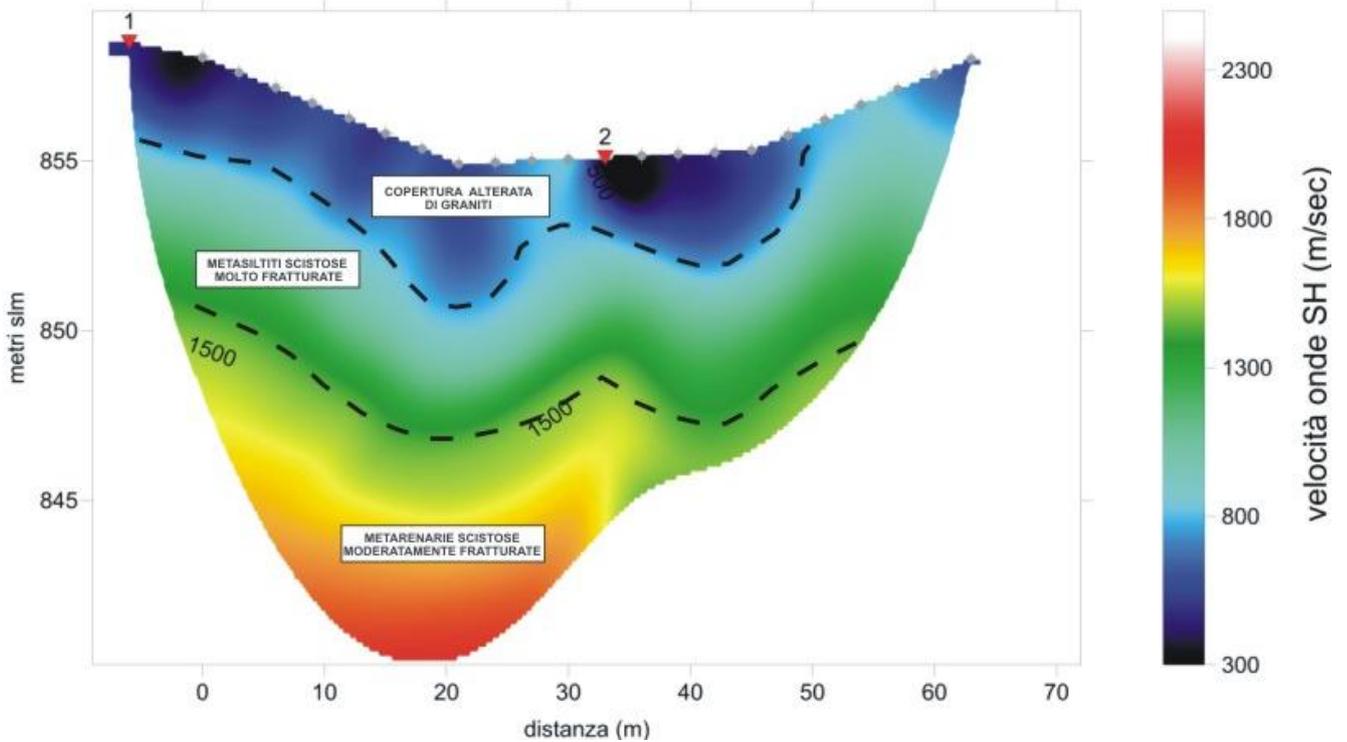


Fig. 33: prospezione tomografica sismica LSR4 in onda SH e sua interpretazione

2.5.5 LSR5 progressiva progetto Km 1+895/1+950 in onda P ed onda SH

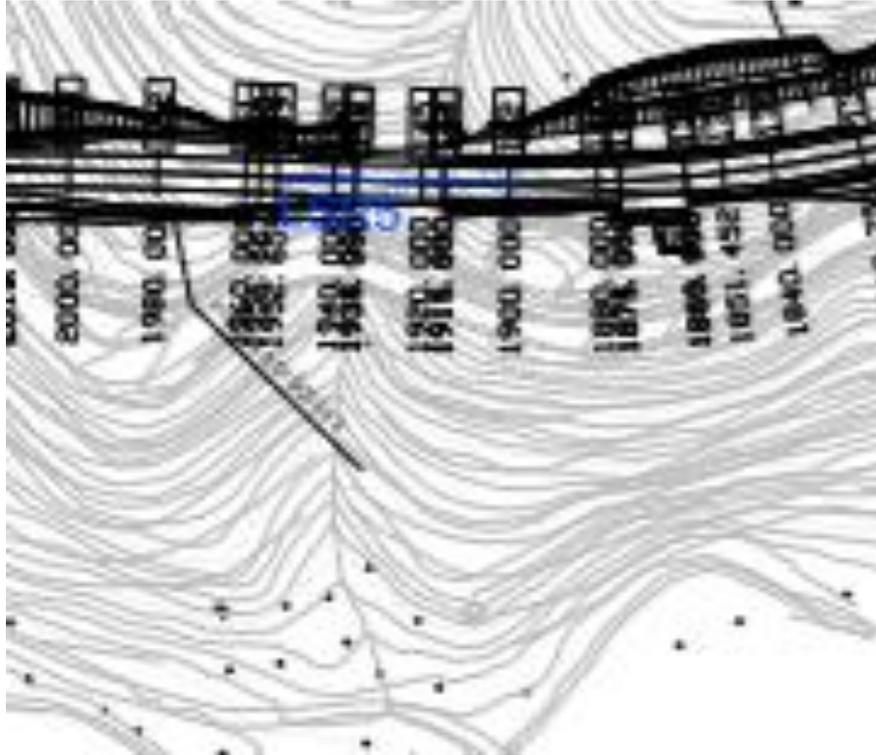


Fig. 34: Ubicazione stendimento sismico LSR5

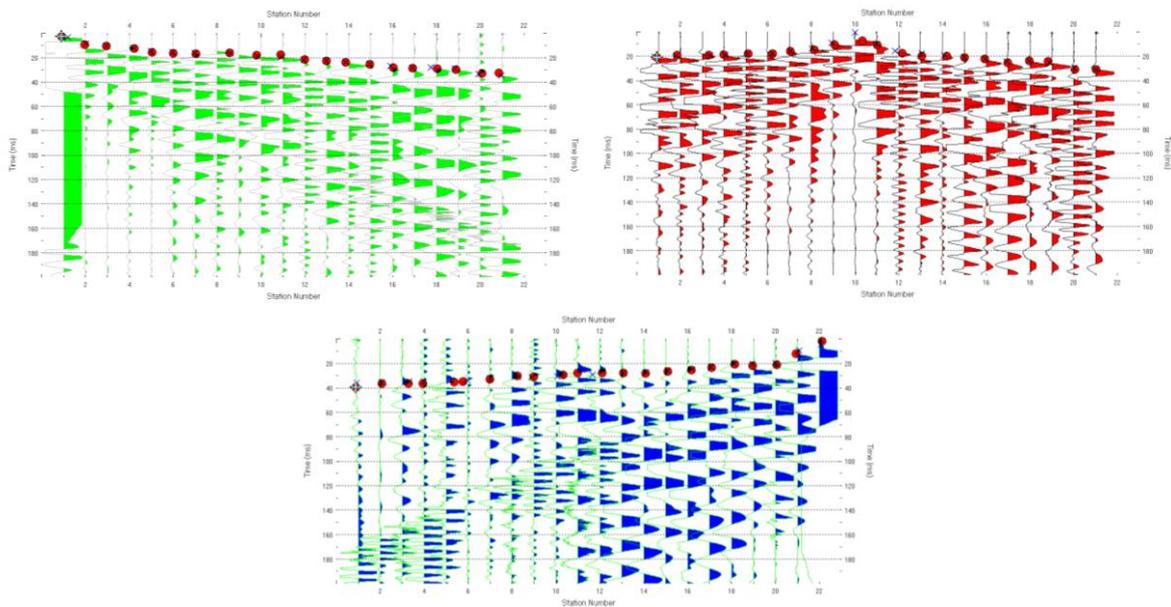


Fig. 35: Acquisizioni stendimento LSR5 - Elaborazione in onda P

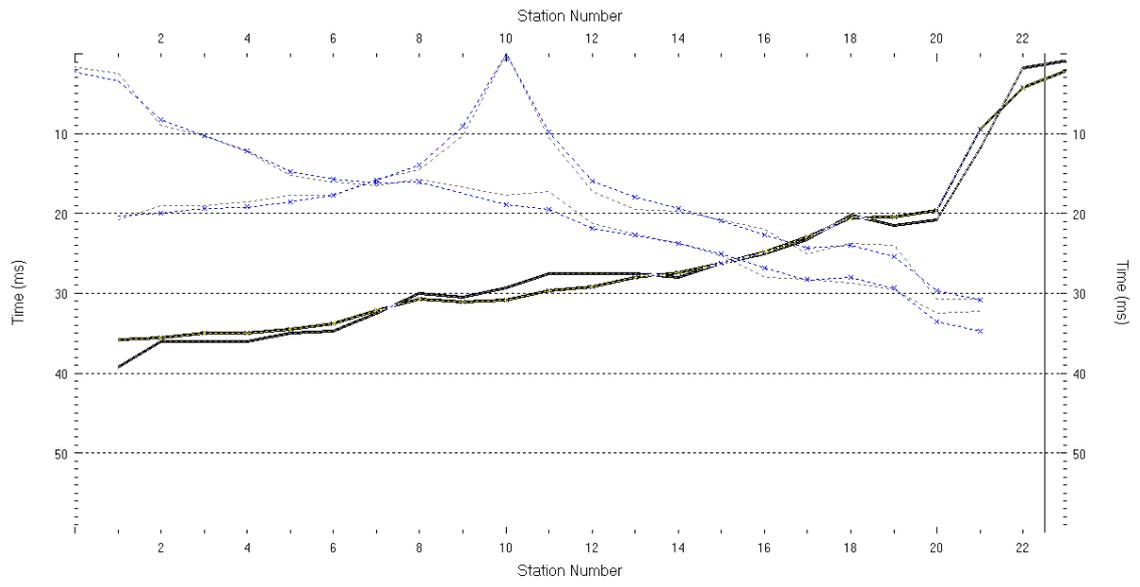
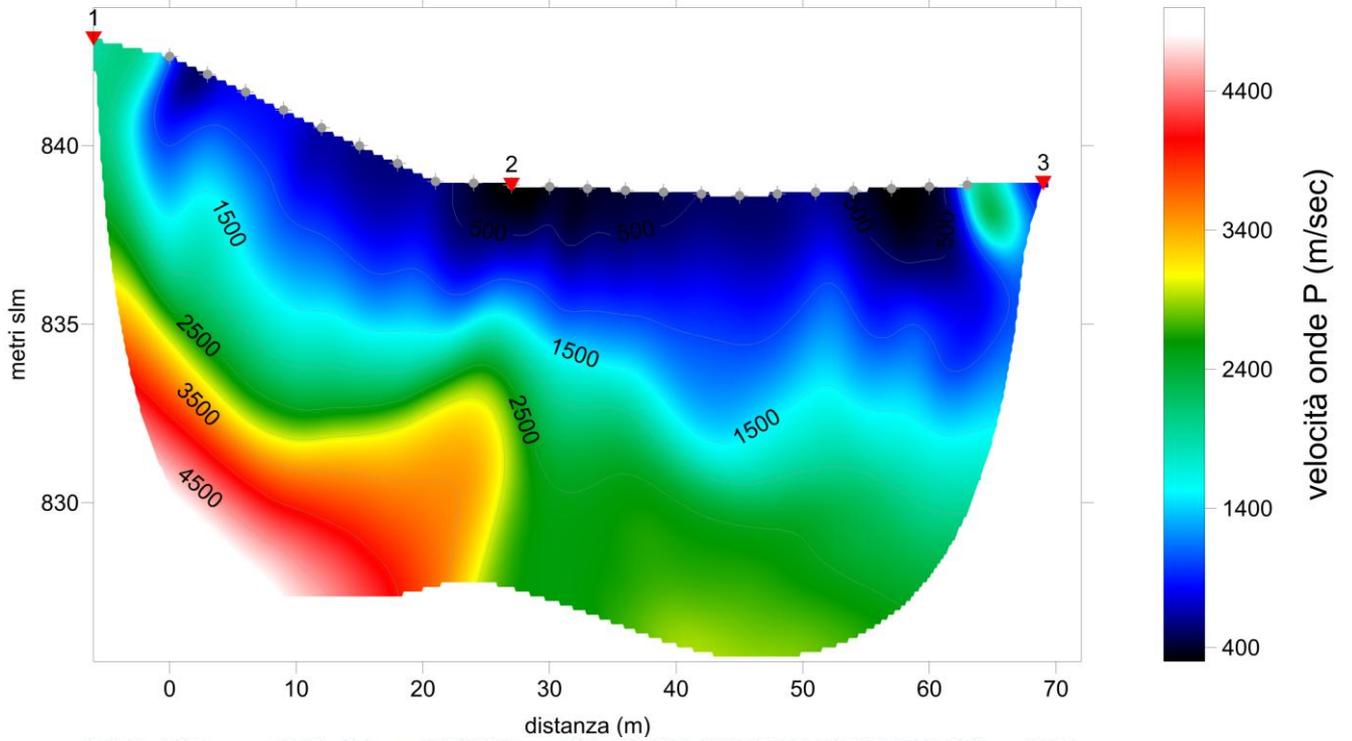


Fig. 36: Dromocrone stendimento sismico LSR5 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR5p RMS error 3.5%=1.36ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR5p RMS error 3.5%=1.36ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

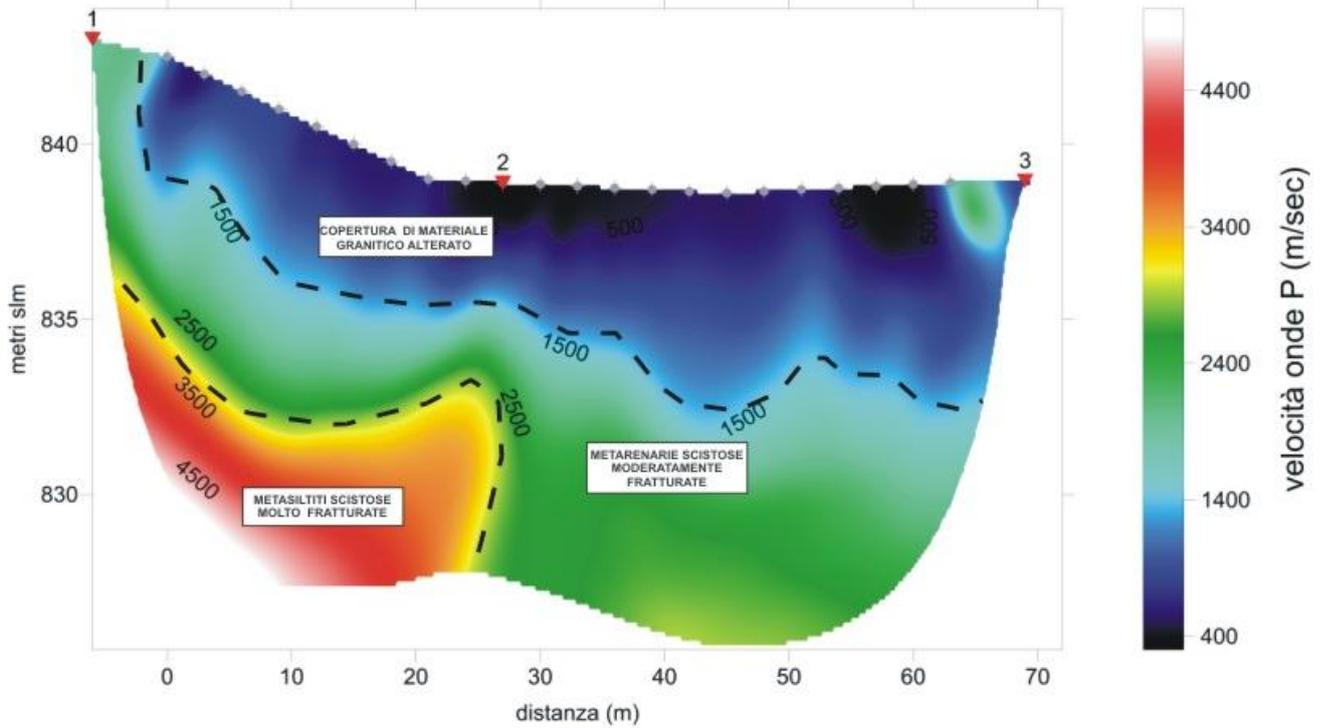


Fig. 37 e 38 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

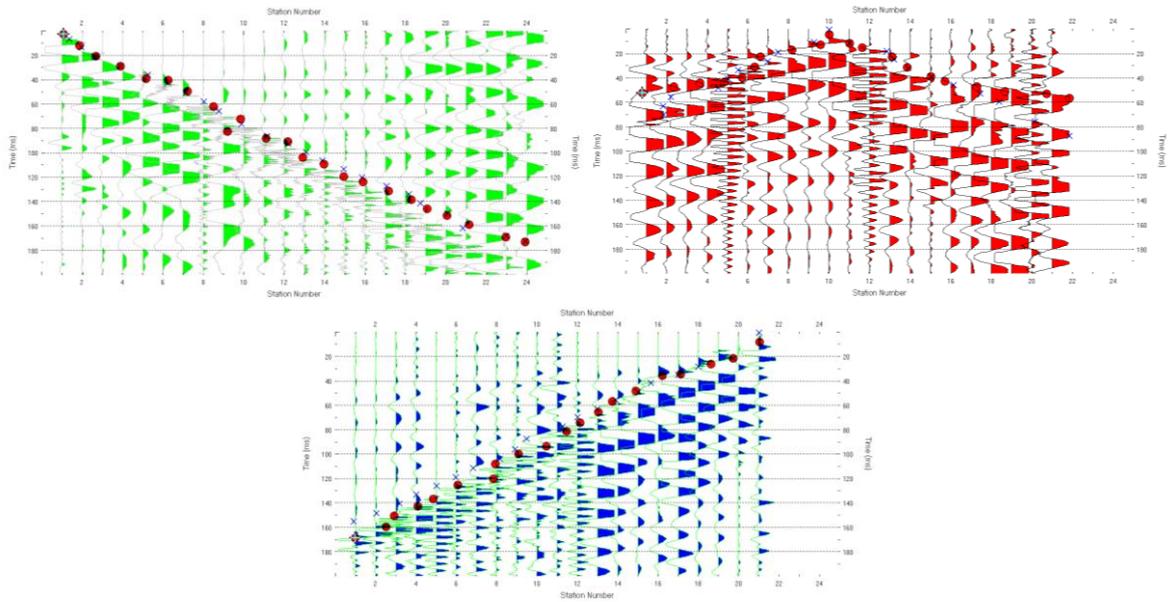


Fig. 39: Acquisizioni stendimento LSR5 - Elaborazione in onda SH

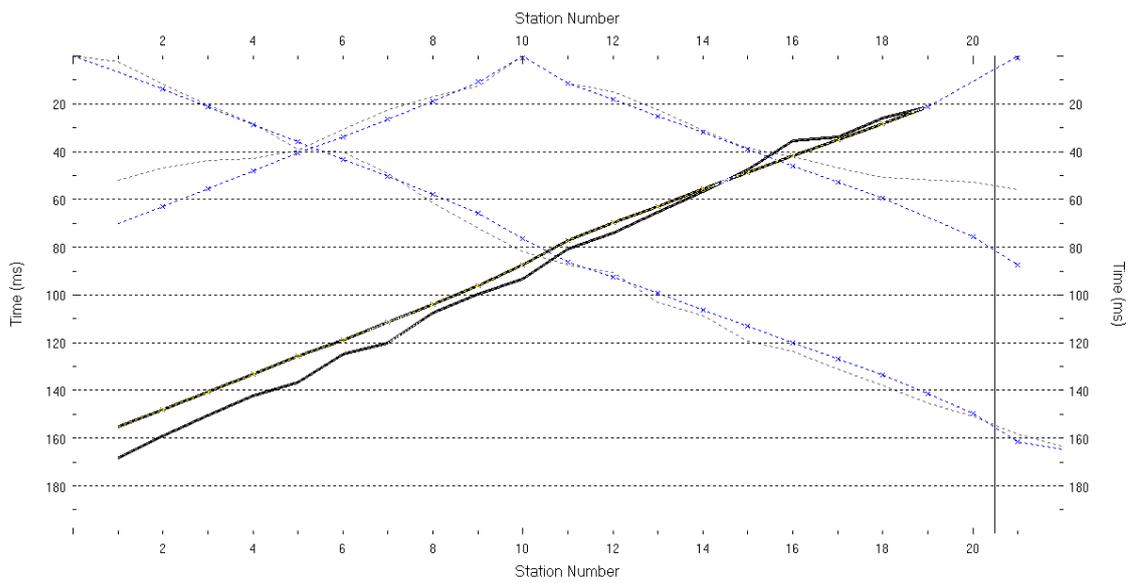
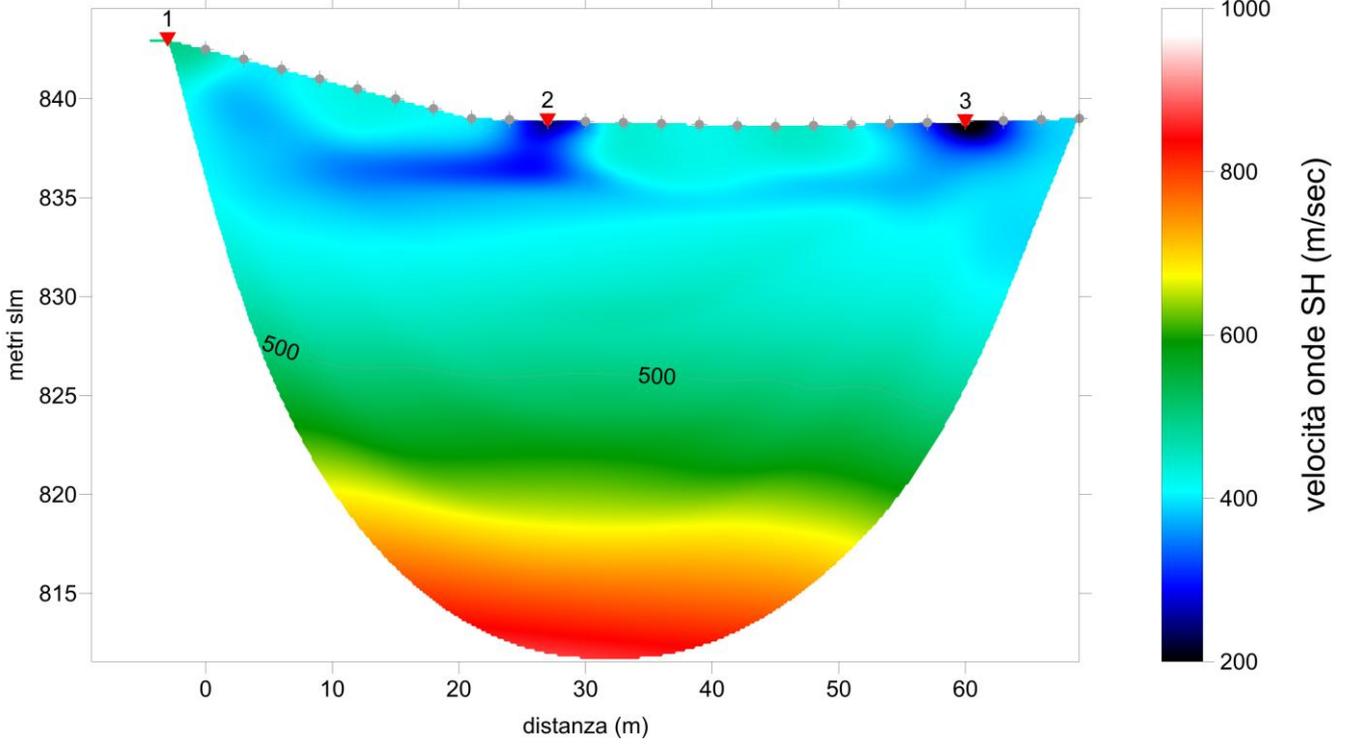


Fig. 40: Dromocrone stendimento sismico LSR5 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

LSR5s RMS error 4.4%=7.57ms 20 WET iters. 50Hz Width 15.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR5s RMS error 4.4%=7.57ms 20 WET iters. 50Hz Width 15.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

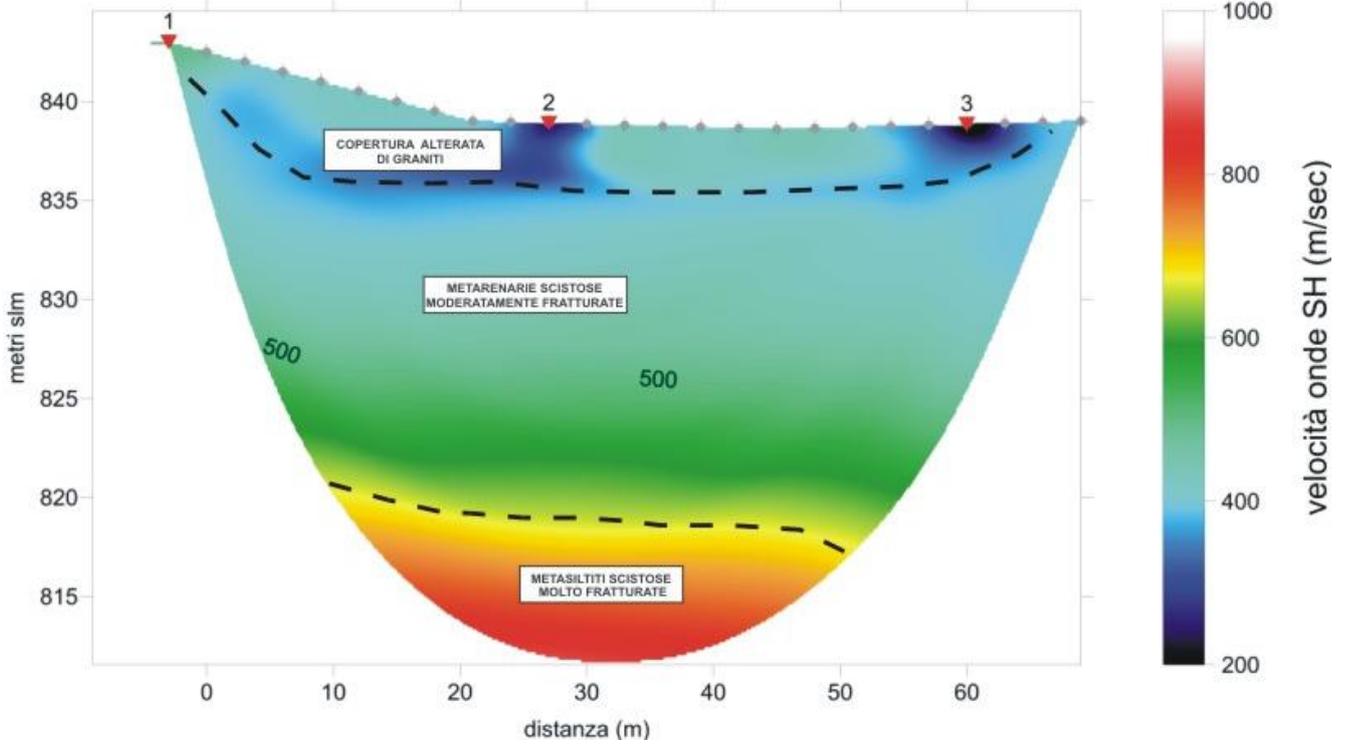


Fig. 41: prospezione tomografica sismica LSR5 in onda SH e sua interpretazione

2.5.6 LSR6 progressiva progetto Km 2+040/2+150 in onda P ed onda SH

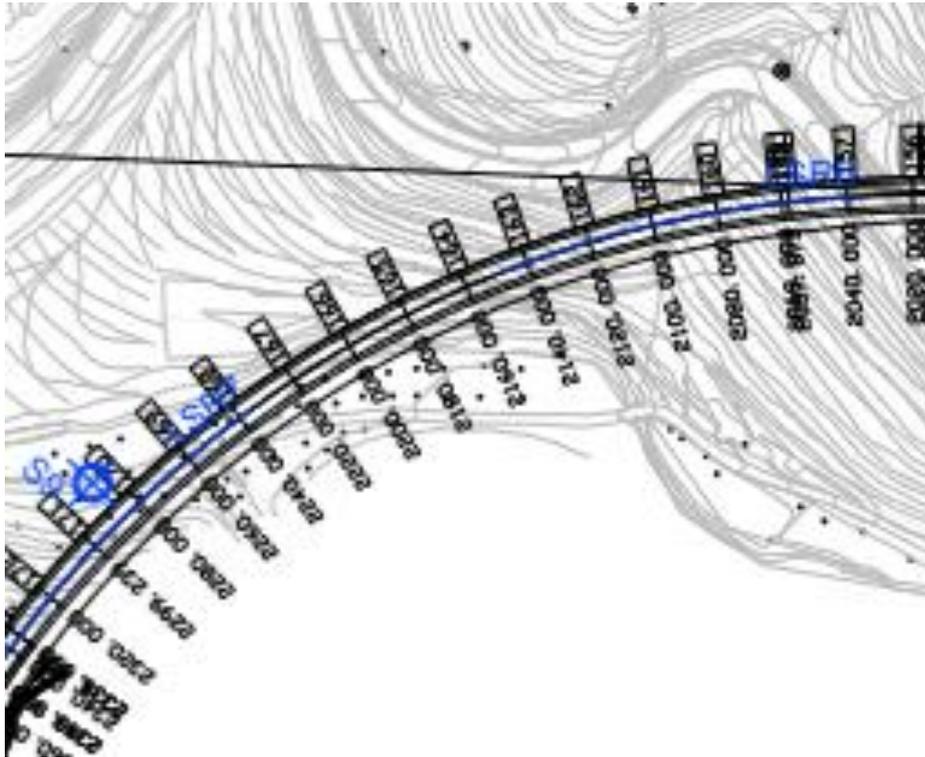


Fig. 42: Ubicazione stendimento sismico LSR6

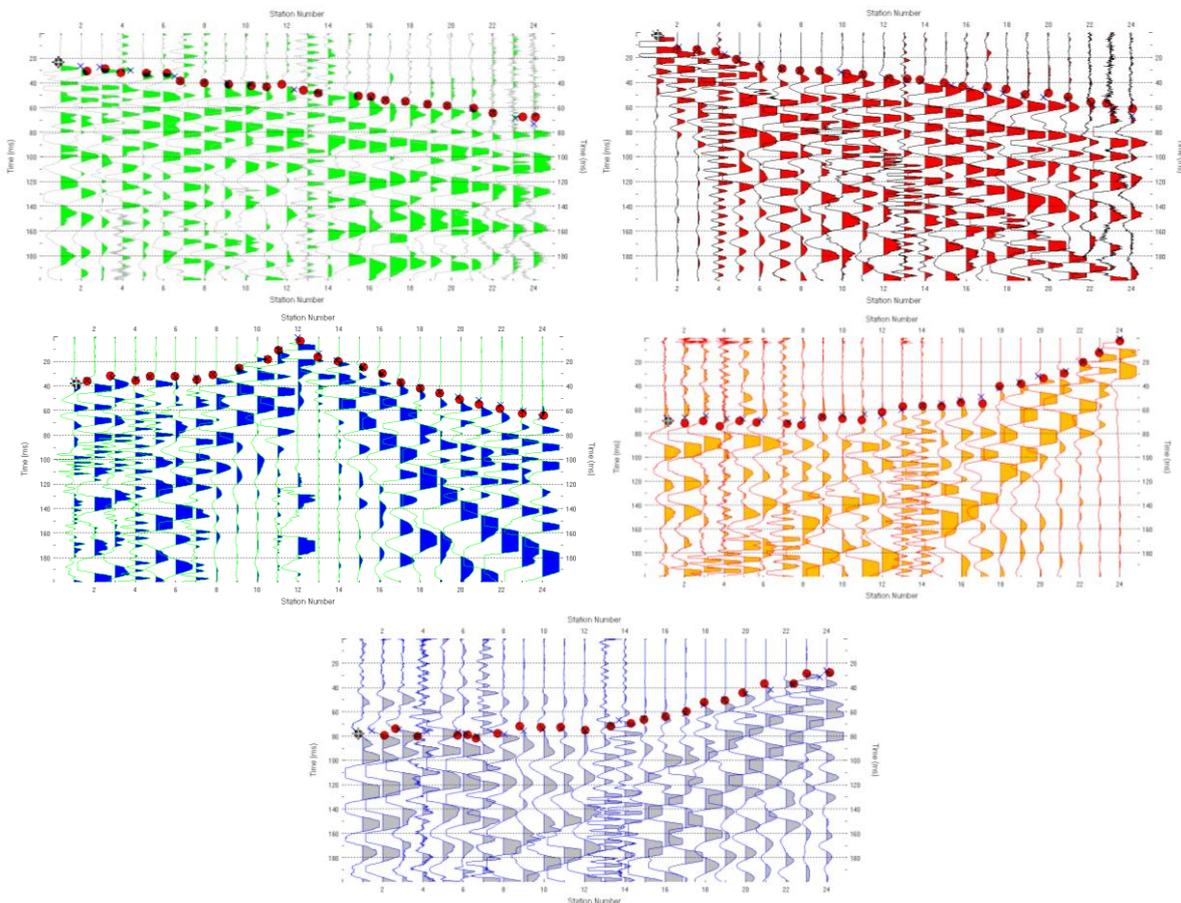


Fig. 43: Acquisizioni stendimento LSR6 - Elaborazione in onda P

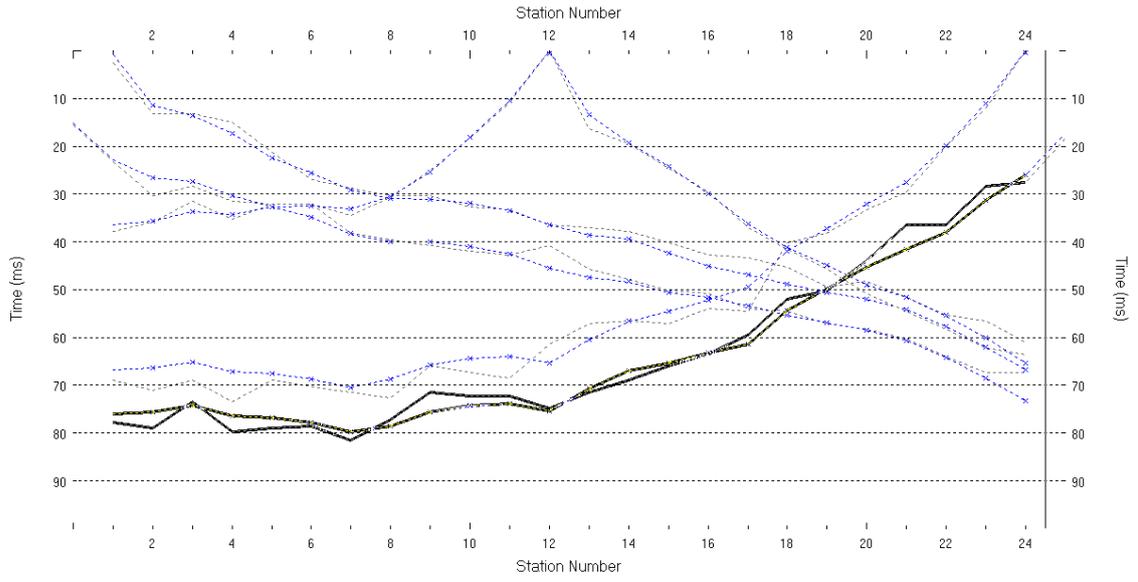
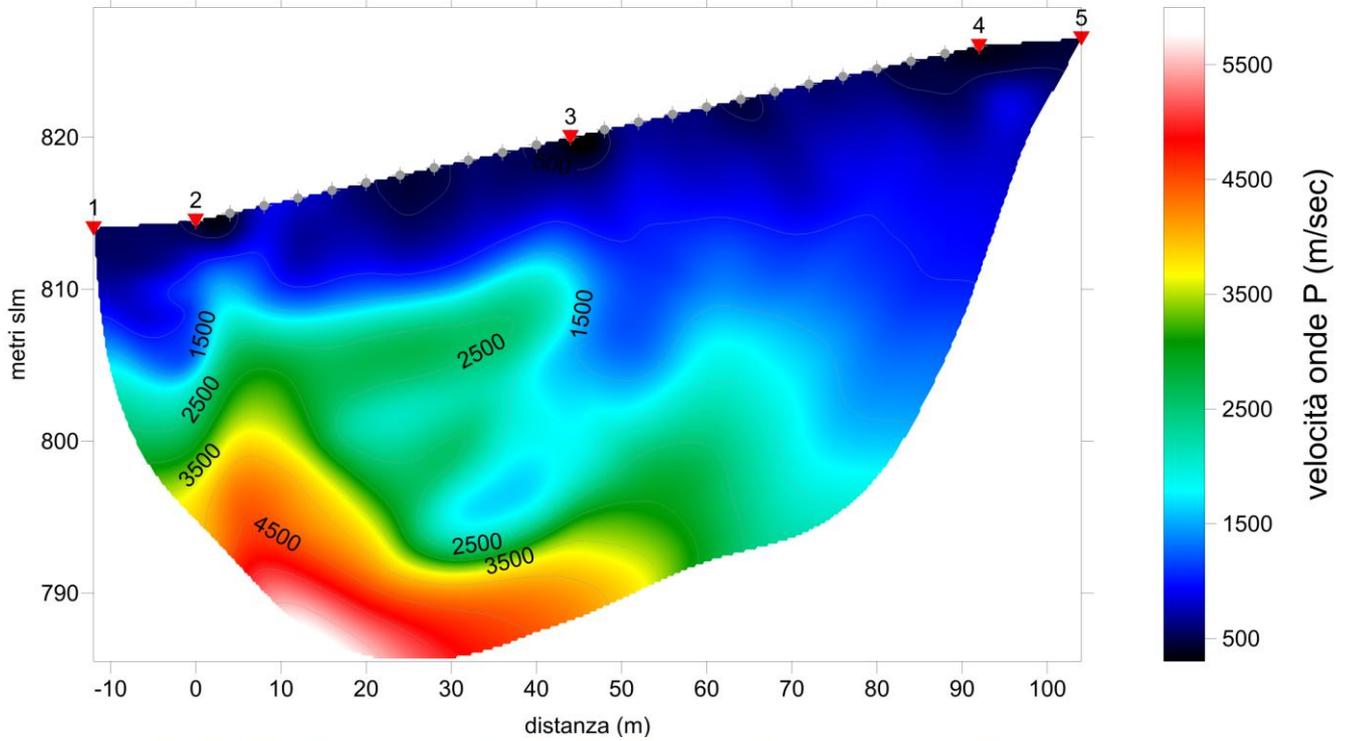


Fig. 44: Dromocrone stendimento sismico LSR6 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR6p RMS error 2.8%=2.27ms 20 WET iters. 50Hz Width 4.5% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR6p RMS error 2.8%=2.27ms 20 WET iters. 50Hz Width 4.5% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

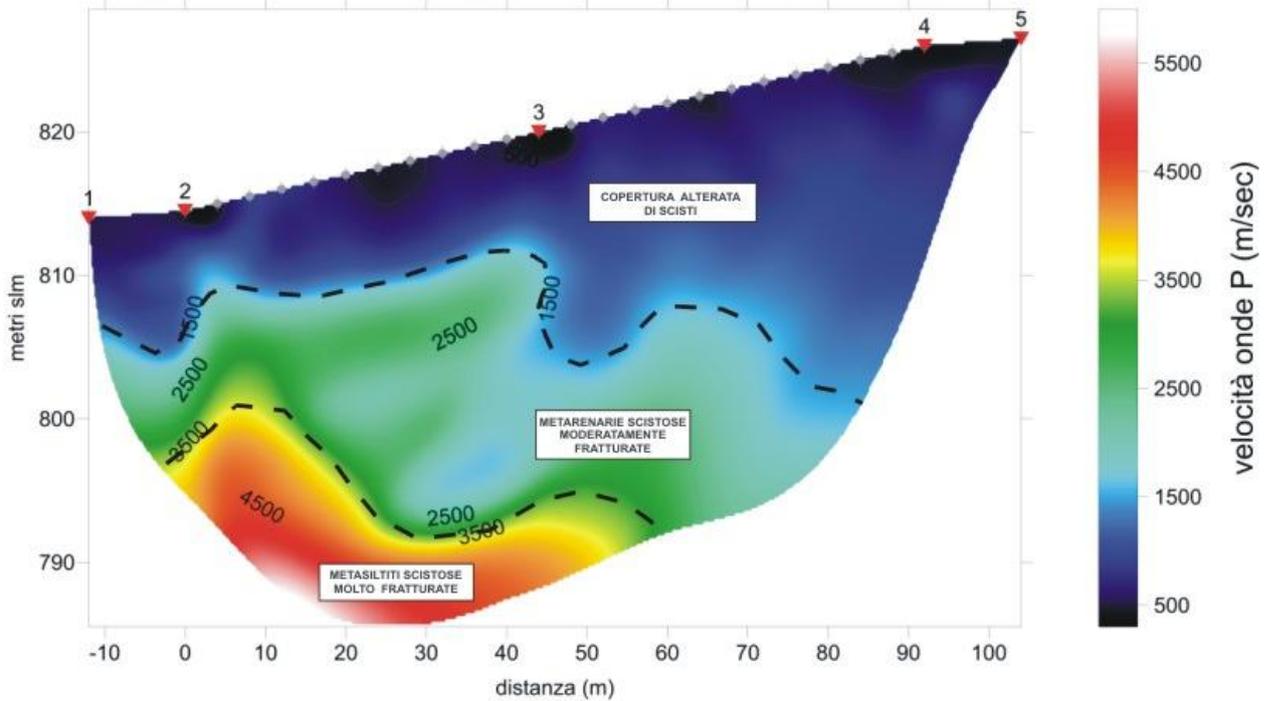


Fig. 45 e 46 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

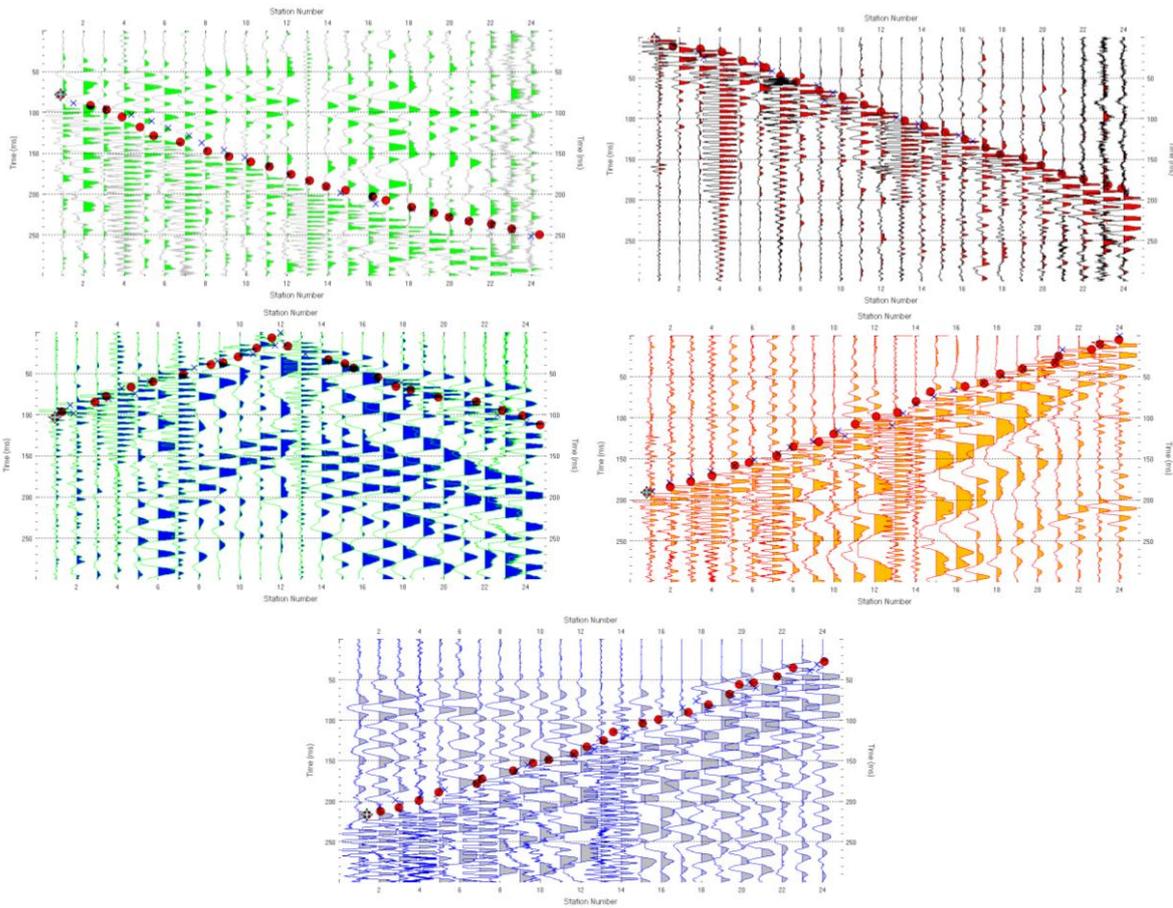


Fig. 47: Acquisizioni stendimento LSR6 - Elaborazione in onda SH

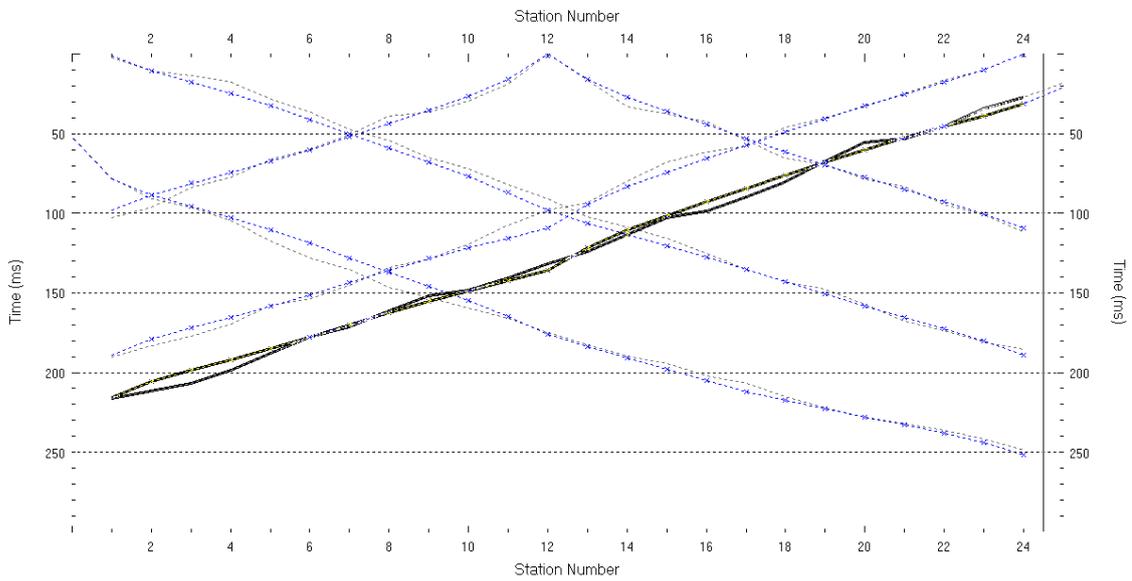


Fig. 48: Dromocrone stendimento sismico LSR6 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

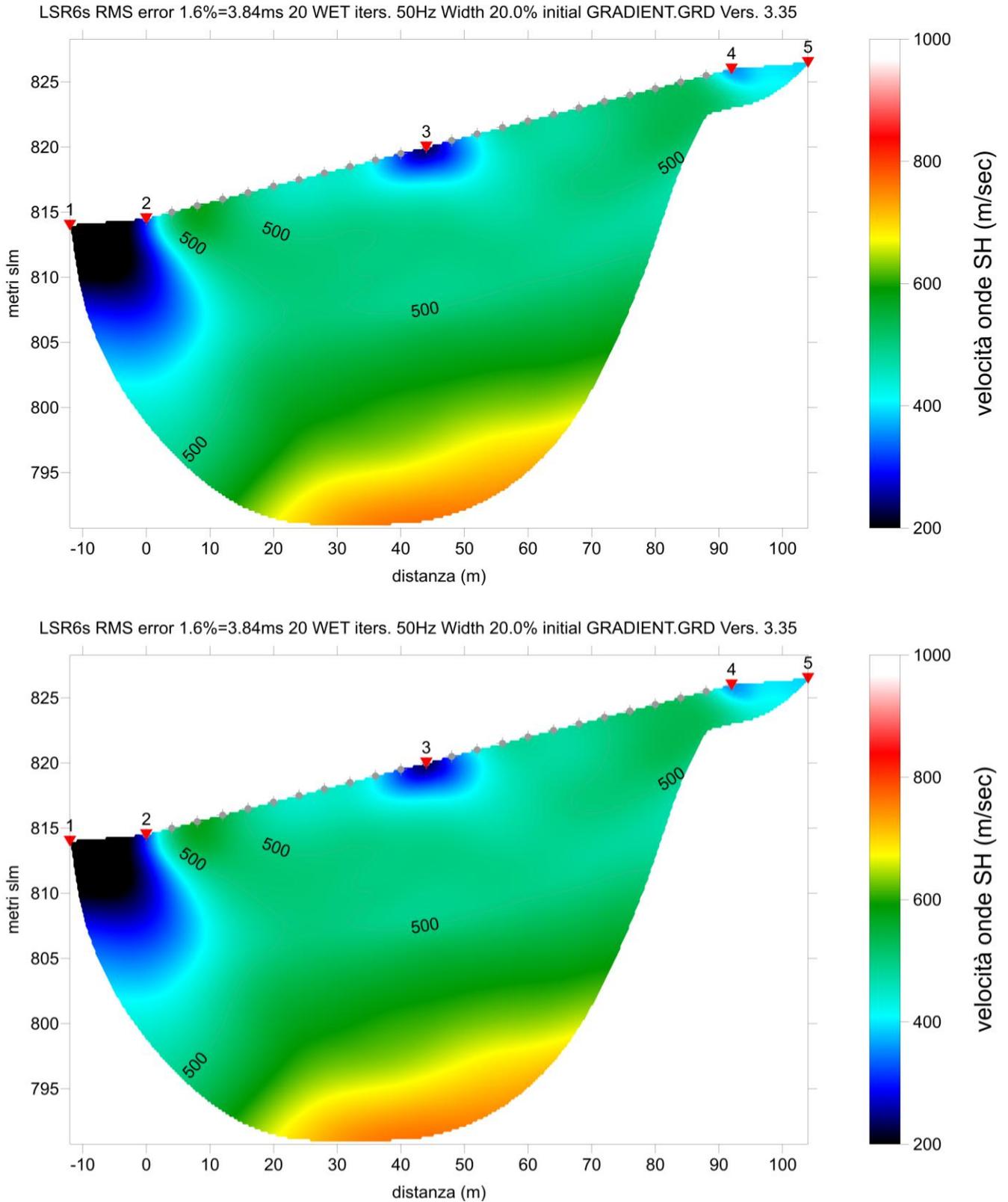


Fig. 49: prospezione tomografica sismica LSR6 in onda SH e sua interpretazione

2.5.7 LSR7 progressiva progetto Km 2+235/2+345 in onda P ed onda SH

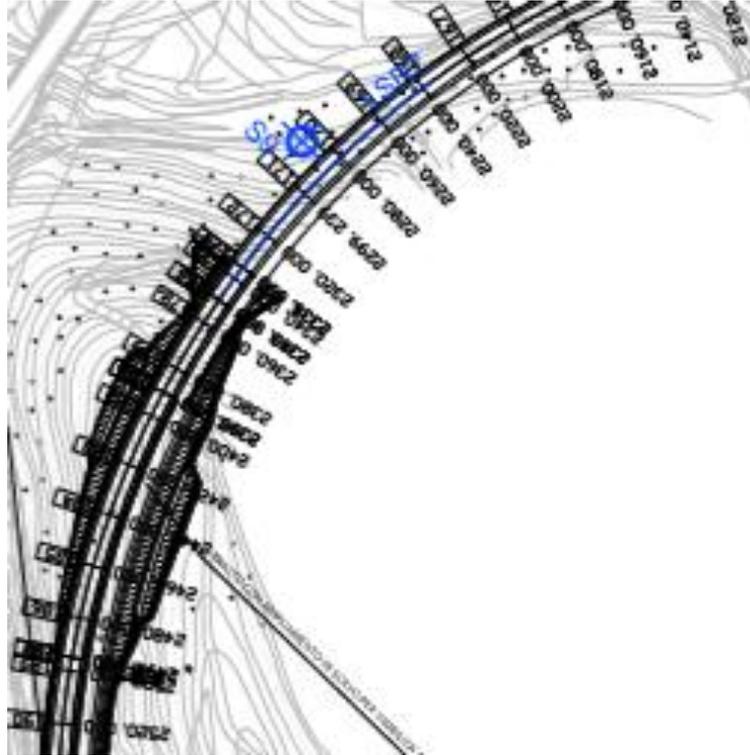


Fig. 50: Ubicazione stendimento sismico LSR7

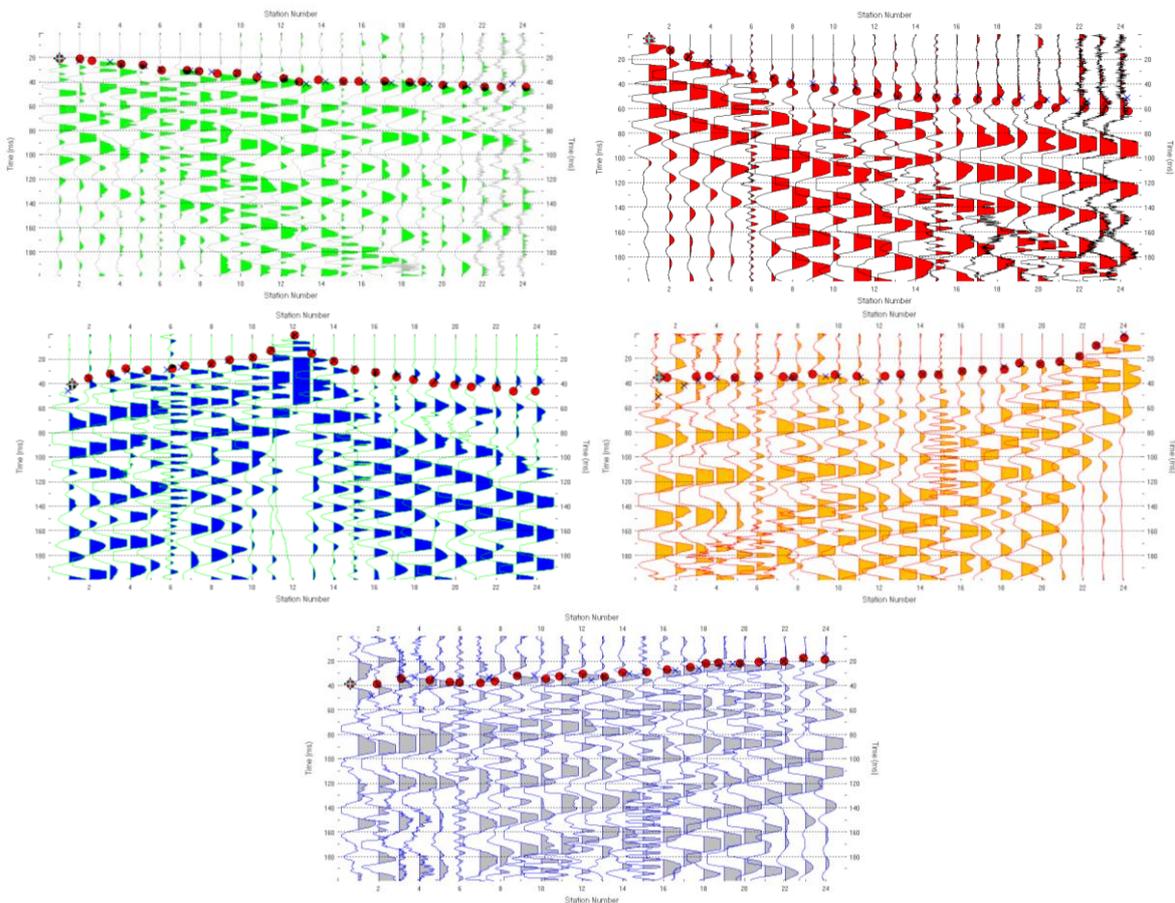


Fig. 51: Acquisizioni stendimento LSR7 - Elaborazione in onda P

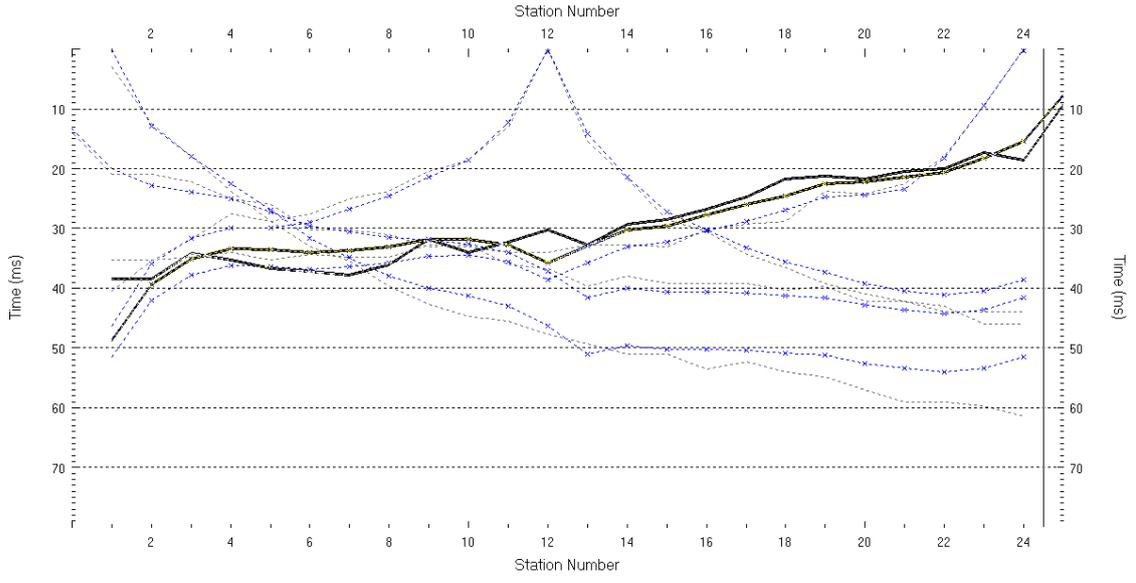
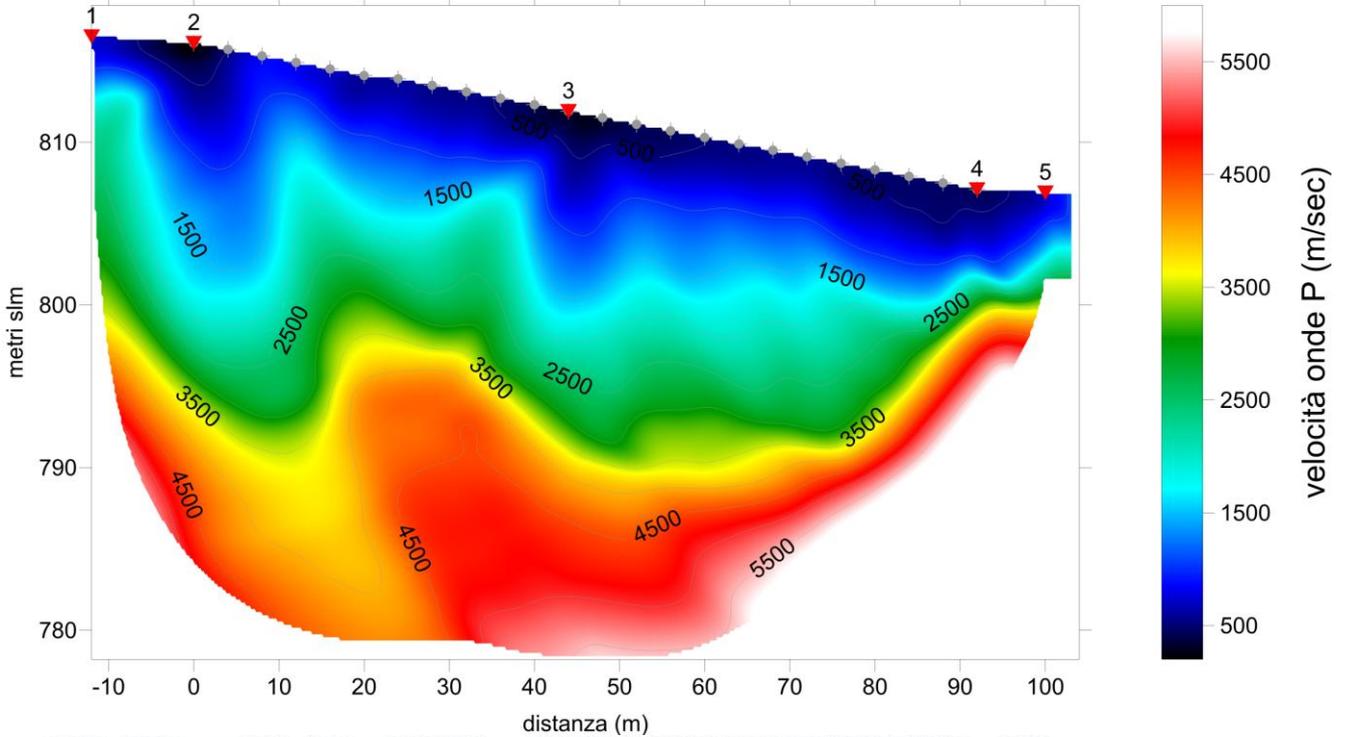


Fig. 52: Dromocrone stendimento sismico LSR7 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR7p RMS error 4.9%=3.03ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.5% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR7p RMS error 4.9%=3.03ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.5% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

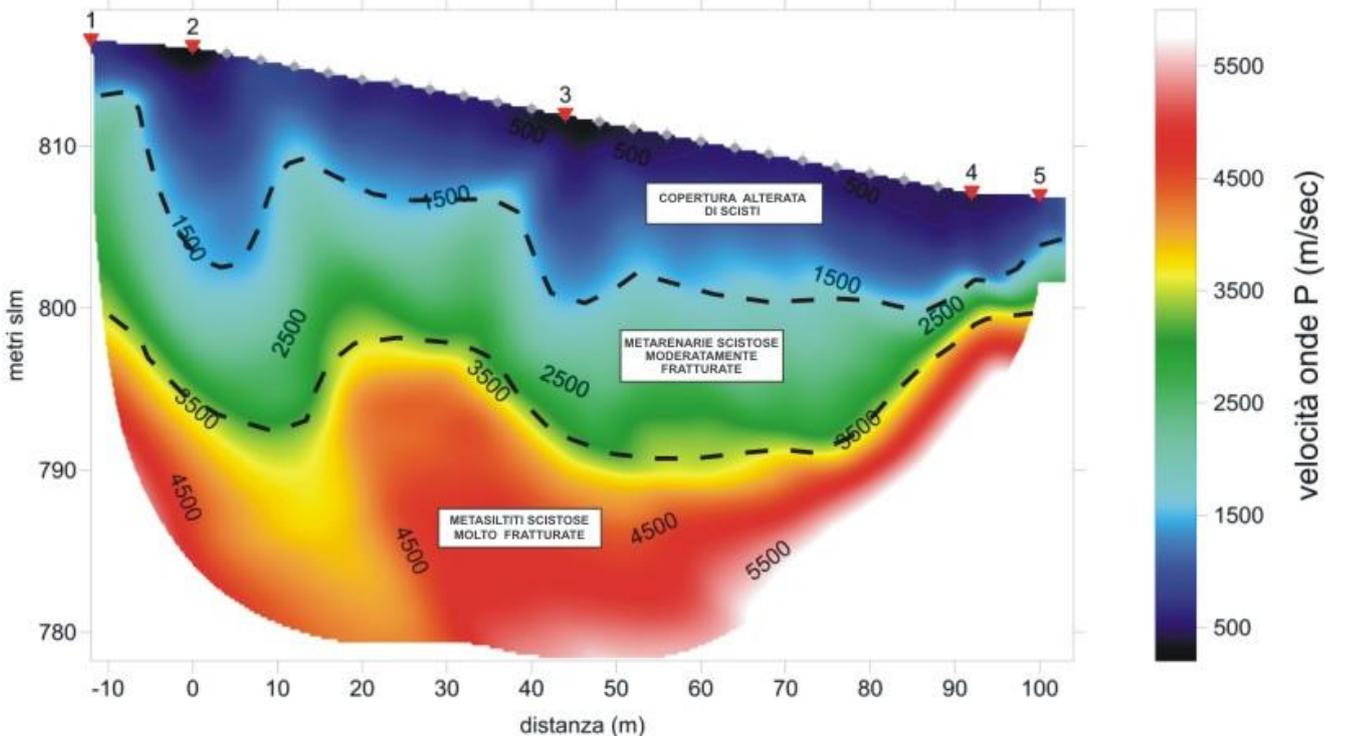


Fig. 53 e 54 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

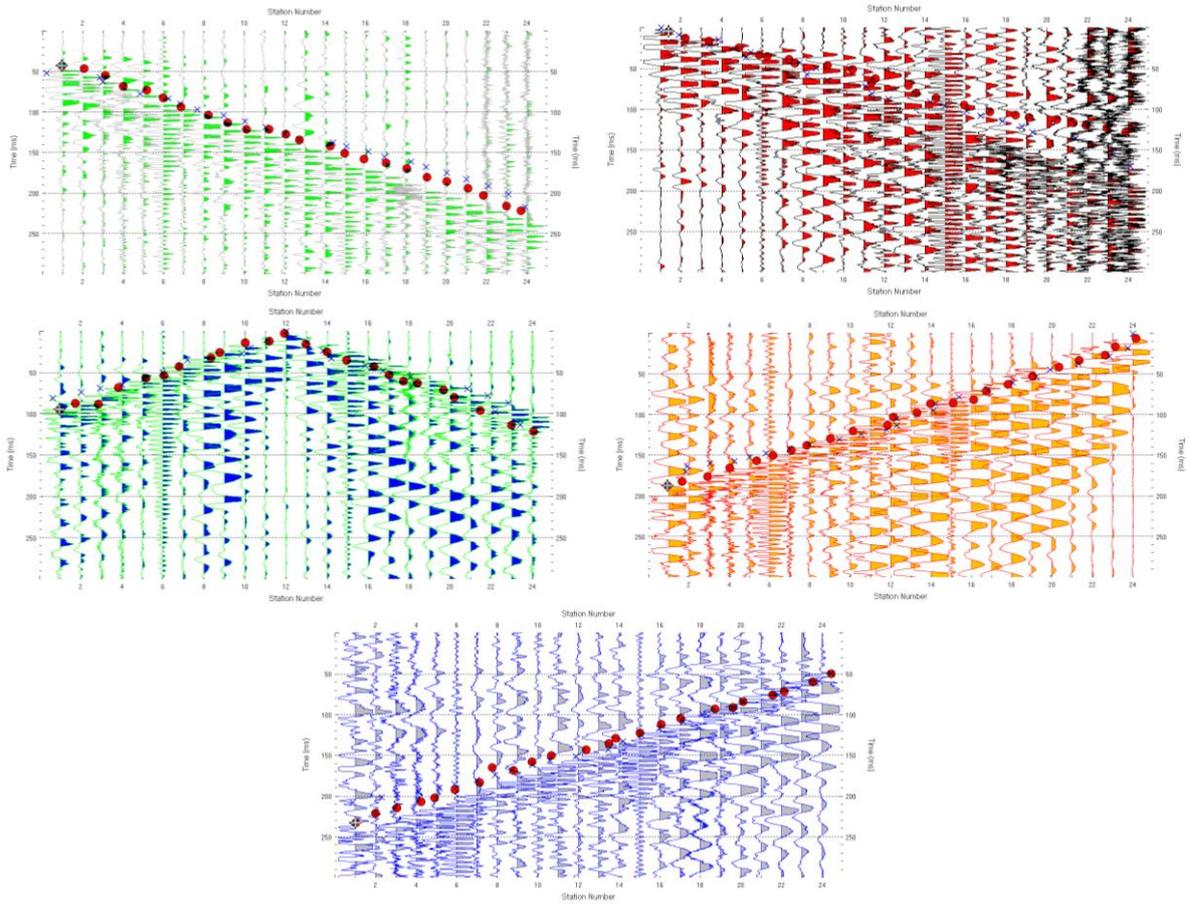


Fig. 55: Acquisizioni stendimento LSR7 - Elaborazione in onda SH

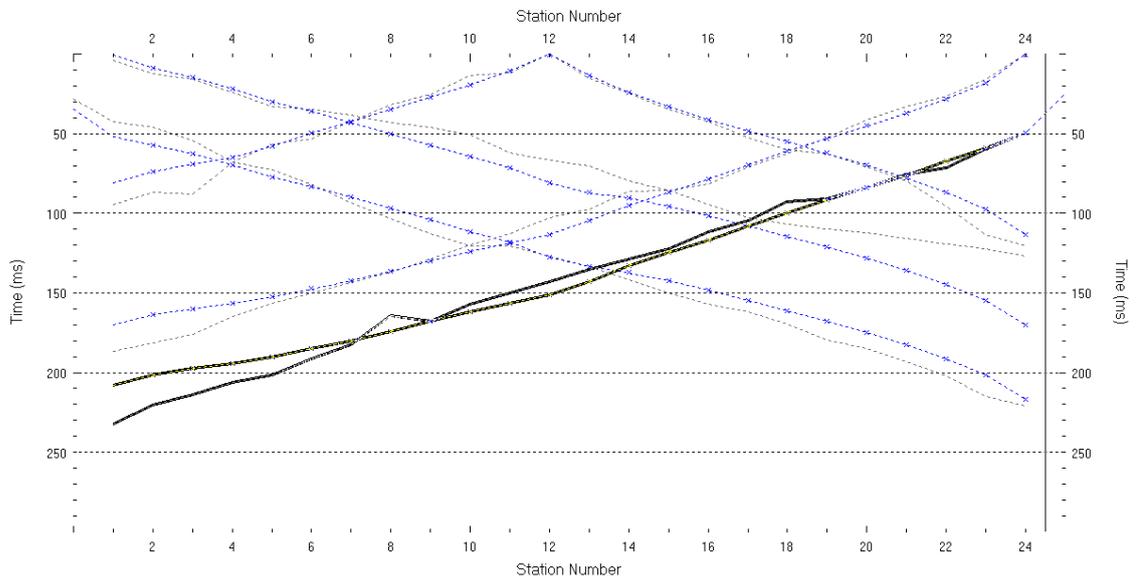
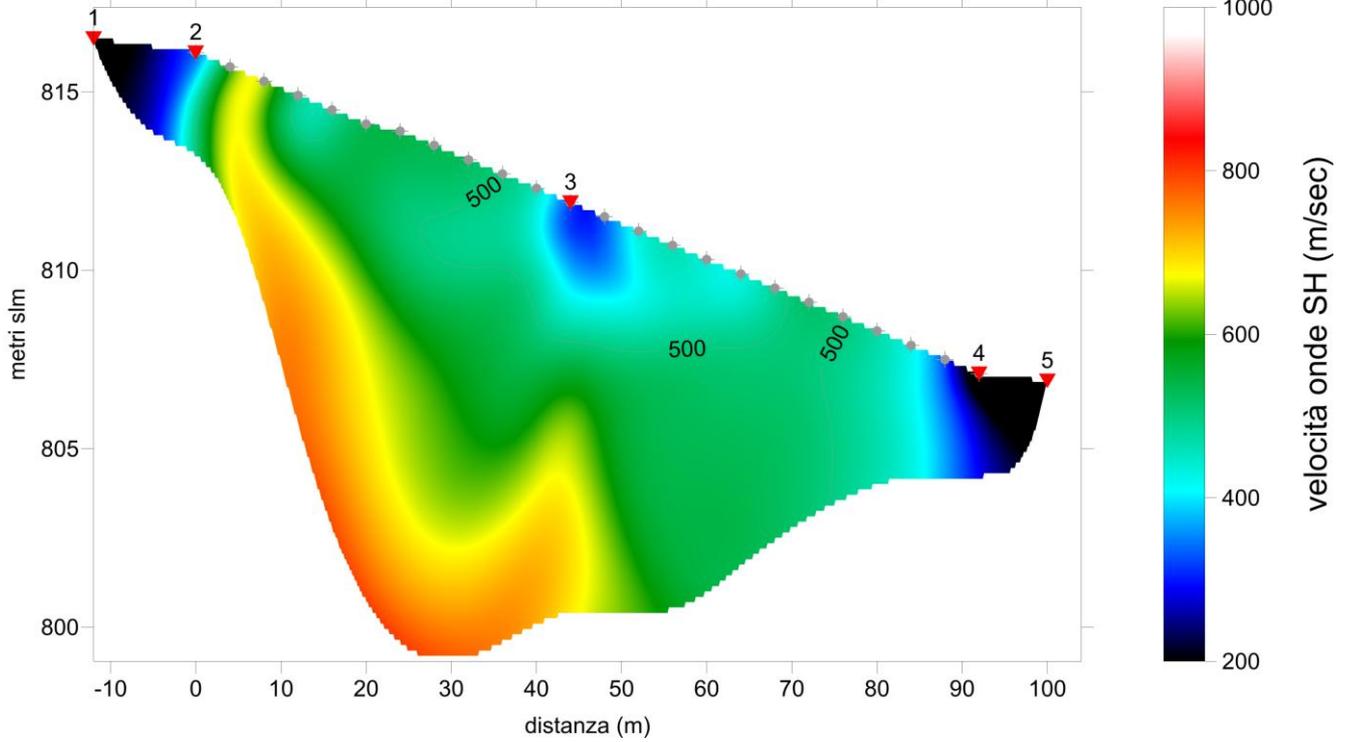


Fig. 56: Dromocrone stendimento sismico LSR7 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

LSR7s RMS error 4.3%=9.89ms 20 WET iters. 50Hz Width 19.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR7s RMS error 4.3%=9.89ms 20 WET iters. 50Hz Width 19.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

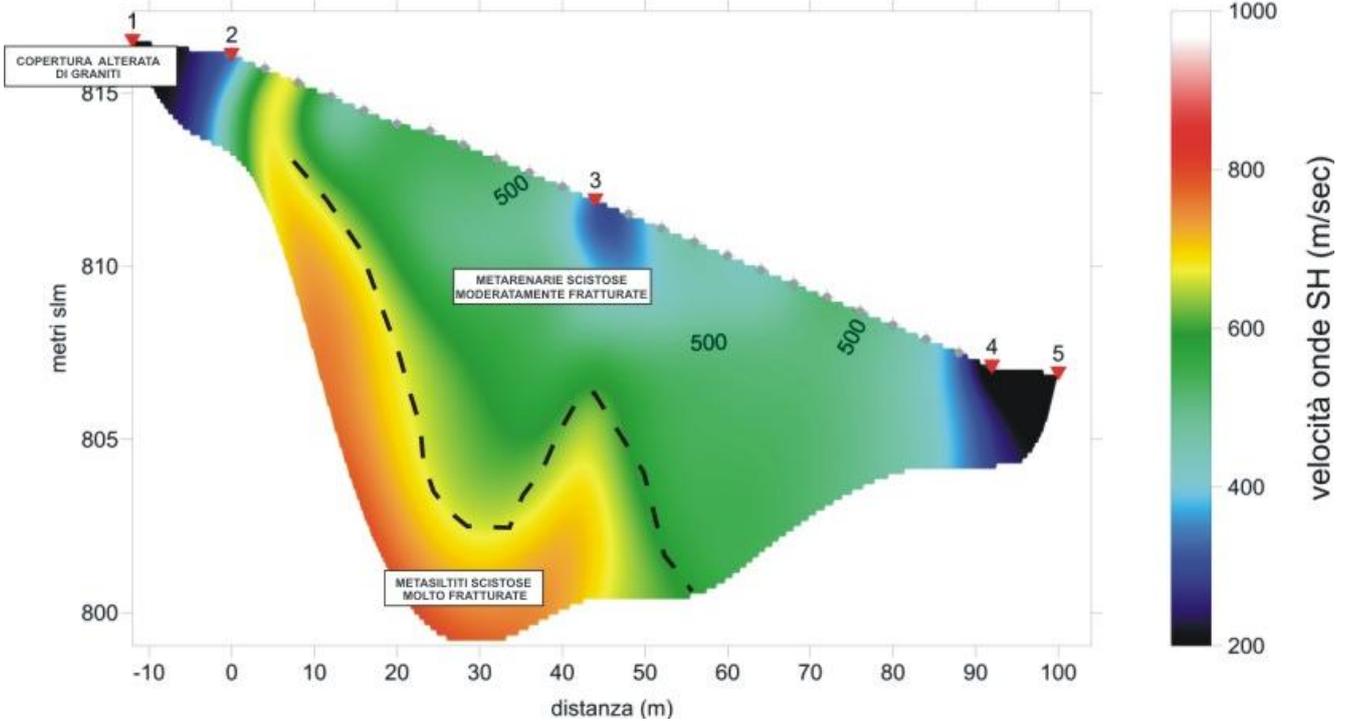


Fig. 57: prospezione tomografica sismica LSR7 in onda SH e sua interpretazione

2.5.8 LSR8 progressiva progetto Km 2+710/2+765 in onda P ed onda SH

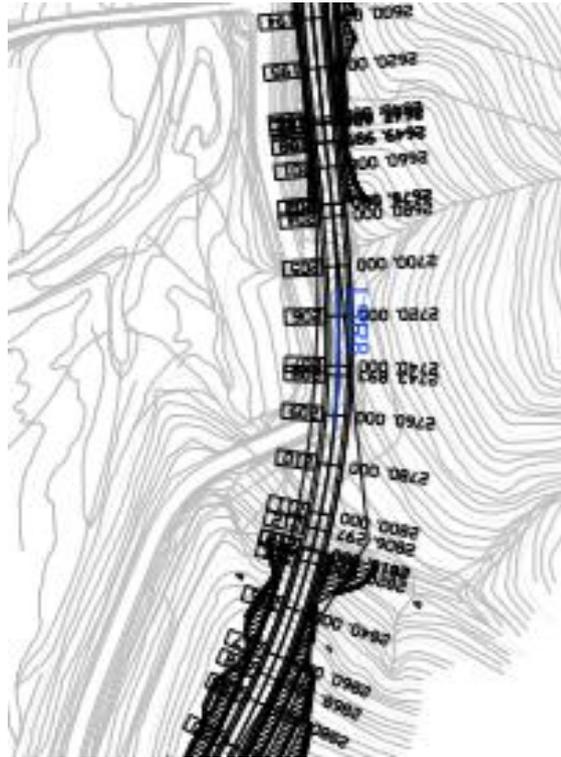


Fig. 58: Ubicazione stendimento sismico LSR8

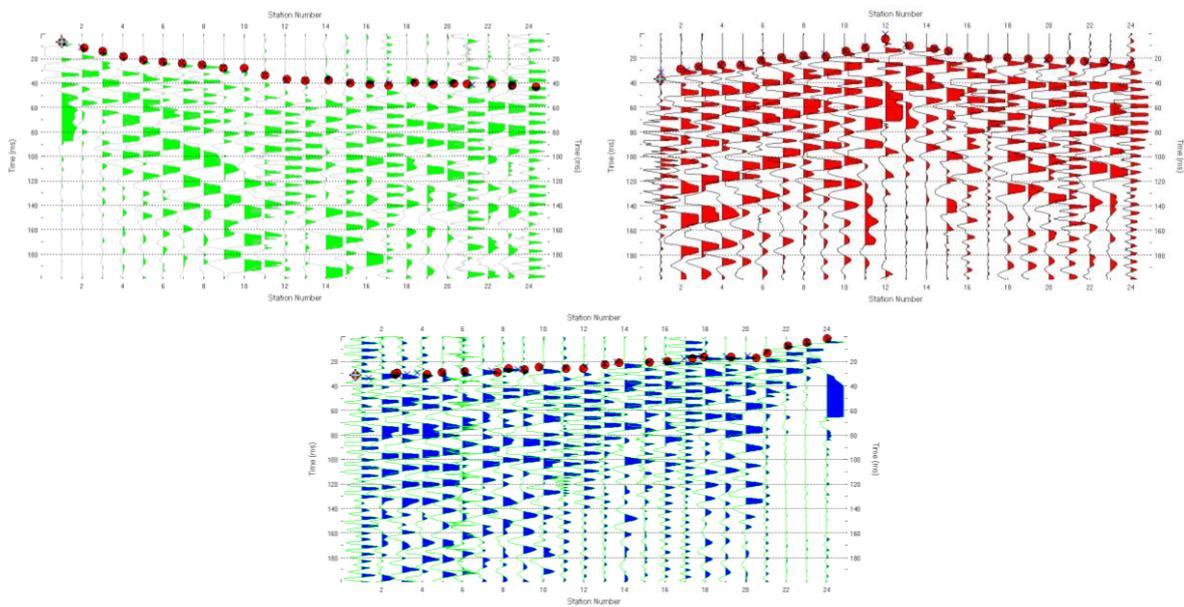


Fig. 59: Acquisizioni stendimento LSR8 - Elaborazione in onda P

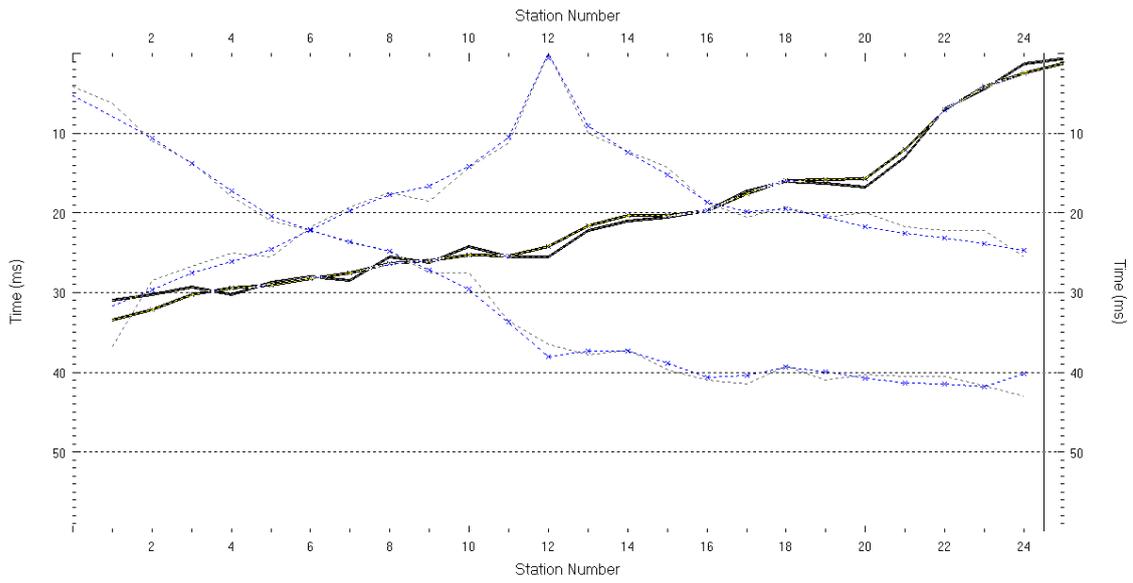
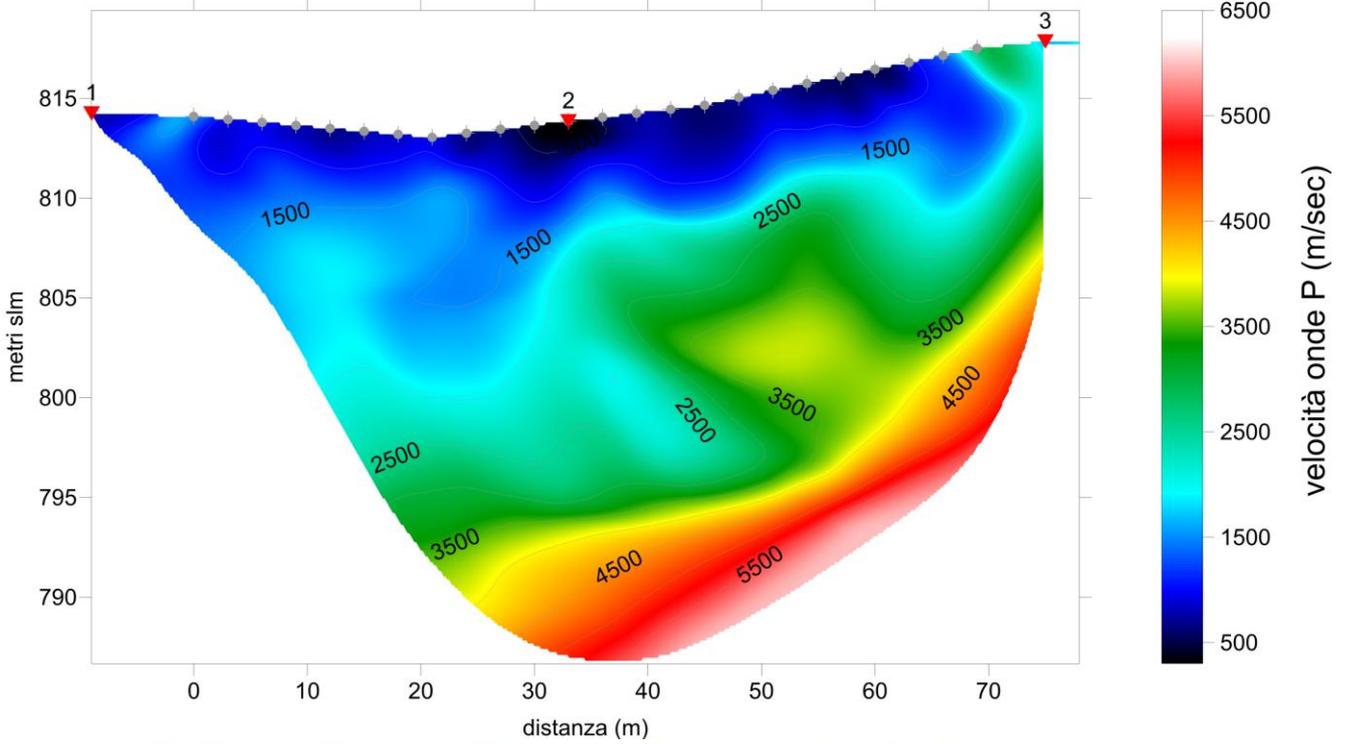


Fig. 60: Dromocrone stendimento sismico LSR8 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onde P

LSR8p RMS error 2.8%=1.19ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR8p RMS error 2.8%=1.19ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

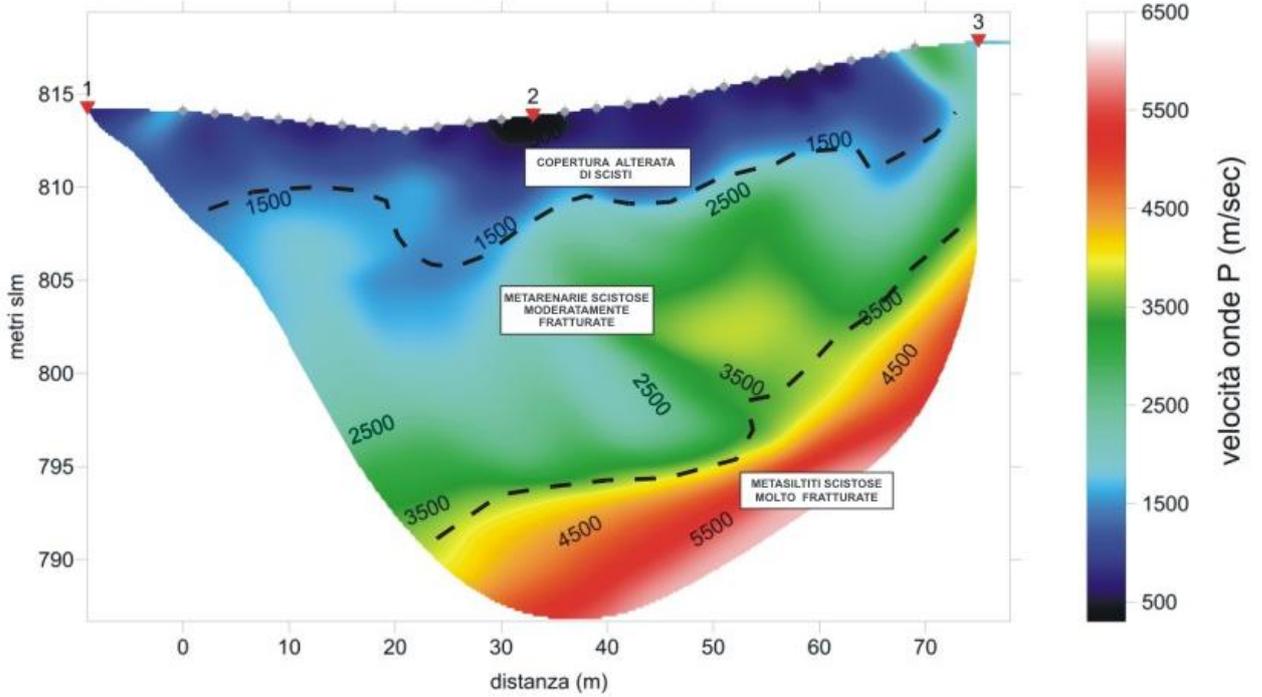


Fig. 61 e 62 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

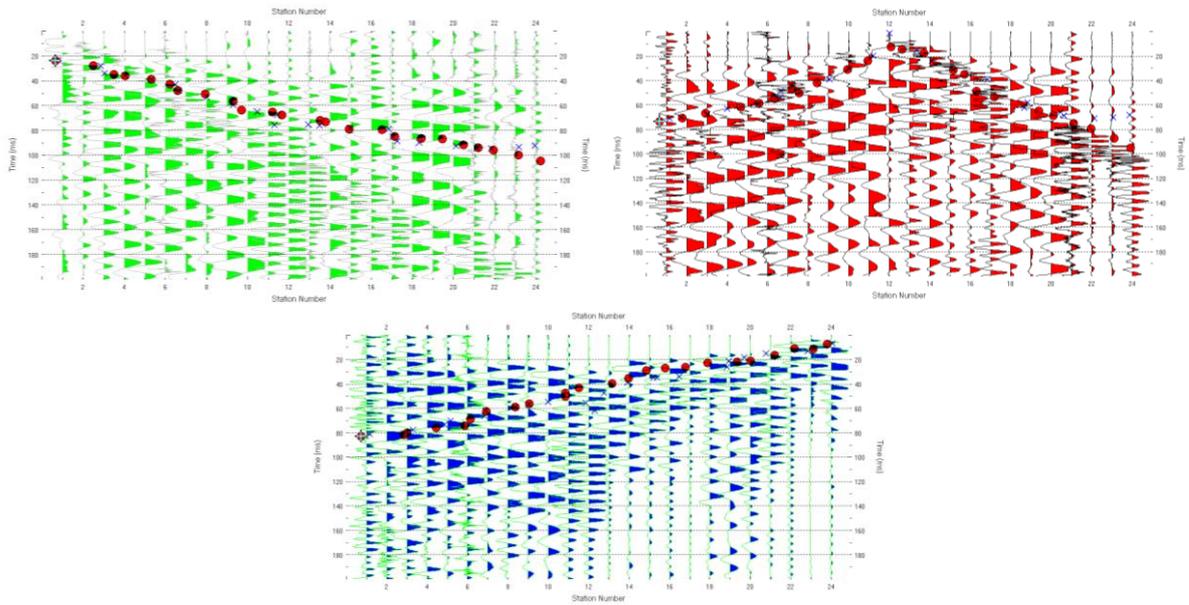


Fig. 63: Acquisizioni stendimento LSR8 - Elaborazione in onda SH

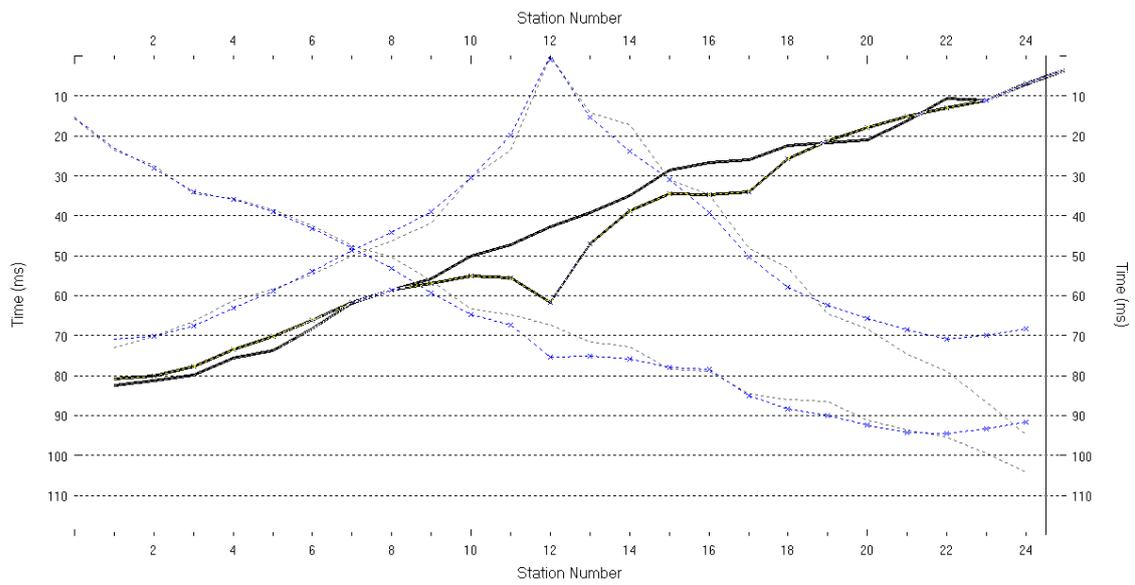
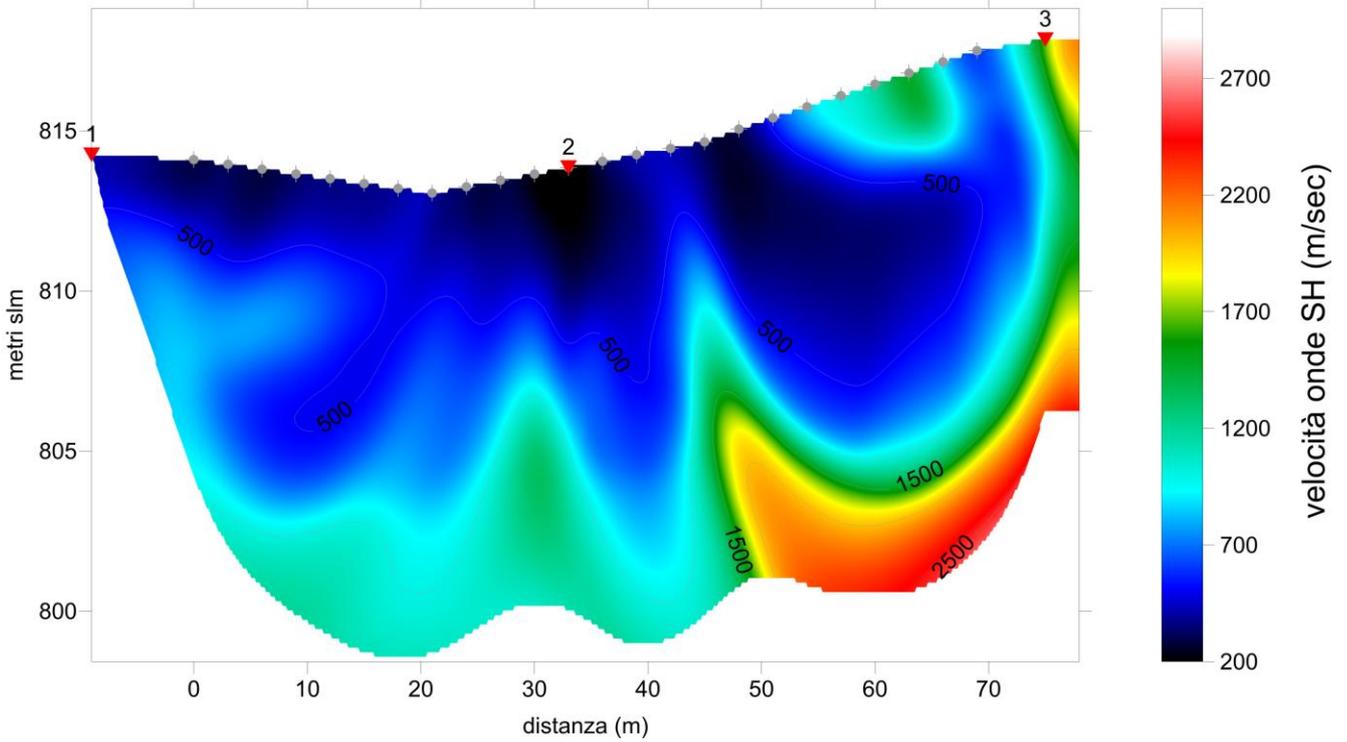


Fig. 64: Dromocrone stendimento sismico LSR8 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

LSR8s RMS error 5.6%=5.82ms 20 WET iters. 50Hz Width 5.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR8s RMS error 5.6%=5.82ms 20 WET iters. 50Hz Width 5.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

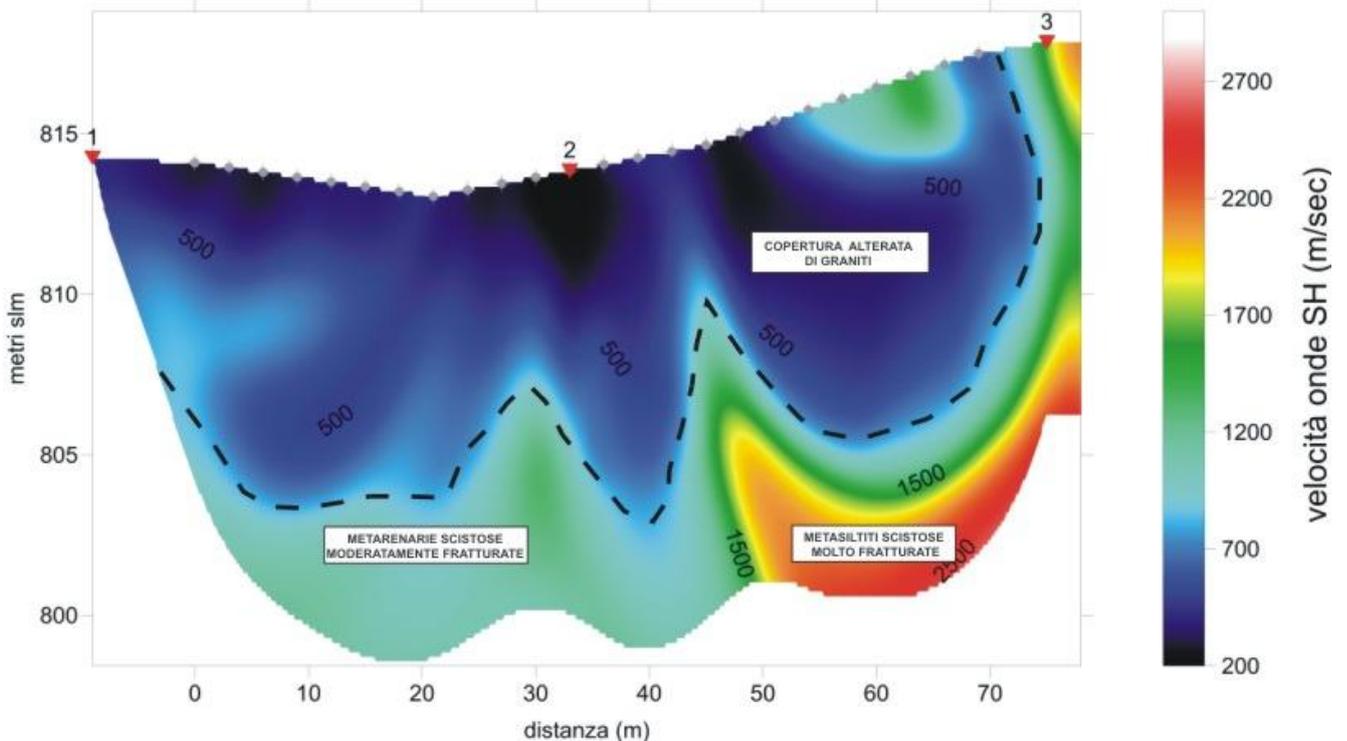


Fig. 65: prospezione tomografica sismica LSR8 in onda SH e sua interpretazione

2.5.9 LSR9 progressiva progetto Km 3+500/3+550 in onda P ed onda SH

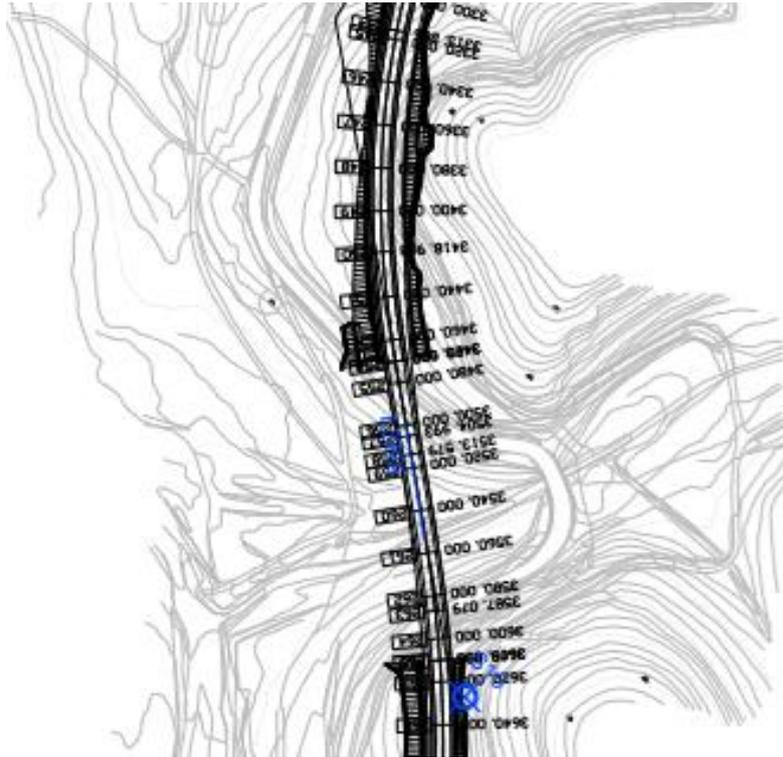


Fig. 66: Ubicazione stendimento sismico LSR9

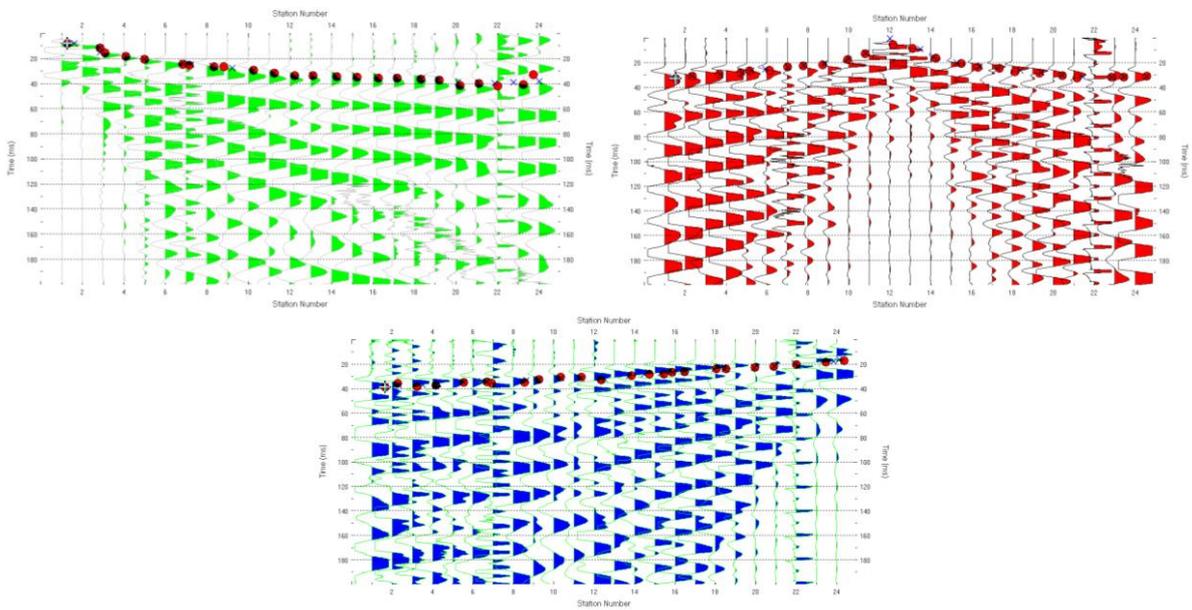


Fig. 67: Acquisizioni stendimento LSR9 - Elaborazione in onda P

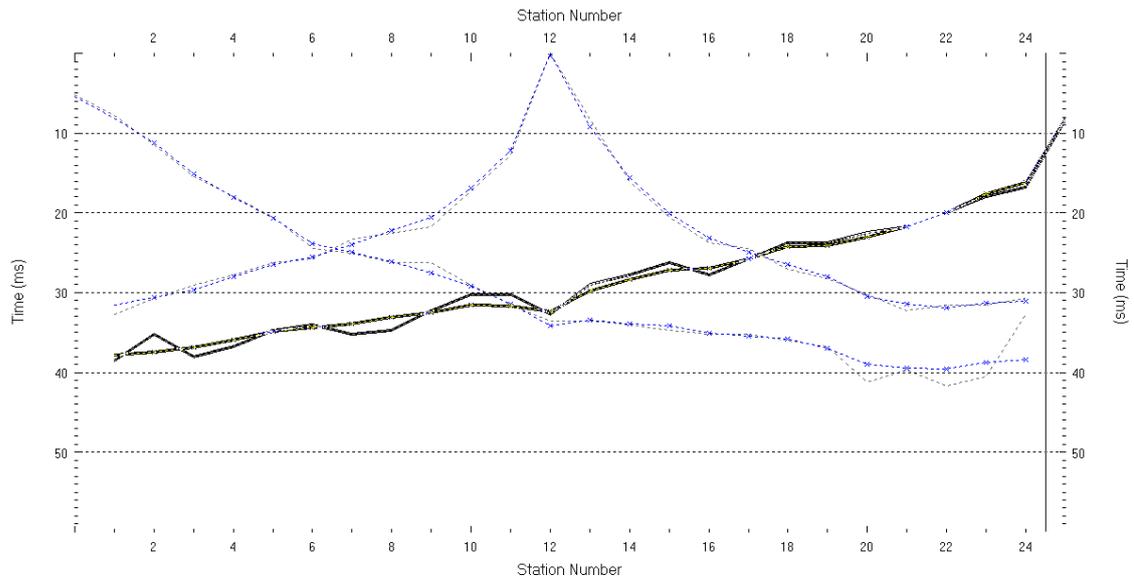
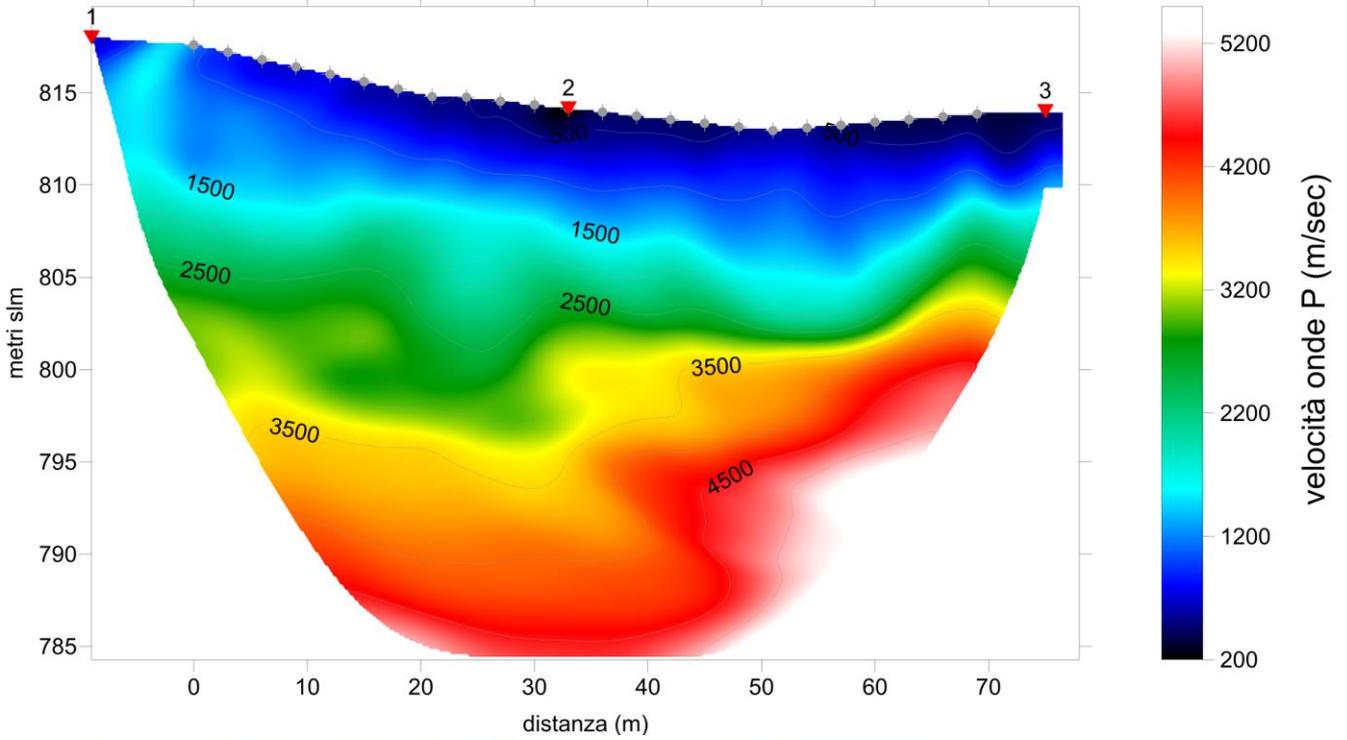


Fig. 68: Dromocrone stendimento sismico LSR9 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR9p RMS error 2.8%=1.18ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR9p RMS error 2.8%=1.18ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

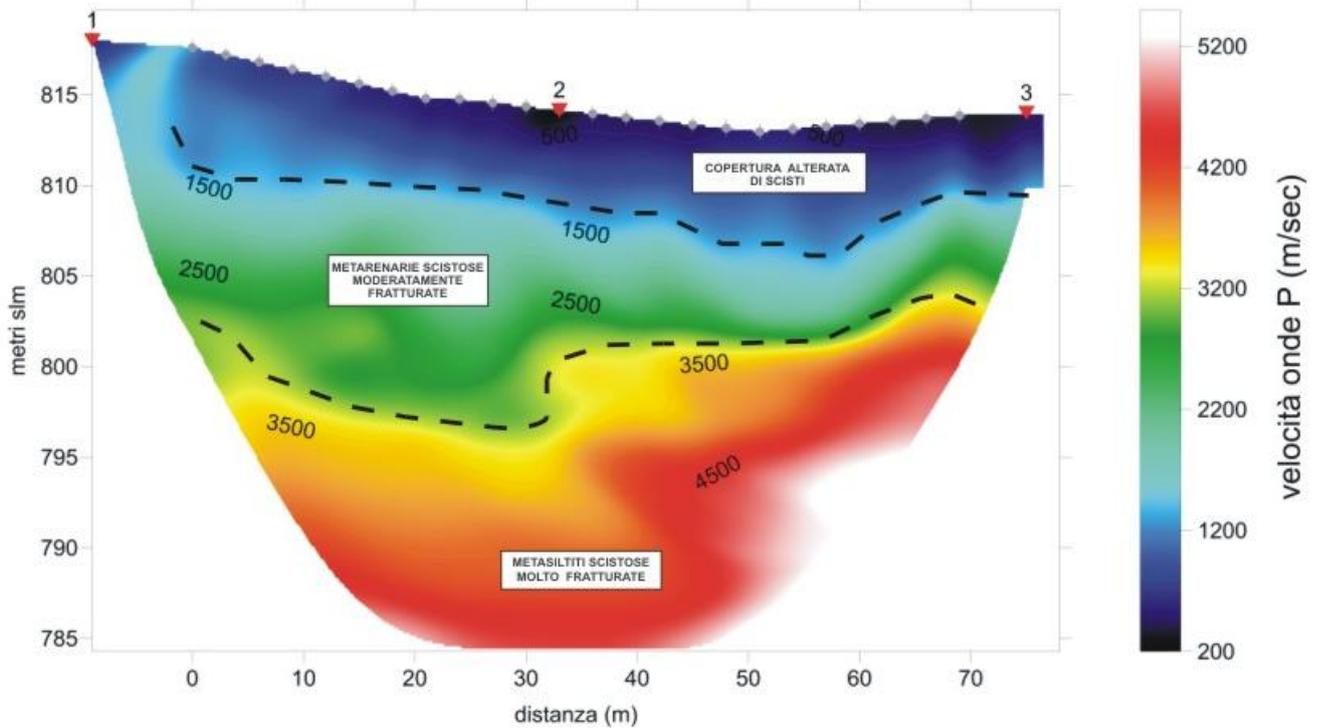


Fig. 69 e 70 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

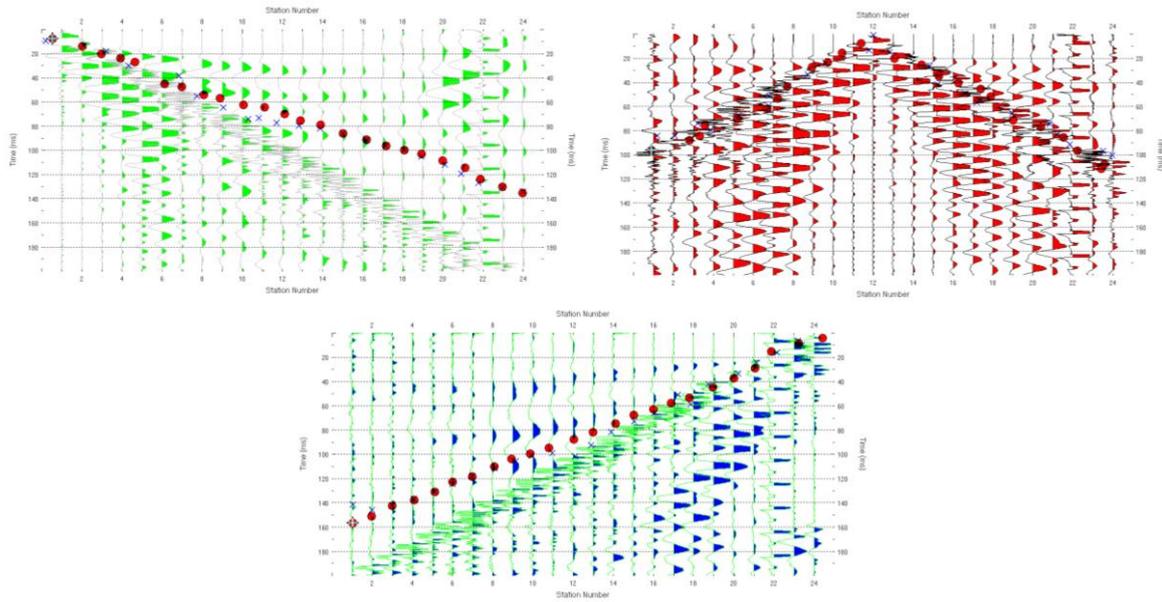


Fig. 71: Acquisizioni stendimento LSR9 - Elaborazione in onda SH

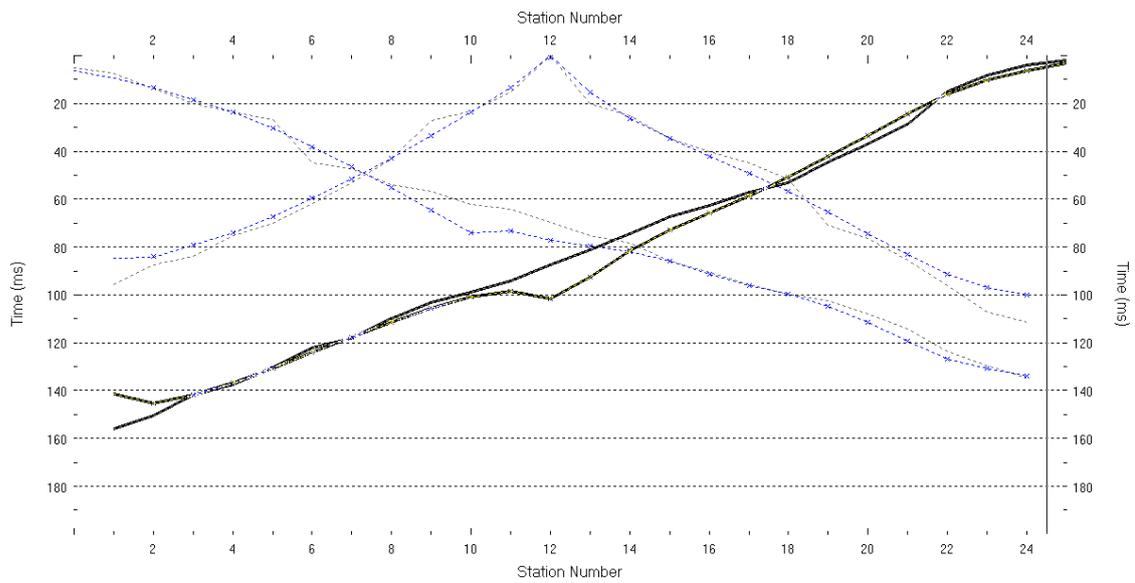
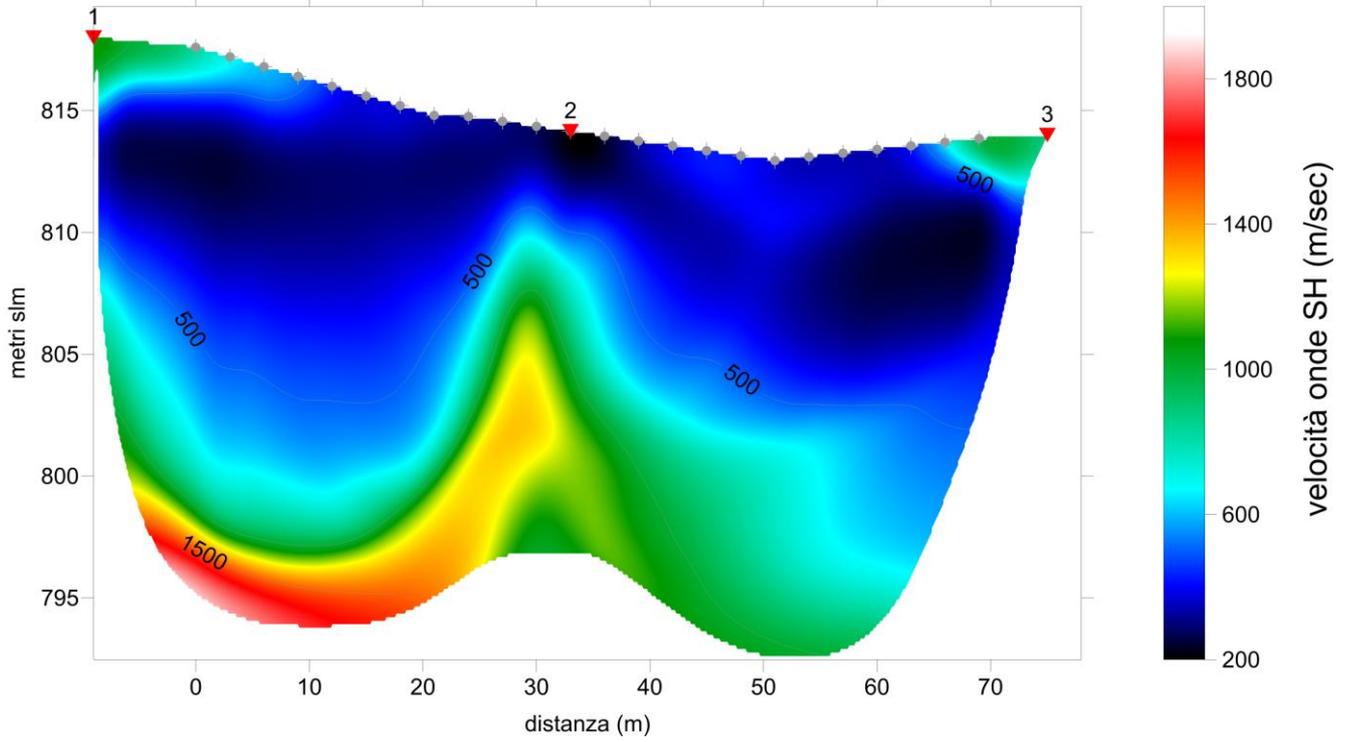


Fig. 72: Dromocrone stendimento sismico LSR9 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

LSR9s RMS error 3.3%=5.12ms 20 WET iters. 50Hz Width 7.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR9s RMS error 3.3%=5.12ms 20 WET iters. 50Hz Width 7.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

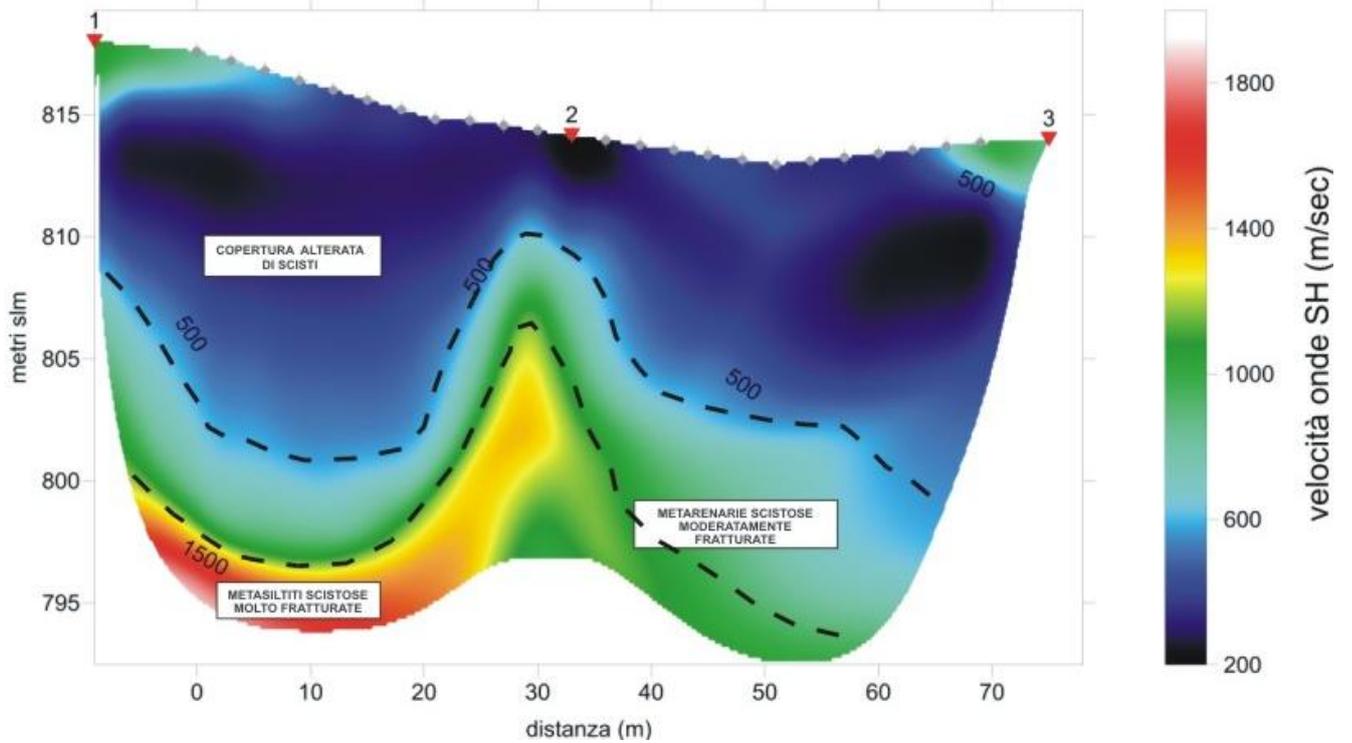


Fig. 73: prospezione tomografica sismica LSR9 in onda SH e sua interpretazione

2.5.10 LSR10 progressiva progetto Km 3+910/3+965 in onda P ed onda SH

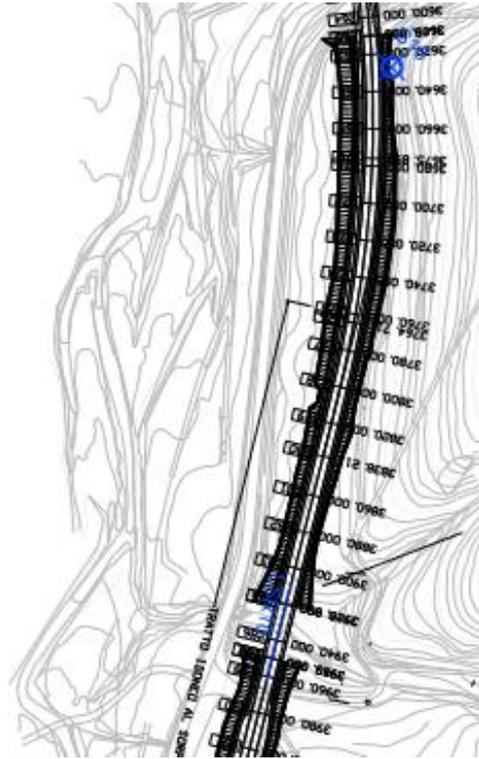


Fig. 74: Ubicazione stendimento sismico LSR10

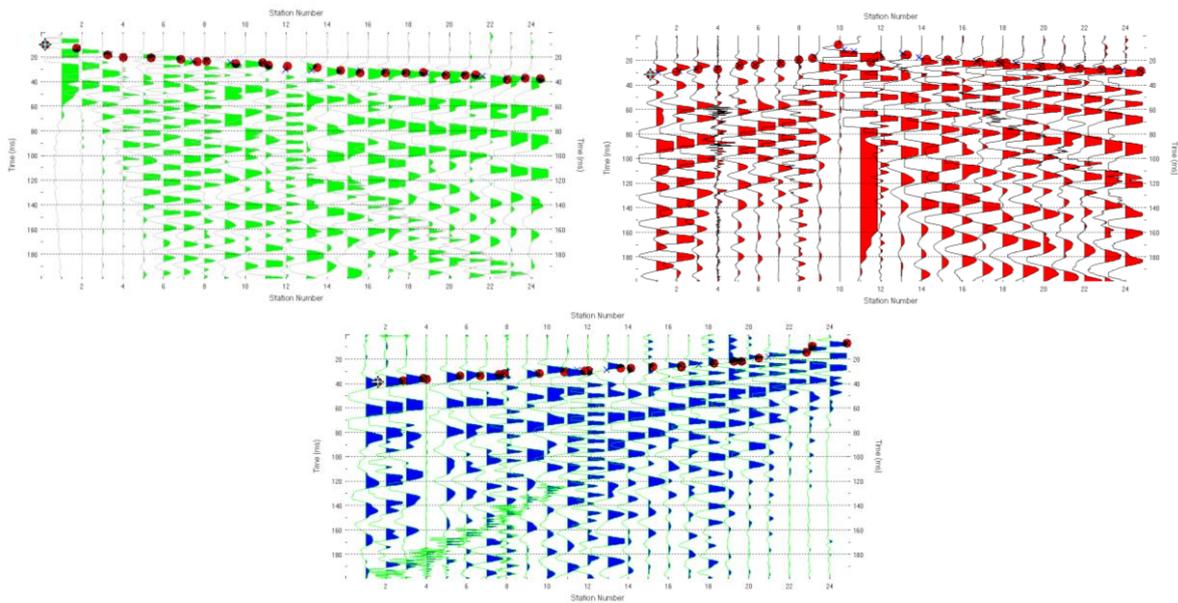


Fig. 75: Acquisizioni stendimento LSR10 - Elaborazione in onda P

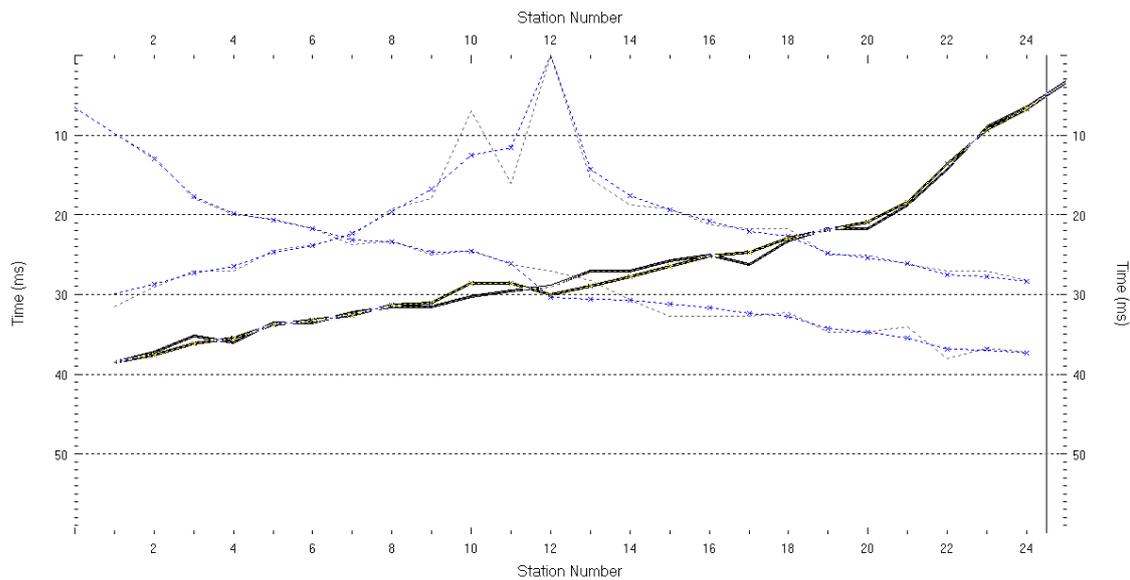
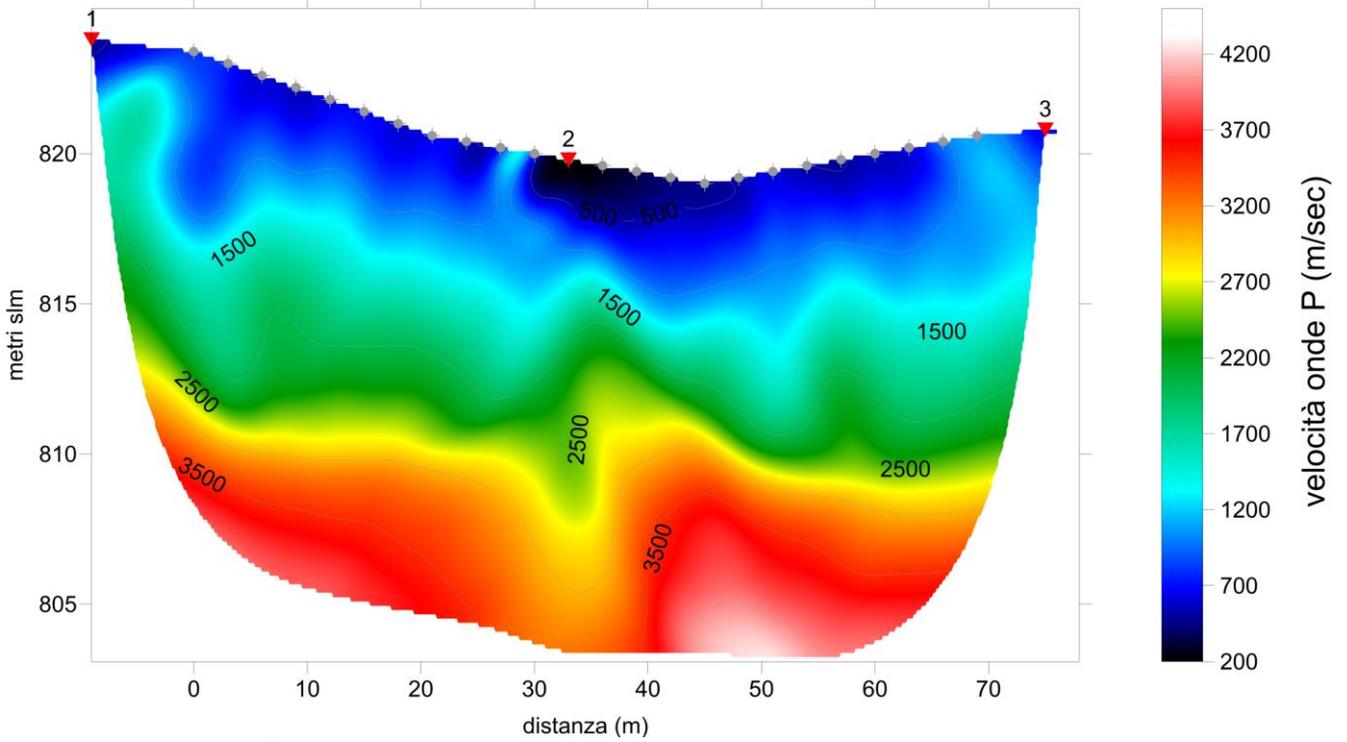


Fig. 76: Dromocrone stendimento sismico LSR10 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR10p RMS error 3.1%=1.19ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR10p RMS error 3.1%=1.19ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

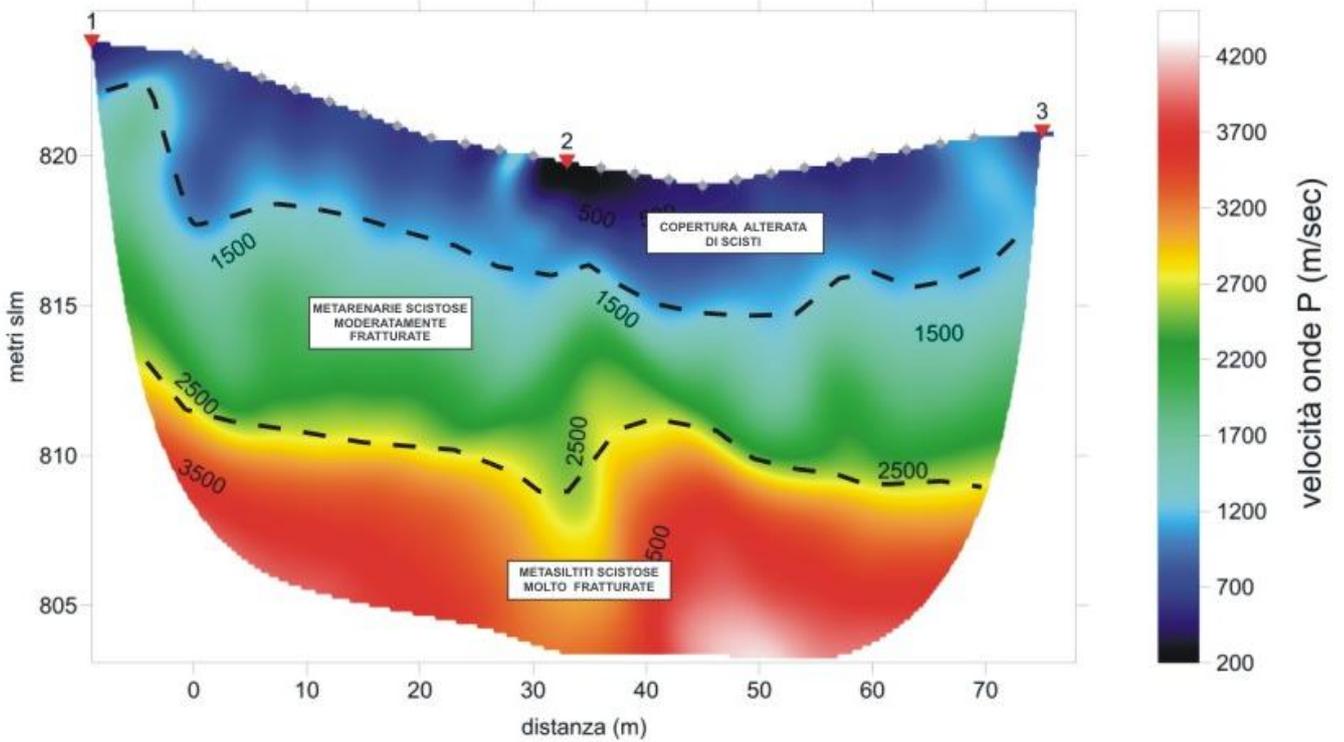


Fig. 77 e 78 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

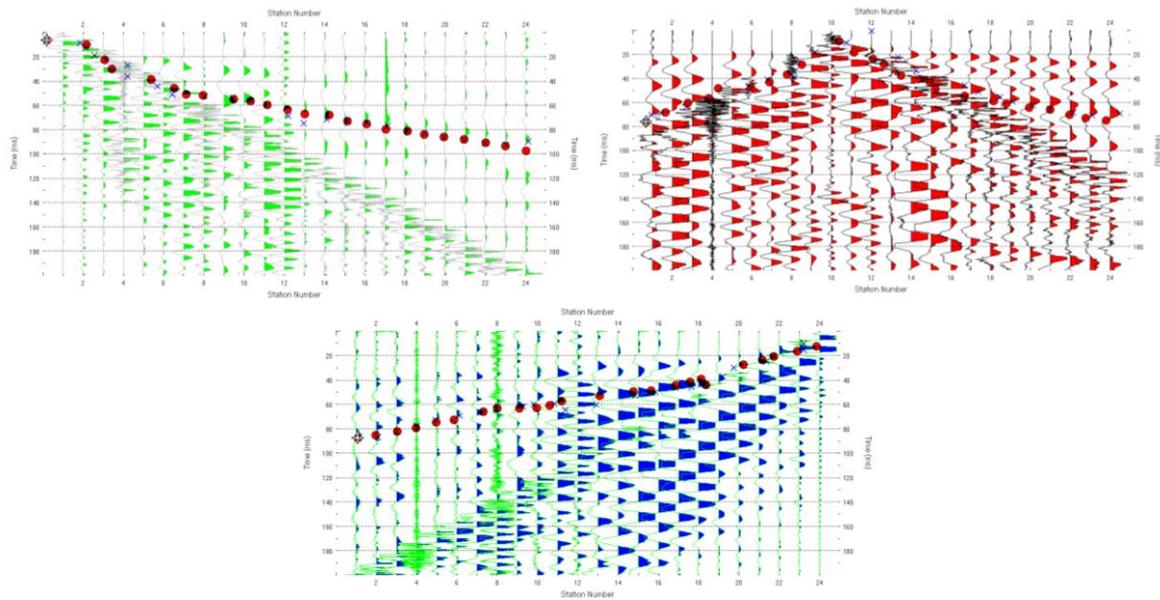


Fig. 79: Acquisizioni stendimento LSR10 - Elaborazione in onda SH

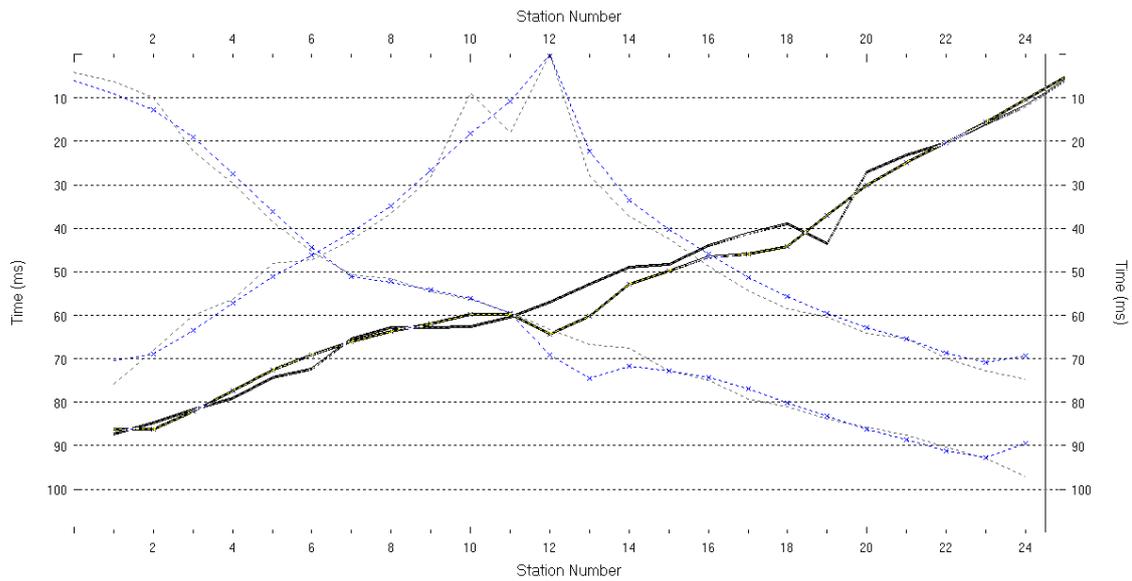


Fig. 80: Dromocrone stendimento sismico LSR10 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

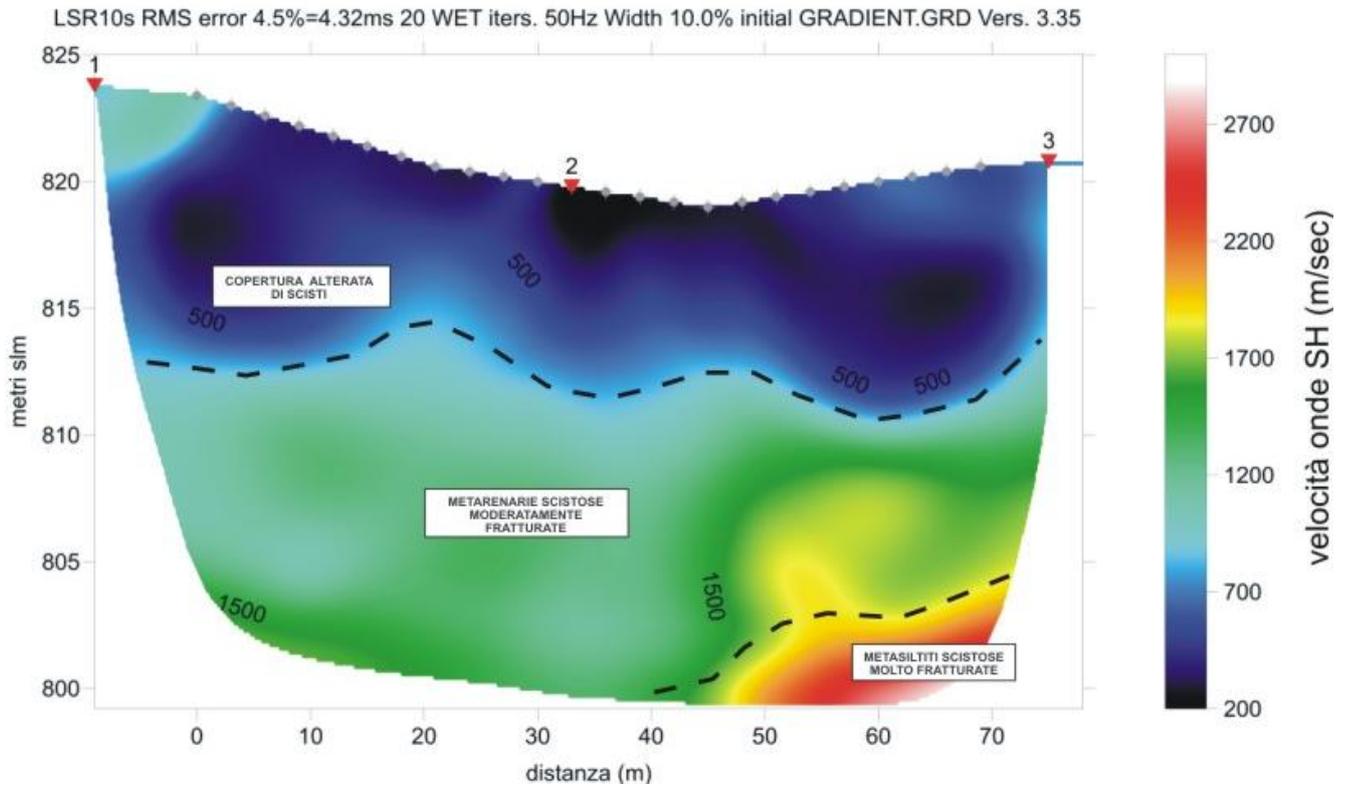
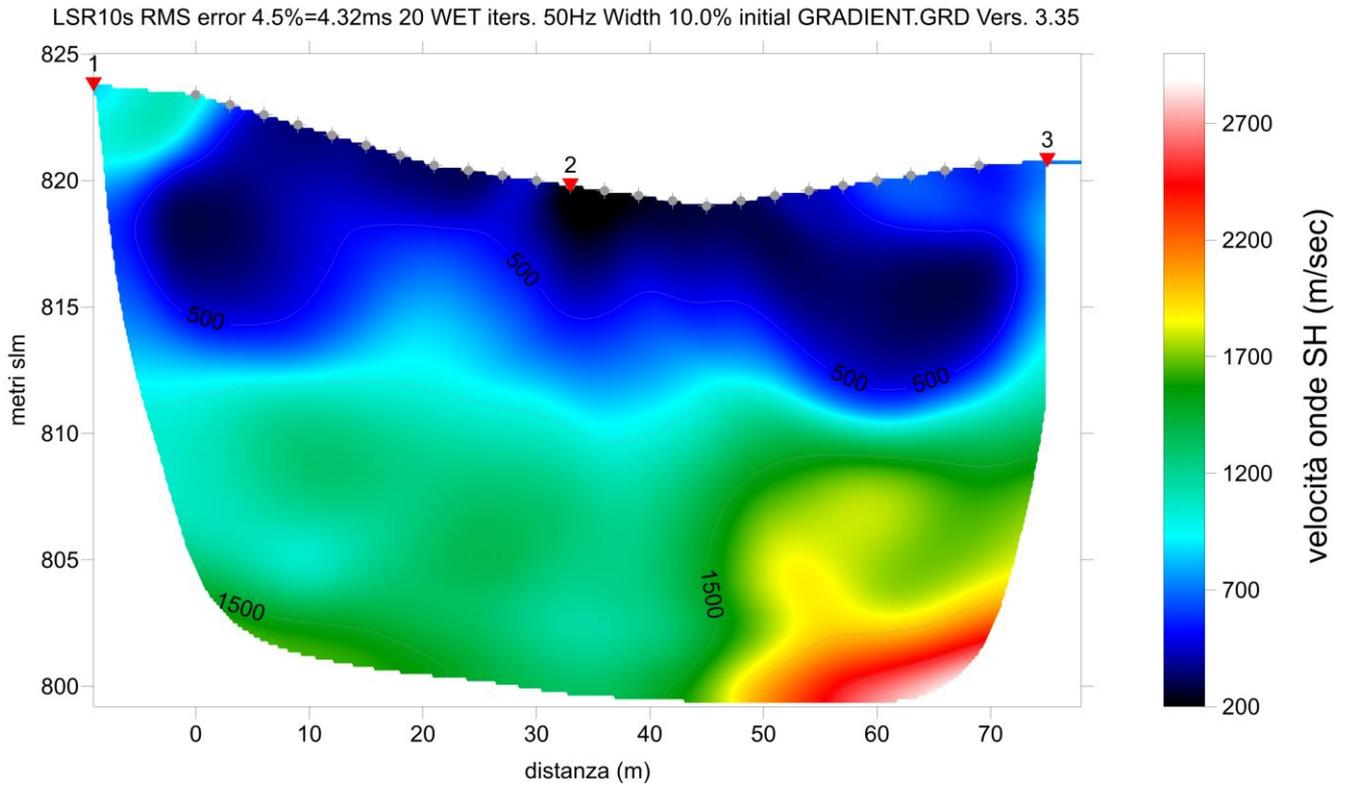


Fig. 81: prospezione tomografica sismica LSR10 in onda SH e sua interpretazione

2.5.11 LSR11 progressiva progetto Km 4+450/4+505 in onda P ed onda SH

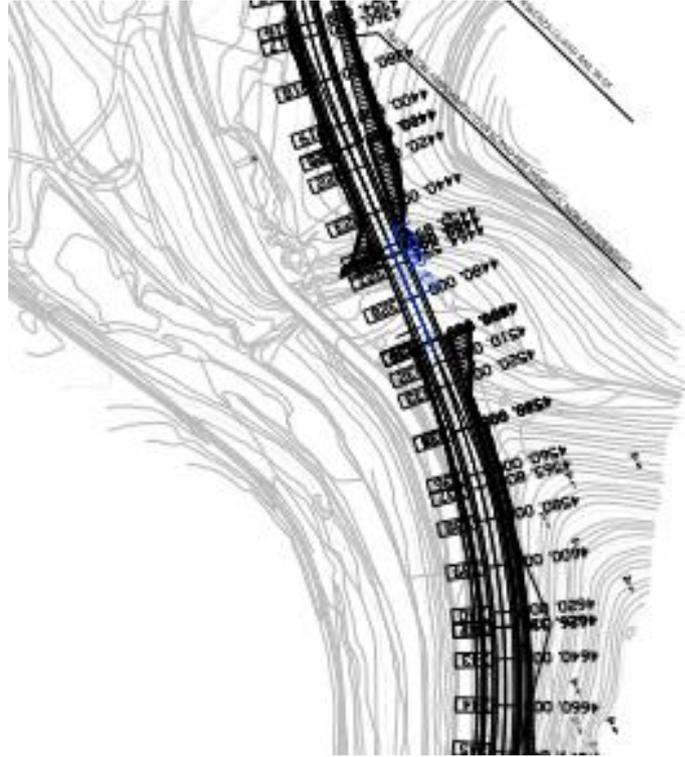


Fig. 82: Ubicazione stendimento sismico LSR11

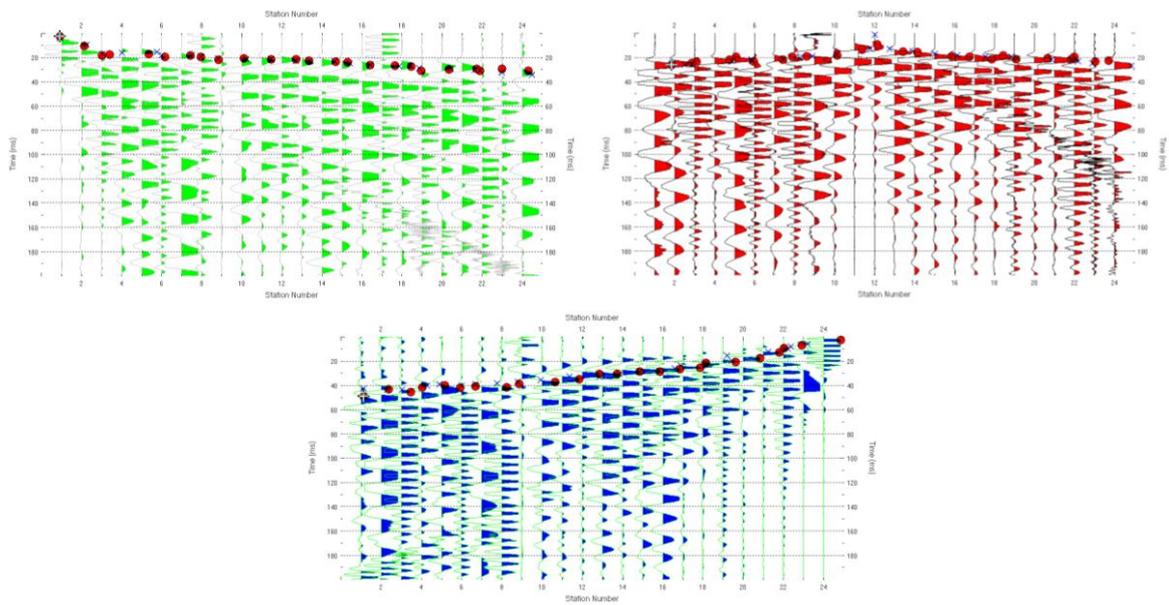


Fig. 83: Acquisizioni stendimento LSR11 - Elaborazione in onda P

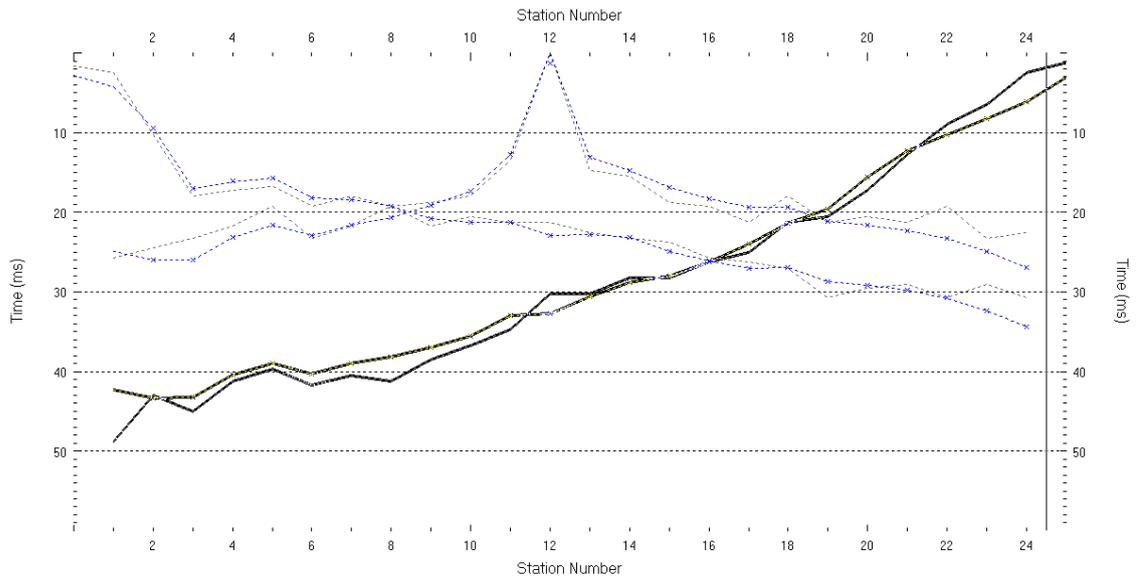
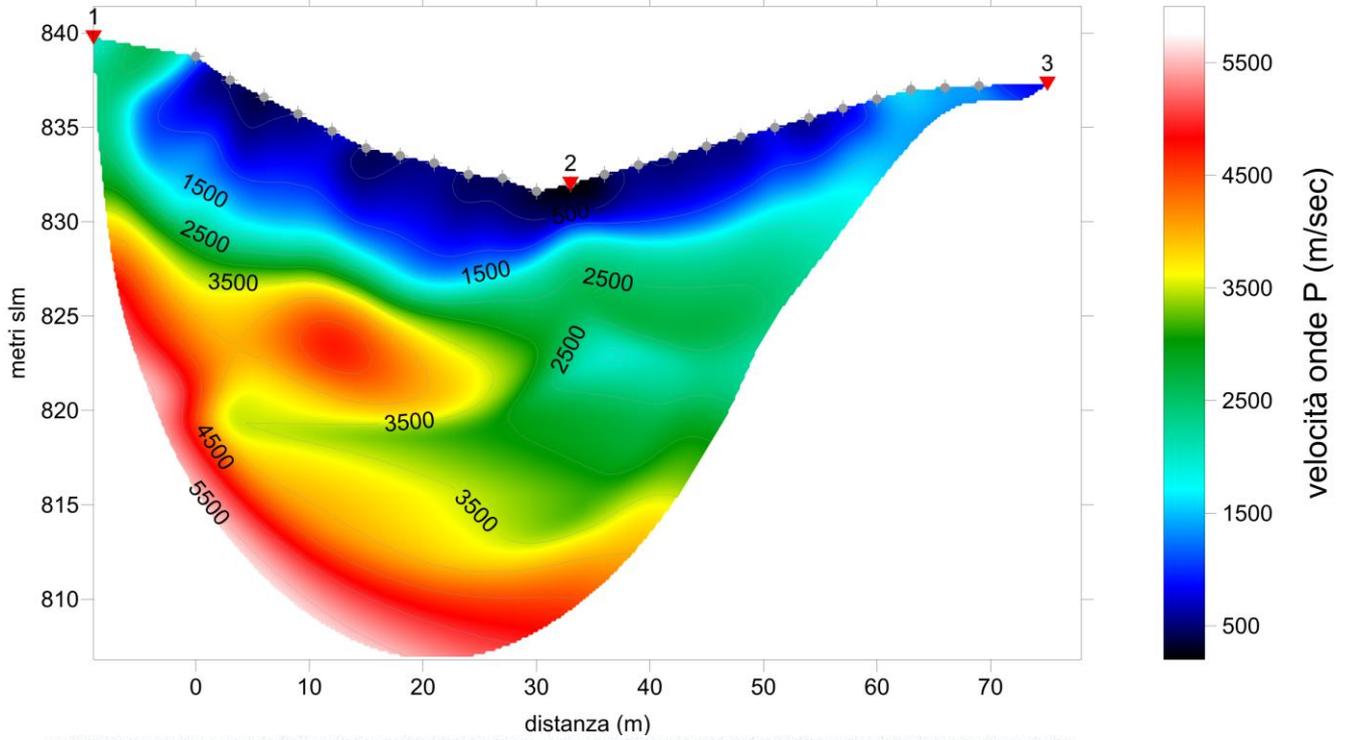


Fig. 84: Dromocrone stendimento sismico LSR11 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR11p RMS error 4.0%=1.96ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.5% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR11p RMS error 4.0%=1.96ms 20 WET iters. 50Hz Width 3.5% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

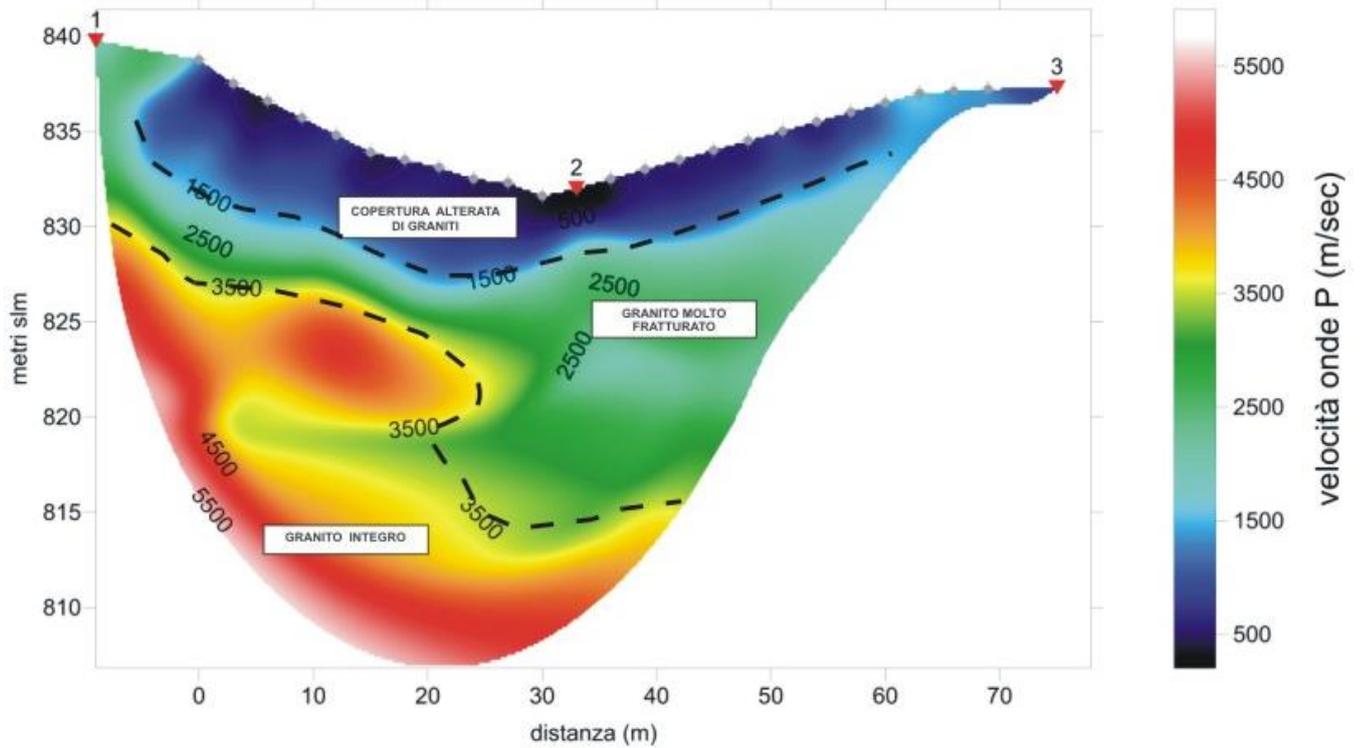


Fig. 85 e 86 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

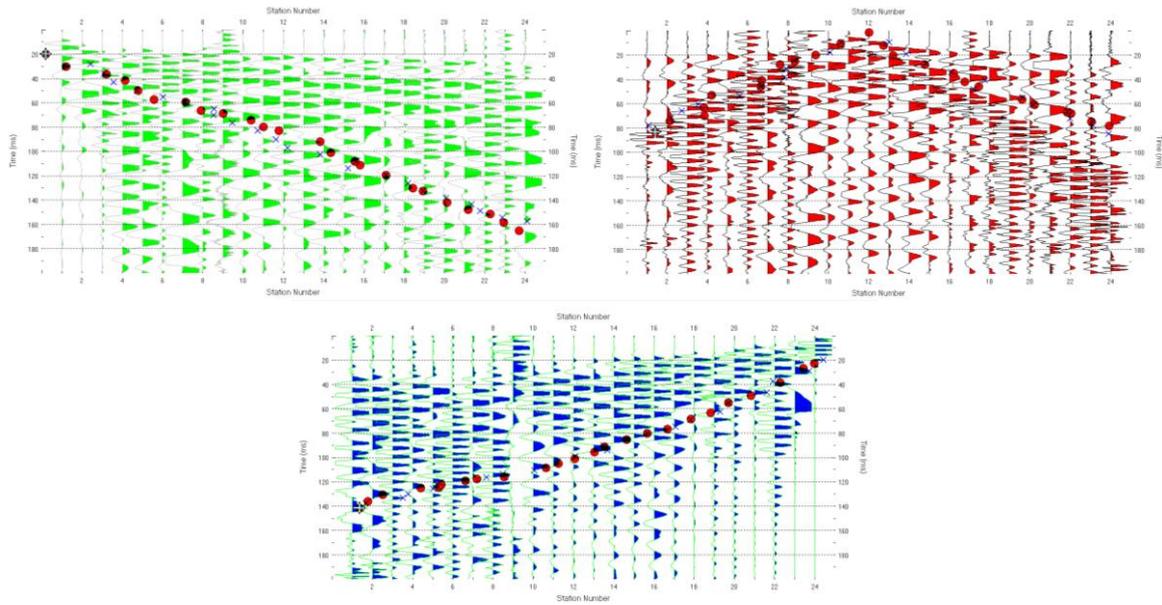


Fig. 87: Acquisizioni stendimento LSR11 - Elaborazione in onda SH

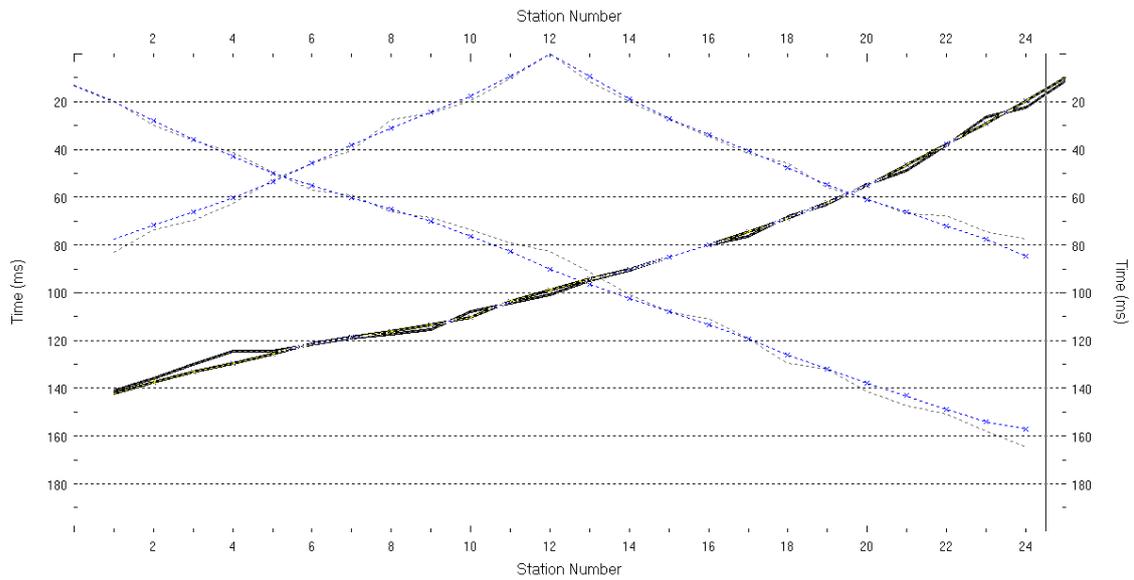


Fig. 88: Dromocrone stendimento sismico LSR11 - onda SH

2.5.12 LSR12 progressiva progetto Km 4+965/5+020 in onda P ed onda SH

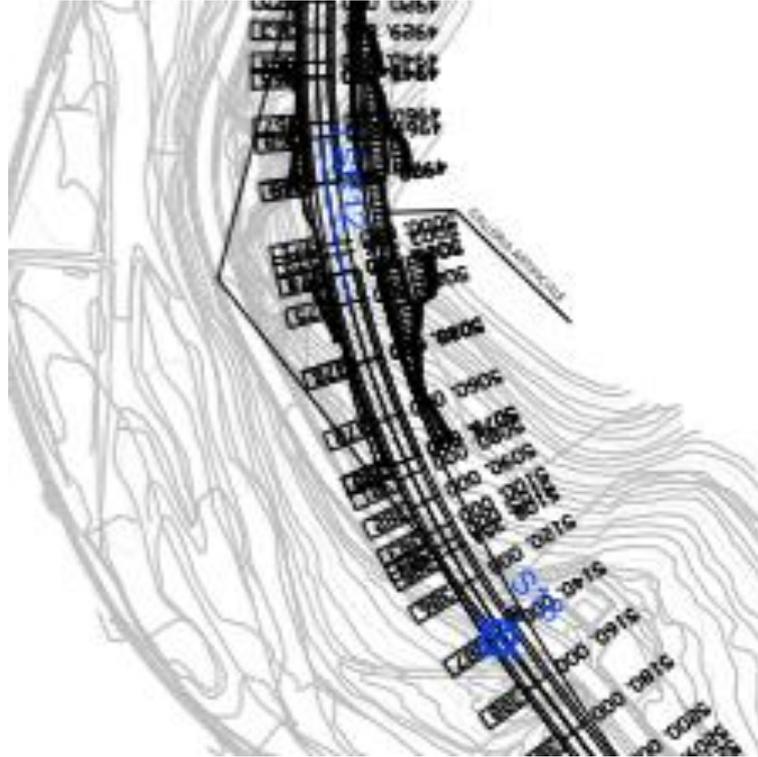


Fig. 90: Ubicazione stendimento sismico LSR12

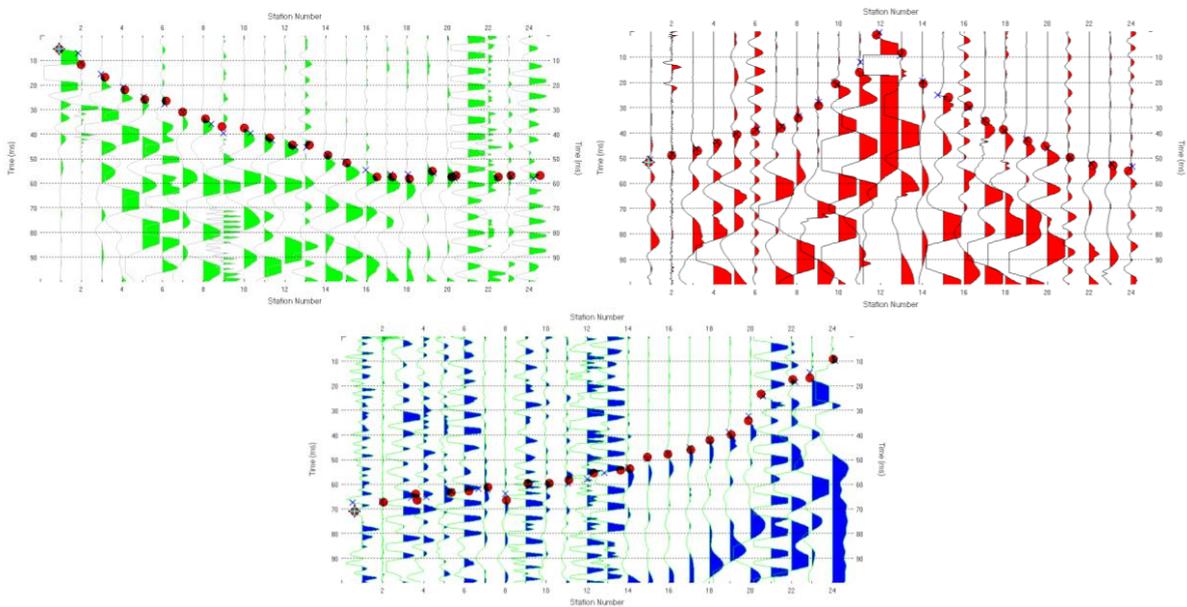


Fig. 91: Acquisizioni stendimento LSR12 - Elaborazione in onda P

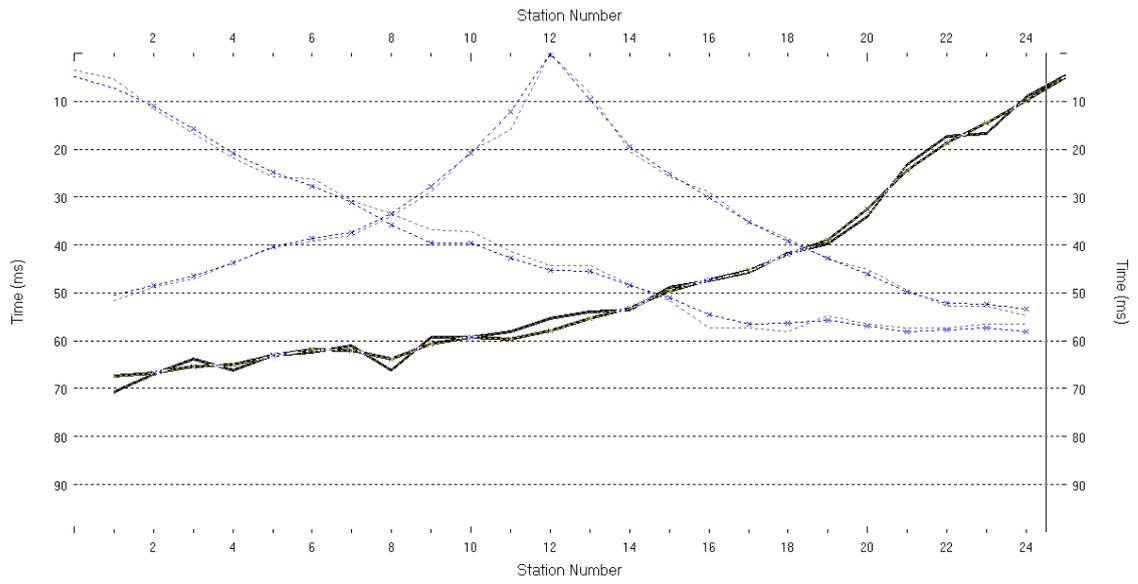
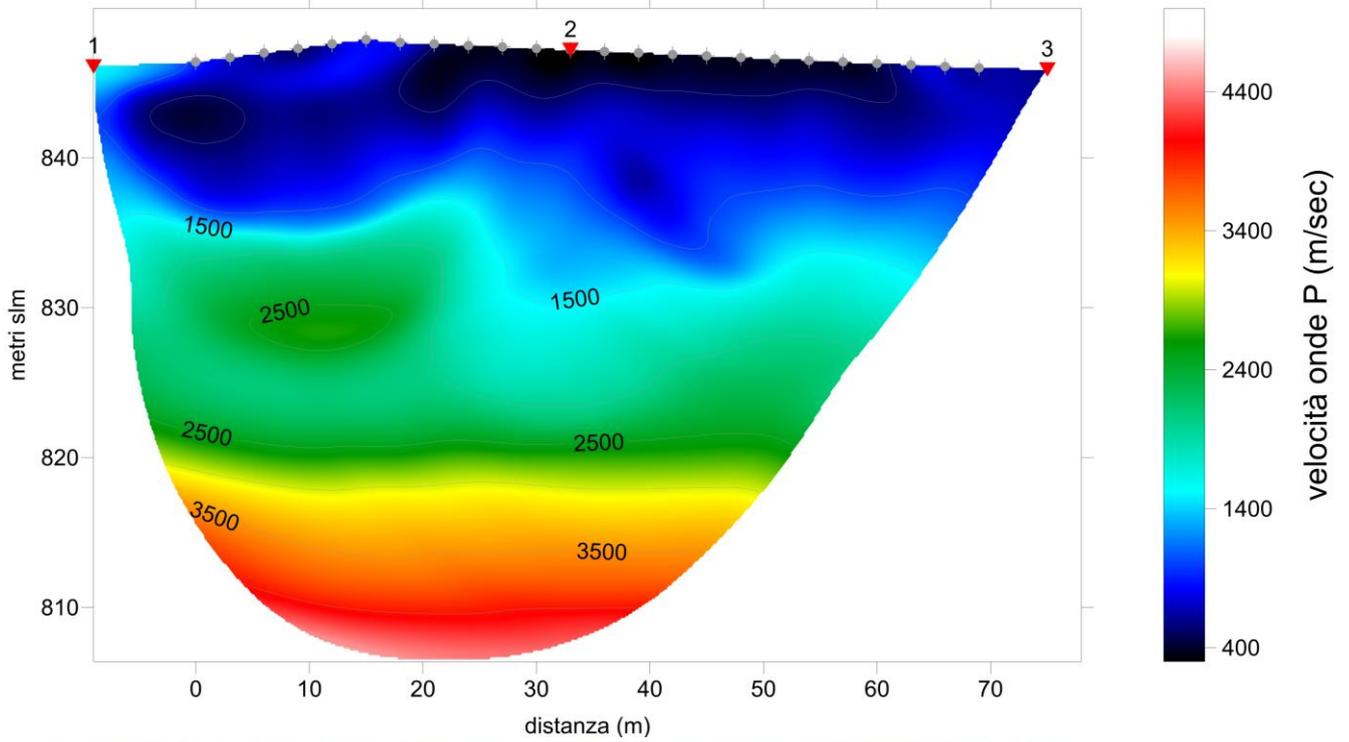


Fig. 92: Dromocrone stendimento sismico LSR12 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR12p RMS error 1.9%=1.33ms 20 WET iters. 50Hz Width 4.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR12p RMS error 1.9%=1.33ms 20 WET iters. 50Hz Width 4.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

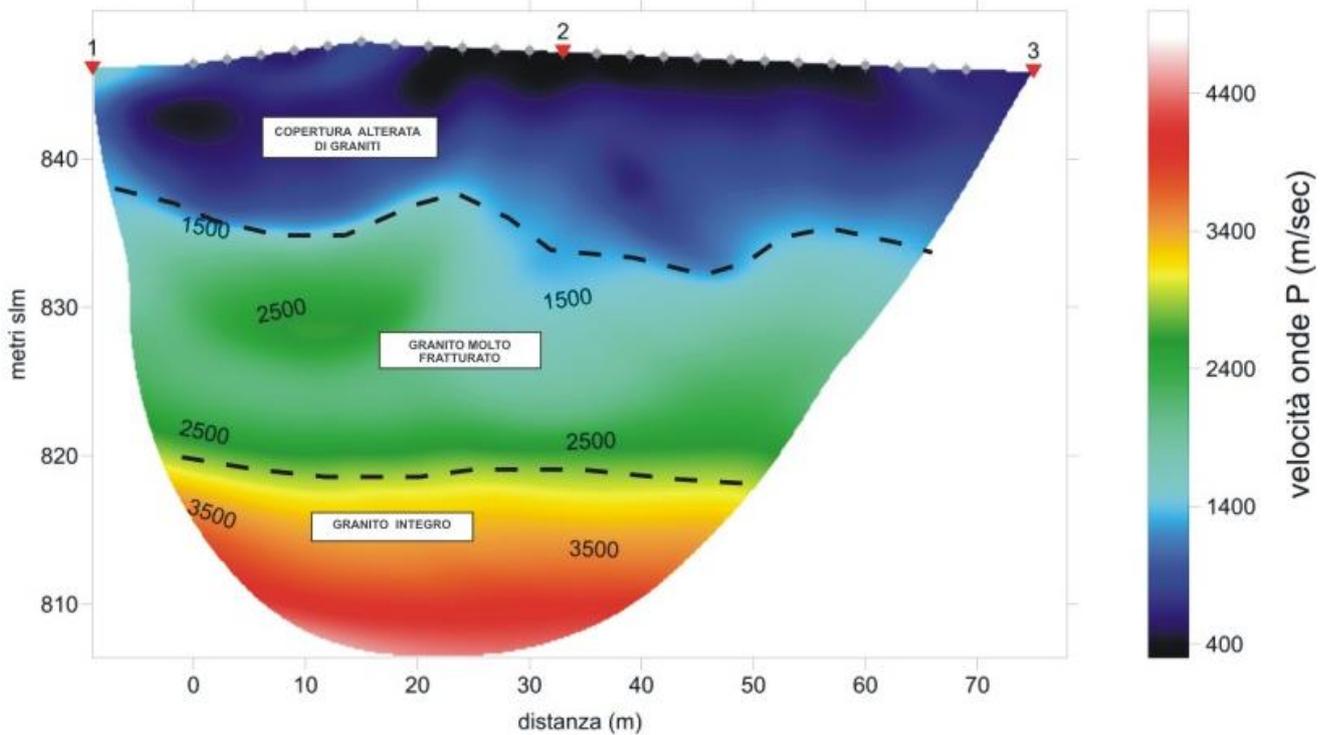


Fig. 93 e 94 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

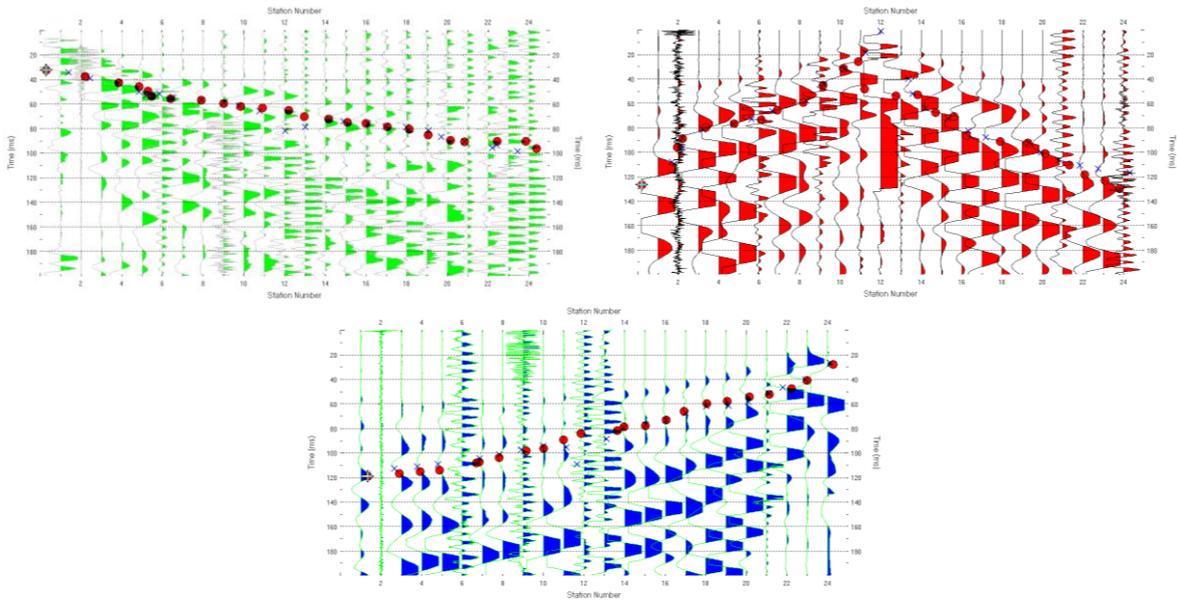


Fig. 95: Acquisizioni stendimento LSR12 - Elaborazione in onda SH

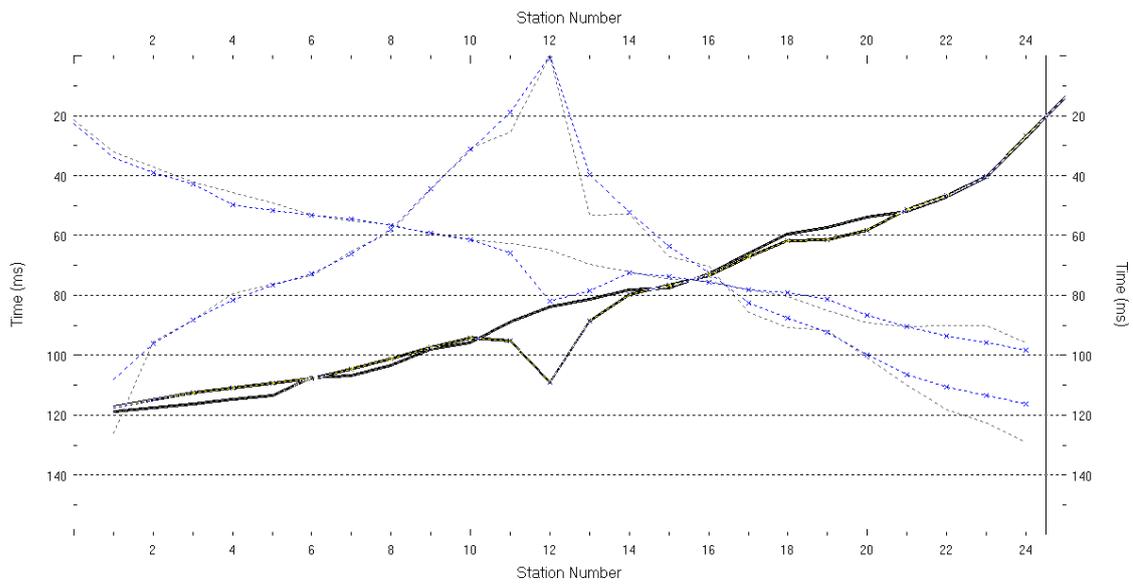
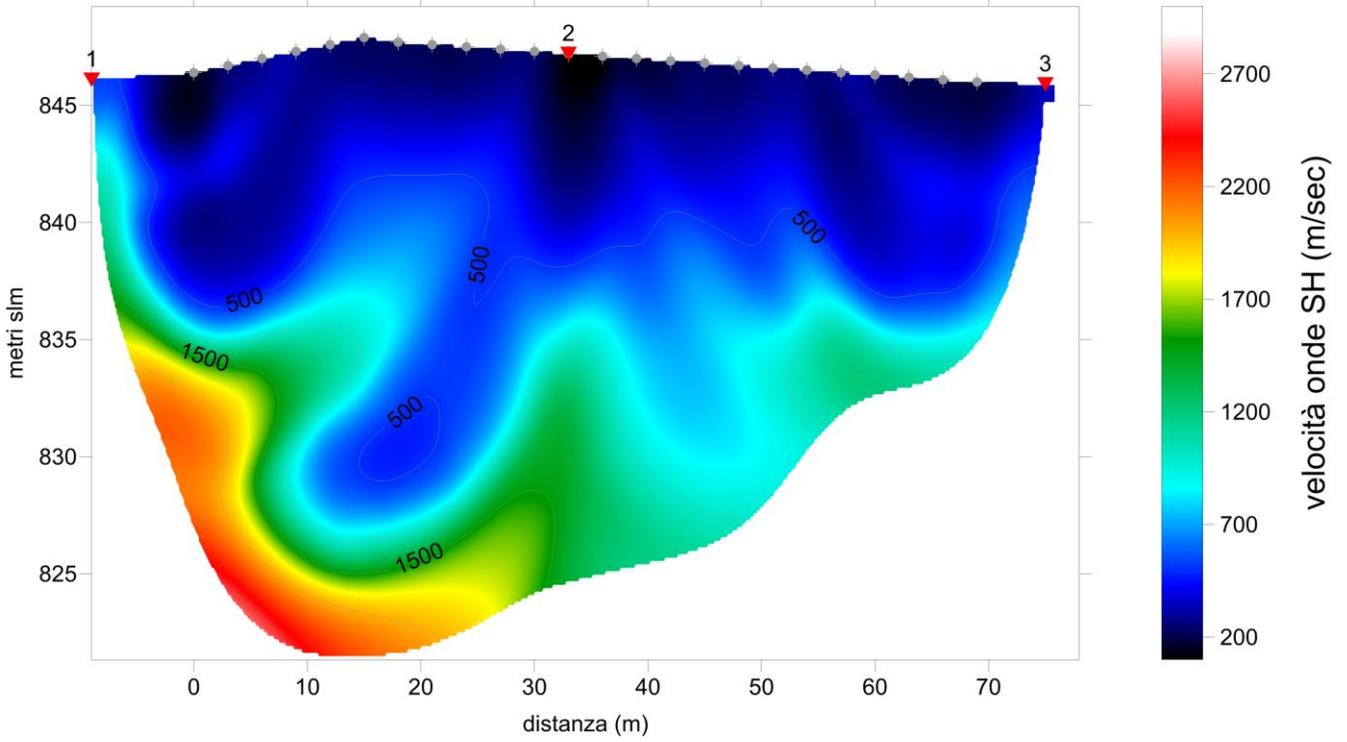


Fig. 96: Dromocrone stendimento sismico LSR12 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

LSR12s RMS error 6.1%=7.92ms 20 WET iters. 50Hz Width 6.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR12s RMS error 6.1%=7.92ms 20 WET iters. 50Hz Width 6.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

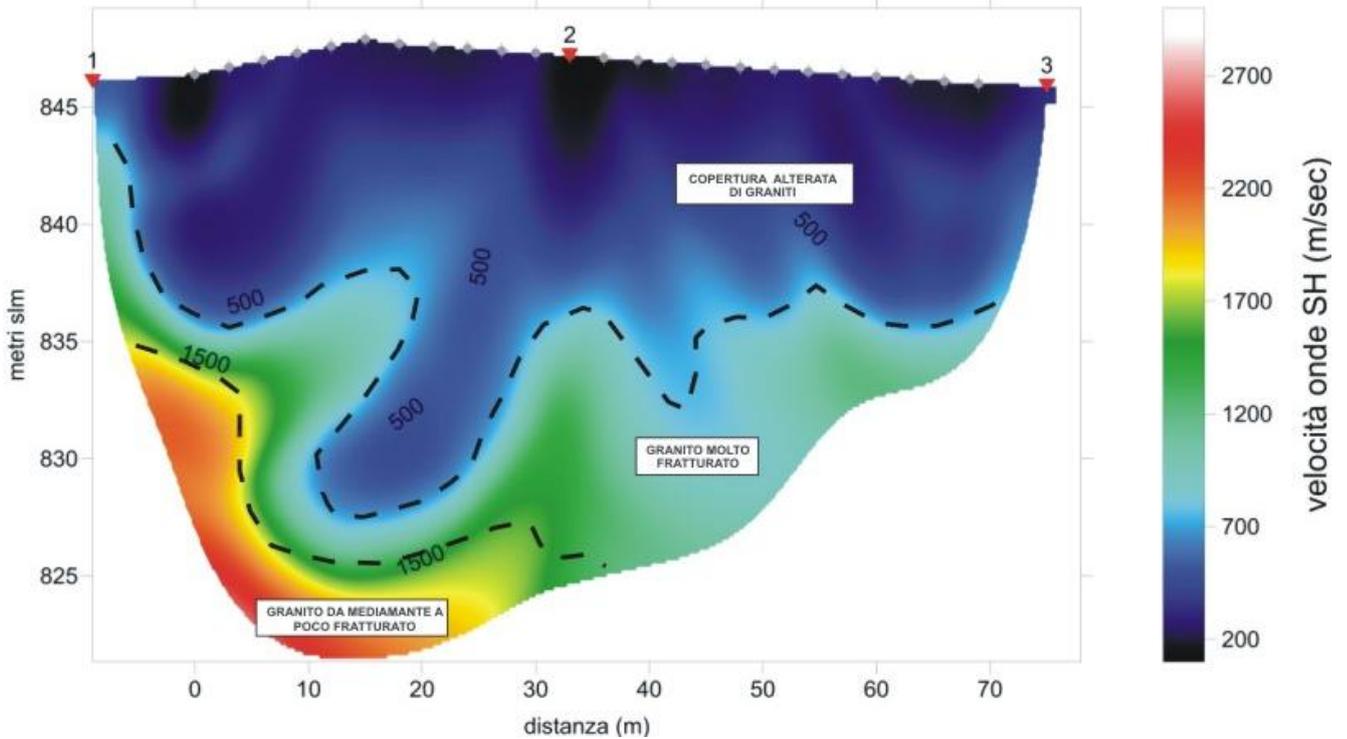


Fig. 97: prospezione tomografica sismica LSR12 in onda SH e sua interpretazione

2.5.13 LSR13 progressiva progetto Km 5+210/5+265 in onda P ed onda SH

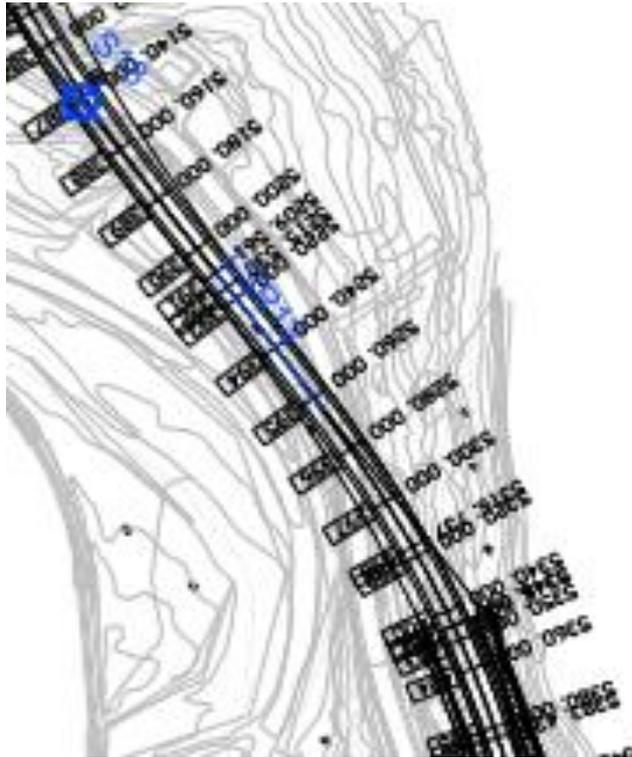


Fig. 98: Ubicazione stendimento sismico LSR13

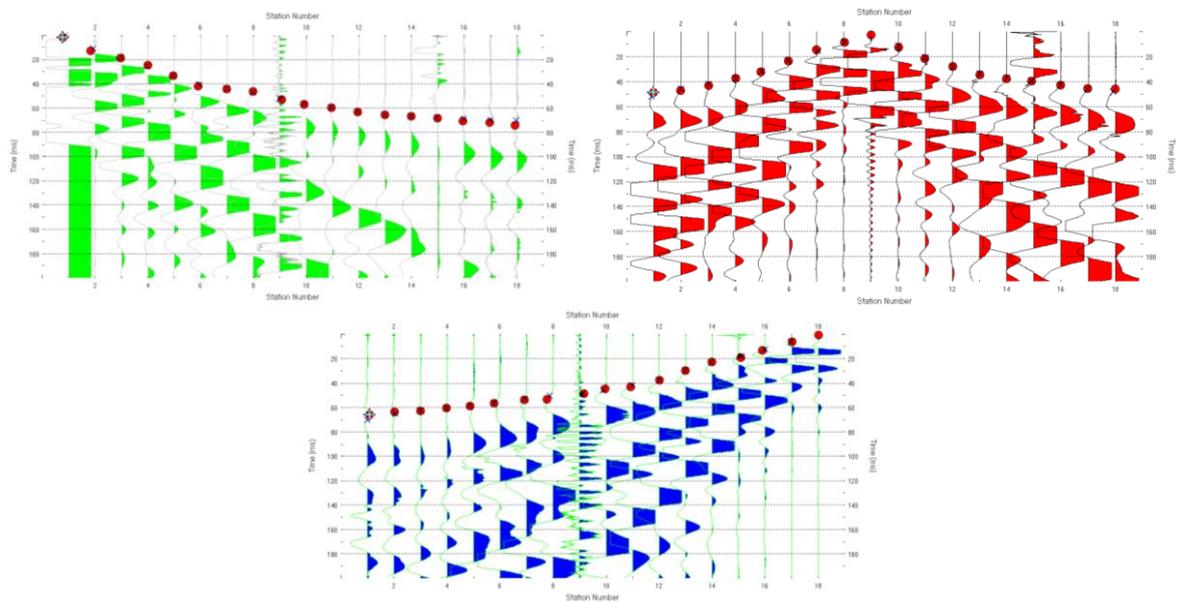


Fig. 99: Acquisizioni stendimento LSR13 - Elaborazione in onda P

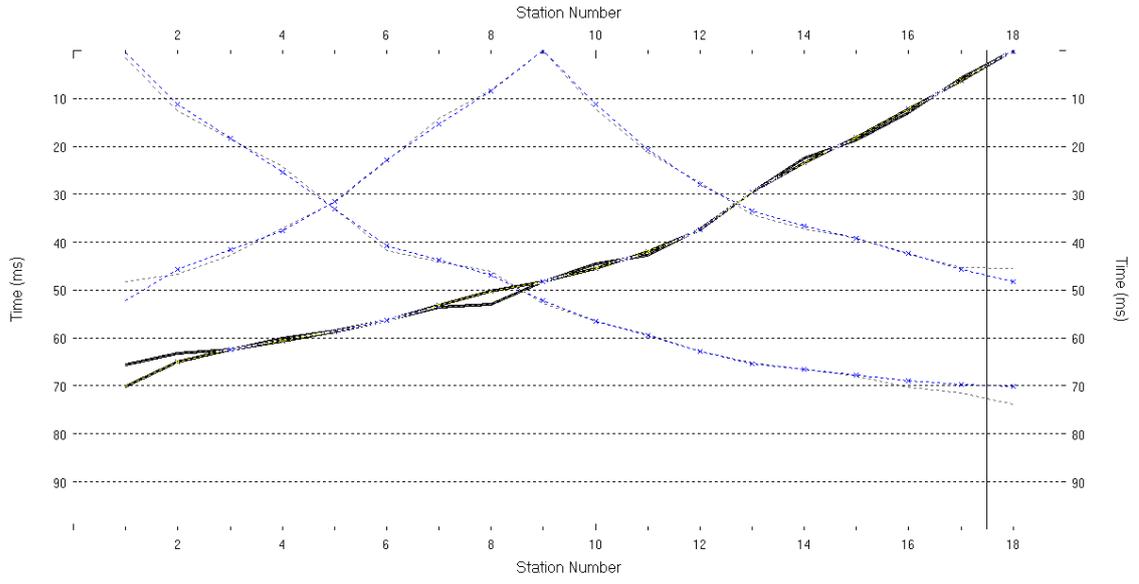
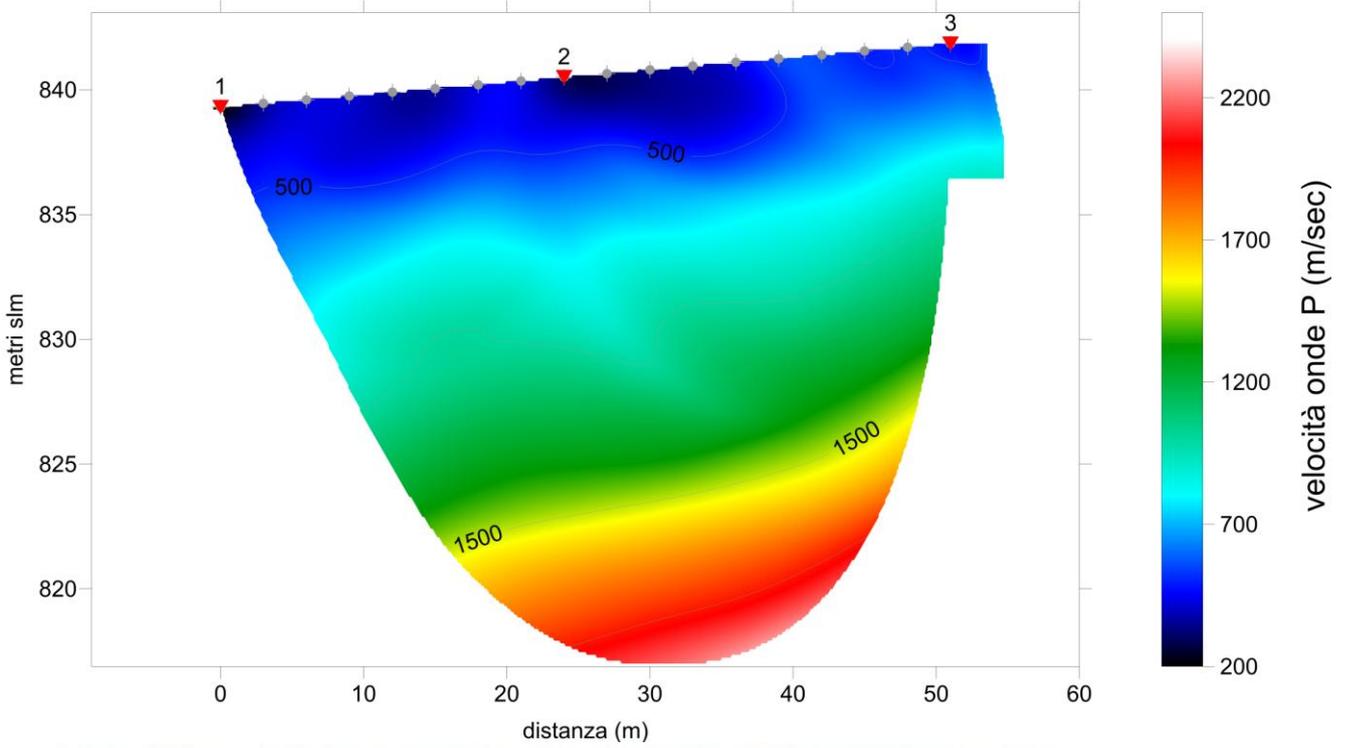


Fig. 100: Dromocrone stendimento sismico LSR13 - onda P

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda P

LSR13p RMS error 1.8%=1.33ms 20 WET iters. 50Hz Width 8.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR13p RMS error 1.8%=1.33ms 20 WET iters. 50Hz Width 8.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

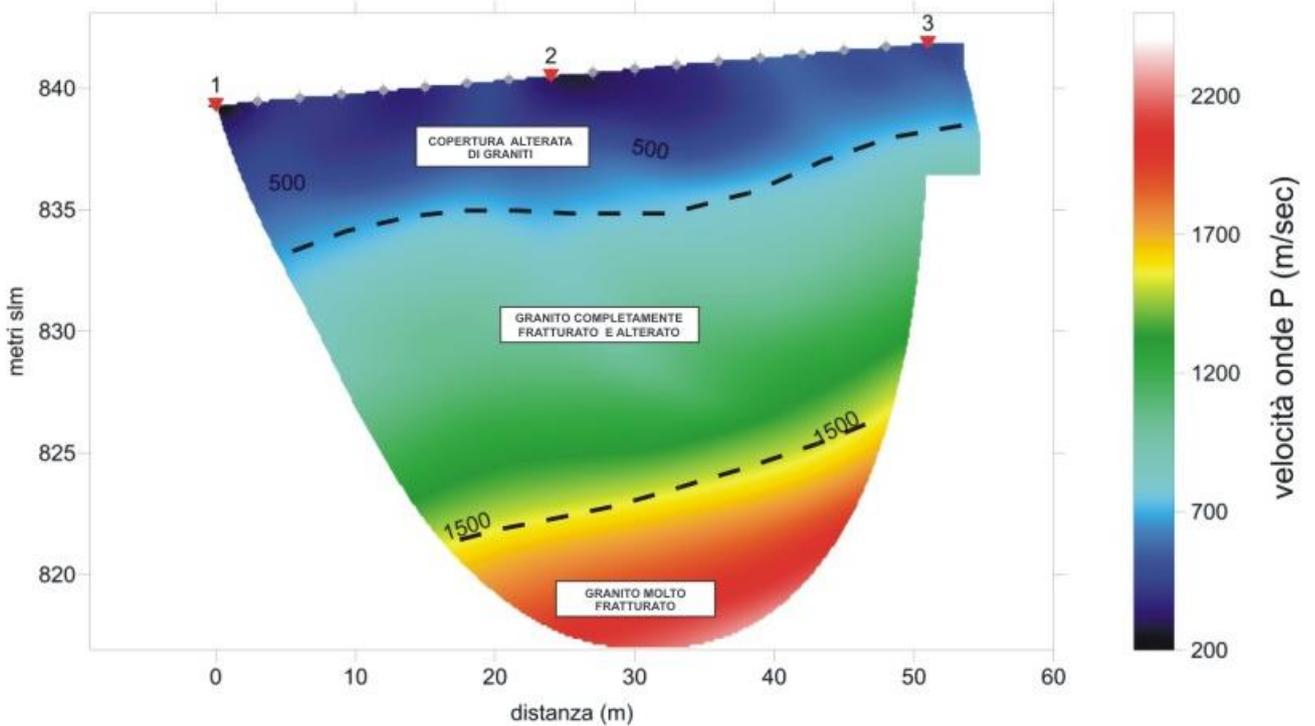


Fig. 101 e 102 : prospezione tomografica sismica LSR3 in onda P e sua interpretazione

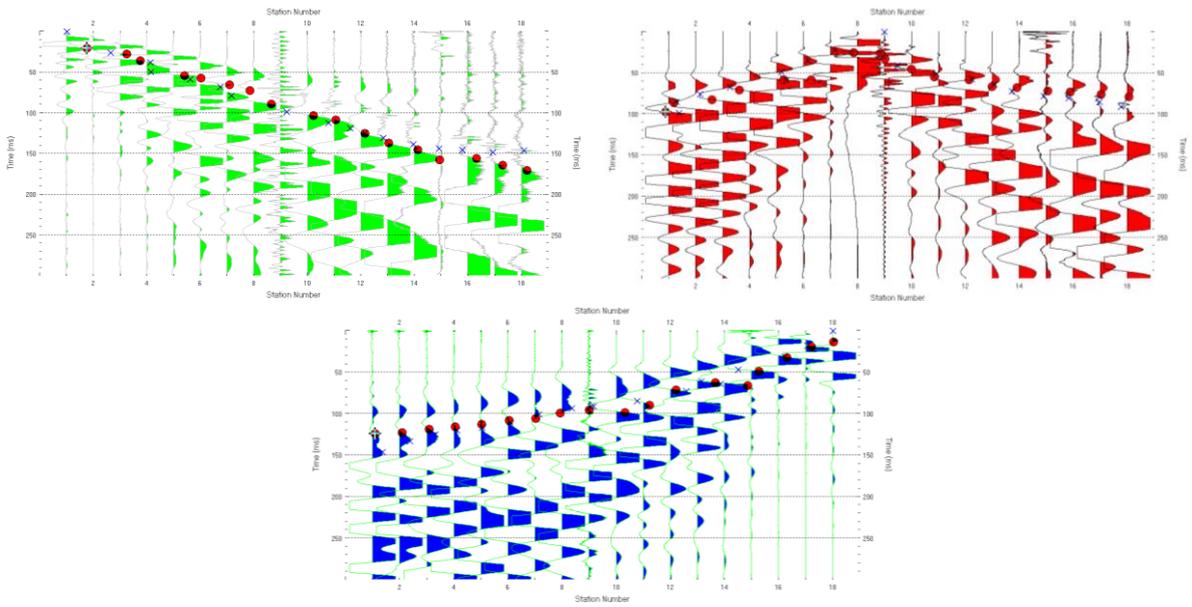


Fig. 103: Acquisizioni stendimento LSR13 - Elaborazione in onda SH

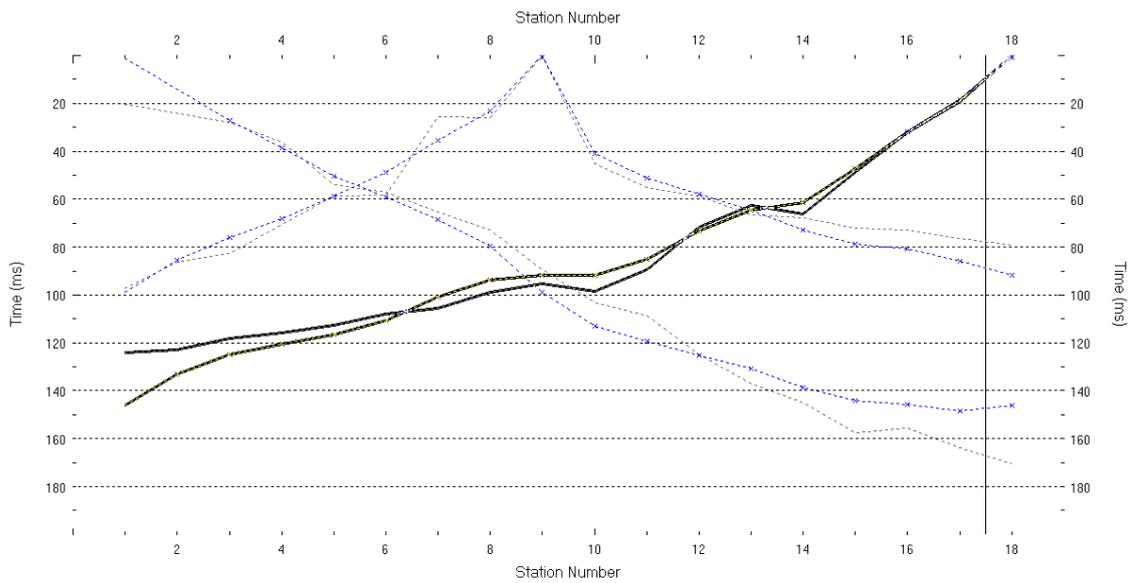
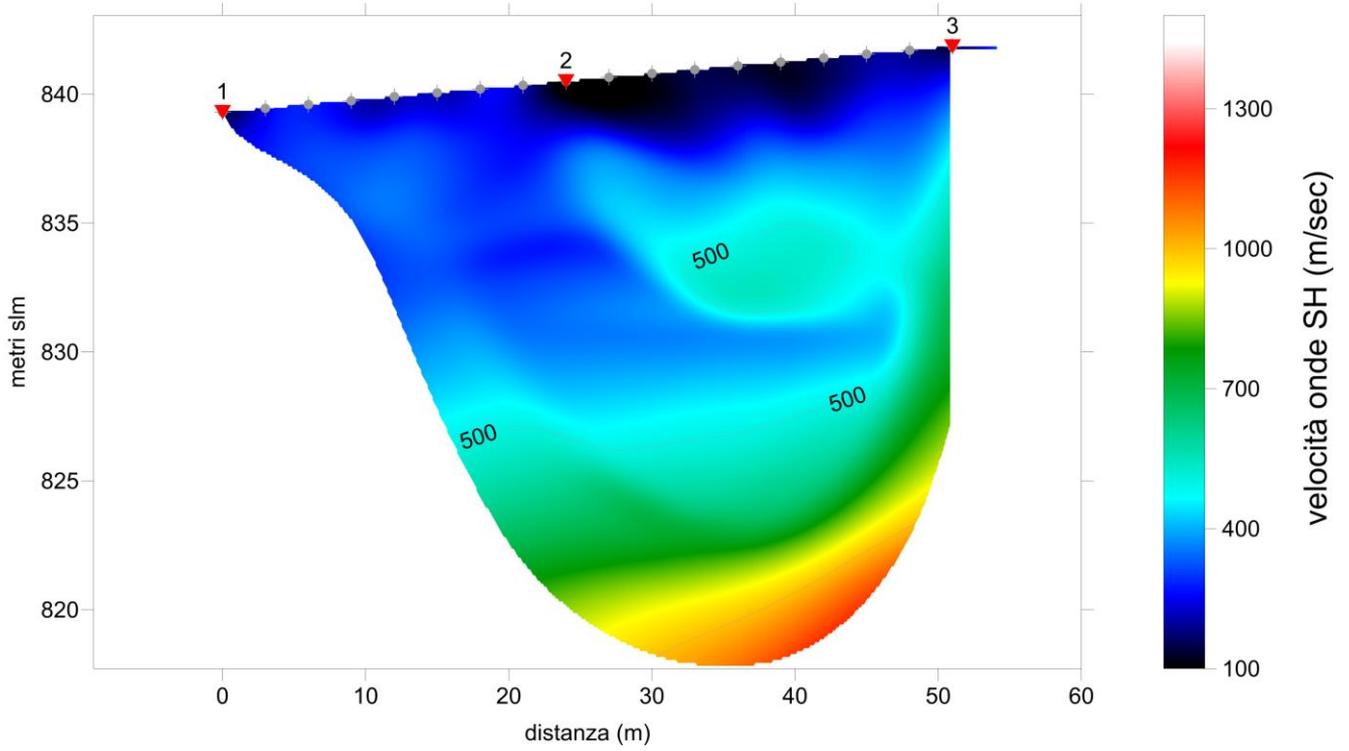


Fig. 104: Dromocrone stendimento sismico LSR13 - onda SH

Sezione 2D Tomografica Sismica in onda SH

LSR13s RMS error 5.5%=9.40ms 20 WET iters. 50Hz Width 15.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35



LSR13s RMS error 5.5%=9.40ms 20 WET iters. 50Hz Width 15.0% initial GRADIENT.GRD Vers. 3.35

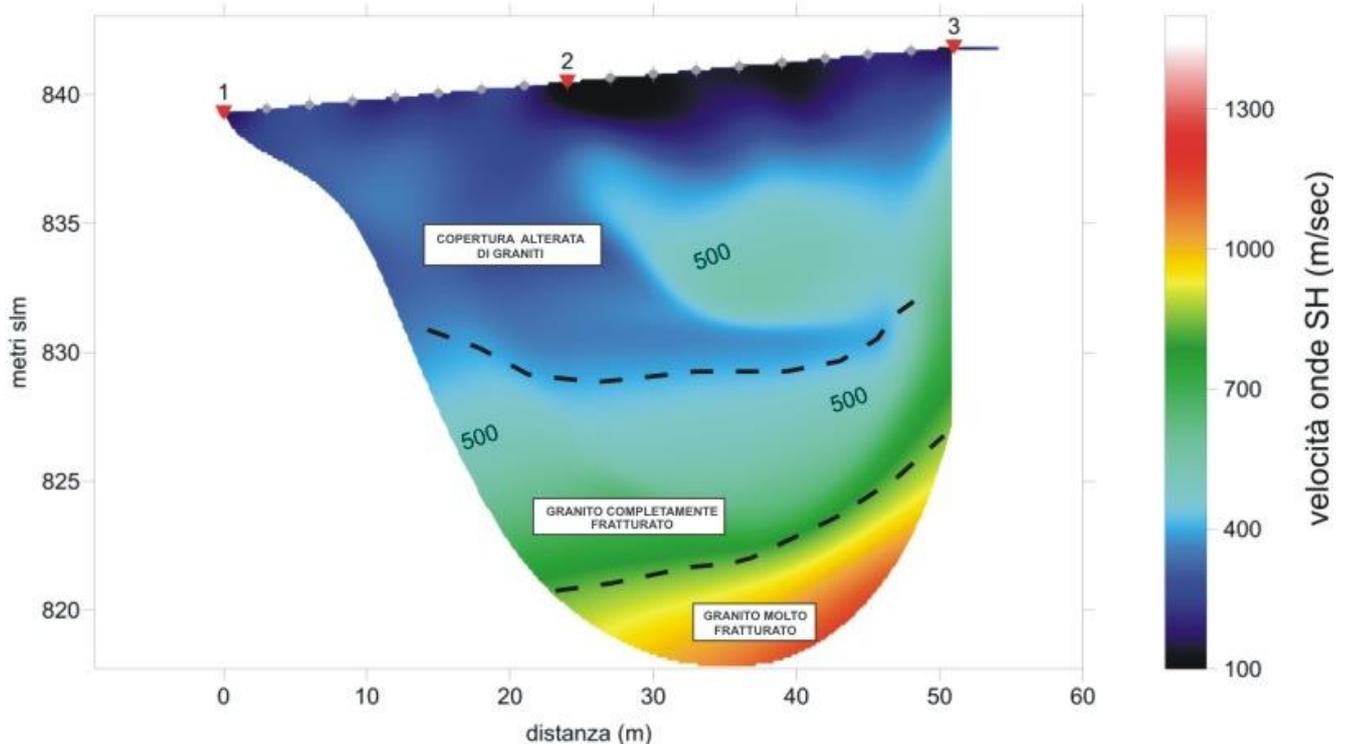


Fig. 105: prospezione tomografica sismica LSR13 in onda SH e sua interpretazione

3. INDAGINI SISMICHE CON TECNICA DOWN - HOLE

3.1 Introduzione

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio .

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- 2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- 3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- 4) un trasduttore (*trigger*) alloggiato nella sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

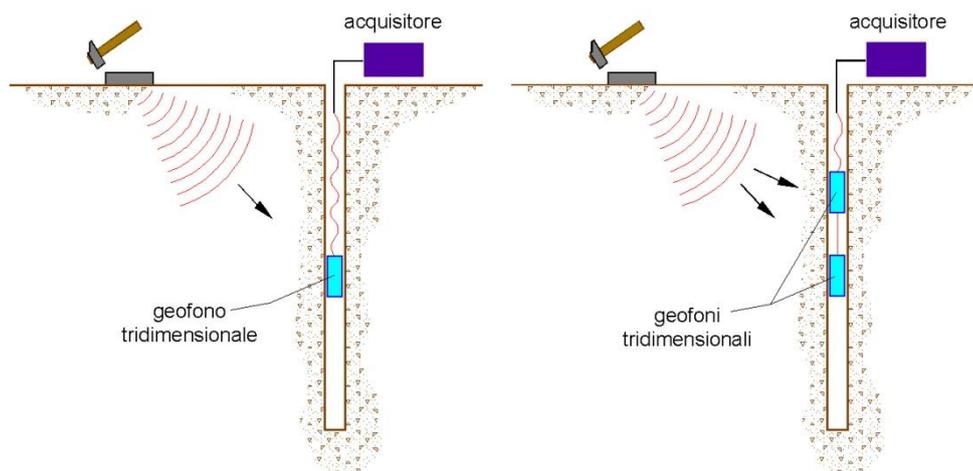


Fig. 106 - 107 – Schema down hole ad uno e due ricevitori

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo.

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.

Prima di ogni cosa, è però importante assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

3.2. Procedura sperimentale

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, è stata adagiata in superficie ad una distanza di 2,0 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come trigger.

Una volta raggiunta la profondità di prova, i geofoni vengono orientati in modo che un trasduttore di ogni sensore sia diretto parallelamente all'asse della sorgente (orientamento assoluto).

A questo punto i ricevitori vengono assicurati alle pareti del tubo di rivestimento, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) o lateralmente (per generare onde di taglio SH) e, contemporaneamente, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

3.3. Interpretazione in down hole con il metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 13), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

$$1.0) t_{corr} = \frac{z}{r} t$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico $t_{corr} - z$ in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 14).

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

1) coefficiente di Poisson medio:

$$2.0) \nu_{\text{medio}} = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

2) modulo di deformazione a taglio medio:

$$3.0) G_{\text{medio}} = \rho V_s^2$$

3) modulo di compressibilità edometrica medio:

$$4.0) E_{\text{dmedio}} = \rho V_p^2$$

4) modulo di Young medio:

$$5.0) E_{\text{medio}} = 2\rho V_s^2 (1 + \nu)$$

5) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$6.0) E_{\text{vmedio}} = \rho \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

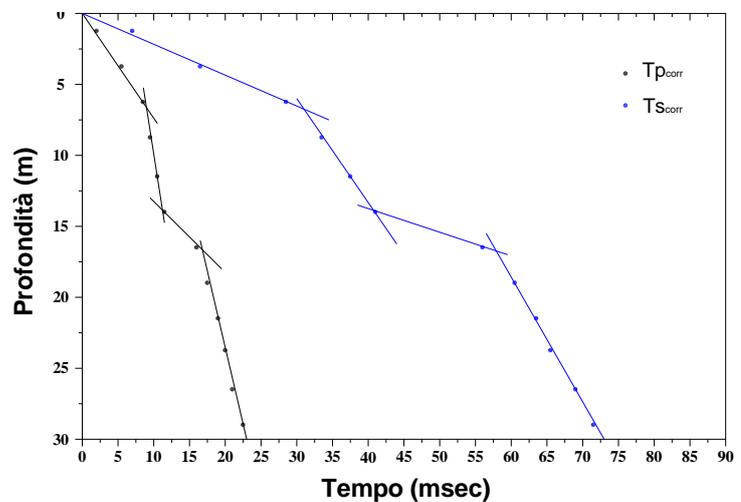
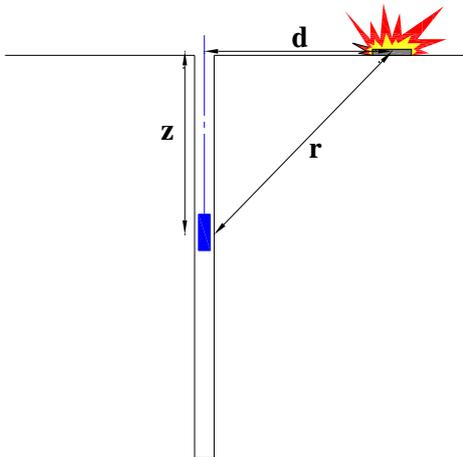


Figura 108 - 109 – Schema di down hole con metodo diretto e dromocrona

La prova sismica down-hole richiede un perforo adeguatamente condizionato, una sorgente energizzante, dei geofoni opportunamente assemblati ed un'unità di registrazione. La massa battente che costituisce la sorgente energizzante ha un peso di 10 kg e la si usa così come descritto precedentemente.

L'apparato ricevente è costituito da 5 geofoni con frequenza naturale di 14 Hz: un geofono verticale sensibile alla ricezione dei tempi di arrivo delle onde P e i rimanenti quattro orizzontali, disposti a 45° tra loro, sensibili alla ricezione dei tempi di arrivo delle onde S.

L'acquisizione e la visualizzazione dei dati è stata realizzata con un sismografo digitale multicanale DAQLink III della Seismic Source, composta da una unità di acquisizione con un convertitore sigma delta ad alta velocità a 24 bit, dotata di memoria per la cumulabilità degli impulsi. Di seguito si riportano grafici e tabelle dell'indagine Down - Hole eseguita nel foro di sondaggio opportunamente attrezzato.

Interpretazione delle misure S2 / DH2

Dati iniziali

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1	20	1	1

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	1.19	2.46
2	2.00	1.85	3.42
3	3.00	2.42	4.74
4	4.00	3.29	7.11
5	5.00	4.02	8.59
6	6.00	4.31	9.38
7	7.00	4.71	10.70
8	8.00	5.00	11.99
9	9.00	5.31	13.00
10	10.00	5.96	14.26
11	11.00	6.32	15.37
12	12.00	6.83	16.49
13	13.00	7.29	17.45
14	14.00	7.73	18.74
15	15.00	8.26	19.40
16	16.00	8.59	20.53
17	17.00	8.98	21.30
18	18.00	9.39	22.13
19	19.00	9.89	22.74
20	20.00	10.16	23.25

Risultati		
SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.4142	0.8415	1.7395
2.2361	1.6547	3.0589
3.1623	2.2958	4.4968
4.1231	3.1918	6.8977
5.0990	3.9419	8.4232
6.0828	4.2514	9.2524
7.0711	4.6627	10.5925
8.0623	4.9614	11.8974
9.0554	5.2775	12.9205
10.0499	5.9304	14.1892
11.0454	6.2940	15.3069
12.0416	6.8064	16.4330
13.0384	7.2685	17.3986
14.0357	7.7104	18.6924
15.0333	8.2417	19.3570
16.0312	8.5733	20.4900
17.0294	8.9645	21.2632
18.0278	9.3755	22.0959
19.0263	9.8763	22.7086
20.0250	10.1473	23.2210

Z [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
1.00	1188.35	574.88	23.92	0.3472	806.11	3444.52	2171.98	2369.71
2.00	1229.71	757.92	23.57	0.1937	1380.66	3634.50	3296.19	1793.62
3.00	1559.82	695.46	23.06	0.3759	1137.32	5721.21	3129.68	4204.78
4.00	1116.07	416.51	21.41	0.4191	378.75	2719.44	1074.97	2214.44
5.00	1333.16	655.52	22.53	0.3406	987.22	4083.24	2646.93	2766.95
6.00	3231.02	1205.98	24.17	0.4191	3584.56	25729.73	10173.70	20950.32
7.00	2431.31	746.21	22.64	0.448	1285.52	13646.98	3722.87	11932.95
8.00	3347.84	766.34	22.63	0.4724	1355.21	25863.86	3990.82	24056.91
9.00	3163.56	977.42	23.46	0.4472	2285.44	23941.95	6614.98	20894.70
10.00	1531.63	788.21	22.57	0.3199	1429.86	5399.07	3774.54	3492.58
11.00	2750.27	894.69	23.16	0.4408	1890.44	17863.58	5447.49	15342.99
12.00	1951.60	888.02	23.13	0.3694	1859.95	8983.31	5094.03	6503.39
13.00	2164.03	1035.63	23.66	0.3515	2587.64	11298.50	6994.39	7848.31
14.00	2262.95	772.92	22.33	0.434	1360.31	11660.52	3901.37	9846.78
15.00	1882.18	1504.66	24.93	--	5755.44	9005.83	11510.88	1331.92
16.00	3015.68	882.61	23.11	0.4532	1835.77	21431.36	5335.48	18983.68
17.00	2556.24	1293.33	24.41	0.328	4163.57	16264.86	11058.44	10713.43
18.00	2433.09	1200.91	24.16	0.339	3553.02	14584.54	9514.99	9847.18
19.00	1996.81	1632.12	25.21	--	6847.88	10250.04	13695.76	1119.53
20.00	3690.04	1951.59	25.81	0.3058	10024.08	35836.82	26178.89	22471.38

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 20 m dal piano campagna

Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
	4
	14
	20.02

Valori medi

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1253.92	579.71	22.29	0.36	763.71	3573.11	2083.53	2554.83
2212.39	848.18	22.97	0.41	1685.41	11467.17	4765.83	9219.96
2467.21	1328.92	24.5	0.3	4412.94	15210.54	11435.26	9326.62

Metodo intervallo

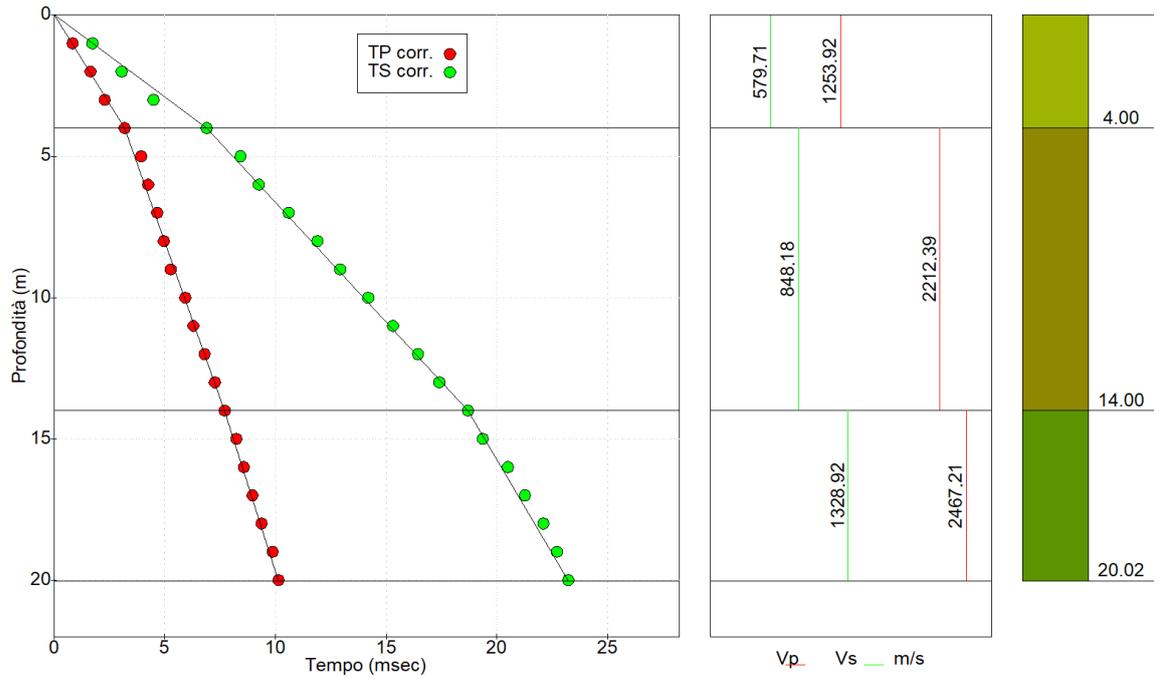
Profondità di riferimento: 20 m dal piano campagna

Sismostrati con metodo intervallo

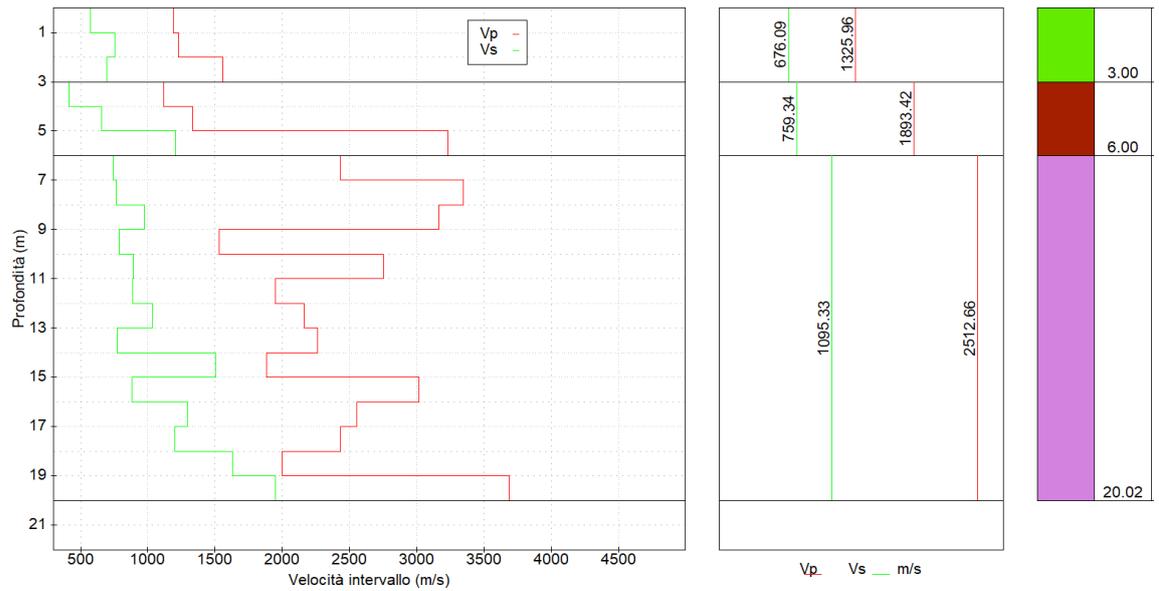
Descrizione [-]	Profondità [m]
	3
	6
	20.02

Valori medi

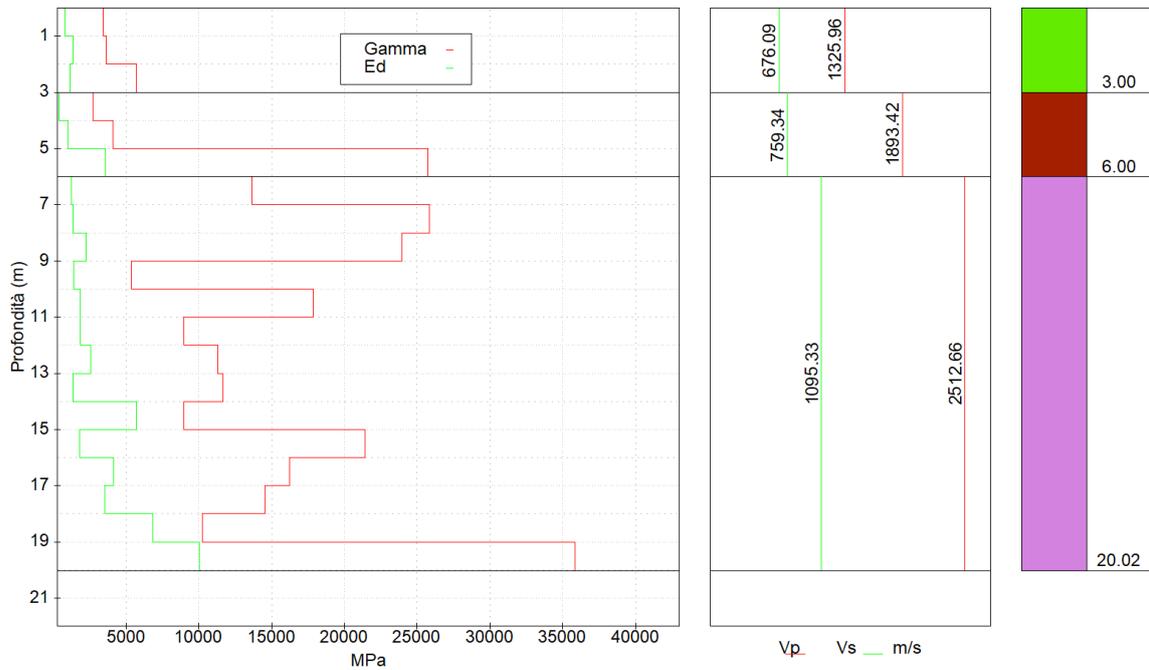
Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1325.96	676.09	23.52	0.31	1108.03	4266.74	2865.95	2789.37
1893.42	759.34	22.70	0.39	1650.18	10844.14	4631.87	8643.90
2512.66	1095.33	23.66	0.39	3302.44	16145.09	8345.35	11741.84



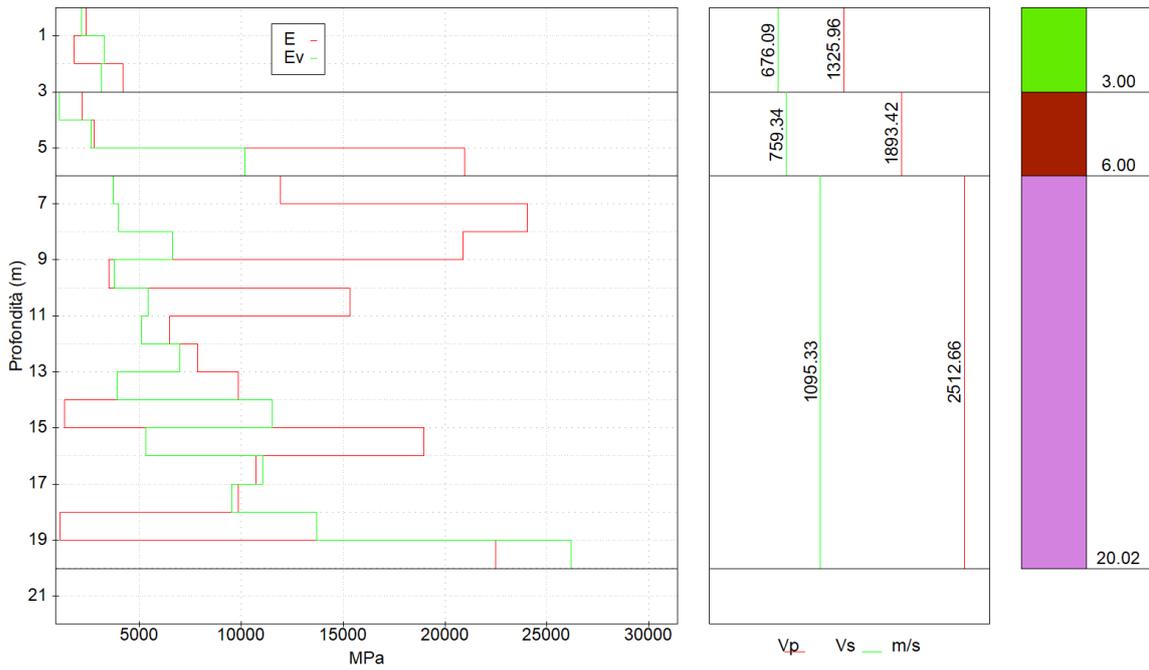
Dromocrone



Velocità intervallo



Profili modulo di deformazione a taglio e modulo di compressibilità edometrica



Profili modulo di Young e modulo di compressibilità volumetrica di intervallo

Interpretazione delle misure S6 / DH6**Dati iniziali**

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1	25	1	1

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	1.07	2.21
2	2.00	1.67	3.08
3	3.00	2.18	4.27
4	4.00	2.96	6.40
5	5.00	3.62	7.73
6	6.00	3.88	8.44
7	7.00	4.00	9.10
8	8.00	4.25	10.19
9	9.00	4.51	11.05
10	10.00	5.07	12.12
11	11.00	5.37	13.06
12	12.00	5.81	14.02
13	13.00	6.20	14.83
14	14.00	6.57	15.93
15	15.00	7.02	16.49
16	16.00	7.30	17.45
17	17.00	7.63	18.11
18	18.00	7.98	18.81
19	19.00	8.41	19.33
20	20.00	8.64	19.76
21	21.00	8.80	20.23
22	22.00	9.05	20.83
23	23.00	9.35	21.34
24	24.00	9.65	21.97
25	25.00	9.86	22.36

Risultati		
SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.4142	0.7566	1.5627
2.2361	1.4937	2.7548
3.1623	2.0681	4.0509
4.1231	2.8716	6.2089
5.0990	3.5497	7.5799
6.0828	3.8272	8.3252
7.0711	3.9598	9.0085
8.0623	4.2172	10.1113
9.0554	4.4824	10.9824
10.0499	5.0448	12.0599
11.0454	5.3479	13.0064
12.0416	5.7899	13.9716
13.0384	6.1817	14.7863
14.0357	6.5533	15.8895
15.0333	7.0045	16.4535
16.0312	7.2858	17.4160
17.0294	7.6168	18.0788
18.0278	7.9677	18.7810
19.0263	8.3984	19.3033
20.0250	8.6292	19.7354
21.0238	8.7900	20.2071
22.0227	9.0407	20.8085
23.0217	9.3412	21.3199
24.0208	9.6416	21.9510
25.0200	9.8521	22.3421

Z [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
1.00	1321.70	639.92	24.08	0.3469	1005.51	4289.45	2708.64	2948.77
2.00	1356.67	838.86	22.94	0.1905	1646.08	4305.48	3919.32	2110.70
3.00	1740.95	771.55	23.29	0.3778	1413.76	7198.16	3895.76	5313.14
4.00	1244.56	463.39	21.74	0.4195	476.03	3433.77	1351.45	2799.06
5.00	1474.71	729.39	22.80	0.3381	1236.90	5056.24	3310.19	3407.04
6.00	3603.61	1341.74	24.54	0.4195	4504.96	32495.97	12789.58	26489.36
7.00	7541.47	1463.49	24.83	0.4804	5422.95	144001.80	16056.27	136771.30
8.00	3885.01	906.78	23.20	0.4712	1945.23	35706.86	5723.65	33113.21
9.00	3770.74	1147.97	24.01	0.4489	3226.51	34811.66	9349.78	30509.65
10.00	1778.09	928.07	23.28	0.3128	2044.67	7505.33	5368.49	4779.10
11.00	3299.24	1056.52	23.72	0.4429	2699.91	26328.24	7791.40	22728.36
12.00	2262.44	1036.06	23.66	0.3673	2589.79	12349.47	7082.04	8896.42
13.00	2552.32	1227.45	24.23	0.3496	3722.55	16095.45	10047.91	11132.05
14.00	2691.07	906.45	23.20	0.436	1943.82	17132.37	5582.65	14540.61
15.00	2216.31	1773.05	25.49	--	8171.30	12767.63	16342.60	1872.56
16.00	3554.92	1038.96	23.67	0.4533	2605.41	30502.63	7572.88	27028.75
17.00	3021.15	1508.75	24.94	0.3339	5789.09	23212.42	15444.13	15493.63
18.00	2849.81	1424.10	24.74	0.3336	5116.35	20488.53	13646.33	13666.74
19.00	2321.80	1914.61	25.75	--	9625.36	14154.88	19250.72	1321.06
20.00	4332.76	2314.29	26.39	0.3004	14413.00	50518.21	37485.33	31300.88
21.00	6218.91	2119.99	26.10	0.4343	11961.55	102931.50	34312.90	86982.80
22.00	3988.83	1662.79	25.27	0.3948	7124.58	40999.23	19874.73	31499.78
23.00	3327.79	1955.42	25.82	0.2363	10067.36	29157.30	24892.55	15734.16
24.00	3328.90	1584.54	25.10	0.3535	6426.28	28363.15	17395.94	19794.79
25.00	4750.58	2556.89	26.73	0.2961	17819.78	61513.66	46192.43	37753.95

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 25 m dal piano campagna

Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
	5
	9
	16
	25.02

Valori medi

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1408.45	659.63	22.48	0.36	997.53	4547.88	2712.32	3217.83
4301.08	1176.47	24.09	0.46	3399.95	45442.75	9924.9	40909.48
2491.1	1086.96	23.82	0.38	2869.77	15073.2	7934.44	11246.85
3523.44	1833.33	25.6	0.31	8774.49	32409.5	23065.95	20710.18

Metodo intervallo

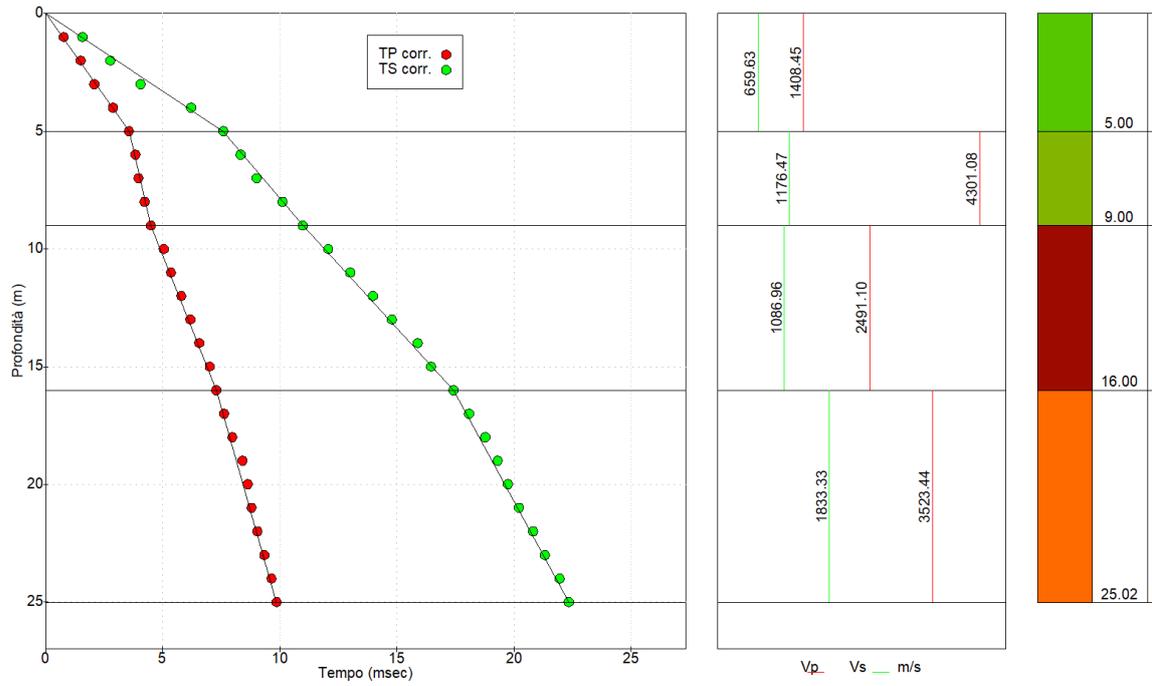
Profondità di riferimento: 25 m dal piano campagna

Sismostrati con metodo intervallo

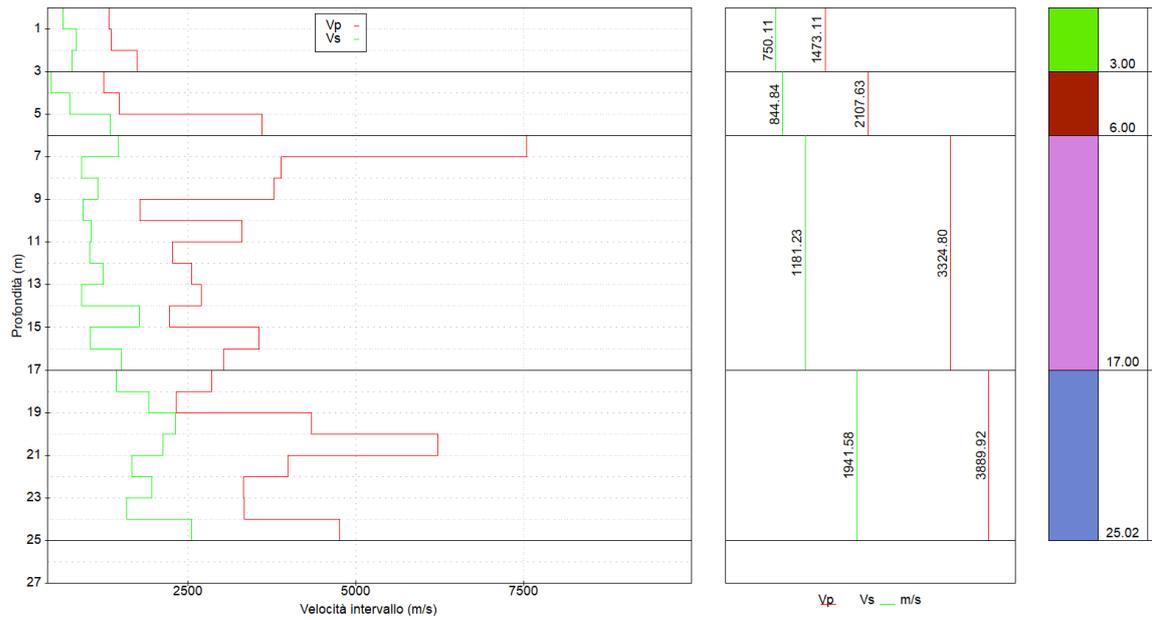
Descrizione [-]	Profondità [m]
	3
	6
	17
	25.02

Valori medi

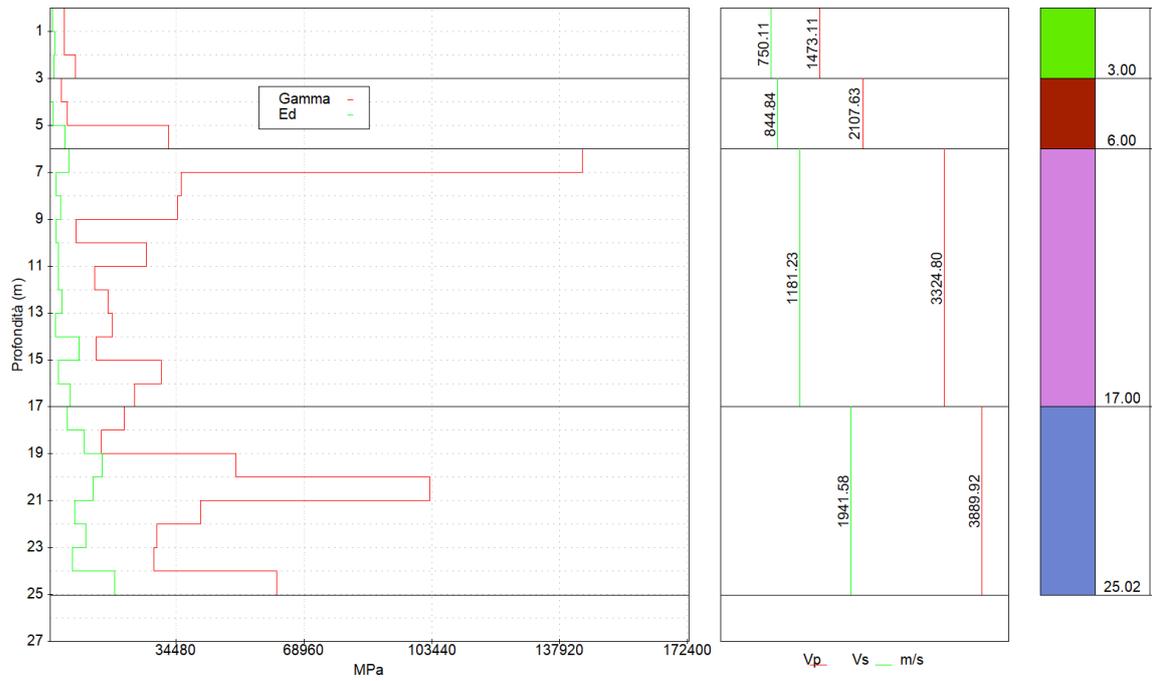
Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1473.11	750.11	23.44	0.31	1355.12	5264.36	3507.91	3457.54
2107.63	844.84	23.03	0.39	2072.63	13661.99	5817.07	10898.49
3324.80	1181.23	24.02	0.41	3651.02	32764.89	9669.25	27896.88
3889.92	1941.58	25.74	0.34	10319.28	43515.81	26631.37	29756.77



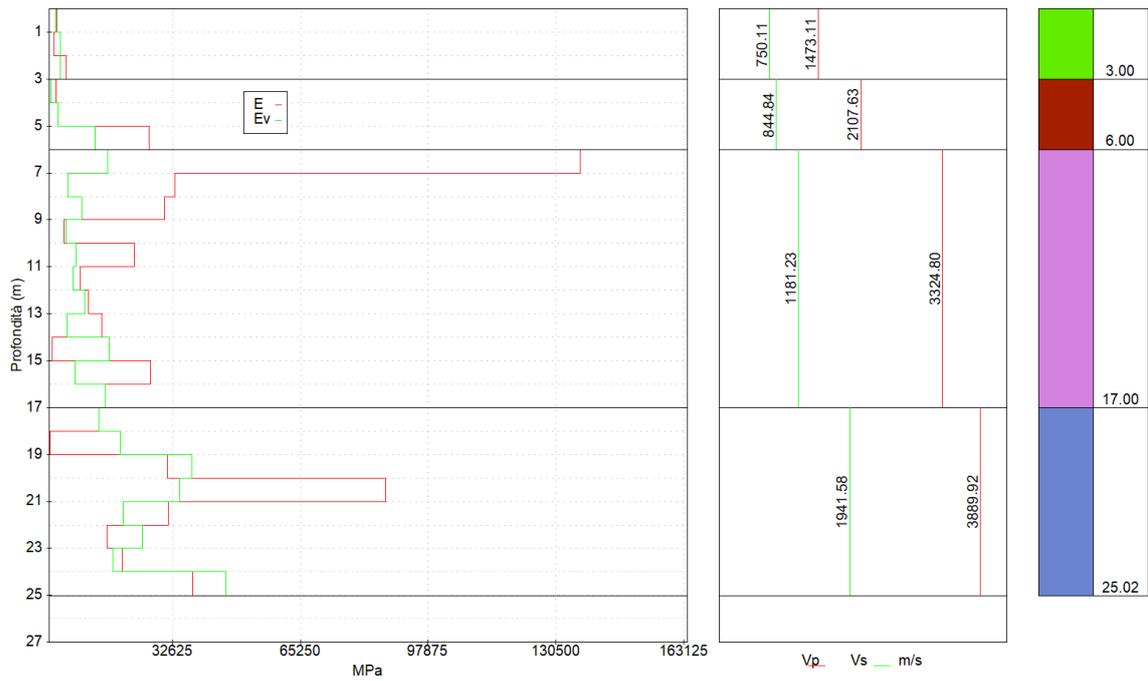
Dromocrone



Velocità intervallo



Profili modulo di deformazione a taglio e modulo di compressibilità edometrica



Profili modulo di Young e modulo di compressibilità volumetrica di intervallo

Interpretazione delle misure S9 / DH9**Dati iniziali**

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1	29	1	1

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	1.31	2.71
2	2.00	2.04	3.76
3	3.00	2.66	5.21
4	4.00	3.62	7.82
5	5.00	4.22	9.02
6	6.00	4.53	9.85
7	7.00	4.95	11.24
8	8.00	5.25	12.59
9	9.00	5.58	13.65
10	10.00	5.79	14.05
11	11.00	6.10	14.60
12	12.00	6.50	15.67
13	13.00	6.90	16.58
14	14.00	7.34	17.80
15	15.00	7.85	18.43
16	16.00	8.16	19.50
17	17.00	8.53	20.24
18	18.00	8.92	21.02
19	19.00	9.40	21.60
20	20.00	9.65	22.09
21	21.00	9.83	22.61
22	22.00	10.12	23.28
23	23.00	10.45	23.85
24	24.00	10.78	24.56
25	25.00	11.02	24.99
26	26.00	11.40	25.51
27	27.00	11.73	25.94
28	28.00	11.92	26.51
29	29.00	12.30	27.08

Risultati		
SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.4142	0.9263	1.9163
2.2361	1.8246	3.3630
3.1623	2.5235	4.9426
4.1231	3.5119	7.5865
5.0990	4.1381	8.8448
6.0828	4.4684	9.7160
7.0711	4.9003	11.1270
8.0623	5.2095	12.4928
9.0554	5.5459	13.5665
10.0499	5.7613	13.9803
11.0454	6.0749	14.5400
12.0416	6.4775	15.6159
13.0384	6.8797	16.5312
14.0357	7.3213	17.7548
15.0333	7.8326	18.3892
16.0312	8.1441	19.4620
17.0294	8.5153	20.2051
18.0278	8.9063	20.9876
19.0263	9.3870	21.5701
20.0250	9.6380	22.0624
21.0238	9.8189	22.5844
22.0227	10.1096	23.2560
23.0217	10.4401	23.8275
24.0208	10.7707	24.5387
25.0200	11.0112	24.9700
26.0192	11.3916	25.4912
27.0185	11.7220	25.9222
28.0179	11.9124	26.4931
29.0172	12.2927	27.0639

Z [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
1.00	1079.56	521.84	23.75	0.3475	659.50	2822.52	1777.35	1943.18
2.00	1113.21	691.23	23.39	0.1863	1139.61	2955.72	2703.84	1436.25
3.00	1430.82	633.07	22.84	0.3783	933.42	4768.10	2573.07	3523.54
4.00	1011.74	378.23	21.10	0.4188	307.80	2202.42	873.41	1792.01
5.00	1596.93	794.72	23.00	0.3354	1481.27	5981.07	3956.18	4006.04
6.00	3027.55	1147.84	24.01	0.4161	3225.78	22441.62	9136.05	18140.58
7.00	2315.35	708.72	22.51	0.4483	1152.93	12305.19	3339.58	10767.94
8.00	3234.16	732.17	22.51	0.473	1230.49	24009.21	3625.02	22368.55
9.00	2972.65	931.36	23.29	0.4456	2060.08	20986.32	5956.10	18239.55
10.00	4642.52	2416.63	26.54	0.3142	15805.22	58329.45	41542.44	37255.82
11.00	3188.78	1786.67	25.51	0.2712	8303.83	26450.81	21111.66	15379.03
12.00	2483.86	929.45	23.29	0.4186	2051.64	14652.21	5820.91	11916.69
13.00	2486.32	1092.54	23.84	0.3804	2901.75	15027.95	8011.15	11158.94
14.00	2264.49	817.26	22.85	0.4251	1556.27	11948.31	4435.68	9873.27
15.00	1955.80	1576.29	25.09	--	6357.00	9786.53	12714.00	1310.53
16.00	3210.27	932.14	23.30	0.454	2064.42	24486.03	6003.33	21733.47
17.00	2693.97	1345.72	24.55	0.3338	4533.57	18168.38	12093.75	12123.63
18.00	2557.55	1277.95	24.37	0.3336	4058.47	16254.86	10824.75	10843.56
19.00	2080.30	1716.74	25.38	--	7627.46	11200.13	15254.92	1030.18
20.00	3984.07	2031.28	25.95	0.3244	10918.33	42002.07	28920.47	27444.29
21.00	5527.90	1915.71	25.75	0.4318	9636.43	80237.41	27594.88	67388.84
22.00	3439.97	1488.98	24.89	0.3847	5627.07	30034.02	15583.61	22531.27
23.00	3025.72	1749.79	25.44	0.2488	7942.70	23749.47	19837.69	13159.20
24.00	3024.80	1406.07	24.70	0.3622	4979.55	23044.63	13566.29	16405.22
25.00	4158.01	2318.58	26.40	0.2744	14471.96	46542.98	36886.13	27247.04
26.00	2628.81	1918.65	25.76	--	9669.78	18152.80	19339.56	5259.76
27.00	3026.63	2320.19	26.40	--	14492.07	24660.50	28984.14	5337.74
28.00	5252.10	1751.62	25.45	0.4374	7962.45	71586.83	22890.45	60970.22
29.00	2629.51	1751.93	25.45	0.1009	7965.27	17943.90	17537.93	7323.53

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 29 m dal piano campagna
 Vseq 1086,94 m/s
 Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
	4
	9
	12
	18
	29.02

Valori medi

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1139.6	527.01	22.02	0.36	623.6	2915.94	1701.17	2084.47
2450.98	836.12	22.93	0.43	1634.36	14043.97	4687.83	11864.82
3225.81	1463.41	24.83	0.37	5423.12	26350.62	14864.01	19119.79
2469.14	1117.32	23.91	0.37	3044.28	14866.89	8348.94	10807.85
3260.36	1815.49	25.57	0.28	8593.29	27714.26	21917.89	16256.54

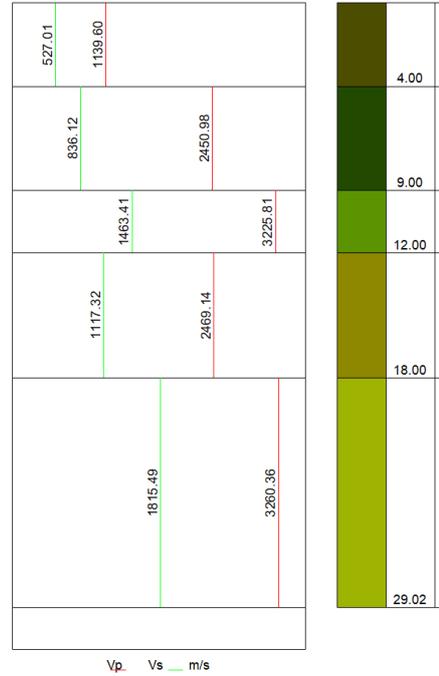
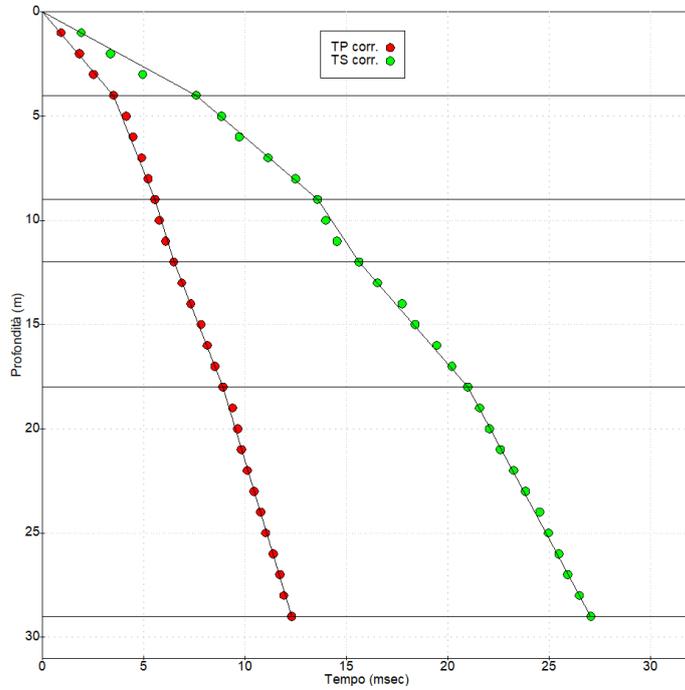
Metodo intervallo

Profondità di riferimento: 29 m dal piano campagna
 Sismostrati con metodo intervallo

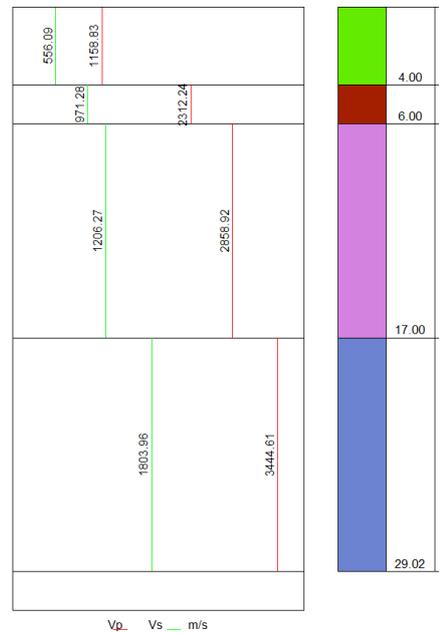
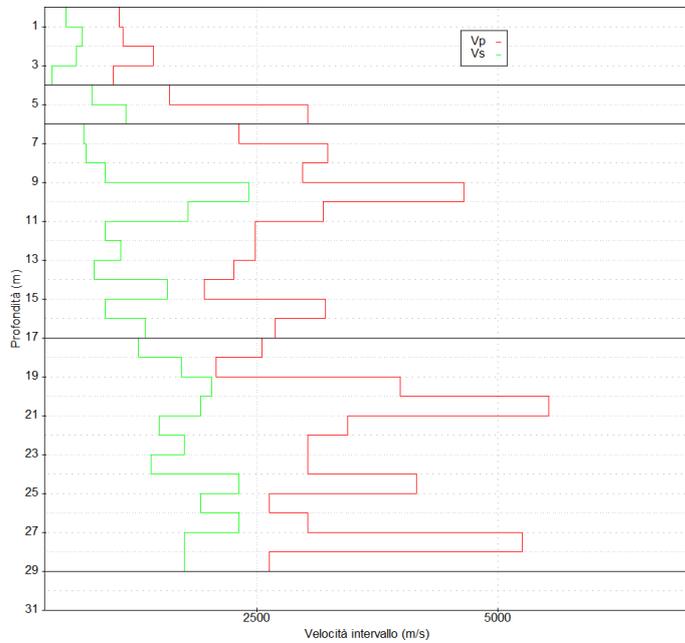
Descrizione [-]	Profondità [m]
	4
	6
	17
	29.02

Valori medi

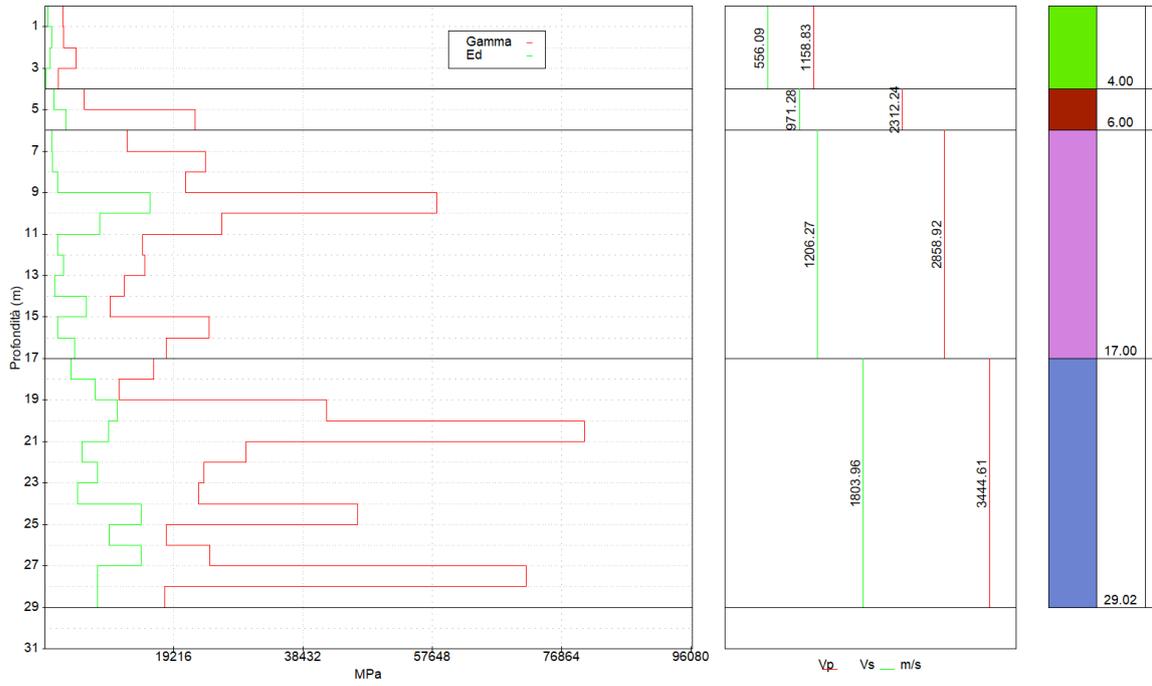
Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1158.83	556.09	22.77	0.33	760.08	3187.19	1981.92	2173.75
2312.24	971.28	23.50	0.38	2353.52	14211.34	6546.11	11073.31
2858.92	1206.27	23.93	0.40	4365.20	21468.22	11332.15	15647.95
3444.61	1803.96	25.50	0.32	8779.30	33784.14	21435.07	22078.40



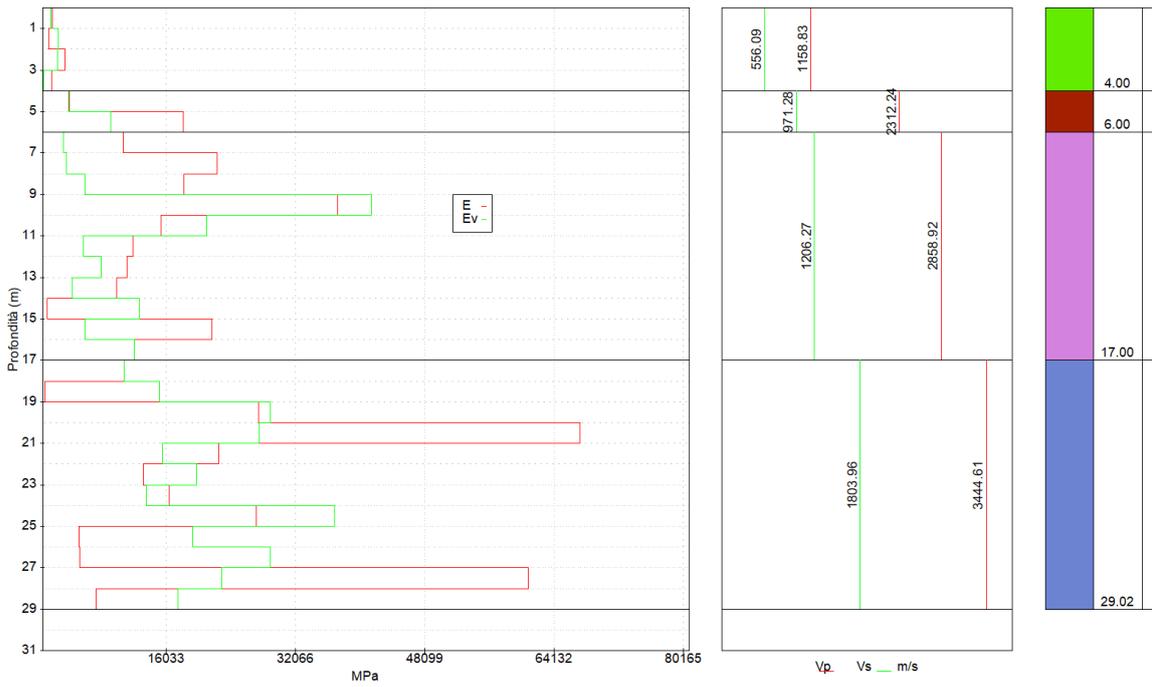
Dromocrone



Velocità intervallo



Profili modulo di deformazione a taglio e modulo di compressibilità edometrica



Profili modulo di Young e modulo di compressibilità volumetrica di intervallo

Interpretazione delle misure S15 / DH15**Dati iniziali**

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1	25	1	1

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	0.96	1.99
2	2.00	1.50	2.77
3	3.00	1.96	3.84
4	4.00	2.66	5.76
5	5.00	3.26	6.96
6	6.00	3.49	7.60
7	7.00	3.60	8.19
8	8.00	3.83	9.17
9	9.00	4.06	9.95
10	10.00	4.56	10.91
11	11.00	4.83	11.75
12	12.00	5.23	12.62
13	13.00	5.58	13.35
14	14.00	5.91	14.34
15	15.00	6.32	14.84
16	16.00	6.57	15.71
17	17.00	6.87	16.30
18	18.00	7.18	16.93
19	19.00	7.57	17.40
20	20.00	7.78	17.78
21	21.00	7.92	18.21
22	22.00	8.15	18.75
23	23.00	8.42	19.21
24	24.00	8.69	19.77
25	25.00	8.87	20.12

Risultati		
SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.4142	0.6788	1.4071
2.2361	1.3416	2.4776
3.1623	1.8594	3.6429
4.1231	2.5806	5.5880
5.0990	3.1967	6.8248
6.0828	3.4425	7.4966
7.0711	3.5638	8.1077
8.0623	3.8004	9.0992
9.0554	4.0352	9.8891
10.0499	4.5374	10.8559
11.0454	4.8102	11.7018
12.0416	5.2119	12.5764
13.0384	5.5636	13.3107
14.0357	5.8950	14.3036
15.0333	6.3060	14.8071
16.0312	6.5572	15.6794
17.0294	6.8581	16.2719
18.0278	7.1689	16.9039
19.0263	7.5595	17.3760
20.0250	7.7703	17.7578
21.0238	7.9110	18.1894
22.0227	8.1416	18.7307
23.0217	8.4121	19.1919
24.0208	8.6825	19.7529
25.0200	8.8629	20.1039

Z [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
1.00	1473.19	710.68	24.24	0.3483	1248.42	5364.50	3366.49	3699.94
2.00	1508.75	934.14	23.30	0.1892	2073.29	5408.41	4931.11	2644.03
3.00	1931.25	858.15	23.01	0.377	1727.92	8751.31	4758.69	6447.42
4.00	1386.58	514.11	22.05	0.4203	594.29	4322.93	1688.14	3530.54
5.00	1623.11	808.54	22.81	0.335	1520.57	6127.74	4059.92	4100.31
6.00	4068.35	1488.54	24.89	0.4227	5623.74	42008.86	16001.79	34510.54
7.00	8244.02	1636.39	25.21	0.4795	6883.76	174715.00	20369.04	165536.60
8.00	4226.54	1008.57	23.57	0.4698	2444.84	42934.74	7186.85	39674.95
9.00	4258.94	1265.98	24.34	0.4515	3977.90	45019.74	11547.84	39715.88
10.00	1991.24	1034.34	23.65	0.3152	2580.10	9562.20	6786.70	6122.06
11.00	3665.68	1182.17	24.11	0.442	3435.87	33035.86	9909.05	28454.71
12.00	2489.42	1143.38	23.99	0.3663	3198.09	15160.23	8739.10	10896.11
13.00	2843.33	1361.84	24.59	0.3512	4650.40	20271.80	12567.24	14071.28
14.00	3017.50	1007.15	23.56	0.4373	2436.93	21875.05	7005.20	18625.82
15.00	2433.09	1986.10	25.87	--	10405.86	15616.80	20811.72	1742.32
16.00	3980.90	1146.39	24.00	0.4548	3216.29	38784.04	9358.12	34495.65
17.00	3323.36	1687.77	25.32	0.3262	7354.78	28516.60	19507.82	18710.23
18.00	3217.50	1582.28	25.10	0.3405	6407.96	26496.60	17179.74	17952.66
19.00	2560.16	2118.20	26.09	--	11936.78	17437.64	23873.56	1521.92
20.00	4743.84	2619.17	26.82	0.2807	18761.41	61545.76	48055.48	36530.55
21.00	7107.33	2316.96	26.40	0.4405	14451.75	135986.60	41635.49	116717.60
22.00	4336.52	1847.41	25.63	0.3891	8919.79	49148.54	24780.96	37255.49
23.00	3696.86	2168.25	26.17	0.2378	12545.90	36471.12	31058.63	19743.25
24.00	3698.22	1782.54	25.51	0.3487	8265.49	35577.49	22295.33	24556.84
25.00	5543.24	2848.99	27.10	0.3205	22430.06	84913.36	59237.79	55006.61

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 25 m dal piano campagna

Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
	3
	6
	14
	19
	25

Valori medi

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1612.9	824.18	22.88	0.32	1584.6	6068.72	4193.84	3955.92
1898.73	777.2	23.19	0.4	1428.41	8525.36	3997.73	6620.81
3265.31	1176.47	24.09	0.43	3399.95	26191.38	9692.66	21658.11
2994.01	1623.38	25.19	0.29	6768.47	23022.84	17486.95	13998.21
4615.38	2205.88	26.23	0.35	13015.67	56979.4	35193.67	39625.16

Metodo intervallo

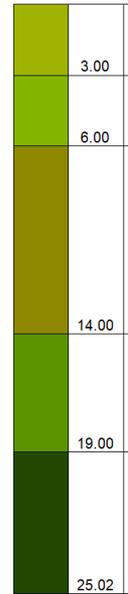
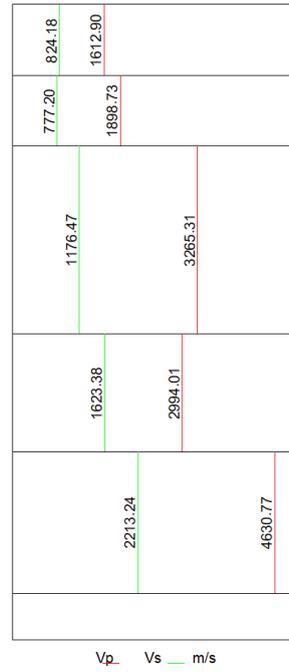
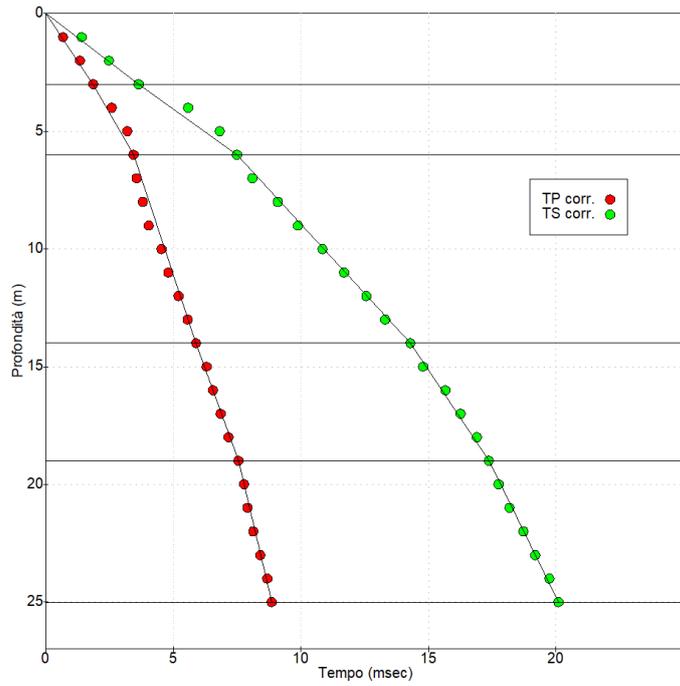
Profondità di riferimento: 25 m dal piano campagna

Sismostrati con metodo intervallo

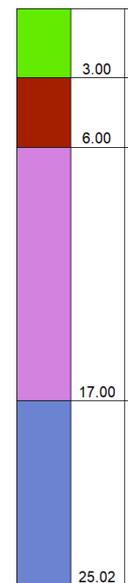
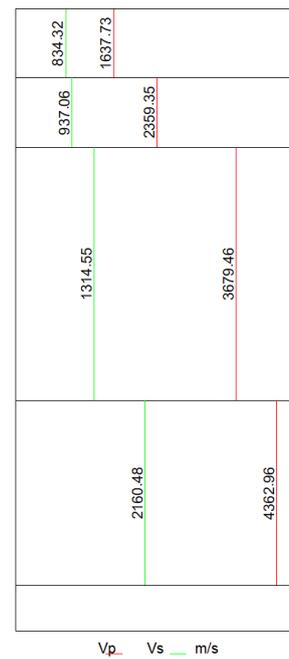
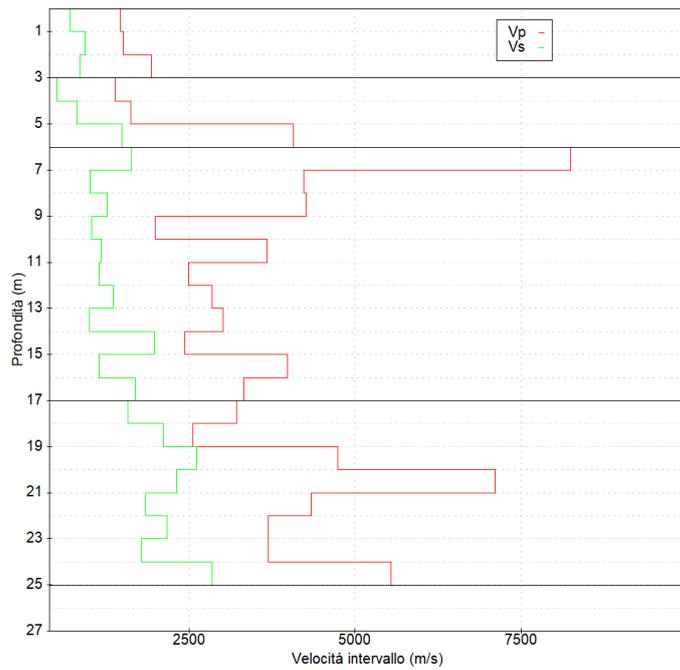
Descrizione [-]	Profondità [m]
	3
	6
	17
	25

Valori medi

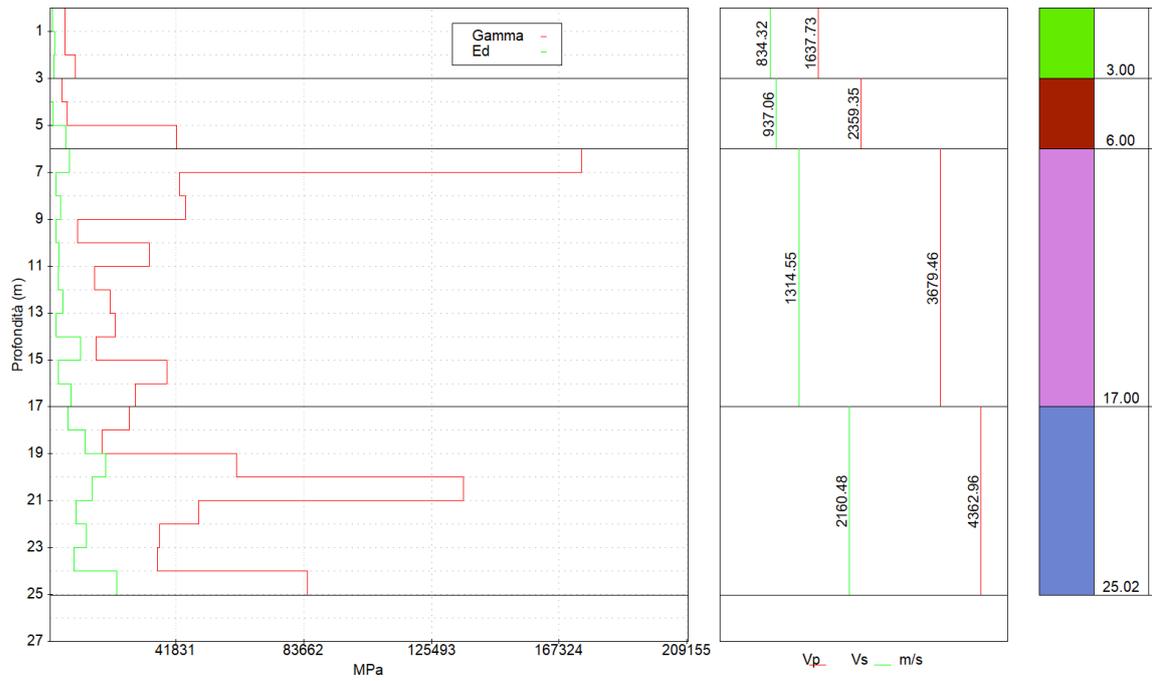
Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1637.73	834.32	23.52	0.30	1683.21	6508.07	4352.10	4263.80
2359.35	937.06	23.25	0.39	2579.53	17486.51	7249.95	14047.13
3679.46	1314.55	24.38	0.41	4598.62	40499.28	12162.61	34367.78
4362.96	2160.48	26.10	0.34	12964.89	55947.14	33514.62	38660.62



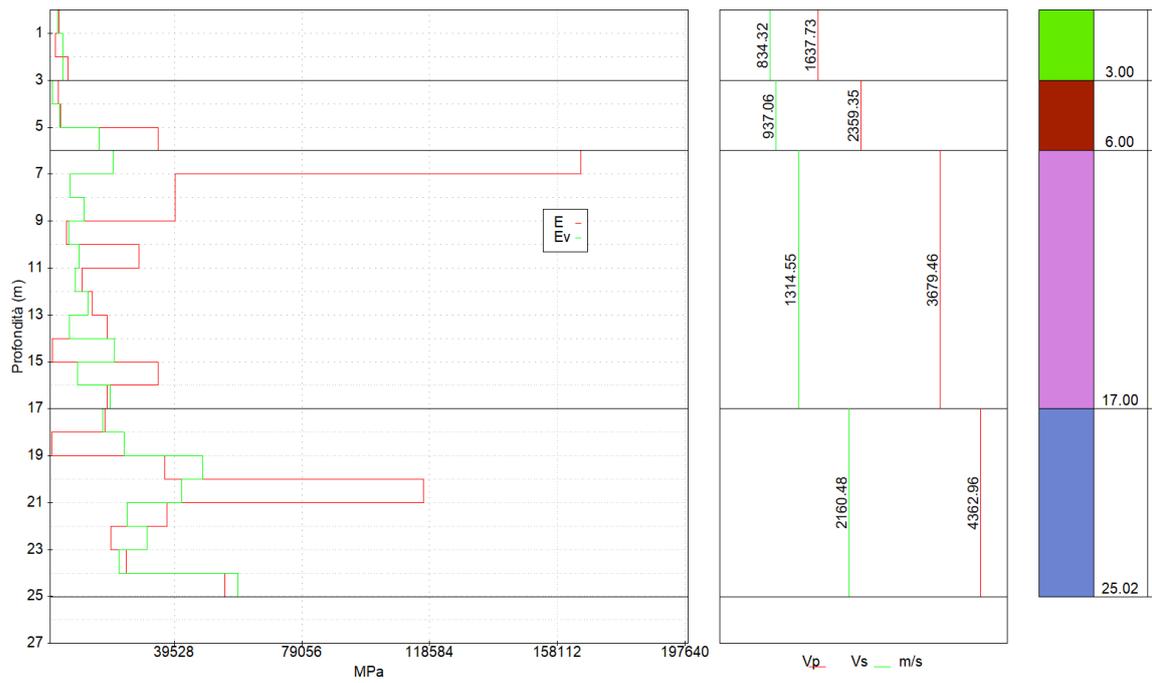
Dromocrone



Velocità intervallo



Profili modulo di deformazione a taglio e modulo di compressibilità edometrica



Profili modulo di Young e modulo di compressibilità volumetrica di intervallo

Interpretazione delle misure S18 / DH18**Dati iniziali**

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1	30	1	1

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	1.38	2.85
2	2.00	2.14	3.95
3	3.00	2.79	5.47
4	4.00	3.80	8.21
5	5.00	4.43	9.47
6	6.00	4.76	10.34
7	7.00	5.20	11.80
8	8.00	5.51	13.22
9	9.00	5.86	14.33
10	10.00	6.10	14.79
11	11.00	6.42	15.37
12	12.00	6.84	16.50
13	13.00	7.04	16.91
14	14.00	7.49	18.16
15	15.00	8.01	18.80
16	16.00	8.32	19.89
17	17.00	8.70	20.64
18	18.00	9.10	21.44
19	19.00	9.59	22.03
20	20.00	9.84	22.53
21	21.00	10.03	23.06
22	22.00	10.32	23.75
23	23.00	10.66	24.33
24	24.00	11.00	25.05
25	25.00	11.24	25.49
26	26.00	11.60	25.90
27	27.00	12.00	26.40
28	28.00	12.45	26.95
29	29.00	12.75	27.50
30	30.00	13.00	28.15

Risultati		
SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.4142	0.9758	2.0153
2.2361	1.9141	3.5330
3.1623	2.6468	5.1893
4.1231	3.6865	7.9649
5.0990	4.3440	9.2861
6.0828	4.6952	10.1993
7.0711	5.1477	11.6814
8.0623	5.4675	13.1179
9.0554	5.8242	14.2424
10.0499	6.0697	14.7166
11.0454	6.3936	15.3069
12.0416	6.8164	16.4430
13.0384	7.0193	16.8602
14.0357	7.4710	18.1139
15.0333	7.9923	18.7584
16.0312	8.3038	19.8513
17.0294	8.6850	20.6044
18.0278	9.0860	21.4070
19.0263	9.5767	21.9996
20.0250	9.8277	22.5019
21.0238	10.0187	23.0339
22.0227	10.3094	23.7255
23.0217	10.6499	24.3070
24.0208	10.9905	25.0283
25.0200	11.2310	25.4696
26.0192	11.5914	25.8809
27.0185	11.9918	26.3819
28.0179	12.4421	26.9328
29.0172	12.7424	27.4837
30.0167	12.9928	28.1344

Z [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
1.00	1024.80	496.20	23.66	0.3469	594.03	2533.80	1600.20	1741.76
2.00	1065.76	658.89	23.29	0.1907	1031.04	2697.54	2455.32	1322.82
3.00	1364.82	603.76	22.72	0.3783	844.53	4315.57	2328.03	3189.53
4.00	961.82	360.28	20.94	0.4184	277.16	1975.35	786.25	1605.80
5.00	1520.91	756.89	22.89	0.3354	1337.18	5399.23	3571.34	3616.32
6.00	2847.38	1095.05	23.85	0.4132	2916.32	19717.80	8242.69	15829.37
7.00	2209.95	674.72	22.38	0.4486	1038.93	11145.62	3009.99	9760.38
8.00	3126.95	696.14	22.38	0.4739	1105.94	22314.20	3260.09	20839.61
9.00	2803.48	889.28	23.14	0.4441	1866.04	18545.46	5389.50	16057.41
10.00	4073.33	2108.81	26.08	0.3169	11826.65	44125.14	31149.03	28356.27
11.00	3087.37	1694.06	25.33	0.2846	7412.63	24620.22	19044.53	14736.72
12.00	2365.18	880.20	23.10	0.4196	1824.96	13177.10	5181.43	10743.81
13.00	4928.54	2396.93	26.51	0.3451	15531.01	65663.74	41781.52	44955.73
14.00	2213.86	797.64	22.42	0.4254	1454.55	11205.09	4146.63	9265.69
15.00	1918.28	1551.59	25.03	--	6144.61	9392.13	12289.22	1199.32
16.00	3210.28	915.00	23.23	0.4558	1983.22	24412.62	5774.34	21768.33
17.00	2623.29	1327.84	24.50	0.3278	4404.91	17192.46	11697.68	11319.25
18.00	2493.77	1245.95	24.29	0.3337	3845.10	15403.51	10256.42	10276.70
19.00	2037.91	1687.48	25.32	--	7352.25	10722.92	14704.50	919.92
20.00	3984.07	1990.84	25.88	0.3336	10459.63	41888.76	27897.93	27942.59
21.00	5235.60	1879.70	25.69	0.426	9255.94	71808.59	26397.94	59467.34
22.00	3439.97	1445.92	24.79	0.3927	5284.99	29913.36	14720.81	22866.70
23.00	2936.85	1719.69	25.38	0.2391	7653.70	22322.07	18967.40	12117.14
24.00	2936.00	1386.39	24.65	0.3565	4831.33	21667.48	13107.40	15225.70
25.00	4158.01	2266.03	26.32	0.2888	13781.50	46401.95	35523.20	28026.61
26.00	2774.69	2431.32	26.56	--	16010.01	20851.45	32020.02	--
27.00	2497.50	1996.00	25.89	--	10517.98	16467.30	21035.96	2443.32
28.00	2220.75	1815.21	25.57	--	8591.40	12859.06	17182.80	1403.87
29.00	3330.00	1815.21	25.57	0.2886	8591.40	28913.36	22141.76	17458.16
30.00	3993.62	1536.81	25.00	0.4131	6020.88	40658.64	17016.21	32630.80

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 30 m dal piano campagna
 V_{eq} 1066,92 m/s

Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
	4
	8
	13
	17
	30

Valori medi

V_p medio [m/s]	V_s medio [m/s]	g medio [kN/mc]	n_i medio	G medio [MPa]	E_d medio [MPa]	E medio [MPa]	E_v medio [MPa]
1084.01	502.51	21.88	0.36	563.41	2621.8	1536.02	1870.58
2247.19	775.19	23.01	0.43	1410.25	11850.98	4040.25	9970.65
3225.81	1336.9	24.53	0.4	4469.81	26023.71	12482.5	20063.96
2395.21	1069.52	23.76	0.38	2772	13902.83	7625.66	10206.83
3023.26	1726.43	25.4	0.26	7718.79	23670.22	19421.3	13378.5

Metodo intervallo

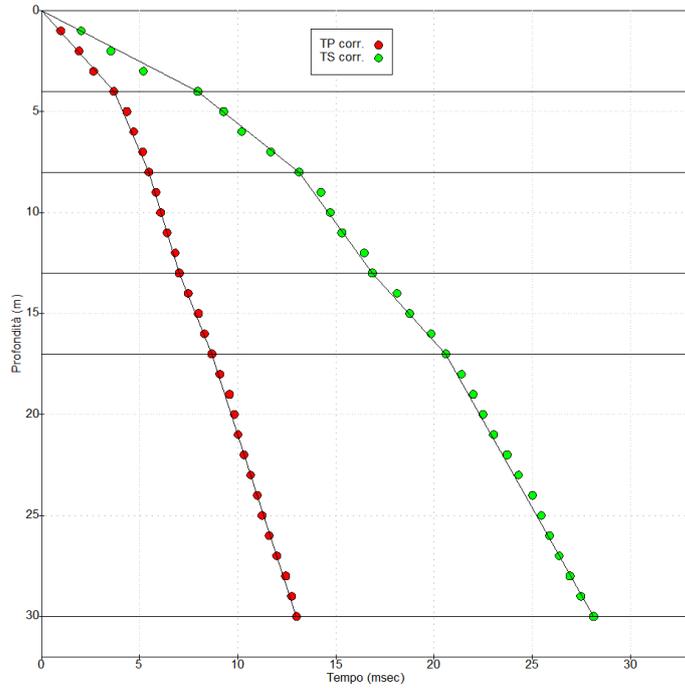
Profondità di riferimento: 30 m dal piano campagna

Sismostrati con metodo intervallo

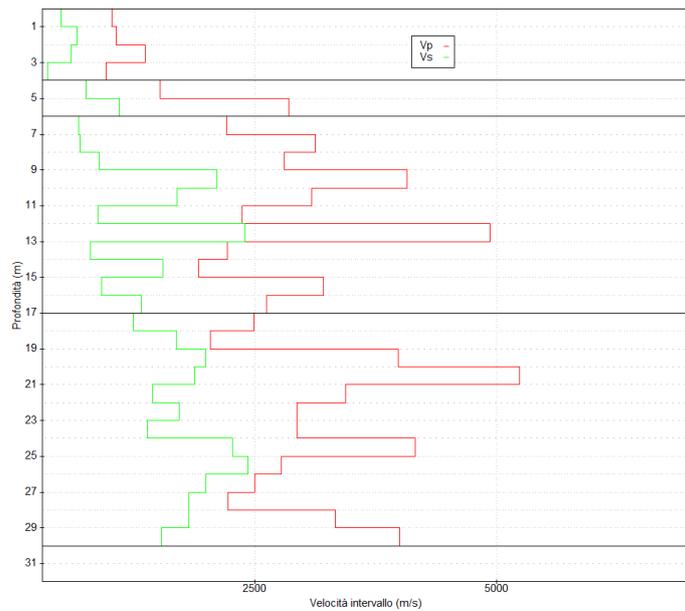
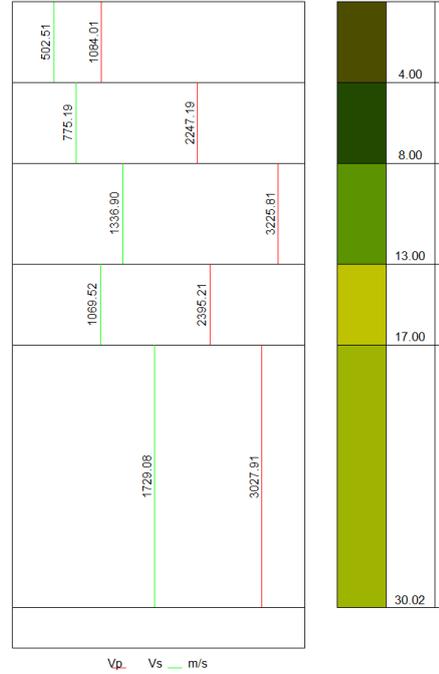
Descrizione [-]	Profondità [m]
	4
	6
	17
	30

Valori medi

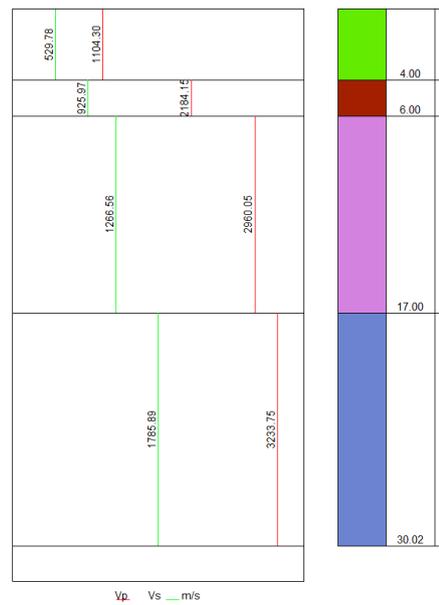
Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1104.30	529.78	22.65	0.33	686.69	2880.56	1792.45	1964.98
2184.15	925.97	23.37	0.37	2126.75	12558.51	5907.02	9722.84
2960.05	1266.56	24.01	0.39	4963.04	23799.43	12974.91	17182.05
3233.75	1785.89	25.45	0.34	8630.47	29221.42	20844.03	19231.57

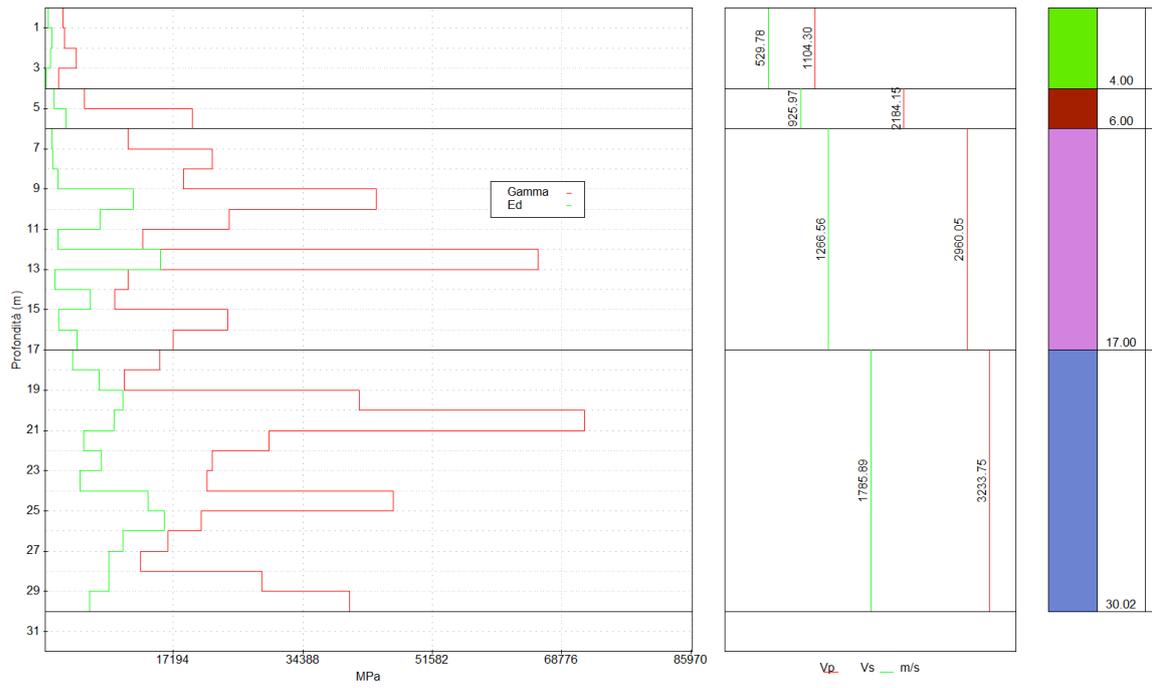


Dromocrone

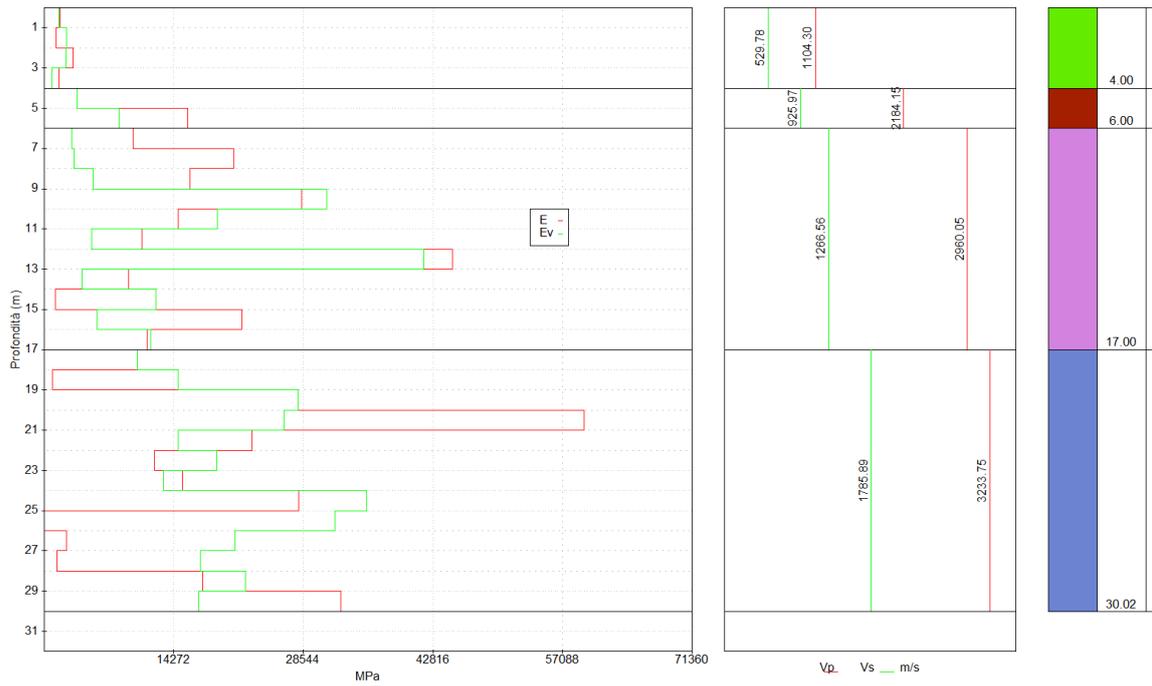


Velocità intervallo





Profili modulo di deformazione a taglio e modulo di compressibilità edometrica



Profili modulo di Young e modulo di compressibilità volumetrica di intervallo